

EPSON

EPSON RC+ 7.0 選配

Force Guide 7.0

Rev.18

TCM23YS6241F

翻譯版

EPSON RC+ 7.0選配 Force Guide 7.0 Rev. 18

EPSON RC+ 7.0 選配

Force Guide 7.0

Rev. 18

前言

感謝您購買我們的機器人產品。本手冊內含正確使用 Force Guide 7.0 所需的資訊。在安裝本軟體之前，請詳閱本手冊及其他相關手冊。請將本手冊放在方便拿取的位置，以供隨時取用。

所有機器人產品都經過嚴格的測試和檢查，以確保性能符合我們的標準。但請注意，如果超出手冊中所描述的使用條件來使用我們的機器人系統，產品的基本功能可能無法正常發揮。

本手冊的內容包括我們能夠預見到的危險和問題。請務必遵守本文檔中所述的安全注意事項，以確保安全並正確的使用我們的機器人系統。

商標

Microsoft, Windows, Windows 標誌, Visual Basic 和 Visual C++，皆為 Microsoft Corporation 在美國及其他國家的註冊商標或商標。其他品牌及產品名稱，皆為各別擁有者所有之商標或註冊商標。

本手冊中的商標公告

Microsoft® Windows® 8 operating system

Microsoft® Windows® 10 operating system

Microsoft® Windows® 11 operating system

本手冊中的Windows 8、Windows 10和Windows 11分別指上述作業系統。在某些情況下，Windows通常是指Windows 8、Windows 10和Windows 11。

注意

如未獲授權，不得複製或重製本手冊中的任何部分。

本手冊內容如有變更，恕不另行通知。

若您在本手冊中發現任何錯誤或對相關內容有任何意見，請告知供應商。

製造商

SEIKO EPSON CORPORATION

諮詢服務

如需詳細資訊，請參閱下列手冊的「供應商」。
「安全手冊」

閱讀本手冊之前

本節說明在閱讀本手冊前您應先瞭解的資訊。

安全性注意事項

安裝與運送機器人及其設備，限由合格人員依國家和當地法規執行。
在安裝使用之前，請詳閱本手冊及其他相關手冊。
請將本手冊放在方便拿取的位置，以供隨時取用。

手冊中各符號的說明

 警告	此符號代表若不正確遵守相關指示，可能會有重傷或死亡的危險。
 注意	此符號代表若不正確遵守相關指示，可能會有人員受傷或設備及設施受損的危險。

關於培訓

如果您使用 Force Guide 7.0，請務必參加我們提供的“力覺入門培訓”。本公司定期或不定期的提供培訓，以幫助說明您了解產品。
經過正規培訓，產品更易於使用，並提高了工作效率。有關培訓的詳細資訊，請諮詢供應商。

安裝篇

1. 介紹	3
1.1 Force Guide 7.0概觀	3
1.2 使用EPSON RC+ 7.0時必備的基本知識.....	4
1.3 訓練	4
2. 名詞釋義	5
3. 系統概觀	10
4. Force Guide 7.0的功能	14
4.1 概觀	14
4.2 力控制功能	14
4.2.1 力控制功能概觀	14
4.2.2 力控制功能參數	14
4.3 力覺觸發功能.....	15
4.4 力覺監控功能.....	15
4.5 力覺動作限制功能	16
4.6 力覺引導功能.....	16
4.6.1 力覺引導功能概觀	16
4.6.2 力覺引導序列	17
4.6.3 力覺引導物件	18
4.7 直接教導+輕觸步進	21
5. 座標系	22
5.1 關於座標系	22
5.2 力覺座標系	24
5.3 力覺感應器座標系	24
6. 設定Force Guide 7.0	25

硬體篇

1. 隨附物品	29
1.1 S250N(適用於C4系列).....	29

1.2	S250L(適用於C8, C12系列: 符合IP20)	30
1.3	S250P(適用於C8系列: 符合IP67)	31
1.4	S250H(適用於N2系列)	32
1.5	SH250LH(適用於N6系列)	33
1.6	S2503, S2506, S25010(適用於G、GX、RS系列)	34
2. 標籤		35
3. 連接範例		38
3.1	C4系列-S250N	38
3.2	C8, C12系列-S250L, C8系列-S250P, N2系列-S250H, N6系列-SH250LH	40
3.3	G系列, GX系列-S2503, S2506, S25010	42
3.3.1	內部接線	42
3.3.2	外部接線	44
3.4	RS系列-S2503	46
4. 力覺感應器		47
4.1	規格	47
4.1.1	規格表	47
4.1.2	重負載下的ACCEL設定	48
4.2	外部尺寸	49
4.2.1	S250N(適用於C4系列)	49
4.2.2	S250L(適用於C8, C12系列: 符合IP20)	50
4.2.3	S250P(適用於C8系列: 符合IP67)	51
4.2.4	S250H(適用於N2系列)	52
4.2.5	SH250LH(適用於N6系列)	53
4.2.6	S2503, S2506, S25010(適用於G、GX、RS系列)	54
5. 力覺感應器I/F裝置		55
5.1	力覺感應器I/F裝置(FS1)	55
5.1.1	規格	55
5.1.2	外部尺寸	56
5.1.3	安裝	56
5.1.4	電源供應器	57
5.1.5	力覺感應器I/F裝置及電源接頭的接線	57
5.1.6	更換力覺感應器I/F裝置保險絲	58

5.2 力覺感應器I/F電路板(FS2).....	59
5.2.1 規格.....	59
5.2.2 安裝方法	60
5.2.3 連接時的注意事項.....	61
6. 安裝方法	62
6.1 安裝力覺感應器.....	63
6.1.1 S250N(適用於C4系列).....	63
6.1.2 S250L(適用於C8, C12: 符合IP20).....	65
6.1.3 S250P(適用於C8: 符合IP67).....	67
6.1.4 S250H(適用於N2系列).....	70
6.1.5 SH250LH(適用於N6系列).....	72
6.1.6 S2503, S2506, S25010 (適用於G, RS, GX系列).....	74
6.2 末端夾具.....	76
6.2.1 允許力矩方針	77
6.2.2 關節扭力方針	78
6.2.3 電線及管道的注意事項.....	81
6.2.4 處理高負荷/高重量物品時的注意事項.....	81
6.2.5 力覺感應器姿態變化相關的注意事項.....	82
6.3 力覺感應器纜線接線.....	83
6.3.1 C4系列-S250N.....	83
6.3.2 C8, C12系列-S250L, C8系列-S250P	85
6.3.3 N2系列-S250H.....	86
6.3.4 N6系列-SH250LH.....	88
6.3.5 G, GX系列-S2503, S2506, S25010.....	90
6.3.6 RS系列-S2503.....	92
7. 維護零件清單	94
7.1 力覺感應器	94
7.2 力覺感應器I/F裝置.....	96
7.3 力覺感應器I/F電路板	96
软件篇	
1. 檢查連接狀況	99
1.1 設定力覺感應器I/F裝置	99
力覺感應器連接程序	100

力覺感應器中斷程序	101
力覺感應器更換程序	101
1.2 檢查連接狀況	102
檢查連接狀況	102
檢查輸出值的擷取狀況	103
1.3 檢查力覺感應器精度	104
1.3.1 概觀	104
1.3.2 初始資料擷取	104
1.3.3 擷取比較資料並與初始資料比較	108
2. 力覺感應器修正	109
2.1 重設力覺感應器	109
2.2 座標轉換	109
力覺感應器座標系及工具座標系間的一致性	110
工具座標系及力覺座標系間的一致性	111
2.3 重力補償	112
2.3.1 概觀	112
2.3.2 質量屬性	112
2.3.3 重力方向	113
2.3.4 執行重力補償	113
2.4 檢查重力補償操作	114
3. Force Guide 7.0 GUI(圖形使用者介面)	118
3.1 Project Explorer	118
3.1.1 力覺檔案	118
3.1.2 力覺引導	119
3.2 [File]功能表	120
3.2.1 [New File](檔案功能表)	120
3.2.2 [Open File](檔案功能表)	120
3.2.3 [Close File](檔案功能表)	120
3.2.4 [Save File](檔案功能表)	121
3.2.5 [Save As](檔案功能表)	121
3.2.6 [Restore File](檔案功能表)	121
3.2.7 [Rename Force File](檔案功能表)	121
3.2.8 [Delete File](檔案功能表)	122
3.2.9 [Import File](檔案功能表)	122
3.2.10 [Exit](檔案功能表)	123

3.3 [Edit]功能表	124
3.3.1 [Cut](編輯功能表).....	124
3.3.2 [Copy](編輯功能表).....	124
3.3.3 [Paste](編輯功能表).....	124
3.3.4 [Select All](編輯功能表).....	124
3.4 [Project]功能表	125
3.4.1 [Open Project](專案功能表).....	125
3.4.2 [Edit Project](專案功能表).....	125
3.4.3 [Save Project](專案功能表).....	127
3.4.4 [Project Properties](專案功能表)	127
3.5 [Tools]功能表.....	128
3.5.1 [Robot Manager](工具功能表)	128
3.5.2 [Force Monitor](工具功能表).....	139
3.5.3 [Maintenance](工具功能表)	166
3.5.4 [Force Guidance](工具功能表)	168
3.6 力覺編輯器	196
3.7 相容性調整功能.....	197
3.7.1 力覺引導序列的相容性調整功能	197
3.7.2 力覺檔案的相容性調整功能	198
4. 力覺引導功能	199
4.1 使用力覺引導功能的步驟及基本概念	199
4.1.1 使用SPEL+語言建立力覺引導功能開始前的動作	200
4.1.2 設定力覺引導序列	201
4.1.3 設定力覺引導物件	202
4.1.4 執行測試的同時調整	216
4.1.5 從SPEL+語言執行力覺引導序列	217
4.2 通用序列與物件	218
4.2.1 通用序列	218
4.2.2 通用力覺引導物件	234
4.3 Paste序列與物件	413
4.3.1 Paste序列的精靈設定方針	413
4.3.2 Paste序列	429
4.3.3 Paste物件	439
4.3.4 Paste序列與物件的屬性調整方針	450
4.4 ScrewTighten序列與物件	452
4.4.1 ScrewTighten序列的序列精靈	452
4.4.2 ScrewTighten序列	465

4.4.3 ScrewTighten物件	476
4.4.4 ScrewRetighten物件	487
4.4.5 ScrewTighten序列與物件的屬性調整方針	492
4.5 HeightInspect序列與物件	494
4.5.1 HeightInspect序列的序列精靈	494
4.5.2 HeightInspect序列	506
4.5.3 HeightInspect物件	517
4.5.4 HeightInspect序列與物件的屬性調整方針	526
4.6 Insert序列與物件	528
4.6.1 Insert序列的序列精靈	528
4.6.2 Insert序列	549
4.6.3 Insert物件	559
4.6.4 TensileTest物件	574
4.6.5 Insert序列與物件的屬性調整方針	583
5. 力覺功能的SPEL+程式	585
5.1 Force Guide 7.0的SPEL+命令	585
5.1.1 力覺物件	585
5.1.2 屬性	585
5.1.3 狀態	585
5.2 力控制功能的SPEL+程式	586
5.2.1 概觀	586
5.2.2 力控制功能的座標系	586
5.2.3 力控制功能參數	586
5.2.4 執行力控制功能	588
5.3 力覺觸發功能的SPEL+程式	589
5.3.1 概觀	589
5.3.2 力覺觸發功能的座標系	590
5.3.3 力覺觸發功能參數	590
5.3.4 執行力覺觸發功能	592
5.3.5 取得力覺觸發功能的結果	593
5.4 力覺監控功能的SPEL+程式	594
5.4.1 概觀	594
5.4.2 力覺監控功能的座標系	594
5.4.3 力覺監控功能參數	595
5.4.4 執行力覺監控功能	596
5.5 力覺動作限制功能的SPEL+編程	598
5.5.1 概述	598

5.5.2	力覺動作限制功能的參數.....	598
5.5.3	執行力覺動作限制功能.....	600
5.5.4	取得力覺動作限制功能的結果.....	602
5.6	力覺功能程式範例	603
6. 教學		607
6.1	一般設定.....	611
6.1.1	力覺感應器的連接設定.....	611
6.1.2	建立新專案.....	612
6.1.3	設定凸緣偏移	612
6.1.4	啟動模擬器.....	613
6.1.5	顯示[Force Guide]視窗	614
6.2	通用力覺序列教學	615
6.2.1	力覺引導功能 (垂直向下按壓).....	615
6.2.2	力覺引導功能 (插入USB接頭).....	632
6.2.3	力覺引導功能 (插配孔洞).....	650
6.2.4	力覺引導功能 (螺絲鎖付).....	667
6.3	使用專用力覺引導序列的教學	681
6.3.1	Paste序列	681
6.3.2	ScrewTighten序列	699
6.3.3	HeightInspect序列	720
6.3.4	Insert序列.....	734
6.4	命令版本(簡易按壓).....	756
6.4.1	建立力覺檔案	756
6.4.2	設定力覺控制物件.....	757
6.4.3	設定力覺監控物件.....	758
6.4.4	教導起始點.....	759
6.4.5	建立SPEL+程式	761
6.4.6	執行力覺監控	762
6.4.7	執行SPEL+程式	764
7. 疑難排解		765
	無法辨識力覺感應器I/F裝置.....	765
	無法辨識力覺感應器	765
	力覺感應器輸出值與實際力方向不同.....	765
	力覺感應器輸出值與實際力大小不同.....	765
	力覺感應器的輸出值隨時間變化	766
	力覺感應器發生異常	766

無法使用力覺引導物件執行預期動作.....	766
發生5546錯誤	767
機器人往預期方向的反方向移動.....	767
接觸很耗時間	767
未到達目標地點	767
機器人在按壓時大幅彈跳.....	768
未顯示特定的屬性.....	768

安裝篇

請先瞭解下列章節所提供的資訊，方可使用
Force Guide 7.0。
務必閱讀上述章節。

1. 介紹

1.1 Force Guide 7.0概觀

Force Guide 7.0是下列零件的選配產品及通用名稱:

力覺感應器
中間裝置(位於力覺感應器及機器人控制器之間)
纜線
軟體

Force Guide 7.0支援插配孔洞, 表面加工, 按壓, 檢查或教導等各種應用。

此外, 其也可在檢查力覺感應器輸出時微動機器人, 並有助於縮短教導時間。

Force Guide 7.0具備下列功能。

力覺引導功能

可由GUI建立使用力控制功能, 力覺觸發功能, 力覺監控功能和力覺動作限制功能的操作, 無須使用SPEL+語言。

力控制功能

位置調整是在由外力移動的座標軸上獨立執行。(如僅Z軸或U軸)
允許不同的各軸控制特性。
涵蓋隨附工件的容許值。

力覺觸發功能

持續監控準確力、扭力及兩者的變化。

- 可在已指派工作的操作中, 對力和扭力的成敗判定及條件式分支進行編程。
- 偵測力和扭力的工件末端位置或凹凸位置。
- 偵測力和扭力是否異常。

力覺監控功能

顯示機器人在不同座標系中的力、扭力及位置資訊的圖表。將記錄檔儲存在電腦中。

- 在力覺監控畫面讀取已儲存的檔案以進行分析。亦可同時讀取多個檔案並進行比較。
- 這可縮短最佳化時間, 並進行管理資訊處理。

力覺動作限制功能

監控位置和姿態的變化。

- 可在已指派工作的操作中, 對力和扭力的成敗判定及條件式分支進行編程。
- 在力控制動作中事假位置和姿態監控, 可進行更可靠的組裝作業。
- 可檢測到與位置和姿態相關的異常狀態。

重力補償功能

方向變更時, 將下列功能中的重力效果降至最低。
力覺控制, 力覺觸發, 力覺監控功能

質量屬性精靈

測量末端夾具的重心及質量，不需CAD資料或手動拆卸。

阻抗精靈

估計力覺控制參數對動作的影響。

直接教導+輕觸步進

對力覺感應器施力，用手直接操作機器人末端夾具。

1.2 使用EPSON RC+ 7.0時必備的基本知識

Force Guide 7.0是用於EPSON RC+ 7.0環境的選配。使用者必須具備EPSON RC+ 7.0開發環境及EPSON機器人的相關知識，才可使用Force Guide 7.0。此手冊適用於已具備下列事項相關知識的使用者。

- EPSON RC+ 7.0專案管理的概念及使用方法
- 在EPSON RC+ 7.0建立及編輯SPEL⁺程式的程序
- 從Run視窗執行SPEL⁺程式的程序
- SPEL⁺的基本語言結構, 功能, 使用方法

初次使用EPSON RC+ 7.0的使用者需接受Epson提供的介紹訓練課程。

1.3 訓練

使用Force Guide 7.0前，務必接受本公司的「力覺感應介紹訓練課程」。此訓練課程說明本產品安全又簡易的操作方法，並協助您提升系統的生產率。

2. 名詞釋義

位置

某個座標系的座標系或物件的位置，並以位置資料(X, Y, Z)表示。

姿態

某個座標系的座標系或物件的姿態，並以姿態資料(U, V, W)表示。

位置姿態

某個座標系的座標系或物件的位置及姿態，並以位置及姿態資料(X, Y, Z, U, V, W)表示。

力覺感應器

由 Epson 製造的感應器，可偵測平移方向(Fx, Fy, Fz)及旋轉方向(Tx, Ty, Tz)中六軸的力及扭力。共有下列八種類型:

S250N, S250L, S250P, S250H, S2503, S2506, S25010, SH250LH

力覺感應器 I/F 裝置

連接 Epson 感應器及控制器的裝置。
使用通訊纜線連接該裝置及控制器即可使用。

力覺感應器 I/F 電路板

連接 Epson 感應器及控制器的選配電路板。
將電路板安裝在控制器的選配插槽上即可使用。

感應器凸緣

安裝於力覺感應器與機器人機械臂凸緣之間的零件，可將力覺感應器安裝至機器人。

凸緣偏移

感應器凸緣的偏移量。將從機器人 Tool 0 座標系檢視的力覺感應器底部中央位置視為原點，並設定座標系的位置及姿態，使其方向與力覺感應器座標系一致。

力覺功能

使用 Force Guide 7.0 提供之力覺感應器的功能。

力控制功能

使用力覺感應器控制機器人達到指定目標力或扭力的功能。

虛擬慣性係數(Mass)

力控制功能的虛擬慣性參數。其會影響力控制功能的加速度。

虛擬阻尼係數(Damper)

力控制功能的虚拟阻尼參數。其會影響力控制功能的速度。

虛擬彈性係數(Spring)

力控制功能的虛擬彈性參數。其會影響力控制功能的移動量。

力覺觸發功能

偵測使用力覺感應器測量的力及扭力是否達到設定值及進行分支處理的功能。

力覺監控功能

測量力覺感應器偵測到的力資訊或機器人位置資訊的功能。

力資訊：力覺感應器偵測到的力及扭力。

位置資訊：包括位置控制及力覺控制的命令位置、僅包括位置控制的命令位置，以及力覺控制的差異。

測得資料可儲存在檔案中。您可讀取已儲存的檔案來進行分析或比較。

力覺動作限制功能

根據預先設定的條件，檢測出機器人的位置和姿態，然後進行分支處理的功能。

力覺引導功能

可由 GUI 建立使用力控制功能, 力覺觸發功能, 力覺監控功能的操作，無須使用 SPEL+ 語言。

力覺感應器座標系

力覺感應器偵測力的座標系。此為力覺感應器專用的座標系，無法變更。

力覺座標系

執行力覺功能的座標系。其由目前使用之工具座標系的偏移定義。

重力補償

降低重力對力覺感應器產生之影響的功能。

質量屬性

用於重力補償的質量特性參數。針對所有安裝在比力覺感應器更靠近尖端區域的物件(末端夾具、工件等)，設定其重量及重心位置。

重力方向

與用於重力補償之機器人相對的重力方向。其由基礎座標系中的重力方向向量(X, Y, Z)定義。

力覺引導序列

此為力覺引導物件群組，需以特定順序進行操作。

力覺引導序列包括由任何通用物件組成的通用力覺參引導序列，以及預定義的特定任務的專用力覺引導序列。

專用力覺序列的類型如下：

- Paste 序列
- ScrewTighten 序列
- HeightInspect 序列
- Insert 序列

力覺引導物件

以下為可實現力覺引導功能所使用之特定動作的程序群組。

力覺引導物件包括由可以添加任何序列的通用力覺引導物，以及包括可以自動設置專用力覺引導序列的專用力覺引導物件。

通用力覺引導物件的類型如下：

Contact 物件	ContactProbe 物件
Relax 物件	Press 物件
FollowMove 物件	PressMove 物件
SurfaceAlign 物件	Decision 物件
PressProbe 物件	SPELFunc 物件

專用力覺引導物件的類型如下：

- Paste 物件
- ScrewTighten 物件
- ScrewRetighten 物件
- HeightInspect 物件
- Insert 物件
- TensileTest 物件

力覺物件

使用力覺功能所需的各功能屬性集。
力覺物件的類型如下。

- 力覺控制物件
- 力覺座標物件
- 力覺觸發物件
- 力覺監控物件
- 力覺動作限制物件

力覺控制物件

用於力控制功能的力覺物件。

力覺座標物件

定義執行力覺功能之座標系的力覺物件。

力覺觸發物件

使用力覺觸發功能的力覺物件。

力覺監控物件

使用力覺監控功能的力覺物件。

力覺動作限制物件

使用力覺動作限制的力覺物件。

屬性

下列項目所包含的參數。可設定及擷取屬性。

- 力覺引導序列
- 力覺引導物件
- 力覺物件

結果

包含於下列項目，且為執行力覺引導序列或力覺引導物件後所傳回的值。

- 力覺引導序列
- 力覺引導物件

狀態

執行力覺功能後傳回且包含於力覺物件中的值。

力覺檔案

儲存力覺物件的檔案。

力覺編輯器

用於編輯力覺檔案的圖形使用者介面(GUI)。可從「Robot Manager」及「Project Explorer」中開啟。

力覺監控

用於以圖表顯示力覺感應器值或機器人位置的圖形使用者介面(GUI)。

阻抗精靈

用於調整力控制功能參數的精靈。

質量屬性精靈

用於調整質量屬性的精靈。

額定負載

符合感應器規格的最大負載。

過載容量

維持感應器精度的最大負載。

直接教導

通過對力覺感應器持續施力，以控制機器人末端夾具持續動作的功能。

輕觸步進

通過輕輕推動力覺感應器，來使機器人末端夾具移動的功能。

3. 系統概觀

使用力覺感應器共有下列兩個程序。

1: 力覺感應器I/F裝置

使用通訊纜線連接力覺感應器I/F裝置及機器人控制器的程序。

2: 力覺感應器I/F電路板

將力覺感應器I/F電路板安裝於機器人控制器選配插槽上的程序。

然後，使用感應器纜線及力覺感應器M/I纜線連接力覺感應器及力覺感應器I/F裝置(或電路板)。

連接力覺感應器及驅動裝置後，即可將機器人及力覺感應器搭配使用。但是，連接驅動裝置時，力覺感應器I/F電路板將無法使用，此時只能使用力覺感應器I/F裝置。

若要使用力覺感應器I/F裝置，在下列位置安裝驅動裝置，並使用纜線將其連接:

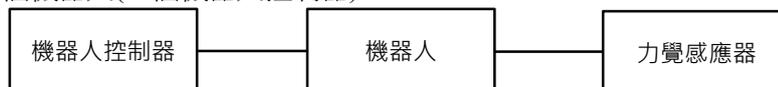
- 將機器人控制器的OUT接頭
連接至驅動裝置的IN接頭，
並將驅動裝置的OUT接頭
連接至力覺感應器I/F裝置IN接頭
- 將機器人控制器的OUT接頭
連接至力覺感應器I/F裝置IN接頭，
並將力覺感應器I/F裝置OUT接頭
連接至驅動裝置的IN接頭

使用多個機器人及力覺感應器時，請透過下列任一組合模式設定系統。

A: 一個力覺感應器

使用力覺感應器 I/F 裝置或力覺感應器 I/F 電路板時

一個機器人(一個機器人控制器)



B: 一個力覺感應器

使用力覺感應器 I/F 裝置時

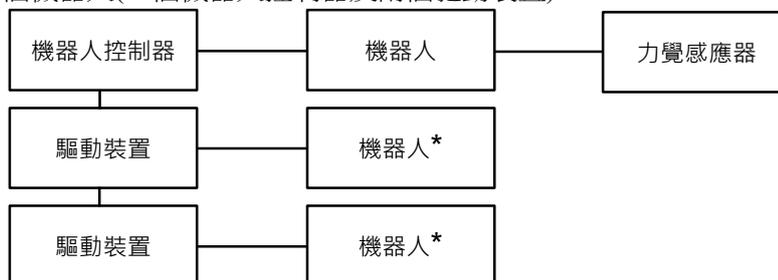
兩個機器人(一個機器人控制器及一個驅動裝置)



C: 一個力覺感應器

使用力覺感應器 I/F 裝置時

三個機器人(一個機器人控制器及兩個驅動裝置)



D: 兩個力覺感應器

使用力覺感應器 I/F 裝置時

兩個機器人(一個機器人控制器及一個驅動裝置)

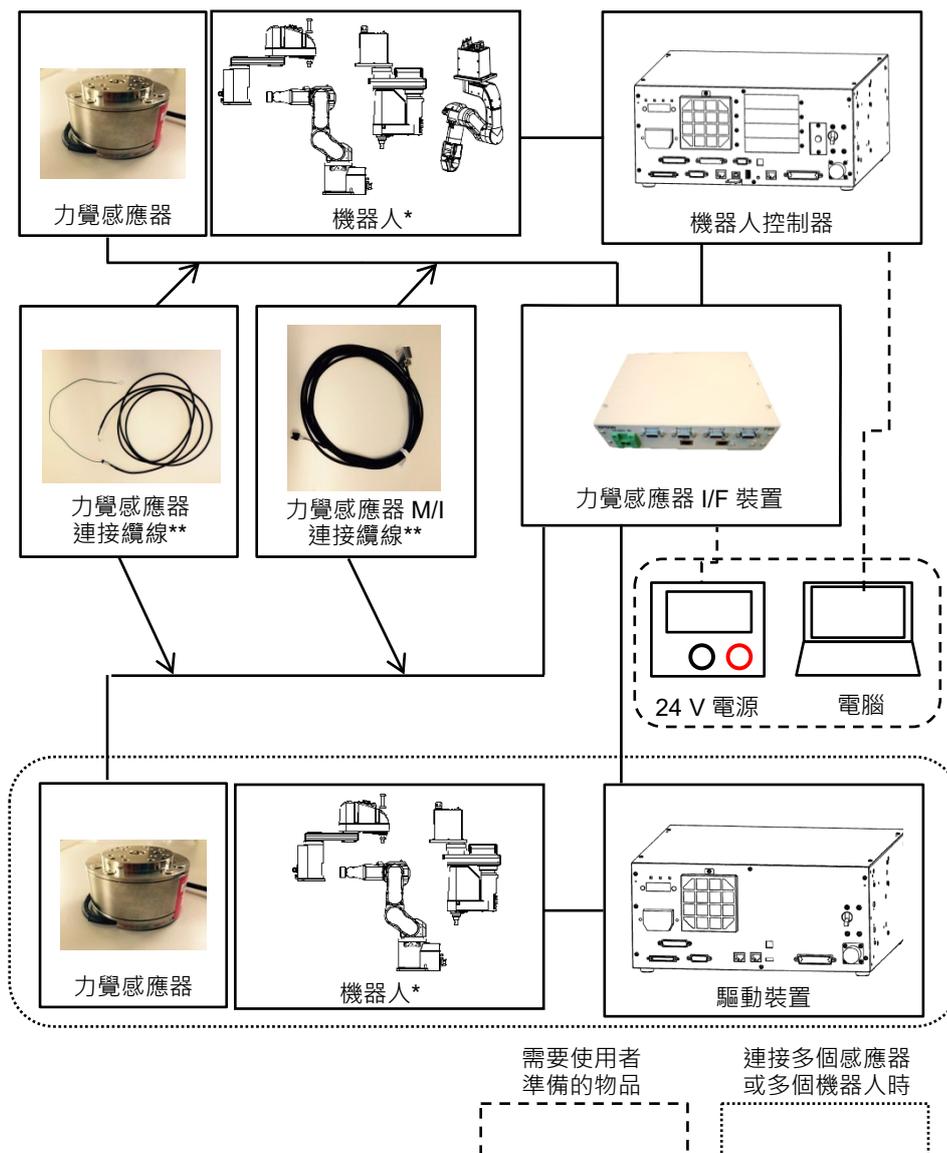


NOTE


X5系列的機器人無法使用力覺感應器。

不過，X5系列的機器人可用於上圖中含有「*」標記的機器人，以作為機器人系統的一部分。

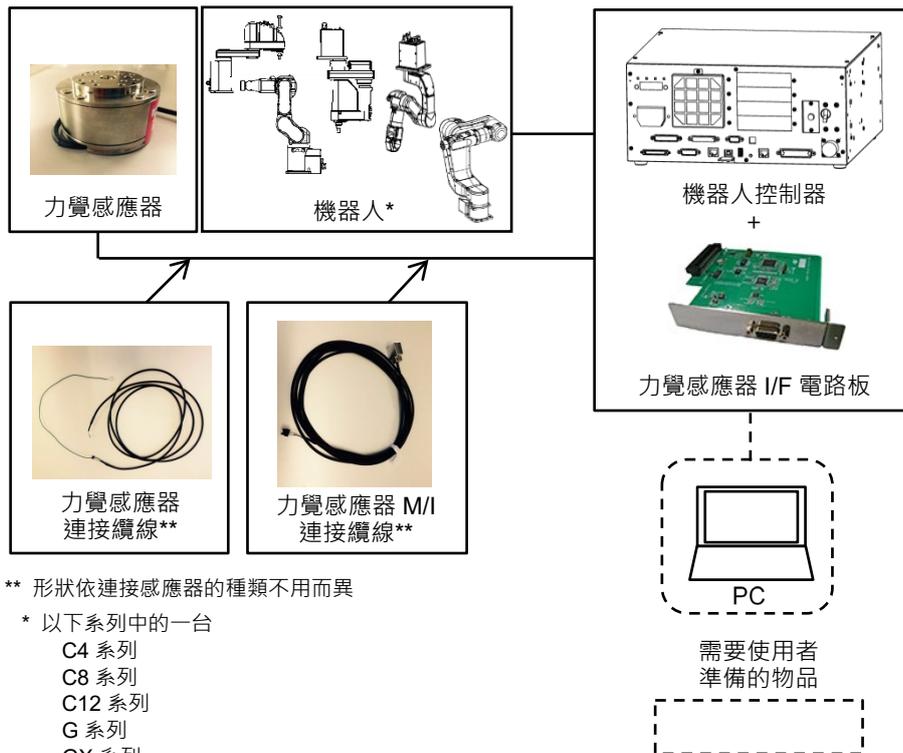
使用力覺感應器 I/F 裝置的系統設定範例。



** 形狀依連接感應器的種類不用而異。

- * 以下系列中的一台
 C4 系列(RC700-E 不能與驅動裝置連接。)
 C8 系列(RC700-E 不能與驅動裝置連接。)
 C12 系列(RC700-E 不能與驅動裝置連接。)
 G 系列
 GX 系列(RC700-D 和 RC700-E 不能與驅動裝置連接。)
 RS 系列
 N2 系列(不能與驅動裝置連接。)

使用力覺感應器 I/F 電路板的系統設定範例。



** 形狀依連接感應器的種類不用而異

* 以下系列中的一台

- C4 系列
- C8 系列
- C12 系列
- G 系列
- GX 系列
- RS 系列
- N2 系列
- N6 系列

4. Force Guide 7.0的功能

4.1 概觀

以下說明Force Guide 7.0具備的主要功能。

- 力控制功能
- 力覺觸發功能
- 力覺監控功能
- 力覺動作限制功能
- 力覺引導功能
- 直接教導+輕觸步進



注意

- Force Guide 7.0並未提供用於確保安全的功能。
為了確保安全，請參閱及遵守各國家及地區的安全法規。

4.2 力控制功能

4.2.1 力控制功能概觀

力控制功能係指使用Epson力覺感應器控制機器人達到指定目標力及扭力的功能。

一般而言，機器人會藉由位置控制移動至指定的目標位置。力控制功能是用於確保可達到目標力。此外，此功能可使機器人執行高度精確的定位及插配孔洞工作。

力控制功能可搭配一般CP操作命令使用或單獨使用。

力控制功能需在指定的座標系中執行，且可在六軸(X, Y, Z, U, V, W)的各軸中獨立執行。因此，可同時在所有軸或僅在指定軸中啟動力控制功能。

此外，由於可因應各軸變更力控制功能的特性，因此本功能適用於各種應用；例如，在軸中執行按壓操作時，在另一軸則不會控制力。

4.2.2 力控制功能參數

以下說明力控制功能的三個重要參數。

變更下列三個參數及目標力即可執行具備各種特性的力覺控制。

虛擬慣性係數(Mass)

力控制功能的虛擬質量。單位如下所示。

平移方向(Fx, Fy, Fz) : mN/(mm/sec²)

旋轉方向(Tx, Ty, Tz) : mN·mm/(deg./sec²)

質量參數會影響力控制功能的加速度。力的變化相同時，減少質量參數會提升加速度，而增加質量參數會降低加速度。

虛擬阻尼係數(Damper)

力控制功能的虛擬阻尼。單位如下所示。

平移方向(Fx, Fy, Fz) : N/(mm/sec)

旋轉方向(Tx, Ty, Tz) : N·mm/(deg./sec)

阻尼參數會影響力控制功能的速度。減少阻尼參數會提升速度及對力變化的反應速度，但可能會導致機器人在動作時振動。相反地，增加阻尼參數會降低速度及抑制振動，但會降低對力變化的反應速度。

虛擬彈性係數(Spring)

力控制功能的虛擬彈性係數。單位如下所示。

平移方向(Fx, Fy, Fz) : N/mm

旋轉方向(Tx, Ty, Tz) : N·mm/(deg.)

彈性參數會影響力控制功能的移動量。設定彈性參數會提供虛擬彈性，以限制機器人的最大移動量。使用此參數可避免機器人受到周圍物體的干擾。

設定「0」不會限制移動量。持續施加相同定力時，減少彈性參數會提升移動量，而增加彈性參數會降低移動量。

4.3 力覺觸發功能

力覺觸發功能係指偵測使用Epson力覺感應器測量的力及扭力是否達到設定值及進行分支處理的功能。

力覺觸發功能可搭配下列命令使用。

命令: Till, Wait, Trap, Find

使用上述命令可繼續操作，直到達到特定力度或偵測到力變化並找到工件上的邊緣或孔洞。亦可偵測是否施力過度及處理錯誤。

4.4 力覺監控功能

力覺監控功能係指測量 Epson 力覺感應器偵測到的力資訊及機器人位置資訊的功能。

力資訊 : 力覺感應器偵測到的力及扭力。

位置資訊 : 包括位置控制及力覺控制的命令位置、僅包括位置控制的命令位置及力覺控制的差異

力覺監控功能可擷取與記錄操作期間施加的力，及測量力的平均值及峰值。

測得資料可儲存在檔案中。您可讀取已儲存的檔案來進行分析或比較。

使用此功能可在建立應用程式時調整參數，並記錄及管理操作期間施加至各工件的力。

4.5 力覺動作限制功能

力覺動作限制功能是指，檢測機器人的位置和姿態成為設定條件，並進行分支處理的功能。

力覺動作限制功能可以與以下命令組合使用。

命令: Till, Wait, Trap, Find

這個命令可執行的操作包括:

- 到達指定位置並停止動作
- 在力控制操作期間檢測位置和姿態變化，實現更可靠的裝配工作
- 檢測到超出設置區域並處理錯誤

4.6 力覺引導功能

4.6.1 力覺引導功能概觀

力覺引導功能會使用力控制功能, 力覺觸發功能, 力覺監控功能建立操作，而不需透過SPEL+語言進行編程。

在力覺引導功能中，操作是由力覺引導序列及力覺引導物件建立。

力覺引導序列

類似一個容器，所需的力覺引導物件會依照特定順序對齊，以執行完整或部分特定操作。

力覺引導物件

類似特定程序，如包括力控制功能及條件式分支的特定動作。

在力覺引導功能中，會透過在容器(力覺引導序列)中對齊程序(力覺引導物件)來建立特定操作。力覺引導序列和力覺引導物件，有用於使用者執行任何操作和工件的通用物件 (通用力覺引導序列、通用力覺引導物件) 和用於完成特定任務的專用物件 (專用力覺引導序列、專用力覺引導物件)。

力覺引導序列及力覺引導物件皆內含屬性及結果。

屬性

決定力覺引導序列或力覺引導物件程序的值。即使為相同的力覺引導物件，仍可視屬性設定執行不同的動作。

結果

表示力覺引導序列或力覺引導物件之執行結果的值。

4.6.2 力覺引導序列

力覺引導序列類似一個容器，所需的力覺引導物件會依照特定順序對齊，以執行完整或部分特定操作。因此，無法僅單獨透過力覺引導序列進行操作。對齊力覺引導物件即可實現特定操作。

力覺引導序列有通用力覺引導序列和專用力覺引導序列。

通用力覺引導序列:

添加了任意通用力覺引導物件的力覺引導序列。

使用者可以通過選擇和排列力覺引導物件來實現特定任務。因此，不能單獨在通用力覺引導序列中動作。

專用力覺引導序列:

專用於特定任務的力覺引導序列。使用者選擇想要執行的操作，在序列精靈中設置，力覺引導物件將自動配置。

還可以在專用力覺引導序列中添加通用力覺引導物件。

專用序列如下。

序列名稱	說明
Paste	將夾持工件的面與對象物的面對齊，同時沿指定方向按壓。
ScrewTighten	用電動螺絲刀擰緊螺絲。擰緊螺絲後可以鬆開螺絲一次，然後重新擰緊螺絲。
HeightInspect	機器人向指定方向移動，在接觸位置停止，測量和檢查對象物的高度。
Insert	插入工件。插入例如接頭等零件後，還可以向與插入方向相反的方向施加力，以檢查工件正常插入不會脫落。

在力覺引導功能中，可透過SPEL+或GUI指定力覺引導序列。

執行力覺引導序列時，力覺引導序列的屬性設定會影響整個力覺引導序列或程序設定。

力覺引導序列結果會顯示在[Value]中。

4.6.3 力覺引導物件

此物件類似特定程序，如包括力控制功能或條件式分支的特定動作。

在力覺引導功能中，無法僅透過力覺引導物件執行。永遠以力覺引導序列的形式執行。

基本上，力覺引導物件的屬性會影響力覺引導物件。不過，力覺引導物件的屬性設定會根據前一物件的設定而受限。例如，若連接兩個力覺引導物件的力控制功能，第二個力覺引導物件的屬性設定將會受到限制。

力覺引導物件結果會顯示在[Value]中。

在力覺引導功能中，可從下列十個通用力覺引導物件和六個自動配置的專用力覺引導物件，選擇所需力覺引導物件，並在力覺引導序列中將其對齊。

通用力覺引導物件

Contact物件

Contact物件會使機器人往指定方向移動，直到其接觸工件等物件，並在機器人接觸到物件時使其停止。

此物件是用於定位其他力覺引導物件或抓取位置的開始位置。即使工件的尺寸或抓取位置有誤差範圍，由於可偵測接觸位置，因此仍可穩定執行下一個動作或力覺引導物件。

Relax物件

Relax物件會將機器人移動至指定方向的力為「0」的位置。

此物件是用於在Press物件按壓後安全釋放按壓狀態，或移除組裝期間額外施加的力。此外，此物件與末端夾具動作結合後，可執行跟隨及抓取。即使工件的尺寸或抓取位置有誤差範圍，機器人可在不額外施加力的情況下穩定抓取工件。

FollowMove物件

FollowMove物件會使機器人在跟隨時沿著指定路徑移動，使指定方向的力為「0」。

此物件是用於操作目標的固定路徑移動，如開啟/關閉門。如為位置控制，由於路徑移動時會額外施加力，因此操作目標可能會受損。不過，FollowMove物件會將施加力控制為「0」。因此，機器人可在未教導正確路徑的情況下移動操作目標。

SurfaceAlign物件

機器人將工件往指定方向按壓時，SurfaceAlign物件會將機器人移動至旋轉方向扭力為「0」的位置。

此時，由機器人抓取的工件表面會與工作台表面或工作台上的工件表面平行。此物件是用於在組裝或穩定放置工件期間進行定位。即使工件的尺寸或抓取位置有誤差範圍，仍可達到穩定的接觸狀態。

PressProbe物件

PressProbe物件會將機器人抓取的工件按壓至工作台或工作台上的工件。然後，機器人會沿著指定路徑移動，並在偵測到孔洞或凸形時停止。

此物件是用於在組裝期間偵測裝配孔洞或定位。即使工件的尺寸或抓取位置有誤差範圍，仍可穩定偵測孔洞位置或凸形。建議在下列物件後使用此物件：

Contact物件

SurfaceAlign物件

Press物件

ContactProbe物件

ContactProbe物件會使機器人往指定方向移動，直到其接觸工件等物件，並將已移動指定距離的位置偵測為孔洞位置。若機器人在未移動指定距離的情況下接觸物件，則會返回開始位置，並變更位置以重複接觸動作。

此物件是用於偵測難以由「PressProbe」執行的工件孔洞位置，例如引線部分或連接器。即使工件的尺寸或抓取位置有誤差範圍，仍可穩定偵測孔洞位置。

Press物件

Press物件會操作機器人以指定力道往指定方向按壓。

此外，此物件與Relax物件相同，可同時跟隨另一個指定方向。機器人在未接觸物件的情況下執行Press物件時，會往指定力的方向移動。此物件是用於按壓組件。即使工件的尺寸或抓取位置有誤差範圍，機器人仍可保持一定力量。

PressMove物件

PressMove物件會使機器人沿著指定路徑移動，並同時以指定力道往指定方向按壓。此外，此物件與FollowMove物件相同，可同時跟隨另一個指定方向。機器人在未接觸物件的情況下執行PressMove物件時，除了在指定路徑上移動外，還會往指定力的方向移動。此物件是用於在插配孔洞或組裝工作時進行按壓、螺絲鎖付或拋光。即使工件的尺寸或抓取位置有誤差範圍，機器人仍可保持一定力量來移動。

Decision物件

Decision物件會根據力覺引導序列中的物件結果來變更要執行的力覺引導物件。

此物件是用於判定執行插配孔洞工作的PressProbe物件。此物件會根據機器人的實際動作狀態來執行所需的力覺引導物件。

SPELFunc物件

SPELFunc物件會指定並執行SPEL+語言中的功能。

需執行力覺功能以外的功能(如I/O操作)時，會使用此物件。此物件適用於進階使用者。

專用力覺引導物件

Paste 物件:

Paste 物件是將抓取工件的面與黏貼對象的面對齊，同時往指定方向按壓的力覺引導物件。可選擇是否一邊按壓一邊對齊面。啟用對齊面後，即使工件尺寸和工件抓取位置等有誤差，也能穩定黏貼。黏貼的成功與否，由設定的力與位置的成功條件來判定。

此物件在建立黏貼序列時會自動配置。

ScrewTighten 物件:

ScrewTighten 物件是利用可操作 I/O 的電動螺絲起子進行螺絲鎖付的力覺引導物件。螺絲鎖付時將執行跟隨，讓螺絲起子旋轉軸垂直方向的力為「0」，同時往螺絲鎖付的方向按壓。螺絲鎖付的成功與否，由螺絲起子的螺絲鎖付完成信號與設定位置的成功條件來判定。

此物件在建立螺絲鎖付序列時會自動配置。

ScrewRetighten 物件:

ScrewRetighten 物件是用電動螺絲起子將已鎖付的螺絲先鬆開後，再重新進行鎖付的力覺引導物件。在 Tighten screw 物件中，若螺絲位置到達螺絲鎖付成功判定位置之前就接收到螺絲起子的螺絲鎖付完成信號時，將執行此物件。因此，可因應螺絲鎖付中途卡住，未能正確進行螺絲鎖付的情況。螺絲重新鎖付的成功與否，由設定位置的成功條件來判定。

此物件在啟用螺絲鎖付序列的螺絲重新鎖付動作時會自動配置。

HeightInspect 物件:

HeightInspect 物件是讓機器人往指定方向移動，並在接觸到的位置停止，測量並檢查對象物體高度的力覺引導物件。透過測量配置的工件尺寸和組裝作業後工件尺寸的高度，可確認組裝作業是否正確。檢查高度的成功與否，由設定位置的成功條件來判定。

此物件在建立檢查高度序列時會自動配置。

Insert 物件:

Insert 物件是插入公差不均工件的力覺引導物件。插入時將執行跟隨，使與插入方向垂直的力為「0」，同時按壓。另外，也可選擇是否跟隨旋轉方向的力。插入的成功與否，由設定的力與位置的成功條件來判定。

此物件在建立插入序列時會自動配置。

TensileTest 物件:

TensileTest 物件是在插入接頭等零件後，往插入方向的反方向施力，判斷插入的工件是否會脫落的力覺引導物件。當 Insert 物件達成插入的成功條件時將執行此物件。拉拔測試的成功與否，由設定的力與位置的成功條件來判定。

此物件在啟用插入序列的拉拔測試時會自動配置。

4.7 直接教導+輕觸步進

直接教導和輕觸步進是通過對力覺感應器施加力的方式，直接移動機器人末端夾具的功能。在教導點位時，可以簡單的移動到教導位置。使用教導器TP2和TP進行操作。

直接教導

通過對力覺感應器持續施力，以控制機器人末端夾具持續動作的功能。該功能在粗略定位時非常有效。通過修改硬度參數，可以優化機器人的移動性。另外，此功能還可以沿指定方向移動機器人，因此您可以在直綫和平面上移動。

輕觸步進

通過輕輕推動力覺感應器，來使機器人末端夾具移動的功能。此功能在精確定位時非常有效。可以改變移動的距離。僅TP2可用於該操作。

通過向力覺感應器施加力的方式，可以無縫執行直接教導和輕觸步進的功能。可就是說可以通過先對力覺感應器持續施力，讓機器人移動到一個粗略的位置，然後輕推力覺感應器使機器人到達精確位置。

有關直接教導和輕觸步進的操作和設置更改的詳細諮詢，請參閱以下手冊。

Robot Controller Option Teach Pendant TP2

Operation 2.2 [Direct Teach + Touch Jog]

Robot Controller Option Teach Pendant TP3

Operation 1.3.2 Direct Teaching of Force Sensor

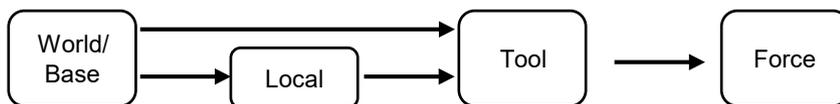
5. 座標系

5.1 關於座標系

以下說明使用Force Guide 7.0所需的座標系; 特別是力覺感應器座標系及力覺座標系。所有座標系皆為右手座標系，且會根據應用使用下列座標系。

- 機器人座標系 : 機器人專用的座標系。
此又稱為預設的基礎座標系(Base)或世界座標系(World)。
- 本地座標系 : 在操作區域的使用者定義座標系。(Local)
- 工具座標系 : 安裝在機器人第6關節凸緣之工具的座標系。(Tool)
此一般稱為末端夾具座標系。
- 力覺座標系 : 內含工具座標系偏移的座標系。(Force)
所有的力覺功能皆於力覺座標系中執行。
- 力覺感應器座標系 : 力覺感應器專用的座標系，與機器人無關。
(ForceSensor)

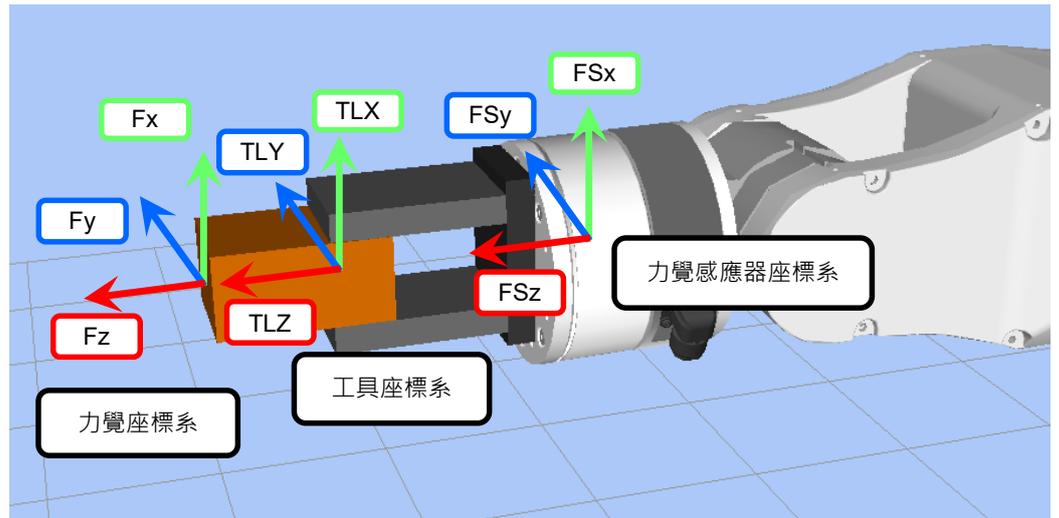
從原點到力覺座標系的位置及姿態變化



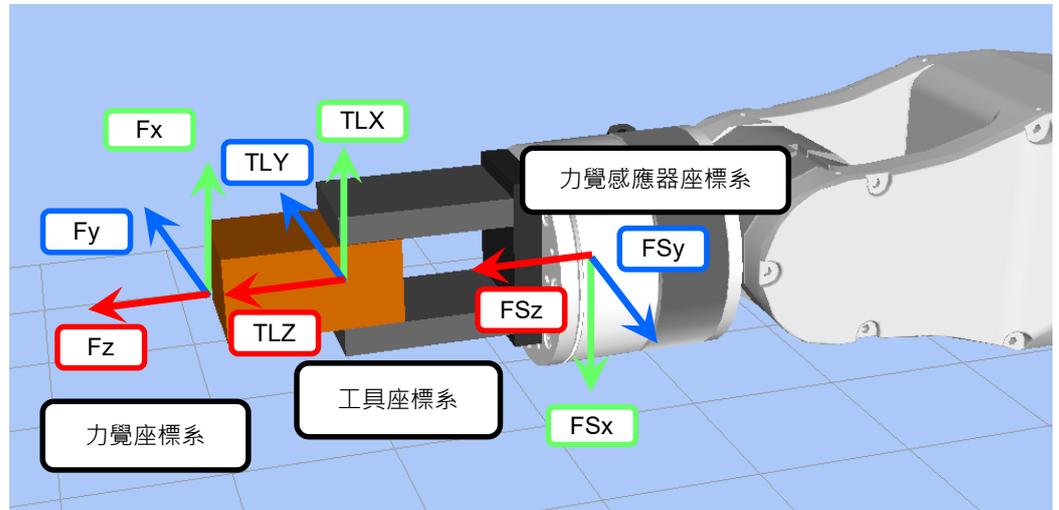
力覺座標系會受到機器人座標系, 本地座標系, 工具座標系的影響。如需對力覺座標系產生影響之座標系的詳細資料，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide

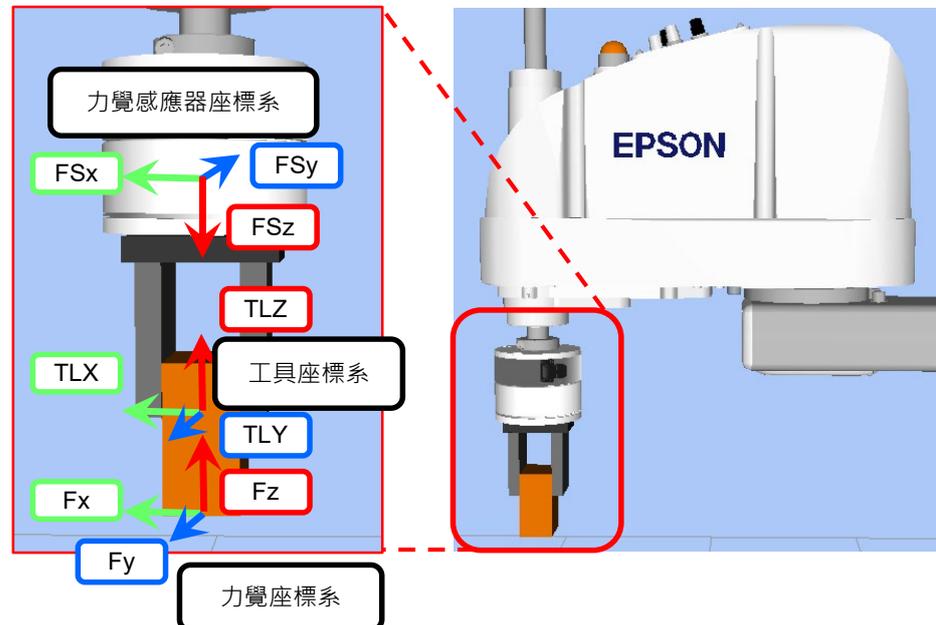
範例: 臺架式安裝 6 軸機器人的座標系



範例: 天吊式安裝 6 軸機器人的座標系



範例: SCARA 機器人的座標系



5.2 力覺座標系

力覺座標系為執行力覺功能的座標系。

此座標系是由平移方向(Fx, Fy, Fz)及每個軸的旋轉方向(Tx, Ty, Tz)定義。Tx, Ty, Tz 朝著 Fx, Fy, Fz 的正方向旋轉，以順時鐘為正方向的旋轉。

其由目前使用之工具座標系的偏移定義。因此，移動機器人或變更工具設定都會在基礎座標系中變更力覺座標系的位置姿態。如為力覺座標系，請指定透過接觸方式的實際施力位置，如工件邊緣。

如為 SPEL+語言:

力覺座標系是由力覺座標物件 FCS 定義，並透過 FSet 陳述式或在「Robot Manager」中的「Force」面板進行設定。

預設力覺座標系為是與所選工具座標系對齊的座標系，並由 FCS0 定義。無法變更。

如為力覺引導功能:

力覺座標系是由力覺引導序列的屬性定義。

可在力覺引導視窗上進行此設定。

5.3 力覺感應器座標系

力覺感應器偵測力的座標系。

此座標系是由平移方向(Fx, Fy, Fz)及每個軸的旋轉方向(Tx, Ty, Tz)定義。Tx, Ty, Tz 朝著 Fx, Fy, Fz 的正方向旋轉，以順時鐘為正方向的旋轉。

此為力覺感應器專用的座標系，且無法變更。使用力覺功能時，在力覺感應器座標系中偵測到的力值會自動轉換成力覺座標系中的力值。

利用 EPSON 感應器凸緣連接力覺感應器及 6 軸機器人時，僅可使用獨特方式將力覺感應器安裝至機器人，因此將姿態設為 0 脈衝時，臺架式安裝與天吊式安裝機器人相比，會在 Tool 0 座標系中繞著 TLZ 軸旋轉 180 度。

6. 設定Force Guide 7.0

以下說明使用Force Guide 7.0前的設定程序。

在使用Force Guide 7.0的力覺功能和直接教導+輕觸步進時，需按照下面的步驟進行作業。

力覺功能和直接教導+輕觸步進功能可以交替使用。

力覺功能、直接教導+輕觸步進通用

1. 設定機器人系統

2. 檢查配件

3. 力覺感應器的安裝及接線

4. 安裝軟體

5. 設定力覺感應器

6. 設定力覺感應器修正

7-1. 執行力覺功能

7-2. 執行直接教導+輕觸步進

若要使用Force Guide 7.0的力覺功能，請執行下列工作。

1. 設定機器人系統

請參閱下列手冊並設定機器人系統。

Safety Manual

EPSON RC+ 7.0 User's Guide

Manipulator Manual

Controller Manual

2. 檢查配件

檢查力覺感應器包裝隨附的零件。
如需詳細資訊，請參閱下列章節。

硬體篇: 1. 隨附物品

3. 力覺感應器的安裝及接線

將力覺感應器安裝至機器人，並連接至控制器。
如需詳細資訊，請參閱下列章節。

硬體篇: 6. 安裝方法

4. 安裝軟體

Force Guide 7.0的軟體隨附於EPSON RC+ 7.0。
如需安裝程序的資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide

5. 設定力覺感應器

首先，連結力覺感應器與機器人。然後，檢查力覺感應器是否正確連接至控制器，且通訊是否成功。

如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 1. 檢查連接狀況

6. 設定力覺感應器修正

設定進行力覺感應器修正所需的設定，並檢查是否可擷取已在力覺座標系中正確修正的感應器值。

如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 2. 力覺感應器修正

7-1. 執行力覺功能

執行每項力覺功能。

力覺功能可以透過力覺引導功能或SPEL+程式執行。建議使用力覺引導功能。

透過力覺引導功能執行力覺功能

透過力覺引導序列和力覺引導物件的組合執行每項力覺功能。

如需詳細諮詢，請參閱下列章節。

軟體篇 4. 力覺引導功能

透過SPEL + 程式執行力覺功能

透過SPEL + 程式執行每項力覺功能。

如需詳細諮詢，請參閱下列章節。

軟體篇 5. 力覺功能的SPEL+程式

7-2. 執行直接教導+輕觸步進

執行直接教導和輕觸步進。只有TP2可以使用輕觸步進功能。

有關TP2執行直接教導和輕觸步進操作的詳細諮詢，請參閱下列手冊。

Robot Controller Option Teach Pendant TP2

Operation 2.2 [Direct Teach + Touch Jog]

有關TP3執行直接教導操作的詳細諮詢，請參閱下列手冊。

Robot Controller Option Teach Pendant TP3

Operation 1.3.2 Direct Teaching of Force Sensor

硬體篇

1. 隨附物品

本節說明依產品規格隨附於選配的物品。

1.1 S250N(適用於C4系列)

隨附物品	數量
1. 力覺感應器(適用於C4: S250N)	1
2. 力覺感應器I/F(裝置(FS1)或電路板(FS2))	***
3. 力覺感應器纜線(適用於C4)	*
4. 力覺感應器M/I連接纜線(適用於C4)	1
5. 接頭護蓋	*
6. 通訊纜線	**
7. 感應器凸緣(適用於C4)	*
8. 機器人固定螺栓(內六角低圓柱頭螺栓: M4×6)	4
9. 力覺感應器固定螺栓(六角頭螺栓: M4×12)	*
10. 纜線安裝架	*
11. 束線帶	*
12. 矽膠保護墊	*
13. 纜線標籤	1
14. 接地端子固定螺栓(內六角圓柱頭螺栓: M8×12)	1
15. 天吊式安裝軸標籤	1
16. 電源接頭	**

* : 第3, 5, 7, 9, 10, 11, 12項在出貨時隨附於「1. 力覺感應器(適用於C4: S250N)」。

** : 根據選配類型, 第6項及第16項可能不會隨貨附上。

*** : 根據選配類型, 第2項可能不會隨貨附上。若出貨時有附上, 可能是I/F裝置或I/F電路板。



1. 力覺感應器
適用於C4: S250N



裝置(FS1)



電路板(FS2)



3. 力覺感應器纜線
適用於C4



4. 力覺感應器M/I連接纜線
(適用於C4)



5. 接頭護蓋



6. 通訊纜線



7. 感應器凸緣
適用於C4



8. 機器人固定螺栓
內六角低圓柱頭螺栓:
M4×6



9. 力覺感應器固定螺栓
六角頭螺栓: M4×12



10. 纜線安裝架



11. 束線帶



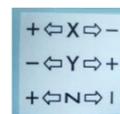
12. 矽膠保護墊



13. 纜線標籤



14. 接地端子固定螺栓
內六角圓柱頭螺栓:
M8×12



15. 天花板安裝軸
標籤



16. 電源接頭

1.2 S250L(適用於C8, C12系列: 符合IP20)

隨附物品	數量
1. 力覺感應器(符合C8, C12-IP20: S250L)	1
2. 力覺感應器I/F(裝置(FS1)或電路板(FS2))	***
3. 力覺感應器纜線(符合C8-IP20)	*
4. 力覺感應器M/I連接纜線(適用於C8)	1
5. 通訊纜線	**
6. 感應器凸緣(符合C8-IP20)	*
7. 機器人固定螺絲(內六角扁圓頭螺絲: M5×15)	4
8. 力覺感應器固定螺絲(六角頭螺絲: M5×12)	*
9. 纜線安裝架	*
10. 束線帶	*
11. 矽膠保護墊	*
12. 纜線標籤	1
13. 天吊式安裝軸標籤	1
14. 電源接頭	**

* : 第3, 6, 8, 9, 10, 11項在出貨時隨附於「1. 力覺感應器(符合C8, C12-IP20: S250L)」。

** : 根據選配類型, 第5項及第14項可能不會隨貨附上。

*** : 根據選配類型, 第2項可能不會隨貨附上。若出貨時有附上, 可能是I/F裝置或I/F電路板。



1. 力覺感應器
符合C8, C12-IP20: S250L



裝置(FS1)
2. 力覺感應器I/F



電路板(FS2)



3. 力覺感應器纜線
符合C8, C12-IP20



4. 力覺感應器M/I連接纜線
適用於C8



5. 通訊纜線



6. 感應器凸緣
符合C8, C12-IP20



7. 機器人固定螺絲
內六角扁圓頭螺絲: M5×15



8. 力覺感應器固定螺絲
六角頭螺絲: M5×12



9. 纜線安裝架



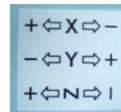
10. 束線帶



11. 矽膠保護墊



12. 纜線標籤



13. 天花板安裝軸標籤



14. 電源接頭

1.3 S250P(適用於C8系列: 符合IP67)

隨附物品	數量
1. 力覺感應器(符合C8-IP67: S250P)	1
2. 力覺感應器I/F(裝置(FS1)或電路板(FS2))	***
3. 力覺感應器纜線(符合C8-IP67)	*
4. 力覺感應器M/I連接纜線(適用於C8)	1
5. 通訊纜線	1
6. 感應器凸緣(符合C8-IP67)	*
7. 機器人固定螺栓(內六角圓柱頭螺栓: M5×18)	4
8. 密封墊圈	*
9. 力覺感應器固定螺栓(六角頭螺栓: M5×12)	*
10. 纜線安裝架	*
11. 束線帶	*
12. 矽膠保護墊	*
13. 纜線標籤	1
14. 天吊式安裝軸標籤	1
15. 電源接頭	**

* : 第3, 6, 8, 9, 10, 11, 12項在出貨時隨附於「1. 力覺感應器(符合C8-IP67: S250P)」。

** : 根據選配類型，第15項可能不會隨貨附上。

*** : 根據選配類型，第2項可能不會隨貨附上。若出貨時有附上，可能是I/F裝置或I/F電路板。



1. 力覺感應器符合符合C8-IP67: S250P



裝置(FS1)



電路板(FS2)



3. 力覺感應器纜線符合C8-IP67



4. 力覺感應器M/I連接纜線適用於C8



5. 通訊纜線



6. 感應器凸緣符合C8-IP67



7. 機器人固定螺栓內六角圓柱頭螺栓: M5×18



8. 密封墊圈



9. 力覺感應器固定螺栓六角頭螺栓: M5×12



10. 纜線安裝架



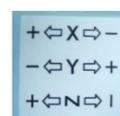
11. 束線帶



12. 矽膠保護墊



13. 纜線標籤



14. 天花板安裝軸標籤



15. 電源接頭

1.4 S250H(適用於N2系列)

隨附物品	數量
1. 力覺感應器(適用於N2: 250H)	1
2. 力覺感應器I/F(裝置(FS1)或電路板(FS2))	***
3. 力覺感應器纜線(適用於N2)	*
4. 力覺感應器M/I連接纜線(適用於N2)	1
5. 通訊纜線	**
6. 感應器凸緣(適用於N2)	*
7. 機器人固定螺栓(內六角圓柱頭螺栓: M4×6)	4
8. 力覺感應器固定螺栓(六角頭螺栓: M4×12)	*
9. 纜線安裝架	*
10. 束線帶	*
11. 矽膠保護墊	*
12. 纜線標籤	1
13. 天吊式安裝軸標籤	1
14. 電源接頭	**

* : 第3, 6, 8, 9, 10, 11項在出貨時隨附於「1. 力覺感應器(適用於N2: S250H)」。

** : 根據選配類型, 第5項及第14項可能不會隨貨附上。

*** : 根據選配類型, 第2項可能不會隨貨附上。若出貨時有附上, 可能是I/F裝置或I/F電路板。



1. 力覺感應器
適用於N2: S250H



裝置(FS1)



電路板(FS2)

2. 力覺感應器I/F



3. 力覺感應器纜線
適用於N2



4. 力覺感應器M/I連接纜線
適用於N2



5. 通訊纜線



6. 感應器凸緣
適用於N2



7. 機器人固定螺栓
內六角圓柱頭螺栓: M4×6



8. 力覺感應器固定螺栓
六角頭螺栓: M4×12



9. 纜線安裝架



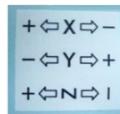
10. 束線帶



11. 矽膠保護墊



12. 纜線標籤



13. 天花板安裝軸標籤



14. 電源接頭

1.5 SH250LH(適用於N6系列)

隨附物品	數量
1. 力覺感應器(適用於N6: SH250LH)	1
2. 力覺感應器I/F電路板(FS2)	*
3. 力覺感應器纜線(適用於N6)	**
4. 力覺感應器M/I連接纜線(適用於N6)	1
5. 機器人固定螺栓(六角頭螺栓: M4×12)	4
6. 纜線安裝架	1
7. 束線帶	1
8. 矽膠保護墊	1

* : 根據選配類型, 第2項可能不會隨貨附上。

** : 第3項在出貨時隨附於「1. 力覺感應器(適用於N6: SH250LH)」。



1. 力覺感應器
適用於N6: SH250LH



2. 力覺感應器I/F電路板(FS2)



3. 力覺感應器纜線
適用於N6



4. 力覺感應器M/I連接纜線
適用於N6



5. 機器人固定螺栓
六角頭螺栓: M4×12



6. 纜線安裝架



7. 束線帶



8. 矽膠保護墊

1.6 S2503, S2506, S25010(適用於G、GX、RS系列)

隨附物品	數量
1. 力覺感應器(S2503, S2506, S25010)	1
2. 力覺感應器I/F(裝置(FS1)或電路板(FS2))	*5
3. 力覺感應器纜線(S2503, S2506, S25010)	1
4. 力覺感應器M/I連接纜線(S2503, S2506, S25010)	1
5. 用於外接線的繼電器纜線	*1*2
6. 分支纜線	*1
7. 通訊纜線	*1
8. 轉接器	*3
9. 感應器凸緣(S2503, S2506, S25010)	*4
10. 力覺感應器固定螺栓(內六角圓柱頭螺栓: M4×15)	*4
11. 感應器凸緣固定螺栓(內六角圓柱頭螺栓: M5×15)	4
12. 纜線安裝架	2
13. 束線帶	2
14. 矽膠保護墊	1
15. 纜線標籤	1
16. 天吊式安裝軸標籤	1
17. 電源接頭	*1
18. 纜線安裝架固定螺栓	2

*1 : 根據選配類型, 第5, 6, 7, 17項可能不會隨貨附上。
 *2 : 第5項僅在G3, GX4系列出貨時隨附於。G6, G10, G20, GX8, GX10-B, GX20-B系列為選配。
 *3 : 各機器人的第8項皆不同。
 *4 : 第9及第10項在出貨時隨附於「1. 力覺感應器(S2503, S2506, S25010)」。
 *5 : 根據選配類型, 第2項可能不會隨貨附上。若出貨時有附上, 可能是I/F裝置或I/F電路板。



1. 力覺感應器
S2503, S2506, S25010



裝置(FS1)



電路板(FS2)



3. 力覺感應器纜線
S2503, S2506, S25010



4. 力覺感應器M/I連接纜線
S2503, S2506, S25010



5. 用於外接線的繼電器纜線



6. 分支纜線



7. 通訊纜線



8. 轉接器



9. 感應器凸緣
S2503, S2506, S25010



10. 力覺感應器固定螺栓
內六角圓柱頭螺栓: M4×15



11. 感應器凸緣固定螺栓
內六角圓柱頭螺栓: M5×15



12. 纜線安裝架



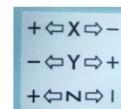
13. 束線帶



14. 矽膠保護墊



15. 纜線標籤



16. 天花板安裝軸標籤



17. 電源接頭



十字槽頭螺絲: M4×8

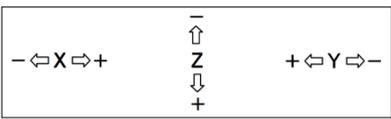
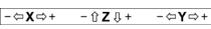
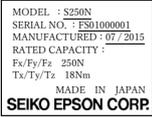


內六角低圓柱頭螺栓: M4×6

18. 纜線安裝架固定螺栓

2. 標籤

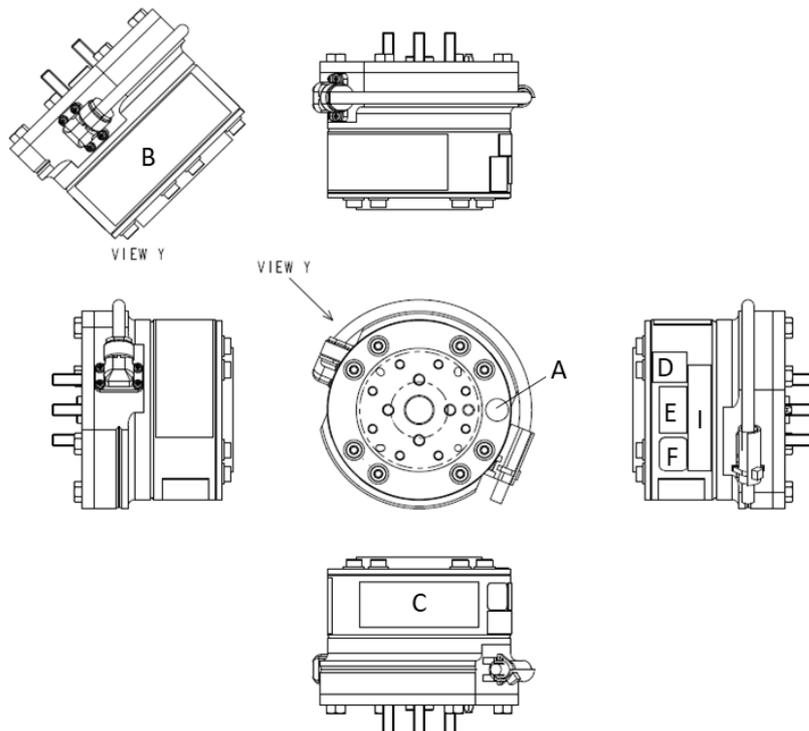
以下標籤皆黏貼於力覺感應器及力覺感應器IF裝置。務必遵守標籤上的說明與警告，以安全操作力覺感應器。

位置	標籤	注意事項
A		請勿鬆開或取下力覺感應器頂部表面上的螺絲。若鬆開或取下螺絲，機器人移動時可能會使末端夾具脫落，或力覺感應器可能無法準確運作。
B		S250N S2503 S250L S2506 S250P S25010 S250H
		
C		S250N S2503 S250L S2506 S250P S25010 S250H
		
D		中國RoHS標籤
E		S250N S2503 S250L S2506 S250P S25010 S250H
		
F		CE標籤

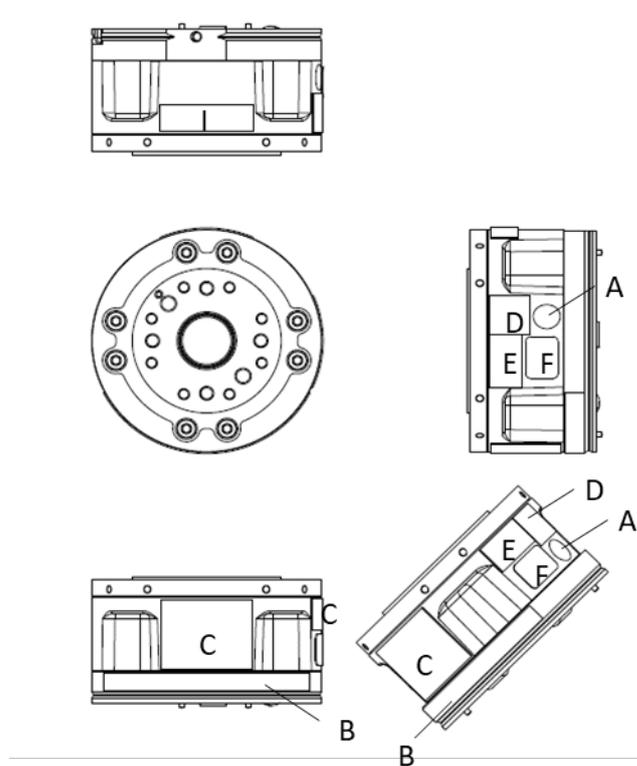
位置	標籤	注意事項
G	<p>FORCE SENSOR I/F UNIT MODEL : FS1 SERIAL NO. : FS04000001 MANUFACTURED : 04/2016 DC24V 12W MANUFACTURER : SEIKO EPSON CORPORATION 3-5, OWA 3-CHOME, SUWA-SHI NAGANO-KEN, 392-8502 JAPAN http://global.epson.com/company/ ENTITY PLACING ON EU MARKET : EPSON DEUTSCHLAND GmbH OTTO-HAHN-STR.4, D-40670 MEERBUSCH GERMANY https://neon.epson-europe.com/de/en/robots/</p>  <p>FS04000001</p>	<p>序號標籤 (力覺感應器 I/F 裝置)</p>
H	<p>EPSON</p> <p>기기의 명칭: Force Sensor (S250/FS1) 명승통신기기 인증받은 자의 상호: 한국엠손(주) 제조자/제조국가: SEIKO EPSON CORPORATION / 일본 MSIP-REI-EKL-RE-FS250 MADE IN JAPAN</p> 	<p>KC標籤 (力覺感應器 I/F 裝置)</p>
I	<p>Epson (U.K.) Limited www.epson.co.uk Address: Westside, London Road, Hemel Hempstead, Hertfordshire, HP3 9TD, United Kingdom</p> 	<p>UKCA標籤</p>

標籤位置

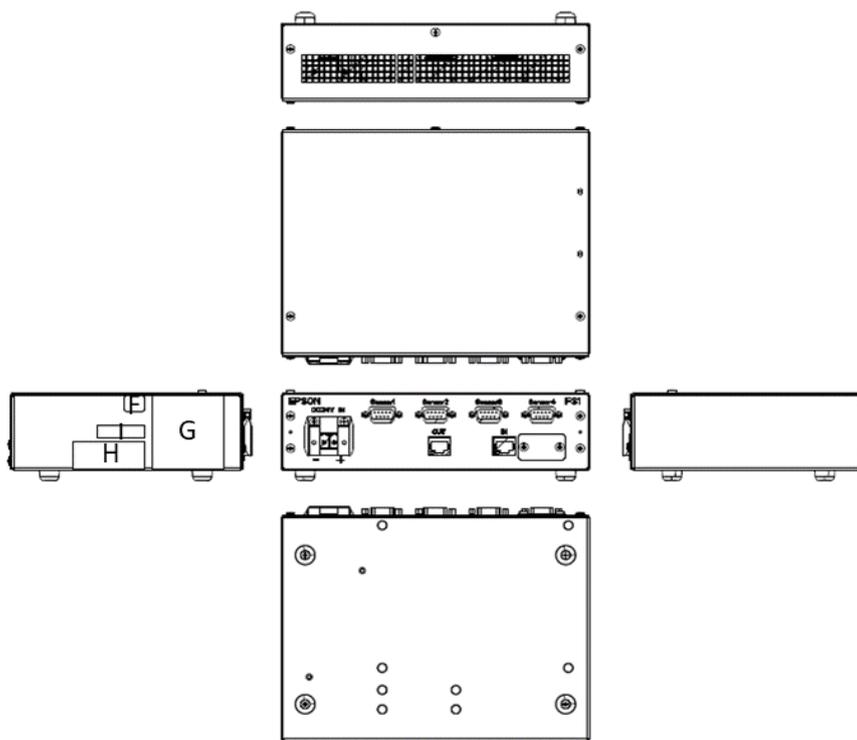
力覺感應器(S250N, L, P, H)



力覺感應器(SH250LH)



力覺感應器I/F裝置



3. 連接範例

下列為機器人系統及力覺感應器的連接範例。

如需使用多個機器人及力覺感應器的組合模式，請參閱下列章節。

安裝篇: 3.系統概觀



客戶必須自行準備下列物品。

24 V 電源供應器 *1

電源接頭 *1

操作機器人的電腦 *2

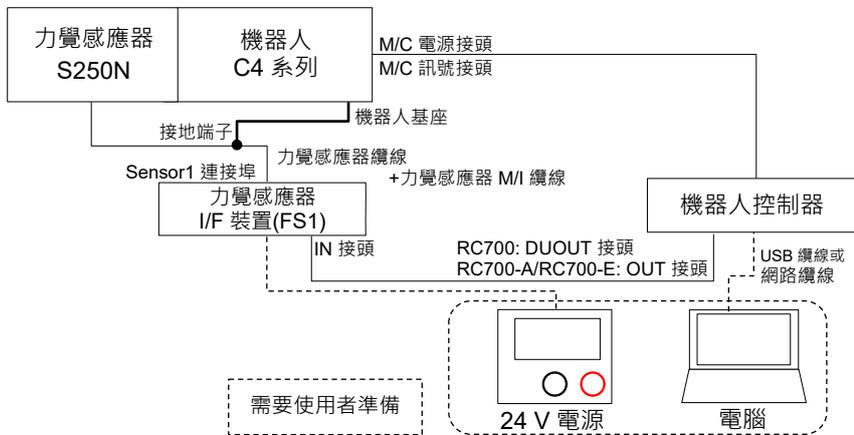
*1: 使用力覺感應器I/F裝置時，需要用到24 V 電源供應器及電源接頭。

*2: Force Guide 7.0支援EPSON RC+ 7.0 7.2.0 版或更新版本。

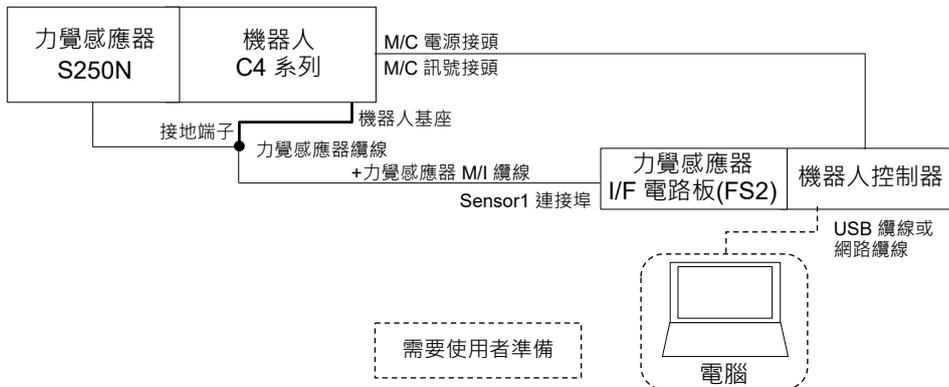
3.1 C4系列-S250N

範例: 連接一個機器人+一個力覺感應器

力覺感應器I/F裝置(FS1)

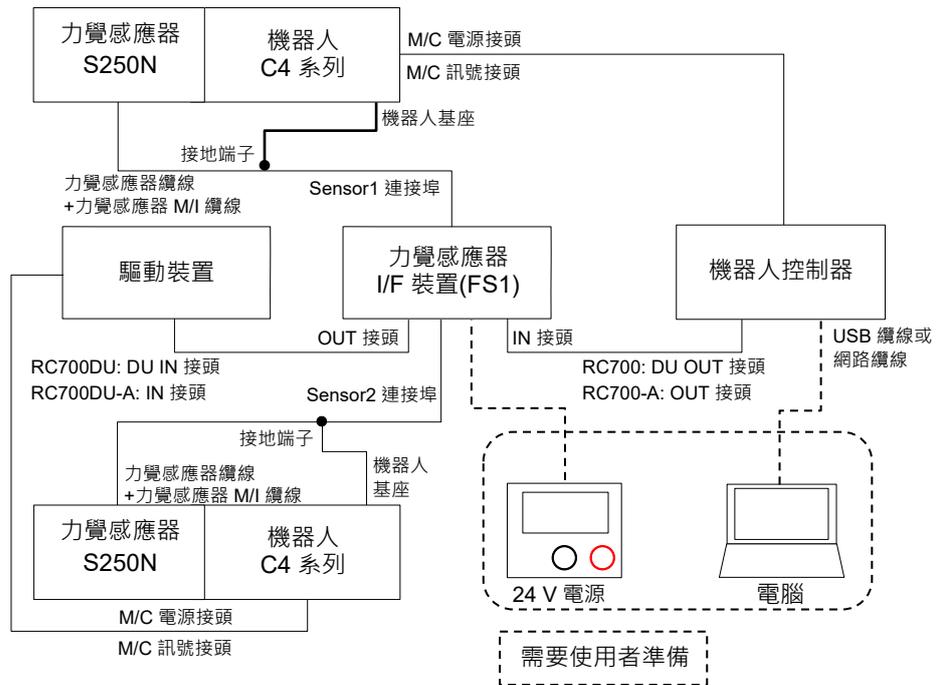


力覺感應器I/F電路板(FS2)



範例: 連接兩個機器人+兩個力覺感應器

力覺感應器I/F裝置(FS1)

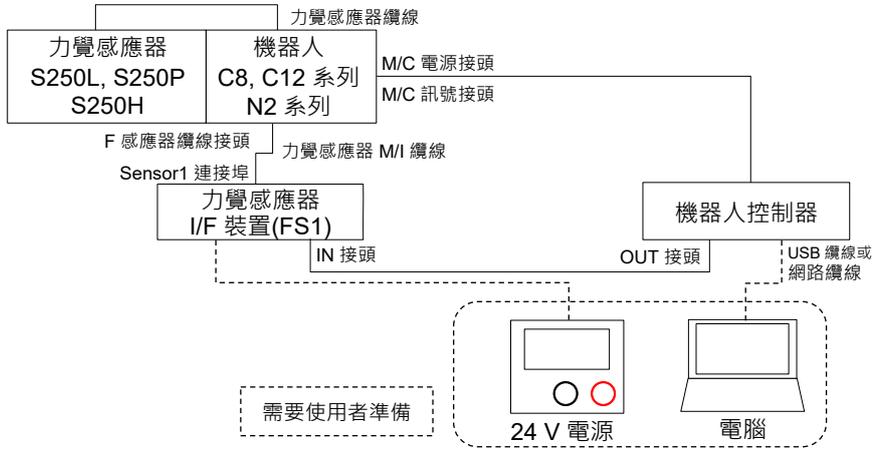


(RC700-E無法連接至驅動裝置。)

3.2 C8, C12系列-S250L, C8系列-S250P, N2系列-S250H, N6系列-SH250LH

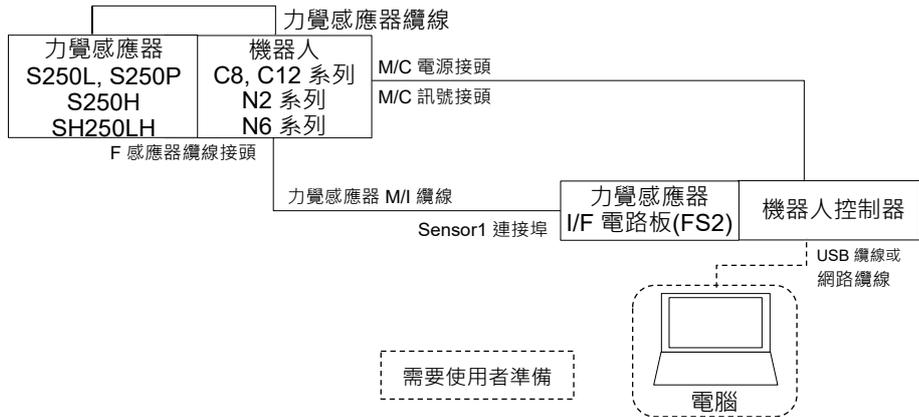
範例: 連接一個機器人+一個力覺感應器

力覺感應器I/F裝置(FS1)



(N6系列無法連接至力覺感應器I/F裝置。)

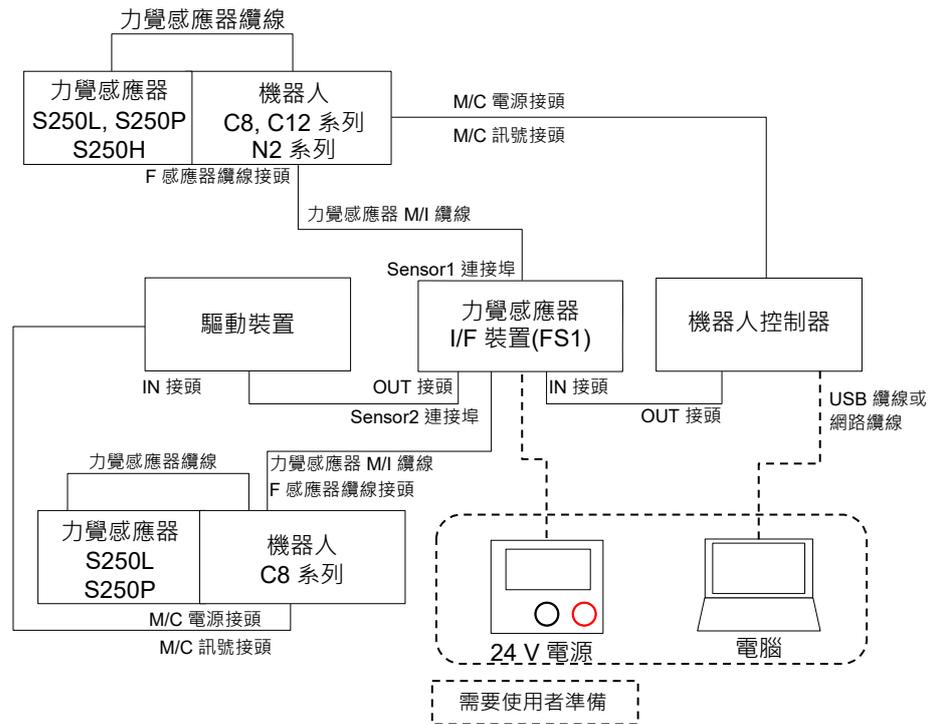
力覺感應器I/F電路板(FS2)



(C12系列無法連接至S250P。)

範例: 連接兩個機器人+兩個力覺感應器

力覺感應器I/F裝置(FS1)



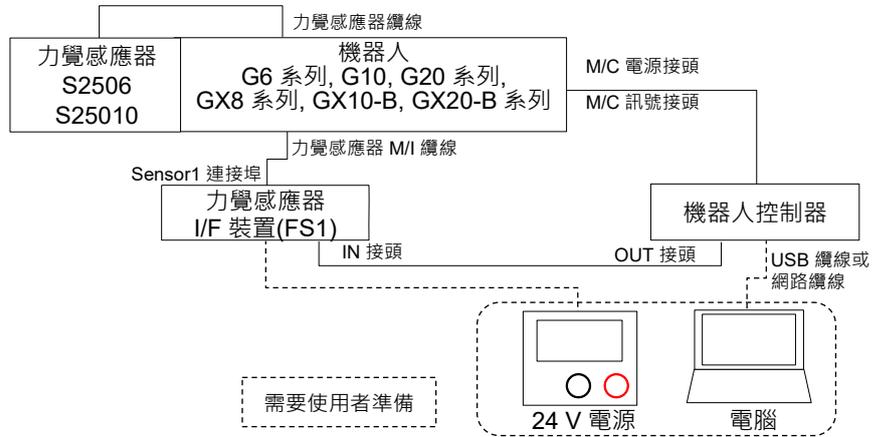
(N6系列無法連接至力覺感應器I/F裝置。
C12, N2系列與RC700-E無法連接至驅動裝置。)

3.3 G系列, GX系列-S2503, S2506, S25010

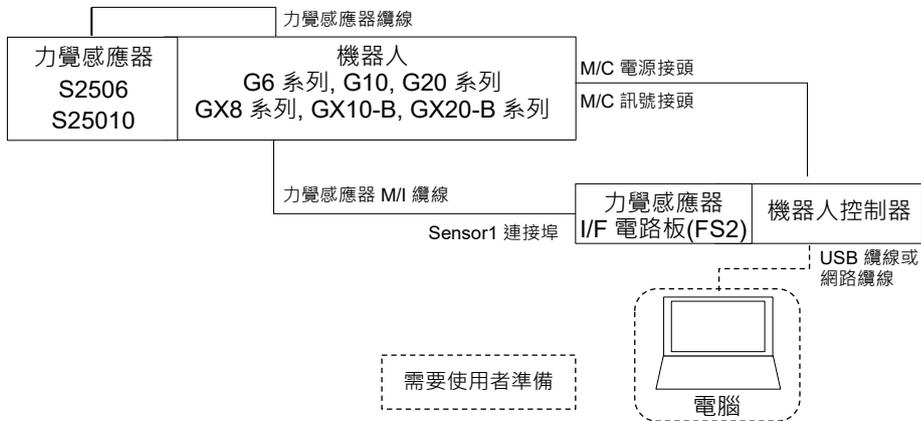
3.3.1 內部接線

範例: 連接一個機器人+一個力覺感應器

力覺感應器I/F裝置(FS1)

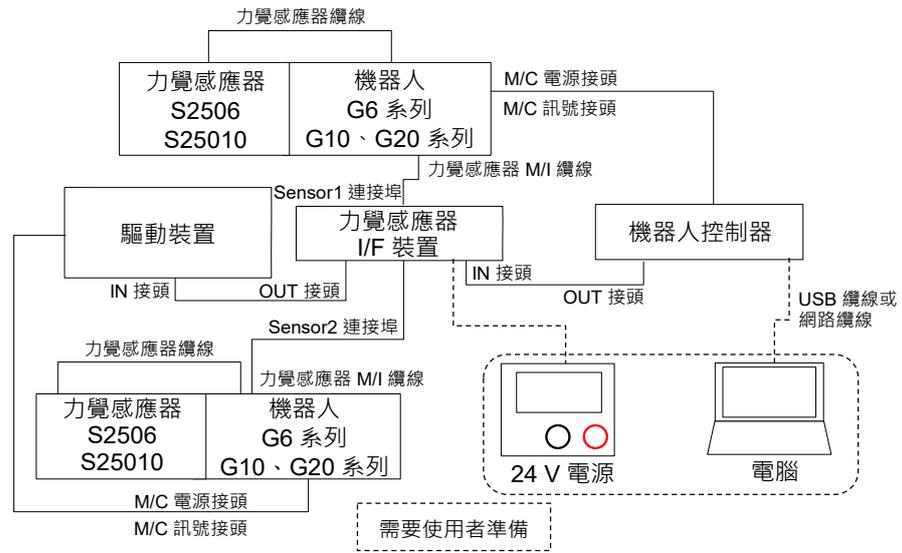


力覺感應器I/F電路板(FS2)



範例: 連接兩個機器人+兩個力覺感應器

力覺感應器I/F裝置(FS1)

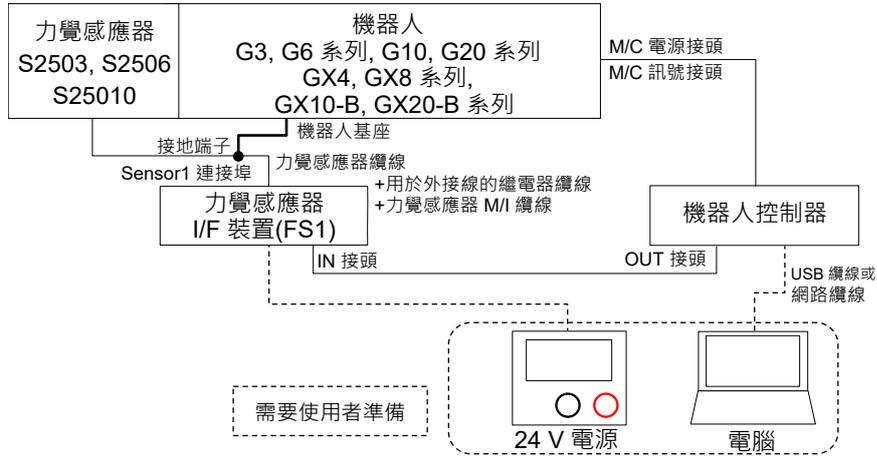


* RC700-D/RC700-E (GX 系列)不能使用以上連接範例。

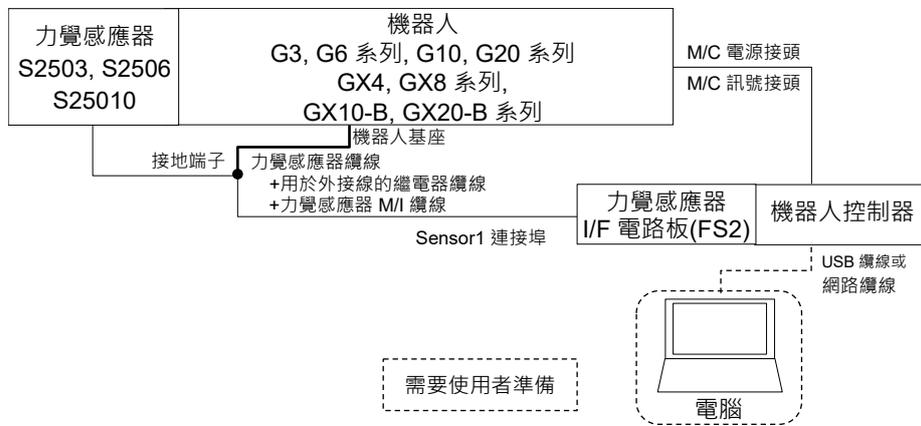
3.3.2 外部接線

範例: 連接一個機器人+一個力覺感應器

力覺感應器I/F裝置(FS1)

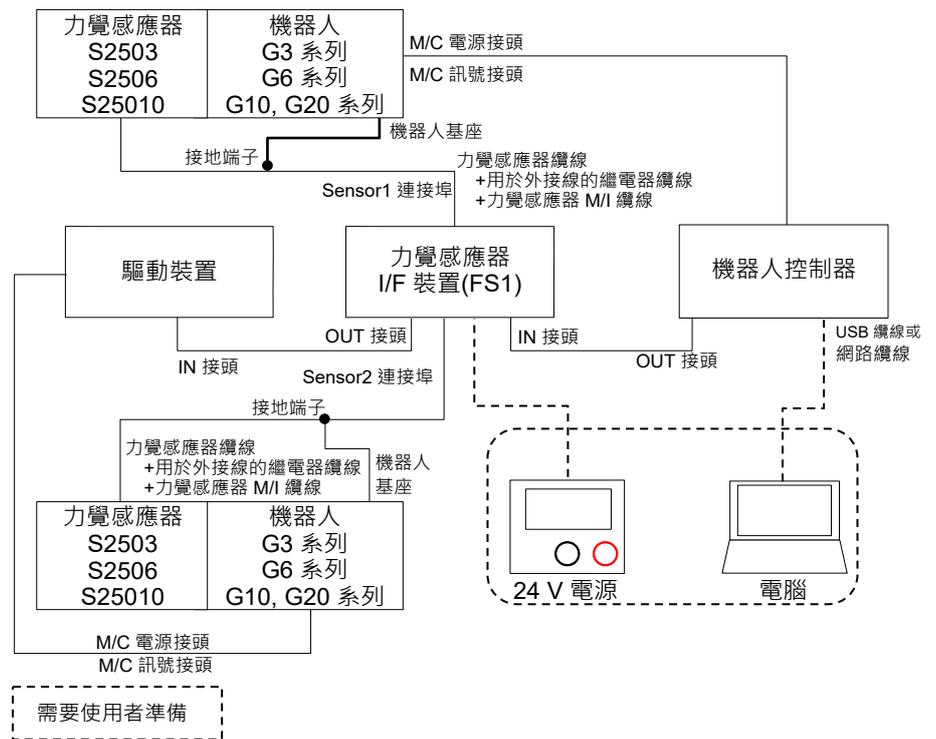


力覺感應器I/F電路板(FS2)



範例: 連接兩個機器人+兩個力覺感應器

力覺感應器I/F裝置(FS1)

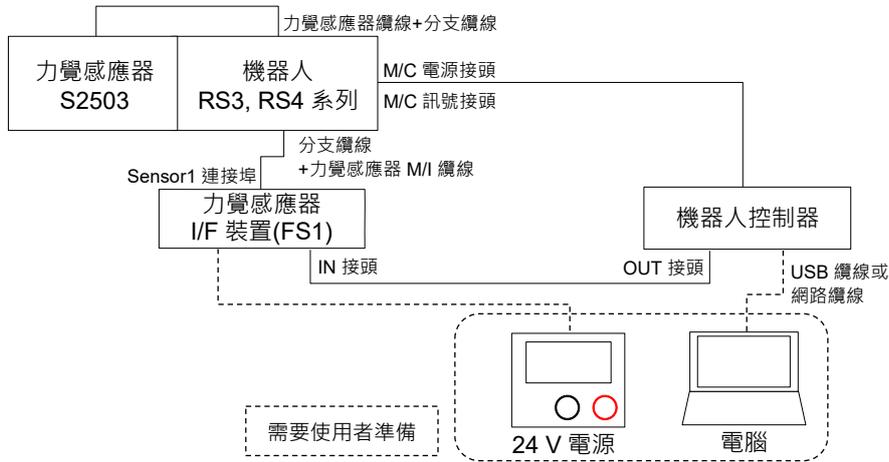


* RC700-D/RC700-E (GX 系列)不能使用以上連接範例。

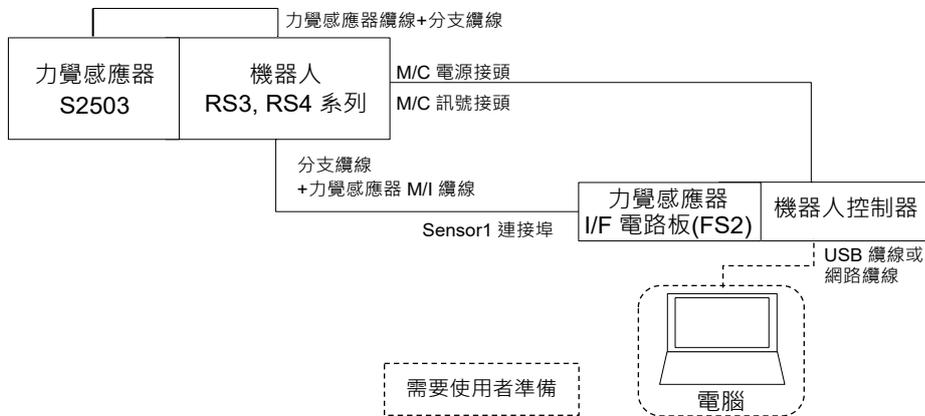
3.4 RS系列-S2503

範例: 連接一個機器人+一個力覺感應器

力覺感應器I/F裝置(FS1)

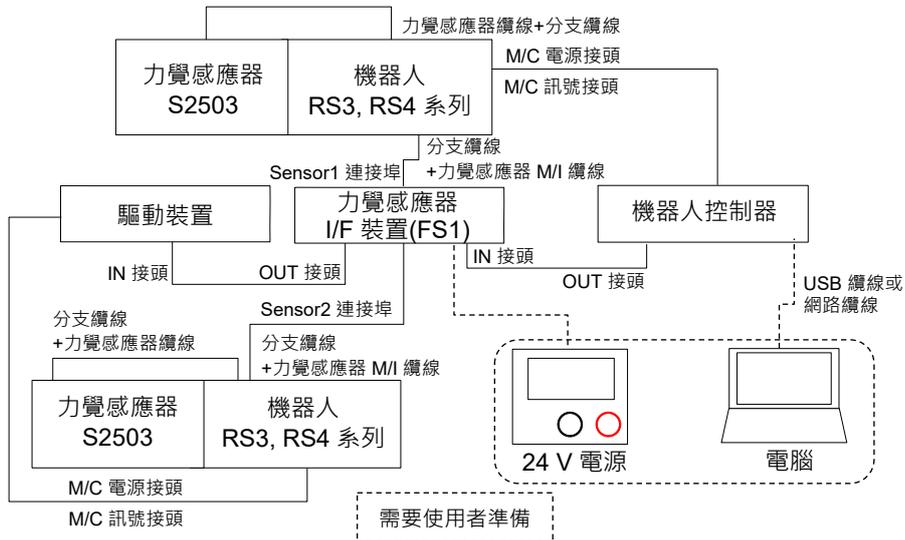


力覺感應器I/F電路板(FS2)



範例: 連接兩個機器人+兩個力覺感應器

力覺感應器I/F裝置(FS1)



4. 力覺感應器



注意

- 容許負載無法保證感應器的效能。若施加超過容許值的負載，可能無法正確偵測力。務必在額定負載範圍內使用感應器。
- 若在溫度快速變化的環境中使用選配，可能會增加漂移。

4.1 規格

4.1.1 規格表

項目		規格	備註	
外部尺寸	S250N, S250H	ø80 × H49 mm	含感應器凸緣 參考: 硬體篇 4.2 外部尺寸	
	S250L	ø88 × H49 mm		
	S250P	ø88 × H66 mm		
	S2503, S2506, S25010	ø80 × H52 mm *1		
	SH250LH	ø85 × H48 mm		
重量*2	S250N, S250H	460 g	含感應器凸緣	
	S250L	520 g		
	S250P	680 g		
	S2503, S2506	620 g	含感應器凸緣及轉接器	
	S25010	640 g		
	SH250LH	460 g		
額定負載	Fx / Fy / Fz	250 / 250 / 250 [N]		
	Tx / Ty / Tz	18 / 18 / 18 [N·m]		
過載容量	Fx / Fy / Fz	1000 [N]		
	Tx / Ty / Tz	36 [N·m]		
測量解析度 *3	Fx / Fy / Fz	± 0.1(5 sec, 25 °C)[N]		
		Tx / Ty / Tz	± 0.003(5 sec, 25 °C)[N·m]	
	雜訊位準	Fx / Fy / Fz	0.035 [N]	
		Tx / Ty / Tz	0.001 [N·m]	
	時間漂移	25 °C	Fx / Fy / Fz	± 0.01 [N/s]
			Tx / Ty / Tz	± 0.0003 [N·m/s]
		40 °C	Fx / Fy / Fz	± 0.02 [N/s]
			Tx / Ty / Tz	± 0.0006 [N·m/s]
測量精度 *4	Fx / Fy / Fz	± 5 % RO *5 或以下		
	Tx / Ty / Tz			
溫度漂移	Fx / Fy / Fz	0.2 [% / °C]或以下 於 250 [N], 18 [N·m](滿刻度)		
	Tx / Ty / Tz			
操作環境	溫度	- 10 ~ 40 [°C]		
	濕度	10 ~ 80 %相對濕度，無凝結		
防塵防水等級		IP67: S250P IP20: S250N, S250L S250H, S2503, S2506, S25010, SH250LH		

- *1 到感應器高度+感應器凸緣底部邊緣的高度。
使用隨附轉接器安裝時，Z 軸端面及感應器端面的距離如下：
(參考: 硬體篇: 4.2 外部尺寸)
S2503, S2506: 66 mm
S25010: 68 mm
- *2 重量不含選配纜線。
- *3 測量時間為 5 秒時的測量解析度，包含雜訊位準及時間漂移(25 °C)。
- *4 測量時間為 6 分鐘時的測量精度。
- *5 RO(Rated Output)為額定輸出的精度。

4.1.2 重負載下的ACCEL設定

使用下列機器人上的力覺感應器時，請參閱下列內容，並根據尖端負載正確設定 ACCEL。

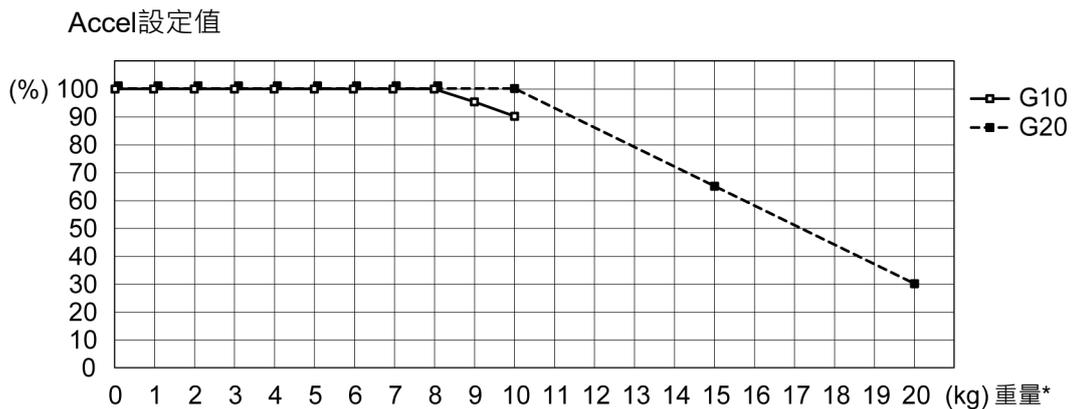
機器人型號: G10, G20, GX10-B, GX20-B系列

如需ACCEL設定及設定程序的詳細資訊，請參閱機器人的使用手冊。



視操作條件而定，設定不正確可能會導致負載超過力覺感應器的額定扭力，且可能造成下列問題。

縮短力覺感應器的使用壽命，並造成感應器受損

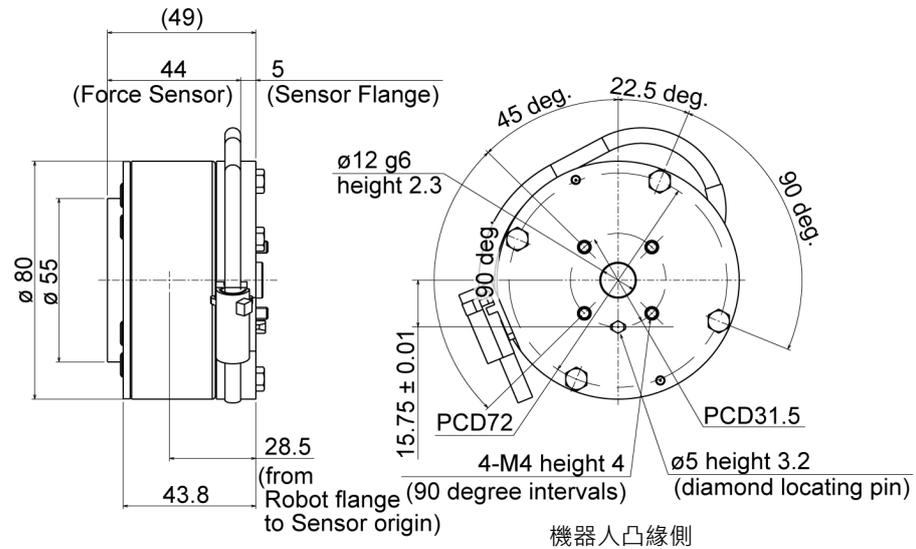


* 重量: 包含力覺感應器的重量。

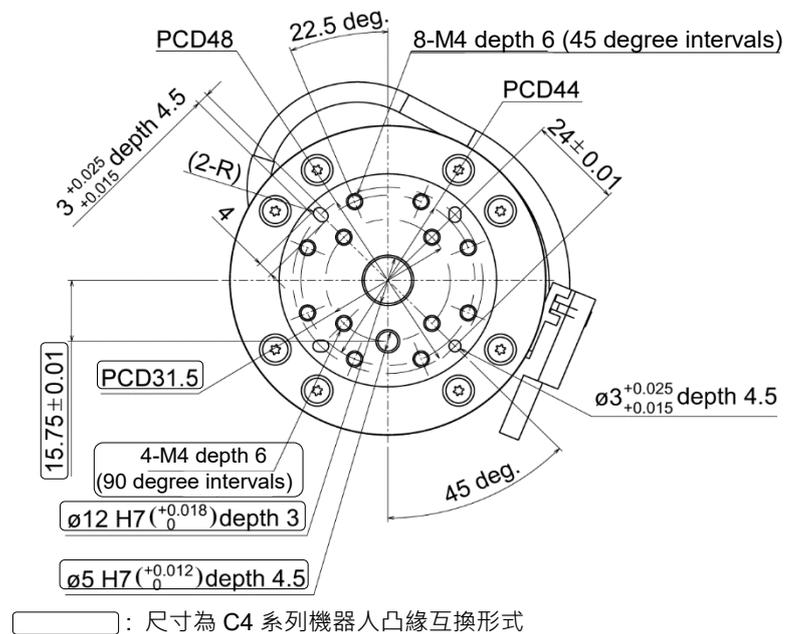
4.2 外部尺寸

下列為已組裝感應器及力覺感應器的尺寸。

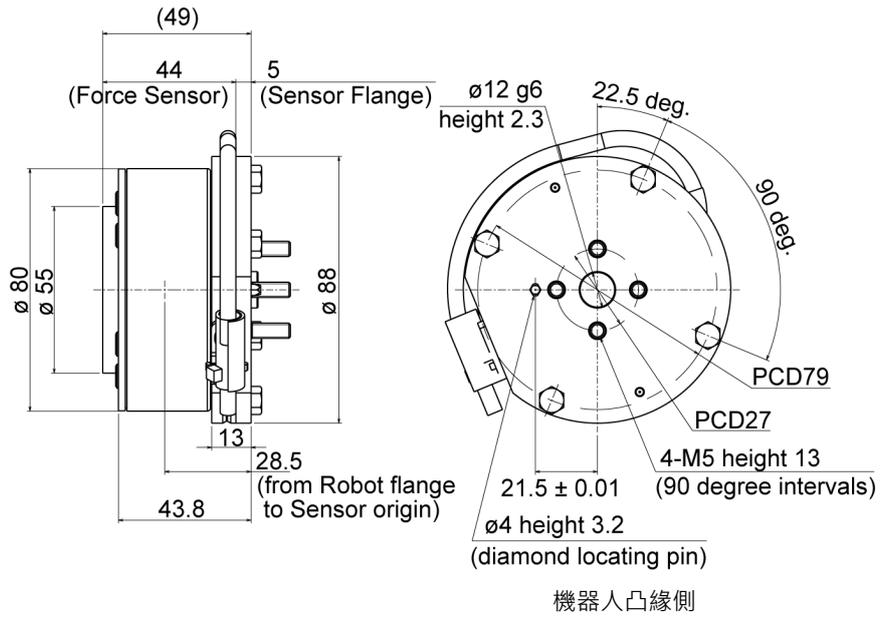
4.2.1 S250N(適用於C4系列)



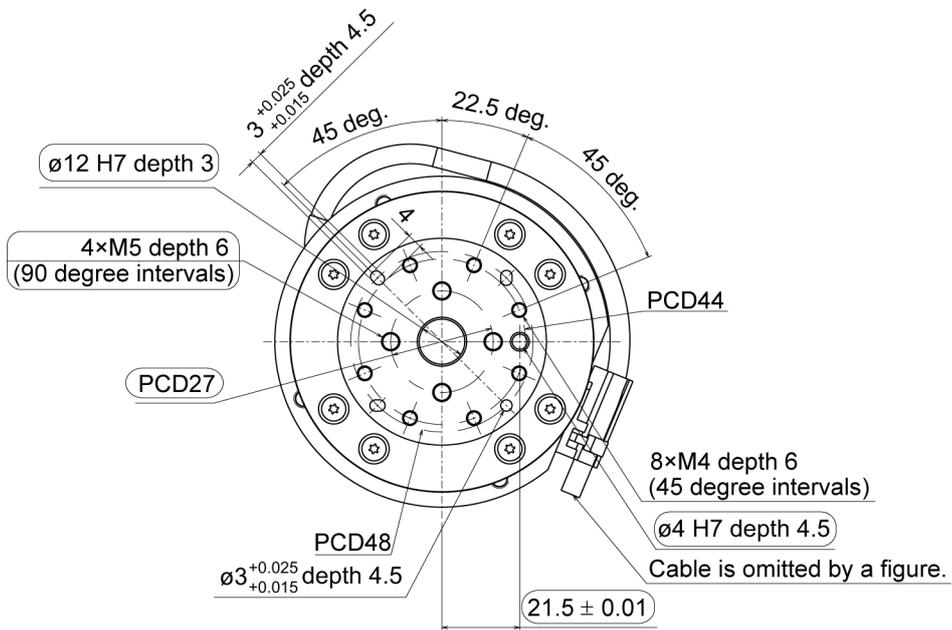
末端夾具側



4.2.2 S250L(適用於C8, C12系列: 符合IP20)

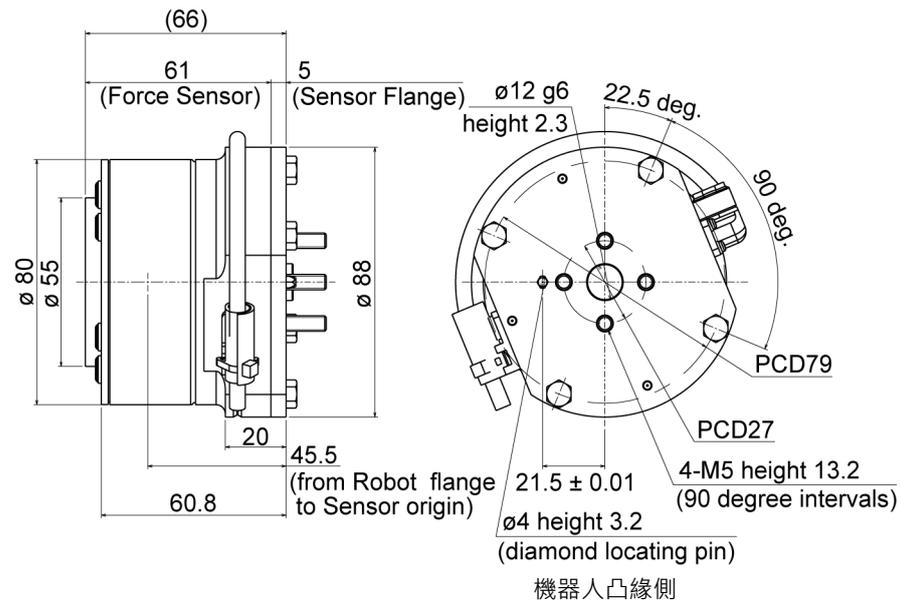


末端夾具側

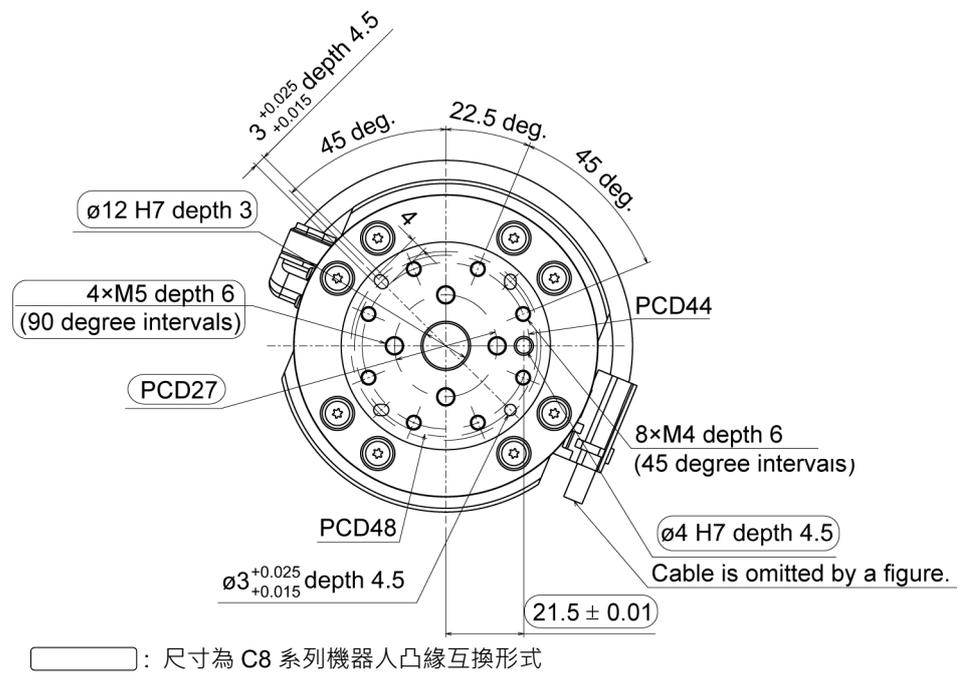


 : 尺寸為 C8, C12 系列機器人凸緣互換形式

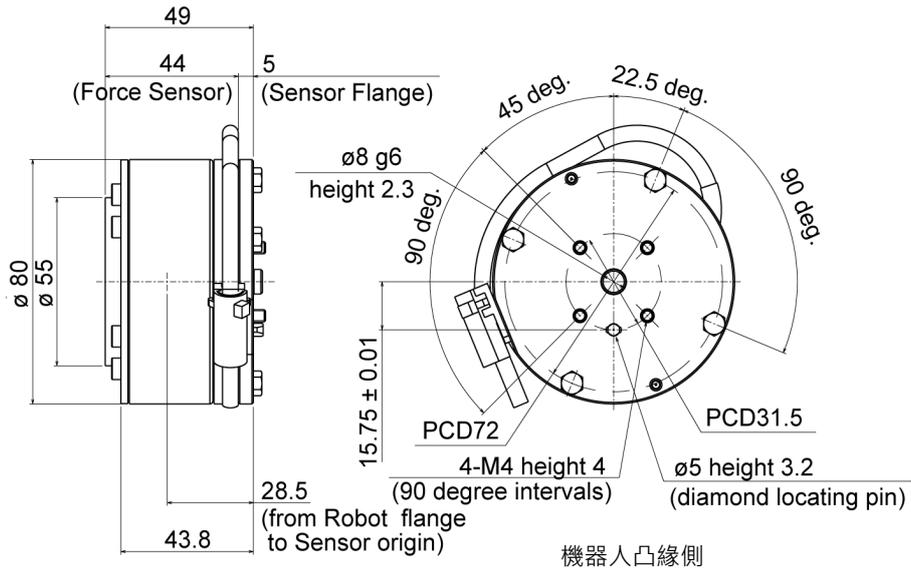
4.2.3 S250P(適用於C8系列: 符合IP67)



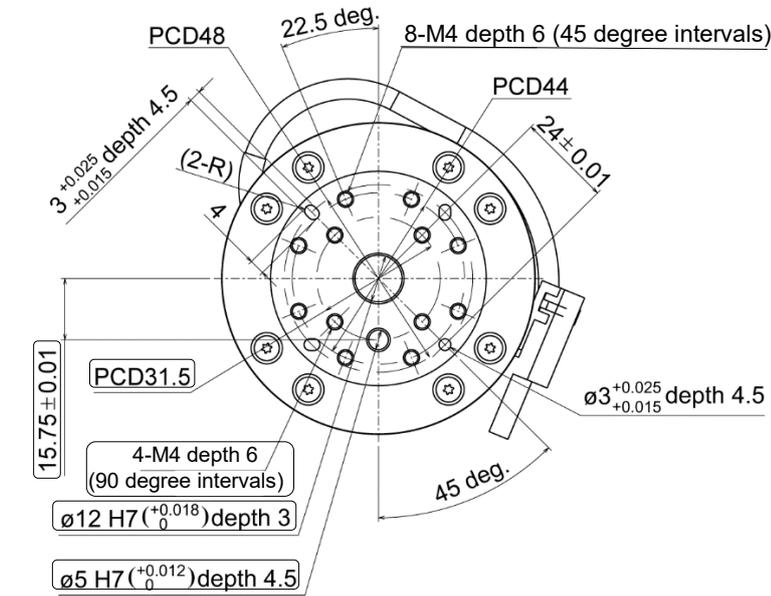
末端夾具側



4.2.4 S250H(適用於N2系列)

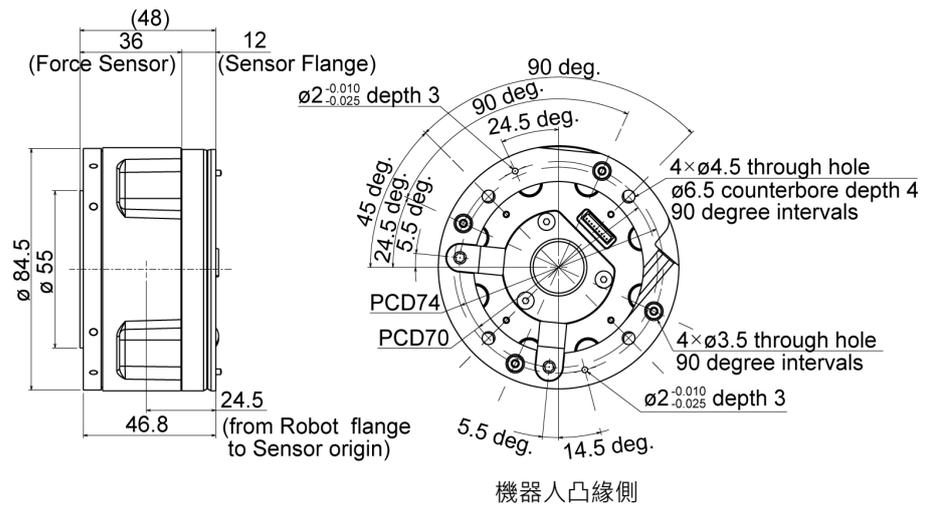


末端夾具側

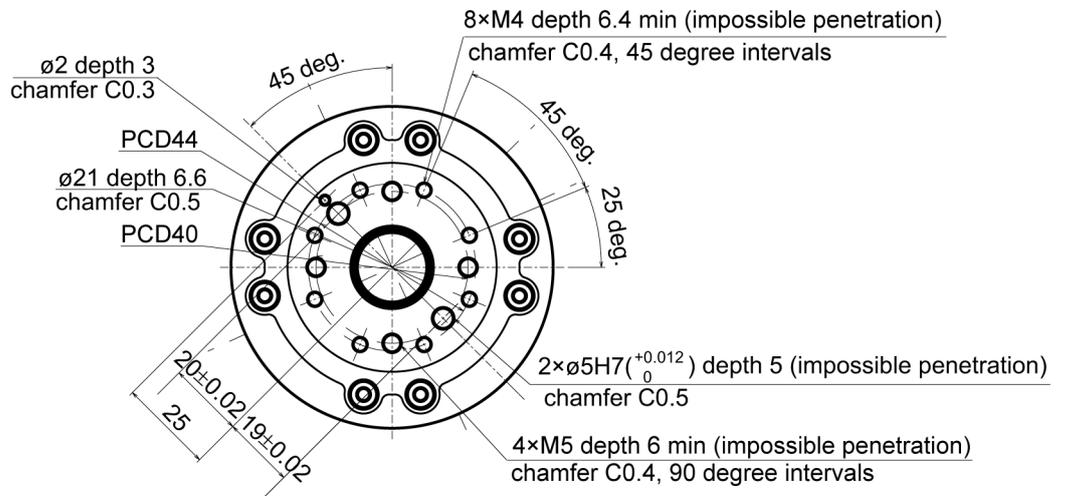


尺寸為 C4 系列機器人凸緣互換形式

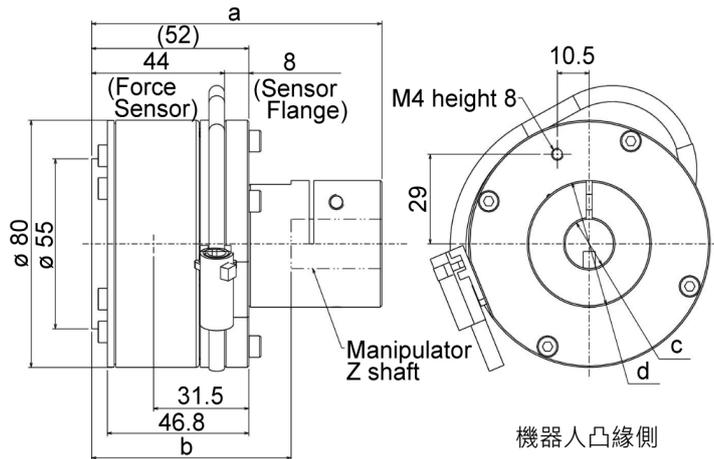
4.2.5 SH250LH(適用於N6系列)



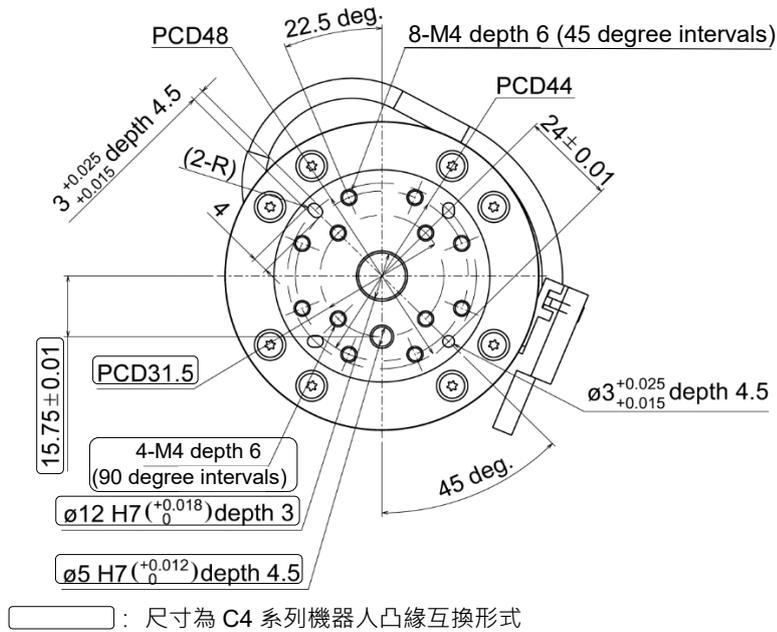
末端夾具側



4.2.6 S2503, S2506, S25010(適用於G、GX、RS系列)



末端夾具側



(單位: mm)

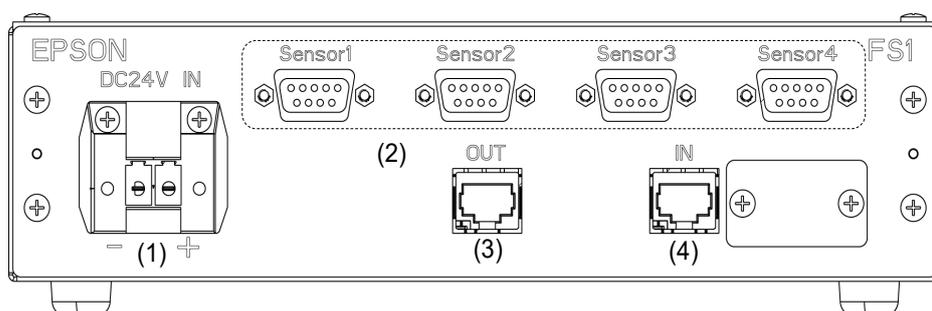
	S2503	S2506	S25010
a 轉接器上端到力覺感應器端面的距離	96	98	98
b 機器人 Z 軸端面到力覺感應器端面的距離	66	66	68
c 轉接器軸的安裝孔直徑	16	20	25
d 轉接器外徑	41	41	45.5

5. 力覺感應器 I/F 裝置

5.1 力覺感應器 I/F 裝置 (FS1)

5.1.1 規格

項目		規格
外部尺寸		232 mm × 70 mm × 175 mm
重量		1360 g
介面	電源輸入	端子台(1), DC 24 V (± 10 %)
	動作網路連接埠	RJ45(2 個連接埠), IN 連接埠/OUT 連接埠
	力覺感應器通訊連接埠	D-sub 9pin (4 個連接埠), 支援兩種通訊
操作環境	溫度	5 至 40 °C
	濕度	10 至 80 % (無凝結)



編號	名稱	功能
1	24 V 輸入接頭	從 24 V 電源供應器供應 24 V 的接頭。
2	力覺感應器接頭	連接力覺感應器的接頭。可連接2個感應器。
3	OUT 接頭	連接驅動裝置的接頭。
4	IN 接頭	連接機器人控制器及驅動裝置的接頭。

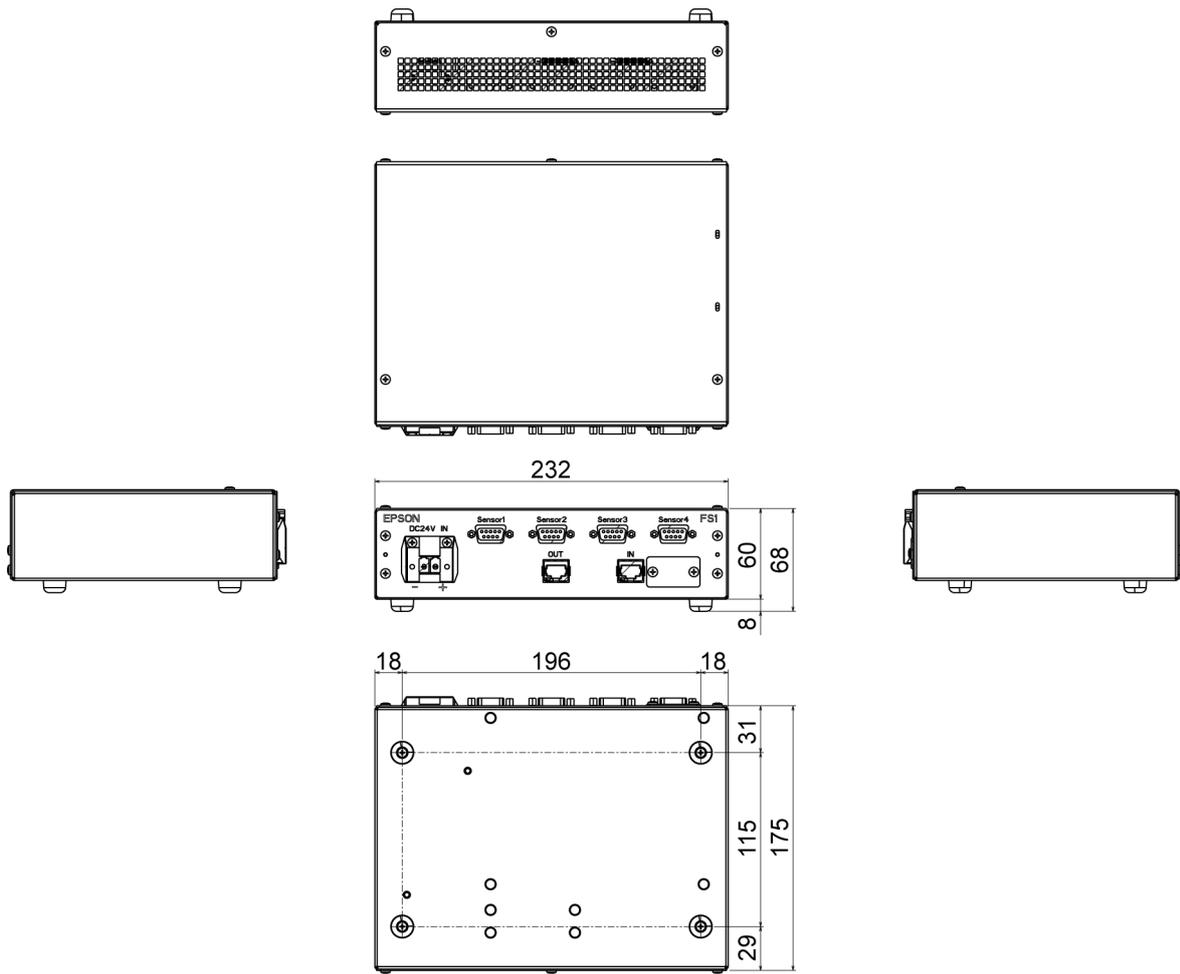
NOTE



如需使用多個機器人及力覺感應器的組合模式，請參閱下列章節。

安裝篇: 3. 系統概觀

5.1.2 外部尺寸



5.1.3 安裝

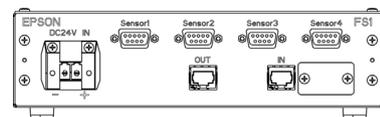
安裝環境

為安全使用力覺感應器I/F裝置同時維持其效能，必須將裝置安裝在符合下列條件的環境中：

- 僅可安裝於室內
- 放置於通風良好的區域
- 避免受到陽光直射及輻射熱
- 避開塵土, 油霧, 油煙, 鹽分, 金屬粉末或其他污染物
- 避開水分
- 避免受到撞擊或振動
- 避開會產生靜電及湧浪的電子雜訊來源
- 防止強電場或磁場發生
- 在後端保留100 mm的空間

安裝方向

建議以水平方式安裝力覺感應器I/F裝置。



5.1.4 電源供應器

請確保向力覺感應器供應的電源符合下列規格。

- 電壓: 24 VDC (± 10 %)
- 限流設定值: 2 A
- 符合工業設定中的EMC標準
- 針對AC電源提供加強絕緣
- 內建過電流保護電路

建議使用力覺感應器I/F裝置專用的電源供應器。與其他設備共用電源時，請勿使用連接至會產生電子雜訊之設備的電源，或採取適當措施以防止電子雜訊產生。

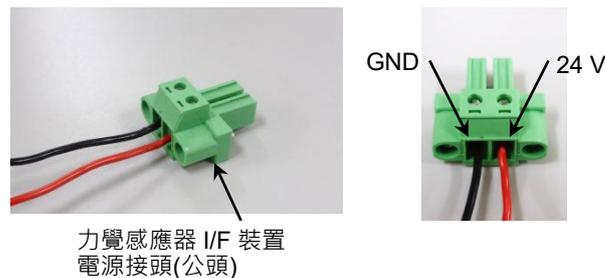
5.1.5 力覺感應器I/F裝置及電源接頭的接線

 警告	<ul style="list-style-type: none"> ■ 電源接線時，務必將電源關閉。在電源開啟時執行任何工作極其危險，且可能會導致觸電或機器人系統不正常運作。 開啟電源前，務必確認接線及電壓皆正確。 ■ 向24 VDC接頭供應電流時，請勿插入或取下接頭。在電源開啟時執行任何工作極其危險，且可能會導致觸電或機器人系統不正常運作。
---	---

 注意	<ul style="list-style-type: none"> ■ 使用雙絞線為24 VDC電源供應器接線，並盡可能使用粗且短的電線。 ■ 盡可能使24 VDC電源纜線遠離周圍的雜訊來源。 ■ 在24 VDC電源供應器的AC側安裝開啟/關閉開關。 若在向24 V 接頭供應電流時插入或取下接頭，或開啟24 VDC側開啟/關閉電源，可能會造成力覺感應器I/F裝置內的保險絲熔斷。 若發生熔斷狀況，請參閱下列章節並更換保險絲。 <i>硬體篇: 5.1.6 更換力覺感應器I/F裝置保險絲</i>
---	--

請參閱下列內容，並將24 VDC電源供應器連接至接頭。

針腳編號	訊號	說明
1	GND	接地(24 V 接地)
2	24 V	24 VDC 電源



- 電源接頭(母頭)型號 : DFK-PC4/2-GF-7.62 (Phoenix Contact)
- 電源接頭(公頭)型號 : PC4/2-STF-7.62 (Phoenix Contact)
- 適當的電線直徑 : 0.2 mm²至4.0 mm²(製造商參考)
- 接線長度 : 應於2.5 m以內。
若長度超過2.5 m，請將電源電線(雙絞線)如圖示纏繞鐵芯*五圈。



*鐵芯: Kitagawa Industries Co., LTD RFC-20

5.1.6 更換力覺感應器I/F裝置保險絲

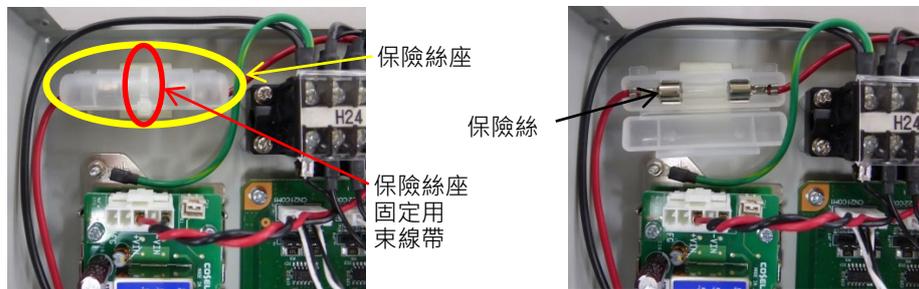
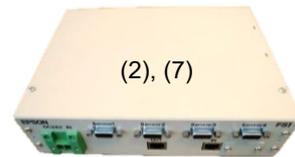
準備事項

準備下列零件。

名稱	標準	製造商	數量	備註
玻璃保險絲	FGBO 125 V 1 A	FUJI Terminal Industry	1	可使用同等產品
束線帶	SG-100	S.G.Industrial	1	可使用同等產品

替換

- (1) 關閉電源，然後取下力覺感應器I/F裝置的電源接頭。
- (2) 取下力覺感應器I/F裝置的頂蓋。
- (3) 切斷保險絲座的束線帶。



- (4) 開啟保險絲座，然後取下熔斷的玻璃保險絲。
取下保險絲時，請小心玻璃有破裂的危險。
- (5) 安裝新的保險絲。(保險絲可以任意方向安裝。)
務必確認安裝符合適當標準的保險絲(可使用同等產品)。
- (6) 使用束線帶固定保險絲座。
確實固定保險絲座，使其不會移動。
- (7) 安裝力覺感應器I/F裝置的頂蓋。

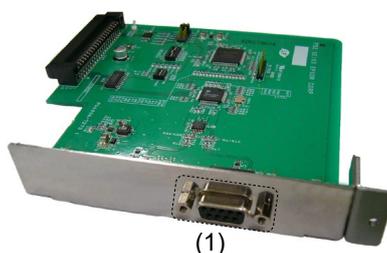
5.2 力覺感應器I/F電路板(FS2)

力覺感應器I/F電路板為選配電路板，可向力覺感應器S250系列執行24 V電源供應及提供通訊。

將控制器安裝在選配插槽上並連接力覺感應器，使控制器與力覺感應器之間可進行通訊。

5.2.1 規格

項目		規格
外部尺寸		206 mm × 102 mm × 24.5 mm
重量		135 g
介面	力覺感應器通訊連接埠	D-sub 9pin (1 個連接埠)， 支援一種通訊
操作環境	溫度	5 至 40 °C
	濕度	10 至 80 %(無凝結)



(1)

編號	名稱	功能
1	力覺感應器接頭	連接力覺感應器的接頭。可連接1個感應器。

5.2.2 安裝方法



警告

- 請務必由通過本公司或銷售商培訓的合格人員進行機器人系統的維護。

RC700



選配插槽

RC700-A



選配插槽

RC700-D



選配插槽

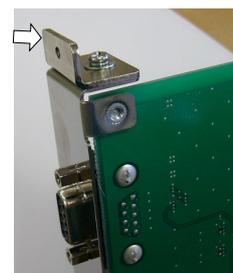
RC700-E



選配插槽

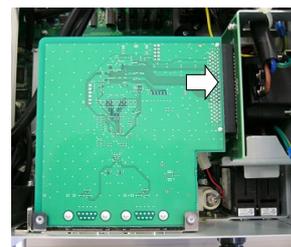
力覺感應器 I/F 電路板 安裝方法

- (1) 關閉控制器電源。
- (2) 將電源插頭拔下。
- (3) 取下頂板。(六個安裝螺絲)
- (4) 鬆開選配插槽面板的螺絲。
拆下要安裝力覺感應器 I/F 電路板側的選配面板。
- (5) 將 L 型板安裝在力覺感應器 I/F 電路板上。



- (6) 依右圖安裝力覺感應器 I/F 電路板。

將電路板推入選配插槽。
(箭頭方向)



- (7) 從前側使用螺絲固定已安裝的 L 型板。

此時，將會剩下一個選配插槽螺絲。



- (8) 安裝頂板。(六個安裝螺絲)

- (9) 連接電源插頭後，開啟控制器電源，確認可正確運作，且未發出振動或異音。

5.2.3 連接時的注意事項

力覺感應器 I/F 電路板會從力覺感應器的接頭供應 DC24 V 電源，以操作力覺感應器 S250 系列。請注意下列事項。

- 1 : 除了力覺感應器外，請勿將裝置連接至力覺感應器接頭。
否則可能會導致連接裝置, 力覺感應器 I/F 電路板, 控制器受損。
- 2 : 請勿變更每個 DIP 開關及跳線針腳。
若變更上述零件，請參閱下列手冊並將其復原。若變更 DIP 開關及跳線針腳，可能無法正確辨識力覺感應器 I/F 電路板。

機器人控制器 RC700 系列手冊

功能篇: 16.7 力覺感應器 I/F 電路板

機器人控制器 RC700-D 手冊

功能篇: 14.7 力覺感應器 I/F 電路板

機器人控制器 RC700-E 手冊

4.15.7 力覺感應器 I/F 電路板

6. 安裝方法

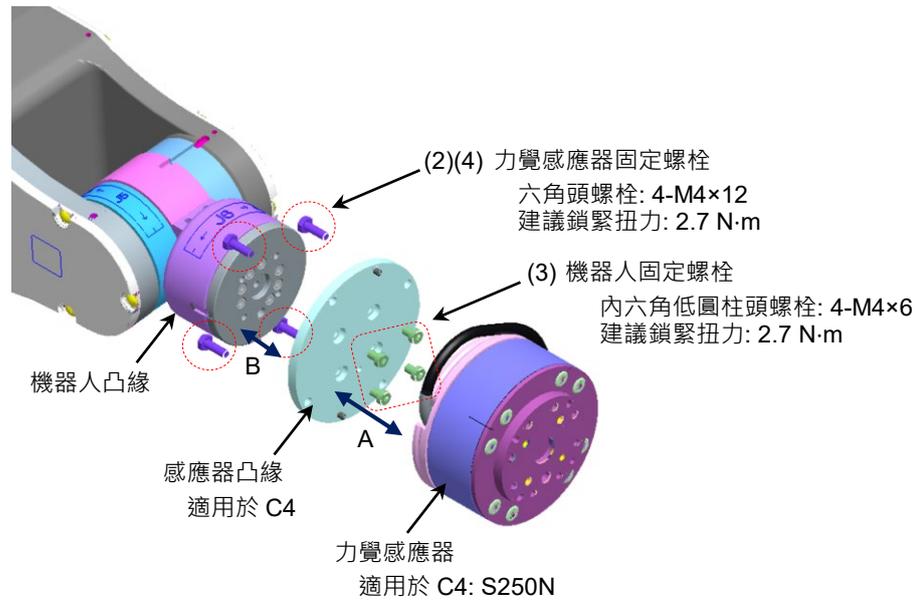
本節說明力覺感應器的安裝方式。

 <p>警告</p>	<ul style="list-style-type: none">■ 執行任何工作前，請先關閉控制器及相關設備的電源，然後將電源插頭從電源插座拔下。在電源開啟時執行任何工作極其危險，且可能會導致觸電或機器人系統不正常運作。■ 務必正確連接纜線。請勿讓纜線承受不必要的應力。(請勿將重物放在纜線上。請勿強力彎曲或拉扯纜線。)纜線承受不必要的應力會導致纜線受損，連接中斷，接觸不良。纜線受損，連接中斷，接觸不良會造成極大危險，且可能會導致觸電或機器人系統不正常運作。■ 安裝力覺感應器時，請勿碰觸感應器電路板及FFC纜線。否則，可能會造成纜線受損，連接中斷，接觸不良，且可能會導致觸電或系統不正常運作。
---	--

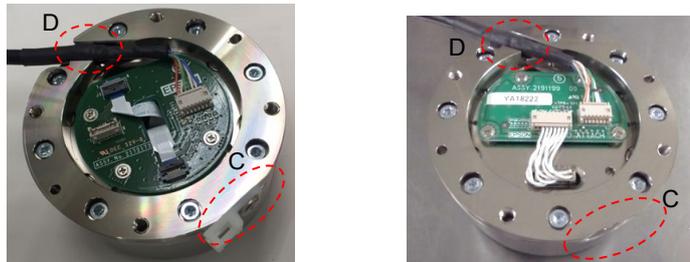
 <p>注意</p>	<ul style="list-style-type: none">■ 請參閱下列章節，將力覺感應器正確安裝至機器人。 <i>硬體篇: 6.1 安裝力覺感應器</i> 若力覺感應器安裝不當，可能會降低感應器精度或使感應器故障。■ 以建議的鎖緊扭力將力覺感應器安裝至機器人。 若以不當扭力固定力覺感應器，可能會導致感應器的效能異常。 若以低於建議值的鎖緊扭力固定力覺感應器，力覺感應器可能會在機器人運作時掉落，且可能會導致感應器及系統受損。■ 將感應器纜線安裝至機器人時，請將其固定，以免在機器人的操作範圍內造成干擾。此外，即使在纜線的可移動範圍內，纜線也可能會承受負載，進而造成纜線斷裂。
---	--

6.1 安裝力覺感應器

6.1.1 S250N(適用於C4系列)



- (1) 關閉控制器電源。
- (2) 取下力覺感應器的感應器凸緣。(A)
力覺感應器固定螺栓(六角頭螺栓: 4-M4×12)
(出貨時, 感應器凸緣已安裝至感應器。)
- (3) 將感應器凸緣安裝至機器人凸緣。(B)
插入感應器凸緣, 同時將感應器上的兩個定位點(定位銷及中央突出處)對準機器人凸緣。
使用出貨時隨附的固定螺栓, 將感應器凸緣固定至機器人凸緣。
機器人固定螺栓(內六角低圓柱頭螺栓: 4-M4×6)
建議鎖緊扭力: 2.7 N·m
- (4) 將力覺感應器安裝至於步驟(3)中固定的感應器邊緣。(A)
感應器適用的電路板共有兩種類型。請注意, 感應器安裝方法會依感應器類型而異。

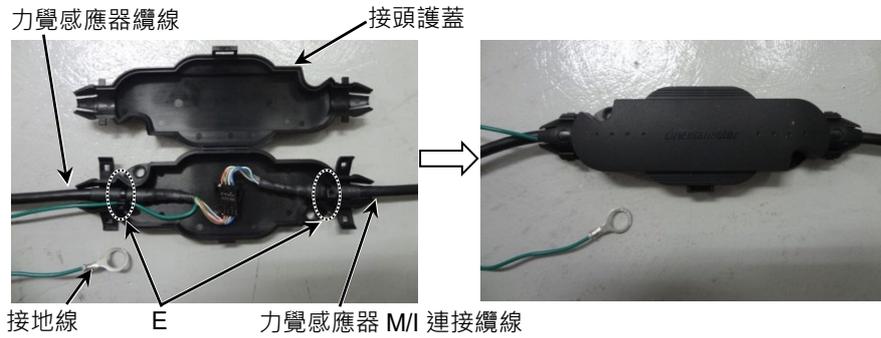


將感應器凸緣及力覺感應器上的切口(C)對齊。將感應器凸緣的兩個定位銷插入感應器, 即可安裝感應器。

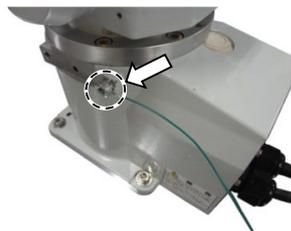
此時, 調整力覺感應器纜線的位置, 使散熱收縮管包覆的部位位於(D)。
使用步驟(2)中取下的螺栓, 固定感應器凸緣及力覺感應器。

力覺感應器固定螺栓(六角頭螺栓: 4-M4×12)
建議鎖緊扭力: 2.7 N·m

- (5) 將力覺感應器纜線固定至機器人。
設置纜線，使其不會干擾機器人動作，且不會對纜線造成負載。
- (6) 連接力覺感應器纜線及力覺感應器M/I連接纜線。
將連接部分存放於接頭護蓋內。
使用出貨時隨附的束線帶固定纜線。(E)
關閉接頭護蓋。

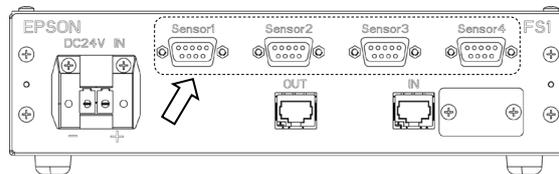


- (7) 將接頭護蓋固定至不會干擾機器人動作且不會對纜線造成負載的位置。
- (8) 將力覺感應器導線的接地端子固定至機器人基座。
六角頭螺栓: M8×12

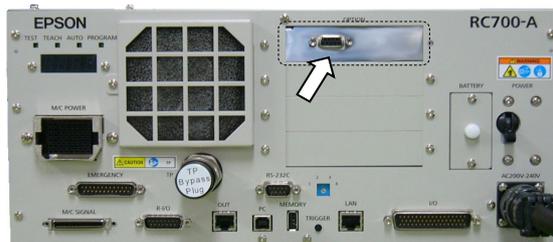


- (9) 將力覺感應器M/I連接纜線連接至要使用的力覺感應器I/F。
連接至力覺感應器的接頭Sensor連接埠。

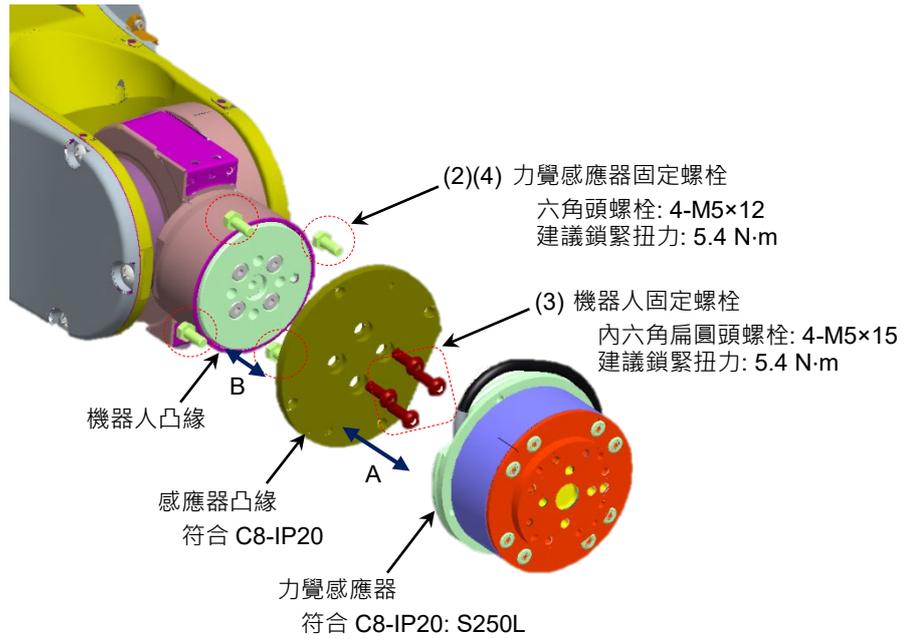
力覺感應器I/F裝置:



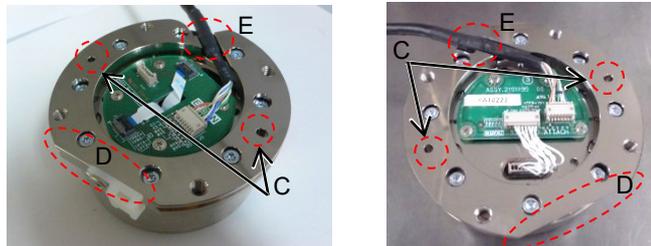
力覺感應器I/F電路板:



6.1.2 S250L(適用於C8, C12: 符合IP20)

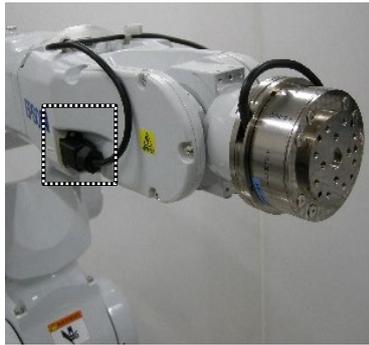


- (1) 關閉控制器電源。
- (2) 取下力覺感應器的感應器凸緣。(A)
力覺感應器固定螺栓(六角頭螺栓: 4-M5×12)
(出貨時, 感應器凸緣已固定至感應器。)
- (3) 將感應器凸緣安裝至機器人凸緣。(B)
插入感應器凸緣, 同時將感應器上的兩個定位點(定位銷及中央突出處)對準機器人凸緣。
使用出貨時隨附的固定螺栓, 將感應器凸緣固定至機器人凸緣。
機器人固定螺栓(內六角扁圓頭螺栓: 4-M5×15)
建議鎖緊扭力: 5.4 N·m
- (4) 將力覺感應器安裝至於步驟(3)中固定的感應器邊緣。(A)
感應器適用的電路板共有兩種類型但安裝方法相同, 請注意。



將感應器凸緣上的切口(D)和力覺感應器對齊。將感應器凸緣的兩個定位銷插入感應器上的定位孔(C), 即可插入感應器凸緣。
此時, 調整力覺感應器纜線的位置, 使散熱收縮管包覆的部位位於(E)。
使用步驟(2)中取下的螺栓, 固定感應器凸緣及力覺感應器。
力覺感應器固定螺栓(六角頭螺栓: 4-M5×12)
建議鎖緊扭力: 5.4 N·m

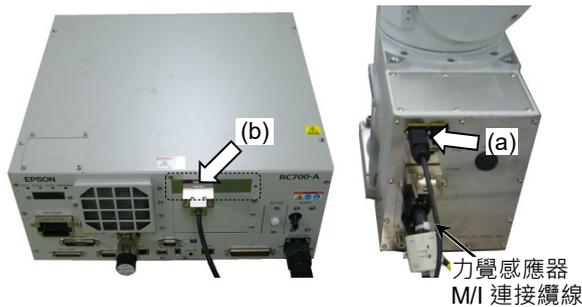
- (5) 將力覺感應器纜線連接至機器人上的F感應器纜線接頭。
機器人與力覺感應器的接頭如下所示有2種類型。請注意。



- (6) 將力覺感應器M/I連接纜線至(a)及(b)。
- (a) F感應器纜線接頭
 - (b) 要使用的力覺感應器I/F的力覺感應器接頭Sensor連接埠
- 力覺感應器I/F裝置(FS1):

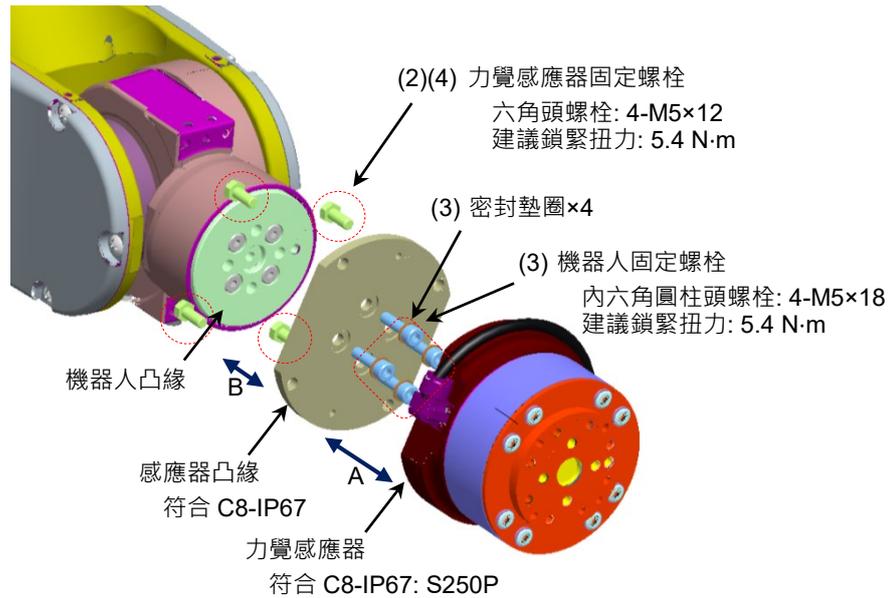


力覺感應器I/F(FS2)電路板:

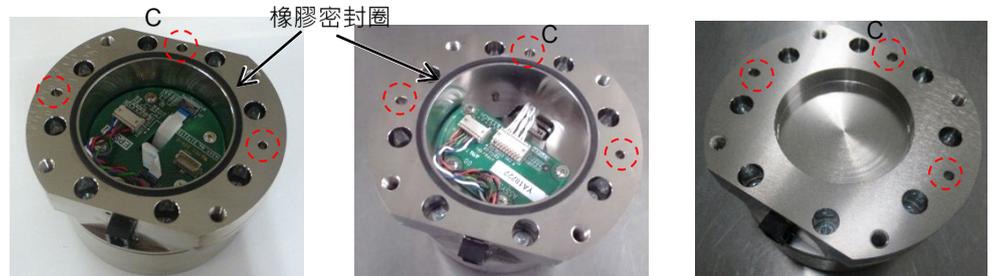


- (7) 操作機器人至任何姿態，然後記錄初始感應器輸出資料。

6.1.3 S250P(適用於C8: 符合IP67)



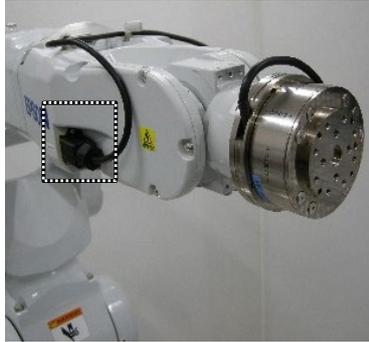
- (1) 關閉控制器電源。
- (2) 取下力覺感應器的感應器凸緣。(A)
力覺感應器固定螺栓(六角頭螺栓: 4-M5×12)
(出貨時, 感應器凸緣已安裝至感應器。)
- (3) 將感應器凸緣安裝至機器人凸緣。(B)
首先, 插入感應器凸緣, 同時將感應器凸緣上的兩個定位點(定位銷及中央突出處)對準機器人凸緣。
然後, 將密封墊圈插入至機器人固定螺栓(出貨時隨附)的根部。
使用螺栓固定感應器凸緣及機器人凸緣。
機器人固定螺栓(內六角圓柱頭螺栓: 4-M5×18)
建議鎖緊扭力: 5.4 N·m
- (4) 將力覺感應器安裝至於步驟(3)中固定的感應器邊緣。(A)
感應器本體從內測觀察有3中不同的外形, 但安裝尺寸相同, 請注意。



安裝力覺感應器, 使感應器凸緣上的三個定位銷可插入感應器上的定位孔(C)。插入感應器時, 請避免異物沾黏至安裝表面。此外, 請注意不要碰觸橡膠密封圈。

使用步驟(2)中取下的螺栓, 固定感應器凸緣及力覺感應器。
力覺感應器固定螺栓(六角頭螺栓: 4-M5×12)
建議鎖緊扭力: 5.4 N·m

- (8) 將力覺感應器纜線連接至機器人上的F感應器纜線接頭。
機器人與力覺感應器的接頭如下所示有2種類型。請注意。



- (5) 將力覺感應器M/I連接纜線至(a)及(b)。
(a) F感應器纜線接頭
(b) 要使用的力覺感應器I/F的力覺感應器接頭Sensor連接埠
力覺感應器I/F裝置(FS1):



力覺感應器I/F電路板(FS2):



NOTE



如何鎖定具有鎖定功能的接頭

1. 將接頭插入到底



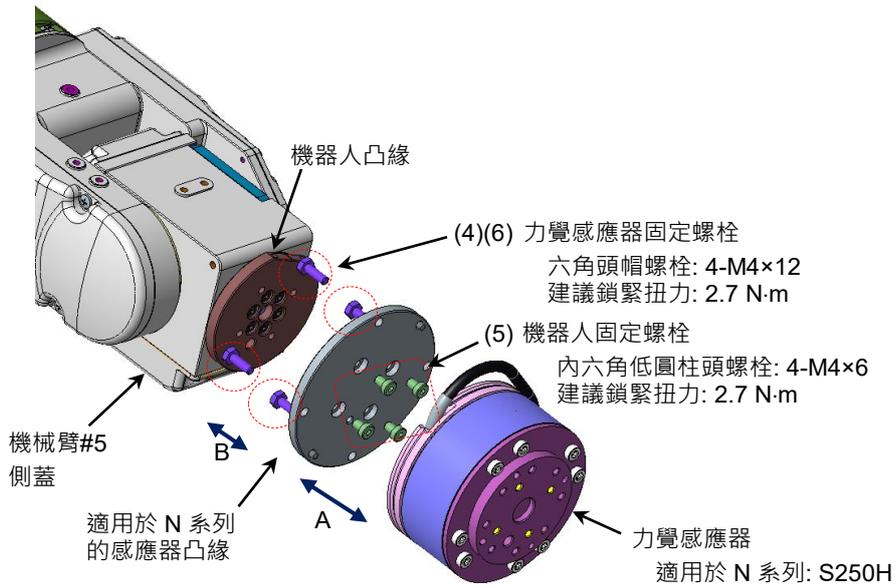
2. 將第 2 個鎖旋轉約 30°



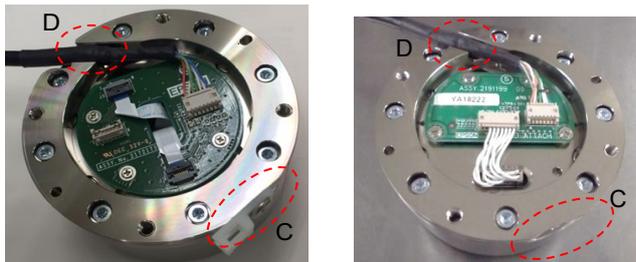
3. 鎖定完成



6.1.4 S250H(適用於N2系列)

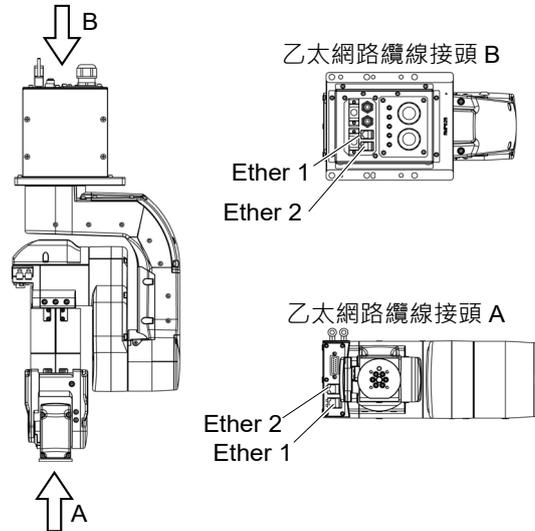


- (1) 將關節#6從原始姿態傾斜約+20°。
- (2) 關閉控制器電源。
- (3) 取下機器人的機械臂#5側蓋。
(十字槽頭螺絲: 4-M3×6)
- (4) 取下力覺感應器的感應器凸緣。(A)
力覺感應器固定螺栓(六角頭螺栓: 4-M4×12)
(出貨時，感應器凸緣已安裝至感應器。)
- (5) 將感應器凸緣安裝至機器人凸緣。(B)
首先，插入感應器凸緣，同時將感應器凸緣上的兩個定位點(定位銷及中央突出處)對準機器人凸緣。
使用螺栓固定感應器凸緣及機器人凸緣。
機器人固定螺栓(內六角低圓柱頭螺栓: 4-M4×6)
建議鎖緊扭力: 2.7 N·m
- (6) 將力覺感應器安裝至於步驟(5)中固定的感應器邊緣。(A)
感應器適用的電路板共有兩種類型。請注意，感應器安裝方法會依感應器類型而異。



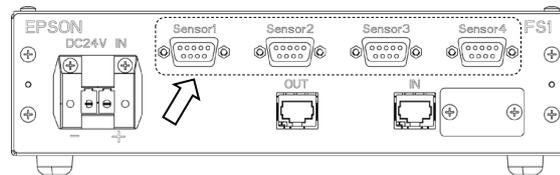
將感應器凸緣及力覺感應器上的切口(C)對齊。插入感應器凸緣，同時將感應器凸緣上的兩個定位銷插入感應器。
此時，調整力覺感應器纜線的位置，使散熱收縮管包覆的部位位於(D)。
使用步驟(4)中取下的螺栓，固定感應器凸緣及力覺感應器
力覺感應器固定螺栓(六角頭螺栓: 4-M4×12)
建議鎖緊扭力: 2.7 N·m

- (7) 安裝機器人的機械臂#5側蓋。
(十字槽頭螺絲: 4-M3×6 建議鎖緊扭力: 0.45 N·m)
- (8) 將力覺感應器纜線固定至機器人。
設置纜線，使其不會干擾機器人動作，且不會對纜線造成負載。
- (9) 將力覺感應器纜線連接至下列接頭。
乙太網路纜線接頭A(Ether 1或Ether 2)

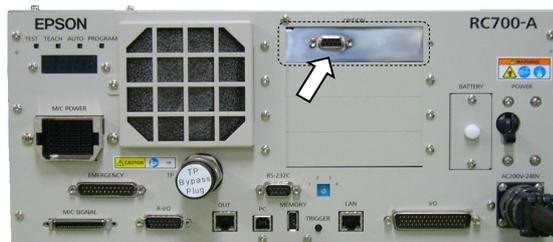


- (10) 將力覺感應器M/I連接纜線至(a)及(b)。
 - (a): 乙太網路纜線接頭B
接頭名稱與在步驟(9)中連接的接頭相同(Ether 1或Ether 2)
 - (b): 連接至要使用的力覺感應器I/F
連接至力覺感應器的接頭Sensor連接埠。

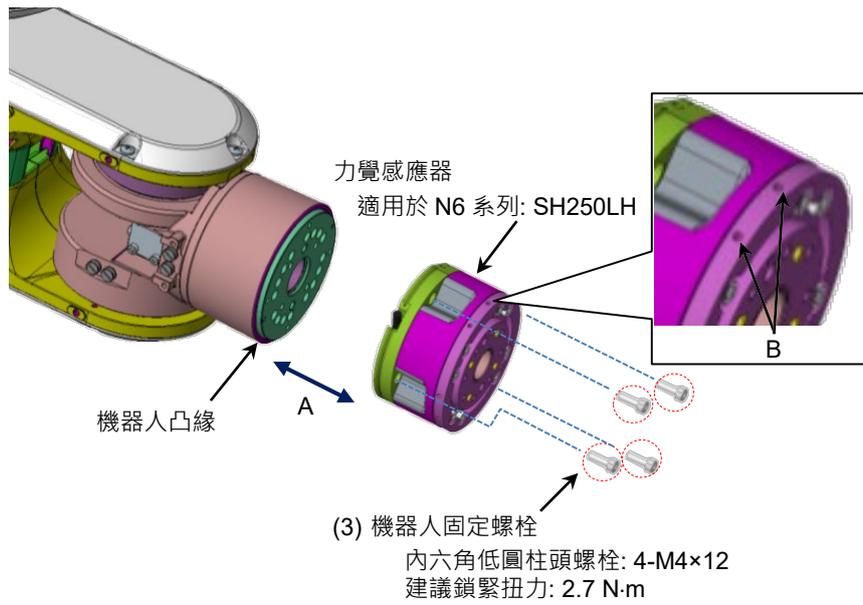
力覺感應器I/F裝置:



力覺感應器I/F電路板:



6.1.5 SH250LH(適用於N6系列)



注意

- 若將纜線固定於B部分，力覺感應器值可能會受到影響。如需接線範例，請參閱下列章節。

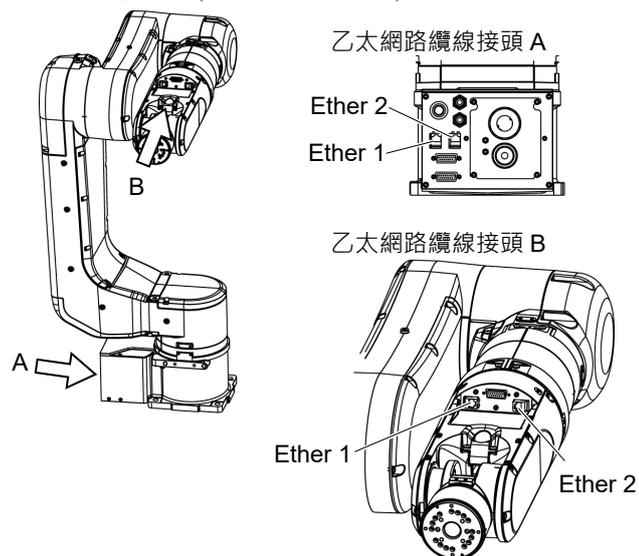
硬體篇: 6.3.4 N6系列-SH250LH

- (1) 將機器人關節#6移至原始位置。
- (2) 關閉控制器電源。
- (3) 將感應器凸緣安裝至機器人凸緣。(A)
 首先，插入感應器凸緣，同時將力覺感應器上的兩個定位點(定位銷)對準機器人凸緣。(下圖中紅圈處)
 使用螺栓固定感應器凸緣及機器人凸緣。
 機器人固定螺栓(內六角低圓柱頭螺栓: 4-M4x12)
 建議鎖緊扭力: 2.7 N·m



- (4) 將力覺感應器纜線固定至機器人。
 設置纜線，使其不會干擾機器人動作，且不會對纜線造成負載。

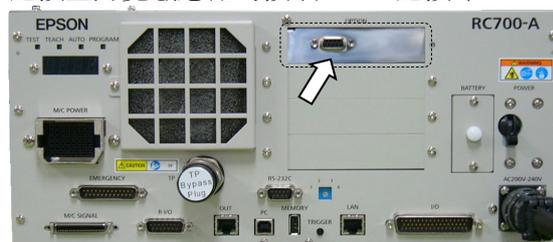
- (5) 將力覺感應器纜線連接至下列接頭。
 乙太網纜線接頭A(Ether 1或Ether 2)



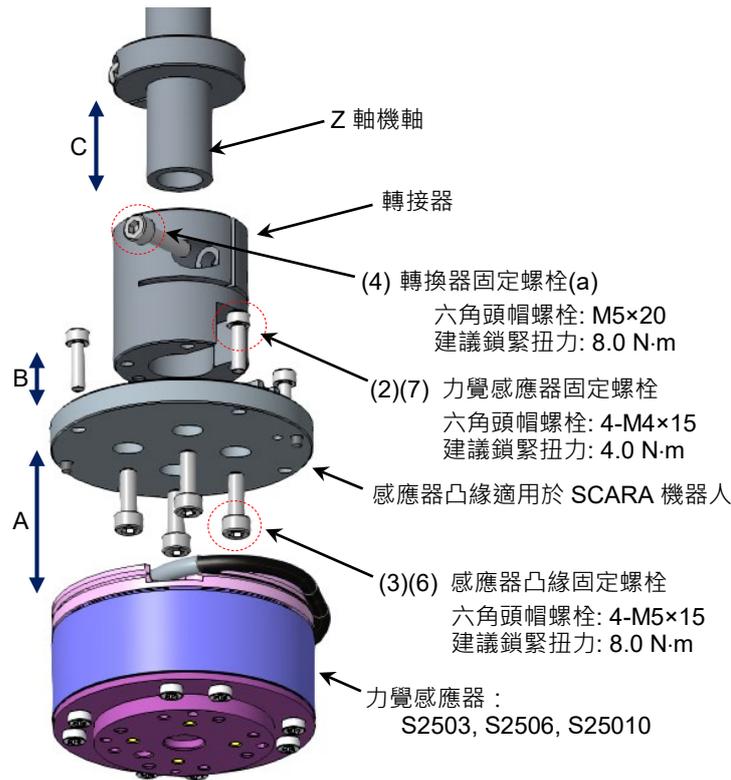
- (6) 將力覺感應器M/I連接纜線至(a)及(b)。

(a) : 乙太網路纜線接頭B
 接頭名稱與在步驟(5)中連接的接頭相同(Ether 1或Ether 2)

(b) : 連接至要使用的力覺感應器I/F
 連接至力覺感應器的接頭Sensor連接埠。



6.1.6 S2503, S2506, S25010 (適用於G, RS, GX系列)

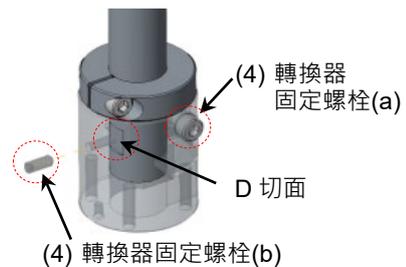


- (1) 關閉控制器電源。
- (2) 取下力覺感應器的感應器凸緣。(A)
力覺感應器固定螺栓(六角頭螺栓: 4-M4×15)
(出貨時, 感應器凸緣已安裝至感應器。)
- (3) 固定感應器凸緣及轉接器(B)
感應器凸緣固定螺栓(六角頭螺栓: 4-M5×15)
建議鎖緊扭力: 8.0 N·m
- (4) 將轉接器插入並固定在距離Z軸機軸末端30 mm處。(C)
若出貨至今未曾改變過Z阻擋器位置, 請將轉換器固定在其接觸Z阻擋器的位置。

使用下列螺栓(a)及(b)加以固定。
調整螺栓(b)的方向, 使其垂直碰觸Z軸機軸的D切面。

轉接器固定螺栓(a):
雙頭夾緊螺栓
(內六角圓柱頭螺栓: M5×20)
建議鎖緊扭力: 8.0 N·m

轉接器固定螺栓(b):
固定螺絲
(內六角固定螺絲: M4×10)
建議鎖緊扭力: 2.4 N·m

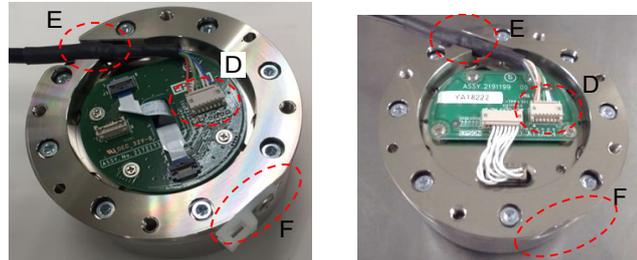


- (5) 將力覺感應器纜線連接至力覺感應器上的接頭(D)。

感應器適用的電路板共有兩種類型。請注意，感應器安裝方法會依感應器類型而異。

將力覺感應器纜線穿過Z軸空心軸時，請遵循下列步驟。

1. 將力覺感應器纜線從機軸上方部分穿過。
2. 從轉接器上的開口將纜線拉出。
3. 將力覺感應器纜線連接至力覺感應器上的接頭(D)。



- (6) 將力覺感應器安裝至於步驟(3)中固定的感應器邊緣。(A)
將感應器凸緣及力覺感應器上的切口(F)對齊。插入感應器凸緣，同時將感應器凸緣上的兩個定位銷插入感應器。
此時，調整力覺感應器纜線的位置，使散熱收縮管包覆的部位位於(E)。

- (7) 使用步驟(2)中取下的螺栓，固定感應器凸緣及力覺感應器。

力覺感應器固定螺栓(六角頭螺栓: 4-M4×15)

建議鎖緊扭力: 4.0 N·m

- (8) 將力覺感應器纜線固定至機器人。
設置纜線，使其不會干擾機器人動作，且不會對纜線造成負載。
如需纜線接線及接地的詳細資訊，請參閱下列章節。

硬體篇: 6.3 力覺感應器纜線接線

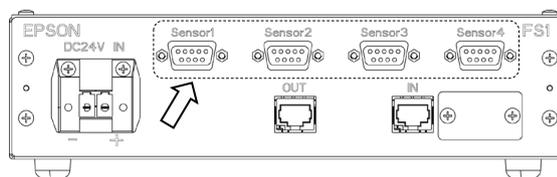
- (9) 將力覺感應器M/I連接纜線至(a)及(b)。

(a): F感應器纜線接頭

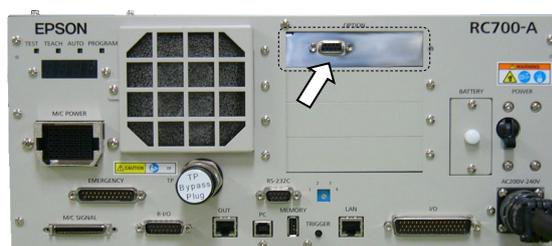
(b): 連接至要使用的力覺感應器I/F。

連接至力覺感應器的接頭Sensor連接埠。

力覺感應器I/F裝置:



力覺感應器I/F電路板:



 <p>注意</p>	<ul style="list-style-type: none">■ 如為RS系列，連接時同時將力覺感應器與D切面對齊，X軸及Y軸的正軸和負軸將會反轉180度。感應器標籤也會隨之反轉。 <p>由於X軸及Y軸的力覺控制也將會以相反方向運作，請採取下列措施。(使用原廠隨附的凸緣時)</p> <p>使用的韌體為7.3.4.0版或更舊版本時:</p> <p>執行下列 SPEL+命令。</p> <pre>> FSet Robot.FlangeOffset, 0, 0, -22, 180, 0, 180</pre> <p>參考: EPSON RC+ 7.0 選配 Force Guide 7.0 SPEL+ Language Reference: <i>FlangeOffset</i> 屬性</p> <p>從7.3.4.0版或更舊版本將韌體更新至7.3.4.0版或更新版本時:</p> <p>在 EPSON RC+功能表-[Tool]-[Robot manager]-[Mass/Gravity]面板中按一下<Defaults>按鈕。</p> <p>參考: EPSON RC+ 7.0 選配 Force Guide 7.0 軟體篇: 3.5.1 [Robot Manager](Tool 功能表)</p>
---	--

6.2 末端夾具

NOTE
 客戶必須自行組裝末端夾具。

如需在末端夾具側安裝螺絲孔位置的詳細資料，請參閱下列章節。
硬體篇: 4.2 外部尺寸

 <p>注意</p>	<ul style="list-style-type: none">■ 設計末端夾具感應器安裝面時，應可使感應器完全貼合末端夾具。此外，請確保使用的末端夾具具有足夠的剛性，如此才能發揮感應器的高效能。■ 操作已安裝末端夾具的機器人時，末端夾具可能會因下列因素而與機器人碰撞。<ul style="list-style-type: none">- 末端夾具外徑- 工件尺寸- 力覺感應器外徑- 機械臂位置等 <p>設計此系統時，應注意末端夾具及力覺感應器的干擾區域。</p>
---	--

6.2.1 允許力矩方針

以下說明設計末端夾具時的注意事項。

機器人關節上有允許力矩。設計機器人時，需注意不應超過相對應關節的允許力矩限制。允許力矩的計算方式如下。

負載及按壓力矩方向相同時:

力矩[N·m]

$$= \text{負載質量(力覺感應器, 末端夾具, 工件)[kg]} \times \text{重力加速度[m/s}^2] \times \text{旋轉中心與負載重心間的關節距離[m]} + \text{按壓力[N]} \times \text{旋轉中心與接觸點間的關節距離[m]}$$

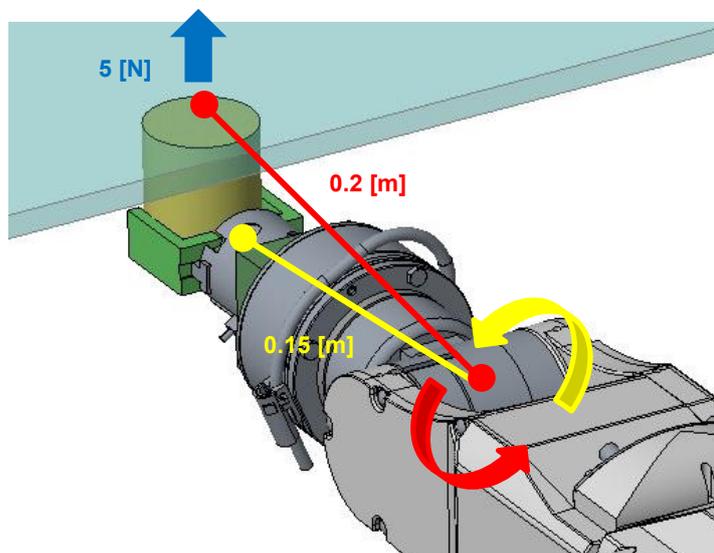
負載及按壓力矩方向不同時:

力矩[N·m]

$$= \text{負載質量(力覺感應器, 末端夾具, 工件)[kg]} \times \text{重力加速度[m/s}^2] \times \text{旋轉中心與負載重心間的關節距離[m]} - \text{按壓力[N]} \times \text{旋轉中心與接觸點間的關節距離[m]}$$

計算範例: 向上(C4: J5)

向上施加 5 N 時，在 C4 系列機器人上施加 J5 的允許力矩計算程序。



施加在 J5 上的力矩[N·m]

$$= \text{負載質量(力覺感應器, 末端夾具, 工件)[kg]} \times \text{重力加速度[m/s}^2] \times \text{J5 旋轉中心與負載重心間的距離[m]} + \text{按壓力[N]} \times \text{J5 旋轉中心與接觸點間的距離[m]}$$

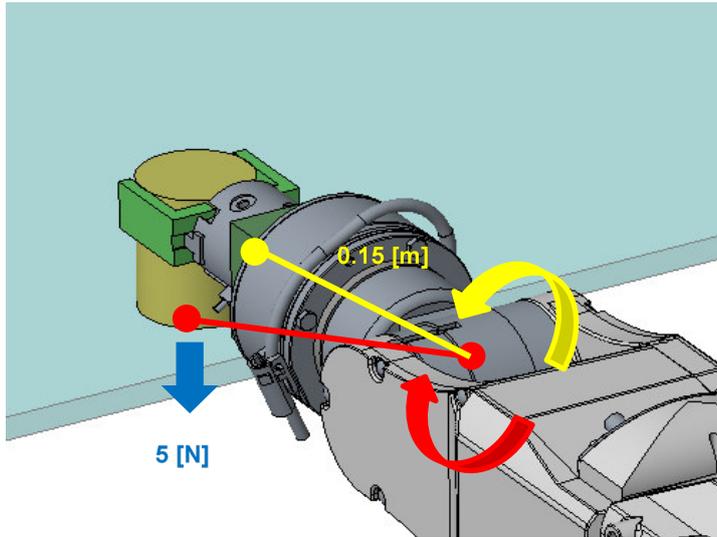
$$= 1 \text{ [kg]} \times 9.8 \text{ [m/s}^2] \times 0.15 \text{ [m]} + 5 \text{ [N]} \times 0.2 \text{ [m]}$$

$$= 2.47 \text{ [N·m]}$$

此算式正確，因施加在 J5 上的力矩 2.47 [N·m] 未超過 C4 的 J5 的允許力矩 4.41 [N·m]。

計算範例: 向下(C4: J5)

向下施加 5 N 時，在 C4 系列機器人上施加 J5 的允許力矩計算程序。



施加在 J5 上的力矩[N·m]

$$\begin{aligned} &= \text{負載質量(力覺感應器, 末端夾具, 工件)[kg]} \times \text{重力加速度[m/s}^2] \times \text{J5 旋轉中心與} \\ &\quad \text{負載重心間的距離[m]} - \text{按壓力[N]} \times \text{J5 旋轉中心與接觸點間的距離[m]} \\ &= 1 \text{ [kg]} \times 9.8 \text{ [m/s}^2] \times 0.15 \text{ [m]} - 5 \text{ [N]} \times 0.2 \text{ [m]} \\ &= 0.47 \text{ [N}\cdot\text{m]} \end{aligned}$$

此算式正確，因施加在 J5 上的力矩 0.47 [N·m] 未超過 C4 的 J5 的允許力矩 4.41 [N·m]。
對其他關節採取相同考量或驗證。

6.2.2 關節扭力方針

應用施加極大外力或末端夾具/工件的負載很重時，請遵循下列所示指示並檢查關節扭力。

檢查關節扭力峰值

PTRQ 可擷取或顯示扭力峰值。(請參閱使用編程範例)

PTRQ 為「1」時，可能會發生安全問題。務必檢查 PTRQ 小於「1」。

```

Function PTRQ_Check      '擷取或顯示 PTRQ 的編程範例
  Integer i
  Double PT(6)
  Do                      '重複動作部分及 PTRQ 擷取部分
    PTCLR                 '清除扭力峰值
'--- 動作部分(範例)---動作部分為範例，且由使用者描述
    TLSet 1, XY(0, 0, -49, 0, 0, 0) '設定 Tool 1
    Tool 1                '指定 Tool 1
    Motor On              '馬達開啟
    Power High            '功率高
    Speed 100             'PTP 動作速度設定
    Accel 100, 100        'PTP 動作加速度設定
    SpeedS 50             'CP 動作速度設定
    AccelS 500, 500       'CP 動作加速度設定

    Go P1                 'PTP 動作至 P1
    Go P2 +Z(20)          '移動至 P2+Z20 mm
    Move P2

    FSet FC1.Fz_Enabled, True '僅啟動 Fz 的力覺控制功能
    FSet FC1.Fz_Spring, 0     '虛擬彈性係數為 0
    FSet FC1.Fz_Damper, 10    '虛擬阻尼係數為 10
    FSet FC1.Fz_Mass, 10      '虛擬質量係數為 10
    FSet FC1.Fz_TargetForce, -50 '將 Fz 的目標力設為-50 N
    Wait 0.3                 '等待 0.3 s
    FSet FS1.Reset           '重設力覺感應器
    FCKeep FC1, 10          '執行力覺控制功能 10 s

    Move P2                 '移動至 P2
    Go P2 +Z(20)            '移動至 P2+Z20 mm
'-----
    For i = 1 To 6          '重複 1 至 6
      PT(i) = PTRQ(i)      '擷取 PTRQ
      Print "PT_J", i, "=", PTRQ(i) '顯示 PTRQ
    Next
  Loop
Fend

```

關節過載率

OLRate 可擷取或顯示過載率。(請參閱使用編程範例)

關節過載時，OLRate 會上升; 沒有發生過載時，則會下降。

OLRate 持續上升且變成「1」時，機器人會因伺服錯誤而停止。務必確認 OLRate 未持續上升，

尤其應確定一個動作循環的 OLRate 上升量為「0」。

```

Function OLRate_Check      '擷取或顯示 OLRate 的編程
  Integer i, j
  Double OLCheck(6), OL(6)
  Do                      '重複動作部分及 PTRQ 擷取部分
'--- 動作部分(範例)---動作部分為範例，且由使用者描述
  TLSet 1, XY(0, 0, -49, 0, 0, 0) '設定 Tool 1
  Tool 1                    '指定 Tool 1
  Motor On                  '馬達開啟
  Power High                '功率高
  Speed 100                 'PTP 動作速度設定
  Accel 100, 100            'PTP 動作加速度設定
  SpeedS 50                 'CP 動作速度設定
  AccelS 500, 500          'CP 動作加速度設定

  Go P1                     'PTP 動作至 P1
  Go P2 +Z(20)              '移動至 P2+Z20 mm
  Move P2                   'CP 動作至 P2

  FSet FC1.Fz_Enabled, True '僅啟動 Fz 的力覺控制功能
  FSet FC1.Fz_Spring, 0     '虛擬彈性係數為 0
  FSet FC1.Fz_Damper, 10   '虛擬阻尼係數為 10
  FSet FC1.Fz_Mass, 10     '虛擬質量係數為 10
  FSet FC1.Fz_TargetForce, -50 '將 Fz 的目標力設為-50 N
  Wait 0.3                  '等待 0.3s
  FSet FS1.Reset           '重設力覺感應器
  FCKeep FC1, 10           '執行力覺控制功能 10s

  Move P2                   '移動至 P2
  Go P2 +Z(20)              '移動至 P2+Z20 mm

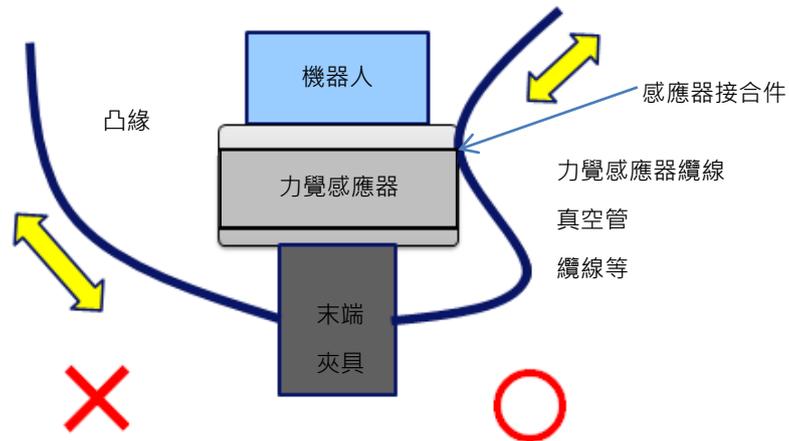
'-----
  For i = 1 To 6            '重複 1 至 6
    If j = 1 Then          '適用於第二個之後的循環
      OLCheck(i) = OLRate(i) - OL(i)
                          '擷取一個動作循環的 OLRate 上升量
      OL(i) = OLRate(i) '擷取 OLRate
      Print "OLCheck_J", i, "=", OLCheck(i)
                          '顯示一個動作循環的 OLRate 上升量
    Else                    '適用於第一個循環
      OL(i) = OLRate(i) '擷取 OLRate
    EndIf
  Next
  j = 1
Loop
Fend

```

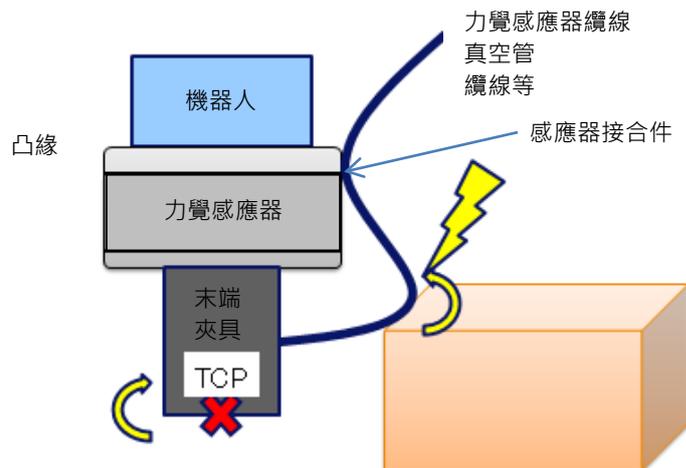
6.2.3 電線及管道的注意事項

因連接至末端夾具或從管道拉出的纜線之緣故，外力可能會施加於末端夾具。力覺感應器也會偵測到此力。此力會對操作造成不良影響。因此，請將纜線及管道固定至感應器接合件。

將電線及管道固定至感應器的接合件，可降低彈力或重力造成的影響。



電線或管道碰觸到周圍物體時，將會產生外力或扭力。請固定電線或管道，使其勿碰觸周圍物體。



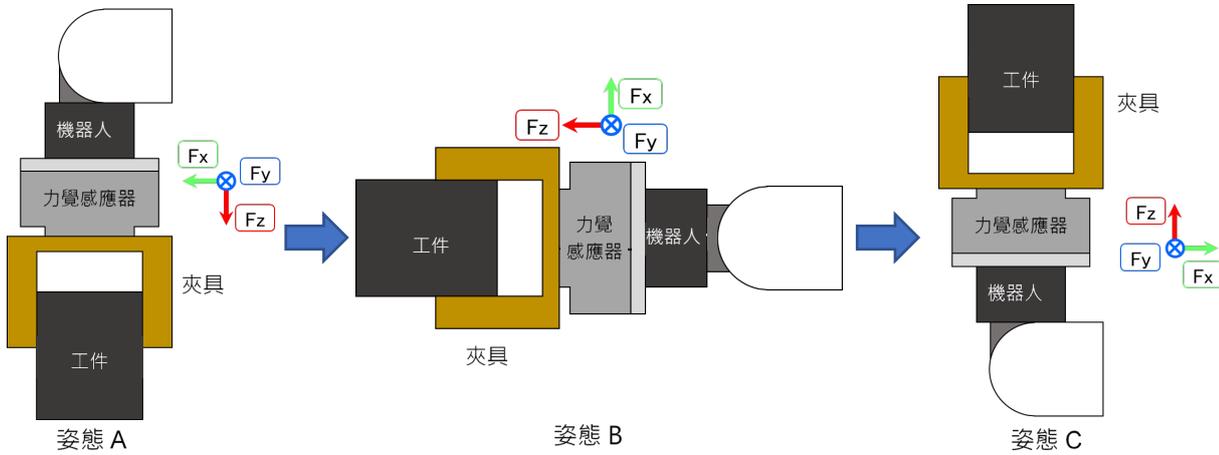
6.2.4 處理高負荷/高重量物品時的注意事項

處理高負載/高重量產品時，根據操作的不同，可能會超過力覺感應器的額定負載。使用時，請在客戶環境中進行預驗證，設定速度與加速度，使其不超過額定負載(參閱：4. 力覺感應器)。如果在力控制期間超過額定負載，則會發生5548 錯誤。

6.2.5 力覺感應器姿態變化相關的注意事項

如果在重置力覺感應器後進行大幅度姿態變化，則可進行力覺控制的範圍可能會受到限制。

下圖顯示了使用了力覺感應器的末端夾具上，當抓取工件 (與夾具合計總重量50[N])，並從姿態A移動到姿態C時，J5軸發生180度變化。



下表顯示了每個姿態對力覺感應器施加的負載。

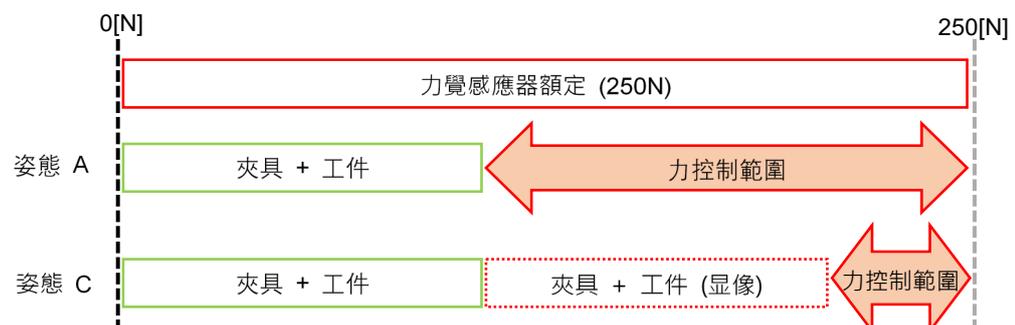
	F_x [N]	F_y [N]	F_z [N]
姿態A	0	0	50
姿態B	-50	0	0
姿態C	0	0	-50

在姿態A上重置力覺感應器時候，上表中的姿態A為基準，輸出為0。之後，當每個姿態發生變化時，力覺感應器的輸出值如下。

	F_x [N]	F_y [N]	F_z [N]
姿態A	0	0	0
姿態B	-50	0	-50
姿態C	0	0	-100

在姿態C中，施加力覺感應器上的力是夾具和工件的重量，但是力覺感應器的輸出值是其兩倍。在這個姿態C下進行按壓作業時，力覺感應器本來可以進行250[N]的力控制，但是由於力覺感應器已經受到了100[N]的力，所以只剩下150[N]的力，力控制的範圍變小。當力控制時力覺感應器的輸出值超過額定值時，則會發生5548錯誤。創建程式時注意不要超過額定範圍。

有關重力補償時的詳細資訊，請參閱 軟體篇 2.2 坐標轉換和 2.3 重力補償。



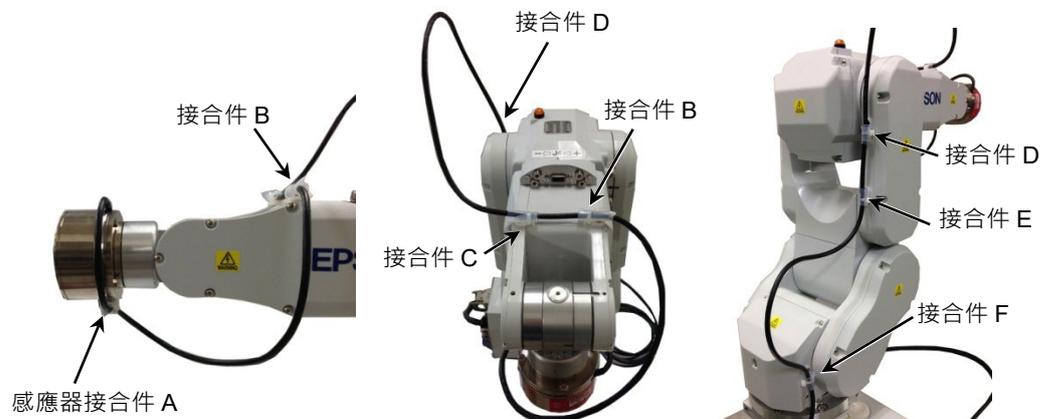
6.3 力覺感應器纜線接線

以下為建議的力覺感應器接線範例及機器人的粗略操作範圍。

關於實際應用，請根據機器人的使用情況固定接線。

6.3.1 C4系列-S250N

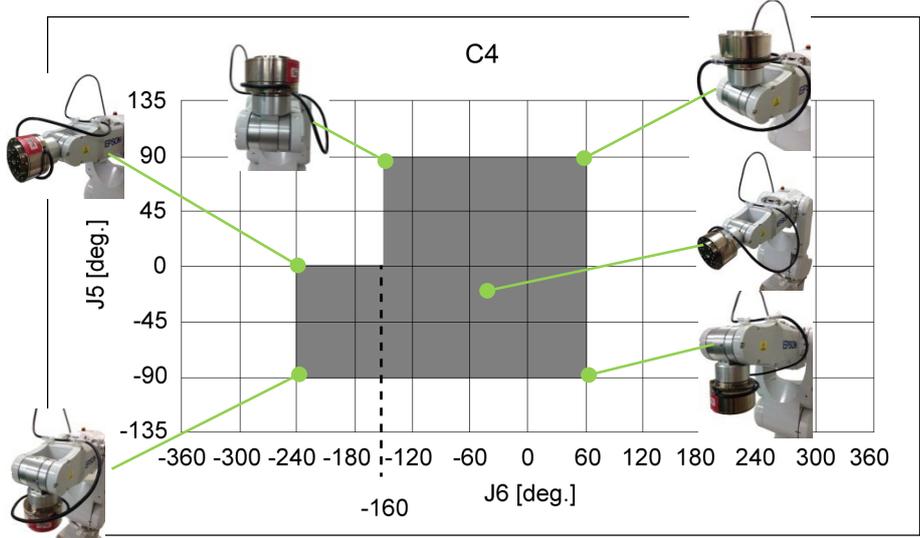
C4系列機器人接線範例



A-B的長度(超過J5及J6的旋轉長度): 400 mm

根據機器人的動作，調整C-D及E-F的長度。

C4系列機器人的粗略操作範圍

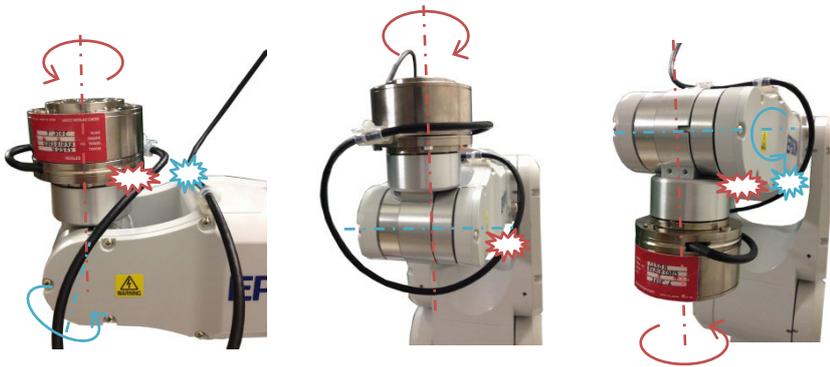


J5	J6
0 ~ 90 deg.	-160 ~ 60 deg.
-90 ~ 0 deg.	-240 ~ 60 deg.



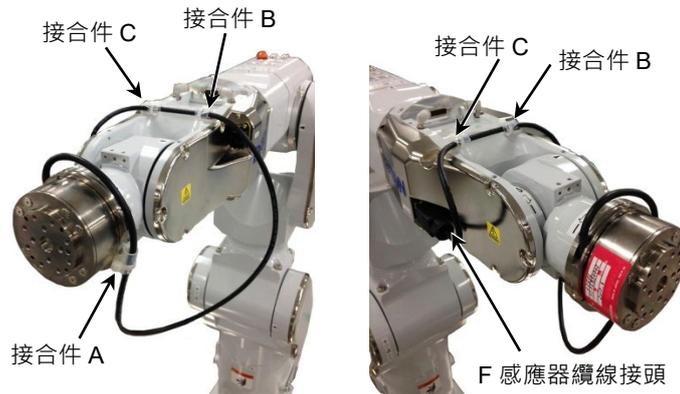
注意

- 纜線可能因存放而變形。請注意並確保纜線的彎曲半徑為纜線直徑的五倍 (R=30 mm以上)。
- 視機器人動作而定，纜線可能會如下圖所示摩擦機器人。部署纜線時，務必檢查纜線是否碰觸及摩擦機器人。



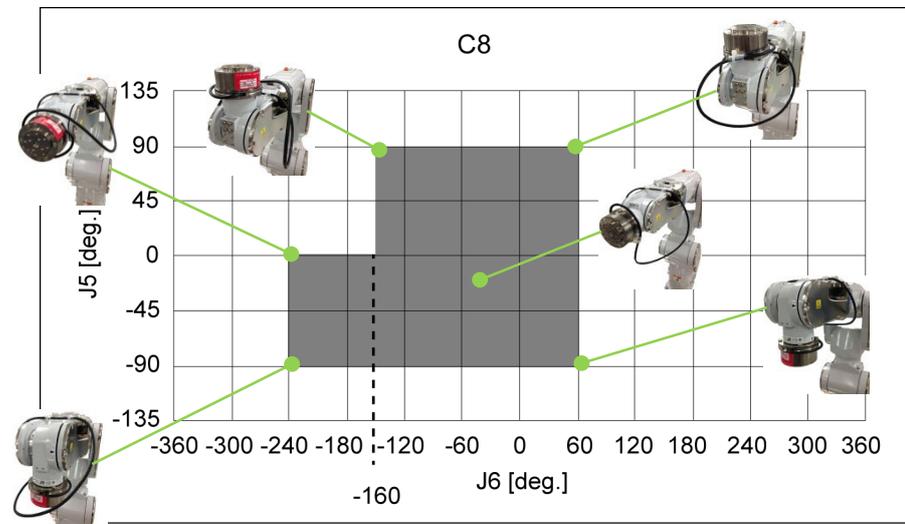
6.3.2 C8, C12系列-S250L, C8系列-S250P

C8, C12系列機器人接線範例



A-B的長度(超過J5及J6的旋轉長度): 475 mm

C8, C12系列機器人的粗略操作範圍



J5	J6
0 ~ 90 deg.	-160 ~ 60 deg.
-90 ~ 0 deg.	-240 ~ 60 deg.



注意

- 纜線可能因存放而變形。請注意並確保纜線的彎曲半徑為纜線直徑的五倍 (R=30 mm以上)。
- 視機器人動作而定，纜線可能會如下圖所示摩擦機器人。部署纜線時，務必檢查纜線是否碰觸及摩擦機器人。



6.3.3 N2系列-S250H

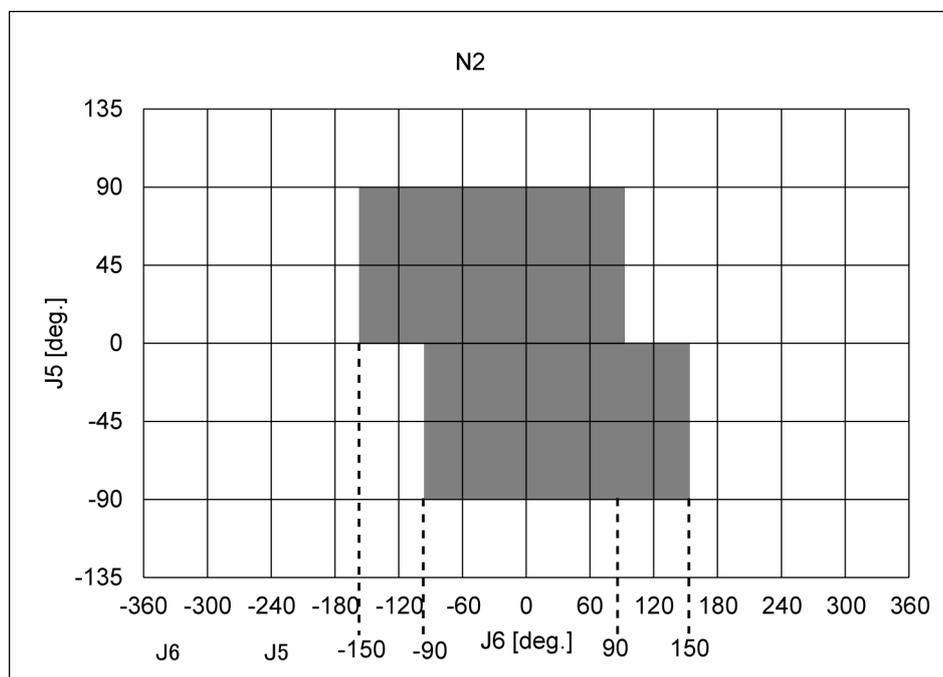
N2 系列機器人接線範例



A-B的長度(超過J5及J6的旋轉長度): 330 mm

以上述範例安裝纜線時，纜線直徑應小於 13 mm。

以上述範例接線時，N2 系列機器人的動作範圍粗略說明



J5	J6
0 ~ 90 deg.	-150 ~ 90 deg.
-90 ~ 0 deg.	-90 ~ 150 deg.



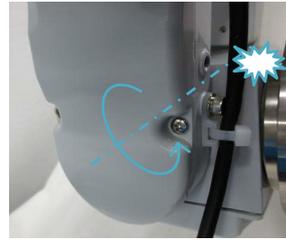
注意

- 纜線可能因存放而變形。請注意並確保纜線的彎曲半徑為纜線直徑的五倍 ($R=30\text{ mm}$ 以上)。

- 視機器人動作而定，纜線可能會如下圖所示摩擦機器人。

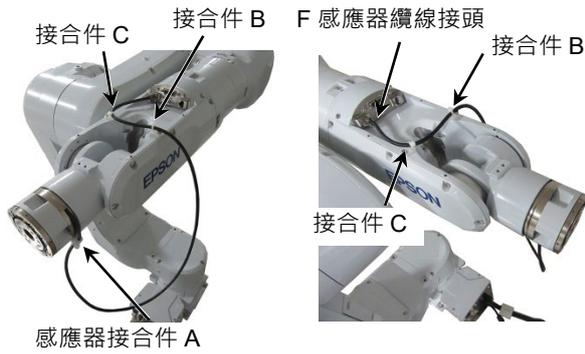
部署纜線時必須格外小心，且務必檢查纜線是否碰觸及摩擦機器人。

特別注意，若關節#4在機械臂#2及#4互相重疊時旋轉，纜線可能會卡在它們之間。請務必注意此現象。



6.3.4 N6系列-SH250LH

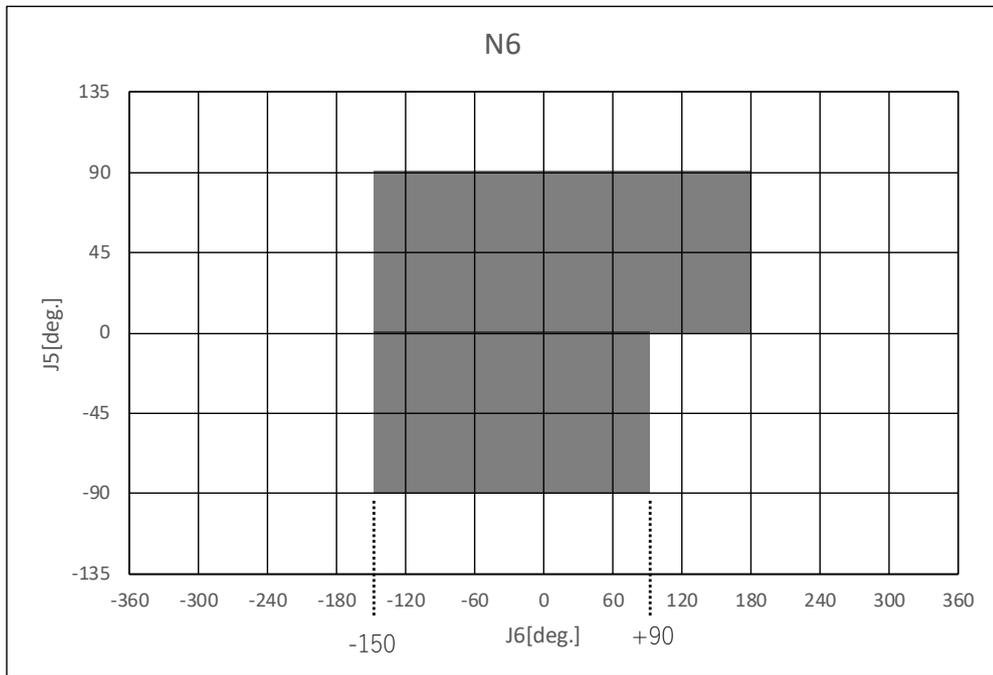
N6 系列機器人接線範例



A-B的長度(超過J5及J6的旋轉長度): 500 mm

以上述範例安裝纜線時，纜線直徑應小於 13 mm。

以上述範例接線時，N6 系列機器人的動作範圍粗略說明



J5	J6
0 ~ 90 deg.	-150 ~ 180 deg.
-90 ~ 0 deg.	-150 ~ 90 deg.

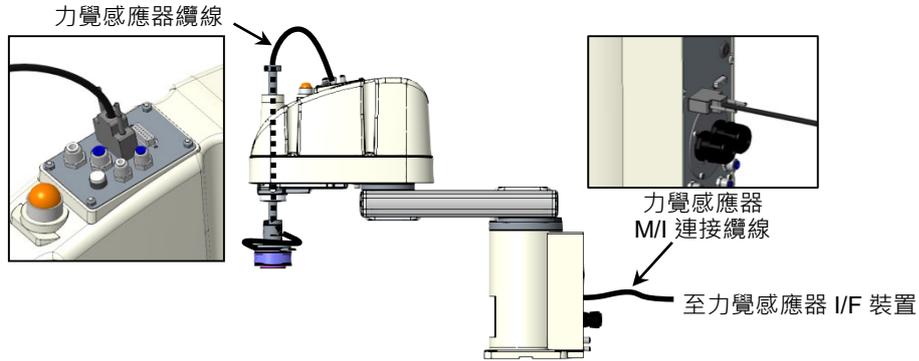


- 纜線可能因存放而變形。請注意，並確保纜線的彎曲半徑是纜線直徑的五倍 (R=30 mm以上)。
- 視機器人動作而定，纜線可能會如下圖所示摩擦機器人。
部署纜線時，務必檢查纜線是否碰觸及摩擦機器人。
特別注意，若關節#4在機械臂#2及#4互相重疊時旋轉，纜線可能會卡在它們之間。請務必注意此現象。
- 將纜線穿過中央孔洞時，纜線重量可能會影響感應器值。部署纜線時，請注意固定位置。
若纜線重量對操作造成影響，請參閱此節的接線範例並固定纜線。

6.3.5 G, GX系列-S2503, S2506, S25010

接線範例1: 使用D-sub時

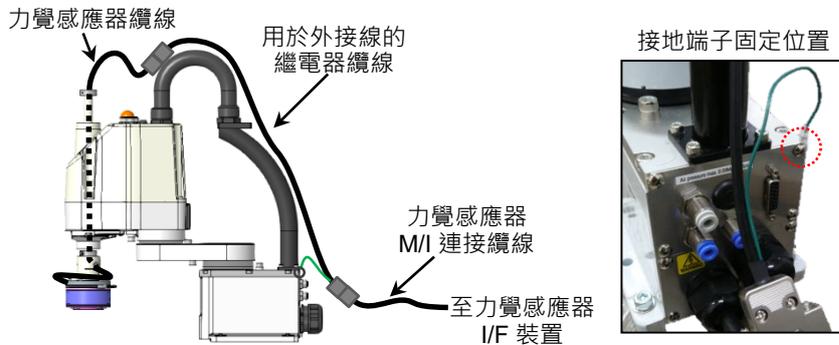
G6, G10, G20, GX8 GX10-B 與 GX20-B系列採用使用者接頭D-sub(9針腳)以安裝力覺感應器。



接線範例2: 使用纜線導管、外接線選配等

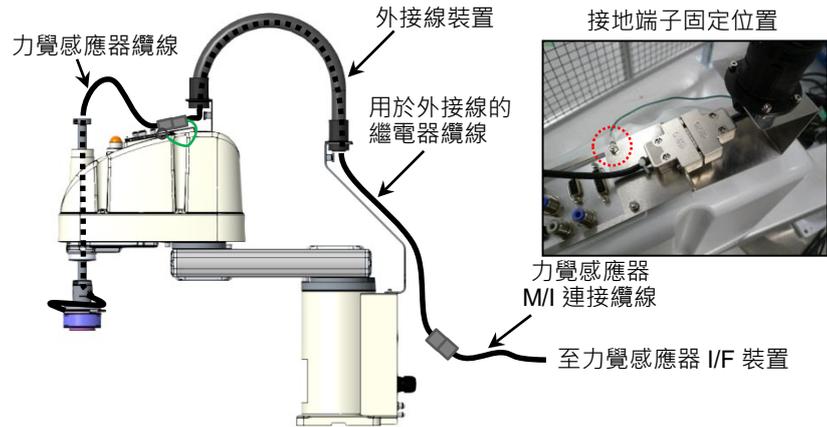
如為G3與GX4系列，使用纜線導管將纜線安裝在機器人外側。

在機器人外側安裝纜線時，務必確認將繼電器纜線的接地線安裝至機器人上的指定位置。

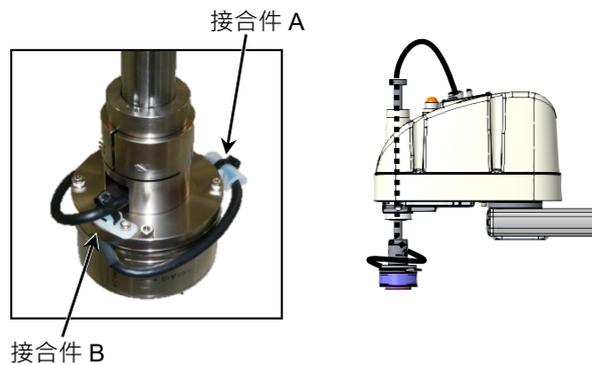


如為G6, G10, G20, GX8 GX10-B 與 GX20-B系列，下列選配產品可使用外接線。

選配產品		代碼
外接線裝置	G6-***S 適用於臺架式安裝/標準機型	R12NZ900GX
	GX8-***S 適用於臺架式安裝/標準機型	R12NZ901BY
	G6-***S 適用於天吊式/壁掛式安裝/標準機型	R12NZ900GY
	GX8-***SR/SW 適用於天吊式/壁掛式安裝/標準機型	R12NZ901BZ
	G10/G20-***S 架台取付タイプ / 標準環境仕様 用	R12NZ900GZ
	GX10/GX20-B***S	
	G10/G20-***SR/SW 天井/壁取付タイプ / 標準環境仕様 用	R12NZ900H1
GX10/GX20-B***SR/SW		
繼電器纜線		R12NZ900RW



接線範例1及2使用隨附的纜線安裝架及束線帶來固定下列接合件A及B。如使用其他零件，請根據機器人的動作固定纜線。

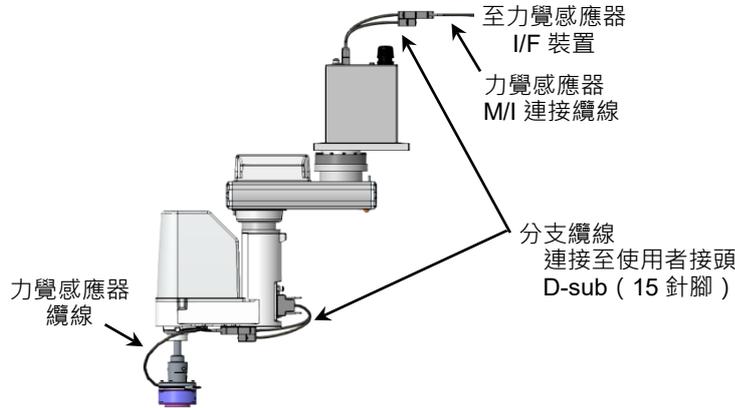


 注意	<ul style="list-style-type: none"> ■ 纜線可能因存放而變形。請注意，並確保纜線的彎曲半徑是纜線直徑的五倍 (R=30 mm以上)。 ■ 視機器人動作而定，纜線可能會如下圖所示摩擦機器人或受到張力。部署纜線時，請注意此部分，並檢查纜線是否碰觸及摩擦機器人或受到張力。
--	--



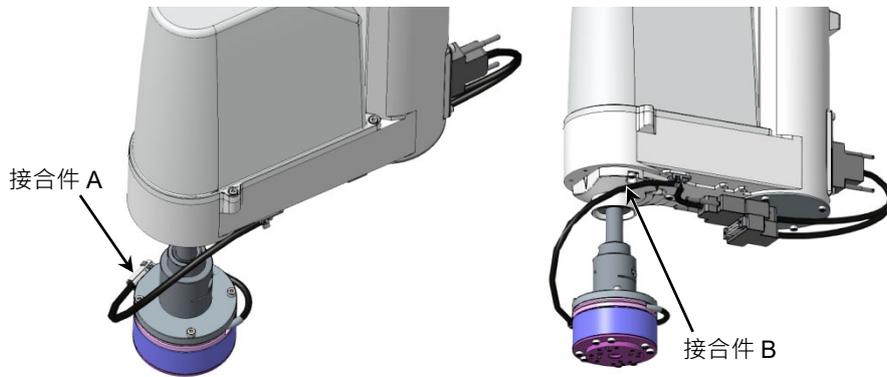
6.3.6 RS系列-S2503

RS系列採用使用者接頭D-sub(15針腳)以安裝力覺感應器。
 使用隨附的分支纜線連接使用者接頭及力覺感應器纜線。
 分支纜線可將使用者接頭D-sub(15針腳)分為6針腳及9針腳。



使用隨附的束線帶及纜線安裝架固定接合件A及B。
 如使用其他零件，請根據機器人動作固定纜線。

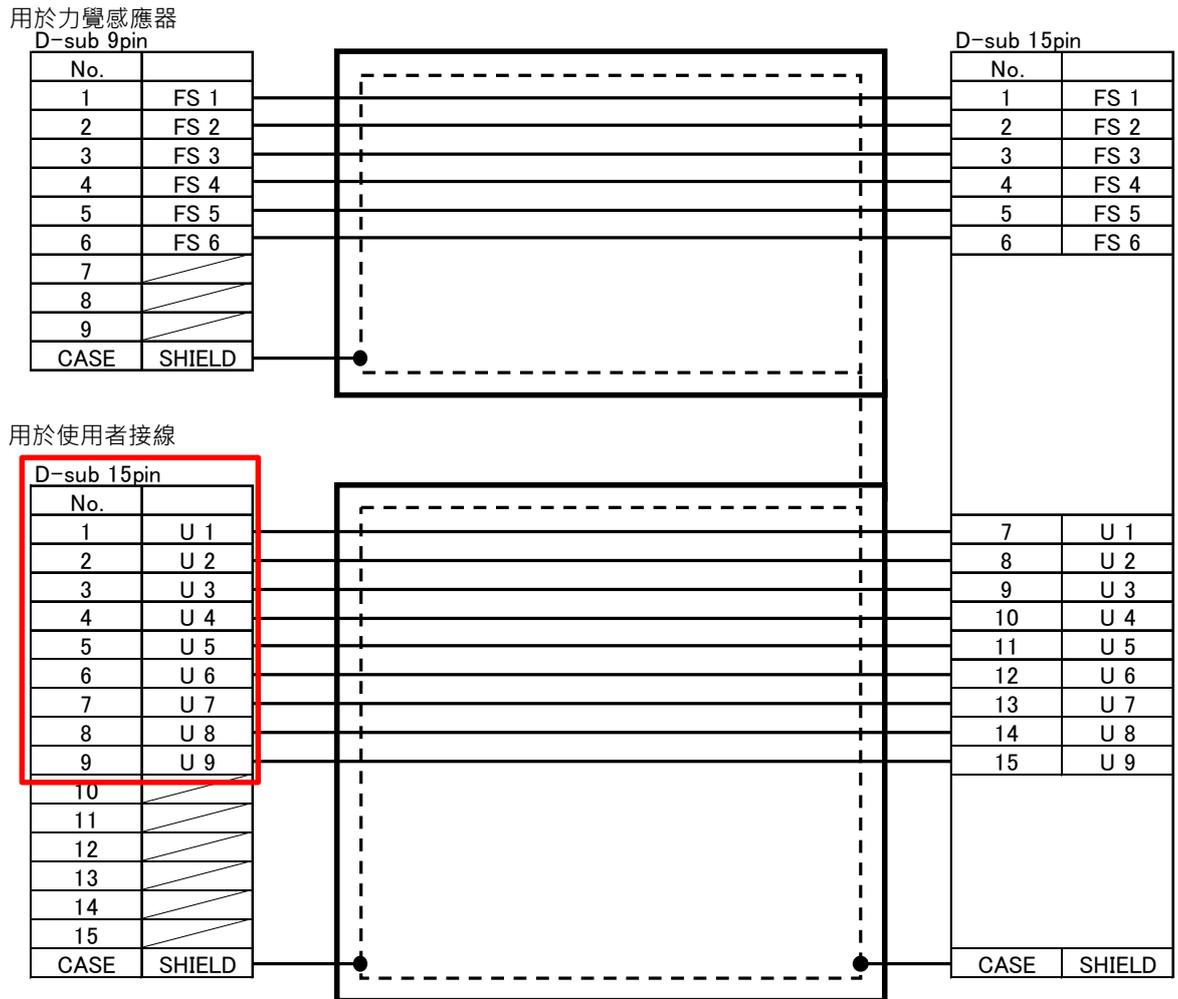
A-B的長度(超過J4的旋轉長度): 350 mm



以上述範例安裝纜線時，請使用下列範圍將機器人動作設定為粗略引導。

J4
+ 180 deg.
- 180 deg.

在使用者接頭D-sub(15針腳)中，將分支為6針腳的分支纜線用於力覺感應器。若要使用剩下的9針腳，請參閱下圖。



注意

- 纜線可能因存放而變形。請注意並確保纜線的彎曲半徑為纜線直徑的五倍 (R=30 mm以上)。
- 視機器人動作而定，纜線可能會如下圖所示摩擦機器人。部署纜線時，請注意此部分，並檢查纜線是否碰觸及摩擦機器人。



7. 維護零件清單

若要購買本章所列的維護零件，請洽詢當地供應商。

7.1 力覺感應器

		名稱	代碼	備註	
適用於 C4 系列	S250N	力覺感應器 *1	1673545	S250N	
		力覺感應器纜線 *2	2174940	C4_STD_FS-RB_CABLE_UNIT	
		力覺感應器 M/I 連接纜線 *3	3 m	2172839	C4_CABLE_UNIT_3 m
			5 m	2172841	C4_CABLE_UNIT_5 m
			10 m	2172842	C4_CABLE_UNIT_10 m
			20 m	2172843	C4_CABLE_UNIT_20 m
		感應器凸緣	1673548	C4_J6_FLANGE_PLATE_UNIT	
		機器人固定螺栓 *4	1665754	內六角低圓柱頭螺栓: M4×6 CSHBTT-ST3W-M4-6	
		力覺感應器固定螺栓 *4	1665741	六角頭螺栓: M4×12 H.BOLT.SCREW,4×12,F/ZN-3C	
接頭護蓋	1680038				
適用於 C8, C12 系列 *9	S250L (符合 IP20)	力覺感應器 *1	1673546	S250L	
		力覺感應器纜線 *5	2172845	C8STD_FS-RB_CABLE_UNIT	
		感應器凸緣	1673549	C8_STD_J6_FLANGE_PLATE_UNIT	
		機器人固定螺栓 *4	1665764	內六角扁圓頭螺栓: M5×15 H.B.BOLT.SCREW,5×15,F/ZN-3C	
	S250P (符合 IP67)	力覺感應器 *1	1673547	S250P	
		力覺感應器纜線 *5	2172856	C8_IP_FS-RB_CABLE_UNIT	
		感應器凸緣	1673550	C8IP67_J6_FLANGE_PLATE_UNIT	
		機器人固定螺栓 *4	1665760	內六角圓柱頭螺栓: M5×18 H.S.C.BOLT.SCREW,5×18,F/ZN-3C	
		密封墊圈 *4	1665759	SEAL WASHER_M5	
	S250L S250P	力覺感應器 M/I 連接纜線 *3	3 m	2172846	C8_RB-BOX_CABLE_UNIT_3 m
			5 m	2172847	C8_RB-BOX_CABLE_UNIT_5 m
			10 m	2172848	C8_RB-BOX_CABLE_UNIT_10 m
			20 m	2172849	C8_RB-BOX_CABLE_UNIT_20 m
		力覺感應器固定螺栓 *4	1665765	六角頭螺栓: M5×12 H.BOLT.SCREW, 5×12, F/ZN-3C	
	適用於 N2 系列	S250H	力覺感應器 *1	1673545	S250H
力覺感應器纜線			2177523	FSSPC01-S250H-HPARM-MV-00	
力覺感應器 M/I 連接纜線 *3			3 m	2179196	N2_RB-BOX_CABLE_UNIT_3 m
			5 m	2179197	N2_RB-BOX_CABLE_UNIT_5 m
			10 m	2179198	N2_RB-BOX_CABLE_UNIT_10 m
感應器凸緣			1700933	N2_J6_FLANGE_PLATE_UNIT	
機器人固定螺栓 *4			1665754	內六角低圓柱頭螺栓: M4×6 CSHBTT-ST3W-M4-6	
力覺感應器固定螺栓 *4	1665741	六角頭螺栓: M4×12 H.BOLT.SCREW, 4×12, F/ZN-3C			

名稱		代碼	備註	
適用於 N6 系列	SH250LH	力覺感應器 *1	1749809 SH250LH	
		力覺感應器纜線	2189943 N6_CABLE_UNIT	
		力覺感應器 M/I 連接纜線 *3	3 m	2177520 FSSPC3M-HPBASE-FS1-MV-00
			5 m	2177521 FSSPC5M-HPBASE-FS1-MV-00
			10 m	2177522 FSSPC10M-HPBASE-FS1-MV-00
			20 m	2189877 FSSPC20M-N6BASE-FSIF-MV-01
機器人固定螺栓 *4	1546620 內六角低圓柱頭螺栓: M4×12 H S C BOLT 4X12 F NI			
適用於 RS, G, GX 系列	S2503	力覺感應器 *1	1673545	
	S2506 S25010	感應器凸緣 *6	1701390 SC_FLANGE_PLATE_UNIT	
		力覺感應器 纜線 *7	0.4 m	2178628 FSSPC0P4-S250-SCARM-MV-00
			1.2 m	2178629 FSSPC1P2-S250-SCARM-MV-00
			1.5 m	2178630 FSSPC1P5-S250-SCARM-MV-00
			2 m	2178631 FSSPC2P0-S250-SCARM-MV-00
		力覺感應器 M/I 連 接纜線 *3	3 m	2179199 SC_RB-BOX_CABLE_UNIT_3 m
			5 m	2179200 SC_RB-BOX_CABLE_UNIT_5 m
			10 m	2179201 SC_RB-BOX_CABLE_UNIT_10 m
	繼電器纜線 *7	2 m	2178635 FS_RELAY_CABLE-MV-00	
	分支纜線 *7	0.3 m	2178636 FS_BRANCH_CABLE-00	
	S2503	轉接器 *8	1701391 G3, RS3, RS4 SC 16ADAPTER_UNIT	
	S2506		1701392 G6 SC 20ADAPTER_UNIT	
S25010	1701393 G10、G20、GX10-B、GX20-B SC 25ADAPTER_UNIT			
適用於 C4, C8, C12, N2, RS, G, GX 系列	S250N S250L S250P S250H S2503 S2506 S25010	纜線矽膠保護墊	1675521 CABLE_PROTECTION_SHEET_S250	
		天吊式安裝軸標籤	1692029 AXIS_LABEL_S250_FOR_CEILING-MOUNTED_RB	

*1 下列零件未隨附於力覺感應器。

力覺感應器纜線, 力覺感應器 M/I 連接纜線, 感應器凸緣

*2 下列零件已安裝至力覺感應器纜線。

接頭護蓋, 纜線安裝架, 束線帶, 矽膠保護墊

*3 纜線標籤已黏貼至力覺感應器 M/I 連接纜線。

*4 螺栓及墊圈為整組提供。

(固定零件需使用四個螺絲及墊圈。)

*5 下列零件已安裝至 C8 的力覺感應器纜線。

纜線安裝架, 束線帶, 矽膠保護墊

*6 下列螺栓已安裝至感應器凸緣。

力覺感應器固定螺栓(內六角圓柱頭螺栓: 4-M4×15)

*7 纜線因機器人機型而異。

*8 下列螺栓已安裝至轉換器。

轉換器固定螺栓(內六角圓柱頭螺栓: M5×20, 內六角固定螺絲: M4×10)

*9 C12 系列僅支援 S250L。

7.2 力覺感應器I/F裝置

名稱	代碼	備註
力覺感應器 I/F 裝置	2172811	未隨附電源接頭(公頭)及通訊纜線。
電源接頭(公頭)	2172812	
電路板	2172813	
電源供應板	2172814	
通訊纜線	R12NZ9006R	1.5 m
保險絲	2172341	

7.3 力覺感應器I/F電路板

名稱	代碼	備註
力覺感應器 I/F 電路板	2184536	僅電路板

軟體篇

1. 檢查連接狀況

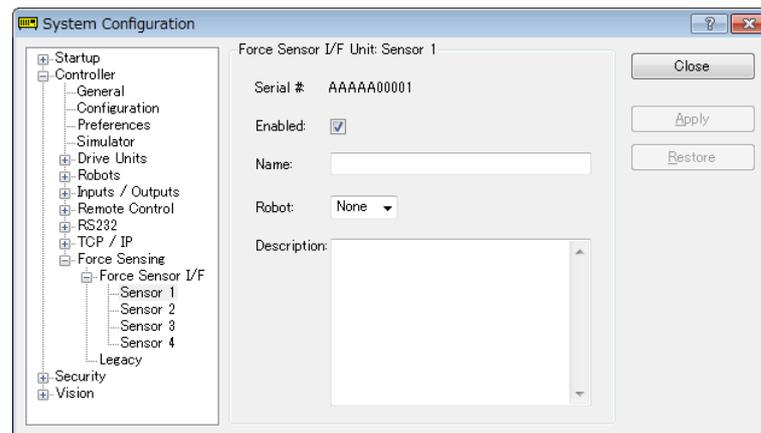


注意

- 若力覺感應器與機器人的連接設定不正確，機器人會依據錯誤設定的感應器輸出移動。若在此狀態下執行力控制功能，它可能會在無意中作用。進行設定時請留意，並在執行力覺控制前檢查運作情形。

1.1 設定力覺感應器I/F裝置

在樹狀結構中，選擇[Controller]-[Force Sensing]-[Force Sensor I/F]-[Sensor *]。請在[System Configuration]中設定力覺感應器 I/F 裝置。

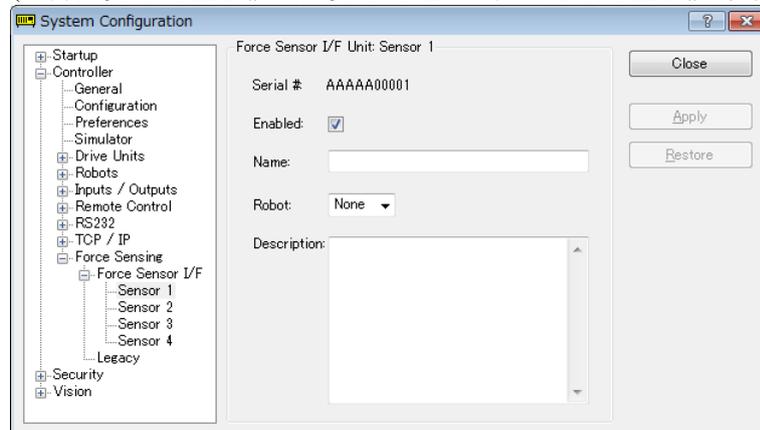


項目	說明
Serial #	此為力覺感應器的序號(最多 10 個字元)。
Enabled	設定使用力覺感應器。 核取方塊已勾選: 從感應器取得力資訊。
Name	設定力覺感應器的名稱(最多 32 個單位元組字元)。
Robot	設定力覺感應器與新增機器人的連結。 選擇力覺感應器連接的機器人數量。
Description	使用者可輸入任何註解(最多 255 個單位元組字元)。
Close	關閉[System Configuration]對話方塊。 若變更設定，請重新啟動系統。
Apply	儲存變更的數值。
Restore	還原為原始數值。

力覺感應器連接程序

請依下列程序連接力覺感應器。

- (1) 使用力覺感應器 I/F 裝置時:
使用通訊纜線連接機器人控制器及力覺感應器 I/F 裝置。
使用力覺感應器 I/F 電路板時:
將力覺感應器 I/F 電路板安裝於機器人控制器的選配插槽上。
- (2) 使用力覺感應器纜線及力覺感應器 M/I 纜線連接力覺感應器及力覺感應器 I/F 裝置或電路板。
- (3) 使用力覺感應器 I/F 裝置時:
開啟力覺感應器 I/F 裝置。
- (4) 開啟機器人控制器。
- (5) 啟動 EPSON RC+7.0，並與機器人控制器建立連線。
- (6) 在「設定」功能表中，選擇[System Configuration]。
[System Configuration]對話方塊隨即顯示。
- (7) 在樹狀結構中，選擇[Controller]-[Force Sensing]-[Force Controller I/F]-[Sensor 1]。
(選擇力覺感應器連接之力覺感應器 I/F 裝置的感應器連接埠數量。)



- (8) 在[Robot]欄位中，設定力覺感應器安裝的機器人數量。
- (9) 若要將變更套用至設定，請按一下<Apply>按鈕。
若要取消變更，請按一下<Restore>按鈕。
- (10) 按一下<Close>按鈕。
按一下此按鈕可重新啟動系統，並將變更套用至設定。

力覺感應器中斷程序

請依下列程序中斷力覺感應器。

- (1) 啟動 EPSON RC+7.0，並與機器人控制器建立連線。
- (2) 在「設定」功能表中，選擇[System Configuration]。
- (3) 在樹狀結構中，按一下[Controller]-[Force Sensing]-[Force Sensor I/F]-[Sensor 1]。
(選擇力覺感應器連接之力覺感應器 I/F 裝置的感應器連接埠數量。)
- (4) 取消勾選[Enabled]核取方塊。
- (5) 按一下<Apply>按鈕。
- (6) 按一下<Close>按鈕。
機器人控制器會重新啟動，並套用設定變更。
- (7) 關閉機器人控制器。
- (8) 使用力覺感應器 I/F 裝置時:
關閉力覺感應器 I/F 裝置。
- (9) 從力覺感應器 I/F 裝置或電路板中斷力覺感應器。

力覺感應器更換程序

請依下列程序更換力覺感應器。

- (1) 請參閱上述的「力覺感應器中斷程序」，並中斷力覺感應器。
- (2) 請參閱上述的「力覺感應器連接程序」，連接新的力覺感應器。

1.2 檢查連接狀況

檢查連接狀況

請依下列程序檢查力覺感應器及機器人系統間的連接狀況。

- (1) 啟動 EPSON RC+7.0，並與機器人控制器建立連線。
- (2) 檢查是否無錯誤。
- (3) 在「Setup」功能表中，選擇[System Configuration]。
檢查是否顯示樹狀結構-[Controller]-[Force Sensing]-[Force Sensor I/F]-[Sensor *]。
- (4) 按一下[Sensor 1]，並檢查已連接力覺感應器的序列代碼是否正確顯示。
(此為力覺感應器連接之力覺感應器 I/F 裝置的 Sensor 連接埠數量。)
- (5) 若未發生錯誤且[Force Sensor I/F]顯示於樹狀結構中，表示連接成功。

若發生錯誤，請在「View」功能表中選擇[System History]、辨識錯誤並採取修正措施。

若[Force Sensor I/F]未顯示於樹狀結構中，請檢查下列項目。

使用力覺感應器 I/F 裝置時:

力覺感應器 I/F 裝置可能未開啟，或未連接纜線。

請檢查電源及接線。

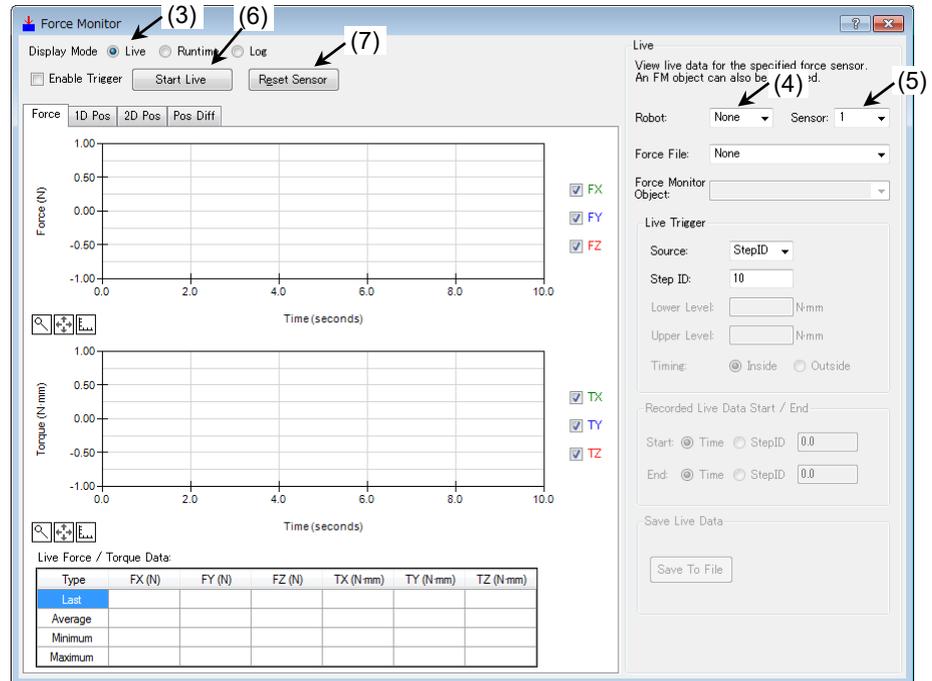
使用力覺感應器 I/F 電路板時:

力覺感應器 I/F 電路板可能未正確安裝於機器人控制器的選配插槽上。請確保正確安裝。

檢查輸出值的擷取狀況

執行下列程序，檢查是否可正確擷取力覺感應器的輸出值。

- (1) 啟動 EPSON RC+7.0，並與機器人控制器建立連線。
- (2) 在「EPSON RC+ 7.0」功能表中，按一下[Tools]-[Force Monitor]。



- (3) 在[Display Mode]中選擇<Live>。
- (4) 在[Live]-[Robot]中選擇「None」。
- (5) 在[Live]-[Sensor]中選擇要檢查的感應器編號。
(力覺感應器座標系中的力與扭力將隨即顯示。)
- (6) 選擇<Start Live>按鈕。
- (7) 按一下<Reset Sensor>按鈕。
- (8) 在力覺感應器座標系的各軸方向施力，並檢查是否可在力覺感應器的指定精度內偵測到該力。



注意

- 進入防護區以對力覺感應器施力時，請透過將機器人設為禁止操作狀態等安全措施來確保安全。

如需安全詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide

1.3 檢查力覺感應器精度

1.3.1 概觀

本節說明檢查力覺感應器是否正確運作的方法。

力覺感應器因操作期間受到撞擊，或施加超出額定負載的負載量而受損時，精度可能會發生異常。

精度異常可透過比較使用力覺感應器前擷取資料(初始資料)，以及發現精度錯誤後擷取資料(比較資料)的方式檢查。

若在使用力覺感應器時發現異常，請依下列步驟檢查力覺感應器精度。

執行精度檢查時，請確定取得使用力覺感應器前的初始資料。

力覺感應器的保證精度為 $\pm 5\%$ 。檢查精度時，若超出保證值，則建議更換力覺感應器。但視應用而定，部分感應器在超出保證值的情況下仍可使用。請視使用情況更換力覺感應器。

1.3.2 初始資料擷取

本節說明初始資料的取得方式。

初始資料可透過以下數頁的編程範例取得。6 軸及 SCARA 機器人具有不同的編程方式。請依據機器人選擇編程。

檢查力覺感應器精度時，將會使用此資料。請確定儲存擷取的資料。



注意

- 請依據使用環境變更機器人的初始位置及動作，並確保機器人，末端夾具，纜線，周邊設備不會互相干擾。

```

Function ForceSensorLog6Axis          '6 軸機器人的編程範例
  Integer iFileNum
  iFileNum = FreeFile                  '取得空白檔案編號

  ChDir "C: \Temp"                    '指定檔案目的地路徑
  WOpen "Forcelog.csv" As #iFileNum   '指定檔案名稱並開啟檔案

  Tool 0                               '指定工具 0
  FSet FM1.CoordinateSystem, FCS0     '指定
                                      '力覺座標系的工具座標系
  FSet FM1.ForceSensor, 1             '指定力覺感應器編號
  FSet FM1.LPF_Enabled, False, False, False, False, False, False, False, False
                                      '停用低通濾波器
  MP 0                                 '停止重力補償

  Motor On                             '馬達開啟
  Go AglToPls (0, 0, 0, 0, 0, 0)     '移至初始位置

  FSet FS1.Reset                      '重設力覺感應器
  FSet FM1.LogStart, 60, 0.1, #iFileNum '開始記錄力覺感應器數值
'-----操作部分-----
  Motor On                             '馬達開啟
  Wait 2
  Go AglToPls (0, 0, 0, 0, 90, 0)
  Wait 2
  Go AglToPls (0, 0, 0, -90, 90, 0)
  Wait 2
  Go AglToPls (0, 0, 0, -90, -90, 0)
  Wait 2
  Go AglToPls (0, 0, 0, 0, -90, 0)
  Wait 2
  Go AglToPls (0, 0, 0, 0, 0, 0)
  Wait 2
'-----
  FSet FM1.LogEnd                    '結束記錄力覺感應器數值
  Close #iFileNum                    '關閉檔案
Fend

```

```

Function ForceSensorLogSCARA                                ' SCARA 機器人的編程範例
    Integer iFileNum
    iFileNum = FreeFile                                    ' 取得空白檔案編號

    ChDir "C: \Temp"                                       ' 指定檔案目的地路徑
    WOpen "Forcelog.csv" As #iFileNum                     ' 指定檔案名稱並開啟檔案

    Tool 0                                                  ' 指定工具 0
    FSet FM1.CoordinateSystem, FCS0                       ' 指定力覺座標系的工具座標系
    FSet FM1.ForceSensor, 1                               ' 指定力覺感應器編號
    FSet FM1.LPF_Enabled, False, False, False, False, False, False, False, False, False
                                                            ' 停用低通濾波器
    MP 0                                                    ' 停止重力補償

    Motor On                                              ' 馬達開啟
    Go AglToPls(0, 0, 0, 0)                               ' 移至初始位置

    FSet FS1.Reset                                         ' 重設力覺感應器
    FSet FM1.LogStart, 60, 0.1, #iFileNum                ' 開始記錄力覺感應器數值
' -----操作部分-----
    Motor On                                              ' 馬達開啟
    'Power High                                           ' 高功率模式
    'Accel 50, 50                                         ' 加速設定
    'Speed 50                                             ' 速度設定
    Wait 2
    Go AglToPls(0, 90, 0, 0)
    Wait 2
    Go AglToPls(0, 90, 0, -90)
    Wait 2
    Go AglToPls(0, 0, 0, -90)
    Wait 2
    Go AglToPls(0, 0, -50, -90)
    Wait 2
    Go AglToPls(0, 0, 0, -90)
    Wait 2
    Go AglToPls(0, 0, 0, 0)
    Wait 2
' -----
    FSet FM1.LogEnd                                       ' 結束記錄力覺感應器數值
    Close #iFileNum                                       ' 關閉檔案
Fend
    
```

說明

- (1) 指定檔案位置及名稱，接著開啟檔案。
設定任意檔案位置及檔案名稱。
- (2) 指定工具 0，並指定力覺座標系的工具座標系。
可使用使用者設定的力覺座標系。此外，若 FCS0 為符合預設工具座標系的力覺座標系，則可使用使用者定義的力覺座標物件。
- (3) 指定感應器編號。
指定要擷取初始資料的力覺感應器編號。
- (4) 停用低通濾波器，並停止重力補償。
- (5) 開啟馬達，並將機器人移至初始位置。
在編程範例中，機器人會移至起始位置。亦可將機器人移至使用者指定的位置。
- (6) 重設力覺感應器。
- (7) 開始記錄力覺感應器數值。
數值會以 0.1 秒的間隔記錄 60 秒。
- (8) 移動機器人以改變力覺感應器姿態。
在 6 軸機器人編程範例中，關節#4 及#5 會從移動，以改變力覺感應器姿態。起始位置亦可使用使用者指定的動作。請注意，該動作需包含 10 度以上的感應器角度改變(從初始位置開始的每個方向)。
在 SCARA 機器人編程範例中，關節#2, #3, #4 會從起始位置移動，以在力覺感應器施加慣性力。為記錄慣性力，感應器數值的測量間隔會較 6 軸機器人編程範例短。
亦可使用使用者指定的動作。請注意，應在感應器的每個方向(從初始位置開始)施加 1 [N]以上的力。
在編程範例中，已加入速度及加速設定的註解。確認動作無任何問題，並啟用命令。
- (9) 停止記錄力覺感應器數值。
- (10)關閉檔案，並結束程式。

NOTE



已擷取的力覺感應器數值會受下列設定影響。

- 基礎座標設定(Base)
- 本地座標設定(Local)
- 工具設定(Tool, TLSet)
- 凸緣偏移設定(F_FlangeOffset)
- 力覺座標物件(FCS#)

NOTE



儲存以上設定值，以便在擷取比較資料時重新產生。

力覺感應器數值會受實體安裝條件影響，如機器人傾斜度, 感應器凸緣, 末端夾具的形狀及重量。因此，使用環境變更時，請務必再次擷取初始資料。

1.3.3 擷取比較資料並與初始資料比較

若發現力覺感應器精度異常，請取得比較資料並與初始資料比較。

應透過和初始資料擷取的相同程序及條件取得比較資料。

請注意實體安裝環境, 設定值, 動作等的資料擷取條件。

比較初始資料與透過和初始資料相同條件擷取到的比較資料時，若發現力覺感應器輸出間的差異極大，表示該力覺感應器無法使用。

力覺感應器因受到撞擊，或施加超出額定負載的負載量而受損時，精度可能會發生異常。請在規格範圍內使用力覺感應器。

如需規格的詳細資訊，請參閱下列章節。

硬體篇: 4.1 規格

2. 力覺感應器修正

2.1 重設力覺感應器

力覺感應器具備漂移特性。因此，每次使用力覺功能前都必須重設力覺功能。力覺感應器重設後，請在10分鐘內使用力覺功能。

執行重設命令會將力覺感應器初始化，並將目前的力與扭力設為「0」。可在力覺感應器物件的Reset屬性中執行重設。

如需Reset屬性的詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 選配 Force Guide 7.0 SPEL+ Language Reference

若長時間使用力覺感應器且未進行重設，則漂移誤差會不斷累積。此外，也有可能發生力覺感應器錯誤。請務必注意此現象。若發生錯誤，請執行力覺感應器物件的Reboot屬性。



注意

- 請確定在沒有施加外力時，重設力覺感應器。
若在有施加外力時重設，則會進入施加外力為「0」的狀態。因此，若去除施加外力，即時沒有外力，力覺感應器仍會偵測到外力。若在此狀態中執行力控制功能，機器人可能會在無意中移動。請務必注意此現象。

2.2 座標轉換

力覺感應器的座標轉換係指轉換力覺感應器輸出至力覺座標系中力與扭力的數值。

所有的力覺功能皆於力覺座標系中執行。座標轉換一律會自動執行。

力覺座標系可透過力覺座標物件設定。力覺功能會在座標系間進行動態切換時執行。

NOTE



使用座標變換不會更改力覺感應器的輸出值。因此，即使顯示的值在力覺感應器的額定值內，如果力覺感應器的輸出值超過額定值，也會發生5548 錯誤。



注意

- 若凸緣偏移或力覺座標物件未正確設定，力覺感應器的輸出值會轉換為錯誤座標系中的力與扭力。若在此狀態中執行力控制功能，此功能可能會在無意中作動。請仔細進行設定。首先請確認運作情形，再執行力控制功能。

力覺感應器座標系及工具座標系間的一致性

若要執行力覺感應器輸出值的座標轉換，您必須設定凸緣偏移，亦即力覺感應器與機器人的相對關係。

凸緣偏移的實質意義為感應器凸緣偏移的量。若設定凸緣偏移，將從機器人 Tool 0 座標系檢視的力覺感應器底部中央位置視為原點，並設定座標系的位置及姿態，使其方向與力覺感應器座標系一致。

偏移會因機器人安裝方式(使用 EPSON 感應器凸緣)而異，如下表所示。

機器人型號	感應器型號	安裝類型	凸緣偏移 (X, Y, Z, U, V, W)
C4系列	S250N	臺架式安裝	(0, 0, 5, 0, 0, 0)
		天吊式安裝	(0, 0, 5, 180, 0, 0)
C8系列	S250L, S250P	臺架式安裝	(0, 0, 5, 0, 0, 0)
		天吊式安裝	(0, 0, 5, 180, 0, 0)
		壁掛式安裝	(0, 0, 5, 0, 0, 0)
C12系列	S250L	臺架式安裝	(0, 0, 5, 0, 0, 0)
N2系列	S250H	臺架式安裝	(0, 0, 5, 0, 0, 0)
		天吊式安裝	(0, 0, 5, 180, 0, 0)
N6系列	SH250LH	臺架式安裝	(0, 0, 0, 0, 0, 0)
		天吊式安裝	(0, 0, 0, 180, 0, 0)
G3, G6, GX4, GX8系列	S2503, S2506	全部	(0, 0, -22, 180, 0, 180)
G10, G20, GX10-B, GX20-B, 系列	S25010		(0, 0, -24, 180, 0, 180)
RS系列	S2503		(0, 0, -22, 180, 0, 180)

自行製作感應器凸緣時，請測量偏移並設定凸緣偏移。

凸緣偏移可於[Robot Manager]-[Sensor Panel]中設定，或透過 F_FlangeOffset 陳述式設定。如需設定程序的詳細資訊，請參閱下列章節及手冊。

軟體篇: 3.5.1 [Robot Manager](工具功能表)
 -[Tools]-[Robot Manager]-[Force]面板
 EPSON RC+ 7.0 選配 Force Guide 7.0 SPEL+ Language Reference

工具座標系及力覺座標系間的一致性

力覺座標系內含工具座標系偏移。因此，機器人的工具先端移動或所選工具座標系偏移改變時，力覺座標系也會隨動作及變更移動。

在力覺座標物件中，設定力覺座標系的偏移。

力覺座標系的原點係使用Position屬性，由目前所選的工具座標系偏移所定義。

力覺座標系的方向可從下列座標系選擇。使用Orientation屬性。

- 基礎座標系: 座標系的方向始終與基礎座標系一致。即使機器人姿態或工具設定變更也不會改變。
- 本地座標系: 選擇要同時使用的本地座標系數量。
座標系的方向始終與所選數量的本地座標系一致。即使機器人姿態或工具設定變更也不會改變。
- 工具座標系: 座標系的方向始終與工具座標系一致，其會依機器人姿態或工具設定變更。
- 自訂座標系: 在U, V, W中，同時設定工具座標系的轉動值。座標系的方向為工具座標系的偏移方向。其會依機器人姿態或工具設定變更。

力覺座標物件可於[Force Editor]中設定，或透過FSet陳述式設定。
如需設定程序的詳細資訊，請參閱下列章節及手冊。

軟體篇: 3.5.1 [Robot Manager](工具功能表)

-[Tools]-[Robot Manager]-[Force] 面板

EPSON RC+ 7.0 選配 Force Guide 7.0 SPEL+ Language Reference

2.3 重力補償

2.3.1 概觀

重力補償功能可降低重力對力覺感應器產生的影響。

力覺感應器會從「0」測量差異，此差異代表力覺感應器重設時的力狀態。因此，若機器人姿態在重設力覺感應器後變為另一個姿態，力覺感應器也會將受重力影響的機械臂及工件重量作為力來測量。由於此效果，力控制功能有時候無法執行預定操作。重力補償可降低測得力的重力影響，僅擷取預定操作期間外部物件施加的力。

NOTE



使用座標變換不會更改力覺感應器的輸出值。因此，即使顯示的值在力覺感應器的額定值內，如果力覺感應器的輸出值超過額定值，也會發生5548 錯誤。



注意

- 若質量屬性或重力方向設定錯誤，或若要使用的質量屬性編號錯誤，力控制功能可能會在無意中作動。請仔細進行設定。首先請確認運作情形，再執行力控制功能。

2.3.2 質量屬性

質量屬性物件可操控重力補償質量屬性。

質量屬性物件具備安裝於比力覺感應器更靠近尖端區域的所有物件(如末端夾具及工件)的重量(Mass 屬性)及重心(GravityCenter 屬性)。若為重量，請設定包含所有物件重量的數值，如末端夾具及工件;若為重心，請在工具 0 座標系內設定重心位置。

每部機器人同時最多可設定 15 個質量屬性物件值。這些數值可於「Robot Manager」中的[Mass/Gravity]面板，或透過 MPSet 陳述式設定。

重量及重心位置可於[Mass/Gravity]面板中直接設定。亦可在 6 軸機器人的「Mass / Gravity Wizard」中自動設定。

如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 3.5.1 [Robot Manager](工具功能表)

[Tools]-[Robot Manager]-[Mass/Gravity] 面板

各屬性值可於 MPSet 陳述式中直接設定。

如需詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 選配 Force Guide 7.0 SPEL+ Language Reference

2.3.3 重力方向

重力方向是機器人進行重力補償所需的方向。

重力方向是由各機器人基礎座標系中的重力向量所指定。機器人座標系中的「+z」代表向上的垂直方向，「+y」代表機器人前方方向。基礎座標系預設與機器人座標系一致。重力作用於向下的垂直方向，因此重力方向是以向量(0, 0, -1)表示。機器人採桌面及天吊式安裝皆適用。但若使用 **Base** 陳述式變更基礎座標系，或若機器人以傾斜狀態安裝，您需在基礎座標系中計算並設定重力方向向量。

若為重力方向，請為各機器人設定一個數值。重力方向可於「Robot Manager」中的 [Mass/Gravity] 面板，或於 F_GravityDirection 陳述式中設定。

重力方向值可於 [Mass/Gravity] 面板中設定。此外，也可在 6 軸機器人的「Mass / Gravity Wizard」中自動設定重力方向。

如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 3.5.1 [Robot Manager](工具功能表)
[Tools]-[Robot Manager]-[Mass/Gravity] 面板

重力方向值可於 F_GravityDirection 陳述式中設定。

如需詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 選配 Force Guide 7.0 SPEL+ Language Reference

2.3.4 執行重力補償

與機器人連結的力覺感應器一律會執行重力補償。未與機器人連結的力覺感應器無法執行重力補償。此外，透過從儲存的質量屬性物件選擇要使用的物件，您可隨時依操作狀態選擇參數。物件選擇會於 MP 陳述式中執行。執行 MP 陳述式後，請在力覺感應器物件的 Reset 屬性中，重設力覺感應器。

範例: 使用 Mass 屬性 1 執行重力補償時

MP 1

如需 MP 陳述式的詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 選配 Force Guide 7.0 SPEL+ Language Reference

在有工件及無工件的各狀態中執行力覺控制時，由於工件亦具有重量，請在各狀態中設定質量屬性，並在兩種狀態之間進行切換時執行力覺控制。

選擇數字 0 (MP0) 或選擇重量為「0」的質量屬性物件，皆可停止重力補償功能。若操作不需重力補償(如姿態變化小)，請選擇「MP0」以停止重力補償。停止此功能後，選擇「MP0」以外的質量屬性物件，即可重新啟動重力補償。

機器人控制器關閉後，所選的質量屬性編號及設定的質量屬性會保留到下次變更為止。開啟機器人控制器也會自動啟動重力補償。

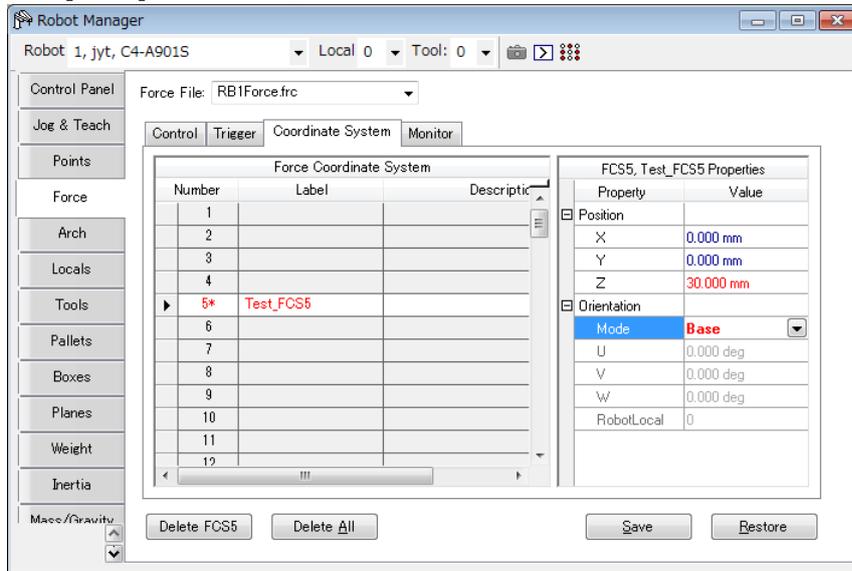
2.4 檢查重力補償操作

以下說明檢查力覺感應器修正操作的程序。

1. 設定力覺座標物件
2. 設定力覺監控物件
3. 檢查力覺監控中的座標轉換是否正確
4. 設定質量屬性及重力方向
5. 檢查力覺監控中的重力補償是否正確

1. 設定力覺座標物件

- (1) 在「EPSON RC+ 7.0」功能表中，按一下[Tools]-[Robot Manager]。
[Robot Manager]對話方塊隨即顯示。
- (2) 選擇[Force]即可顯示面板。



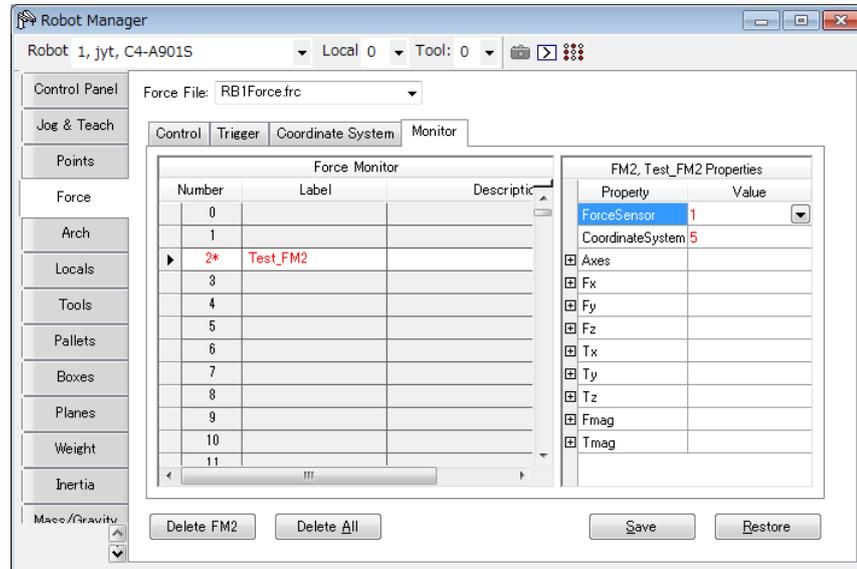
若未建立力覺檔案，將不會顯示[Force]面板。若未顯示面板，請參閱下列章節建立力覺檔案。

軟體篇: 3.2.1 [New File](檔案功能表)

- (3) 選擇[Coordinate System]標籤。
- (4) 在任何力覺座標物件的[Position]屬性中，設定從工具座標系檢視的力覺座標系原點位置。
- (5) 在任何力覺座標物件的[Orientation]屬性中，設定力覺座標系方向。
- (6) 按一下<Save>按鈕以儲存變更。

2. 設定力覺監控物件

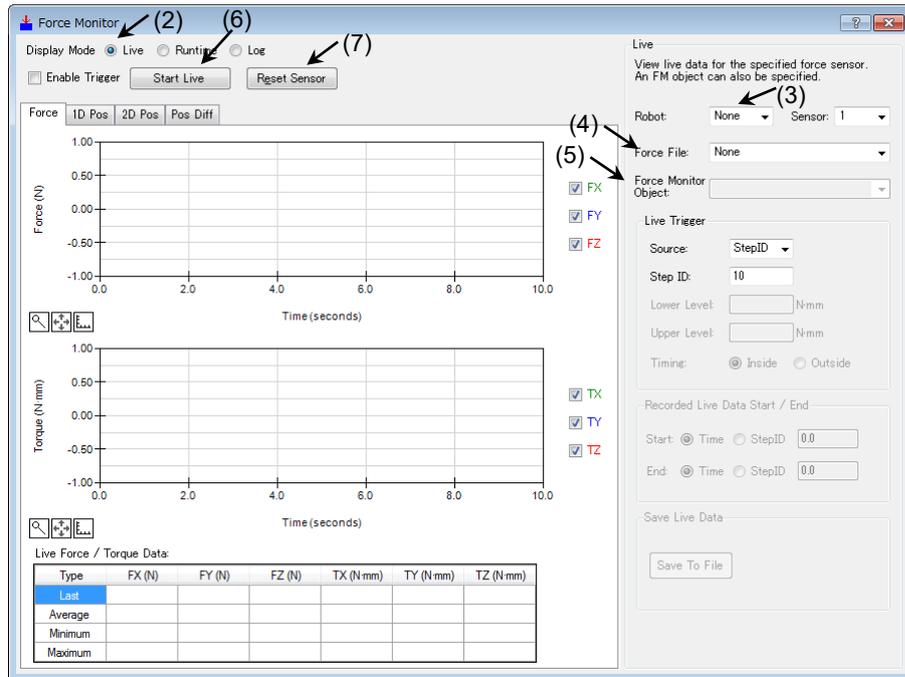
- (1) 在「EPSON RC+ 7.0」功能表中，按一下[Tools]-[Robot Manager]。
[Robot Manager]對話方塊隨即顯示。
- (2) 選擇[Force]即可顯示面板。



- (3) 選擇[Coordinate System]標籤。
- (4) 在任何力覺監控物件[ForceSensor]屬性中，指定要使用的力覺感應器編號。
- (5) 在任何力覺監控物件[CoordinateSystem]屬性中，指定已建立的力覺座標系物件編號。
- (6) 按一下<Save>按鈕以儲存變更。

3. 檢查力覺監控中的座標轉換是否正確

(1) 在「EPSON RC+ 7.0」功能表中，按一下[Tools]-[Force Monitor]。



- (2) 在[Display Mode]中選擇<Live>。
- (3) 在[Live]-[Robot]中選擇要檢查的機器人。
- (4) 在[Live]-[Force File]中，選擇力覺監控物件設定的力覺檔案。
- (5) 在[Live]-[Force Monitor Object]中，選擇設定的力覺監控物件。
若無法選擇設定的力覺監控物件，請檢查力覺檔案及設定的 ForceSensor 屬性是否正確。
- (6) 選擇<Start Live>按鈕。
- (7) 按一下<Reset Sensor>按鈕。
- (8) 在設定力覺座標系中的各軸方向施力，以檢查是否可在力覺感應器的指定精度內偵測到該力。

若未在設定的力覺座標系中偵測到該力，請重新檢視下列設定。

Flange Offset, Base, Tool, Local

Force Coordinate Object, Force Monitor Object



注意

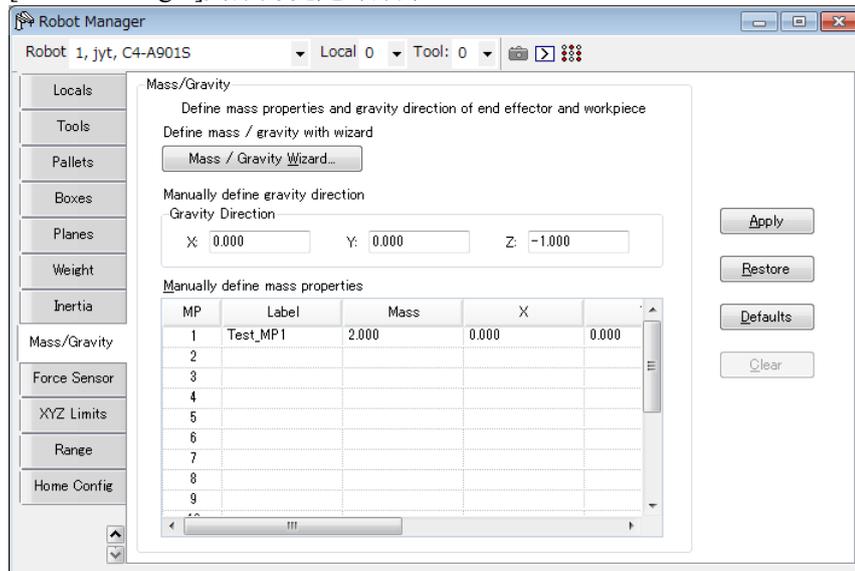
- 進入防護區以對力覺感應器施力時，請透過將機器人設為禁止操作狀態等安全措施來確保安全。

如需安全詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide

4. 設定質量屬性及重力方向

- (1) 在「EPSON RC+ 7.0」功能表中，按一下[Tools]-[Robot Manager]。
[Robot Manager]對話方塊隨即顯示。



- (2) 選擇[Mass/Gravity]即可顯示面板。
- (3) 直接在[MP]及[Gravity Direction]中輸入數值，或按一下<Mass / Gravity Wizard>執行精靈。
- (4) 按一下<Apply>按鈕以儲存設定。

5. 檢查力覺監控中的重力補償是否正確

- (1) 在「EPSON RC+ 7.0」功能表中，按一下[Tools]-[Command Window]。
- (2) 執行 MP 陳述式並指定「MP0」以停止重力補償。
- (3) 在[Force Monitor]對話方塊中，按一下<Reset Sensor>按鈕。
- (4) 在「EPSON RC+ 7.0」功能表中，按一下[Tools]-[Robot Manager]。
- (5) 選擇[Jog & Teach]面板。
- (6) 在力覺監控中，執行步進操作，同時測量力覺感應器值，以變更機器人姿態。確認機器人未接觸周遭物體，且沒有對其施加外力。未施加外力，但由於重力補償已停止，感應器可能會因姿態受到重力影響，並偵測到力。
- (7) 執行 MP 陳述式並指定設定的質量屬性。
- (8) 在[Force Monitor]對話方塊中，按一下<Reset Sensor>按鈕。
- (9) 在力覺監控中，執行步進操作，同時測量力覺感應器值，以變更機器人姿態。重力補償正確運作時，感應器絕對值較重力補償停止時低。但機器人運作時，可能會將增或減速實際產生的力偵測為力覺感應器值。重力補償停止時若無變更，或力覺感應器絕對值較大，請辨識設定的質量屬性，並檢查重力方向是否正確，且是否已選擇設定的質量屬性。

3. Force Guide 7.0 GUI(圖形使用者介面)

以下說明 EPSON RC+ 7.0 新增的 Force Guide 7.0 GUI(圖形使用者介面)。

- Project Explorer
- [File]功能表
- [Edit]功能表
- [Project]功能表
- [Tools]功能表
- 力覺編輯器

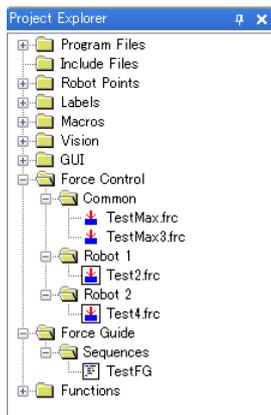
另請閱讀下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide

3.1 Project Explorer

3.1.1 力覺檔案

專案力覺檔案會新增於 Project Explorer 的[Force Control]樹狀結構中。



按兩下[Force Control]，即可顯示[Force Editor]視窗。

如需詳細資訊，請參閱下列章節。

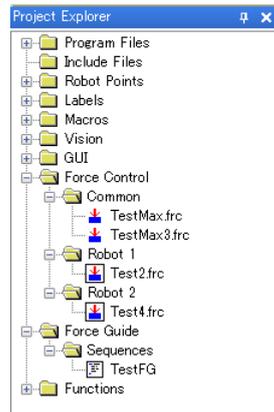
軟體篇: 3.6 力覺編輯器

在[Force Control]按一下右鍵，即可顯示力覺檔案的下列內容功能表。

功能表項目	說明
New	建立新的力覺檔案。 如需詳細資訊，請參閱下列章節。 <i>軟體篇: 3.2.1 [New File](檔案功能表)</i>
Open	顯示[Force Editor]視窗以編輯力覺檔案。 如需詳細資訊，請參閱下列章節。 <i>軟體篇: 3.6 力覺編輯器</i>
Rename	重新命名力覺檔案。 如需詳細資訊，請參閱下列章節。 <i>軟體篇: 3.2.7 [Rename Force File](檔案功能表)</i>
Remove	從目前專案移除力覺檔案。 仍可使用該力覺檔案。
Delete	從目前專案移除力覺檔案，並將其刪除。

3.1.2 力覺引導

[Force Guide]-[Sequences]會新增至「Project Explorer」。



在[Force Guide]-[Sequences]中的序列上按兩下，即可顯示[Force Guide]視窗。
如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表)

在[Force Guide]-[Sequences]中的序列上按一下右鍵，即可顯示操作「Force Guide」的下列內容功能表。*

功能表項目	說明
New	建立新的力覺引導序列。 如需詳細資訊，請參閱下列章節。 軟體篇: 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表) - 建立新的力覺引導序列
Open	顯示[Force Guide]視窗以編輯選擇的力覺引導序列。 如需詳細資訊，請參閱下列章節。 軟體篇: 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表)
Delete	從目前專案刪除選擇的力覺引導序列。 如需詳細資訊，請參閱下列章節。 軟體篇: 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表) - 刪除力覺引導序列

3.2 [File]功能表

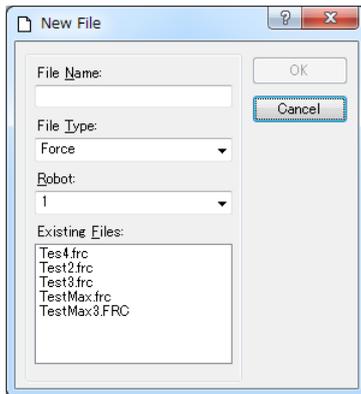
可在 EPSON RC+ 7.0 的[File]功能表中操作目前專案中的力覺檔案。

3.2.1 [New File](檔案功能表)

: Ctrl + N

將新的力覺檔案新增至目前專案。

在[File Type]中選擇「Force」，即可在[Existing Files]中顯示專案資料夾內的力覺檔案。

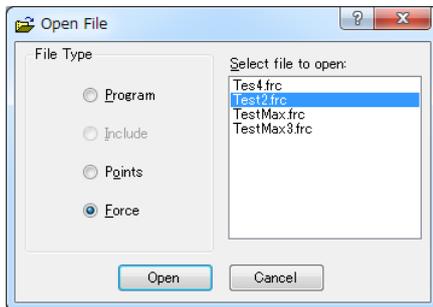


3.2.2 [Open File](檔案功能表)

: Ctrl+O

從目前專案中，開啟至少一個要編輯的力覺檔案。

選擇<Force>按鈕，即可顯示目前專案中的力覺檔案清單。



3.2.3 [Close File](檔案功能表)

Ctrl+D

關閉目前編輯之力覺檔案或力覺引導的視窗。

3.2.4 [Save File](檔案功能表)

Ctrl+S

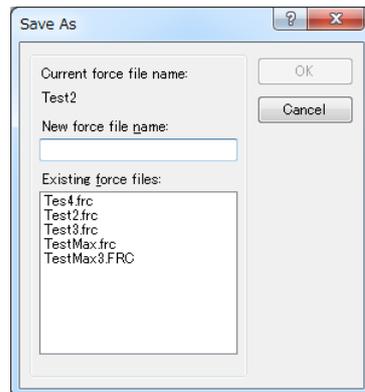
將最新的檔案儲存至磁碟。

3.2.5 [Save As](檔案功能表)

以新名稱儲存力覺檔案，並將其新增至專案。

原始檔案會自專案移除，但仍保存在磁碟上。

請注意，檔案名稱無法使用日文字元。



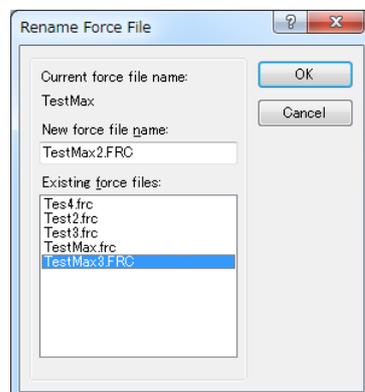
3.2.6 [Restore File](檔案功能表)

還原力覺檔案或已編輯的力覺引導檔案。

使用此功能將檔案還原為上次儲存狀態。執行此功能時，將顯示確認操作的對話方塊。

3.2.7 [Rename Force File](檔案功能表)

變更已編輯力覺檔案的名稱。



如需詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide: 5.7.7 [Rename File](File 功能表)

3.2.8 [Delete File](檔案功能表)

刪除專案資料夾內的力覺檔案。

要刪除的檔案必須列於專案中。

3.2.9 [Import File](檔案功能表)

從另一個 EPSON RC+ 7.0 專案匯入力覺檔案或力覺引導序列。

請注意下列檔案名稱要點。

匯入力覺檔案時:

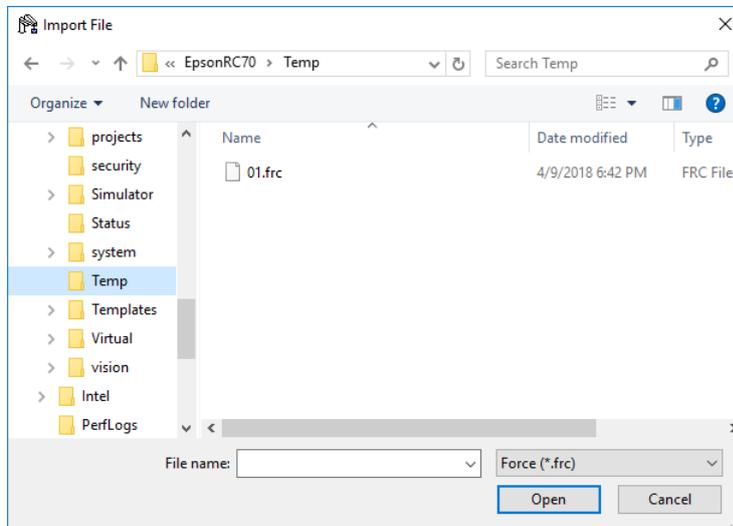
要匯入力覺檔案的副檔名必須為「.frc」

匯入力覺引導序列時:

要匯入力覺檔案的副檔名必須為「.fg」。

匯入力覺檔案

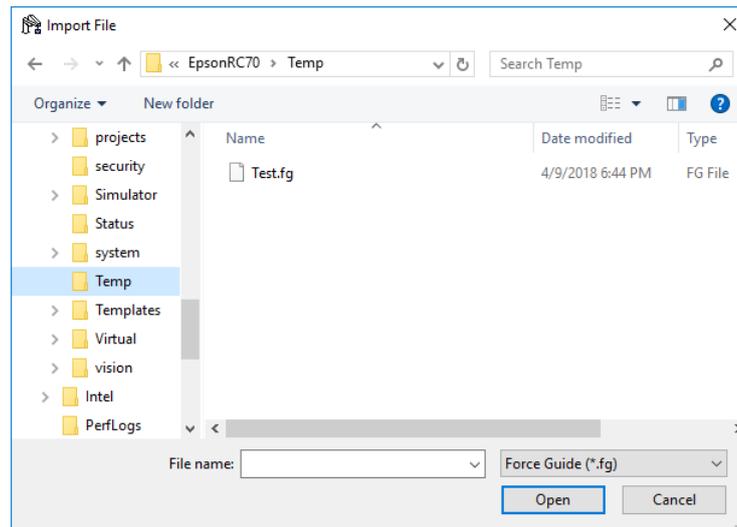
- (1) 在檔案類型清單中選擇「Force (*.frc)」。



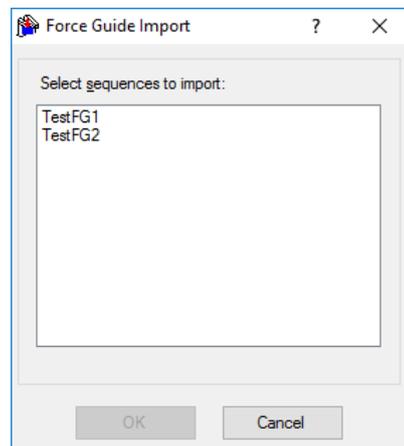
- (2) 選擇要匯入的磁碟機, 資料夾, 檔案名稱。
無法匯入已列在目前專案中的檔案。選擇未列在目前專案中的檔案。
- (3) 按一下<Open>按鈕。
若具有相同名稱的檔案已存在專案資料夾中, 將隨即顯示確認是否覆寫現有檔案的訊息。該檔案會隨即複製至目前專案資料夾。

匯入力覺引導序列

- (1) 在檔案類型清單中選擇「Force Guide (*.fg)」。



- (2) 選擇下列資訊，包含要匯入的力覺引導序列。
磁碟機, 資料夾, 檔案名稱
- (3) 按一下<Open>按鈕。
涵蓋於所選檔案中的力覺引導序列清單會隨即顯示



- (4) 選擇要匯入的力覺引導序列。
- (5) 按一下<OK>按鈕。
若具有相同名稱的檔案已存在專案資料夾中，將隨即顯示確認是否覆寫現有檔案的訊息。力覺引導序列會隨即新增至目前專案。

3.2.10 [Exit](檔案功能表)

Alt+F4

結束 EPSON RC+ 7.0。

若未儲存力覺檔案或力覺引導檔案，將隨即顯示確認是否要儲存檔案的對話方塊。
按一下<Yes>, <No>, <Cancel>按鈕。

3.3 [Edit]功能表

可從 EPSON RC+ 7.0 的[Edit]功能表編輯力覺檔案。

3.3.1 [Cut](編輯功能表)

 : Ctrl+X

將所選檔案剪下(字串、力覺物件等)。

3.3.2 [Copy](編輯功能表)

 : Ctrl+C

複製所選檔案(字串、力覺物件等)。

3.3.3 [Paste](編輯功能表)

 : Ctrl+V

將剪下或複製的資料(字串、力覺物件等)貼上至游標位置。

3.3.4 [Select All](編輯功能表)

Ctrl+A

選擇所有已編輯力覺檔案的力覺物件項目。可剪下及複製選擇的項目。

3.4 [Project]功能表

可在 EPSON RC+ 7.0 的[Project]功能表中管理並建立專案。

3.4.1 [Open Project](專案功能表)

開啟 EPSON RC+ 7.0 專案。

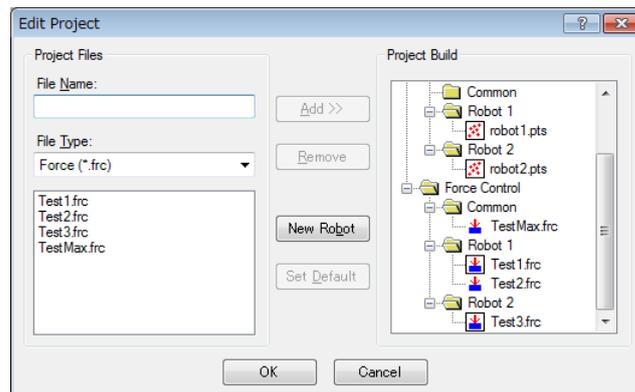
開啟專案會將已開啟的專案關閉。確認是否要儲存變更的訊息將隨即顯示。

若在勾選[Read Only]核取方塊的情況下開啟專案，將無法編輯力覺檔案。

3.4.2 [Edit Project](專案功能表)

設定要在目前專案中使用的力覺檔案。

「Force Control」會隨即新增至[Project Build]。



新增新的力覺檔案

- (1) 在[File Name]中輸入要建立力覺檔案的名稱。請確認在檔案名稱新增副檔名「.frc」。
請注意，檔案名稱無法使用日文字元。
請使用英數字元及底線[_]。NOTE: 起始字元不得為數字字元。
- (2) 在[Project Build]-[Force Control]選擇要新增的機器人資料夾。
- (3) 按一下<Add>按鈕。
確認是否要建立新檔案的訊息將隨即顯示。按一下<Yes>按鈕。
檔案會隨即建立，並新增至[Project Build]-[Force Control]中選擇的機器人資料夾內。

將現有力覺檔案新增至專案

- (1) 在[File Type]方塊中選擇「Force (*.frc)」。
- (2) 從[Project Build]-[Force Control]選擇要新增的機器人資料夾。
- (3) 在清單中，選擇要新增至專案的力覺檔案名稱。
- (4) 按一下<Add>按鈕。
檔案會隨即新增至[Project Build]-[Force Control]中選擇的機器人資料夾內。

移除力覺檔案

- (1) 選擇要從[Project Build]樹狀結構移除的檔案。
- (2) 按一下<Remove>按鈕。
檔案名稱會隨即從[Project Build]樹狀結構移除。由於檔案未從專案資料夾刪除，因此會顯示於檔案清單中。

設定力覺檔案預設

- (1) 在[Project Build]-[Force Control]中的機器人資料夾，選擇要設為預設的力覺檔案。
- (2) 按一下<Set Default>按鈕。
該力覺檔案會隨即設為所列機器人的預設。



NOTE

一般力覺檔案可透過控制器在所有機器人上使用。若要使用一般力覺檔案，您需使用 FLoad 命令，從 SPEL+程式將其載入。

預設力覺檔案會在載入專案時，自動載入至機器人。每部機器人可將一個力覺檔案設為預設。

3.4.3 [Save Project](專案功能表)

 : Ctrl+S

會儲存下列項目。若無要儲存的項目，此功能表將反灰顯示，且無法選擇。

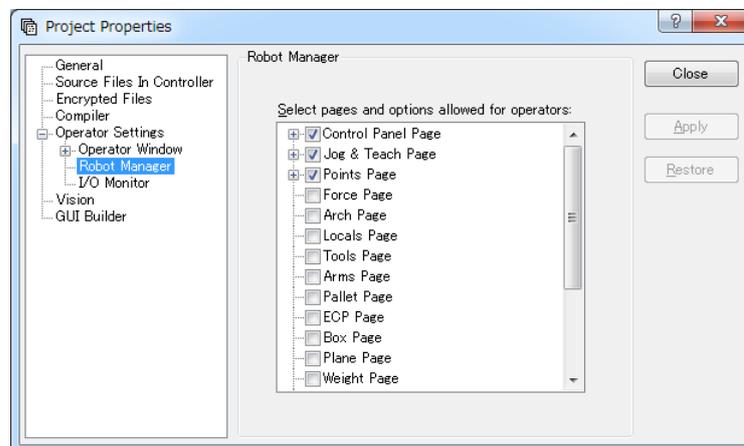
- 程式檔案
- 包含檔案
- 端點檔案
- 力覺檔案
- I/O 標籤
- 使用者錯誤

3.4.4 [Project Properties](專案功能表)

[Project]-[Project Properties]-[Operator Settings]-[Robot Manager]

設定 Robot Manager。

若要讓操作員在顯示操作員視窗時編輯力資料，請勾選[Force Page]核取方塊。



3.5 [Tools]功能表

EPSON RC+ 7.0 具備多款支援系統開發的 GUI 工具。您可從 EPSON RC+ 7.0 的[Tools] 功能表存取所有工具。

3.5.1 [Robot Manager](工具功能表)

 : F6

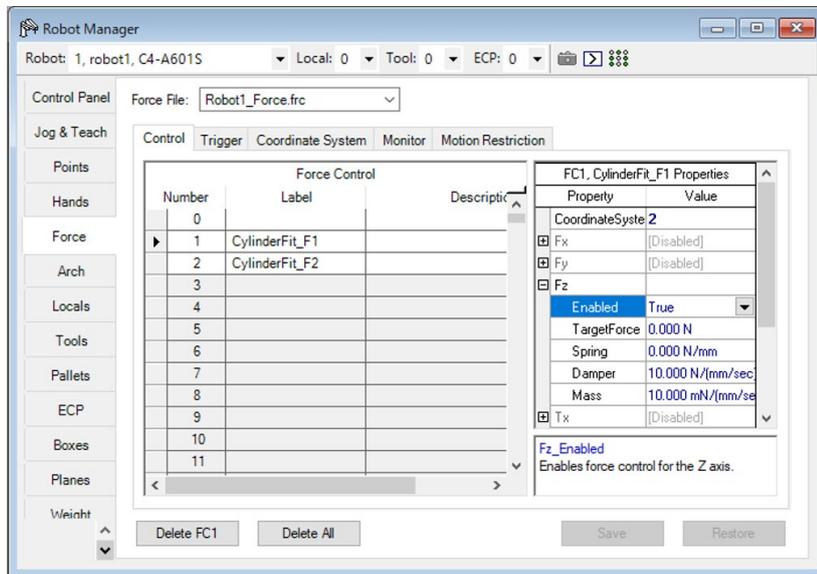
-[Tools]-[Robot Manager]-[Force]面板

力: 您可輸入或刪除力覺控制, 力覺觸發, 力覺座標系, 力覺監控物件與力覺動作限制物件。

選擇力覺檔案時, 控制器會將其載入至記憶體。將「Robot Manager」作為 MDI 子視窗使用時, 請輸入「Ctrl+S」以儲存力資料。

[Control]面板

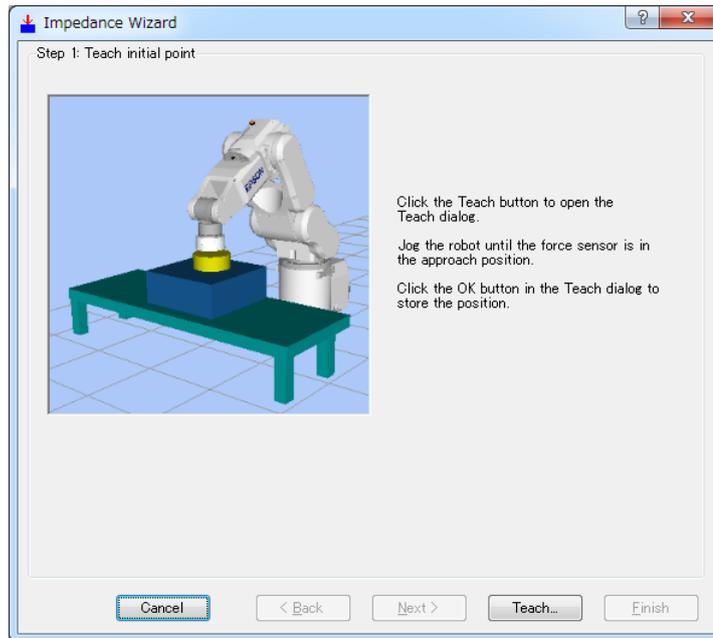
您可編輯力覺控制物件。



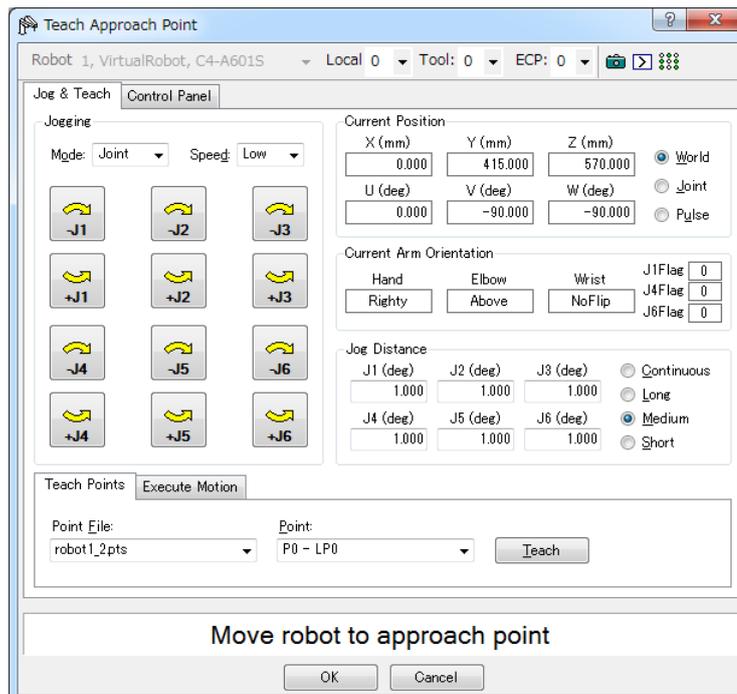
項目	說明
Force File	選擇力覺檔案。
Label	設定標籤(Label 屬性)。
Description	設定說明(Description 屬性)。
Properties	選擇屬性以設定數值。
<Drop-down list> 	顯示可選擇的數值清單。 選擇數值。
<Impedance Wizard> 	顯示 Impedance Wizard, 以設定每個力覺控制物件的屬性值(TargetForce, Spring, Damper, Mass)。
Delete Fxxx	刪除力覺物件。 確認畫面隨即顯示。
Delete All	刪除所選標籤中的所有力覺物件。 確認畫面隨即顯示。
Save	儲存數值。
Restore	還原為原始數值。 確認畫面隨即顯示。

Impedance Wizard

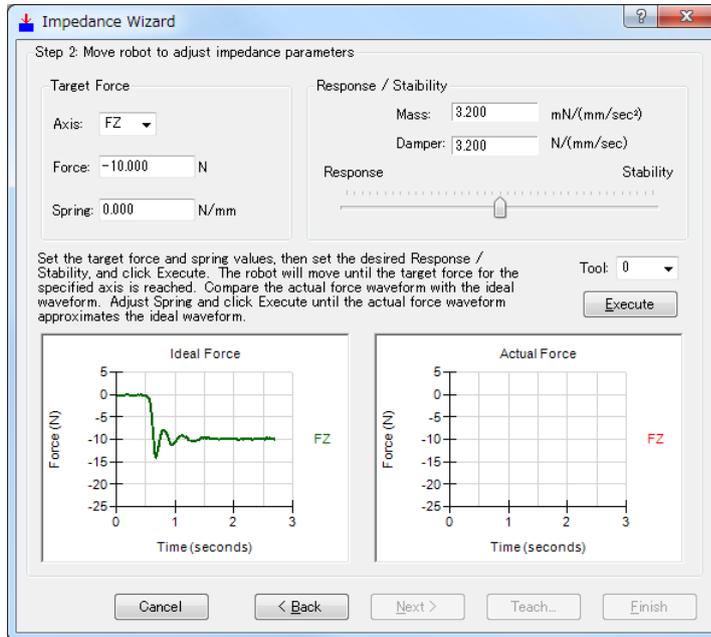
- (1) 按一下「Properties」中的<Impedance Wizard>  按鈕。
[Impedance Wizard]視窗隨即顯示。



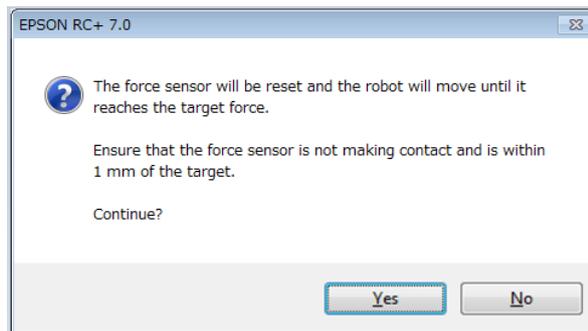
- (2) 按一下<Teach...>按鈕。
[Teach Approach Point]對話方塊隨即顯示。
選擇[Jog & Teach]標籤。
將機器人移至工件位於要按壓物件上方約 1 mm 處的位置。



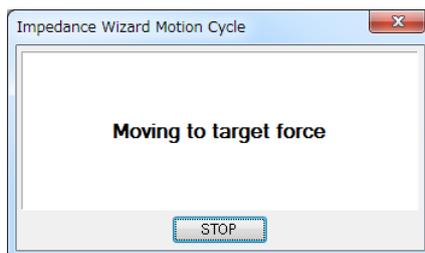
- (3) 按一下<OK>按鈕。
儲存目前位置，並返回[Impedance Wizard]視窗。
在[Target Force]的[Force]及[Spring]設定數值。
使用滑桿在[Response / Stability]的[Mass]及[Damper]中設定數值。
請先將滑桿設於「Stability」側，接著在確認實際力波形的同時調整數值。



- (4) 按一下<Execute>按鈕。確認對話方塊隨即顯示。
確認初始位置工件及要按壓物件間的距離是否小於 1 mm，接著按一下<Yes>按鈕。



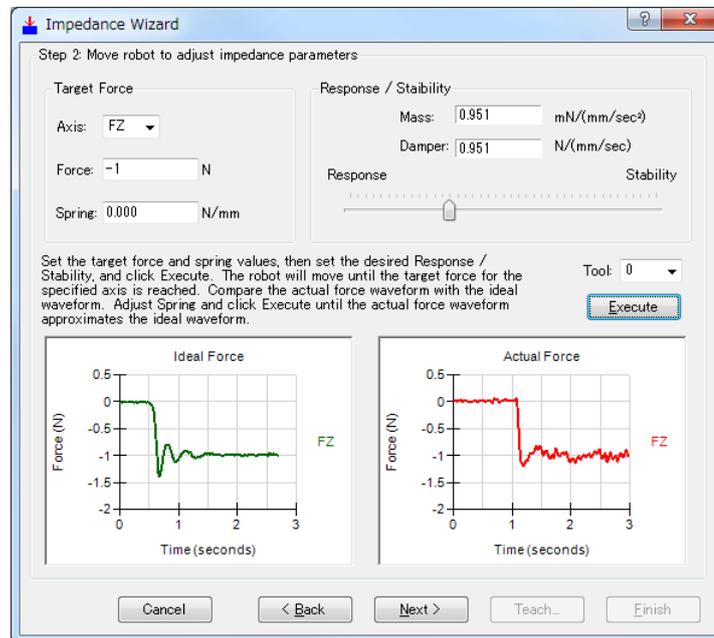
- (5) 機器人會移動，直到設定軸達到目標力為止。
若要中途停止機器人，請按一下<STOP>按鈕。



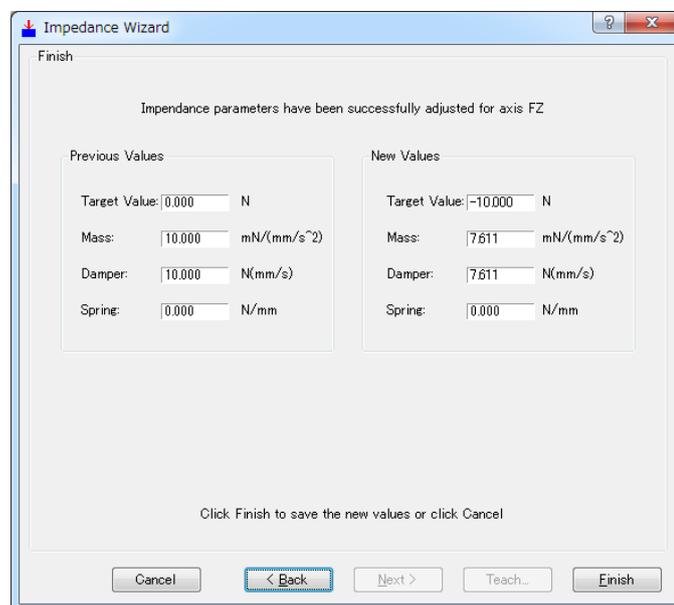
- (6) 使用滑桿調整[Spring]值，直到測量的力資料接近理想波形為止，接著按一下<Execute>按鈕。
重複此程序，直到實際的力波形接近理想波形為止。

若波形震盪不定，或無法穩定保持目標力，請將滑桿移至「Stability」側。若波形過於平穩，請將滑桿移至「Response」側。

若滑桿移動幅度過大，施加力道可能會大幅改變。請緩慢移動滑桿以調整數值。請注意，若[Spring]值過大，或滑桿位置過於平穩，機器人可能無法與工件接觸。

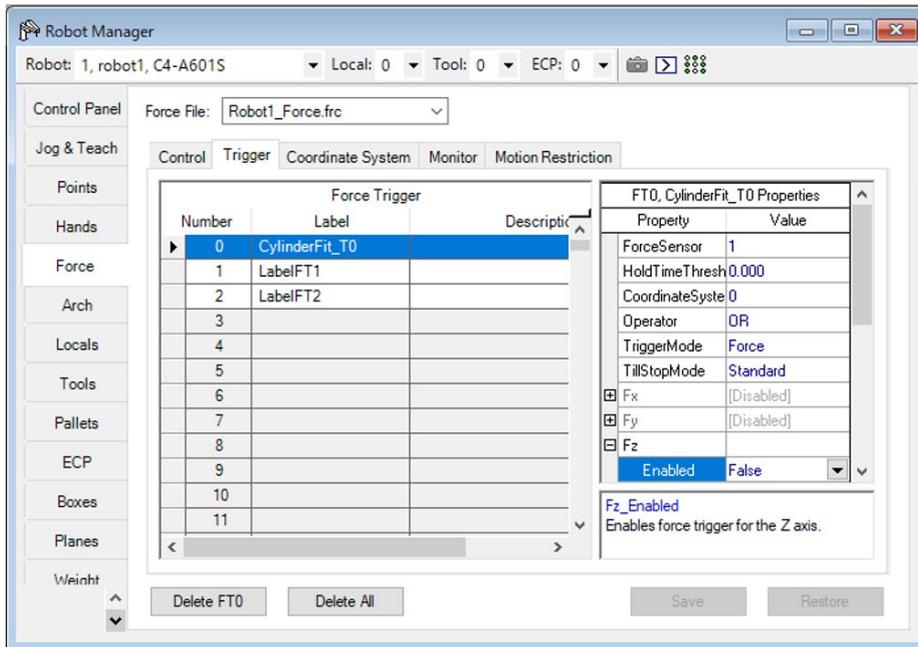


- (7) 按一下<Next>按鈕。
調整前後的設定軸阻抗參數會隨即顯示。
若要儲存新數值，請按一下<Finish>按鈕; 若要取消數值，則按一下<Cancel>按鈕。



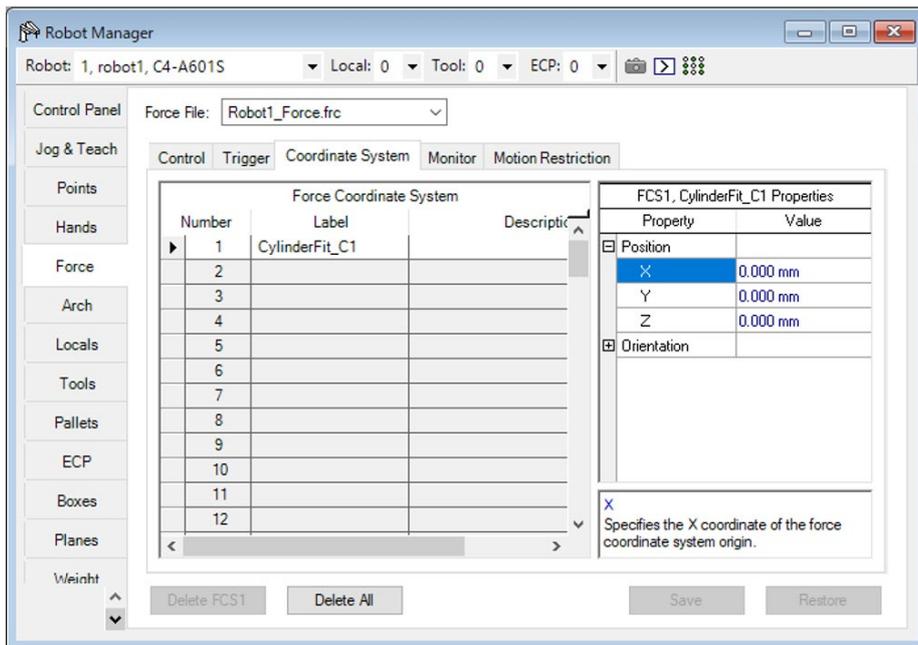
[Force Trigger]面板

您可編輯力覺觸發物件。



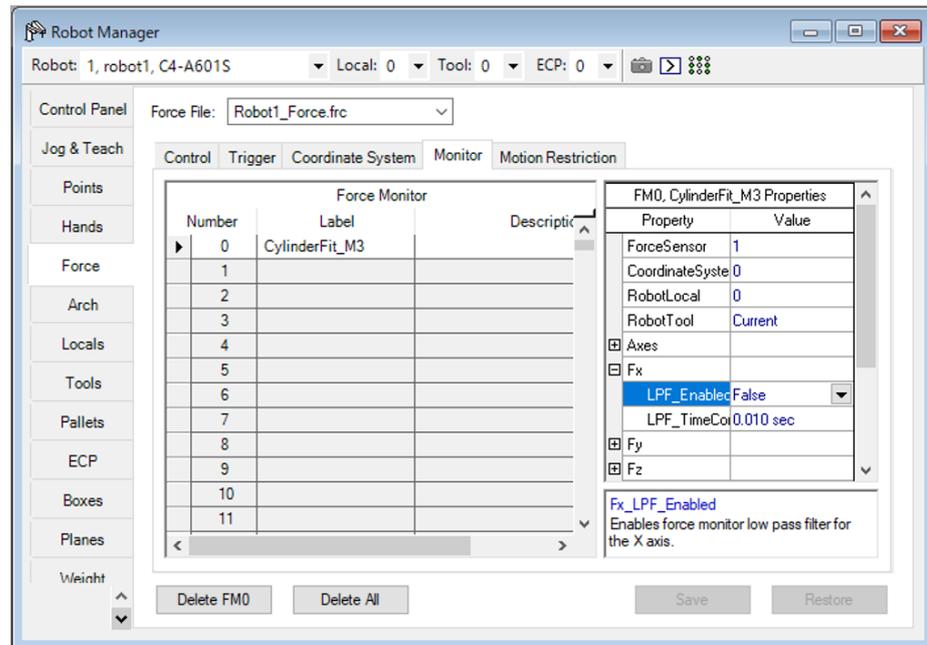
[Force Coordinate System]面板

您可編輯力覺座標系物件。



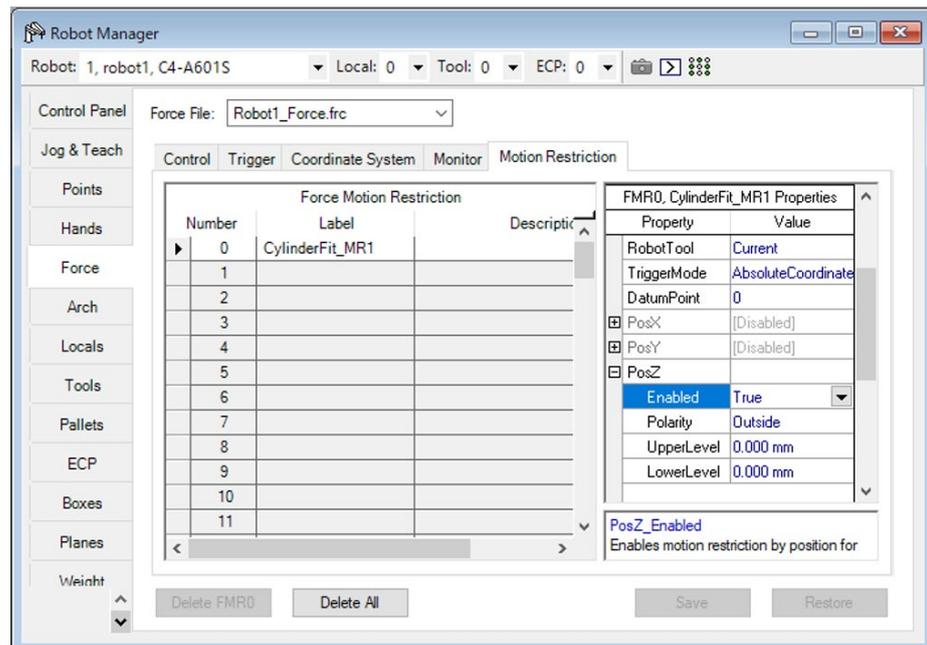
[Force Monitor]面板

您可編輯力覺監控物件。



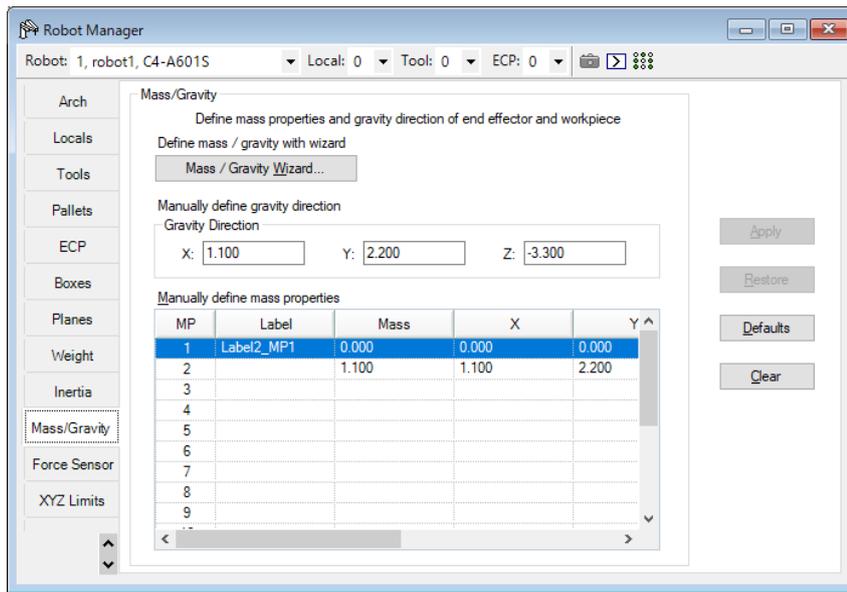
[Motion Restriction] 面板

您可編輯力覺動作限制物件。



[Tools]-[Robot Manager]-[Mass/Gravity]面板

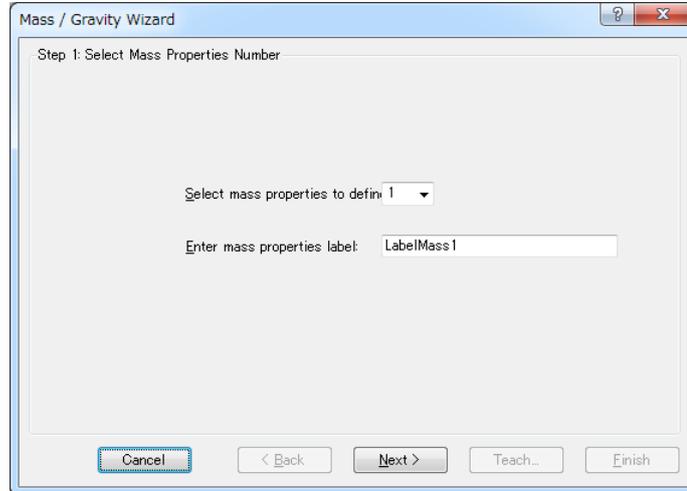
您可設定質量屬性數值。



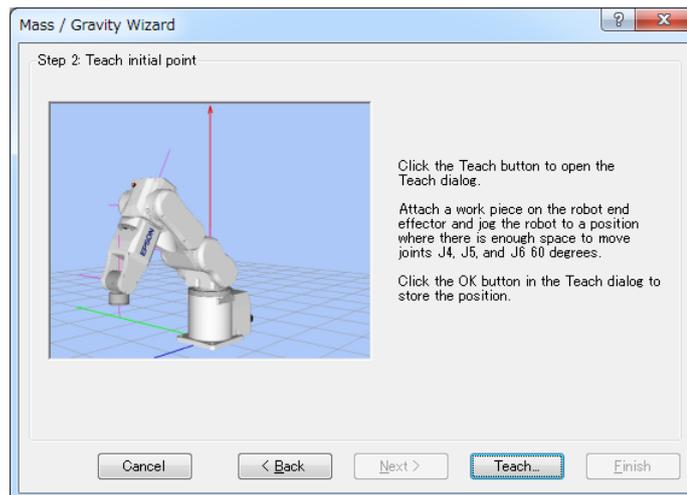
項目	說明
Mass / Gravity Wizard	顯示「Mass / Gravity Wizard」，在此可設定質量屬性物件的屬性值。
Gravity Direction	設定機器人的重力方向(機器人物件 GravityDirection 屬性)。
Manually define mass properties	使用 MP(數字)設定下列質量屬性物件項目。 Label(Label 屬性) Mass 屬性 X / Y / Z(GravityCenter 屬性) Description(Description 屬性)
Defaults	在「Gravity Direction」中設定預設值。
Clear	刪除所選的質量屬性物件。

Mass / Gravity Wizard

- (1) 按一下<Mass / Gravity Wizard>按鈕。
 [Step 1: Select Mass Properties Number]會隨即顯示在[Mass / Gravity Wizard]視窗中。
 您可定義質量屬性。



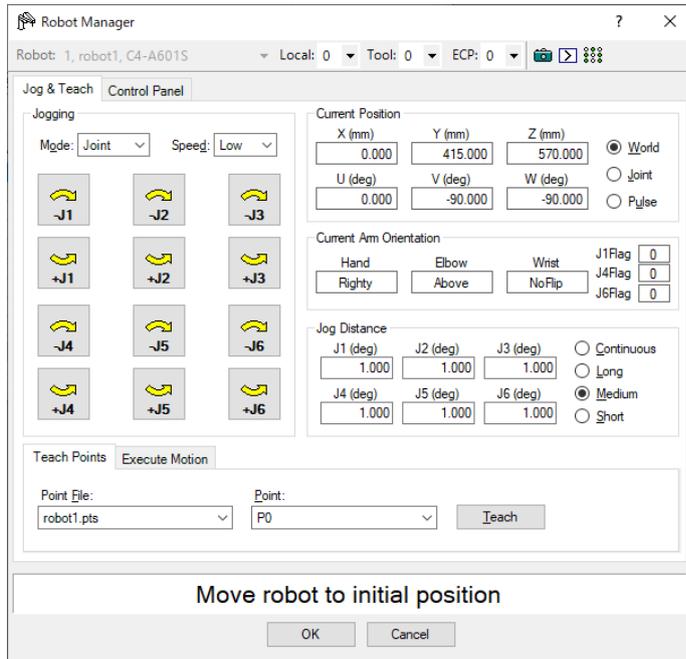
- (2) 在[Select mass properties to define]中選擇數字。
 所選數字的質量屬性標籤會隨即顯示在[Enter mass properties label]中。標籤名稱可變更。
- (3) 按一下<Next>按鈕。
 [Step 2: Teach initial point]會隨即顯示在[Mass / Gravity Wizard]視窗中。



(4) 按一下<Teach...>按鈕。

[Jog & Teach]視窗隨即顯示。

將工件安裝於機器人的末端夾具(末端夾具前端)，並將機器人移至 J4, J5, J6 可以 60 度移動的位置。



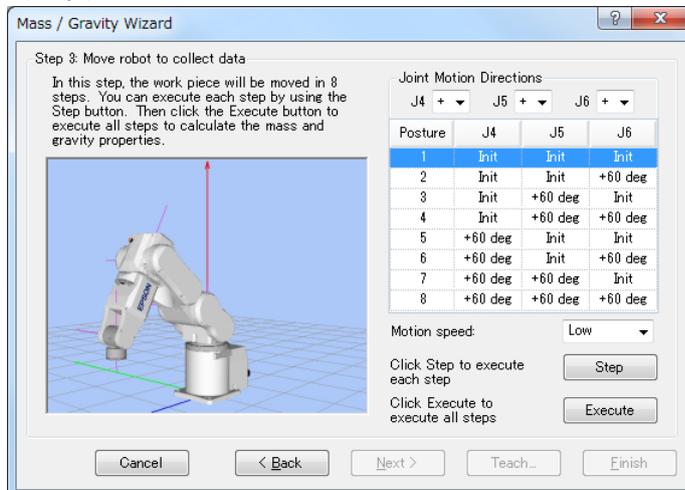
(5) 按一下<OK>按鈕。

位置資訊隨即儲存。

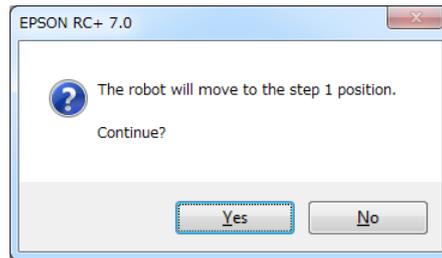
[Step 3: Move robot to collect data]顯示在[Mass / Gravity Wizard]視窗中。在此步驟中，機器人會進行 8 段式移動。

您可在[Joint Motion Directions]中，從「+」及「-」選擇關節[J4], [J5], [J6]的動作方向。

您可使用「Step」按鈕，從[Motion speed]中的「Low」及「High」選擇所選姿態的速度。



按一下(5)的<Step>按鈕，以檢視每一段姿態。
下列訊息隨即顯示。

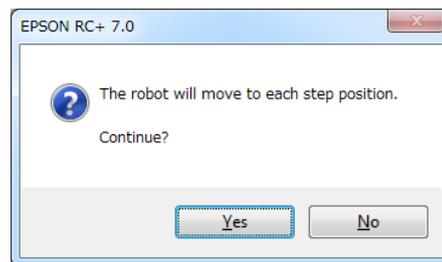


按一下<Yes>按鈕，即可顯示[Execute Command]對話方塊並開始移動機器人。
按一下<Step>按鈕，檢查機器人的每一段姿態是否會干擾末端夾具及周邊設備。

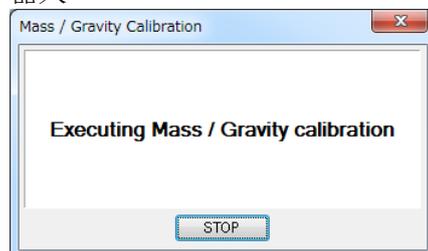


若要中途停止機器人，請按一下<STOP>按鈕。

按一下(5)的<Execute>按鈕執行所有階段，以測量質量屬性。下列訊息隨即顯示。

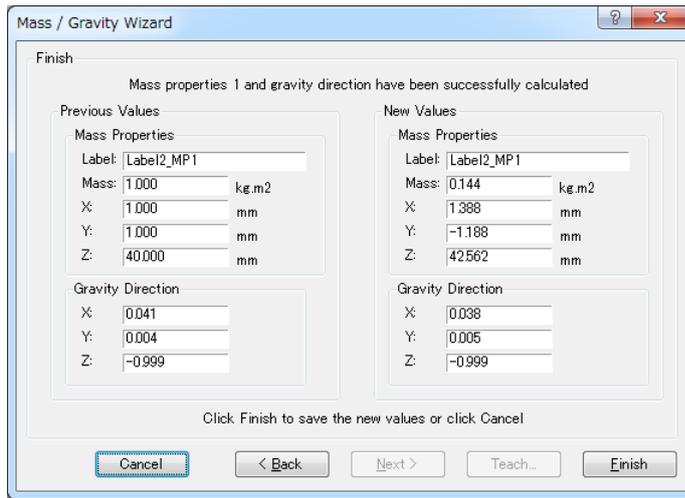


按一下<Yes>按鈕，即可顯示[Mass / Gravity Calibration]對話方塊並開始移動機器人。



若要中途停止機器人，請按一下<STOP>按鈕。

- (6) 完成移動時，[Finish]按鈕會顯示於[Mass / Gravity Wizard]視窗中。質量屬性及重力方向值會顯示於[Previous Values]及[New Values]中。

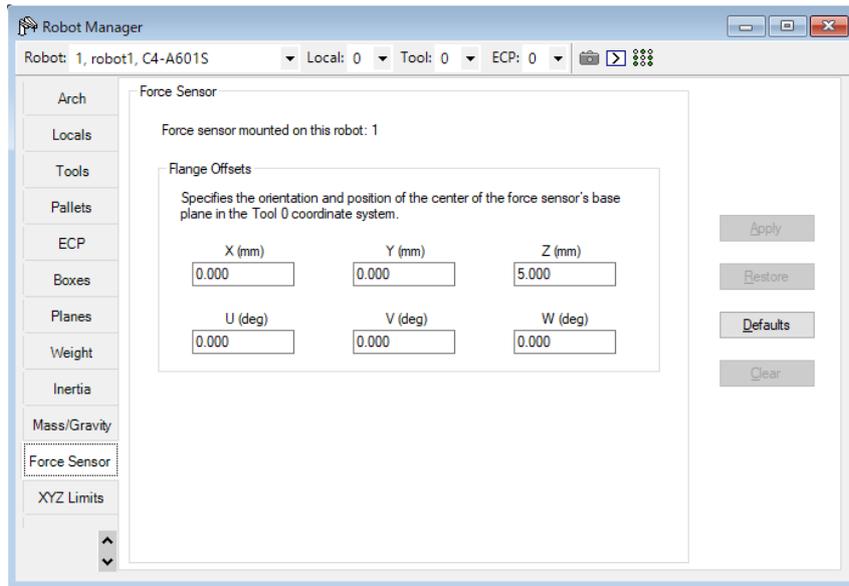


- (7) 按一下下列任一按鈕。
 - <Finish>按鈕：儲存新數值。
 - <Cancel>按鈕：取消新數值。

[Tools]-[Robot Manager]-[Force Sensor]面板

您可定義力覺感應器數值。

- (1) 選擇[Robot Manager]視窗中的[Force Sensor]標籤。



- (2) 在[Flange Offsets]中設定機器人物件及凸緣偏移屬性。按一下<Defaults>按鈕，以設定預設值。

3.5.2 [Force Monitor](工具功能表)

可顯示目前力值，並分析或比較過去數值。

在「EPSON RC+ 7.0」功能表中，選擇[Tools]-[Force Monitor]，或按一下工具列上的<Force Monitor>  按鈕。

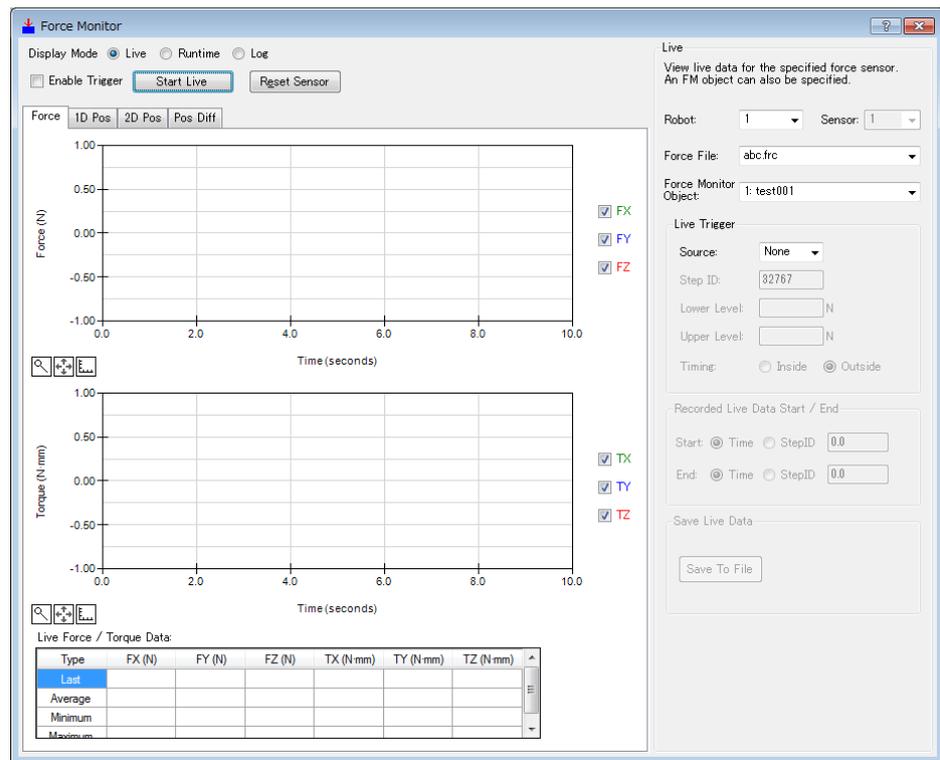
[Force Monitor]視窗隨即顯示。

根據[Display Mode](Live, Runtime, Log)的選擇，視窗會顯示不同對話方塊。

1. [Display Mode] - <Live>按鈕

1-1 顯示對話方塊的詳細資訊

選擇[Display Mode]的<Live>按鈕，即可顯示下列對話方塊。



項目	說明
圖表區	透過開始「Live」，力覺感應器偵測到的力資訊，以及機器人的位置資訊將即時顯示於圖表上。 圖表區內共有[Force], [1D Pos], [2D Pos], [Pos Diff]標籤。您可視使用情況進行切換。 如需各標籤的詳細資訊，請參閱下列章節。 4. 圖表(後續說明)
[Enable Trigger] 核取方塊	勾選核取方塊並開始「Live」時，開始在圖表中顯示符合觸發設定條件的資料。

項目	說明
<Start Live>按鈕	按一下此按鈕開始「Live」。 按下<Start Live>按鈕後，「Live」最多會持續 600 秒。 顯示的按鈕會變更為<Stop Live>。
<Stop Live>按鈕	按一下此按鈕停止「Live」。 顯示的按鈕會變更為<Start Live>。
<Reset Sensor>按鈕	重設力覺感應器。 力與扭力值將為「0」。
Robot	設定將作為「Live」目標的機器人編號。 選擇機器人時，將自動選擇作為「Live」目標的力覺感應器。
Sensor	設定將作為「Live」目標的力覺感應器編號。 指定力覺感應器編號會在力覺感應器座標系中顯示力資訊。
Force File	設定儲存力覺監控物件的檔案。 選擇「None」時，力覺感應器座標系的力資訊隨即顯示。
Force Monitor Object	從由力覺檔案中的設定檔所定義的物件清單(數字: 標籤)選擇。 指定力覺監控物件時，力覺座標系的力資訊隨即顯示。
Live Trigger	設定勾選[Enable Trigger]核取方塊並開始「Live」時的觸發開始條件。 Source : 選擇目標觸發。 不設定觸發時，請選擇「None」。 Step ID : 將 StepID 設為開始條件。 Lower Level : 設定低觸發閾值。 Upper Level : 設定高觸發閾值。 Timing : 設定觸發時序。 <Inside> : 數值介於以上設定範圍內。 <Outside> : 數值介於以上設定範圍外。
Recorded Live Data Start / End	設定 Live 資料的顯示範圍。 Time : 設定開始或結束時間。 StepID : 設定開始或結束的 StepID。
Save Live Data	將目前顯示於圖表中的「Live」結果資料儲存至檔案。 按下<Save To File>按鈕時，記錄資料的[Save Data To File]對話方塊會隨即顯示。若要將資料儲存至檔案，請設定儲存目的地及檔案名稱，接著按一下<Save>按鈕。

1-2 「Live」流程

1-2-1 開始「Live」

開始「Live」前，請檢查 Live 設定內容是否正確。
(機器人編號, 感應器編號, 力覺檔案, 力覺監控物件)

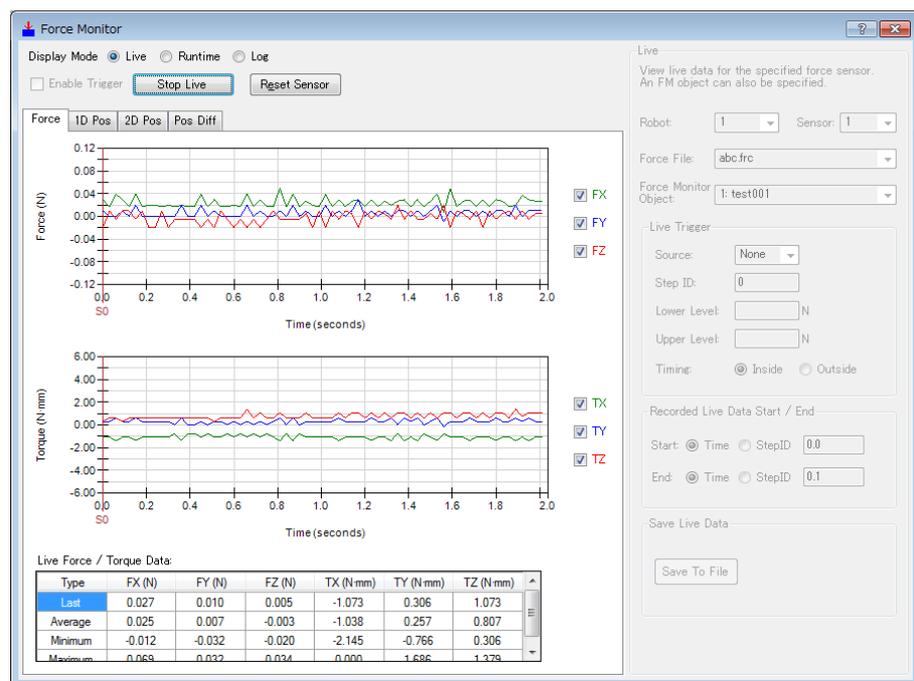
Live
View live data for the specified force sensor.
An FM object can also be specified.

Robot: Sensor:

Force File:

Force Monitor Object:

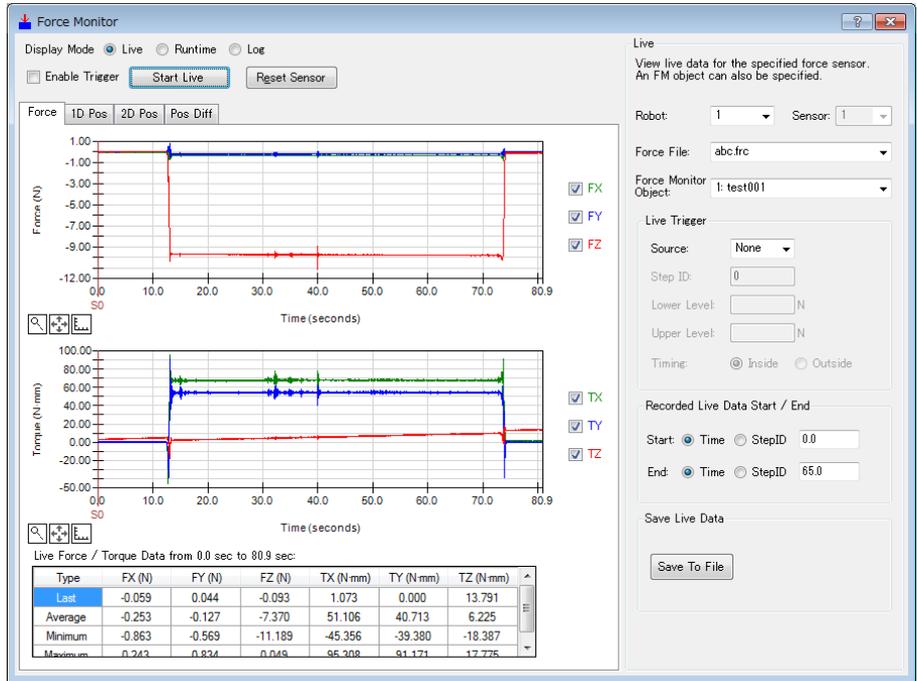
按一下<Start Live>按鈕開始「Live」。「Live」開始時，資料將顯示於圖表中，並即時更新。



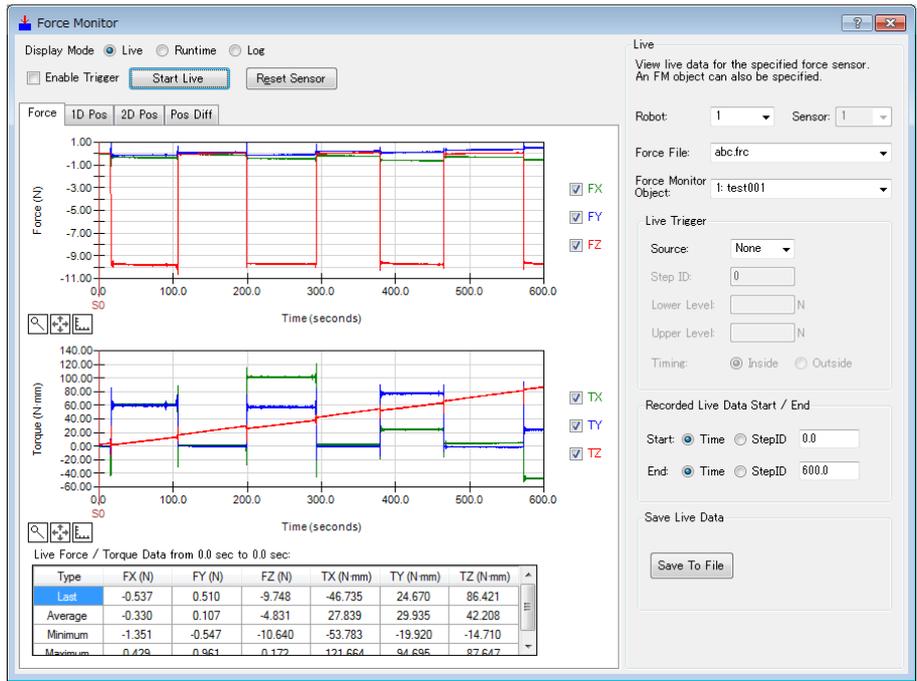
1-2-2 停止「Live」

若要停止「Live」，請按一下<Stop Live>按鈕。按下<Start Live>按鈕 600 秒後將會自動停止。

按下<Stop Live>按鈕時，資料更新將會停止。

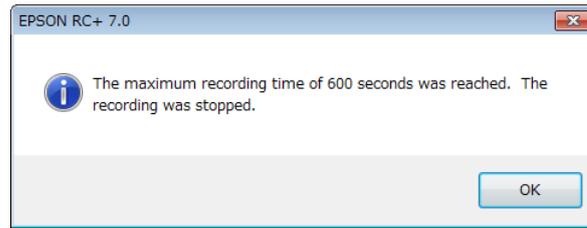


<Start Live>按鈕按下經過 600 秒後，資料更新將會自動停止。



經過 600 秒後，下列訊息隨即顯示。

若要重新啟動「Live」，按一下<OK>按鈕，並再次按下<Start Live>按鈕。

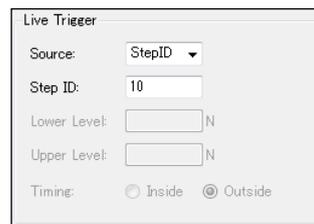


1-3 啟用觸發功能時的「Live」流程

1-3-1 開始「Live」

勾選[Enable Trigger]核取方塊。

開始「Live」前，請檢查 Live 設定或 Live 觸發內容是否正確。



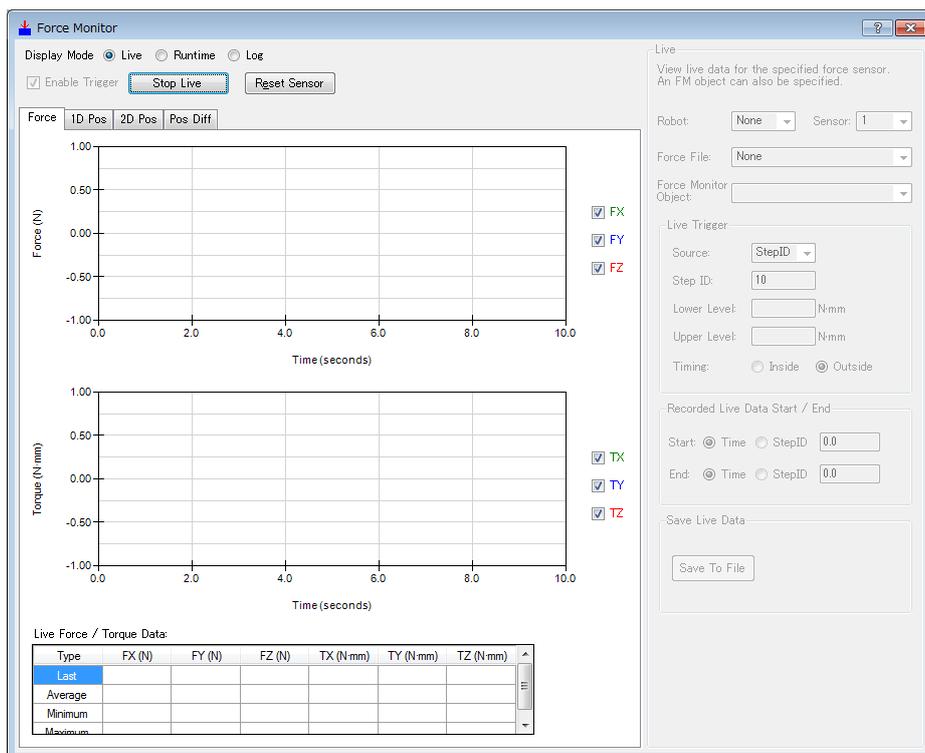
確認目標觸發或觸發條件正確。

按一下<Start Live>按鈕並開始「Live」。

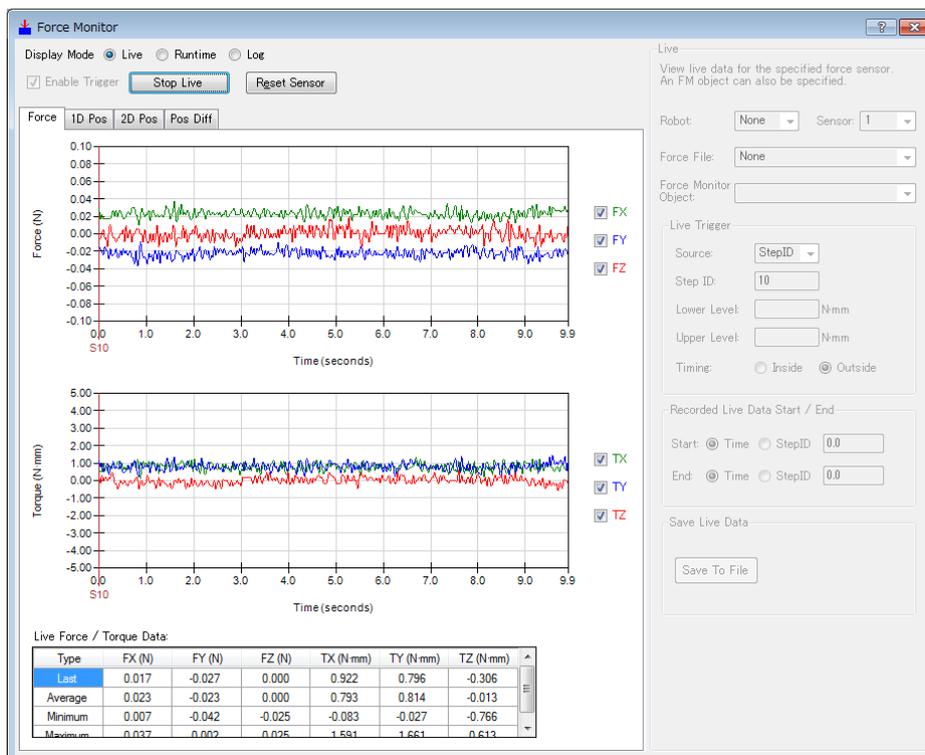
符合觸發條件前，資料將不會顯示於圖表中。

符合觸發條件後，資料將顯示於圖表中。

符合觸發條件前: 資料不會顯示於圖表中。



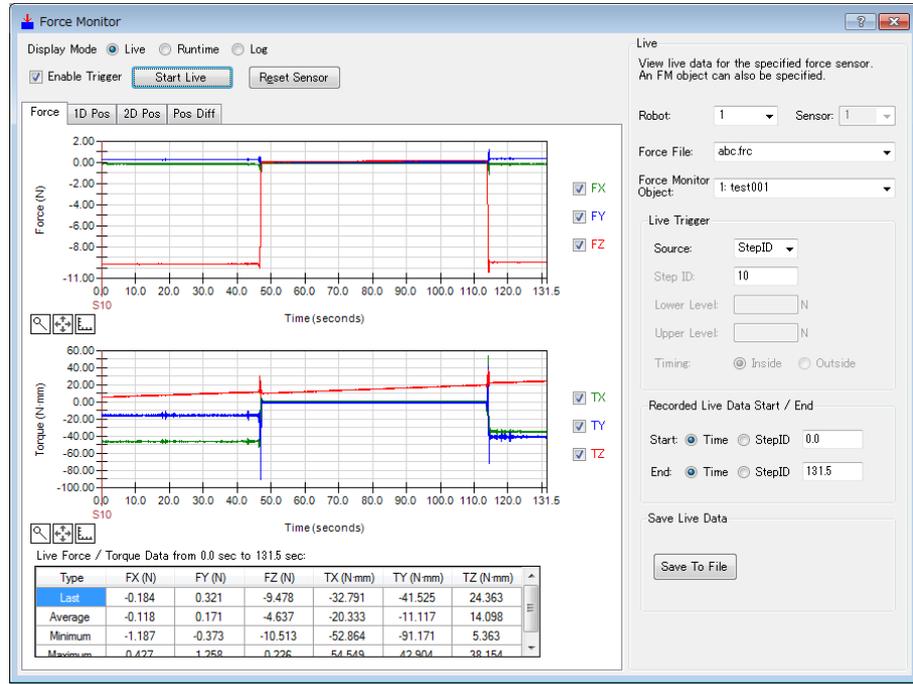
符合觸發條件後: 資料顯示於圖表中，且保持即時更新。



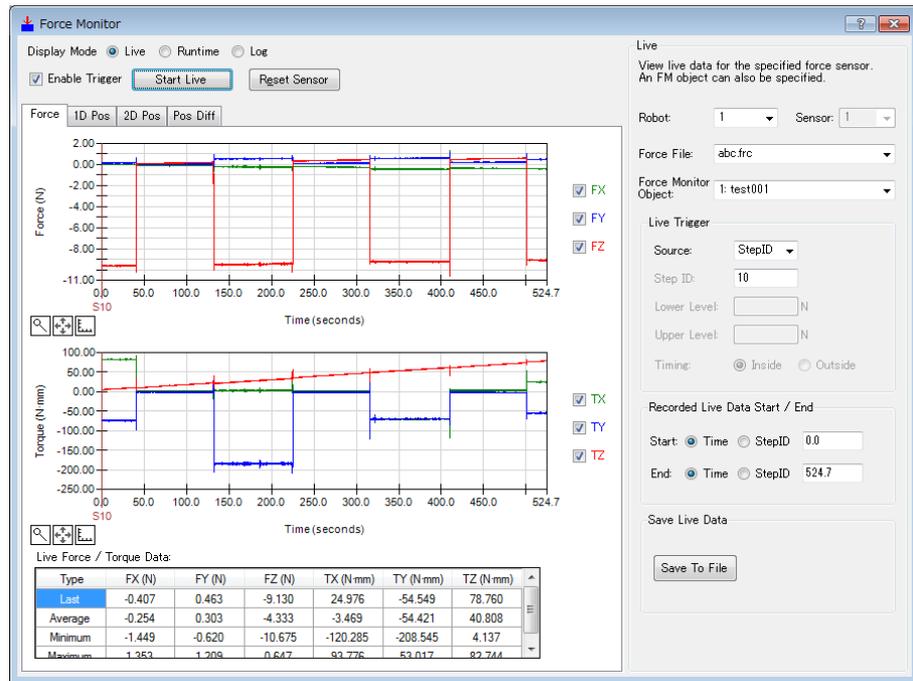
1-3-2 停止「Live」

若要停止「Live」，請按一下<Stop Live>按鈕。<Start Live>按鈕按下經過 600 秒後，「Live」將會自動停止。
(並非資料開始顯示後 600 秒。)

按下<Stop Live>按鈕時，資料更新將會停止。



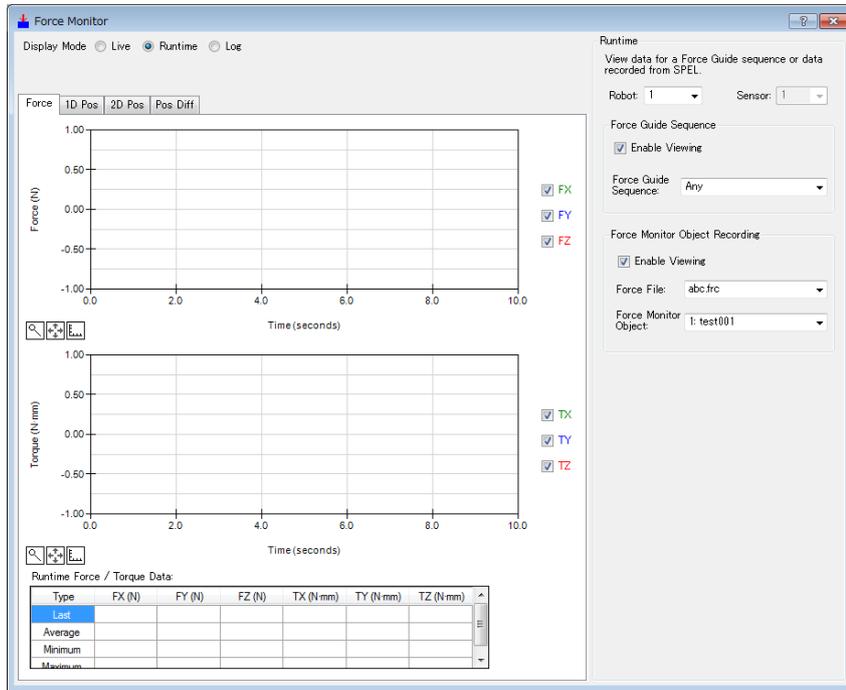
<Start Live>按鈕按下經過 600 秒後，資料更新將會自動停止。



2. [Display Mode] - <Runtime>按鈕

2-1 顯示對話方塊的詳細資訊

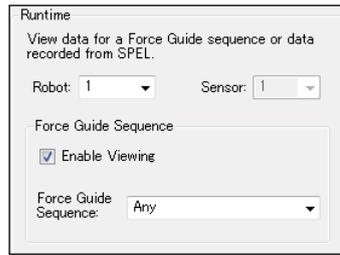
選擇[Display Mode]的<Runtime>按鈕，下列對話方塊隨即顯示。



項目	說明
圖表區	透過執行力覺引導序列，或透過力覺監控物件執行記錄，力覺感應器偵測到的力資訊以及機器人的位置資訊，將即時顯示於圖表上。 圖表區內共有[Force], [1D Pos], [2D Pos], [Pos Diff]標籤。您可視使用情況切換標籤。 如需各標籤的詳細資訊，請參閱下列章節。 4. 圖表(後續說明)
Robot	選擇將作為「Runtime」目標的機器人編號。 選擇機器人時，將自動選擇作為「Runtime」目標的力覺感應器。
Sensor	設定將作為「Runtime」目標的力覺感應器編號。
Force Guide Sequence	設定要在執行程式時顯示於圖表上的力覺引導序列。 Enable Viewing: 選擇啟用/停用圖表顯示。 Force Guide Sequence: 選擇要顯示於圖表上的力覺引導序列。 若選擇「Any」，將顯示所有力覺引導序列。
Force Monitor Object Recording	設定 RecordStart 屬性記錄的圖表顯示條件。 Enable Viewing: 選擇啟用/停用圖表顯示。 Force File: 設定力覺檔案，以儲存要顯示於圖表上的力覺監控物件。 選擇「None」時，所有力覺監控物件將會顯示於圖表上。 Force Monitor Object: 設定要顯示於圖表上的力覺監控物件。 設定力覺監控物件時: 即使 RecordStart 屬性由其他力覺引導物件執行，資料仍會儲存於檔案內，而非顯示於圖表中。

2-2 執行力覺引導序列時的圖表顯示

執行力覺引導序列前，請確認 **Runtime** 設定是否正確。



檢查下列項目：

- 目標機器人編號或感應器編號是否正確。
- 力覺引導序列設定的圖表顯示或目標力覺引導序列是否正確。

若設定正確，在「Force Guide」視窗中或透過 FGRun 陳述式執行力覺引導序列。

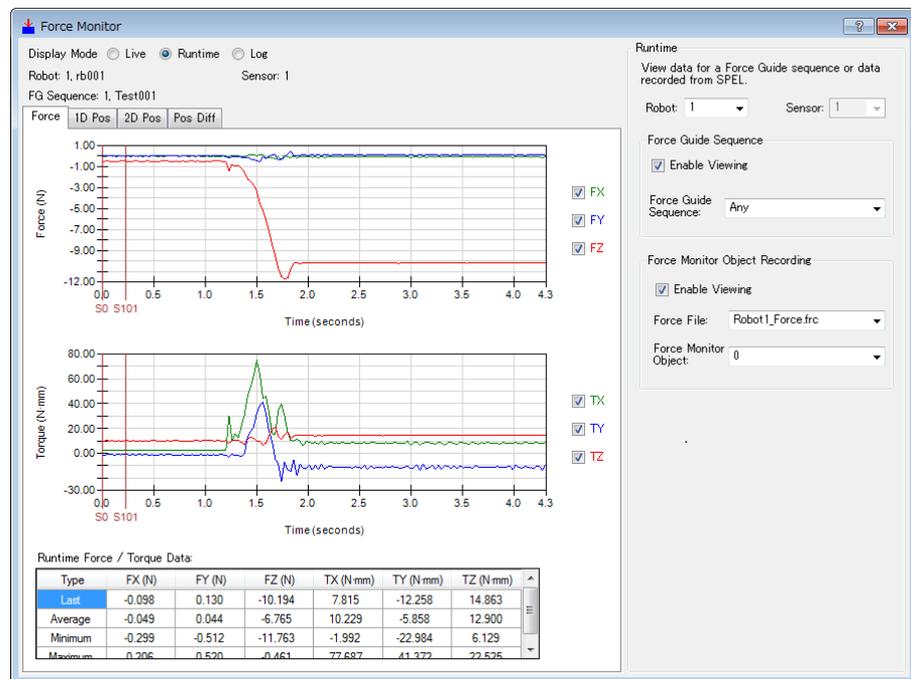
執行不符合條件的力覺引導物件時：

力覺引導序列不會顯示於圖表上。

執行符合條件的力覺引導物件時：

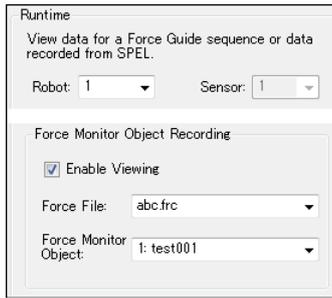
力覺引導序列會顯示於圖表上。

符合條件時，資料會顯示於圖表上。



2-3 力覺監控物件執行記錄時的圖表顯示

力覺監控物件執行記錄前，請確認 Runtime 設定是否正確。



檢查下列項目：

- 目標機器人編號或感應器編號是否正確。
- 力覺監控物件記錄設定的圖表顯示，或目標力覺檔案或力覺監控物件是否正確。

若設定正確，請透過 RecordStart 屬性執行記錄。

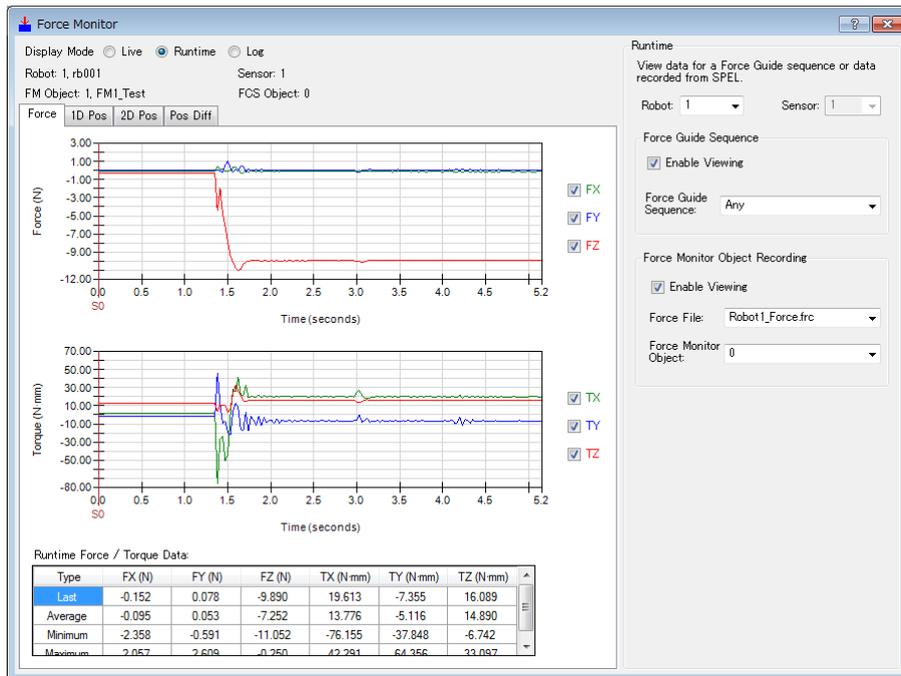
指定的力覺監控物件不符合條件時：

資料儲存於檔案中，但未顯示於圖表上。

指定的力覺監控物件符合條件時：

資料儲存於檔案中，並顯示於圖表上。

符合條件時，資料會顯示於圖表上。

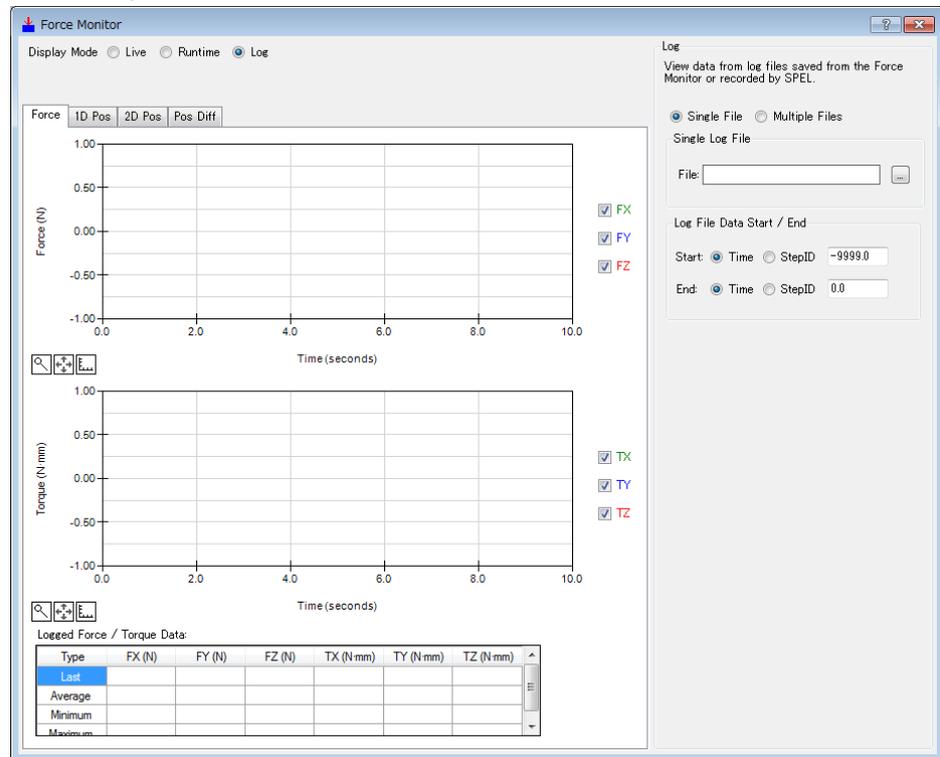


3. [Display Mode] - <Log>按鈕

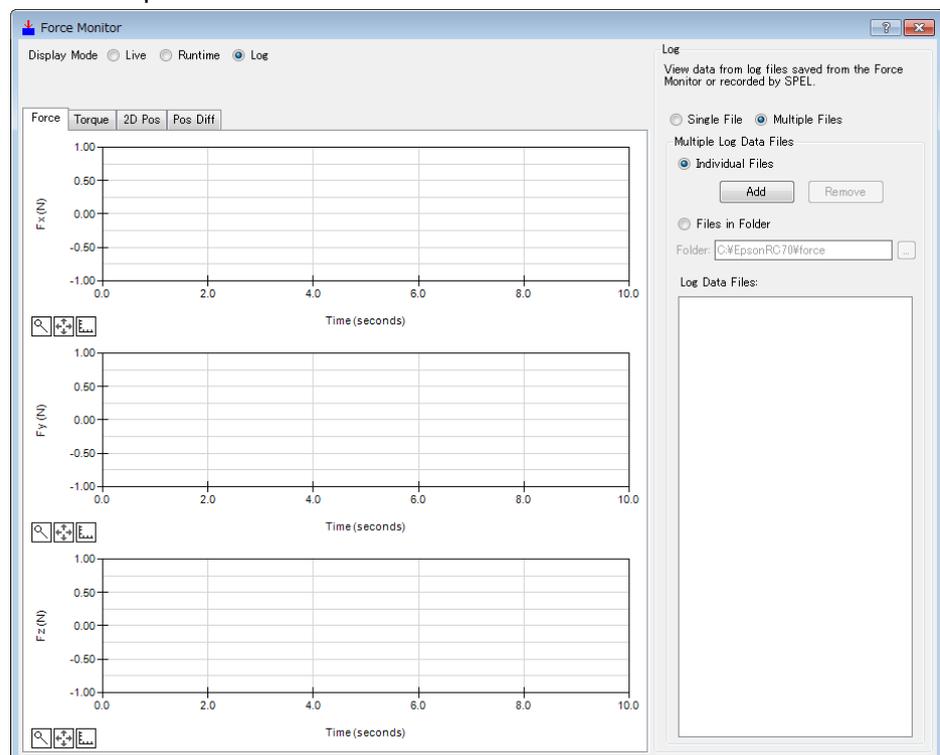
3-1 顯示對話方塊的詳細資訊

選擇[Display Mode]的<Log>按鈕，即可顯示下列對話方塊。

選擇<Single File>按鈕時



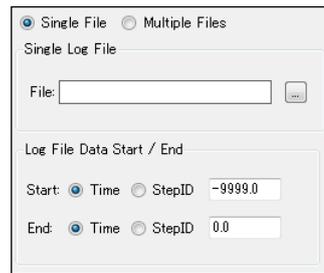
選擇<Multiple Files>按鈕時



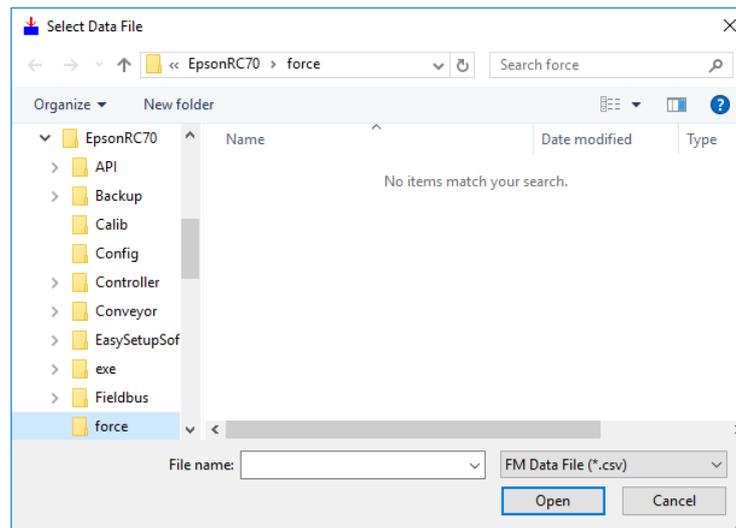
項目	說明
圖表區	<p>儲存於檔案中的機器人力資訊或位置資訊會顯示於圖表上。您可選擇數個檔案，並在圖表上進行比較。</p> <p>選擇單一檔案時： 共有[Force], [1D Pos], [2D Pos], [Pos Diff]標籤。</p> <p>選擇多個檔案時： 共有[Force], [Torque], [2D Pos], [Pos Diff]標籤。</p> <p>您可視使用情況切換標籤。 如需各標籤的詳細資訊，請參閱下列章節。 4. 圖表(後續說明)</p>
Single File	<p>在圖表上顯示單一記錄資料檔案。 您可分析或檢查該檔案。</p>
Single Log File	<p>設定要顯示的記錄資料檔案。 從記錄資料檔案的[Select Data File]對話方塊選擇目標檔案。 按一下<Open>按鈕，將檔案顯示於圖表上。</p>
Log File Data Start / End	<p>設定記錄資料的顯示範圍。 Time : 設定開始時間(sec)或結束時間(sec)。 StepID : 設定開始或結束的 StepID。</p>
Multiple Files	<p>在圖表上重疊多個記錄資料檔案。 您可比較檔案或檢查差異。</p>
Multiple Log Data Files	<p>按一下<Multiple Files>按鈕，即可選擇下列任一種載入方式。</p> <p>Individual Files Files in Folder</p> <p><Individual Files>按鈕: 您可以檔案為單位新增或移除目標檔案。 <Add>按鈕 : [Select Data File]對話方塊隨即顯示。選擇目標檔案並按一下<Open>按鈕以新增檔案。 <Remove>按鈕 : 選擇並按一下要從記錄資料檔案清單移除的目標檔案。移除訊息隨即顯示。按一下<Yes>按鈕移除檔案。</p> <p><Files in Folder>按鈕: 您可以資料夾為單位選擇目標檔案。 Folder : 按一下按鈕即可顯示資料夾的參考對話方塊。選擇目標資料夾並按一下<OK>按鈕以新增檔案。</p> <p>新增的檔案會顯示在[Log Data Files]上。 勾選的檔案會顯示於圖表上。 您最多可在圖表上同時顯示 50 個檔案。</p>

3-2 如何載入單一記錄檔案

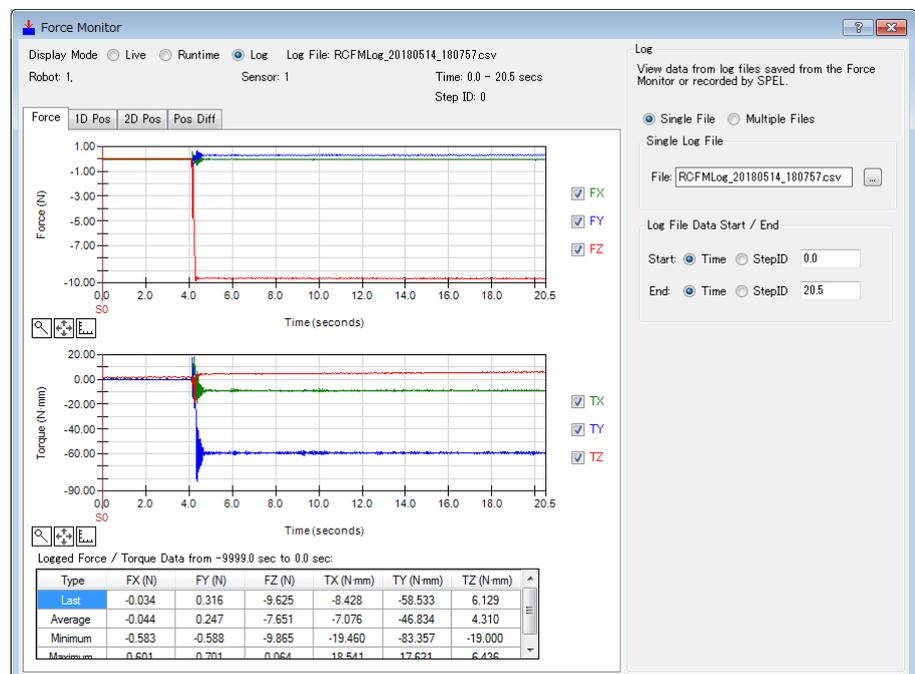
1. 選擇<Single File>按鈕。



2. 按一下[File]的<Browse>按鈕。
3. [Select Data File]對話方塊隨即顯示。
在[File name]方塊中選擇目標檔案。



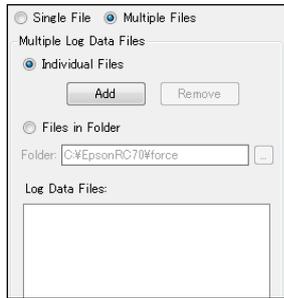
4. 按一下<Open>按鈕。
記錄資料隨即顯示於圖表中。



3-3 如何載入多個記錄資料檔案

3-3-1 選擇個別檔案

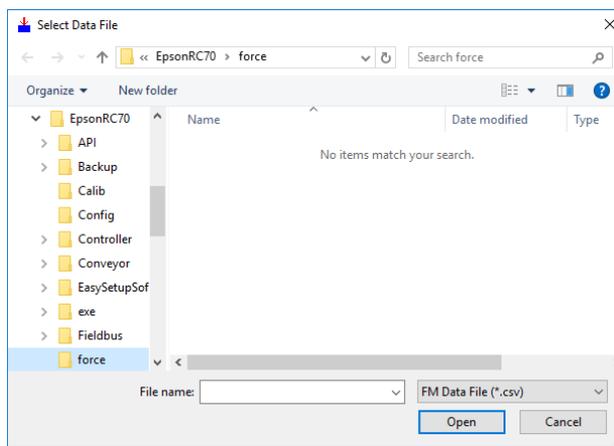
(1) 按一下<Multiple Files>按鈕。



(2) 選擇<Individual Files>按鈕。

(3) 按一下<Add>按鈕。

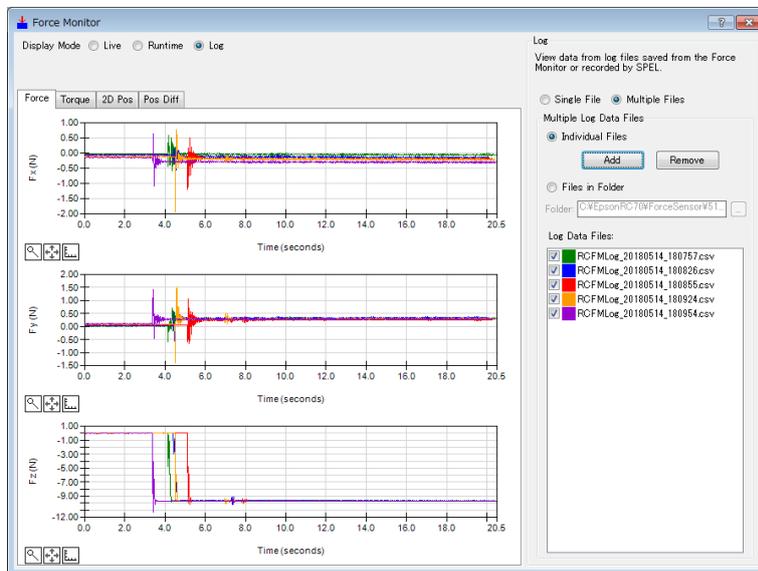
[Select Data File]對話方塊隨即顯示。



(4) 在[File name]方塊中選擇目標檔案。

(5) 按一下<Open>按鈕。

檔案會新增至[Log Data Files]。勾選核取方塊時，記錄資料會隨即顯示於圖表中。



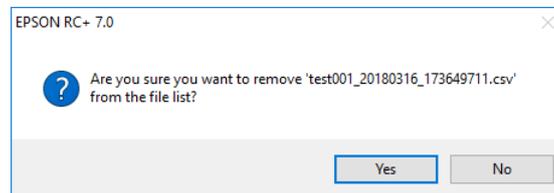
若在勾選[Log Data Files]中顯示的檔案時重新開啟[Force Monitor]對話方塊，載入檔案將會需要一些時間。

若要在圖表上新增欲顯示的檔案：
按一下<Add>按鈕。

若要從圖表移除欲顯示的檔案：

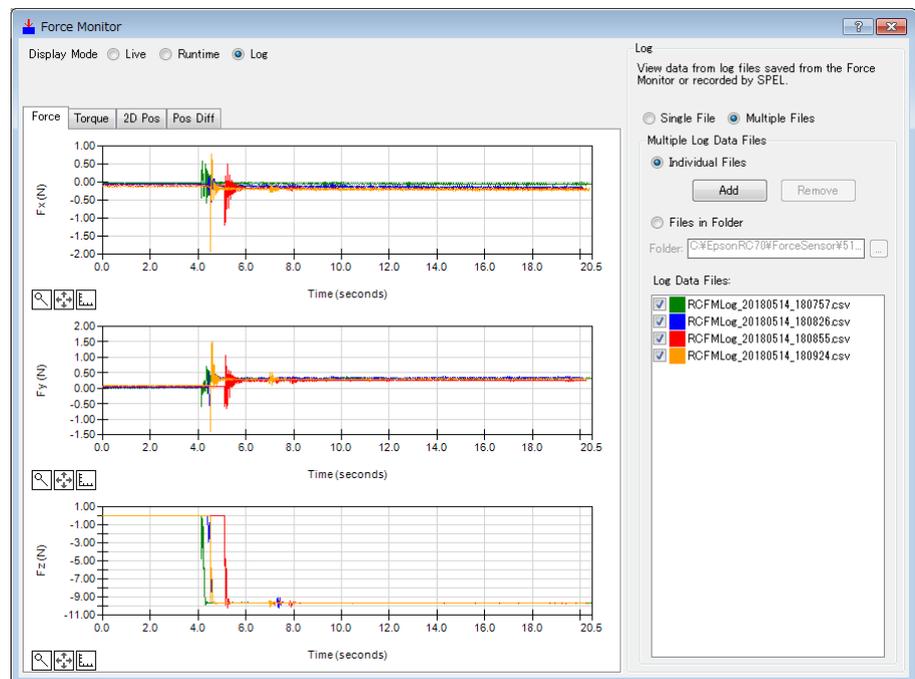
共有兩種方式。

1. 從[Log Data Files]清單清除核取記號。
2. 選擇目標檔案並按一下<Remove>按鈕。
按下<Remove>按鈕時，下列訊息隨即顯示。



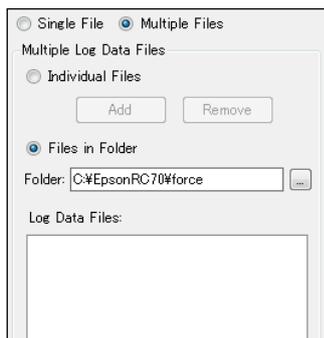
確認訊息並按一下<Yes>按鈕。

目標檔案會隨即從[Log Data Files]清單移除。



3-3-2 選擇資料夾

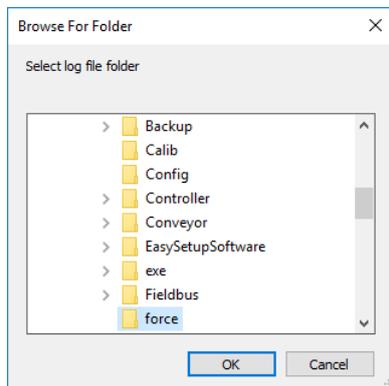
(1) 按一下<Multiple Files>按鈕。



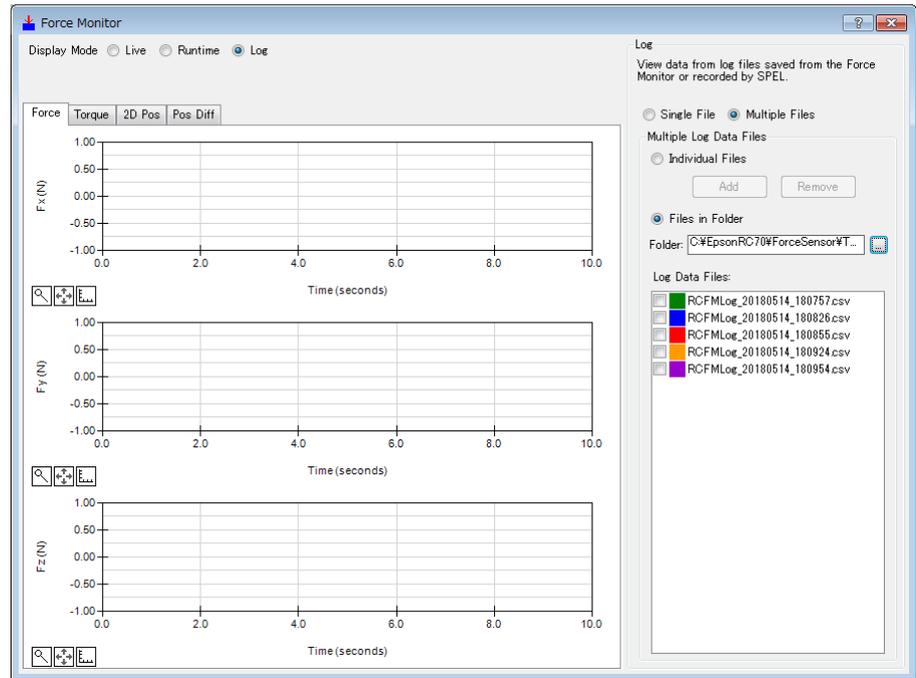
(2) 按一下<Files in Folder>按鈕。

(3) 按一下[Folder]的<Browse>按鈕。

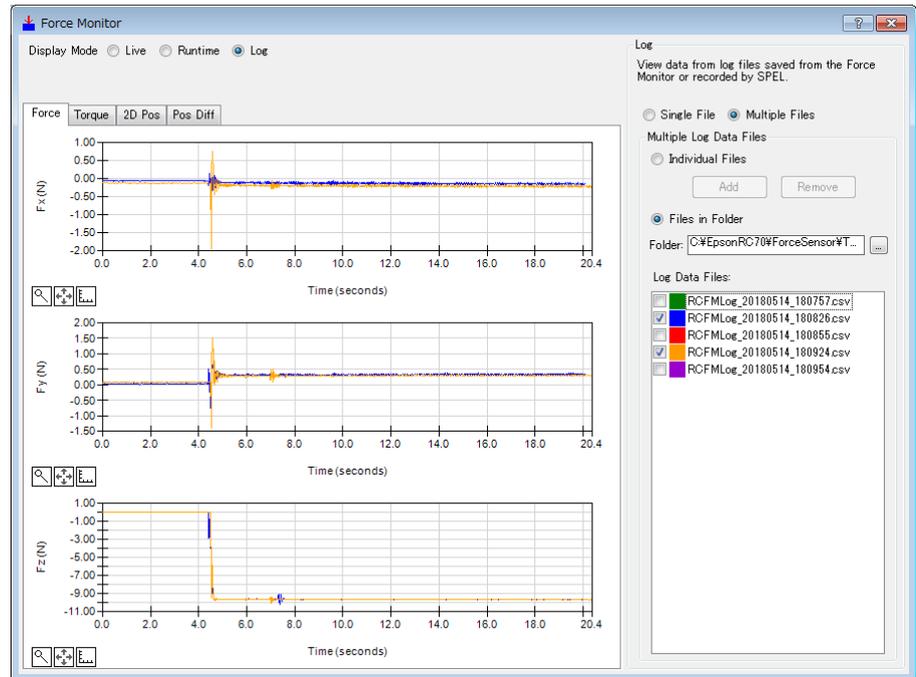
(4) [Browse For Folder]對話方塊隨即顯示。
選擇目標資料夾。



- (5) 按一下<OK>按鈕。
檔案會新增至[Log Data Files]。



勾選核取方塊時，記錄資料會隨即顯示於圖表中。



4. 圖表

勾選圖表旁的核取方塊即可顯示項目。

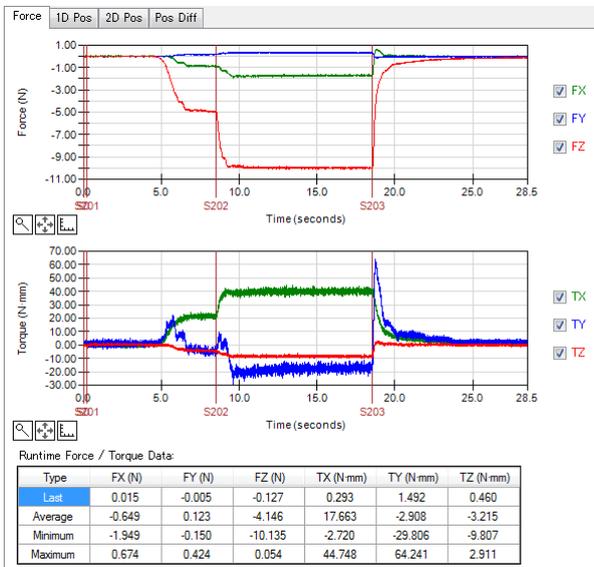
有勾選: 目標項目隨即顯示於圖表中。

無勾選: 目標項目不會顯示於圖表中。

4-1 單一檔案

4-1-1 [Force]標籤(單一檔案)

[Force]標籤上的圖表會顯示平移方向的力, 扭力, StepID 值。



在下列模式中選擇[Force]標籤時，會顯示圖表。

Live 模式

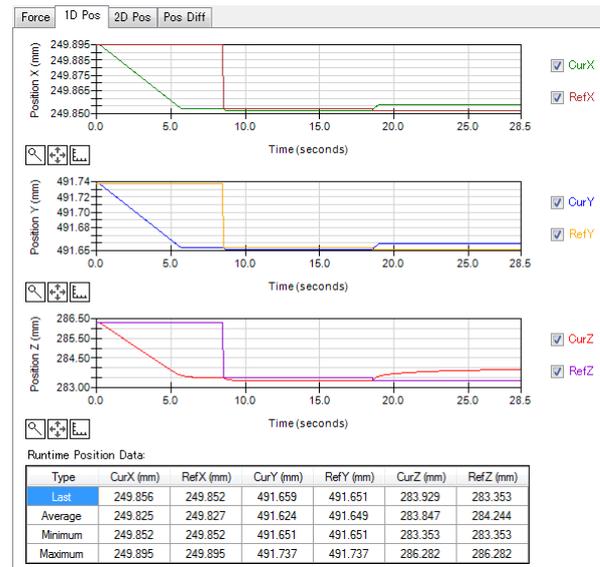
Runtime 模式

Log 模式(選擇<Single File>按鈕)

項目	說明
Force 圖表	在圖表中顯示移動力(Fx, Fy, Fz)。 垂直軸: Force [N] 水平軸: Time [s] StepID 的變化會以紅線顯示於圖表中。
Torque 圖表	在圖表中顯示扭力(Tx, Ty, Tz)。 垂直軸: Torque [N·mm] 水平軸: Time [s] StepID 的變化會以紅線顯示於圖表中。
Force / Torque Data	針對移動力(Fx, Fy, Fz)及扭力(Tx, Ty, Tz)顯示圖表中顯示資料的數值(Last, Average, Minimum, Maximum)。

4-1-2 [1D Pos]標籤(單一檔案)

[1D Pos]標籤上的圖表會區分為 X, Y, Z 分量，顯示包含力覺控制的命令位置 (CurPos)，以及僅包含位置控制的命令位置(RefPos)。



在下列模式中選擇[1D Pos]標籤時，會顯示圖表。

Live 模式

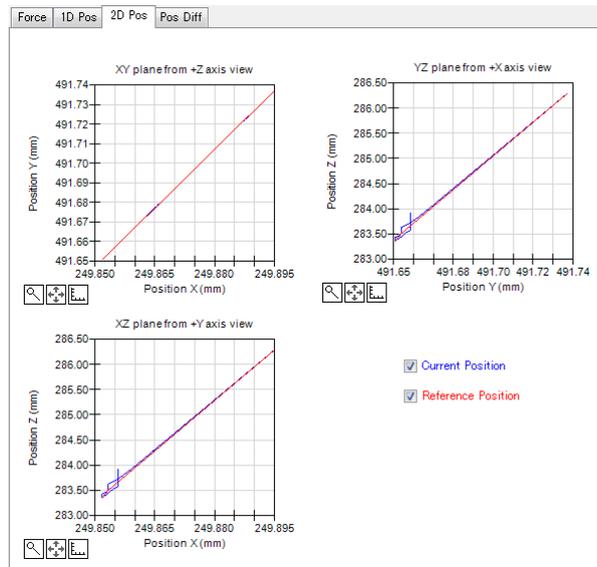
Runtime 模式

Log 模式(選擇<Single File>按鈕)

項目	說明
Position X 圖表	在圖表中顯示 X 方向的命令位置(CurPos 及 RefPos)。 垂直軸: X 方向位置[mm] 水平軸: Time [s]
Position Y 圖表	在圖表中顯示 Y 方向的命令位置(CurPos 及 RefPos)。 垂直軸: Y 方向位置[mm] 水平軸: Time [s]
Position Z 圖表	在圖表中顯示 Z 方向的命令位置(CurPos 及 RefPos)。 垂直軸: Z 方向位置[mm] 水平軸: Time [s]
Runtime Position Data	針對各命令位置的 X, Y, Z 分量，顯示圖表中顯示資料的數值(Last, Average, Minimum, Maximum)。

4-1-3 [2D Pos]標籤(單一檔案)

[2D Pos]標籤上的圖表會區分為 XY, YZ, XZ 平面，顯示包含力覺控制的命令位置 (CurPos)，以及僅包含位置控制的命令位置(RefPos)。



在下列模式中選擇[2D Pos]標籤時，會顯示圖表。

Live 模式

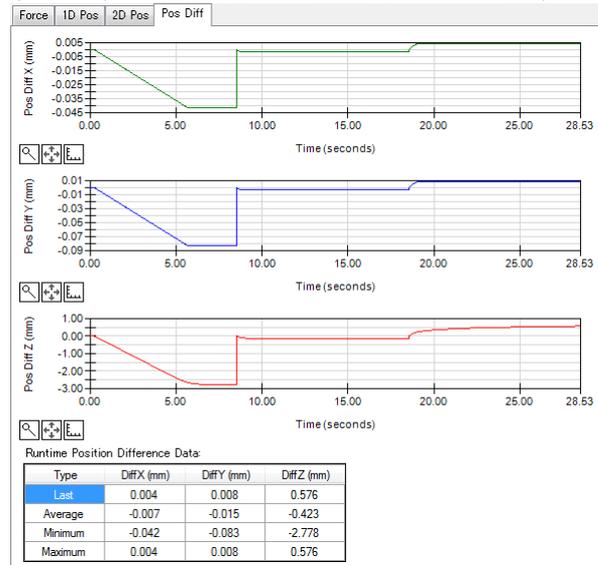
Runtime 模式

Log 模式(選擇<Single File>按鈕)

項目	說明
XY plane from +Z axis view 圖表	在圖表中顯示投射於 XY 平面的命令位置(CurPos 及 RefPos)。 垂直軸: Y 位置[mm] 水平軸: X 位置[mm]
YZ plane from +X axis view 圖表	在圖表中顯示投射於 YZ 平面的命令位置(CurPos 及 RefPos)。 垂直軸: Z 位置[mm] 水平軸: Y 位置[mm]
XZ plane from +Y axis view 圖表	在圖表中顯示投射於 XZ 平面的命令位置(CurPos 及 RefPos)。 垂直軸: Z 位置[mm] 水平軸: X 位置[mm]
命令位置	您可在右下角的核取方塊(Current Position 及 Reference Position)選擇要顯示的命令位置。 有勾選: 在圖表中顯示勾選的命令位置。 無勾選: 勾選的命令位置不會顯示於圖表中。 此設定會反應至所有圖表。

4-1-4 [Pos Diff]標籤(單一檔案)

[Pos Diff]標籤上的圖表會區分為 X, Y, Z 分量，顯示包含力覺控制的命令位置 (CurPos)，以及僅包含位置控制的命令位置(RefPos)間的差異。



在下列模式中選擇[Pos Diff]標籤時，會顯示圖表。

Live 模式

Runtime 模式

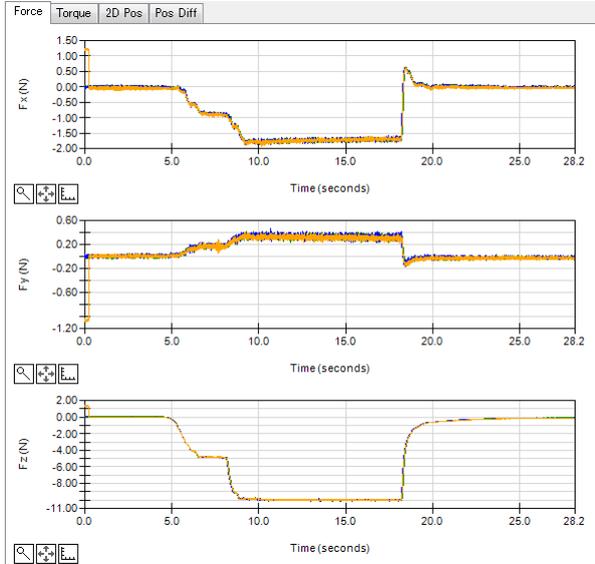
Log 模式(選擇<Single File>按鈕)

項目	說明
Pos Diff X 圖表	在圖表中顯示 X 方向的命令位置(CurPos 及 RefPos)差異。 垂直軸: X 方向位置差異[mm] 水平軸: Time [s]
Pos Diff Y 圖表	在圖表中顯示 Y 方向的命令位置(CurPos 及 RefPos)差異。 垂直軸: Y 方向位置差異[mm] 水平軸: Time [s]
Pos Diff Z 圖表	在圖表中顯示 Z 方向的命令位置(CurPos 及 RefPos)差異。 垂直軸: Z 方向位置差異[mm] 水平軸: Time [s]
Runtime Position Difference Date	針對 Pos Diff 的 X, Y, Z 分量，顯示圖表中顯示資料的數值 (Last, Average, Minimum, Maximum)。

4-2 多個檔案

4-2-1 [Force]標籤(多個檔案)

[Force]標籤(多個檔案)上的圖表會顯示各軸的移動力。各圖表上指定的多個記錄資料檔案的資料會重疊顯示。



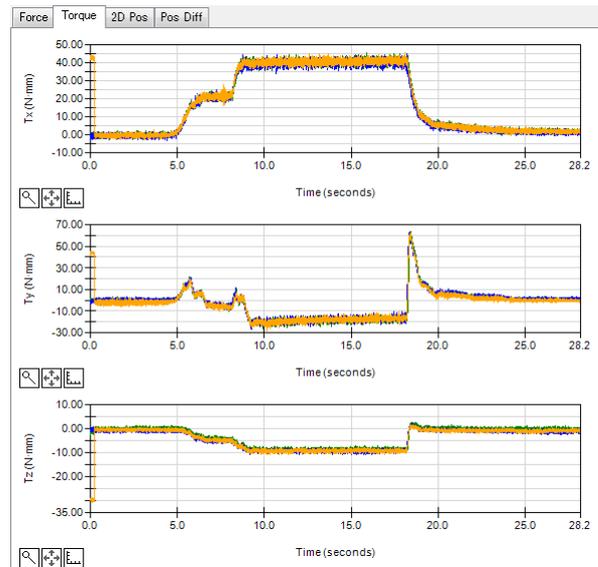
在下列模式中選擇[Force]標籤時，會顯示圖表。

Log 模式(選擇<Multiple Files>按鈕)

項目	說明
Fx 圖表	在圖表上重疊並顯示最多 50 個檔案的 X 方向移動力。 垂直軸: X 方向力[N] 水平軸: Time [s]
Fy 圖表	在圖表上重疊並顯示最多 50 個檔案的 Y 方向移動力。 垂直軸: Y 方向力[N] 水平軸: Time [s]
Fz 圖表	在圖表上重疊並顯示最多 50 個檔案的 Z 方向移動力。 垂直軸: Z 方向力[N] 水平軸: Time [s]

4-2-2 [Torque]標籤(多個檔案)

[Torque]標籤上的圖表會顯示各軸的扭力。各圖表上指定的多個記錄資料檔案的資料會重疊顯示。

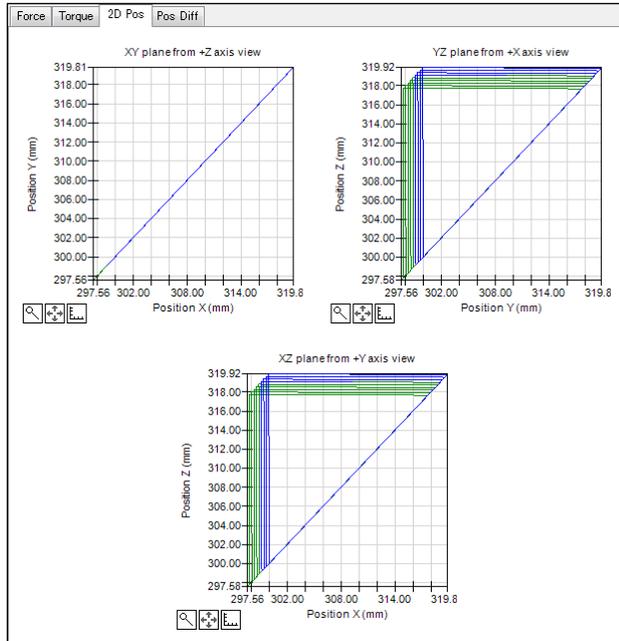


在下列模式中選擇[Torque]標籤時，會顯示圖表。
Log 模式(選擇<Multiple Files>按鈕)

項目	說明
Tx 圖表	在圖表上重疊並顯示最多 50 個檔案的 X 方向扭力。 垂直軸: X 方向扭力[N·mm] 水平軸: Time [s]
Ty 圖表	在圖表上重疊並顯示最多 50 個檔案的 Y 方向扭力。 垂直軸: Y 方向扭力[N·mm] 水平軸: Time [s]
Tz 圖表	在圖表上重疊並顯示最多 50 個檔案的 Z 方向扭力。 垂直軸: Z 方向扭力[N·mm] 水平軸: Time [s]

4-2-3 [2D Pos]標籤(多個檔案)

[2D Pos]標籤上的圖表會區分為 XY, YZ, XZ 平面，顯示包含力覺控制的命令位置 (CurPos)，以及僅包含位置控制的命令位置(RefPos)。各圖表上指定的多個記錄資料檔案的資料會重疊顯示。



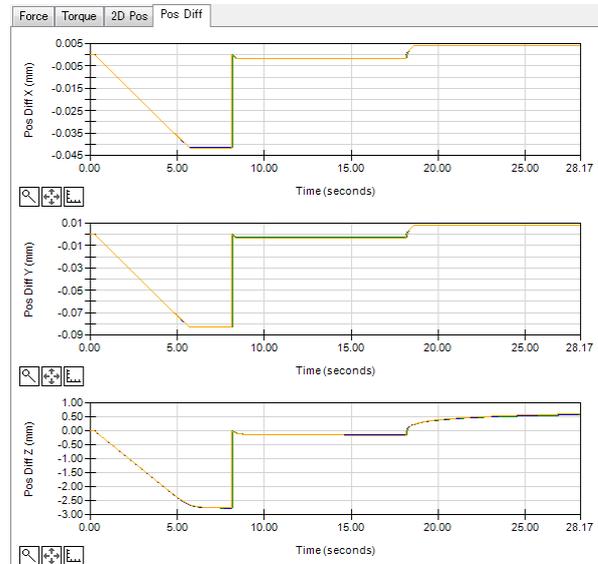
在下列模式中選擇[2D Pos]標籤時，會顯示圖表。

Log 模式(選擇<Multiple Files>按鈕)

項目	說明
XY plane from +Z axis view 圖表	透過最多重疊 50 個檔案，在圖表上顯示投射於 XY 平面的命令位置(CurPos 及 RefPos)。 垂直軸: Y 方向位置[mm] 水平軸: X 方向位置[mm]
YZ plane from +X axis view 圖表	透過最多重疊 50 個檔案，在圖表上顯示投射於 YZ 平面的命令位置(CurPos 及 RefPos)。 垂直軸: Z 方向位置[mm] 水平軸: Y 方向位置[mm]
XZ plane from +Y axis view 圖表	透過最多重疊 50 個檔案，在圖表上顯示投射於 XZ 平面的命令位置(CurPos 及 RefPos)。 垂直軸: Z 方向位置[mm] 水平軸: X 方向位置[mm]

4-2-4 [Pos Diff]標籤(多個檔案)

[Pos Diff]標籤(多個檔案)上的圖表會區分為 X, Y, Z 分量，顯示包含力覺控制的命令位置(CurPos)，以及僅包含位置控制的命令位置(RefPos)間的差異。各圖表上指定的多個記錄資料檔案的資料會重疊顯示。



在選擇數個檔案的<Log>模式中選擇[Pos Diff]標籤時，會顯示圖表。

項目	說明
Pos Diff X 圖表	透過最多重疊 50 個檔案，在圖表中顯示 X 方向的命令位置 (CurPos 及 RefPos) 差異。 垂直軸: X 方向位置差異[mm] 水平軸: Time [s]
Pos Diff Y 圖表	透過最多重疊 50 個檔案，在圖表中顯示 Y 方向的命令位置 (CurPos 及 RefPos) 差異。 垂直軸: Y 方向位置差異[mm] 水平軸: Time [s]
Pos Diff Z 圖表	透過最多重疊 50 個檔案，在圖表中顯示 Z 方向的命令位置 (CurPos 及 RefPos) 差異。 垂直軸: Z 方向位置差異[mm] 水平軸: Time [s]

4-3 常用功能

以下為各圖表的常用功能:

- 放大圖表顯示
- 移動放大區域
- 變更圖表比例

圖表未更新時，您可使用上述功能。

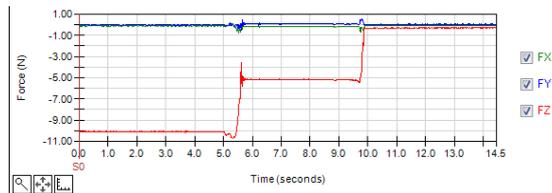


項目	說明
放大圖表顯示	按一下  按鈕，並將滑鼠游標移至圖表上。 游標移至圖表上時，將會變為十字游標。 在開始位置按滑鼠左鍵時，請將滑鼠移至結束位置，再放開左鍵。從開始位置至結束位置間的區域將會放大顯示。 若要恢復原始圖表，再按一下  按鈕即可。
移動放大區域	按一下  按鈕，並將滑鼠游標移至圖表上。 游標移至圖表上時，將會變為箭頭游標。 以滑鼠左鍵按住放大區域時上下移動，該區域會隨滑鼠動作移動。
變更圖表比例	按下  按鈕時，[Set Graph Axis Scales]對話方塊隨即顯示。您可選擇各軸比例。 設定「Auto」時，比例會視數值自動變更。

4-3-1 放大圖表

以下說明放大下列圖表範圍的步驟。

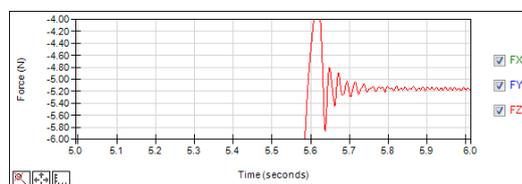
- 從 -6.00 N 至 -4.00 N
- 從 5 至 6 sec



- (1) 按一下  按鈕。
按下按鈕時，按鈕將會變更。(圖示會變為所選狀態。)



- (2) 將滑鼠游標移至圖表上。
- (3) 若要選擇區域，使用滑鼠左鍵按下開始位置(5 sec、-4.00 N)至結束位置(6 sec、-6.00 N)間欲放大的區域。
- (4) 放開滑鼠左鍵。
顯示畫面會切換為步驟(3)中選擇的範圍。



4-3-2 移動放大區域

以下說明移動「4-3-1 放大圖表」範例中所放大圖表之顯示範圍的步驟。

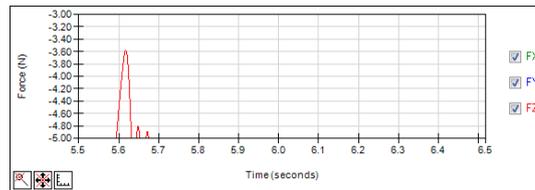
- (1) 按一下  按鈕。

按下按鈕時，按鈕將會變更。(圖示會變為所選狀態。)



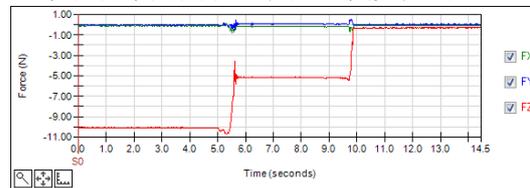
- (2) 將滑鼠游標移至圖表上。
- (3) 按住滑鼠左鍵，將滑鼠移至任一位置。
- (4) 放開滑鼠左鍵。

顯示畫面會切換為步驟(3)中移動的位置。



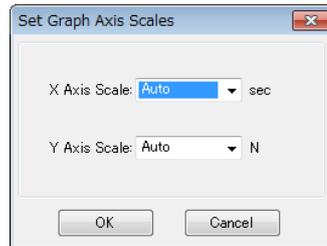
4-3-3 變更圖表比例範例

以下說明下列圖表，將力比例變更為 10 N，並將時間比例變更為 10 sec 的步驟。

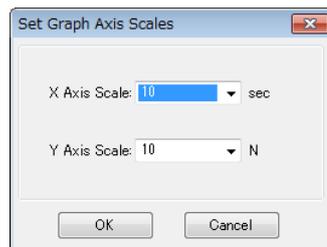


- (1) 按一下  按鈕。

[Set Graph Axis Scales]對話方塊隨即顯示。

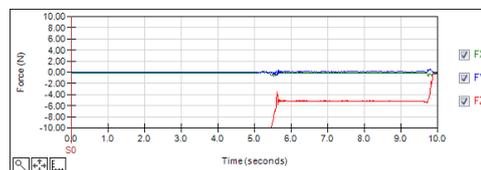


- (2) 將[Y axis Scale](力比例)及[X axis Scale](時間比例)變更為「10」。



- (3) 按一下<OK>按鈕。

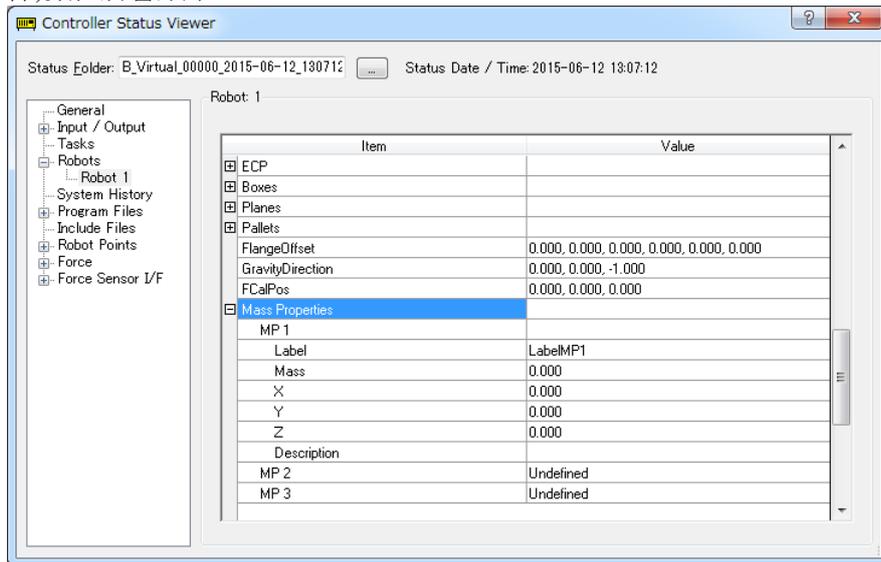
顯示畫面隨即變更為指定比例。



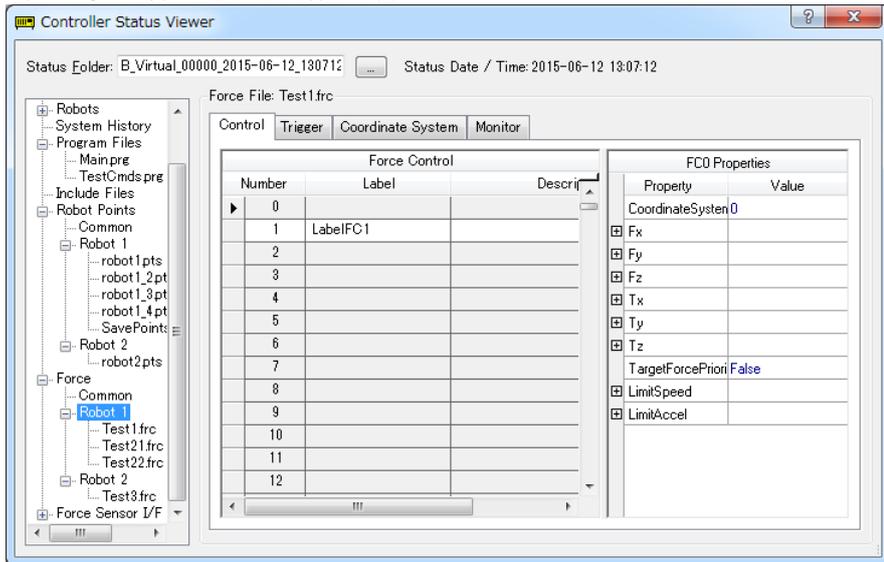
3.5.3 [Maintenance](工具功能表)

顯示控制器狀態時，可參照力覺感應器相關數值。

- (1) 按一下< View Controller Status >按鈕。
[Browse Folder]對話方塊隨即顯示。
- (2) 選擇儲存資訊的資料夾。(「B_」後接續「控制器類型名稱、序號及日期/時間」的資料夾)
- (3) 按一下<OK>按鈕顯示控制器狀態。
- (4) 從[Controller Status Viewer]視窗的樹狀結構中選擇[Robots]-[Robot*]。
所選機器人(機器人物件)的 FlangeOffset, GravityDirection, Mass 屬性(質量屬性物件)數值將會顯示。



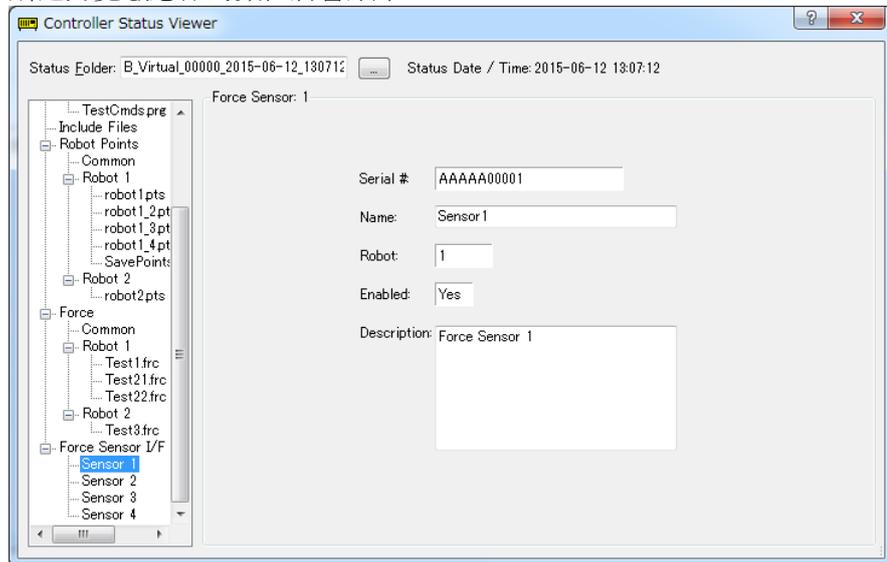
- (5) 選擇[Force]-[Robot*]-[****.frc]。
所選力覺物件的數值及屬性將會顯示。



如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 3.5.1 [Robot Manager](工具功能表) - [Tools]
[Robot Manager]-[Force] 面板

- (6) 選擇[Force Sensor I/F]-[Sensor *]。
所選力覺感應器的數值將會顯示。



如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 1.1 設定力覺感應器 I/F 裝置

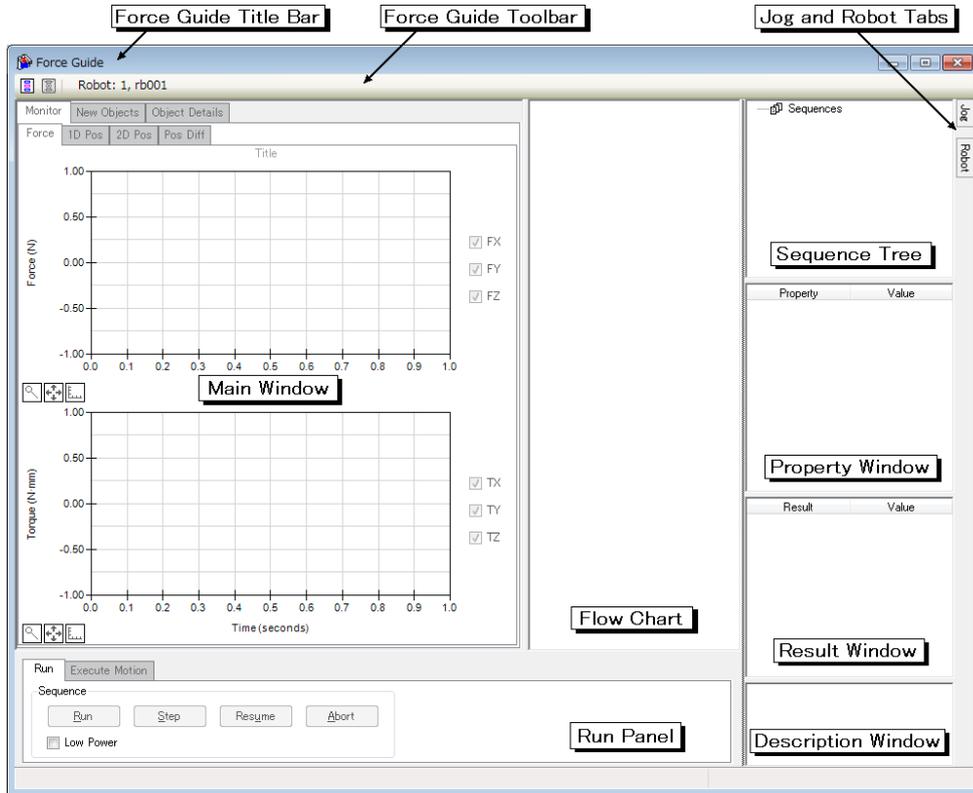
3.5.4 [Force Guidance](工具功能表)

您可使用力控制功能、力覺觸發功能及力覺監控功能建立操作，而不需透過 SPEL+ 語言進行編程。

[Force Guide]視窗顯示

[Force Guide]視窗共有下列兩種顯示方式。

1. 選擇 EPSON RC+ 7.0 的[Tools]功能表-[Force Guide]。
2. 按一下工具列上的<Force Guide> 按鈕。



「Force Guide」標題列

標題列會顯示視窗標題，以及目前選擇的力覺引導序列名稱。力覺引導序列名稱會以[括號]顯示。

力覺引導序列更新時，[括號]旁會顯示「*」。儲存後，「*」隨即消失。



請注意，EPSON RC+ 7.0 與「Force Guide」的標題列不同。

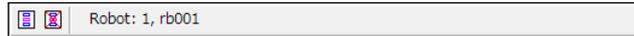
差異:

EPSON RC+ 7.0 標題列 : 顯示目前進行專案的名稱。

「Force Guide」標題列 : 顯示目前選擇的力覺引導序列名稱。

「Force Guide」工具列

「Force Guide」工具列會顯示於「Force Guide」視窗上方及標題列下方。



工具列簡述如下：

按鈕	工具提示	說明
	New sequence	建立力覺引導序列。 按一下即可顯示序列精靈。 若要建立力覺引導序列，請依序列精靈設定基本資訊、選擇工作，並選擇範本。 <i>參考: 建立新的力覺引導序列(後續說明)</i>
	Delete sequence	刪除力覺引導序列。 按一下即可顯示[Delete Force Guide Sequence]對話方塊。 若要刪除力覺引導序列，請在對話方塊上選擇要刪除的力覺引導序列。 <i>參考: 刪除力覺引導序列(後續說明)</i>
Robot	-	顯示目標機器人編號及名稱。
	Flow chart ON/OFF	打開或關閉力覺精靈序列的流程圖。

主要視窗



主要視窗可透過下列標籤切換顯示畫面：

「Monitor」標籤：執行力覺引導序列時顯示資料。

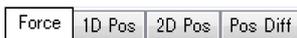
「New Objects」標籤：選擇要新增至力覺引導序列的力覺引導物件。

「Object Details」標籤：設定或檢查目前選擇的力覺引導序列或力覺引導物件。

各功能簡述如下：

[Monitor]標籤

[Monitor]標籤內含[Force], [1D Pos], [2D Pos], [Pos Diff]標籤。



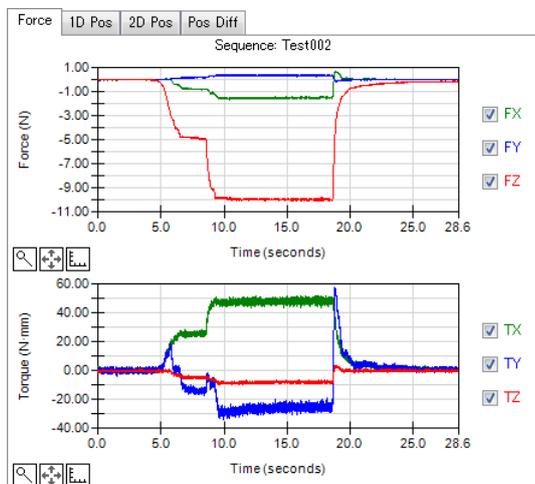
[Force]標籤

平移方向的力或扭力會顯示於各圖表上。

您可勾選圖表旁的核取方塊選擇要顯示的項目。

有勾選: 在圖表中顯示勾選項目。

無勾選: 勾選的項目不會顯示於圖表中。



項目	說明
Force 圖表	在圖表中顯示平移方向的力(Fx, Fy, Fz)。 垂直軸: Force [N] 水平軸: Time [s]
Torque 圖表	在圖表中顯示扭力(Tx, Ty, Tz)。 垂直軸: Torque [N·mm] 水平軸: Time [s]

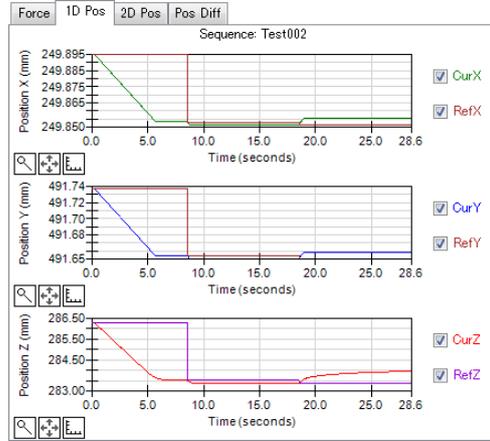
[1D Pos]標籤

透過區分 X, Y, Z 分量的方式，在圖表上顯示包含力覺控制的命令位置(CurPos)，以及僅包含位置控制的命令位置(RefPos)。

您可勾選圖表旁的核取方塊選擇要顯示的項目。

有勾選: 在圖表中顯示勾選項目。

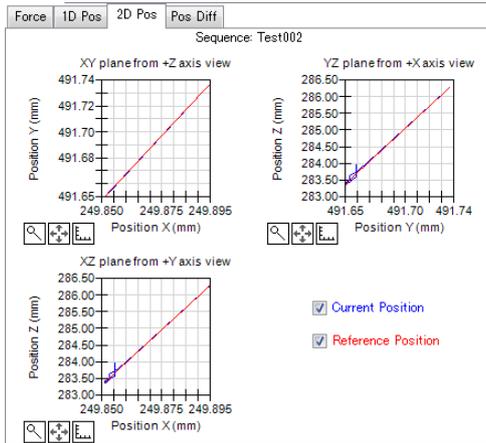
無勾選: 勾選的項目不會顯示於圖表中。



項目	說明
Position X 圖表	在圖表中顯示 X 方向的命令位置(CurPos 及 RefPos)。 垂直軸: X 方向位置[mm] 水平軸: Time [s]
Position Y 圖表	在圖表中顯示 Y 方向的命令位置(CurPos 及 RefPos)。 垂直軸: Y 方向位置[mm] 水平軸: Time [s]
Position Z 圖表	在圖表中顯示 Z 方向的命令位置(CurPos 及 RefPos)。 垂直軸: Z 方向位置[mm] 水平軸: Time [s]

[2D Pos]標籤

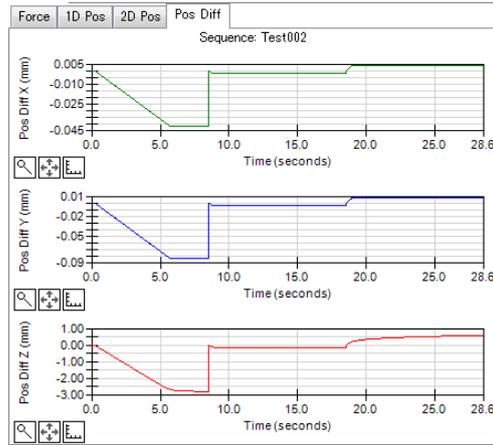
透過區分 XY, YZ, XZ 平面的方式，在圖表上顯示包含力覺控制的命令位置(CurPos)，以及僅包含位置控制的命令位置(RefPos)。



項目	說明
XY plane from +Z axis view 圖表	在圖表中顯示投射於 XY 平面的命令位置(CurPos 及 RefPos)。 垂直軸: Y 方向位置[mm] 水平軸: X 方向位置[mm]
YZ plane from +X axis view 圖表	在圖表中顯示投射於 YZ 平面的命令位置(CurPos 及 RefPos)。 垂直軸: Z 方向位置[mm] 水平軸: Y 方向位置[mm]
XZ plane from +Y axis view 圖表	在圖表中顯示投射於 XZ 平面的命令位置(CurPos 及 RefPos)。 垂直軸: Z 方向位置[mm] 水平軸: X 方向位置[mm]
命令位置	您可在右下角的核取方塊(Current Position 及 Reference Position)選擇要顯示的命令位置。 有勾選: 在圖表中顯示勾選的命令位置。 無勾選: 勾選的命令位置不會顯示於圖表中。 此設定會反應至所有圖表。

[Pos Diff]標籤

透過區分 X, Y, Z 分量的方式，在圖表上顯示包含力覺控制的命令位置(CurPos)，以及僅包含位置控制的命令位置(RefPos)間的差異。



項目	說明
Pos Diff X 圖表	在圖表中顯示 X 方向命令位置(CurPos 及 RefPos)間的差異。 垂直軸: X 方向位置差異[mm] 水平軸: Time [s]
Pos Diff Y 圖表	在圖表中顯示 Y 方向命令位置(CurPos 及 RefPos)間的差異。 垂直軸: Y 方向位置差異[mm] 水平軸: Time [s]
Pos Diff Z 圖表	在圖表中顯示 Z 方向的命令位置(CurPos 及 RefPos)間的差異。 垂直軸: Z 方向位置差異[mm] 水平軸: Time [s]

常用功能

以下為各圖表的常用功能。

放大圖表顯示

移動放大區域

變更圖表比例

圖表未更新時，您可使用上述功能。

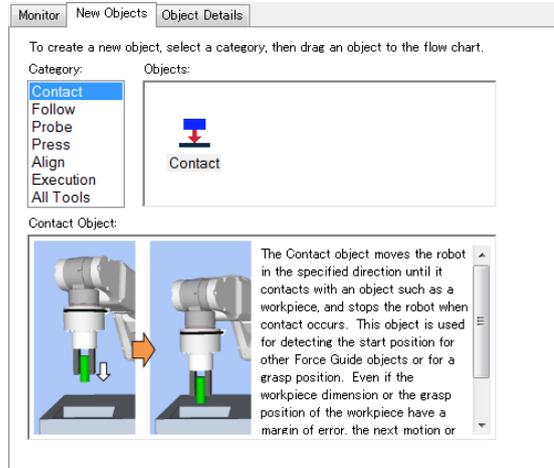


按鈕	工具提示	說明
	Zoom	若要放大圖表，請選擇欲放大的區域。 按一下按鈕，接著將滑鼠游標移至圖表上。 游標移至圖表上時，將會變為十字游標。 在開始位置按滑鼠左鍵時，請將滑鼠移至結束位置，再放開左鍵。從開始位置至結束位置間的區域將會放大。 若要恢復原始圖表，再按一下按鈕即可。
	Pan	移動放大區域。 按一下按鈕，接著將滑鼠游標移至圖表上。 游標移至圖表上時，將會變為箭頭游標。 以滑鼠左鍵按住放大區域時上下移動，該區域會隨滑鼠動作移動。
	Set scales for axes	變更圖表比例。 按下按鈕即可顯示[Set Graph Axis Scales]對話方塊。 您可變更各軸比例。 指定「Auto」時，比例會視數值變更。 未指定「Auto」時，比例會變為指定數值。

[New Objects]標籤

在 New Objects 標籤中，您可將新的力覺引導物件新增至力覺引導序列。

若要將力覺引導物件新增至力覺引導序列，請選擇該力覺引導物件，並將其拖曳至流程圖上。



項目	說明																
Category	<p>依據功能分類的物件項目。 您可選擇下列項目。 Contact, Follow, Probe, Press, Align, Execution, All Tools</p>																
Objects	<p>顯示[Category]中選擇的力覺引導物件項目清單。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>[Category]</th> <th>[Objects]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Contact</td> <td>Contact</td> </tr> <tr> <td>Follow</td> <td>Relax、FollowMove</td> </tr> <tr> <td>Probe</td> <td>PressProbe、ContactProbe</td> </tr> <tr> <td>Press</td> <td>Press、PressMove</td> </tr> <tr> <td>Align</td> <td>SurfaceAlign</td> </tr> <tr> <td>Execution</td> <td>Decision、SPELFunc</td> </tr> <tr> <td>All Tools</td> <td>All force guide objects</td> </tr> </tbody> </table> <p>若要將力覺引導物件新增至力覺引導序列，請選擇(按一下)欲新增的力覺引導物件，並將其拖曳至流程圖上(放開滑鼠按鍵)。</p> <p>從力覺引導物件清單選擇力覺引導物件時，力覺引導物件的影像及說明會顯示於[Category]及[Objects]下方。</p>	[Category]	[Objects]	Contact	Contact	Follow	Relax、FollowMove	Probe	PressProbe、ContactProbe	Press	Press、PressMove	Align	SurfaceAlign	Execution	Decision、SPELFunc	All Tools	All force guide objects
[Category]	[Objects]																
Contact	Contact																
Follow	Relax、FollowMove																
Probe	PressProbe、ContactProbe																
Press	Press、PressMove																
Align	SurfaceAlign																
Execution	Decision、SPELFunc																
All Tools	All force guide objects																

[Object Details]標籤

您可檢查目前選擇的力覺引導物件及力覺引導序列名稱, 說明設定, 執行時間, 執行結果(EndStatus)。

設定或檢查選擇的力覺引導序列或力覺引導物件。

項目	說明
Name	設定名稱。 您最多可輸入 16 個英數字元。
Description	設定說明。 您最多可輸入 255 個英數字元。
Time	顯示執行時間。
EndStatus	顯示執行結果。
MeasuredHeight	顯示高度的測量結果。(僅在 HeightInspect 序列中顯示)

Run面板

您可在 **Run** 面板中執行力覺引導序列並偵錯。此外，您可將機器人移至指定的目標位置。

Run 面板上包含[Run]及[Execute Motion]標籤。



[Run]標籤

操作目標力覺引導序列。

參考: 執行力覺引導序列(後續說明)

項目	說明
<Run>按鈕	執行選擇的力覺引導序列。
<Step>按鈕	從頂部執行所選力覺引導序列的力覺引導物件。
<Resume>按鈕	重新開始暫停的力覺引導序列。
<Abort>按鈕	暫停正在執行的力覺引導序列。

項目	說明
[Low Power]核取方塊	勾選核取方塊時，機器人會以低功率模式運作。 預設為無勾選。

[Execute Motion]標籤

指定動作命令，並將機器人移至指定的目標位置。

項目	說明
<Execute>按鈕	使用指定的動作命令，將機器人移至指定位置。
[Use LJM]核取方塊	有勾選: 執行動作命令時，機器人會自動變換方向以減少關節的移動量，並以此方式運作。 預設為無勾選。

流程圖

流程圖會顯示目前所選力覺引導序列的力覺引導物件流程。

流程圖順序

- 第一個 : 目前選擇的力覺引導序列。
- 第二個以後 : 包含在所選力覺引導序列內的力覺引導物件。
力覺引導物件以執行順序排列。

流程外框顏色

- 藍色 : 正常顯示。
- 粉紅色 : 按下力覺引導序列或力覺引導物件時。

流程圖上的鎖定符號

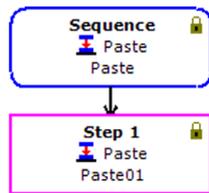
流程圖上的專用力覺引導序列與專用力覺引導物件上會顯示鎖定符號，表示無法刪除、移動專用力覺引導物件。

專用力覺引導物件是只能在專用力覺引導序列中使用的物件，無法從新物件當中新增。

此外，專用力覺引導序列與專用力覺引導物件可利用按一下滑鼠右鍵呼叫流程圖，此操作與通用力覺引導序列及通用力覺引導物件不同。

參考：以滑鼠右鍵按下力覺引導序列流程時

參考：以滑鼠右鍵按下物件流程時



關於專用力覺引導序列的詳細內容，請參閱下列章節。

軟體篇 4. 力覺引導功能

您可透過滑鼠右鍵按下流程呼叫各式操作。

以滑鼠右鍵按下力覺引導序列流程時:

(適用於: 通用力覺引導序列與專用力覺引導序列通用)

項目	說明
New sequence	建立力覺引導序列。 若要建立力覺引導序列，請依序列精靈設定基本資訊、選擇工作，並選擇範本。 <i>參考: 建立新的力覺引導序列</i>
Delete sequence	刪除力覺引導序列。 若要刪除力覺引導序列，請選擇要在[Delete Force Guide Sequence]對話方塊中刪除的力覺引導序列。 <i>參考: 刪除力覺引導序列</i>
Run sequence	執行選擇的力覺引導序列。 <i>參考: 執行力覺引導序列</i>
Paste	貼上複製或剪下的力覺引導物件。
Create SPEL sequence	將已建立的力覺引導序列轉換為 SPEL+程式檔案。 選擇時，會顯示 SPEL 建立對話方塊。 在對話方塊中輸入所需資訊，並建立 SPEL+程式檔案。 <i>參考: 力覺引導序列的 SPEL 建立</i>

以滑鼠右鍵按下序列流程時:

(適用於: 專用力覺引導序列)

項目	說明
Sequence wizard	打開專用力覺引導序列的精靈設定。 <i>參考: 建立新的力覺引導序列</i>

以滑鼠右鍵按下物件流程時:

(適用於: 通用力覺引導序列與專用力覺引導序列通用)

項目	說明
Toggle Breakpoint	設定或解除中斷點。 未設定中斷點時選擇: 您可設定中斷點。設定完成時，物件流程右上角會顯示圖示。 設定中斷點時選擇: 您可解除中斷點。解除時，將會清除物件流程右上角顯示的圖示。 若在設定中斷點時執行力覺引導序列，物件會在設定中斷點的物件流程暫停。
Paste	貼上複製或剪下的力覺引導物件。

以滑鼠右鍵按下物件流程時:

(適用於: 通用力覺引導序列)

項目	說明
Copy	複製選擇的力覺引導物件。
Cut	剪下選擇的力覺引導物件。
Delete	刪除選擇的力覺引導物件。 選擇時，確認訊息隨即顯示。 <Yes>按鈕: 力覺引導物件即會刪除。 <No>按鈕: 不刪除力覺引導物件。

您可在流程圖上的序列/物件流程，檢查序列的執行狀態與結果。

項目	狀態	說明
外框顏色	藍色	表示正常狀態。
	紫色	表示受到選擇的狀態。
	黑色	表示暫停狀態。
	綠色	表示正在執行狀態。
外框內顏色	白色	表示正常狀態。
	黃色	表示暫停狀態。
	淺藍色	表示正在執行狀態。
外框內左上角圖示	影像 	表示力覺引導序列或力覺引導物件已執行成功。
	影像 	表示力覺引導序列或力覺引導物件執行失敗。

序列樹狀結構

樹狀結構可顯示所有序列。

序列樹狀結構中的序列節點及物件可執行與流程圖相同的操作流程。

屬性視窗

您可在屬性視窗中變更力覺引導物件或力覺引導序列的各屬性值。

屬性視窗可透過下列方式顯示:

在流程圖上選擇序列或物件流程。

在序列樹狀結構上選擇序列或物件節點。

Sequence: Test001	
Property	Value
Name	Test001
Index	1
Description	
RobotNumber	1
RobotType	Six Axis
AutoStepID	True
ResetSensor	True
MPNumber	0
Coordinate System	

如需各屬性的詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 4. 力覺引導功能

結果視窗

您可在結果視窗中查看力覺引導序列或力覺引導物件的執行結果。

結果視窗可透過下列方式顯示:

在流程圖上選擇序列或物件流程。

在序列樹狀結構上選擇序列或物件節點。

Result	Value
EndStatus	
EndStatusData	
Time	
LastExecObject	
EndForces	
PeakForces	

如需各結果的詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 4. 力覺引導功能

說明視窗

說明視窗會顯示屬性視窗中所選屬性，或結果視窗上結果的名稱及簡短說明。

<p>Name</p> <p>Specifies the name of the sequence or object.</p>

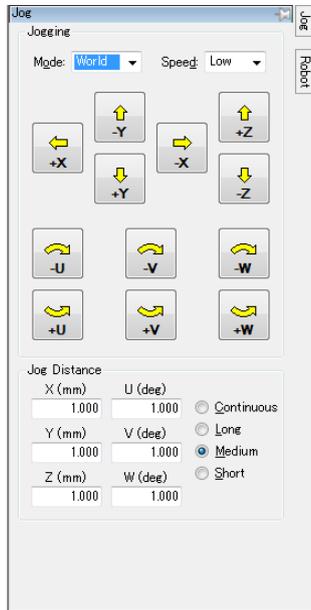
[Jog]標籤

選擇序列表狀結構右側的[Jog]標籤時，[Jog]標籤隨即顯示。

[Jog]標籤是一種可放置於任何位置的飛出式面板。

執行 Jog 動作時，需要啟動機器人馬達。

透過[Robot]標籤啟動馬達。



項目	說明
[Mode]方塊	設定步進模式。(World, Tool, Local, Joint, ECP)
[Speed]方塊	設定步進速度。(低速、高速)
[Jog Distance]群組	設定步進動作距離。 (連續, 大, 中, 小) 選擇「大」, 「中」, 「小」時, 您可在文字方塊中輸入數值以變更距離。
步進按鈕	若要在步進模式操作機器人, 請在設定步進模式、步進速度及步進動作距離後, 按一下步進按鈕。 選擇[Jog Distance]的<Continuous>按鈕 機器人會持續進行步進動作, 直到放開步進按鈕為止。 選擇[Jog Distance]的<Continuous>以外按鈕 機器人會將步進距離操作視為一步。若持續按壓步進按鈕, 機器人會持續進行步進動作。

[Robot]標籤

按一下[Jog]標籤下方的[Robot]標籤，即可顯示[Robot]標籤。

[Robot]標籤是一種可放置於任何位置的飛出式面板。

以步進動作操作機器人時，請設定所需功能。

共可進行下列操作：

選擇目前的機器人

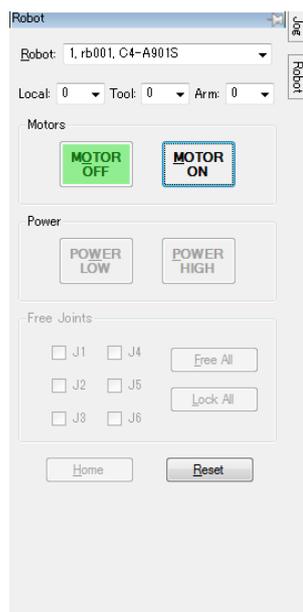
開啟/關閉馬達

變更功率

設定關節

執行 Home

執行 Reset



建立新的力覺引導序列

概觀

使用序列精靈建立力覺引導序列。精靈可透過下列方式顯示:

- 按一下「Force Guide」工具列上的<New sequence >按鈕。
- 在流程圖上的序列流程或序列樹狀結構上的序列節點按一下滑鼠右鍵，以選擇 [New sequence]。

顯示序列精靈時，請依螢幕提示內容選擇序列。

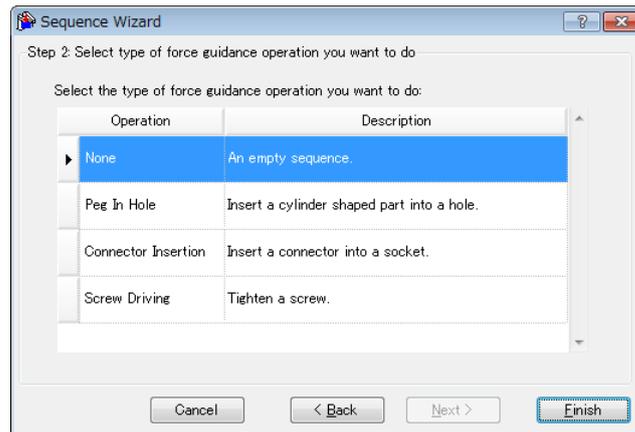
序列精靈: 建立通用力覺引導序列

Step 1: General



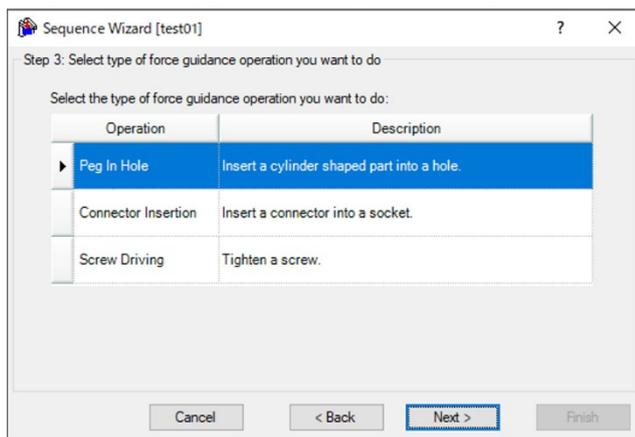
項目	說明
General	<p>Enter name for new sequence: 輸入力覺引導序列名稱。 (最多 16 個英數字元。)</p> <p>Select robot for new sequence: 從目前登錄的機器人清單選擇使用新力覺引導序列的機器人。</p> <p>Copy from existing sequence: 若要透過複製現有的力覺引導序列來建立力覺引導序列，請從清單選擇要複製的力覺引導序列。 若不要複製，請從清單選擇空格。</p>
<Cancel>按鈕	取消建立新序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。 由於目前為 Step 1，因此無法按壓此按鈕。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。 在[Copy from existing sequence]中 選擇「Force guide sequence」時， 無法按壓此按鈕。 選擇空格時： 可按壓此按鈕。
<Finish>按鈕	完成新的力覺引導序列建立。 以輸入的內容建立新的力覺引導序列。

Step 2: Select sequence type



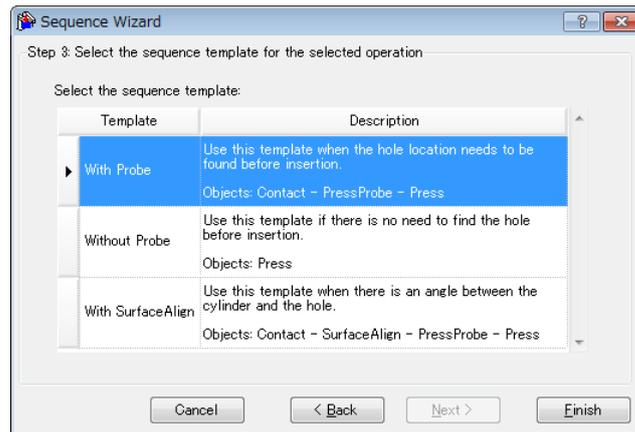
項目	說明
Select sequence type	將範本作為力覺引導序列使用時，請選擇[Template]。 不使用範本時，請選擇[Empty]。
<Cancel>按鈕	取消建立新的力覺引導序列。 按一下以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。 選擇[Select type of force guide operation you want to do]- [None]時： 無法按壓此按鈕。 選擇[Select type of force guide operation you want to do]- [None]以外選項時： 可按壓此按鈕。
<Finish>按鈕	完成建立新序列。 選擇[Select type of force guide operation you want to do]- [None]時： 可按壓此按鈕。 選擇[Select type of force guide operation you want to do]- [None]以外選項時： 無法按壓此按鈕。

Step 3: Select type of force guidance operation you want to do



Item	Description
Select type of force guidance operation you want to do	可以選擇以下作業。 Peg In Hole Connector Insertion Screw Driving
<Cancel> 按钮	取消建立新的力覺引導序列。 按一下以結束序列精靈。
<Back> 按钮	返回上一步。
<Next> 按钮	繼續下一步驟。
<Finish> 按钮	完成建立新序列。

Step 4: Select the sequence template for the selected operation

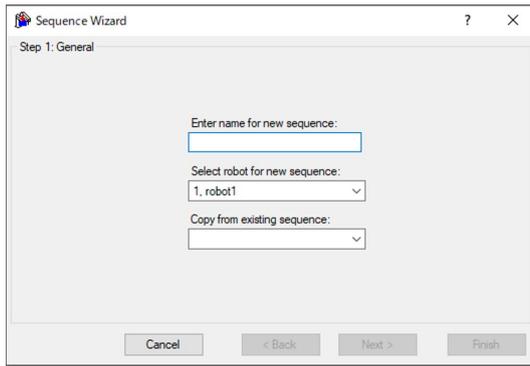


(以上對話方塊為 Step 2 中選擇[Peg In Hole]時的影像。)

項目	說明
Select the sequence template for the selected operation	從下列項目選擇範本。 選擇[Peg In Hole]時: With Probe, Without Probe, With SurfaceAlign 選擇[Connector Insertion]時: With Probe, Without Probe 選擇[Screw Driving]時: 標準
<Cancel>按鈕	取消建立新的力覺引導序列。 按一下以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。 由於目前為 Step 4，因此無法按壓此按鈕。
<Finish>按鈕	完成新的力覺引導序列建立。 以輸入的內容建立新的力覺引導序列。

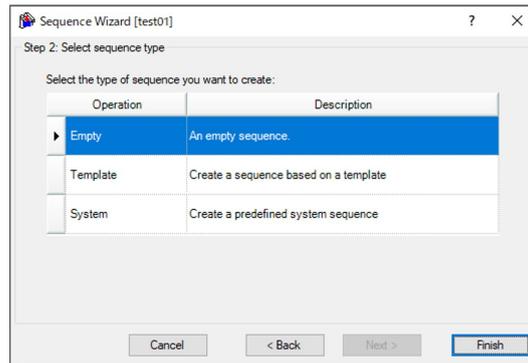
序列精靈: 建立專用力覺引導序列

Step 1: General



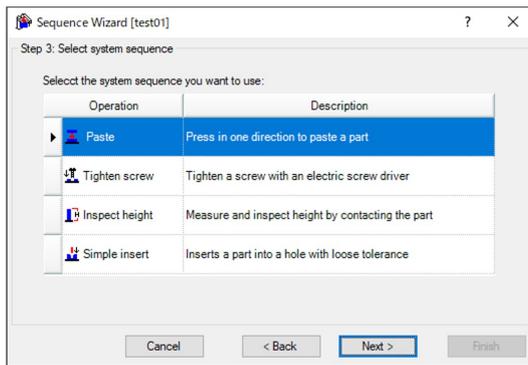
項目	說明
General	<p>Enter name for new sequence: 輸入力覺引導序列名稱。 (最多 16 個半形英數字元)</p> <p>Select robot for new sequence: 從目前登錄的機器人清單選擇使用新力覺引導序列的機器人。</p> <p>Copy from existing sequence: 若要透過複製現有的力覺引導序列來建立力覺引導序列，請從清單選擇要複製的力覺引導序列。 若不要複製，請從清單選擇空格。</p>
<Cancel>按鈕	取消建立新序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。 由於目前為 Step 1，因此無法按壓此按鈕。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。 在[Copy from existing sequence]中 選擇「Force guide sequence」時: 無法按壓此按鈕。 選擇空格時: 可按壓此按鈕。
<Finish>按鈕	完成新的力覺引導序列建立。 以輸入的內容建立新的力覺引導序列。

Step 2: Select sequence type



項目	說明
Select sequence type	要使用專用力覺引導序列時，選擇[System]。
<Cancel>按鈕	取消建立新力覺引導序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。 選擇[Select the type of sequence you want to create]- [Empty]時： 無法按壓此按鈕。 選擇[Select the type of sequence you want to create]- [Empty]以外時： 可按壓此按鈕。
<Finish>按鈕	完成新的序列建立。 選擇[Select the type of sequence you want to create]- [Empty]時： 可按壓此按鈕。 選擇[Select the type of sequence you want to create]- [Empty]以外時： 無法按壓此按鈕。

Step 3: Select system sequence



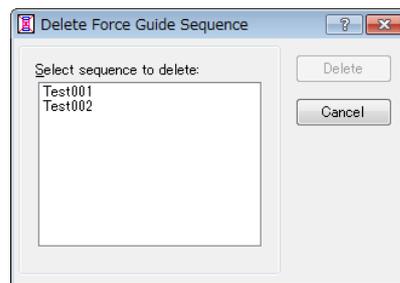
項目	說明
Select system sequence	從下列項目當中，選擇建立專用力覺引導序列的作業。 Paste Tighten screw Inspect height Simple insert
<Cancel>按鈕	取消建立新力覺引導序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續各專用力覺引導序列精靈的下一步。 關於各專用力覺引導序列精靈的詳細內容，請參閱下列章節。 軟體篇 4. 力覺引導功能
<Finish>按鈕	完成新的序列建立。 目前的步驟無法按壓此按鈕。

刪除力覺引導序列

概觀

- (1) [Delete Force Guide Sequence]對話方塊可透過下列方式顯示。
 - 按一下「Force Guide」工具列上的<Delete sequence >按鈕。
 - 在流程圖上的序列流程或序列樹狀結構上的序列節點按一下滑鼠右鍵，以選擇[Delete sequence]。
- (2) 使用滑鼠或方向鍵選擇要刪除的序列。
- (3) 您想刪除的力覺引導序列名稱反白時，按一下<Delete>按鈕。
- (4) 確認訊息隨即顯示。
按一下<Yes>按鈕以刪除序列。若要取消刪除，按一下<No>按鈕。

[Delete Force Guide Sequence]對話方塊



項目	說明
選擇清單	選擇要刪除的力覺引導序列。
<Delete>按鈕	刪除反白的力覺引導序列。按下按鈕時，確認訊息隨即顯示。 <Yes>按鈕: 刪除力覺引導序列。 <No>按鈕: 取消刪除。
<Cancel>按鈕	取消刪除力覺引導序列。 結束[Delete Force Guide Sequence]對話方塊。

執行力覺引導序列

概觀

(1) 以下列方式執行力覺引導序列。

- 按一下<Run>按鈕。
- 在流程圖上的序列流程或序列樹狀結構上的序列節點按一下滑鼠右鍵，即可選擇[Run Sequence]。

(2) 力覺引導序列的執行確認訊息隨即顯示。

按一下<Yes>按鈕以執行序列。若要取消執行，按一下<No>按鈕。

力覺引導序列的執行結果:

您可在流程圖或結果視窗上查看結果。

執行結果成功或失敗:

您可在流程圖上查看。

如需更多詳細資訊，請查看結果視窗。

中斷點設定

中斷點功能可在力覺引導物件開始時，透過設為力覺引導物件的方式暫停執行力覺引導序列。

中斷點可透過下列方式設定或解除:

- 在流程圖物件流程上的目標力覺引導物件或序列樹狀結構上的物件節點按一下滑鼠右鍵，並選擇[Toggle Breakpoint]。
- 選擇目標力覺引導物件後，按一下<F9>鍵。

步驟

「步驟」功能可逐步執行力覺引導物件。

例如，以步驟執行力覺引導序列時，程式會在第一個力覺引導物件暫停。每次按下<Step>按鈕時，程式會重複操作，以執行暫停的力覺引導物件，並在下一個力覺引導物件暫停。

若要以步驟執行力覺引導序列，請按一下[Run]面板上的<Step>按鈕。

您可在力覺引導序列未執行，或程式在力覺引導序列執行期間暫停時，按一下<Step>按鈕。您可按一下按鈕執行下一個力覺引導物件。

繼續

「繼續」功能可從力覺引導序列執行期間暫停的地方，重新開始執行。

若要連續執行力覺引導序列，請按一下[Run]面板上的<Resume>按鈕。

您可在序列於力覺引導序列執行期間暫停時，按一下<Resume>按鈕。您可從暫停的地方重新開始程式。

中止

「中止」功能可停止正在執行的力覺引導序列。

若要停止力覺引導序列，請按一下[Run]面板上的<Abort>按鈕。

您可在力覺引導序列正在執行，或程式暫停時，按一下<Abort>按鈕。按一下按鈕即可停止正在執行的力覺引導序列。無法重新開始已停止的力覺引導序列。

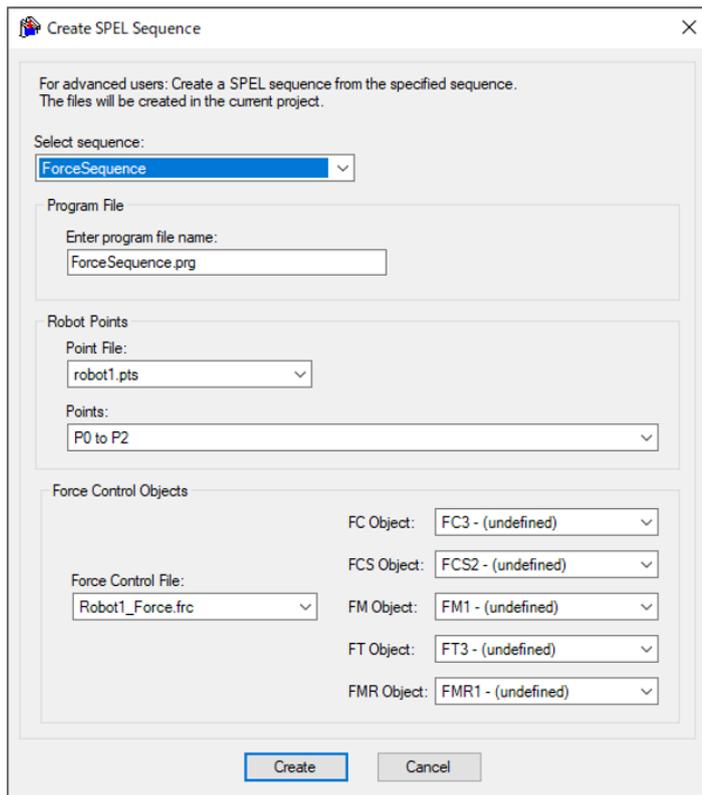
從力覺引導序列建立SPEL程式

概觀

透過力覺引導序列使用[Create SPEL Sequence]對話方塊建立 SPEL 程式。

- (1) 在流程圖上的序列流程或序列樹狀結構上的序列節點按一下滑鼠右鍵，接著選擇[Create SPEL sequence]。
- (2) [Create SPEL Sequence]對話方塊隨即顯示。
選擇序列並輸入程式檔案名稱。
- (3) 按一下<Create>按鈕。
SPEL 程式隨即建立。

[Create SPEL Sequence]對話方塊



項目	說明
Select sequence	選擇用於建立 SPEL 程式的力覺引導序列。
Enter program file name	輸入要建立的 SPEL 程式檔案名稱。 預設: 選擇的力覺引導序列名稱.prg
Point File	選擇已建立 SPEL 程式使用的端點檔案。 建立的 SPEL 程式會載入 LoadPoints 陳述式指定的檔案。若不需載入檔案，請在陳述式加入註解。

項目	說明
Point	選擇已建立 SPEL 程式使用的點範圍。 每次執行程式時，建立的 SPEL 程式會覆寫選擇的點範圍。 請指定未定義的點範圍。
Force Control File	選擇已建立 SPEL 程式使用的力覺檔案。 若不存在力覺檔案，請建立檔案名稱為(「robot」+機器人編號)的力覺檔案，如「robot1.frc」。 建立的 SPEL 程式會載入 Flood 陳述式指定的檔案。 若不需載入檔案，請在陳述式加入註解。
FC Object FCS Object FM Object FT Object FMR Object	選擇要在已建立 SPEL 程式中使用的力覺引導物件。 每次執行程式時，建立的 SPEL 程式會覆寫選擇的力覺物件。 指定未定義端點。
<Create>按鈕	建立 SPEL 程式。 依輸入的資訊建立程式，並將其新增至專案。 若現有的程式檔案名稱已輸入作為程式名稱，將會顯示用於確認覆寫的訊息。 <Yes>按鈕: 覆寫程式檔案。 <No>按鈕: 返回對話方塊而不建立程式。
<Cancel>按鈕	取消建立 SPEL 程式。 結束[Create SPEL Sequence]對話方塊。

3.6 力覺編輯器

從[Project Explorer]中的「Project」物件樹狀結構開啟力覺檔案，即可顯示[Force Editor]視窗。

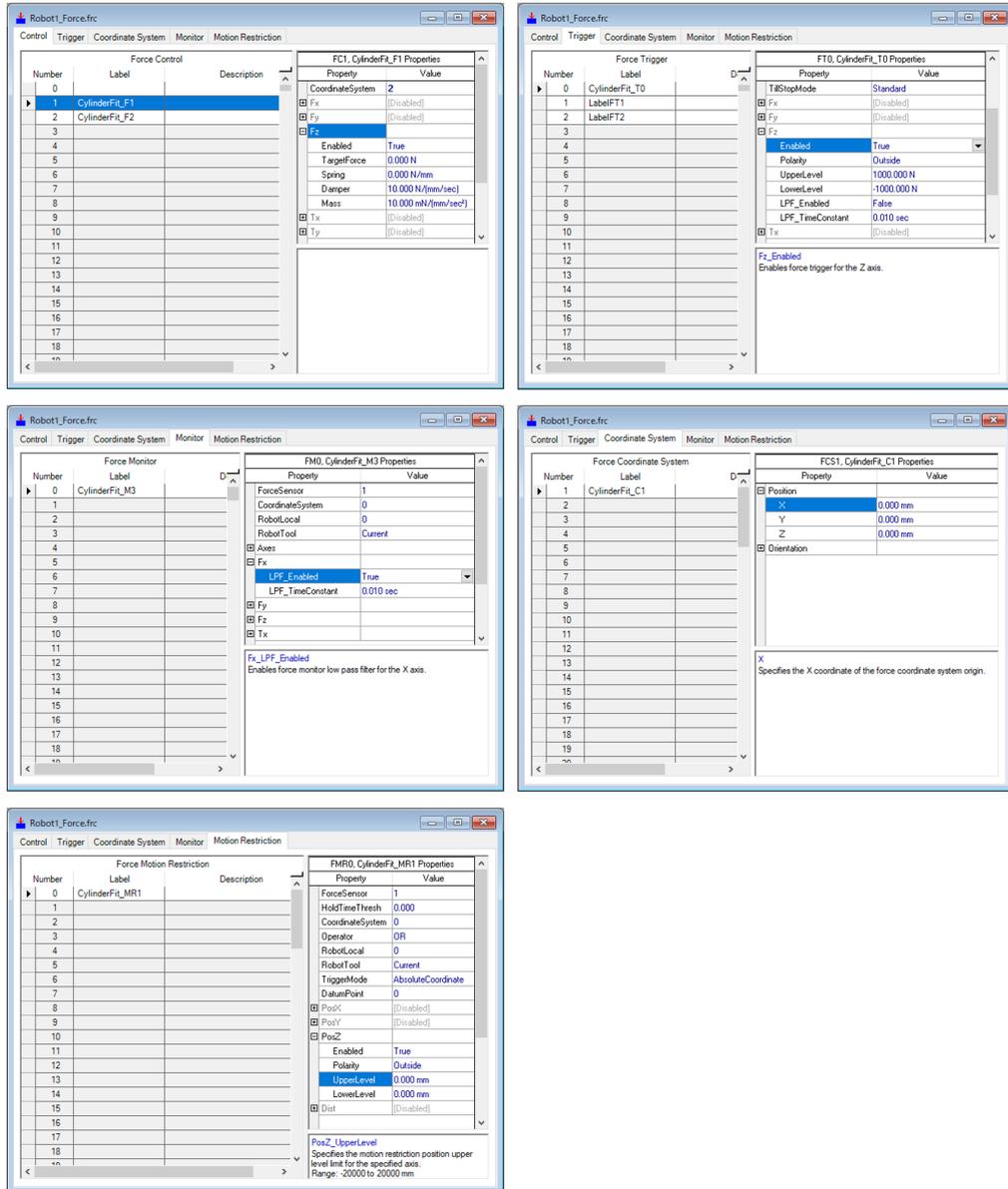
可使用標籤選擇顯示畫面，每個物件及屬性皆可編輯。

若數值變更，會在關閉視窗時顯示確認是否要儲存變更的訊息。

如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 3.5.1 [Robot Manager](工具功能表)

-[Tools]-[Robot Manager]-[Force]面板



3.7 相容性調整功能

下面將針對相容性調整功能進行說明。

相容性調整功能是指配合客戶的EPSON RC+ 7.0與韌體版本來增加功能或限制功能的功能。

以下項目可調整相容性。

- 力覺引導序列
- 力覺檔案

3.7.1 力覺引導序列的相容性調整功能

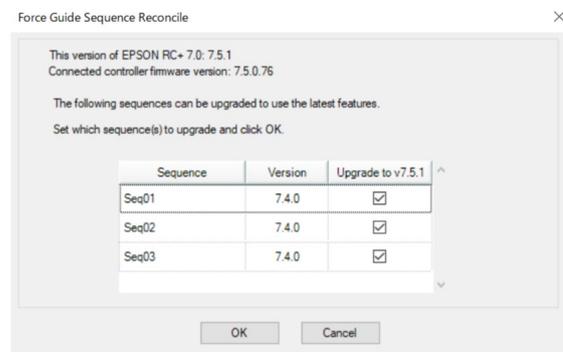
可增加力覺引導序列的功能及限制其功能。

本功能會透過EPSON RC+ 7.0、韌體、力覺引導檔案的版本來判斷，只有在需要時才會顯示力覺引導相容性調整精靈。顯示精靈後，便依照畫面指示調整相容性。

可更新力覺引導序列時

顯示出的力覺引導序列可更新。要套用更新時，請選擇升級的項目並按一下 **OK** 按鈕。

請注意在更新後，作業的循環時間等項目可能會改變。



項目	說明
This version of EPSON RC+ 7.0	EPSON RC+ 7.0 的版本。
Connected controller firmware version	連接在EPSON RC+ 7.0上的控制器韌體版本。
Sequence	可更新的序列名稱。
Version	目前的序列版本。
Upgrade to vXXX *1	設定是否更新序列。
<OK>按鈕	完成相容性調整。以輸入的內容調整相容性。
<Cancel>按鈕	取消調整相容性。 按一下按鈕以結束力覺引導相容性調整精靈。

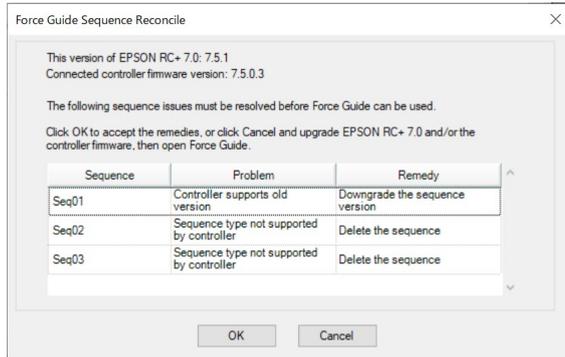
*1 XXX 為可更新的最新序列版本。

力覺引導序列必須降級、刪除時

顯示出的序列必須降級或刪除。要降級或刪除時，請按一下<OK>按鈕。

請注意在降級後，作業的循環時間等項目可能會改變。

刪除後便無法將已刪除的序列復原。



項目	說明
This version of EPSON RC+ 7.0	EPSON RC+ 7.0 的版本。
Connected controller firmware version	連接在EPSON RC+ 7.0上的控制器韌體版本。
Sequence	可更新的序列名稱。
Problem	必須降級或刪除的問題。
Remedy	調整相容性時的解決方法。
<OK>按鈕	完成相容性調整。 以輸入的內容調整相容性。
<Cancel>按鈕	取消調整相容性。 按一下按鈕以結束力覺引導相容性調整精靈。

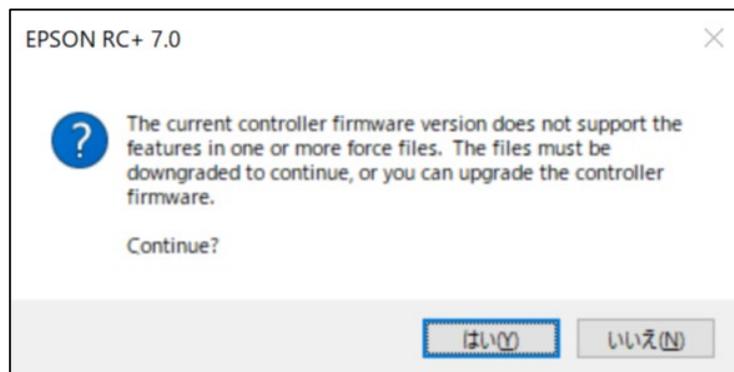
3.7.2 力覺檔案的相容性調整功能

可限制力覺檔案的功能。

本功能會透過EPSON RC+ 7.0、韌體、力覺檔案的版本來判斷，只有在需要時才會顯示對話方塊。

若要降級，請按一下<Yes>按鈕。

請注意在降級後，作業的循環時間等項目可能會改變。



4. 力覺引導功能

以下說明力覺引導功能。

力覺引導功能會使用力控制功能、力覺觸發功能及力覺監控功能建立操作，而不需透過SPEL+語言進行編程。

從SPEL+語言呼叫由力覺引導功能建立的操作(力覺引導序列)並執行。您可透過此功能隨時在已建立的SPEL+程式中執行力覺功能。

4.1 使用力覺引導功能的步驟及基本概念

以下依據步驟說明使用力覺引導功能的基本概念。教學中詳述更多特殊範例。本章將說明一般步驟及概念。

如需更多特殊範例，請參閱下列章節。

軟體篇: 6. 教學

使用力覺引導功能的步驟如下: 本節說明下列項目。

- 4.1.1 使用SPEL+語言建立力覺引導功能開始前的動作
- 4.1.2 設定力覺引導序列
- 4.1.3 設定力覺引導物件
- 4.1.4 執行測試的同時調整
- 4.1.5 從SPEL+語言執行力覺引導序列

4.1.1 使用SPEL+語言建立力覺引導功能開始前的動作

力覺引導功能使用力控制功能建立操作。因此，未使用力控制功能的動作(如移至開始位置)是使用SPEL+語言所建立。

簡易範例如下:

```
Function main
  Motor On
  Go P1          '前往開始位置

Fend
```

一般來說，力控制功能與正常機器人動作相較之下，以較低速度運作。為縮短循環時間，建議盡量避免使用力覺引導功能執行非必要的工作。因此，請確認將開始位置設定於抓取的工件或工具不會與待接觸工件相互接觸的位置。此外，也請將開始位置設定在盡可能接近待接觸工件的地方。

設定開始位置時，需考量工件差異。請避免將開始位置設定在特定工件無法接觸，但其他工件可接觸到的地方。

在「插配孔洞」工作案例中，所有不同的工件皆位於孔洞的錐形範圍內，即可縮短循環時間。這是因為可略過探測孔洞的程序。如上所述，透過省略操作期間的孔洞/台階探測等程序，可縮短循環時間。

總結以上說明，理想開始位置的條件如下:

操作「插配孔洞」工作且機器人抓取圓柱體時，

- 工件盡可能接近另一個含有孔洞的工件
- 工件位置不與含有孔洞的工件接觸
- 工件位於孔洞的錐形範圍內

NOTE



無法在機器人的奇異點附近執行力控制功能。即使在執行力覺引導所建立的工作期間，也請避免在奇異點附近設定開始位置。

4.1.2 設定力覺引導序列

在力覺引導功能中，待執行的操作會顯示為力覺引導序列「群組」。這些序列類似一個容器，所需的力覺引導物件會依照特定順序對齊，以執行完整或部分特定操作。力覺引導序列分為新增任一通用力覺引導物件後建立的通用力覺引導序列，以及特定作業的專用力覺引導序列。

以下為專用力覺引導序列清單。

序列名稱	說明
Paste	將抓取工件的表面與物件表面對齊，同時往指定方向按壓。
Tighten screw	用電動螺絲起子進行螺絲鎖付。亦可在螺絲鎖付後，鬆開螺絲再重新進行螺絲鎖付。
Inspect height	將機器人移至指定方向，並在接觸物件時使其停止，測量並檢查物件的高度。
Insert	插入工件。亦可在插入接頭等物件後，往插入方向的反方向施力，判斷插入的工件是否會脫落。

力覺引導序列具有屬性及結果。

屬性：力覺引導序列數值。

部分特性會影響整個力覺引導序列，其他屬性會在執行力覺引導序列時處理設定。

結果：力覺引導序列的執行結果值。

透過下列步驟設定力覺引導序列。

Step 2-1. 建立力覺引導序列

Step 2-2. 設定力覺引導序列的屬性

然而，Epson力覺感應器具有因漂移而累積誤差的特性。因此，力覺感應器重設後，必須在10分鐘內執行力控制功能。若要執行10分鐘以上的操作，請將力覺引導序列分為兩序列，並審視操作，接著在將第二個力覺引導序列變更為非接觸狀態後，重新開始該力覺引導序列。

此外，力覺引導序列需視使用環境(機器人, 末端夾具, 工件, 姿態)進行調整。在不同姿態執行相同操作時，單一力覺引導序列僅可執行一種操作。在此情況下，請將力覺引導序列分為兩序列，並進行個別調整。

Step 2-1. 建立力覺引導序列

在力覺引導視窗上建立力覺引導序列。若要建立力覺引導序列，請先建立空的力覺引導序列。接著，若有任何力覺引導物件，請將其對齊。或者，在建立力覺引導序列時指定範本，並自動對齊操作所需的力覺引導物件。使用序列精靈設定專用力覺引導序列，會自動配置力覺引導物件。

如需更多建立步驟的詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表)

Step 2-2. 設定力覺引導序列的屬性

設定力覺引導序列的屬性。您需依操作設定屬性。使用專用力覺引導序列也可以依序列精靈設定屬性。

如需更多各屬性的詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 4.2.1 通用序列

軟體篇: 4.3.2 Paste序列

軟體篇: 4.4.2 ScrewTighten序列

軟體篇: 4.5.2 HeightInspect序列

軟體篇: 4.6.2 Insert序列

如需更多屬性設定步驟的詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表)

4.1.3 設定力覺引導物件

力覺引導功能代表特定程序，如包括力控制功能或力覺引導物件之條件式分支的特定動作。在容器(力覺引導序列)中對齊程序(力覺引導物件)，以實現特定操作。

在力覺引導功能中，可從十種通用力覺引導物件或六種專用力覺引導物件中，選擇所需的力覺引導物件，並在力覺引導序列中將其對齊。但是專用力覺引導物件僅可在專用序列中使用。

使用力控制功能的操作可分為下列五種基本動作：

「接觸」 「跟隨」 「對齊」 「探測」 「按壓」

力覺引導物件可分為七種類別：前述五種基本動作+「執行」(為力覺控制以外的處理程序)+「專用」(自動配置在專用力覺引導序列中)。此外，部分力覺引導物件可同時執行兩種以上的基本動作。

接觸 : 從非接觸狀態將機器人移至與物件接觸，並在接觸物件時將其停止的動作。使用此動作偵測工件位置。
接觸物件會執行接觸動作。

跟隨 : 跟隨施加的力與扭力，並調整位置的動作。使用此動作將機器人移至施力為「0」的位置。
Relax物件及FollowMove物件會執行跟隨動作。

對齊 : 調整欲抓取工件位置，使其形狀或方向與按壓物件時一致的動作。使用此動作將欲抓取工件與物件對齊。
SurfaceAlign物件會執行對齊動作。

- 探測** : 偵測物件上孔洞或台階的動作。使用此動作偵測孔洞或台階。
PressProbe物件及**ContactProbe**物件會執行探測動作。
- 按壓** : 維持對物件施加特定力與扭力量的動作。使用此動作，對物件施加特定力與扭力量。
Press物件及**PressMove**物件會執行按壓動作。
此外，使用力控制功能的操作(尤其是按壓動作)通常會往不同方向同時進行按壓及跟隨。工件的插入操作，例如往插入方向按壓，並跟隨兩個與插入方向垂直的方向。因此，**Press**物件及**PressMove**物件可同時執行不同軸的按壓及跟隨動作。
- 執行** : 力覺控制以外的處理程序。下列物件可執行此動作:
Decision物件 : 執行條件式分支的力覺引導物件。
SPELFunc物件 : 執行SPEL+程式功能的力覺引導物件。
- 專用** : 建立專用力覺引導序列後將自動配置。以下物件可執行此動作。
Paste物件 : 將抓取工件的表面與物件表面對齊，同時往指定方向按壓的物件。
ScrewTighten物件 : 用電動螺絲起子進行螺絲鎖付的物件。
ScrewRetighten物件 : 先將用電動螺絲起子鎖付的螺絲鬆開，再重新鎖付的物件。
HeightInspect物件 : 將機器人移至指定方向，並在接觸物件時使其停止，測量並檢查物件高度的物件。
Insert物件 : 插入工件的物件。
TensileTest物件 : 插入接頭等物件後，往插入方向的反方向施力，判斷插入的工件是否會脫落的物件。

以下為類別及力覺引導物件清單。

如需更多各物件的詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 4.2.2 通用力覺引導物件

軟體篇: 4.3.3 Paste 物件

軟體篇: 4.4.3 ScrewTighten 物件

軟體篇: 4.4.4 ScrewRetighten 物件

軟體篇: 4.5.2 HeightInspect 物件

軟體篇: 4.6.2 Insert 物件

軟體篇: 4.6.3 TensileTest 物件

類別	物件名稱	說明
接觸	Contact	將機器人移至指定方向，並在接觸物件時使其停止。
跟隨	Relax	調整機器人位置，使施加至指定軸的力與扭力為「0」。
	FollowMove	以指定軌道移動時，調整機器人位置，使施加至指定軸的力與扭力為「0」。
對齊	SurfaceAlign	將抓取工件的表面與物件表面對齊。
探測	PressProbe	按壓抓取的工件時，偵測物件上的孔洞或台階。
	ContactProbe	接觸抓取的工件時，偵測物件上的孔洞。
按壓	Press	往指定軸方向按壓。
	PressMove	以指定軌道移動時，往指定軸方向按壓。
執行	Paste	視物件成功/失敗與否，進行分支處理。
	ScrewTighten	執行指定SPEL程式的功能。
	ScrewRetighten	將抓取工件的表面與物件表面對齊，同時往指定方向按壓。建立黏貼序列後將自動配置。
	HeightInspect	用電動螺絲起子進行螺絲鎖付。建立螺絲鎖付序列後將自動配置。
	Insert	先將用電動螺絲起子鎖付的螺絲鬆開，再重新鎖付。啟用螺絲重新鎖付動作並建立螺絲鎖付序列後，將自動配置。
	TensileTest	將機器人移至指定方向，並在接觸物件時使其停止，測量並檢查物件的高度。建立檢查高度序列後將自動配置。
	Paste	插入工件。建立插入序列後將自動配置。
	ScrewTighten	插入接頭等物件後，往插入方向的反方向施力，判斷插入的工件是否會脫落。啟用拉拔測試並建立插入序列後，將自動配置。

力覺引導物件具有屬性及結果。

屬性：基本上會影響力覺引導物件。
 例如，具有能夠設定動作方向的屬性。

結果：在[Value]中顯示力覺引導物件結果。

透過下列步驟設定力覺引導物件:

Step 3-1. 將一個操作拆解為多個力覺引導物件

Step 3-2. 對齊力覺引導物件

Step 3-3. 設定力覺引導物件的屬性

Step 3-1. 將一個操作拆解為多個力覺引導物件

視欲透過力覺引導序列實現的操作，決定要使用的力覺物件。

以下說明基本概念。請注意複雜操作等部分操作，可能不適用於基本概念。此外，使用專用力覺引導序列時，會自動配置專用力覺引導物件，因此本步驟可省略。但，專用力覺引導序列是執行各項基本作業的序列，因此可能會依客戶的作業不同而需要新增力覺引導物件。

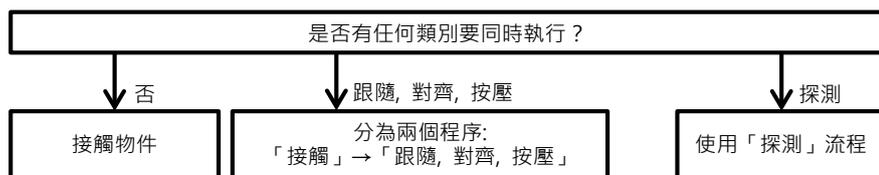
將欲透過力覺引導序列實現的操作拆解為不同類別(「接觸」「跟隨」「對齊」「探測」「按壓」)。

若要執行連續動作，如在「跟隨」動作後執行「按壓」動作，請將程序一分為二。請盡量將程序分為單一類別。但若同時執行兩種類別，請依主要目標，暫時將其分為任一類別。

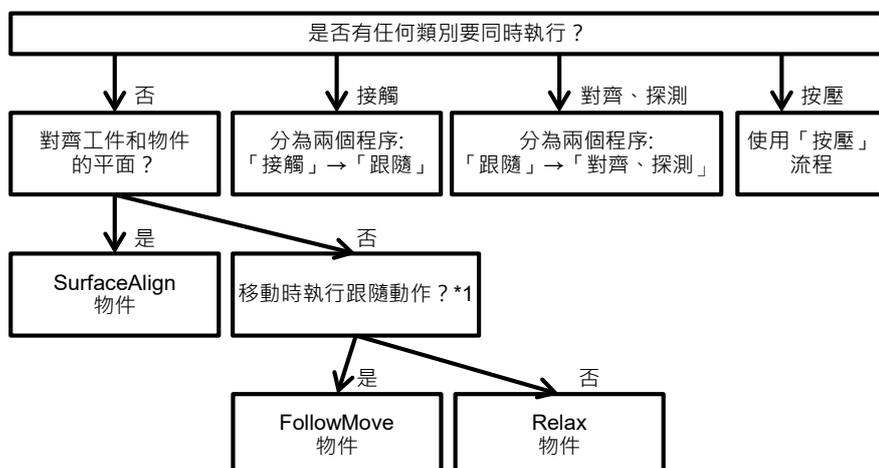
例如，在不考慮接觸狀態的情況下移動機器人時，請試想要使用的Move命令數量，然後細分其類別。

接著，使用下列五種流程圖，決定力覺引導物件。

「接觸」

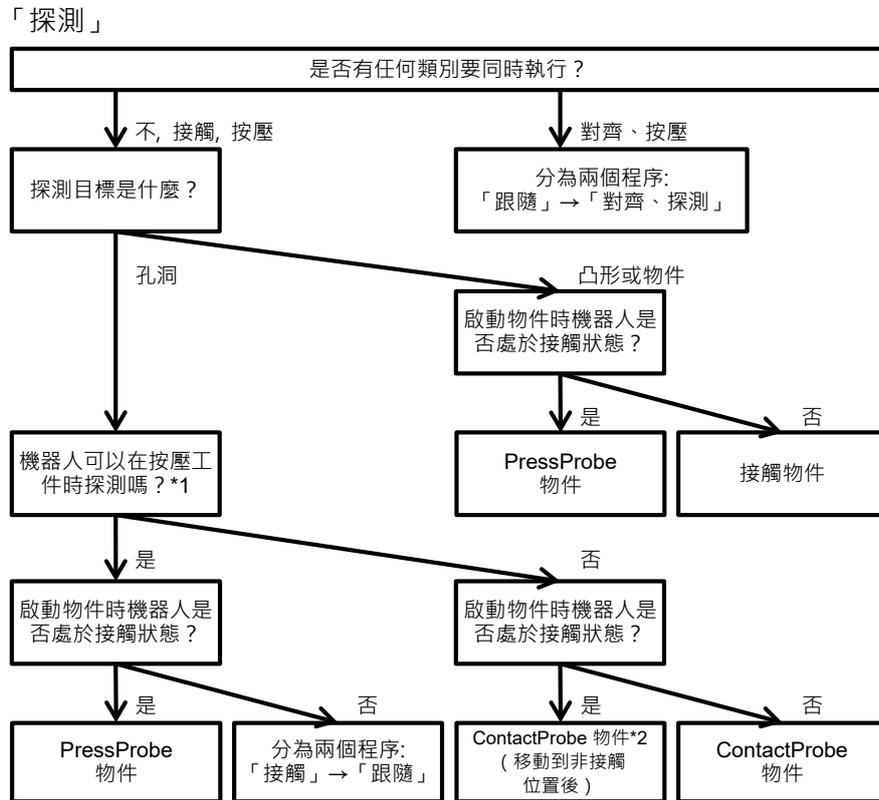
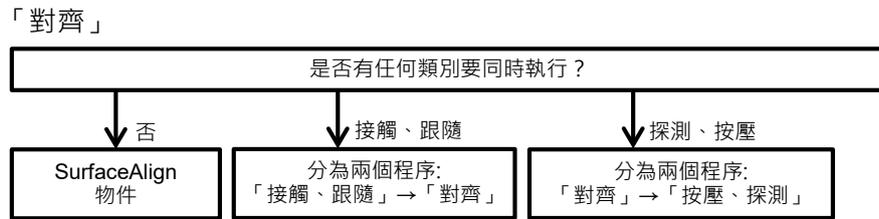


「跟隨」



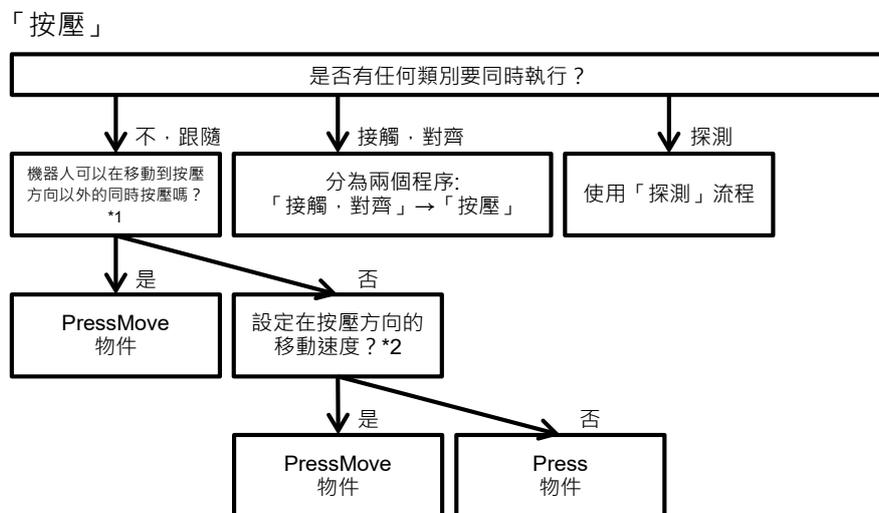
*1: 此為機器人以指定軌道移動時，執行跟隨動作的步驟。

機器人由力控制功能移動時，請選擇「No」。



*1: 工件引線等部分損壞或因執行PressProbe動作而變形時，請選擇「No」。

*2: 若將「接觸」視為先前程序，請將其刪除。



*1: 此為機器人以指定軌道移動時，使用力控制功能的步驟。

機器人由力控制功能移動時，請選擇「No」。

*2: 此為需要依工件或工具設定速度的步驟。

一般會選擇「No」。例如，使用電動螺絲起子進行螺絲鎖付時，因按壓(螺絲插入)方向速度是由螺絲間距及螺絲起子轉速所設定，請選擇「Yes」。

範例: 將含有特定大小的力的按壓操作拆解為多個力覺引導物件

此為接觸後按壓物件的操作。

您可分為「接觸」及「按壓」程序。

由於無其他同時執行的類別，「接觸」將為Contact物件。

根據下列原因，「按壓」將為Press物件。

- 無其他同時執行的類別。
- 「按壓」僅會移至按壓方向，且並未設定往按壓方向的移動速度。

範例: 將「插配孔洞」工作拆解為多個力覺引導物件

此為執行下列動作的操作:

接觸物件後探測孔洞→調整時跟隨→往孔洞方向按壓→插入
若要同時執行「跟隨」及「按壓」，請將兩者視為單一程序。因插入主要目標，請暫時分為「按壓」。

您可分為三個程序:「接觸」、「探測」及「按壓」。

由於無其他同時執行的類別，「接觸」將為Contact物件。

根據下列原因，「探測」將為PressProbe物件。

- 無其他同時執行的類別。
- 探測目標為孔洞。可在按壓工件時進行探測，開始物件時為接觸狀態。

根據下列原因，「按壓」將為Press物件。

- 下列類別會同時執行。
- 「按壓」僅會移至按壓方向，且並未設定往按壓方向的移動速度。

範例: 將一個接頭插入操作拆解為多個力覺引導物件

此為執行下列動作的操作:

接觸物件→探測孔洞→調整時跟隨→往孔洞方向按壓→插入。

若要同時執行「跟隨」及「按壓」，請將兩者視為單一程序。因插入主要目標，請暫時分為「按壓」。

您可分為三個程序:「接觸」、「探測」及「按壓」。

由於無其他同時執行的類別，「接觸」將為Contact物件。

根據下列原因，「探測」將為ContactProbe物件。

- 無其他同時執行的類別。
- 探測目標為孔洞。無法在按壓工件時進行探測，開始物件時為接觸狀態。

此外，由於以非接觸狀態開始，請刪除先前程序:「接觸」。

儘管一開始分為三個程序，但此操作只包含兩個程序:「接觸」已刪除，因此為「探測」及「按壓」。

根據下列原因，「按壓」將為Press物件。

- 下列類別會同時執行。
- 「按壓」僅會移至按壓方向，且並未設定往按壓方向的移動速度。

範例: 將一個使用電動螺絲起子執行螺絲鎖付的操作拆解為一個力覺引導物件。

此為執行下列動作的操作:

接觸物件→調整時跟隨→往孔洞方向按壓→插入。

但在接觸物件後暫停時，螺絲可能會脫落。因此，接觸物件時，請將其視為單一程序，如下所示，並進行按壓。因插入主要目標，請暫時分為「按壓」。此操作可視為單一程序:「按壓」。

根據下列原因，「PressMove」將為Press物件。

- 接觸及跟隨類別會同時執行。
- 「按壓」僅會移至按壓方向，並設定往按壓方向的移動速度。

以下針對瞭解使用SPEL+編程之力覺功能的使用者進行額外說明。

含五種基本動作的力覺引導物件動作，是由力控制功能、位置控制及結束條件所構成。

在各物件中，您所需的動作設定可自行選擇，或自動設定。以下為力覺引導物件清單:

類別	物件名稱	力控制功能 A: 選擇性 B: 自動設定		位置控制 A: 同時執行 B: 分別執行	結束條件 A: 選擇性 B: 自動設定		
		按壓	跟隨		力覺	位置	I/O
接觸	Contact	A(僅限1軸)	-	-	B	-	-
跟隨	Relax	-	A(所有軸)	-	A	A	A
	FollowMove	-	A(所有軸)	A	-	A	A
對齊	SurfaceAlign	A(轉動軸，僅限1軸)	B *1	-	A	-	-
探測	PressProbe	A(轉動軸，僅限1軸)	-	A	A *2	A *2	-
	ContactProbe	A(轉動軸，僅限1軸)	-	B *3	B	B	-
按壓	Press	A(所有軸)	A(所有軸)	-	A	A	A
	PressMove	A(所有軸)	A(所有軸)	A	A	A	A
執行	Decision	-	-	-	-	-	-
	SPELFunc	-	-	-	-	-	-
專用	Paste	A (僅限1軸)	B	-	B	B	-
	ScrewTighten	A (僅限1軸)	B	A *4	B	B	B
	ScrewRetighten	B(與擰螺絲方向相同)	B	A	B	B	B
	HeightInspect	A (僅限1軸)	-	-	B	B	-
	Insert	A (僅限1軸)	B	A *4	B	B	-
	TensileTest	B(與插入絲方向相反)	-	-	B	B	-

*1: 設定與按壓方向的軸正交的兩個軸的旋轉方向。

*2: 您必須啟用其中一項。

*3: 針對離開動作及前往下一個接觸開始位置的動作，使用位置控制。
無法與力控制功能同時執行。

*4:在動作中途，從與位置控制的併發，切換為僅力控制功。

Step 3-2. 對齊力覺引導物件

力覺引導物件已在[Force Guide]視窗上選擇並對齊。依步驟3-1設定順序對齊力覺引導物件。

若在建立力覺引導序列時選擇範本，則不需對其力覺引導物件。視操作而定，您可將力覺引導物件新增至範本，或刪除力覺引導物件。

如果在建立力覺引導序列時選擇了專用力覺引導序列，則不需要配置力覺引導序列物件。將自動配置每個序列所需的專用力覺引導物件。不能刪除和移動放置的專用力覺引導物件。如果需要其他操作，還可以添加通用力覺引導序列物件。

如需更多建立步驟的詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表)

Step 3-3. 設定力覺引導物件的屬性

設定力覺引導物件的屬性。您需依操作設定屬性。使用序列精靈設定專用力覺引導序列，會自動配置力覺引導物件。

如需更多各物件的詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 4.2.2 通用力覺引導物件

軟體篇: 4.3.3 Paste 物件

軟體篇: 4.4.3 ScrewTighten 物件

軟體篇: 4.4.4 ScrewRetighten 物件

軟體篇: 4.5.2 HeightInspect 物件

軟體篇: 4.6.2 Insert 物件

軟體篇: 4.6.3 TensileTest 物件

如需更多各屬性的詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表)

以下說明設定力覺引導物件屬性時應瞭解的概念。

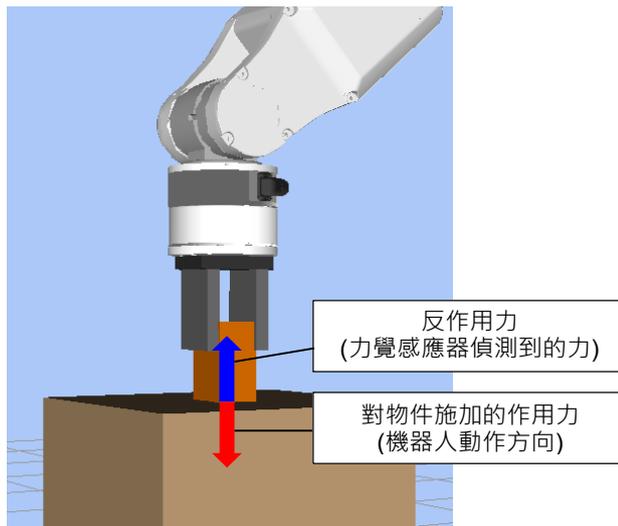
執行力控制功能時的基本機器人動作

力控制功能可將力或扭力維持在指定值。為維持數值，機器人會移至將要施力的位置。因此，若使用非接觸狀態指定「按壓」的力控制功能，機器人會移至將要施力的位置。

力方向及機器人動作方向

力覺感應器會偵測施加的力。

以下範例中，機器人垂直向下按壓工件(紅色箭頭所示方向)。由於力已平衡，機器人施加作用力(紅色箭頭)時，反作用力(藍色箭頭)會作用於機器人上。



力覺感應器可偵測反作用力。請注意，機器人動作方向與要設定的按壓力及偵測力永遠保持相反方向。

例如，若在 **Press** 物件中的 **Fx_ControlMode** 指定 **Press+**(往正方向按壓)，需在 **Fx_PressForce** 設定負值。記錄為動作結果的數值將為負值。

力控制功能硬度(Firmness)

力覺引導功能以Firmness屬性表示力控制功能的硬度。

視ContactFirmnessF或Fx_Firmness等力覺引導物件而定，實際屬性名稱會有所差異，但功能相同。

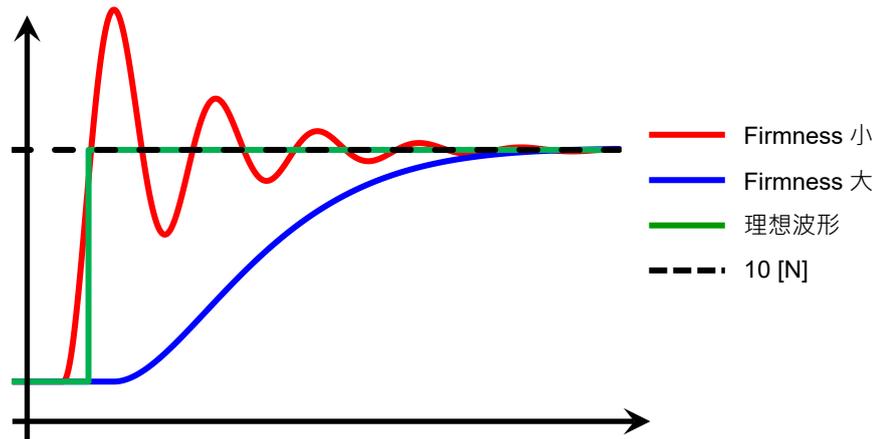
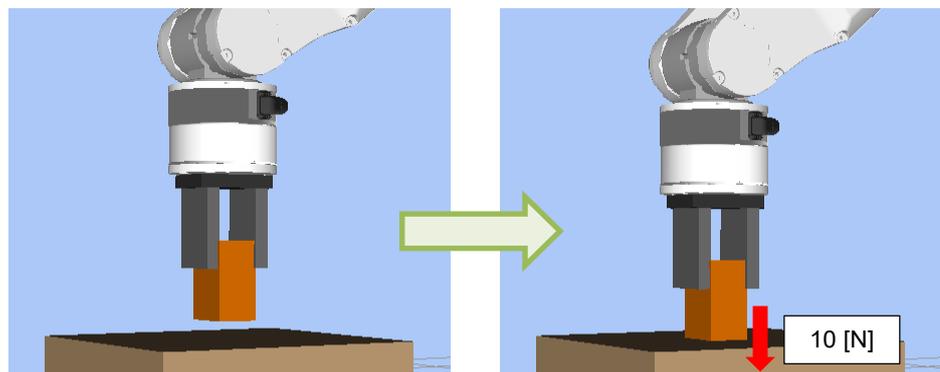
以下說明Firmness屬性的共通概念。

Firmness屬性值大時，力控制功能會較堅硬，且反應較慢。

Firmness屬性值小時，力控制功能會較柔軟，且反應較快。但若Firmness屬性值過小，機器人動作可能會發生振動。

如下圖所示，機器人在物件上開始動作，並以10 [N]的力按壓抓取的工件。將此操作作為範例，並說明Firmness屬性的效果。

以下為其他屬性固定時，執行大小Firmness屬性值時的力圖。



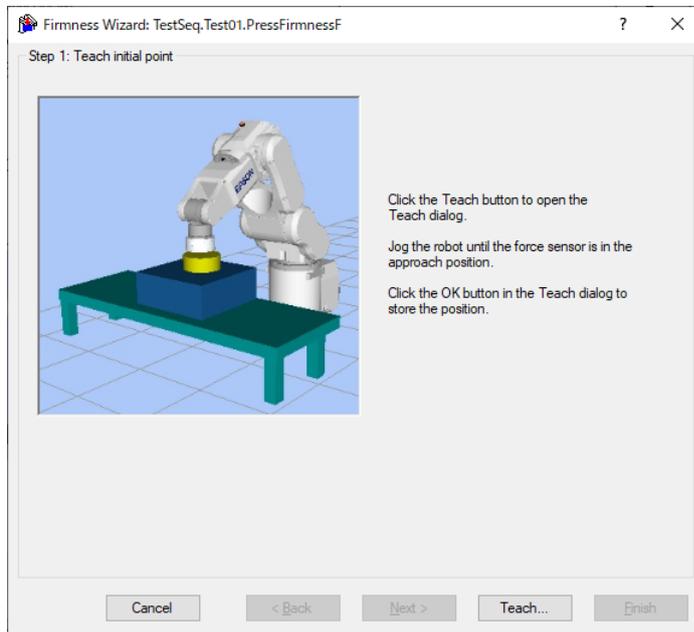
在非接觸狀態下，Firmness屬性值較小時，移動速度將會較快。因此，與物件接觸的時間將縮短，且波形在圖中的上升時間也會不同。由於接觸速度快，力過衝將較大。達到目標力的時間將會縮短，但會產生振動。

圖中綠線為使用力控制功能的理想力變化(理想波形)。該力在接觸時不會過衝，而會立即變為目標力，且非常穩定。但由於力過衝或振動及循環時間的關係會平衡，因此實際操作中無法實現理想力變化。請針對操作執行適當調整。

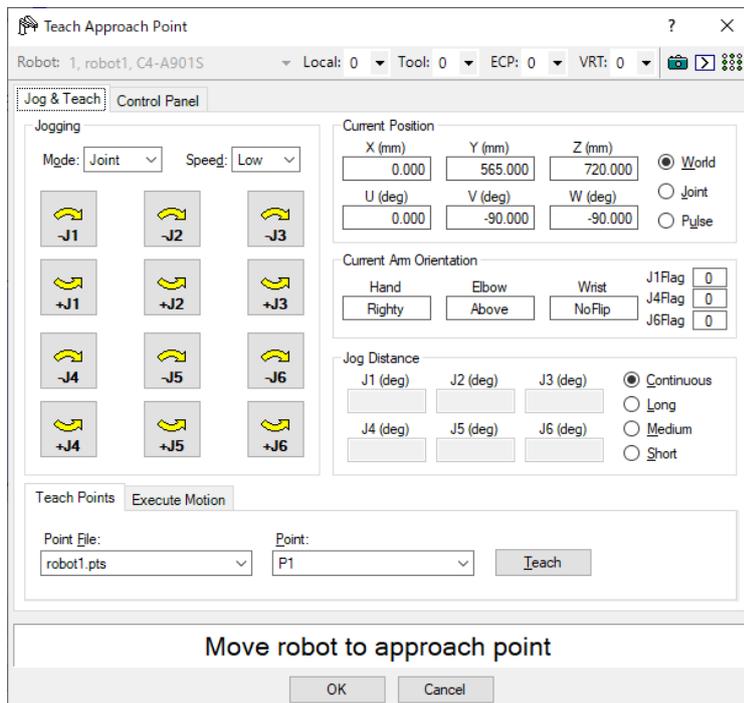
執行時，Firmness屬性值與力之間的關係會隨環境(機器人, 末端夾具, 工件, 姿態等)改變。因此，您需調整實際環境中的各力覺引導物件。建議在Firmness屬性的初始狀態設定較大值。接著，逐漸降低數值(如數值降低10%)並進行調整。

Firmness值也可透過Firmness精靈來調整。以下說明利用Firmness精靈調整Firmness的方法。

- (1) 按一下 Firmness 屬性右側的  按鈕。
[Firmness Wizard]視窗會隨即顯示。



- (2) 按一下<Teach...>按鈕。
[Teach Approach Point]對話方塊會隨即顯示。
選擇[Jog & Teach]標籤。工件移動至要按壓物件的上方 1mm 處為止。



- (3) 按一下<OK>按鈕。

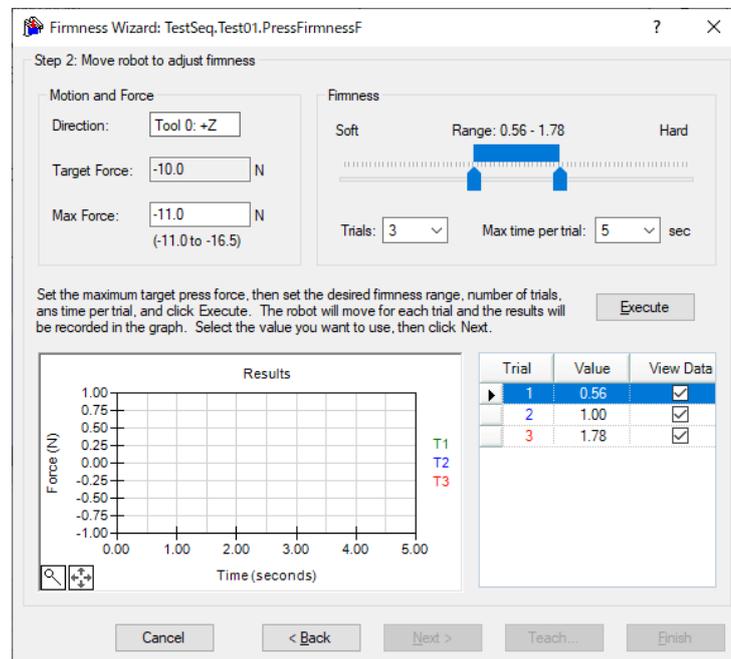
將儲存目前的位置，並返回[Firmness Wizard]視窗。

設定[Motion and Force]的最大容許力或扭力。

若是跟隨方向的Firmness精靈，則設定預計要施加的力或扭力。

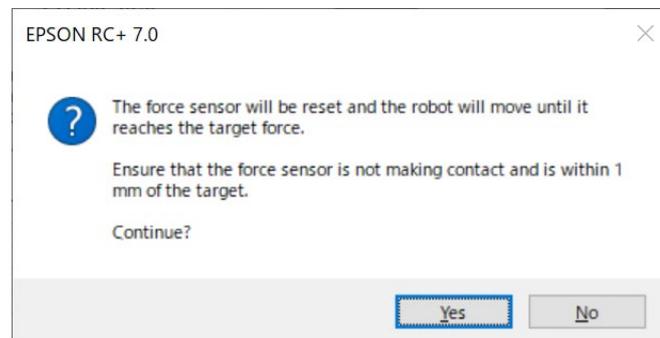
設定[Firmness]的Trials、Max time per trial，用滑桿設定Firmness的範圍。

開始調整時，請將滑桿移動到Hard，接著在確認實際力或扭力波形的同時調整數值。

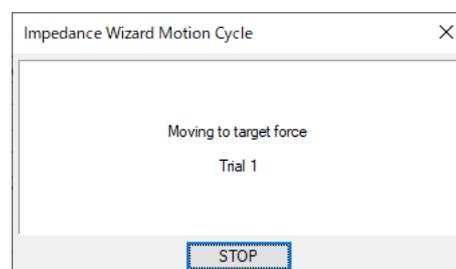


- (4) 按一下<Execute>按鈕。確認對話方塊會隨即顯示。

確認初始位置工件及要按壓物件間的距離是否小於1mm，接著按一下<Yes>按鈕。



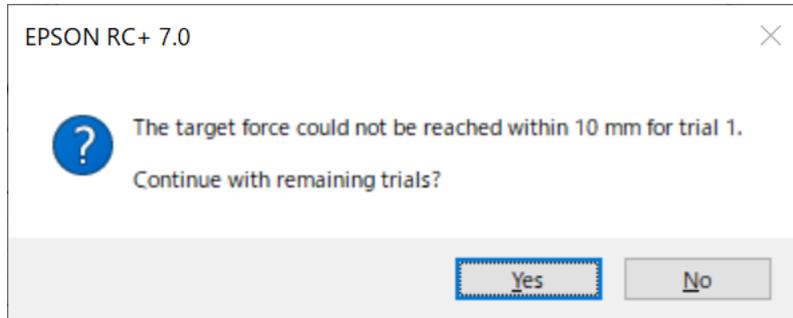
- (5) 機器人會移動，直到設定軸達到目標力為止。
若要中途停止機器人，請按一下<STOP>按鈕。



(6) 若機器人在達到目標的力或扭力之前就移動了10mm或10deg以上，以下對話方塊會隨即顯示。可能是以下原因所致。

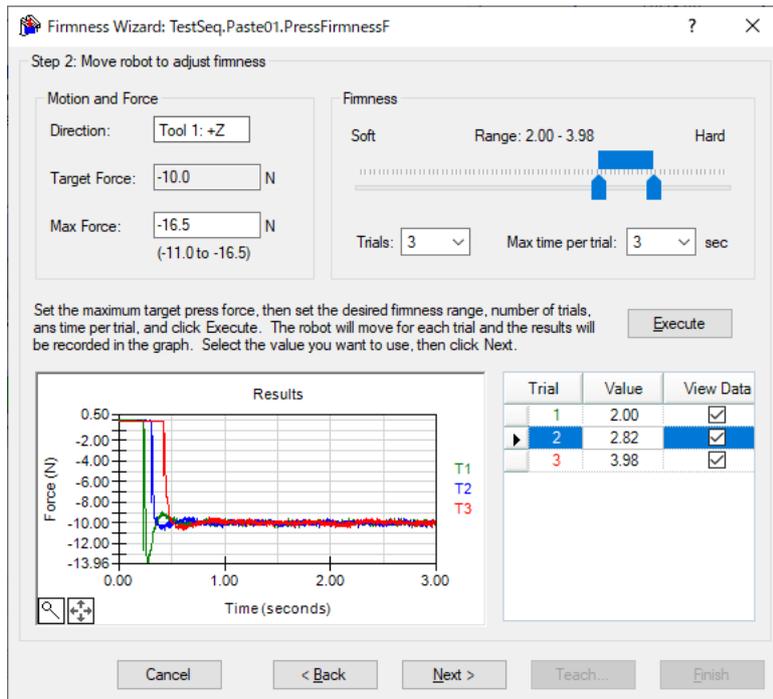
- 初始位置工件與要按壓物件的距離達10mm以上
- 設定的按壓方向與客戶設想的方向不同

若要繼續執行剩餘的嘗試，按一下<Yes>按鈕。
若不繼續執行剩餘的嘗試，按一下<No>按鈕。

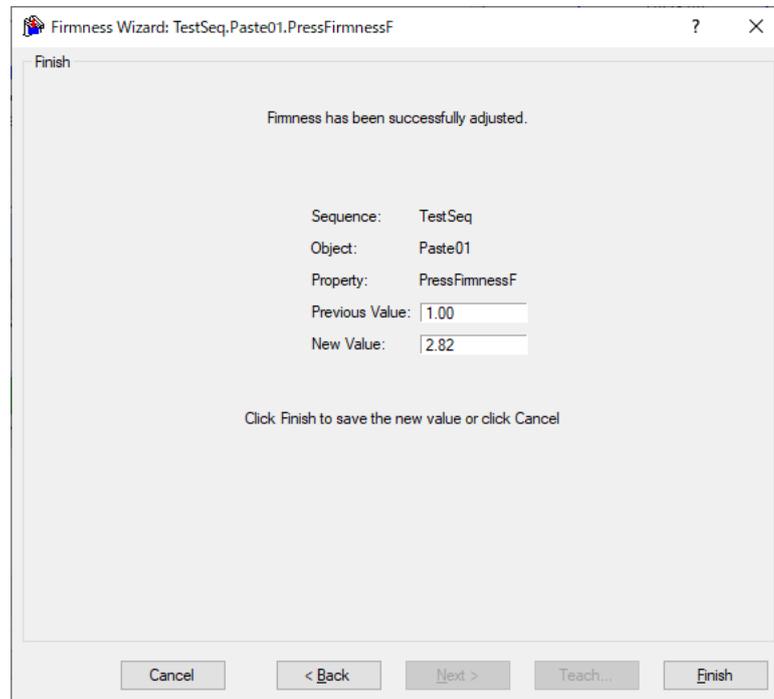


(7) 調整滑桿，使力或扭力的實測資料接近客戶作業中可容許的波形，再按一下<Execute>。

反覆變更滑桿的範圍並執行，直到接近理想的波形為止。
如果波形振動或未調整到目標力，請將滑塊移到Hard側。如果波形太平緩，請將滑塊移動到Soft側。過多移動滑塊可能會顯著改變施加力的方式。一點一點地移動滑塊以進行調整。



- (8) 按一下<Next>按鈕。
設定前後的Firmness值會隨即顯示。
若要儲存新數值，請按一下<Finish>按鈕；若要取消數值，則按一下<Cancel>按鈕。



4.1.4 執行測試的同時調整

調整已建立的力覺引導序列。

在[Force Guide]視窗中執行測試。建議盡量只調整力覺引導序列。若必須與其他裝置連接，您可在如同執行SPEL+編程時進行調整。

執行測試，並在執行時以力、姿態及結果調整力覺引導物件屬性。

若要調整各物件，請參閱下列章節。

軟體篇: 4.2.2 通用力覺引導物件

軟體篇: 4.3.3 Paste 物件

軟體篇: 4.4.3 ScrewTighten 物件

軟體篇: 4.4.4 ScrewRetighten 物件

軟體篇: 4.5.2 HeightInspect 物件

軟體篇: 4.6.2 Insert 物件

軟體篇: 4.6.3 TensileTest 物件

若要執行測試，或在執行時檢查力或位置，請參閱下列章節。

軟體篇: 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表)

建議以低功率開始調整。確認粗略動作正確後，再以高功率執行調整。執行最終調整時，請以使用力覺引導序列時的相同功率執行調整。以低功率進行調整時，最大速度或最大加速不會超過低功率限制。因此，將功率切換為不同模式時，條件將會改變，必須重新進行調整。

您可在[Force Guide]視窗中，透過步驟執行功能逐一執行力覺引導物件。此外，您還能透過設定中斷點的方式，將力覺引導序列停止於物件前。此主要目的是為確認調整前期的粗略動作皆正確。若要調整參數，請在未設定中斷點的情況下按一下<Run>按鈕。透過步驟執行或中斷點暫停力覺引導序列時，操作會受到下一個力覺引導物件開始前施加的力，或暫停期間持續運作的力控制功能影響。若在此狀態下執行調整，可能會因條件改變，而必須重新進行調整。

4.1.5 從SPEL+語言執行力覺引導序列

您可使用FGRun陳述式，從SPEL+語言呼叫並執行已調整的力覺引導序列。

以下為新增FGRun陳述式的範例。

新增至 4.1.1 使用SPEL+語言建立力覺引導功能開始前的動作 中的範例。

```
Function main
  Motor On
  Go P1           '前往開始位置
  FGRun MyFGSeq  '執行建立的力覺引導序列
Fend
```

將其當成完整SPEL+程式執行，包含力覺引導序列。

若力覺引導序列中出現錯誤，請返回 4.1.4 執行測試的同時調整 並執行調整。

您可在將其當成完整SPEL+程式執行時進行調整。

即使操作在執行單一力覺引導序列測試時正常，將序列當成完整SPEL+程式執行時，仍可能會發生錯誤。在此情況下，必須將序列作為整個SPEL+程式進行調整。

您可擷取執行結果，並將其當作力覺引導序列或力覺引導物件的結果。結果內含操作結束時的力或位置，以及成功/失敗。

以下為執行力覺引導序列，以及在序列結束時擷取力的範例。

```
Function main
  Double dEndForce(6)
  Motor On
  '前往開始位置
  Go P1
  '執行已建立的力覺引導序列
  FGRun MyFGSeq
  '力覺引導序列結束時擷取力。
  FGGet MyFGSeq.EndForces, dEndForce()
Fend
```

如需更多FGRun, FGGet, 結果的詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 選配 Force Guide 7.0 SPEL+ Language Reference

4.2 通用序列與物件

以下說明通用力覺引導序列與通用力覺引導物件的屬性及其設定步驟。

4.2.1 通用序列

通用序列的屬性及設定方式如下：

4.2.1.1 力覺引導序列的屬性設定方針

各屬性的一般設定步驟及設定方式如下：

Step 1. 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name, Description, RobotNumber, AutoStepID)。

屬性	說明
Name	力覺引導序列名稱。 設定特定名稱。
Index	力覺引導序列的特定編號。 自動指派，無法設定。
Description	力覺引導序列說明。 說明工作。設定字元字串。
Version	序列的相容版本。 序列使用指定版本的功能。
RobotNumber	執行力覺引導序列的機器人編號。 設定要執行的機器人編號。
RobotType	RobotNumber設定的機器人類型。 無法設定。
AutoStepID	設定是否自動設定力覺引導物件的StepID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您瞭解哪個記錄資料支援程序。 True : 正常 False : 欲手動設定StepID時。

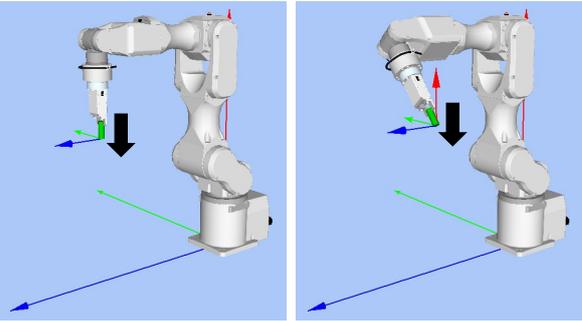
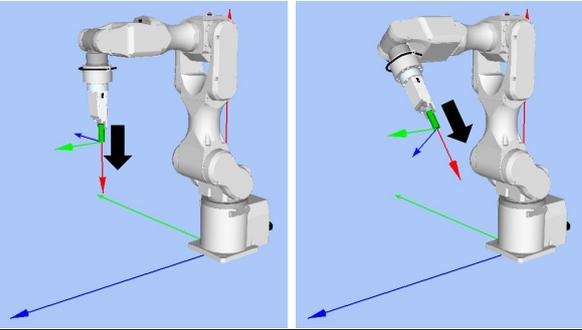
Step 2. 感應器值修正設定

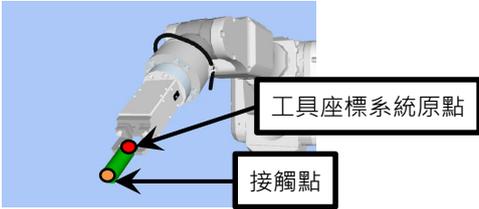
設定感應器值修正的相關屬性(ResetSensor、MPNumber)。

屬性	說明、設定指南
ResetSensor	<p>設定是否要在力覺引導序列執行期間，首次執行非Decision物件及SPELFunc物件的力覺引導物件時重設力覺感應器。</p> <p>True：工件未與力覺引導序列起始點的任何物體接觸時。 (一般來說，力覺引導序列起始點為非接觸狀態。)</p> <p>False：極少數情況下會發生，如執行力覺引導序列後，在接觸狀態下執行另一個力覺引導序列。</p>
MPNumber	<p>指定力覺引導序列執行期間使用的質量屬性物件編號。 質量屬性物件為重力補償使用的屬性集合。</p> <p>「0」：力覺引導序列執行期間，姿態(U,V,W)未大幅變動時。 已建立的質量屬性編號 ：力覺引導序列執行期間，姿態大幅變動時。</p> <p>如需更多質量屬性的詳細資訊，請參閱下列章節。 <i>軟體篇: 2.3 重力補償</i></p>

Step 3. 力控制功能座標系設定

設定力控制功能座標系的相關屬性(ForceOrient, RobotLocal, RotationCenterType, RotationCenterTLX, RotationCenterTLY, RotationCenterTLZ)。

屬性	說明、設定指南
ForceOrient	<p>設定執行力控制功能的座標系方向。</p> <p>Base、Local: 即使力覺引導序列的開始方向已變更，也要朝從外側檢視的定義方向(如垂直向下按壓)執行力控制功能時。定義方向與基礎座標系軸不同時，將會指定Local。</p> <p>以下為設定Base的範例。 往-Z方向按壓時，即使機器人手指方向已改變，機器人始終會垂直向下按壓(基礎座標系的-Z方向)。(黑色箭頭為機器人動作方向。)</p>  <p>Tool: 欲視起始點方向執行力控制功能時。</p> <p>以下為設定Tool的範例。 往+Z方向按壓時，按壓方向會視起始點的機器人手指方向變更。</p> 
RobotLocal	設定ForceOrient為Local時使用的本地座標系編號。

屬性	說明、設定指南
RotationCenterType	<p>設定執行力控制功能時的旋轉中心類型設定。</p> <p>Relative: 如下圖所示，工具座標系原點遠離接觸點時： 建議設定力控制功能到接觸點的旋轉中心。 基本上，請設定工具座標系，使接觸點成為工具座標系原點。</p>  <p>CurrentTool: 工具座標系原點及接觸點接近，或力覺引導序列執行期間，未使用旋轉方向的力控制功能時。</p>
RotationCenterTLX RotationCenterTLY RotationCenterTLZ	<p>RotationCenterType為Relative時，設定各軸從工具座標系至旋轉中心的偏移量。</p>

您可使用模擬器檢查力控制功能座標系相關設定。但若力覺引導序列中未對齊力覺引導物件，請在新增力覺引導物件後檢查設定。

如需如何使用模擬器進行檢查的詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide: 8. 模擬器 8.3 功能說明

Step 4. 設定最大速度與最大加速

設定最大速度及最大加速相關屬性(LimitAccelS, LimitAccelR, LimitSpeedS, LimitSpeedR)。

屬性	說明、設定指南
LimitSpeedS LimitSpeedR	<p>設定力覺引導序列執行期間的最大速度。</p> <p>LimitSpeedS: 最大平移速度 LimitSpeedR: 最大旋轉速度</p> <p>在力控制功能中，速度會視施力方式改變。此速度會控制在不超過LimitSpeedS及LimitSpeedR的範圍內。</p>
LimitAccelS LimitAccelR	<p>設定力覺引導序列執行期間的最大加速。</p> <p>LimitAccelS: 最大平移加速 LimitAccelR: 最大旋轉加速</p> <p>在力控制功能中，加速度會視施力方式改變。此加速度會控制在不超過LimitAccelS及LimitAccelR的範圍內。</p> <p>若數值小，施力時的反應速度會較慢，且機器人的彈跳幅度會較大。</p> <p>若機器人彈跳，請設定較大值。若機器人振動，請設定較小值。</p>

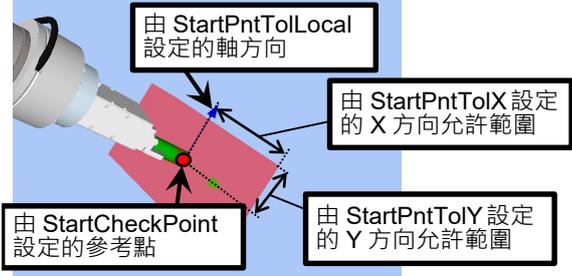
Step 5. 設定記錄條件

設定記錄相關屬性(LogRobotLocal, LogFileEnabled, LogFileAutoName, LogFileNameVar, LogFileMaxTime, LogFileInterval)。

屬性	說明、設定指南
LogRobotLocal	<p>設定將作為記錄機器人位置參考的本地座標系編號。</p> <p>與位置相關的記錄資料會記錄為指定的本地座標系位置。</p> <p>Base : 正常 本地座標系編號 : 欲記錄為指定本地座標系位置中的位置時</p>
LogFileEnabled	<p>設定是否要將執行力覺引導序列的記錄資料儲存至檔案。</p> <p>False : 不會儲存於檔案。 執行時，您可在力覺引導視窗的圖表上查看記錄資料。</p>
LogFileAutoName	<p>設定是否自動設定記錄資料檔案名稱。</p> <p>True : 自動設定時: 以力覺引導序列名稱及開始時間為記錄檔案命名。 「力覺引導序列名稱_yyyymmdd_hh: mm: ss: ms」</p> <p>False : 指定名稱時</p>
LogFileNameVar	<p>設定LogFileAutoName為False時，用於表示記錄資料檔案名稱的全域變數。</p>
LogFileInterval	<p>設定建立檔案時的記錄資料取樣間隔。</p>
LogFileMaxTime	<p>設定建立檔案時的記錄資料最大時間。</p>

Step 6. 檢查開始位置設定

設定開始位置檢查相關屬性(PointFile, RobotTool, PosCheckEnabled, OrientCheckEnabled, StartCheckPoint, StartPointTolLocal, StartPointTolX, StartPointTolY, StartPointTolZ, StartPointTolRot)。

屬性	說明、設定指南
PointFile	設定將於力覺引導序列中使用的端點檔案。 若未在起始點載入指定端點檔案，將會發生錯誤。此屬性可避免錯誤操作。 若未設定端點檔案，將執行載入的任何端點檔案。
RobotTool	設定將於力覺引導序列中使用的工具編號。 若未在起始點選擇設定的工具編號，將會發生錯誤。此屬性可避免錯誤操作。
PosCheckEnabled	設定是否要檢查起始點位置(X, Y, Z, U, V, W)是否位於指定範圍內。 當機器人在使用Vision偵測到開始位置後移動時，檢查位置是否位於範圍內。若超出範圍，力覺引導序列會視為失敗結束。不會造成錯誤。 若失敗，可使用移至其他開始位置等的復原方式。 下圖為設定範圍示意圖。 紅色部分為允許範圍。設定各屬性範圍。 此外，儘管下圖未顯示，請透過StartPntTolZ及StartPntTolRot設定Z方向及旋轉方向的允許範圍。  <p>True : 檢查位置時</p>
OrientCheckEnabled	設定是否檢查起始點機械臂姿態(Hand, Elbow, Wrist)是否符合設定狀態。 當機器人在使用Vision偵測到開始位置後移動時，您可檢查機械臂姿態是否為假設方向。 若機械臂姿態不符，力覺引導序列會視為失敗結束。不會造成錯誤。 若失敗，可使用移至其他開始位置等的復原方式。 True : 檢查機械臂姿態時
StartCheckPoint	設定可作為檢查起始點位置或機械臂姿態參考的端點編號。
StartPntTolLocal	PosCheckEnabled為True時，設定將作為允許錯誤方向參考的本地座標系編號。 僅使用軸方向。本地座標系中的原點位置不受影響。
StartPntTolX StartPntTolY StartPntTolZ	設定StartPntTolLocal所指定本地座標系中各方向的允許範圍。 X方向中，允許範圍為參考位置±StartPntTolX。 Y及Z方向的允許範圍亦同。
StartPntTolRot	設定旋轉方向的允許範圍。 允許範圍為參考方向±StartPntTolRot。 U, V, W方向皆需設定。

4.2.1.2 通用序列屬性詳細資訊

Name 屬性

此屬性可設定指派至力覺引導序列的特定名稱。
您無法以相同名稱建立力覺引導序列。

您可變更名稱。最多可設定 32 個字元。請使用英數字元及底線[_]。
NOTE: 起始字元不得為數字字元。

Index 屬性

此屬性可顯示力覺引導序列編號。
此屬性會自動設定並更新。無法變更此屬性。

	數值
最小值	1
最大值	16

預設: None

Description 屬性

此屬性可設定力覺引導序列說明。
字元字串最多可設定 255 個字元。

Version 屬性

設置執行力覺引導序列時的相容版本。
力覺引導序列使用指定版本支援的功能。

數值	說明
7.4.0	序列使用 7.4.0 支援的功能。
7.5.1	序列使用 7.5.0 支援的功能。

RobotNumber 屬性

此屬性可設定使用力覺引導序列的機器人編號。
使用非指定機器人執行力覺引導序列時，將會發生錯誤。

數值	說明
1至16	使用力覺引導序列的機器人編號。

預設: 序列精靈中指定的機器人編號。

RobotType 屬性

此屬性為使用力覺引導序列的機器人類型。
此由 RobotNumber 指定的機器人編號自動設定。無法變更此屬性。

AutoStepID 屬性

此屬性會在力覺引導物件執行中設定 StepID 自動指派。

自動指派時，會設定力覺引導序列編號*100+力覺引導物件編號。

StepID 會記錄於力覺引導序列執行期間記錄力及位置的檔案。這可用於判斷對應於力覺引導物件的時間間隔。

數值	說明
True	自動設定StepID。
False	設定各力覺引導物件StepID的屬性值。

預設: True

ResetSensor 屬性

此屬性可設定是否要在力覺引導序列中，首次開始非 Decision 物件及 SPELFunc 物件的力覺引導物件時重設力覺感應器。

數值	說明
True	開始非Decision物件及SPELFunc物件的力覺引導物件時重設力覺感應器。
False	力覺感應器不會重設。

預設: True

MPNumber 屬性

此屬性可設定力覺引導序列執行期間使用的質量屬性物件編號。

質量屬性物件為重力補償使用的屬性集合。您需預先定義質量屬性物件。若角度在力覺引導序列執行期間會大幅改變，請確認指定合適的質量屬性物件。

數值	說明
0	關閉重力補償。
1至15	使用指定的質量屬性。

預設: True

ForceOrient 屬性

此屬性可指定力覺引導序列執行期間，使用力控制功能的座標系方向。

您可從 Base、Local 及 Tool 選擇。一般來說，請指定欲按壓或跟隨方向為 X、Y 或 Z 的座標系。

若指定 Base 或 Local，即使機器人姿態改變，按壓或跟隨方向也不會改變。

若指定 Tool，由於工具座標系方向會在機器人姿態改變時變更，按壓或跟隨方向也會因此改變。

數值	說明
Base	力控制功能應用的座標系方向為基礎座標系
Local	力控制功能應用的座標系方向為本地座標系
Tool	力控制功能應用的座標系方向為工具座標系

預設: Tool

RobotLocal 屬性

此屬性可指定力覺引導序列執行期間，應用力控制功能之座標系的本地座標系編號。

ForceOrient 屬性為 Local 時使用。

數值	說明
0 (Base)	使用Local 0座標系(基礎座標系)。此與在ForceOrient中指定Base相同。
1至15	使用指定編號的本地座標系。

預設: 0 (Base)

RotationCenterType 屬性

此屬性可指定力覺引導序列執行期間，因力控制功能調整而轉動的旋轉中心類型。

指定 CurrentTool 時，圍繞選擇的工具座標系旋轉。

指定 Relative 時，圍繞以下指定的工具座標系相對位置旋轉。

RotationCenterTLX, RotationCenterTLY, RotationCenterTLZ

數值	說明
CurrentTool	將目前選擇的工具座標系位置設定為旋轉中心。
Relative	除了目前選擇的工具座標系外，將指定距離的位置設定為旋轉中心。

預設: CurrentTool

RotationCenterX 屬性

RotationCenterType 為 Relative 時，此屬性會在 X 方向設定力控制功能旋轉中心的距離。

此為 RobotTool 中選擇的工具座標系 X 方向。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

RotationCenterY 屬性

RotationCenterType 為 Relative 時，此屬性會在 Y 方向設定力控制功能旋轉中心的距離。

此為 RobotTool 中選擇的工具座標系 Y 方向。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

RotationCenterZ 屬性

RotationCenterType 為 Relative 時，此屬性會在 Z 方向設定力控制功能旋轉中心的距離。

此為 RobotTool 中選擇的工具座標系 Z 方向。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

LimitSpeedS 屬性

此屬性可設定力覺引導序列執行期間的最大速度。

因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變。但這會受到此屬性指定的速度限制。

	數值(單位: [mm/sec])
最小值	0.1
最大值	250

預設: 50

LimitSpeedR 屬性

此屬性可設定力覺引導序列執行期間的最大轉速。

因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變。但這會受到此屬性指定的轉速限制。

	數值(單位: [deg./sec])
最小值	0.1
最大值	180

預設: 25

LimitAccelS 屬性

此屬性可設定力覺引導序列執行期間的最大加速。

因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變。但這會受到此屬性指定的加速限制。

	數值(單位: [mm/sec ²])
最小值	0.1
最大值	5000

預設: 200

LimitAccelR 屬性

此屬性可設定力覺引導序列執行期間的最大旋轉加速。

因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變。但這會受到此屬性指定的旋轉加速限制。

	數值(單位: [deg./sec ²])
最小值	0.1
最大值	5000

預設: 100

LogRobotLocal 屬性

若為執行力覺引導序列期間記錄的機器人位置，此屬性會將本地座標系編號設為參考。

將從此屬性指定之本地座標系檢視的工具座標系中的機器人位置記錄為機器人位置。

數值	說明
0 (Base)	使用Local 0座標系(基礎座標系)。
1至15	使用指定編號的本地座標系。

預設: 0 (Base)

LogFileEnabled 屬性

此屬性可設定是否要將力覺引導序列執行期間的力、扭力及機器人位置儲存至檔案中。

指定 True 時，數值將顯示於顯示器圖表上，並同時儲存至檔案中。

指定 False 時，數值將顯示於顯示器圖表上。但數值不會儲存至檔案中。

數值	說明
True	將記錄資料儲存至檔案。
False	記錄資料不會儲存至檔案。

預設: True

LogFileAutoName 屬性

此屬性可設定是否要自動設定力覺引導序列執行期間，記錄力、扭力及機器人位置檔案的名稱。

指定 True 時，會以「力覺引導序列名稱+開始時間」自動設定檔案名稱。

力覺引導序列名稱_yyyymmdd_hhmmssfff.csv

指定 False 時，請在 LogFileNameVar 所指定的變數字串中加入「.csv」，使其成為檔案名稱。

數值	說明
True	自動設定記錄資料檔案名稱。
False	將記錄資料檔案名稱設定為LogFileNameVar指定的檔案名稱。

預設: True

LogFileNameVar 屬性

此屬性可設定力覺引導序列執行期間，儲存記錄力、扭力及機器人位置檔案名稱的全域字串變數。

LogFileAutoName 中指定 False 時使用。將「.csv」加入變數字串中，並將其設為檔案名稱。

數值	說明
None	未指定(自動設定)
變數名稱	指定的全域字串變數值將為檔案名稱。 僅可指定字串變數。

預設: None

LogFileInterval 屬性

此屬性可設定力覺引導序列執行期間，記錄力、扭力及機器人位置檔案的取樣期間。

	數值(單位: [sec])
最小值	0.002
最大值	1

預設: 0.2

LogFileMaxTime 屬性

此屬性可設定力覺引導序列執行期間，記錄力、扭力及機器人位置檔案的最大記錄時間。

若指定記錄時間較力覺引導序列的執行時間短，則記錄時間過後，檔案中不會有任何記錄。請務必注意此現象。

	數值(單位: [sec])
最小值	60
最大值	600

預設: 60

PointFile 屬性

此屬性可設定力覺引導序列執行期間使用的端點檔案名稱。

若在力覺引導序列開始時，載入非此屬性指定的端點檔案，將會發生錯誤。此屬性可避免錯誤操作。

數值	說明
None	未指定 (不需檢查即可執行載入的任何端點檔案。)
端點檔案名稱	若未載入指定的端點檔案，將會發生錯誤。

預設: None

RobotTool 屬性

此屬性可設定力覺引導序列執行期間使用的工具座標系編號。

若在力覺引導序列開始時，選擇非此屬性指定的工具座標系編號，將會發生錯誤。此屬性可避免錯誤操作。

數值	說明
0至16	若未選擇設定的工具座標系編號，將會發生錯誤。

預設: None

PosCheckEnabled 屬性

此屬性可設定是否要在力覺引導序列開始時檢查位置(X, Y, Z, U, V, W)。

指定 True 時，力覺引導序列會在符合指定條件時開始。若不符合條件，力覺引導序列會在未執行力覺引導物件的情況下作為失敗結束。接著，會執行 FGRun 的下一個 SPEL 陳述式。

指定 False 時，會在未檢查位置的情況下確實執行力覺引導物件。

數值	說明
True	檢查開始時位置。
False	您可在未於開始時檢查位置的情況下，於任一位置開始。

預設: False

OrientCheckEnabled 屬性

此屬性可設定是否要在力覺引導序列開始時檢查機械臂姿態(Hand, Elbow, Wrist)。

指定 True 時，力覺引導序列會在符合指定機械臂姿態時開始。若不符合機械臂姿態，力覺引導序列會在未執行力覺引導物件的情況下作為失敗結束。接著，會執行 FGRun 的下一個 SPEL 陳述式。

指定 False 時，會在未檢查機械臂姿態的情況下確實執行力覺引導物件。

數值	說明
True	檢查開始時的機械臂姿態。
False	您可在未於開始時檢查的情況下，以任一機械臂姿態開始。

預設: False

StartCheckPoint 屬性

此屬性可在力覺引導序列開始時設定參考點，以檢查機械臂姿態及位置。PosCheckEnabled 為 True 時使用。

	數值
最小值	0
最大值	999

預設: 0

StartPntToLocal 屬性

為在力覺引導序列開始時檢查位置，此屬性設定本地座標系編號，以指定可用範圍。

PosCheckEnabled 為 True 時使用。僅使用軸方向。本地座標系中的原點位置不受影響。

數值	說明
0 (Base)	使用Local 0座標系(基礎座標系)。
1至15	使用指定編號的本地座標系。

預設: 0 (Base)

StartPntToX 屬性

為在力覺引導序列開始時檢查位置，此屬性會在 X 方向設定可用範圍。

PosCheckEnabled 為 True 時使用。

若機器人位於 StartCheckPoint 指定位置，以及此屬性在 StartPntToLocal 指定本地座標系中 X 方向的指定位置間，將判定為符合條件。各方向條件會判定為 AND。因此，若一或多個 X, Y, Z, Rot 超出範圍，將會判定為失敗。

	數值(單位: [mm])
最小值	0
最大值	100

預設: 0

StartPntToY 屬性

為在力覺引導序列開始時檢查位置，此屬性會在 Y 方向設定可用範圍。

PosCheckEnabled 為 True 時使用。

若機器人位於 StartCheckPoint 指定位置，以及此屬性在 StartPntToLocal 指定本地座標系中 Y 方向的指定位置間，將判定為符合條件。各方向條件會判定為 AND。因此，若一或多個 X, Y, Z, Rot 超出範圍，將會判定為失敗。

	數值(單位: [mm])
最小值	0
最大值	100

預設: 0

StartPntTolZ 屬性

為在力覺引導序列開始時檢查位置，此屬性會在 Z 方向設定可用範圍。

PosCheckEnabled 為 True 時使用。

若機器人位於 StartCheckPoint 指定位置，以及此屬性在 StartPntTolLocal 指定本地座標系中 Z 方向的指定位置間，將判定為符合條件。各方向條件會判定為 AND。因此，若一或多個 X, Y, Z, Rot 超出範圍，將會判定為失敗。

	數值(單位: [mm])
最小值	0
最大值	100

預設: 0

StartPntTolRot 屬性

為在力覺引導序列開始時檢查位置，此屬性會在旋轉方向設定可用範圍。

PosCheckEnabled 為 True 時使用。

若力覺引導序列開始時的目前方向與 StartCheckPoint 指定方向(UVW)間的差異介於此屬性指定數值角度內，將判定為符合條件。各方向條件會判定為 AND。因此，若一或多個 X, Y, Z, Rot 超出範圍，將會判定為失敗。

	數值(單位: [deg.])
最小值	0
最大值	10

預設: 0

4.2.1.3 力覺引導序列結果詳細資訊

EndStatus 結果

此為執行結果。

力覺引導序列完整執行，且最終力覺引導物件執行成功，或最終力覺引導物件的 AbortSeqOnFail 屬性為 False 時，結果將為成功。

數值	說明
Passed	力覺引導序列執行成功。
Failed	力覺引導序列執行失敗。
NoExec	力覺引導序列未執行。
Aborted	力覺引導序列執行期間中止。

EndStatusData 結果

執行結果的詳細資訊。

以下說明失敗原因。視各位元值傳回 0 至 7 的數值(ON: 1, OFF: 0)。

位元	說明
0	AbortSeqOnFail 設為 True 的力覺引導物件失敗時，位元值將為 ON。
1	起始點位置(X, Y, Z, U, V, W)超出指定範圍時，位元值將為 ON。
2	起始點機械臂方向(Hand, Elbow, Wrist)與指定姿態不同時，位元值將為 ON。

Time 結果

執行所需時間。

單位: [sec]

LastExecObject 結果

最後執行的力覺引導物件名稱。

EndForces 結果

力覺引導序列結束時的力與扭力。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力峰值。峰值為最大絕對值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

4.2.2 通用力覺引導物件

共有以下10種通用力覺引導物件可使用。

類別	物件名稱	說明
接觸	Contact	將機器人移至指定方向，並在接觸物件時使其停止。
跟隨	Relax	調整機器人位置，使施加至指定軸的力與扭力為「0」。
	FollowMove	以指定軌道移動時，調整機器人位置，使施加至指定軸的力與扭力為「0」。
對齊	SurfaceAlign	將抓取工件的表面與物件表面對齊。
探測	PressProbe	按壓抓取的工件時，偵測物件上的孔洞或台階。
	ContactProbe	接觸抓取的工件時，偵測物件上的孔洞。
按壓	Press	往指定軸方向按壓。
	PressMove	以指定軌道移動時，往指定軸方向按壓。
執行	Decision	視物件結果進行分支處理。
	SPELFunc	執行指定SPEL程式的功能。

本章將說明各通用力覺引導物件的類型及屬性，以及屬性的設定或調整方法。

如需更多力覺引導物件設定的詳細資訊，請參閱下列章節。

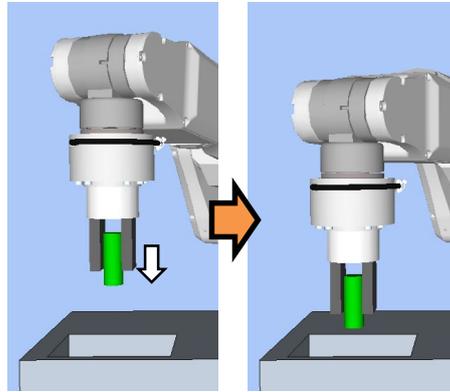
軟體篇: 4.1.3 設定力覺引導物件

4.2.2.1 Contact物件

Contact物件會使機器人往指定方向移動，直到其接觸工件等物件，並在機器人接觸到物件時使其停止。

此物件可用於設定其他力覺引導物件的開始位置或定位抓取位置。

即使工件的尺寸或抓取位置有誤差範圍，由於可偵測接觸位置，因此仍可穩定執行下一個動作或力覺引導物件。



上圖為Contact物件動作的示意圖。機器人從非接觸狀態移至白色箭頭方向，並在接觸物件時停止。

若在指定時間內滿足結束條件，Contact物件將執行成功。務必設定力相關結束條件。

各條件如下：

結束條件	成功條件
力相關結束條件	在Timeout指定時間內滿足下列任一條件： ContactOrient為Fx, Fy, Fz時： 指定方向中的力絕對值大於ContactForceThresh的力絕對值。 ContactOrient為Tx, Ty, Tz時： 指定方向中的扭力絕對值大於ContactTorqueThresh的扭力絕對值。

Contact 物件的屬性設定方針

Step 1. 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name, Description, Enabled, StepID, AbortSeqOnFail)。

屬性	說明、設定指南
Name	力覺引導物件名稱。 設定特定名稱。
Description	力覺引導物件說明。 說明操作程序。設定字元字串。
Enabled	設定是否執行力覺引導物件。 True : 正常 False : 不執行力覺引導物件時，例如改執行另一個力覺引導物件。
StepID	力覺引導物件執行期間的StepID。 設定ID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您瞭解哪個記錄資料支援程序。 力覺引導序列的AutoStepID為False時套用。
AbortSeqOnFail	設定力覺引導物件失敗時，是否中止或繼續執行力覺引導序列。 True : 正常 中止力覺引導序列。 False : 力覺引導序列失敗時，復原動作會加入，或力覺引導序列將會繼續執行。

Step 2. 開始前設定 I/O 處理

設定力覺引導物件開始前的I/O處理相關屬性(IOPreprocEnabled, IOPreprocOutputBit, IOPreprocOutputStatus)。

屬性	說明、設定指南
IOPreprocEnabled	設定是否在力覺引導物件開始時操作輸出位元。 您僅可操作一個輸出位元。 若要操作數個輸出位元，請使用SPELFunc物件。 False : 正常 True : 操作輸出位元時，如操作/中止周邊設備。
IOPreprocOutputBit	設定力覺引導物件開始時操作的輸出位元。
IOPreprocOutputStatus	設定是否在力覺引導物件開始時開啟或關閉輸出位元。 設定要輸出的狀態。

Step 3. 設定接觸方向及力控制功能

設定接觸方向及力控制功能相關屬性(ContactOrient, ContactFirmnessF, ContactFirmnessT, CFEnabled)。

屬性	說明、設定指南
ContactOrient	設定要接觸的方向。 機器人會往指定方向移動或旋轉。
ContactFirmnessF ContactFirmnessT	設定力控制功能硬度。 ContactFirmnessF: ContactOrient為Fx, Fy, Fz時 ContactFirmnessT: ContactOrient為Tx, Ty, Tz時 設定較大值時: 力控制功能會增強。 但對力/扭力變化的反應速度較慢。 設定較小值時: 力控制功能會減弱。對力/扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。 設定較小絕對值時: 接觸動作的移動速度將加快。
CFEnabled	設定是否要對下一個力覺引導物件繼續執行力控制功能。 False : 正常 關閉力控制功能一次，接著執行下一個力覺引導物件。 True : 欲在接觸後保持穩定力的情況下，執行下一個力覺引導物件時: 下一個力覺引導物件需維持ContactOrient設定方向中的力覺控制。

您可使用模擬器查看ContactOrient設定。反灰的座標系(除了指定方向外)隨即顯示。但機器人會視目前位置顯示。查看設定時，請確認將機器人移至執行力覺引導物件的位置。

如需如何使用模擬器進行檢查的詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide: 8. 模擬器 8.3 功能說明

Step 4. 設定結束條件

設定結束條件相關屬性(ContactForceThresh, ContactTorqueThresh, Timeout Property)。

屬性	說明、設定指南
<p>ContactForceThresh ContactTorqueThresh</p>	<p>設定閾值以判定是否有接觸。 請確認為工件設定適當閾值。</p> <p>ContactForceThresh: ContactOrient為Fx, Fy, Fz 時， 設定約3至5 [N]。</p> <p>ContactTorqueThresh: ContactOrient為 Tx, Ty, Tz 時， 設定約500 [N·mm]。</p> <p>設定較大絕對值時： 機器人接觸前的移動速度將加快。</p> <p>數值過小時： 機器人可能不會移動。</p>
<p>Timeout</p>	<p>設定Contact物件的逾時期間。 接觸前若經過指定時間，則失敗。</p>

Contact 物件的調整方針

以下說明Contact物件的調整方法。

接觸力較大時:

降低ContactForceThresh或ContactTorqueThresh值。
或者，提高ContactFirmnessF或ContactFirmnessT值。
但移動速度將會降低。
請針對操作執行適當調整。

力覺引導物件在接觸前結束時:

若執行時間不足，請提高Timeout值。

接觸前誤判為「已接觸」時:

Contact物件會因慣性力或移動時的雜訊而誤判。
提高ContactForceThresh或ContactTorqueThresh值。
但接觸時的力與扭力將會變大。請針對操作執行適當調整。
或者，提高ContactFirmnessF或ContactFirmnessT值。
但移動速度將會降低。請針對操作執行適當調整。

機器人接觸前的移動速度較慢時:

提高ContactForceThresh或ContactTorqueThresh值。
或者，降低ContactFirmnessF或ContactFirmnessT值。
但接觸時的力與扭力將會變大，或產生振動。請針對操作執行適當調整。

需花費時間接觸時:

若力覺引導物件的開始位置與接觸位置相距較遠，因移動距離長，需花費一些時間。將開始位置變更至接近欲接觸位置，但不與該位置接觸的地點。

機器人未移至接觸方向或移至相反方向時:

力覺感應器可能未正確重設。檢查力覺引導序列的ResetSensor設定。
開始力覺引導序列時，物件可能會以接觸狀態開始。
請確認從非接觸狀態開始。

ContactForceThresh或ContactTorqueThresh的絕對值可能較小。請提高絕對值。但接觸時的力與扭力將會變大。請針對操作執行適當調整。

Contact 物件屬性的詳細資料

Name 屬性

此屬性可設定指派至力覺引導物件的特定名稱。
 建立 Contact 物件時，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 Contact 後新增編號(如 Contact01)。

您可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用英數字元及底線[_]。
 NOTE: 起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

此屬性可設定力覺引導物件說明。
 字元字串最多可設定 255 個字元。

Enabled 屬性

此屬性可設定是否啟用力覺引導物件。
 指定 True 時，會執行力覺引導物件。
 指定 False 時，會執行下一個力覺引導物件，而非此力覺引導物件。
 若要暫時儲存力覺引導序列，或在力覺引導序列建立期間，透過複製力覺引導物件的方式嘗試不同參數，請使用此屬性。

數值	說明
True	啟用力覺引導物件。
False	停用力覺引導物件。

預設: True

StepID 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的StepID。
 AutoStepID為False時可使用此屬性。

	數值
最小值	0
最大值	32767

預設: 自動依據力覺引導序列及力覺引導物件編號設定。

AbortSeqOnFail 屬性

此屬性可設定力覺引導物件失敗時的動作。
 指定True時，若力覺引導物件失敗，程式會中止力覺引導序列，並繼續進行下一個 SPEL陳述式。
 指定False時，即使力覺引導物件失敗，程式也會繼續進行下一個力覺引導物件，而不會中止力覺引導序列。
 若要繼續進行力覺引導序列(如力覺引導物件失敗時，復原程序會加入力覺引導序列中)，請使用此屬性。

數值	說明
True	力覺引導物件失敗時，中止力覺引導序列。
False	力覺引導物件失敗時，開始下一個力覺引導序列。

預設: True

IOPreprocEnabled 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作。

I/O操作是由IOPreprocOutputBit屬性及IOPreprocOutputStatus屬性所定義。若要在執行力覺引導物件前操作末端夾具或周邊設備，請使用此屬性。

數值	說明
True	開始時執行I/O操作。
False	開始時不執行I/O操作。

預設: False

IOPreprocOutputBit 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作(輸出位元)。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

	數值
最小值	0
最大值	7167

預設: 0

IOPreprocOutputStatus 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作輸出狀態。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

數值	說明
Off	關閉指定的輸出位元。(設為0)
On	開啟指定的輸出位元。(設為1)

預設: Off

ContactOrient 屬性

此屬性可設定從開始位置檢視的目標接觸位置。

設定力覺引導序列ForceOrient指定的座標系方向。您可選擇轉換方向(+Fx至-Fz)或旋轉方向(+Tx至-Tz)。

機器人會往指定方向移動，並在接觸物件時停止。

數值	說明
+Fx	移至Fx的正方向。
-Fx	移至Fx的負方向。
+Fy	移至Fy的正方向。
-Fy	移至Fy的負方向。
+Fz	移至Fz的正方向。
-Fz	移至Fz的負方向。
+Tx	移至Tx的正方向。
-Tx	移至Tx的負方向。
+Ty	移至Ty的正方向。
-Ty	移至Ty的負方向。
+Tz	移至Tz的正方向。
-Tz	移至Tz的負方向。

預設: +Fz

ContactFirmnessF 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的力控制功能硬度。ContactOrient為轉換方向(+Fx至-Fz)時使用。

ContactFirmnessF數值提高時，力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

ContactFirmnessF數值降低時，力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

ContactFirmnessT 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的力控制功能硬度。

ContactOrient為旋轉方向(+Tx至-Tz)時使用。

ContactFirmnessT數值提高時，力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

ContactFirmnessT數值降低時，力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	1000000

預設: 3000

CFEnabled 屬性

此屬性可設定是否要在力覺引導物件結束後繼續力控制功能。即使力覺引導序列在CFEnabled設為True的情況下結束，力控制功能也將會結束。

數值	說明
True	即使力覺引導物件結束，力控制功能也會繼續執行下一個力覺引導物件。
False	力控制功能會在力覺引導物件結束時結束。

預設: False

ContactForceThresh 屬性

此屬性可設定力的閾值，以判斷接觸情形。

ContactOrient為轉換方向(+Fx至-Fz)時使用。

若**Contact**物件執行期間，超出此屬性設定的閾值，機器人會認為已接觸物件，並停止動作。接著，繼續進行下一個力覺引導物件。

ContactOrient為正方向時:

	數值(單位: [N])
最小值	-10
最大值	0

預設: -5

ContactOrient為負方向時:

	數值(單位: [N])
最小值	0
最大值	10

預設: -5

ContactTorqueThresh 屬性

此屬性可設定扭力的閾值，以判斷接觸情形。

ContactOrient為旋轉方向(+Tx至-Tz)時使用。

若**Contact**物件執行期間，超出此屬性設定的閾值，機器人會確認接觸情形，並停止動作。接著，繼續進行下一個力覺引導物件。

ContactOrient為正方向時:

	數值(單位: [N·mm])
最小值	-1000
最大值	0

預設: -200

ContactOrient為負方向時:

	數值(單位: [N·mm])
最小值	0
最大值	1000

預設: -200

Timeout 屬性

此屬性可設定力覺引導物件的逾時期間。

即使經過此屬性指定時間後，仍未超過**ContactForceThresh**或**ContactTorqueThresh**指定的閾值，接觸將會判定為失敗。

判定後，請依**AbortSeqOnFail**結束力覺引導序列，或繼續進行下一個力覺引導物件。

	數值(單位: [sec])
最小值	0.1
最大值	60

預設: 10

Contact 物件結果的詳細資料

EndStatus 結果

此為執行結果。

符合 4.2.2.1 *Contact* 物件中所述的「成功條件」時，其將會成功。

數值	說明
Passed	力覺引導物件執行成功。
Failed	力覺引導物件執行失敗。
NoExec	力覺引導物件未執行。
Aborted	力覺引導物件執行期間中止。

Time 結果

此為執行所需時間。

單位: [sec]

TimedOut 結果

此為是否已達到 Timeout 屬性中設定的逾時期間。

數值	說明
True	達到逾時期間。
False	達到逾時期間前結束。

EndForces 結果

此為力覺引導物件結束時的力與扭力。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

EndPos 結果

力覺引導物件結束時的位置。擷取 X, Y, Z, U, V, W 數值。

單位: X, Y, Z [mm] / U, V, W [deg.]

AvgForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力平均值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力峰值。

峰值為最大絕對值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

ForceCondOK 結果

此為是否符合與力相關的結束條件。

數值	說明
True	符合與力相關的結束條件。
False	不符合與力相關的結束條件。

TriggeredForces 結果

此為符合與力相關結束條件時的力與扭力。

擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

TriggeredPos 結果

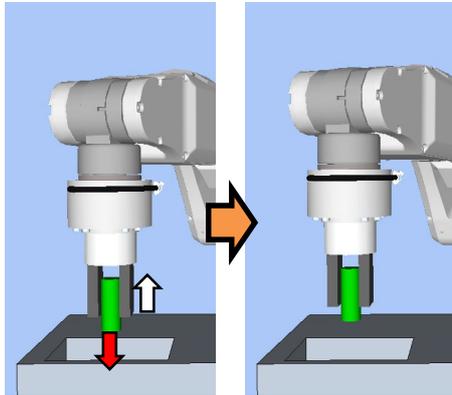
符合與力相關結束條件時的位置。擷取 X, Y, Z, U, V, W 數值。

單位: X, Y, Z [mm] / U, V, W [deg.]

4.2.2.2 Relax物件

Relax物件會將機器人移動至指定方向的力為「0」的位置。

此物件可用於在Press物件按壓後安全釋放按壓狀態，或移除組裝期間額外施加的力。此外，此物件與手部動作結合後，可執行跟隨及抓取。即使工件的尺寸或抓取位置有誤差範圍，機器人可在不額外施加力的情況下穩定抓取工件。



上圖為Relax物件動作的示意圖。

機器人會從紅色箭頭狀態(機器人與物件接觸後按壓)往白色箭頭方向移動，使施加的力為「0」。

若在指定時間內滿足結束條件，Relax物件將執行成功。Relax物件可使用與力及I/O相關的結束條件。

每個結束條件皆可設定是否在ForceCheckEnabled或IOCheckEnabled中使用。

若未設定結束條件，物件一律將執行成功。設定多個結束條件時，您可選擇如何結合EndCheckOperator中的AND或OR結束條件。

各條件如下：

結束條件	成功條件
力相關結束條件	在Timeout的指定時間內，請在HoldTimeThresh指定的時間內持續滿足以下兩條件。 ControlMode針對Follow指定的Fx、Fy或Fz軸： 軸應位於 -FollowCheckToIF至+FollowCheckToIF範圍內。 ControlMode針對Follow指定的Tx、Ty或Tz軸： 軸應位於 -FollowCheckToIT至+FollowCheckToIT範圍內。
I/O相關結束條件	Timeout指定時間內，IOCheckInputBit指定的輸入位元應為IOCheckInputStatus指定的狀態。

Relax 物件的屬性設定方針

Step 1. 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name, Description, Enabled, StepID, AbortSeqOnFail)。

屬性	說明、設定指南
Name	力覺引導物件名稱。 設定特定名稱。
Description	力覺引導物件說明。 說明操作程序。設定字元字串。
Enabled	設定是否執行力覺引導物件。 True : 正常 False : 不執行力覺引導物件時，例如改執行另一個力覺引導物件。
StepID	力覺引導物件執行期間的StepID。 設定ID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您瞭解哪個記錄資料支援程序。 力覺引導序列的AutoStepID為False時套用。
AbortSeqOnFail	此屬性用於決定是否在力覺引導物件失敗時中止或繼續執行力覺引導序列。 True : 正常 中止力覺引導序列。 False : 力覺引導序列失敗時，復原動作會加入，或力覺引導序列將會繼續執行。

Step 2. 開始前設定 I/O 處理

設定力覺引導物件開始前的I/O處理相關屬性(IOPreprocEnabled, IOPreprocOutputBit, IOPreprocOutputStatus)。

屬性	說明、設定指南
IOPreprocEnabled	設定是否在力覺引導物件開始時操作輸出位元。 您僅可操作一個輸出位元。 若要操作數個輸出位元，請使用SPELFunc物件。 False : 正常 True : 操作輸出位元時，如操作/中止周邊設備。
IOPreprocOutputBit	開始力覺引導物件時，請設定要操作的輸入位元。
IOPreprocOutputStatus	開始力覺引導物件時，設定是否要開啟或關閉輸入位元。 設定要輸出的狀態。

Step 3. 設定力控制功能

設定力控制功能相關屬性(Fx_ControlMode, ..., Tz_ControlMode, Fx_Firmness, ..., Tz_Firmness, CFEnabled)。

屬性	說明、設定指南
Fx_ControlMode Fy_ControlMode Fz_ControlMode Tx_ControlMode Ty_ControlMode Tz_ControlMode	設定各方向的力控制功能模式。 指定Follow時: 透過力控制功能執行跟隨動作。 指定Disabled時: 力控制功能隨即停用。 將欲跟隨方向的ControlMode設為Follow。 您必須將Follow設為一個以上的方向。
Fx_Firmness Fy_Firmness Fz_Firmness Tx_Firmness Ty_Firmness Tz_Firmness	針對各方向設定力控制功能硬度。 設定較大值時: 力控制功能會增強。但對力變化的反應速度較慢。 設定較小值時: 力控制功能會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。
CFEnabled	設定是否要對下一個力覺引導物件繼續執行力控制功能。 False : 正常 關閉力控制功能一次，接著執行下一個力覺引導物件。 True : 欲在接觸後以剩餘的穩定力執行下一個力覺引導物件時: 下一個力覺引導物件需維持針對各ControlMode選擇Follow方向中的力覺控制。

您可使用模擬器查看ControlMode設定。反灰的座標系(除了已啟用方向外)隨即顯示。

但機器人會視目前位置顯示。查看設定時，請確認將機器人移至執行力覺引導物件的位置。

如需如何使用模擬器進行檢查的詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide: 8. 模擬器, 8.3 功能說明

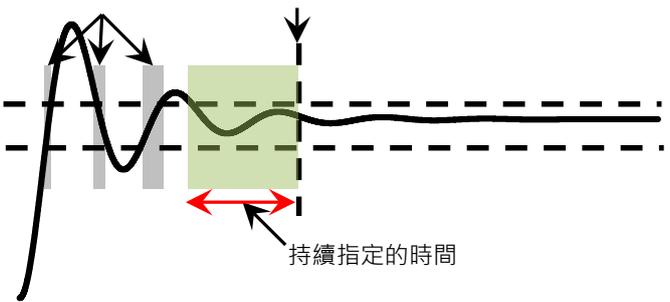
Step 4. 設定結束條件基本資訊

設定結束條件及逾時組合的相關屬性(EndCheckOperator、Timeout)。

屬性	說明、設定指南
EndCheckOperator	此屬性可設定結合力及I/O相關結束條件的方式。 AND : 符合兩個條件時結束。 OR : 符合多個條件時結束。
Timeout	此屬性可設定逾時期間。 未設定結束條件時: 逾時期間即為執行時間。 設定結束條件時: 未在指定時間內滿足結束條件時失敗。

Step 5. 設定力相關結束條件

設定與力結束條件相關的屬性(ForceCheckEnabled, FollowCheckToIF, FollowCheckToIT, HoldTimeThresh)。

屬性	說明、設定指南
ForceCheckEnabled	此屬性可設定是否啟用與力相關的結束條件。 True：啟用與力相關的結束條件時。
FollowCheckToIF FollowCheckToIT	此屬性會針對與力相關的結束條件，設定轉換方向或旋轉方向範圍。 FollowCheckToIF: 此屬性代表平移方向。 FollowCheckToIT: 此屬性代表旋轉方向。 監控ControlMode針對Follow所指定的力方向(Fx, Fy, Fz)是否位於-FollowCheckToIF至+FollowCheckToIF的範圍內。 監控ControlMode針對Follow所指定的力方向(Tx, Ty, Tz)是否位於-FollowCheckToIT至+FollowCheckToIT的範圍內。 下圖為FollowCheckToIF示意圖。
HoldTimeThresh	設定用於判定是否符合結束條件的持續時間。 如下圖所示，若指定條件可在HoldTimeThresh指定的時間內維持，即可將其判定為符合結束條件。 HoldTimeThresh:  未達到持續時間 結束  一般會設為「0」。 設定下一個力覺引導物件結果不穩定時穩定動作的時間。 建議依暫時停用結束條件後執行的實際結果設定時間。

Step 6. 設定 I/O 相關結束條件

設定與I/O結束條件相關的屬性(IOCheckEnabled, IOCheckInputBit, IOCheckInputStatus)。

屬性	說明、設定指南
IOCheckEnabled	此屬性可設定是否啟用I/O的結束條件。 True：啟用與I/O相關的結束條件時。
IOCheckInputBit	設定作為結束條件監控的輸入位元。
IOCheckInputStatus	設定要作為結束條件的輸入位元狀態。 若IOCheckInputBit指定的輸入位元成為IOCheckInputStatus指定的狀態，即可將其判定為符合結束條件。

Relax 物件的調整方針

以下說明使用Relax物件時的調整方法。

力需花費時間變為「0」時:

此為施力成因不變時的調整。即使機器人移動仍持續施力，則為例外情況。

降低各方向的Firmness值。但機器人動作容易產生振動。請針對操作執行適當調整。

機器人動作發生振動時:

請提高Firmness值。但機器人的反應速度會變慢。

請針對操作執行適當調整。

若要調整Firmness，建議逐漸調整數值(如數值增加10%)。

Relax 物件屬性的詳細資料

Name 屬性

此屬性可設定指派至力覺引導物件的特定名稱。

建立 Relax 物件時，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 Relax 後新增編號(如 Relax01)。

您可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用英數字元及底線[_]。NOTE: 起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

此屬性可設定力覺引導物件說明。

字元字串最多可設定 255 個字元。

Enabled 屬性

此屬性可設定是否啟用力覺引導物件。

指定 True 時，會執行力覺引導物件。

指定 False 時，會執行下一個力覺引導物件，而非此力覺引導物件。

若要暫時儲存力覺引導序列，或在力覺引導序列建立期間，透過複製力覺引導物件的方式嘗試不同參數，請使用此屬性。

數值	說明
True	啟用力覺引導物件。
False	停用力覺引導物件。

預設: True

StepID 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的StepID。

僅限AutoStepID為False時使用。

	數值
最小值	0
最大值	32767

預設: 自動依據力覺引導序列及力覺引導物件編號設定。

AbortSeqOnFail 屬性

此屬性可設定力覺引導物件失敗時的動作。

指定True時，若力覺引導物件失敗，程式會結束力覺引導序列，並繼續進行下一個SPEL陳述式。

指定False時，即使力覺引導物件失敗，程式也會繼續進行下一個力覺引導物件，而不會結束力覺引導序列。

若要繼續進行力覺引導序列(如力覺引導物件失敗時，復原程序會加入力覺引導序列中)，請使用此屬性。

數值	說明
True	力覺引導物件失敗時，結束力覺引導序列。
False	力覺引導物件失敗時，開始下一個力覺引導序列。

預設: True

IOPreprocEnabled 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作。

I/O操作是由IOPreprocOutputBit屬性及IOPreprocOutputStatus屬性所定義。若要在執行力覺引導物件前操作末端夾具或周邊設備，請使用此屬性。

數值	說明
True	開始時執行I/O操作。
False	開始時不執行I/O操作。

預設: False

IOPreprocOutputBit 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作(輸出位元)。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

	數值
最小值	0
最大值	7167

預設: 0

IOPreprocOutputStatus 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作輸出狀態。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

數值	說明
Off	關閉指定的輸出位元。(設為0)
On	開啟指定的輸出位元。(設為1)

預設: Off

Fx_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Fx方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Fx方向的力控制功能。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Fx方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外力為「0」。因此，施加外力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Fx_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Fx方向的力控制功能硬度。

Fx_ControlMode為Follow時使用。

Fx_Firmness數值提高時，Fx方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Fx_Firmness降低時，Fx方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

Fy_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Fy方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Fy方向的力控制功能。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Fy方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外力為「0」。因此，施加外力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Fy_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Fy方向的力控制功能硬度。

Fy_ControlMode為Follow時使用。

Fy_Firmness數值提高時，Fy方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Fy_Firmness降低時，Fy方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

Fz_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Fz方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Fz方向的力控制功能。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Fz方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外力為「0」。因此，施加外力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Fz_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Fz方向的力控制功能硬度。

Fz_ControlMode為Follow時使用。

Fz_Firmness數值提高時，Fz方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Fz_Firmness降低時，Fz方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

Tx_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Tx方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Tx方向的力控制功能。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Tx方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外部扭力為「0」。因此，施加外部扭力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Tx_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Tx方向的力控制功能硬度。Tx_ControlMode為Follow時使用。

Tx_Firmness數值提高時，Tx方向的力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Tx_Firmness降低時，Tx方向的力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	1000000

預設: 3000

Ty_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Ty方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Ty方向的力控制功能。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Ty方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外部扭力為「0」。因此，施加外部扭力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Ty_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Ty方向的力控制功能硬度。

Ty_ControlMode為Follow時使用。

Ty_Firmness數值提高時，Ty方向的力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Ty_Firmness降低時，Ty方向的力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	1000000

預設: 3000

Tz_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Tz方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Tz方向的力控制功能。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Tz方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外部扭力為「0」。因此，施加外部扭力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Tz_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Tz方向的力控制功能硬度。
Tz_ControlMode為Follow時使用。

Tz_Firmness數值提高時，Tz方向的力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Tz_Firmness降低時，Tz方向的力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	1000000

預設: 3000

CFEnabled 屬性

此屬性可設定是否要在力覺引導物件結束後繼續力控制功能。

即使力覺引導序列在CFEnabled為True的情況下結束，力控制功能也將會結束。

數值	說明
True	即使力覺引導物件已結束，力控制功能也會繼續執行下一個力覺引導物件。
False	力控制功能會在力覺引導物件結束時結束。

預設: False

EndCheckOperator 屬性

此屬性可設定使用多個力覺引導物件結束條件時的組合條件。

指定AND時，若符合所有已啟用的結束條件，力覺引導物件執行將會結束。執行結果將會判定為成功，並繼續進行下一個力覺引導物件。

指定OR時，若符合部分已啟用的結束條件，力覺引導物件執行將會結束。執行結果將會判定為成功，並繼續進行下一個力覺引導物件。

數值	說明
OR	結合為OR條件。
AND	結合為AND條件。

預設: Disabled

ForceCheckEnabled 屬性

此屬性可設定與力相關之力覺引導物件的結束條件。

數值	說明
True	啟用與力相關的結束條件。
False	停用與力相關的結束條件。

預設: False

FollowCheckToIF 屬性

此屬性可設定與力相關的結束條件範圍。
ForceCheckEnabled為True時使用。

用於各ControlMode針對Follow指定的Fx、Fy及Fz軸，並判定其是否位於
-FollowCheckToIF至+FollowCheckToIF範圍內。

若所有針對Follow指定的軸皆位於FollowCheckToIF或FollowCheckToIT設定的範圍內，即可將其判定為符合結束條件。

	數值(單位: [N])
最小值	0.1
最大值	10

預設: 1

FollowCheckToIT 屬性

此屬性可設定與力相關的結束條件範圍。
ForceCheckEnabled為True時使用。

用於各ControlMode針對Follow指定的Tx、Ty及Tz軸，並判定其是否位於
-FollowCheckToIF至+FollowCheckToIF範圍內。若所有針對Follow指定的軸皆位於
FollowCheckToIF或FollowCheckToIT設定的範圍內，即可將其判定為符合結束條件。

	數值(單位: [N])
最小值	RC+7.5.1 (F/W7.5.1.0)或以後， 或序列版本是7.5.1時: 1 RC+7.5.1 (F/W7.5.1.0)以前， 或序列版本是7.4.0時: 100
最大值	10000

預設: 500

HoldTimeThresh 屬性

此屬性可設定力相關結束條件判定前的持續時間。
ForceCheckEnabled為True時使用。

若FollowCheckToIF或FollowCheckToIT指定範圍內的狀態，可在HoldTimeThresh指
定的時間內維持，即可將其判定為符合結束條件。

	數值(單位: [sec])
最小值	0
最大值	10

預設: 0

IOCheckEnabled 屬性

此屬性可設定與I/O相關之力覺引導物件的結束條件。

數值	說明
True	啟用與I/O相關的結束條件。
False	停用與I/O相關的結束條件。

預設: False

IOCheckInputBit 屬性

此屬性可設定I/O相關結束條件的判定目標位元。
IOCheckEnabled為True時使用。

	數值
最小值	0
最大值	7167

預設: 0

IOCheckInputStatus 屬性

此屬性可設定I/O相關結束條件的判定條件。
IOCheckEnabled為True時使用。

依據IOCheckInputBit指定位元，即可將其判定為符合結束條件。

數值	說明
Off	輸入位元為OFF (0)時，即可將其判定為符合結束條件。
On	輸入位元為ON (1)時，即可將其判定為符合結束條件。

預設: Off

Timeout 屬性

此屬性可設定力覺引導物件的逾時期間。

經過Timeout指定時間後，若不符合ForceCheckEnabled或IOCheckEnabled啟動的條件，則會將其判定為Relax物件失敗。

判定後，請依AbortSeqOnFail中止力覺引導序列，或繼續進行下一個力覺引導物件。

ForceCheckEnabled及IOCheckEnabled為False時，會在Timeout指定的時間過後結束力覺引導物件。判定為成功，並繼續進行下一個力覺引導物件。

	數值(單位: [sec])
最小值	0.1
最大值	60

預設: 10

Relax 物件結果的詳細資料**EndStatus** 結果

此為執行結果。

符合 4.2.2.2 *Relax* 物件中所述的「成功條件」時，其將會成功。

數值	說明
Passed	力覺引導物件執行成功。
Failed	力覺引導物件執行失敗。
NoExec	力覺引導物件未執行。
Aborted	力覺引導物件執行期間中止。

Time 結果

此為執行所需時間。

單位: [sec]

TimedOut 結果

此為是否已達到 Timeout 屬性中設定的逾時期間。

數值	說明
True	達到逾時期間。
False	達到逾時期間前結束。

EndForces 結果

此為力覺引導物件結束時的力與扭力。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz[N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

EndPos 結果

力覺引導物件結束時的位置。擷取 X, Y, Z, U, V, W 數值。

單位: X, Y, Z [mm] / U, V, W [deg.]

AvgForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力平均值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力峰值。峰值為最大絕對值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

ForceCondOK 結果

此為是否符合與力相關的結束條件。

數值	說明
True	符合與力相關的結束條件。
False	不符合與力相關的結束條件。

TriggeredForces 結果

此為符合與力相關結束條件時的力與扭力。

擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

TriggeredPos 結果

符合與力相關結束條件時的位置。擷取 X, Y, Z, U, V, W 數值。

單位: X, Y, Z [mm] / U, V, W [deg.]

IOCondOK 結果

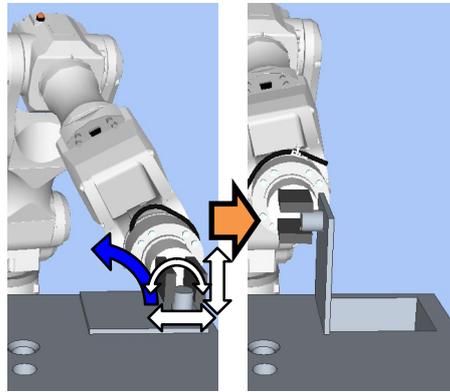
此為是否符合與 I/O 相關的結束條件。

數值	說明
True	符合與I/O相關的結束條件。
False	不符合與I/O相關的結束條件。

4.2.2.3 FollowMove物件

FollowMove物件會進行跟隨，因此指定方向力為「0」，並將機器人沿指定軌跡移動。

此物件用於移動操作目標的固定軌跡，如開啟/關閉門。如為位置控制，由於軌跡移動時會額外施力，因此操作目標可能會受損。不過，FollowMove物件會將施加力控制為「0」。因此，機器人可在未教導正確軌跡的情況下移動操作目標。



上圖為FollowMove物件動作的示意圖。物件會調整位置或方向，使施加於方向的力(白色箭頭)可在機器人沿軌跡移動(藍色箭頭)時為「0」。

機器人沿指定軌跡移動時若符合結束條件，FollowMove物件將執行成功。可使用與位置及I/O相關的結束條件。

每個結束條件皆可設定是否在PosCheckEnabled或IOCheckEnabled中使用。若未設定結束條件，物件一律將執行成功。設定多個結束條件時，您可選擇如何結合EndCheckOperator中的AND或OR結束條件。

各條件如下：

結束條件	成功條件
與位置相關的結束條件	沿指定軌跡移動前，請滿足下列任一條件： PosCheckType為RobotPlane時： 針對PlaneNumber設定的Plane，符合PlaneEndCondition設定的狀態。 PosCheckType為RelativePlane時： 針對PlaneRelativeX, PlaneRelativeY, PlaneRelativeZ, PlaneRelativeOrg, PlaneRelativeOrient, PlaneAxes, PlaneRelativeRobotLocal設定的相對平面，符合PlaneEndCondition設定的狀態。
I/O相關結束條件	沿指定軌跡移動前，IOCheckInputBit指定的輸入位元應為IOCheckInputStatus指定狀態。

FollowMove 物件的屬性設定方針

Step 1. 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name, Description, Enabled, StepID, AbortSeqOnFail)。

屬性	說明、設定指南
Name	此屬性可設定力覺引導物件名稱。 設定特定名稱。
Description	此屬性可設定力覺引導物件說明。 描述操作說明。設定字元字串。
Enabled	設定是否執行力覺引導物件。 True : 正常 False : 不執行力覺引導物件時，例如改執行另一個力覺引導物件。
StepID	力覺引導物件執行期間的StepID。 設定ID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您瞭解哪個記錄資料支援程序。 力覺引導序列的AutoStepID為False時套用。
AbortSeqOnFail	設定力覺引導物件失敗時，是否中止或繼續執行力覺引導序列。 True : 正常 中止力覺引導序列。 False : 力覺引導序列失敗時，復原動作會加入，或力覺引導序列將會繼續執行。

Step 2. 開始前設定 I/O 處理

設定力覺引導物件開始前的I/O處理相關屬性(IOPreprocEnabled, IOPreprocOutputBit, IOPreprocOutputStatus)。

屬性	說明、設定指南
IOPreprocEnabled	設定是否在力覺引導物件開始時操作輸出位元。 您僅可操作一個輸出位元。 若要操作數個輸出位元，請使用SPELFunc物件。 False : 正常 True : 操作輸出位元時，如操作/中止周邊設備。
IOPreprocOutputBit	開始力覺引導物件時，請設定要操作的輸入位元。
IOPreprocOutputStatus	開始力覺引導物件時，設定是否要開啟或關閉輸入位元。 設定要輸出的狀態。

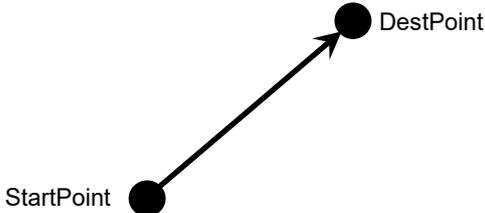
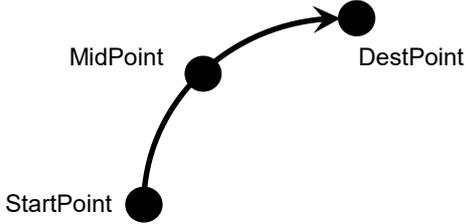
Step 3. 設定移動動作

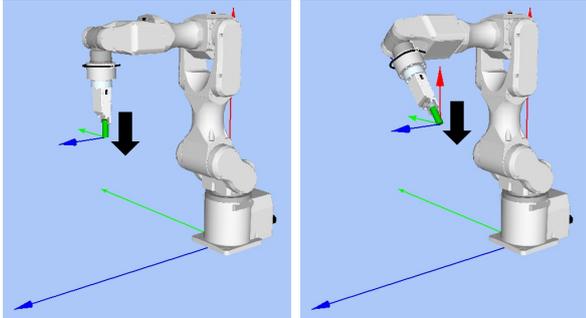
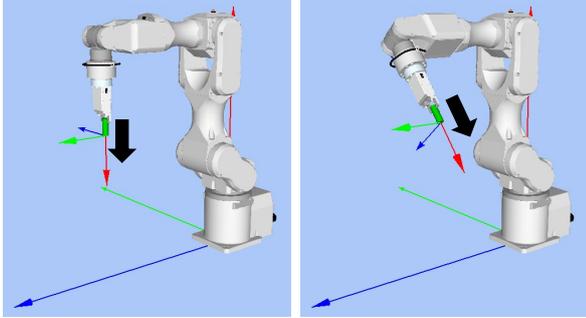
設定移動相關屬性(MotionTrajectory, AccelS, AccelR, SpeedS, SpeedR, CPEnabled)。

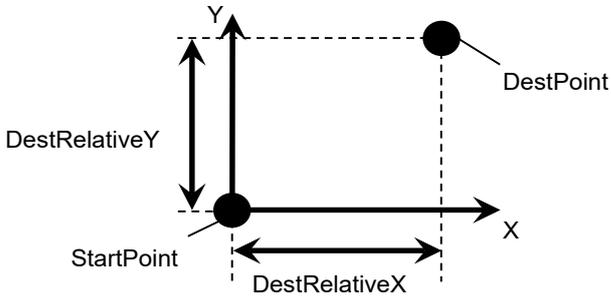
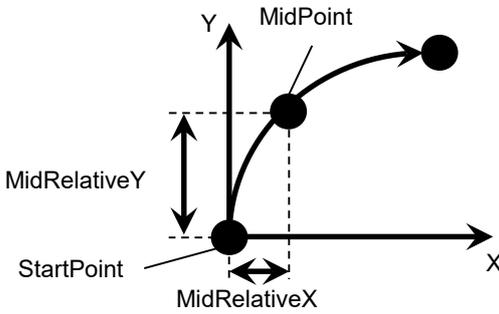
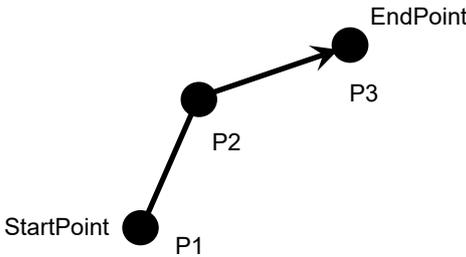
屬性	說明、設定指南
MotionTrajectory	設定移動的軌跡類型。 Straight : 想要直線動作時 Arc : 想要曲線動作時 MultiStraight : 想要多個點連續做直線動作時 MultiStraightCP : 想要多個點在連接軌道連續線性動作時
AccelS AccelR	設定移動的加速。 AccelS : 平移加速 AccelR : 旋轉加速 實際加速是由力控制功能調整。
SpeedS SpeedR	設定移動速度。 SpeedS : 平移速度 SpeedR : 旋轉速度 實際速度是由力控制功能調整。
SpeedRPriority	設置移動時是否優先 SpeedR 屬性。 如果點之間的姿態變化相對於移動距離較大，則使用 SpeedS 屬性動作時，可能會出現加速度錯誤。 AutoDistOrientRatio 根據點之間的移動距離和姿態變化自動確定是否使用 SpeedR 屬性。推薦選擇 AutoDistOrientRatio 。 固定在 SpeedS 屬性或 SpeedR 屬性時，請選擇 Disabled 或 Enabled 。 Disabled : 始終使用 SpeedS 屬性時 Enabled : 始終使用 SpeedR 屬性時
CPEnabled	設定是否根據路徑動作連接 FollowMove 物件的軌跡及下列力覺引導物件的軌跡。 True : 連接由多個 FollowMove 物件操作的複雜軌跡時。

Step 4. 設定目的地點

設定移動軌跡相關屬性(DestType, DestPoint, MidPoint, RelativeOrient, RelativeRobotLocal, DestRelativeX, ..., DestRelativeW, MidRelativeX, ..., MidRelativeW)。

屬性	說明、設定指南
DestType	<p>此屬性可設定目的地點的設定方式。 若使用力控制功能，機器人位置會由力調整。因此，建議透過相對移動量，從定位點指定目的地點。 RobotPoint：移至指定點時 Relative：指定相對移動量時</p>
DestPoint	<p>設定代表目的地點的點位(DestPoint)。 MotionTrajectory中選擇Straight時： 如下圖所示，機器人會從力覺引導物件的StartPoint以直線往DestPoint移動。</p>  <p>The diagram shows a straight line trajectory. It starts at a point labeled 'StartPoint' at the bottom left and ends at a point labeled 'DestPoint' at the top right. A solid black arrow points from StartPoint to DestPoint.</p>
MidPoint	<p>MotionTrajectory為Arc時，設定代表中點的點位(MidPoint)。 如下圖所示，機器人會在通過MidPoint後往DestPoint移動。</p>  <p>The diagram shows an arc trajectory. It starts at a point labeled 'StartPoint' at the bottom left, moves through a point labeled 'MidPoint' in the middle, and ends at a point labeled 'DestPoint' at the top right. A curved black arrow connects StartPoint to DestPoint, passing through MidPoint.</p>

屬性	說明、設定指南
RelativeOrient	<p>設定將作為相對移動參考的座標系方向。</p> <p>指定Base或Local時: 從外側檢視時，機器人始終會往定義方向運作。 以下為設定Base的範例。往-Z方向移動時，即使機器人的末端夾具的姿態改變，機器人始終會垂直向下(基礎座標系中的-Z方向)移動。(黑色箭頭為機器人動作方向。) 若需機器人往與基礎座標系不同的方向移動，請在本地座標系中指定。</p>  <p>指定Tool時: 移動方向會沿起始點的方向改變。 以下為設定Tool的範例。往+Z方向移動時，移動方向會視起始點的機器人末端夾具的姿態變更。</p>  <p>Base、Local: 在力覺引導物件起始點的機器人姿勢即使已變更，從外側看機器人總是朝著一定的方向移動。</p> <p>Tool 若要按照機器人姿勢的方向移動。</p>
RelativeRobotLocal	設定由RelativeOrient指定Local時使用的本地座標系編號。

屬性	說明、設定指南
DestRelativeX DestRelativeY DestRelativeZ DestRelativeU DestRelativeV DestRelativeW	<p>設定從力覺引導物件StartPoint到DestPoint的各方向相對移動量。</p> <p>如下圖所示，設定RelativeOrient指定座標系中的相對移動量。</p> 
MidRelativeX MidRelativeY MidRelativeZ MidRelativeU MidRelativeV MidRelativeW	<p>設定從力覺引導物件StartPoint到MidPoint的各方向相對移動量。</p> <p>如下圖所示，設定RelativeOrient指定座標系中的相對移動量。</p> 
StartPoint EndPoint	<p>當MotionTrajectory是MultiStraight或MultiStraighCP時，設置力覺引導物件的連續操作開始位置和結束位置。如下圖所示，在StartPoint設定P1、EndPoint設定P3時，按P1、P2、P3的順序連續移動。</p> 

Step 5. 設定力控制功能

設定力控制功能相關屬性(Fx_ControlMode, ..., Tz_ControlMode, Fx_Firmness, ..., Tz_Firmness, CFEnabled)。

屬性	說明、設定指南
Fx_ControlMode Fy_ControlMode Fz_ControlMode Tx_ControlMode Ty_ControlMode Tz_ControlMode	設定各方向的力控制功能模式。 指定Follow時： 針對力控制功能執行跟隨動作。 指定Disabled時： 力控制功能隨即停用。 針對Follow設定欲跟隨的ControlMode。 Follow必須設定多個方向。
Fx_Firmness Fy_Firmness Fz_Firmness Tx_Firmness Ty_Firmness Tz_Firmness	針對各方向設定力控制功能硬度。 設定較大值時： 力控制功能會增強。但對力變化的反應速度較慢。 設定較小值時： 力控制功能會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。
CFEnabled	設定是否要對下一個力覺引導物件繼續執行力控制功能。 False：正常 關閉力控制功能一次，接著執行下一個力覺引導物件。 True：欲在接觸後以剩餘的穩定力執行下一個力覺引導物件時： 下一個力覺引導物件需維持針對各ControlMode選擇Follow方向中的力覺控制。

您可使用模擬器查看ControlMode設定。反灰的座標系(除了已啟用方向外)隨即顯示。

但機器人會視目前位置顯示。查看設定時，請確認將機器人移至執行力覺引導物件的位置。

如需如何使用模擬器進行檢查的詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide: 8. 模擬器, 8.3 功能說明

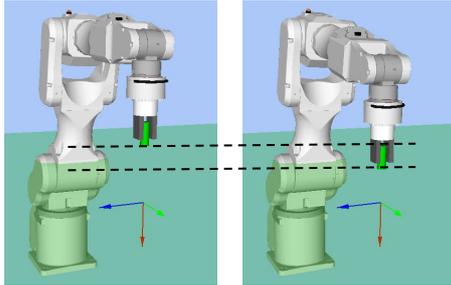
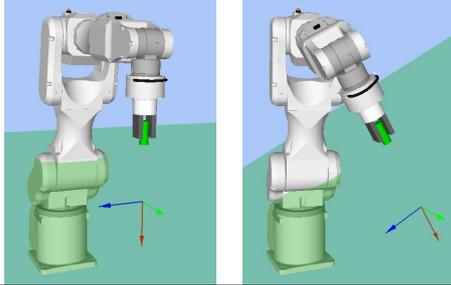
Step 6. 設定結束條件基本資訊

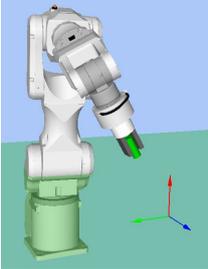
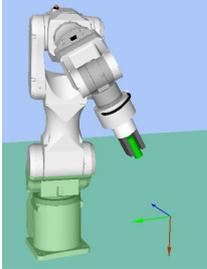
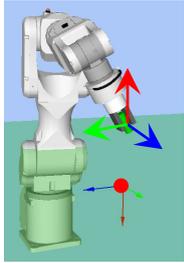
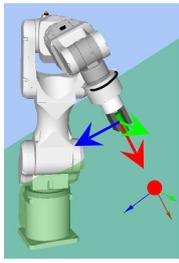
設定結束條件組合的相關屬性(EndCheckOperator)。

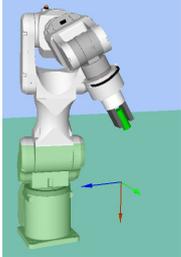
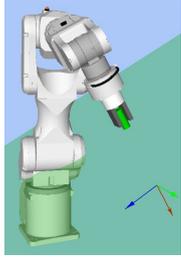
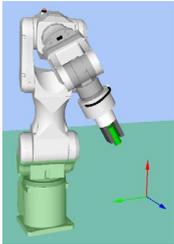
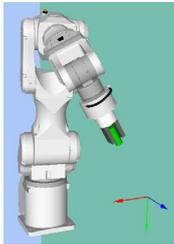
屬性	說明、設定指南
EndCheckOperator	此屬性可設定結合位置及I/O相關結束條件的方式。 AND：符合兩個條件時結束。 OR：符合多個條件時結束。

Step 7. 設定位置相關結束條件

設定與位置結束條件相關的屬性(PosCheckEnabled, PosCheckType, PlaneNumber, PlaneEndCond, PlaneRelativeOrg, PlaneRelativeX, PlaneRelativeY, PlaneRelativeZ, PlaneRelativeOrient, PlaneAxes, PlaneRelativeRobotLocal)。

屬性	說明、設定指南
PosCheckEnabled	<p>此屬性可設定是否啟用位置的結束條件。</p> <p>True : 已啟用位置的結束條件時。</p> <p>False : 已停用位置的結束條件時。</p>
PosCheckType	<p>選擇與位置相關結束條件的類型。</p> <p>選擇RobotPlane時: 結束條件以設定的Plane為基準。 如下圖所示，不論機器人位置，使用此屬性依據定義位置設定結束條件</p>  <p>選擇RelativePlane時: 每次執行力覺引導序列時，從目前位置的相對位置建立Plane，並設為位置結束條件。 如下圖所示，視開始位置，使用此屬性變更位置結束條件</p> 
PlaneNumber	<p>設定用於位置結束條件的Plane編號。</p> <p>PosCheckType為RobotPlane時: 已依據指定的Plane編號設定結束條件。</p> <p>PosCheckType為RelativePlane時: 每次執行力覺引導序列時，重新為Plane設定指定編號。 設定空白的Plane編號。</p>

屬性	說明、設定指南
PlaneEndCond	<p>設定位置結束條件的狀態。 將內側(Inside)或外側(Outside)設為結束條件。 機器人將成為指定狀態時，即可將其判定為符合位置結束條件。</p> <p>Inside: 平面的+Z方向。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> Inside Outside </div>
PlaneRelativeOrg	<p>設定表示平面原點偏移量時，作為參考使用的座標系方向。</p> <p>左下圖為設定Base的範例。 依基礎座標系指定相對距離。 此為PlaneRelativeZ設定負值的範例。</p> <p>右下圖為設定Tool的範例。 依工具座標系指定相對距離。 此為PlaneRelativeZ設定正值的範例。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> Base Tool </div> <p>本地或工具座標系僅可在方向及原點位置不受影響的情況下使用。</p> <p>若要在機器人動作方向中設定結束條件位置，一般會與力覺引導序列的ForceOrient設定相同數值。</p>
PlaneRelativeX PlaneRelativeY PlaneRelativeZ	<p>設定從目前位置到平面原點的各方向偏移量。 方向將為PlaneRelativeOrg指定的座標系方向。</p>

屬性	說明、設定指南
<p>PlaneRelativeOrient</p>	<p>根據平面方向設定座標系。</p> <p>左下圖為設定Base的範例。 無論機器人在力覺引導物件起始點的方向，平面參考方向皆與基礎座標系一致。</p> <p>右下圖為設定Tool的範例。 平面參考方向會沿機器人在力覺引導物件起始點的方向改變。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">設定 Base 的範例 設定 Tool 的範例</p> <p>由於與機器人動作方向垂直的平面將作為結束條件，因此一般會設為與力覺引導序列ForceOrient相同的數值。</p>
<p>PlaneAxes</p>	<p>設定平面方向。 依據PlaneRelativeOrient指定的座標系，將平面設為PlaneAxes設定的方向。</p> <p>下圖為Base由PlaneRelativeOrient設定時的範例。 左圖: PlaneAxes指定的XY 右圖: PlaneAxes指定的YZ。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">XY YZ</p> <p>一般來說，設定與機器人動作方向垂直的平面。</p>
<p>PlaneRelativeRobotLocal</p>	<p>設定PlaneRelativeOrg或PlaneRelativeOrient為Local時使用的本地座標系編號。</p> <p>一般來說，設定與力覺引導序列RobotLocal相同的數值。</p>

Step 8. 設定 I/O 相關結束條件

設定與I/O結束條件相關的屬性(IOCheckEnabled, IOCheckInputBit, IOCheckInputStatus)。

屬性	說明、設定指南
IOCheckEnabled	此屬性可設定是否啟用I/O的結束條件。 True：啟用I/O的結束條件時。
IOCheckInputBit	設定作為結束條件監控的輸入位元。
IOCheckInputStatus	設定要作為結束條件的輸入位元狀態。 若IOCheckInputBit指定的輸入位元成為IOCheckInputStatus指定的狀態，即可將其判定為符合結束條件。

FollowMove 物件的調整方針

以下說明使用FollowMove物件時的調整方法。

力需花費時間變為「0」時:

此為持續施力時的調整。即使機器人移動仍持續施力，或機器人持續往物件移動時，則為例外情況。

降低各方向的Firmness值。但機器人動作容易產生振動。請針對操作執行適當調整。

機器人動作發生振動時:

請提高Firmness值。但機器人的反應速度會變慢。
請針對操作執行適當調整。

若要調整Firmness，建議逐漸升高數值(如數值增加10%)。

機器人未到達目的地點(DestPoint)時:

若無法啟動力控制功能的方向未到達DestPoint，可能會受到力覺引導序列的LimitAccel或LimitSpeed影響。請提高數值。

此外，低功率模式中，即使LimitSpeed或LimitAccel數值很大，仍會受到低功率模式的最高速度或最高加速限制。請確認以高功率模式執行。

FollowMove 物件屬性的詳細資料

Name 屬性

此屬性可設定指派至力覺引導物件的特定名稱。
建立 FollowMove 物件時，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 FollowMove 後新增編號(如 FollowMove01)。

您可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用英數字元及底線[_]。NOTE: 起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

此屬性可設定力覺引導物件說明。
字元字串最多可設定 255 個字元。

Enabled 屬性

此屬性可設定是否啟用力覺引導物件。
指定 True 時，會執行力覺引導物件。
指定 False 時，會執行下一個力覺引導物件，而非此力覺引導物件。
若要暫時儲存力覺引導序列，或在力覺引導序列建立期間，透過複製力覺引導物件的方式嘗試不同參數，請使用此屬性。

數值	說明
True	啟用力覺引導物件。
False	停用力覺引導物件。

預設: True

StepID 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的StepID。
僅限AutoStepID為False時使用。

	數值
最小值	0
最大值	32767

預設: 自動依據力覺引導序列及力覺引導物件編號設定。

AbortSeqOnFail 屬性

此屬性可設定力覺引導物件失敗時的操作。

指定True時，若力覺引導物件失敗，程式會中止力覺引導序列，並繼續進行下一個 SPEL陳述式。

指定False時，即使力覺引導物件失敗，程式也會繼續進行下一個力覺引導物件，而不會中止力覺引導序列。

若要繼續進行力覺引導序列(如力覺引導物件失敗時，復原程序會加入力覺引導序列中)，請使用此屬性。

數值	說明
True	力覺引導物件失敗時，中止力覺引導序列。
False	力覺引導物件失敗時，開始下一個力覺引導序列。

預設: True

IOPreprocEnabled 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作。

I/O操作是由IOPreprocOutputBit屬性及IOPreprocOutputStatus屬性所定義。若要在執行力覺引導物件前操作末端夾具或周邊設備，請使用此屬性。

數值	說明
True	開始時執行I/O操作。
False	開始時不執行I/O操作。

預設: False

IOPreprocOutputBit 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作(輸出位元)。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

	數值
最小值	0
最大值	7167

預設: 0

IOPreprocOutputStatus 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作輸出狀態。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

數值	說明
Off	OFF(設為0)指定的輸出位元。
On	ON(設為1)指定的輸出位元。

預設: Off

MotionTrajectory 屬性

此屬性可設定力覺引導物件軌跡。

數值	說明
Straight	以直線軌跡移動。
Arc	以弧形軌跡移動。
MultiStraight	以直線軌跡移動，連續通過多個點。
MultiStraightCP	以直線軌跡移動，連接多個點並連續移動。

預設: Straight

AccelS 屬性

此屬性可設定力覺引導物件加速。

但此設定值為設定軌跡的加速。實際加速是由力控制功能調整。

	數值(單位: [mm/sec ²])
最小值	1
最大值	200

預設: 50

AccelR 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的旋轉加速。

但此設定值為設定軌跡的旋轉加速。實際旋轉加速是由力控制功能調整。

	數值(單位: [deg./sec ²])
最小值	1
最大值	100

預設: 10

SpeedS 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的速度。

但此設定值為設定軌跡的速度。實際速度是由力控制功能調整。

	數值(單位: [mm/sec])
最小值	1
最大值	200

預設: 50

SpeedR 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的旋轉速度。

但此設定值為設定軌跡的旋轉速度。實際旋轉速度是由力控制功能調整。

	數值(單位: [deg./sec])
最小值	1
最大值	25

預設: 10

SpeedRPriority 屬性

設置工具姿態更改是否在力覺引導物件運行時優先。

要優先考慮工具姿態變化:

 機器人使用 SpeedR 屬性動作。

不要優先考慮工具姿態變化:

 機器人使用 SpeedS 屬性動作。

可以指定以下的數值。

數值	說明
Disabled	若移動距離不為“0”時，使用SpeedS屬性，執行力覺引導物件。移動距離是“0”時，使用SpeedR屬性。 不優先工具姿態變化。 優先SpeedS屬性。
Enabled	姿態變化不為“0”時，使用SpeedR屬性，執行力覺引導物件。 姿態變化是“0”時，使用SpeedS屬性。 優先考慮工具姿態變化。 優先SpeedR屬性。
AutoDistOrientRatio	自動判斷SpeedR屬性是否優先於行移動距離和姿態變化，並運行力覺引導物件。

預設: AutoDistOrientRatio

CPEnabled 屬性

設定啟用/停用路徑動作。

使用此屬性透過動作合成多個力覺引導物件軌跡。

指定True時，路徑動作隨即啟用，且程式會在進入緩速區時，開始執行下一個力覺引導物件。

指定False時，路徑動作隨即停用，且程式會在設定軌跡結束後，開始執行下一個力覺引導物件。

不過，若已設定且符合結束條件，程式會在符合條件時暫停一次，並繼續執行下一個力覺引導物件。

數值	說明
True	啟用路徑動作。
False	停用路徑動作。

預設: False

DestType 屬性

此屬性可設定軌跡目的地點的指定方法。

指定RobotPoint時，請逐一設定目的地點。

指定Relative時，請設定相對距離(如從起始點到X方向10 mm)。

數值	說明
RobotPoint	逐一設定目的地點。
Relative	按相對距離設定目的地點。

預設: False

DestPoint 屬性

此屬性可設定軌跡目的地點使用的點位。

在DestType中指定RobotPoint時使用。

	數值
最小值	0
最大值	999

預設: 0

MidPoint 屬性

此屬性可設定弧形軌跡使用的中點。

在MotionTrajectory中指定Arc，以及在DestType中指定RobotPoint時使用。

	數值
最小值	0
最大值	999

預設: 0

RelativeOrient 屬性

此屬性可設定相對移動的座標系。

在DestType中指定Relative時使用。

數值	說明
Base	依基礎座標系指定相對距離。
Local	依本地座標系指定相對距離。
Tool	依工具座標系指定相對距離。

預設: Tool

RelativeRobotLocal 屬性

此屬性可針對相對移動的座標系設定本地座標系編號。

在DestType中指定Relative，以及在RelativeOrient中指定Local時使用。

數值	說明
0 (Base)	使用Local 0座標系(基礎座標系)。此與在RelativeOrient中指定Base相同
1至15	使用指定編號的本地座標系。

預設: 0 (Base)

DestRelativeX 屬性

若為目的地點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的X方向移動量。

在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

DestRelativeY 屬性

若為目的地點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的Y方向移動量。

在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

DestRelativeZ 屬性

若為目的地點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的Z方向移動量。

在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

DestRelativeU 屬性

若為目的地點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的U方向旋轉量。

在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [deg.])
最小值	-360
最大值	360

預設: 0

DestRelativeV 屬性

若為目的地點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的V方向旋轉量。

在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [deg.])
最小值	-360
最大值	360

預設: 0

DestRelativeW 屬性

若為目的地點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的W方向旋轉量。

在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [deg.])
最小值	-360
最大值	360

預設: 0

MidRelativeX 屬性

若為中點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的X方向移動量。

在MotionTrajectory中指定Arc，以及在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

MidRelativeY 屬性

若為中點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的Y方向移動量。

在MotionTrajectory中指定Arc，以及在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

MidRelativeZ 屬性

若為中點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的Z方向移動量。

在MotionTrajectory中指定Arc，以及在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

MidRelativeU 屬性

若為中點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的U方向旋轉量。

在MotionTrajectory中指定Arc，以及在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [deg.])
最小值	-360
最大值	360

預設: 0

MidRelativeV 屬性

若為中點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的V方向旋轉量。

在MotionTrajectory中指定Arc，以及在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: deg.)
最小值	-360
最大值	360

預設: 0

MidRelativeW 屬性

若為中點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的W方向旋轉量。

在MotionTrajectory中指定Arc，以及在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [deg.])
最小值	-360
最大值	360

預設: 0

StartPoint 屬性

設置連續移動軌跡的開始位置。

在 MotionTrajecroty 中指定 MultiStraight 或 MultiStraightCP 時使用。

	數值
最小值	0
最大值	999

預設: 0

EndPoint 屬性

設置連續移動軌跡的結束位置。

在 MotionTrajecroty 中指定 MultiStraight 或 MultiStraightCP 時使用。

	數值
最小值	0
最大值	999

預設: 0

Fx_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Fx方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Fx方向的力控制功能。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Fx方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外力為「0」。因此，施加外力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Follow	執行力控制功能，以執行Follow動作。

預設: Disabled

Fx_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Fx方向的力控制功能硬度。

Fx_ControlMode為Follow時使用。

Fx_Firmness數值提高時，Fx方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Fx_Firmness降低時，Fx方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

Fy_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Fy方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Fy方向的力控制功能。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Fy方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外力為「0」。因此，施加外力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Fy_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Fy方向的力控制功能硬度。

Fy_ControlMode為Follow時使用。

Fy_Firmness數值提高時，Fy方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Fy_Firmness降低時，Fy方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

Fz_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Fz方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Fz方向的力控制功能。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Fz方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外力為「0」。因此，施加外力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Fz_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Fz方向的力控制功能硬度。
Fz_ControlMode為Follow時使用。

Fz_Firmness數值提高時，Fz方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Fz_Firmness降低時，Fz方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

Tx_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Tx方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Tx方向的力控制功能。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Tx方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外部扭力為「0」。因此，施加外部扭力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Tx_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Tx方向的力控制功能硬度。
Tx_ControlMode為Follow時使用。

Tx_Firmness數值提高時，Tx方向的力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Tx_Firmness降低時，Tx方向的力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	1000000

預設: 3000

Ty_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Ty方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Ty方向的力控制功能。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Ty方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外部扭力為「0」。因此，施加外部扭力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Ty_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Ty方向的力控制功能硬度。

Ty_ControlMode為Follow時使用。

Ty_Firmness數值提高時，Ty方向的力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Ty_Firmness降低時，Ty方向的力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	1000000

預設: 3000

Tz_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Tz方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Tz方向的力控制功能。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Tz方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外部扭力為「0」。因此，施加外部扭力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Tz_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Tz方向的力控制功能硬度。

Tz_ControlMode為Follow時使用。

Tz_Firmness數值提高時，Tz方向的力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Tz_Firmness降低時，Tz方向的力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	1000000

預設: 3000

CFEnabled 屬性

此屬性可設定是否要在力覺引導物件結束後繼續力控制功能。

即使力覺引導序列在CFEnabled為True的情況下結束，力控制功能也將會結束。

數值	說明
True	即使力覺引導物件已結束，力控制功能也會繼續執行下一個力覺引導物件。
False	力控制功能將會在力覺引導物件結束時結束。

預設: False

EndCheckOperator 屬性

此屬性可設定使用多個力覺引導物件結束條件時的組合條件。

指定AND時，若符合所有已啟用的結束條件，代表力覺引導物件執行已完成，且判定為成功。

指定OR時，若符合所有已啟用的結束條件，代表力覺引導物件執行已完成，且判定為成功。

數值	說明
OR	結合為OR條件。
AND	結合為AND條件。

預設: Disabled

PosCheckEnabled 屬性

此屬性可設定與位置相關之力覺引導物件的結束條件。

數值	說明
True	啟用與位置相關的結束條件。
False	停用與位置相關的結束條件。

預設: False

PosCheckType 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定是否使用預先定義的Plane，或從力覺引導物件的開始位置設定相對位置。

指定RobotPlane時，請使用定義的Plane設定結束條件。

指定RelativePlane時，每次執行力覺引導物件時，皆需從力覺引導物件開始位置，將Plane重設為相對位置。

數值	說明
RobotPlane	將已定義的Plane作為結束條件使用。
RelativePlane	將Plane設為相對位置，並作為結束條件使用。

預設: RobotPlane

PlaneNumber 屬性

此屬性可設定與位置相關結束條件使用的Plane編號。

在PosCheckType屬性中指定RobotPlane時，指定編號的Plane將不會改變。

在PosCheckType屬性中指定Relative時，每次執行力覺引導物件時，皆需重新定義新的指定Plane編號。因此，請注意原始設定將會遺失。

	數值
最小值	1
最大值	15

預設: 1

PlaneEndCond 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定判定為結束的條件。

數值	說明
Outside	在Plane外側為結束條件。
Inside	在Plane內側為結束條件。

預設: Inside

PlaneRelativeOrg 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可指定設定相對位置設定Plane的座標系。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。

數值	說明
Base	依基礎座標系指定相對位置。
Local	依本地座標系指定相對位置。 本地座標系編號是由PlaneRelativeRobotLocal指定。
Tool	依工具座標系指定相對位置。

預設: Tool

PlaneRelativeX 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定X方向中設定Plane的相對位置。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。
X方向會跟隨PlaneRelativeOrg指定的座標系。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

PlaneRelativeY 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定Y方向中設定Plane的相對位置。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。
Y方向會跟隨PlaneRelativeOrg指定的座標系。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

PlaneRelativeZ 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定Z方向中設定Plane的相對位置。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。
Z方向會跟隨PlaneRelativeOrg指定的座標系。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

PlaneRelativeOrient 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定設定Plane的座標系。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。

Plane會設定於PlaneRelativeOrient指定座標系中PlaneAxes指定的軸上。

指定Base時，Plane會設定於基礎座標系中PlaneAxes指定的軸上。

指定Local時，Plane會設定於PlaneRelativeRobotLocal指定編號的本地座標系中PlaneAxes指定的軸上。

指定Tool時，Plane會設定於工具座標系中PlaneAxes指定的軸上。

數值	說明
Base	依基礎座標系指定Plane方向。
Local	依本地座標系指定Plane方向。
Tool	依工具座標系指定Plane方向。

預設: Tool

PlaneAxes 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定設定Plane的軸。

PosCheckType指定RelativePlane時使用。

Plane會設定於PlaneRelativeOrient指定座標系中PlaneAxes指定的軸上。

數值	說明
XY	在XY平面上設定Plane。
YZ	在YZ平面上設定Plane。
XZ	在XZ平面上設定Plane。

預設: XY

PlaneRelativeRobotLocal 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定指定Plane相對位置或方向的本地座標系編號。

可使用於下列任一種情況:

- RelativePlane由PosCheckType指定，且Local由PlaneRelativeOrg指定
- RelativePlane由PosCheckType指定，且Local由PlaneRelativeOrient指定。

數值	說明
0 (Base)	使用Local 0座標系(基礎座標系)。 此與由PlaneRelativeOrg或PlaneRelativeOrient指定Base相同。
1至15	使用指定編號的本地座標系。

預設: 0 (Base)

IOCheckEnabled 屬性

此屬性可設定與I/O相關之力覺引導物件的結束條件。

數值	說明
True	啟用與I/O相關的結束條件。
False	停用與I/O相關的結束條件。

預設: False

IOCheckInputBit 屬性

此屬性可設定I/O相關結束條件的判定目標位元。

IOCheckEnabled為True時使用。

	數值
最小值	0
最大值	7167

預設: 0

IOCheckInputStatus 屬性

此屬性可設定I/O相關結束條件的判定條件。

IOCheckEnabled為True時使用。

依據IOCheckInputBit指定位元，即可將其判定為符合結束條件。

數值	說明
Off	輸入位元為OFF (0)時，即可將其判定為符合結束條件。
On	輸入位元為ON (1)時，即可將其判定為符合結束條件。

預設: Off

FollowMove 物件結果的詳細資料

EndStatus 結果

此為執行結果。

符合 4.2.2.3 FollowMove 物件中所述的「成功條件」時，其將會成功。

數值	說明
Passed	力覺引導物件執行成功。
Failed	力覺引導物件執行失敗。
NoExec	力覺引導物件未執行。
Aborted	力覺引導物件執行期間中止。

Time 結果

此為執行所需時間。

單位: [sec]

EndForces 結果

此為力覺引導物件結束時的力與扭力。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz[N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

EndPos 結果

力覺引導物件結束時的位置。擷取 X, Y, Z, U, V, W 數值。

單位: X, Y, Z [mm] / U, V, W [deg.]

AvgForces 結果

此為力覺引導物件執行期間的力與扭力平均值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力峰值。峰值為最大絕對值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

PosCondOK 結果

此為是否符合與位置相關的結束條件。

數值	說明
True	符合與位置相關的結束條件。
False	不符合與位置相關的結束條件。

IOCondOK 結果

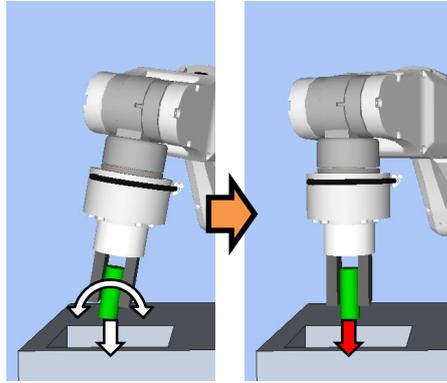
此為是否符合與 I/O 相關的結束條件。

數值	說明
True	符合與I/O相關的結束條件。
False	不符合與I/O相關的結束條件。

4.2.2.4 SurfaceAlign物件

機器人將工件往指定方向按壓時，SurfaceAlign物件會將機器人移動至旋轉方向扭力為「0」的位置。此時，由機器人抓取的工件表面會與工作台表面或工作台上的工件表面平行。

此物件是用於在組裝或穩定放置工件期間進行定位。即使工件的尺寸或抓取的位置有誤差範圍，仍可達到穩定的接觸狀態。



上圖為SurfaceAlign物件動作的示意圖。如白色箭頭所示，機器人可移動並往下進行按壓，以及調整方向，使施加扭力為「0」。

若在指定時間內滿足結束條件，SurfaceAlign物件將執行成功。其可使用與力相關的結束條件。

結束條件可設定是否在ForceCheckEnabled中使用。若未設定結束條件，物件一律將執行成功。

結束條件如下：

結束條件	成功條件
力相關結束條件	<p>在Timeout的指定時間內，請在HoldTimeThresh指定的時間內持續滿足以下兩條件。</p> <p>PressOrient指定的力方向： 軸應位於 $\text{PressForce} - \text{PressCheckToIF}$ 至$\text{PressForce} + \text{PressCheckToIF}$範圍內。</p> <p>FollowOrient指定Follow方向中的扭力： 軸應位於$-\text{FollowCheckToIT}$至$+\text{FollowCheckToIT}$範圍內。</p>

SurfaceAlign 物件的屬性設定方針

Step 1. 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name, Description, Enabled, StepID, AbortSeqOnFail)。

屬性	說明、設定指南
Name	此屬性可設定力覺引導物件名稱。 設定特定名稱。
Description	此屬性可設定力覺引導物件說明。 描述操作說明。設定字元字串。
Enabled	設定是否執行力覺引導物件。 True : 正常 False : 不執行力覺引導物件時，例如改執行另一個力覺引導物件。
StepID	力覺引導物件執行期間的StepID。 設定ID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您瞭解哪個記錄資料支援程序。 力覺引導序列的AutoStepID為False時套用。
AbortSeqOnFail	設定力覺引導物件失敗時，是否中止或繼續執行力覺引導序列。 True : 正常 中止力覺引導序列。 False : 力覺引導序列失敗時，復原動作會加入，或力覺引導序列將會繼續執行。

Step 2. 開始前設定 I/O 處理

設定力覺引導物件開始前的I/O處理相關屬性(IOPreprocEnabled, IOPreprocOutputBit, IOPreprocOutputStatus)。

屬性	說明、設定指南
IOPreprocEnabled	設定是否在力覺引導物件開始時操作輸出位元。 您僅可操作一個輸出位元。 若要操作數個輸出位元，請使用SPELFunc物件。 False : 正常 True : 操作輸出位元時，如操作/中止周邊設備。
IOPreprocOutputBit	開始力覺引導物件時，請設定要操作的輸入位元。
IOPreprocOutputStatus	開始力覺引導物件時，設定是否要開啟或關閉輸入位元。 設定要輸出的狀態。

Step 3. 設定力控制功能

設定力控制功能相關屬性(PressOrient, PressForce, PressFirmnessF, AlignOrient, AlignFirmnessT, CFEnabled)。

屬性	說明、設定指南
PressOrient	此屬性可設定按壓方向。 透過將待抓取工件往物件按壓的方式對齊表面時，請設定與物件表面垂直的方向。
PressForce	此屬性可設定按壓力。 PressOrient為正方向時: 輸入負值。 PressOrient為負方向時: 輸入正值。 一般而言，設定約3至5 N。但請為工件設定適當數值。 若數值過小，機器人可能不會運作。 若設定值較小，按壓時的扭力將會變小，且可能難以對齊表面。
PressFirmnessF	針對按壓方向設定力控制功能硬度。 數值提高時，力控制功能會增強，且對力變化的反應速度較慢。 數值降低時，力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。
AlignOrient	對齊表面的旋轉方向。 其會依據PressOrient自動變更。僅可讀取，無法變更此屬性。 圍繞未經PressOrient設定的兩轉換方向轉動。 例如，指定PressOrient中的+Fz或-Fz時，Tx及Ty(圍繞Fx及Fy轉動)將為AlignOrient。
AlignFirmnessT	針對旋轉方向設定力控制功能硬度。 數值提高時，力控制功能會增強，且對扭力變化的反應速度較慢。 數值降低時，力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。
CFEnabled	設定是否要對下一個力覺引導物件繼續執行力控制功能。 False：正常 關閉力控制功能一次，接著執行下一個力覺引導物件。 True：欲在對齊表面後以剩餘的穩定力執行下一個力覺引導物件時： 下一個力覺引導物件需維持PressOrient及AlignOrient設定方向中的力覺控制。

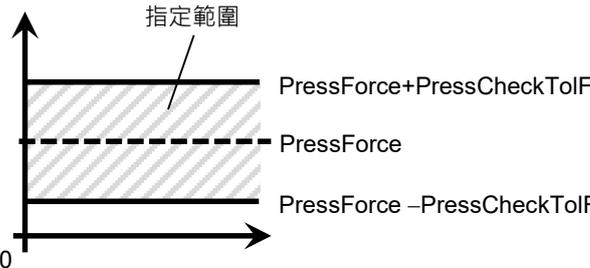
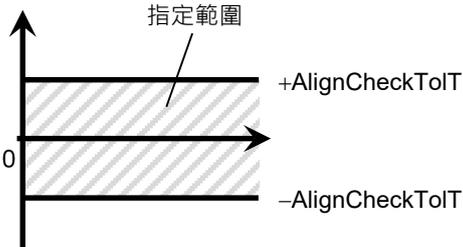
Step 4. 設定結束條件基本資訊

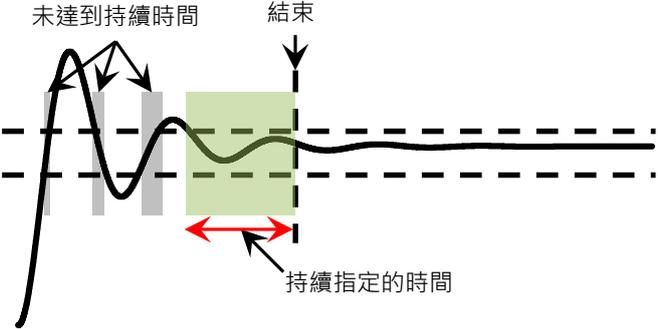
設定逾時相關屬性(Timeout)。

屬性	說明、設定指南
Timeout	此屬性可設定逾時期間。 未設定結束條件時： 逾時期間即為執行時間。 設定結束條件時： 未在指定時間內滿足結束條件時失敗。

Step 5. 設定力相關條件

設定與力結束條件相關的屬性(ForceCheckEnabled, PressCheckToIF, AlignCheckToIT, HoldTimeThresh)。

屬性	說明、設定指南
ForceCheckEnabled	此屬性可設定是否啟用力結束條件。 True : 已啟用力結束條件時。
PressCheckToIF	與力相關結束條件的轉換方向範圍。設定力結束條件的範圍。 監控PressOrient指定的力方向是否位於PressForce-PressCheckToIF至PressForce+PressCheckToIF的範圍內。 
AlignCheckToIT	與力相關結束條件的旋轉方向範圍。設定力結束條件的範圍。 監控AlignOrient指定兩方向中的力是否位於-AlignCheckToIT至+AlignCheckToIT的範圍內。 

屬性	說明、設定指南
HoldTimeThresh	<p>設定用於判定是否已符合結束條件的持續時間。</p> <p>如下圖所示，若指定條件可在HoldTimeThresh指定的時間內維持，即可將其判定為符合結束條件。</p> <p>HoldTimeThresh: </p> <p>未達到持續時間 結束</p>  <p>一般會設為「0」。</p> <p>設定動作不穩定時穩定動作的時間(如傾斜在對齊表面後未對齊)。</p> <p>建議依暫時停用結束條件後執行的實際結果設定時間。</p>

SurfaceAlign 物件的調整方針

以下說明使用SurfaceAlign物件時的調整方法。

需花費時間對齊表面時:

降低AlignFirmnessT值，或提高PressForce值。

但降低AlignFirmnessT值可能會導致機器人動作振動。請針對操作執行適當調整。

若要調整AlignFirmnessT，建議逐漸調整數值(如數值變更10%)。

若提高PressForce數值，施加於工件的力將會增大。請為工件設定適當數值。

若工件的接觸表面較小，按壓時的扭力將減小。

若扭力較小，旋轉速度會視力控制功能而減慢。因此，即使調整上述兩屬性，也無法在指定時間內完成操作。

機器人動作發生振動時:

提高PressFirmnessF或AlignFirmnessT值。

調整振動方向的Firmness值。

但機器人的反應速度會變慢。請針對操作執行適當調整。

若要調整Firmness，建議逐漸升高數值(如數值增加10%)。

機器人在按壓方向中大幅彈跳時:

若機器人連續大幅彈跳數秒，機器人動作可能會受到力覺引導序列的LimitAccelS限制。

此外，很有可能在低功率模式執行期間發生。

若在高功率模式中執行時，機器人仍彈跳，請提高LimitAccelS值。

若提高LimitAccelS值，機器人仍彈跳，請降低PressFirmnessF值。

SurfaceAlign 物件在對齊表面時結束:

若指定時間不足，請提高Timeout值。

即使在表面未對齊的情況下滿足結束條件，也請降低AlignCheckToIT值。

若無效，請設定HoldTimeThresh。

若工件的接觸表面較小，按壓時的扭力將減小。因此，即使表面未對齊，物件也會位於AlignCheckToIT指定的範圍內。在此情況下，請降低AlignCheckToIT值，或停用ForceCheckEnabled。請考慮透過Timeout指定的執行時間進行管理。

SurfaceAlign 物件屬性的詳細資料

Name 屬性

此屬性可設定指派至力覺引導物件的特定名稱。

建立 SurfaceAlign 物件時，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 SurfAlign 後新增編號(如 SurfAlign01)。

您可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用英數字元及底線[_]。NOTE: 起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

此屬性可設定力覺引導物件說明。

字元字串最多可設定 255 個字元。

Enabled 屬性

此屬性可設定是否啟用力覺引導物件。

指定 True 時，會執行力覺引導物件。

指定 False 時，會執行下一個力覺引導物件，而非此力覺引導物件。

若要暫時儲存力覺引導序列，或在力覺引導序列建立期間，透過複製力覺引導物件的方式嘗試不同參數，請使用此屬性。

數值	說明
True	啟用力覺引導物件。
False	停用力覺引導物件。

預設: True

StepID 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的StepID。

僅限AutoStepID為False時使用。

	數值
最小值	0
最大值	32767

預設: 自動依據力覺引導序列及力覺引導物件編號設定。

AbortSeqOnFail 屬性

此屬性可設定力覺引導物件失敗時的操作。

指定True時，若力覺引導物件失敗，程式會結束力覺引導序列，並繼續進行下一個SPEL陳述式。

指定False時，即使力覺引導物件失敗，程式也會繼續進行下一個力覺引導物件，而不會結束力覺引導序列。

若要繼續進行力覺引導序列(如力覺引導物件失敗時，復原程序會加入力覺引導序列中)，請使用此屬性。

數值	說明
True	力覺引導物件失敗時，結束力覺引導序列。
False	力覺引導物件失敗時，開始下一個力覺引導序列。

預設: True

IOPreprocEnabled 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作。

I/O操作是由IOPreprocOutputBit屬性及IOPreprocOutputStatus屬性所定義。若要在執行力覺引導物件前操作末端夾具或周邊設備，請使用此屬性。

數值	說明
True	開始時執行I/O操作。
False	開始時不執行I/O操作。

預設: False

IOPreprocOutputBit 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作(輸出位元)。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

	數值
最小值	0
最大值	7167

預設: 0

IOPreprocOutputStatus 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作輸出狀態。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

數值	說明
Off	關閉指定的輸出位元。(設為0)
On	開啟指定的輸出位元。(設為1)

預設: Off

PressOrient 屬性

此屬性可設定按壓方向。

設定力覺引導序列ForceOrient指定的座標系方向。您可選擇轉換方向(+Fx至-Fz)機器人會移動至指定位置，並進行按壓。

數值	說明
+Fx	移至Fx的正方向。
-Fx	移至Fx的負方向。
+Fy	移至Fy的正方向。
-Fy	移至Fy的負方向。
+Fz	移至Fz的正方向。
-Fz	移至Fz的負方向。

預設: +Fz

PressForce 屬性

此屬性可設定按壓力。

機器人會以SurfaceAlign物件執行期間，PressForce屬性在PressOrient方向所指定的力進行按壓。

往正方向按壓時，數值為負。

往負方向按壓時，數值為正。

PressOrient為正方向時:

	數值(單位: [N])
最小值	-50
最大值	0

預設: -5

PressOrient為負方向時:

	數值(單位: [N])
最小值	0
最大值	50

預設: -5

PressFirmnessF 屬性

此屬性可設定SurfaceAlign物件執行期間，代表按壓方向之力控制功能硬度的增益。

PressFirmnessF值提高時，力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

PressFirmnessF值降低時，力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

AlignFirmnessT 屬性

此屬性可設定在SurfaceAlign物件執行期間，用於表示跟隨方向之力控制功能硬度的增益。

AlignFirmnessT值提高時，力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

AlignFirmnessT值降低時，力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	1000000

預設: 3000

CFEnabled 屬性

此屬性可設定是否要在力覺引導物件結束後繼續力控制功能。

即使力覺引導序列在CFEnabled為True的情況下結束，力控制功能也會結束。

數值	說明
True	即使力覺引導物件已結束，力控制功能也會繼續執行下一個力覺引導物件。
False	力控制功能將會在力覺引導物件結束時結束。

預設: False

ForceCheckEnabled 屬性

此屬性可設定與力相關之力覺引導物件的結束條件。

數值	說明
True	啟用與力相關的結束條件。
False	停用與力相關的結束條件。

預設: False

PressCheckToIF 屬性

此屬性可設定與力相關的結束條件範圍。

ForceCheckEnabled為True時使用。

其可判定PressOrient屬性指定方向的力是否進入PressForce -PressCheckToIF至PressForce +PressCheckToIF的範圍內。

	數值(單位: [N])
最小值	0.1
最大值	10

預設: 1

AlignCheckToIT 屬性

此屬性可設定與力相關的結束條件範圍。

ForceCheckEnabled為True時使用。

其可判定AlignOrient屬性指定方向的力是否進入-AlignCheckToIT至+AlignCheckToIT的範圍內。

	數值(單位: [N·mm])
最小值	RC+7.5.1 (F/W7.5.1.0)或以後， 或序列版本是7.5.1時: 1 RC+7.5.1 (F/W7.5.1.0)以前， 或序列版本是7.4.0時: 100
最大值	10000

預設: 500

HoldTimeThresh 屬性

此屬性可設定力相關結束條件判定前的持續時間。ForceCheckEnabled為True時使用。

若PressCheckToIF或AlignCheckToIT指定範圍內的狀態，可在HoldTimeThresh指定的時間內維持，即可將其判定為符合結束條件。

	數值(單位: [sec])
最小值	0
最大值	10

預設: 0

Timeout 屬性

此屬性可設定力覺引導物件的逾時期間。

即使經過Timeout指定時間後，仍不符合ForceCheckEnabled啟用的條件，則會將其判定為SurfaceAlign物件失敗。

判定後，請依AbortSeqOnFail結束力覺引導序列，或繼續進行下一個力覺引導物件。

ForceCheckEnabled為False時，會在Timeout指定的時間過後結束力覺引導物件。判定為成功，並繼續進行下一個力覺引導物件。

	數值(單位: [sec])
最小值	0.1
最大值	60

預設: 10

SurfaceAlign 物件結果的詳細資料

EndStatus 結果

此為執行結果。

符合 4.2.2.4 SurfaceAlign 物件中所述的「成功條件」時，其將會成功。

數值	說明
Passed	力覺引導物件執行成功。
Failed	力覺引導物件執行失敗。
NoExec	力覺引導物件未執行。
Aborted	力覺引導物件執行期間中止。

Time 結果

此為執行所需時間。

單位: [sec]

TimedOut 結果

此為是否已達到 Timeout 屬性中設定的逾時期間。

數值	說明
True	已達到逾時期間。
False	達到逾時期間前結束。

EndForces 結果

此為力覺引導物件結束時的力與扭力。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz[N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

EndPos 結果

力覺引導物件結束時的位置。擷取 X, Y, Z, U, V, W 數值。

單位: X, Y, Z [mm] / U, V, W [deg.]

AvgForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力平均值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力峰值。峰值為最大絕對值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

ForceCondOK 結果

此為是否符合與力相關的結束條件。

數值	說明
True	符合與力相關的結束條件。
False	不符合與力相關的結束條件。

TriggeredForces 結果

此為符合與力相關結束條件時的力與扭力。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

TriggeredPos 結果

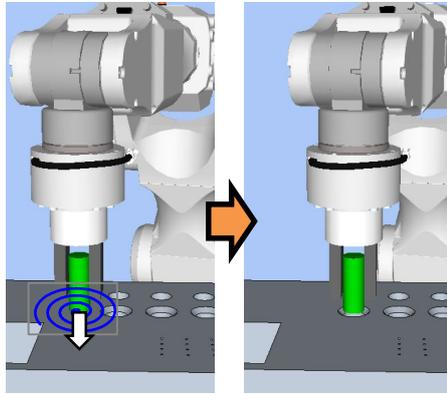
符合與力相關結束條件時的位置。擷取 X, Y, Z, U, V, W 數值。

單位: X, Y, Z [mm] / U, V, W [deg.]

4.2.2.5 PressProbe物件

PressProbe物件會將機器人抓取的工件按壓至工作台或工作台上的工件。接著，機器人會沿著指定軌跡移動，並在偵測到孔洞或凸形時停止。

此物件是用於在組裝期間偵測裝配孔洞或定位。即使工件的尺寸或抓取位置有誤差範圍，仍可穩定偵測孔洞位置或凸形。建議在Contact物件、SurfaceAlign物件及Press物件後使用此物件。



上圖為PressProbe物件動作的示意圖。機器人會從接觸狀態往下(白色箭頭)方向按壓，並沿藍色軌跡移動，以探測孔洞。

機器人沿指定軌跡移動時若符合結束條件，PressProbe物件將執行成功。PressProbe物件可使用與力及位置相關的結束條件。

每個結束條件皆可設定是否在ForceCheckEnabled或PosCheckEnabled中使用。PressProbe物件需要多個結束條件。設定多個結束條件時，您可選擇如何結合EndCheckOperator中的AND或OR結束條件。

各條件如下：

結束條件	成功條件
力相關結束條件	機器人沿指定軌跡移動前，請滿足下列任一條件： ProbeDetectType為Hole，且PressOrient為Fx, Fy, Fz時： 指定方向中的力大於ProbeDetectThresh。 ProbeDetectType為Hole，且PressOrient為-Fx, -Fy, -Fz時： 指定方向中的力小於ProbeDetectThresh。 ProbeDetectType為Obstacle時： 非PressOrient指定力的平方和平方根大於ProbeDetectThresh (如：往+Fz方向按壓時， $\text{sqr}(F_x * F_x + F_y * F_y)$ 大於ProbeDetectThresh。)
與位置相關的結束條件	機器人沿指定軌跡移動前，請滿足下列任一條件： PosCheckType為RobotPlane時： 針對PlaneNumber設定的Plane，符合PlaneEndCondition設定的狀態。 PosCheckType為RelativePlane時： 針對PlaneRelativeX, PlaneRelativeY, PlaneRelativeZ, PlaneRelativeOrg, PlaneRelativeOrient, PlaneAxes, PlaneRelativeRobotLocal設定的相對平面，符合PlaneEndCondition設定的狀態。

PressProbe 物件的屬性設定方針

Step 1. 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name, Description, Enabled, StepID, AbortSeqOnFail)。

屬性	說明、設定指南
Name	此屬性可設定力覺引導物件名稱。 設定特定名稱。
Description	此屬性可設定力覺引導物件說明。 描述操作說明。設定字元字串。
Enabled	設定是否執行力覺引導物件。 True : 正常 False : 不執行力覺引導物件時，例如改執行另一個力覺引導物件。
StepID	力覺引導物件執行期間的StepID。 設定ID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您瞭解哪個記錄資料支援程序。 力覺引導序列的AutoStepID為False時套用。
AbortSeqOnFail	設定力覺引導物件失敗時，是否中止或繼續執行力覺引導序列。 True : 正常 中止力覺引導序列。 False : 力覺引導序列失敗時，復原動作會加入，或力覺引導序列將會繼續執行。

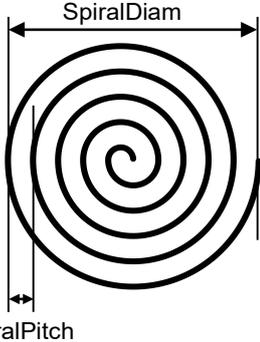
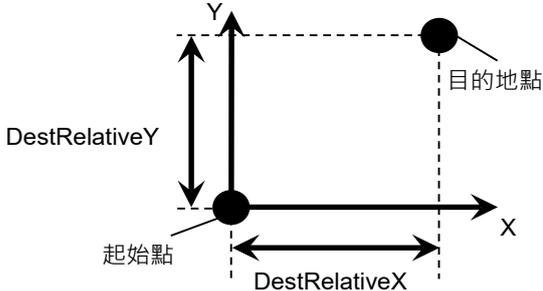
Step 2. 開始前設定 I/O 處理

設定力覺引導物件開始前的I/O處理相關屬性(IOPreprocEnabled, IOPreprocOutputBit, IOPreprocOutputStatus)。

屬性	說明、設定指南
IOPreprocEnabled	設定是否在力覺引導物件開始時操作輸出位元。 您僅可操作一個輸出位元。 若要操作數個輸出位元，請使用SPELFunc物件。 False : 正常 True : 操作輸出位元時，如操作/中止周邊設備。
IOPreprocOutputBit	開始力覺引導物件時，請設定要操作的輸入位元。
IOPreprocOutputStatus	開始力覺引導物件時，設定是否要開啟或關閉輸入位元。 設定要輸出的狀態。

Step 3. 設定探測動作

設定探測動作相關屬性(ProbeTrajectory, ProbeDetectType, AccelS, SpeedS, SpiralDiam, SpiralPitch, DestRelativeX, DestRelativeY, DestRelativeZ)。

屬性	說明、設定指南
ProbeTrajectory	設定探測軌跡。 視偵測目標選擇下列項目。 螺旋軌跡：偵測目標為孔洞時 直線軌跡：偵測目標為障礙時 Straight：目標明顯位於指定直線上時。 Spiral：目標不位於指定直線上時。
ProbeDetectType	設定欲偵測的目標。 您可選擇孔洞或障礙。 障礙為待偵測平面上的凸形。
AccelS	設定移動的平移加速。 實際平移加速是由力控制功能調整。
SpeedS	設定平移移動速度。 實際平移速度是由力控制功能調整。
SpiralDiam SpiralPitch	設定螺旋軌跡的直徑及間距。  <p>SpiralDiam：設定可增加起始點到偵測目標距離之最大值極限的數值(含位置差異)。 範例: 較最大值大1.1倍的數值 SpiralPitch：設定未通過偵測目標的數值。 偵測孔洞時，請設定小於孔洞間最小間距的數值。</p>
DestRelativeX DestRelativeY DestRelativeZ	設定各方向從力覺引導物件起始點至目的地點的相對移動量。 如下圖所示，設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系中的移動量。 

Step 4. 設定力控制功能

設定力控制功能相關屬性(PressOrient, PressForce, PressFirmnessF, CFEnabled)。

屬性	說明、設定指南
PressOrient	按壓方向。將垂直方向設為探測平面。 若要探測偵測目標，請將機器人沿Step3. 指定軌跡移動，同時往指定方向按壓。
PressForce	此屬性可設定按壓力。 PressOrient為正方向時: 輸入負值。 PressOrient為負方向時: 輸入正值。 一般而言，設定約3至5 N。但請為工件設定適當數值。 若數值過小，機器人可能會遠離探測平面。
PressFirmnessF	針對按壓方向設定力控制功能硬度。 數值提高時，力控制功能會增強，且對力變化的反應速度較慢。 數值降低時，力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。
CFEnabled	設定是否要對下一個力覺引導物件繼續執行力控制功能。 False : 正常 關閉力控制功能一次，接著執行下一個力覺引導物件。 True : 即使偵測到目標後，欲保持穩定力執行下一個力覺引導物件時: 下一個力覺引導物件需維持ContactOrient設定方向中的力覺控制。

Step 5. 設定結束條件基本資訊

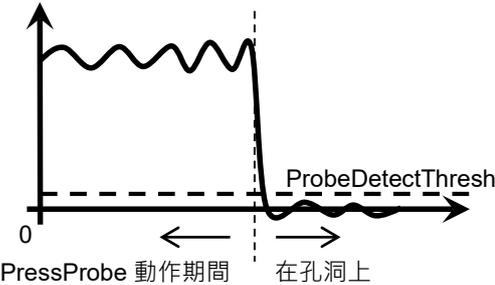
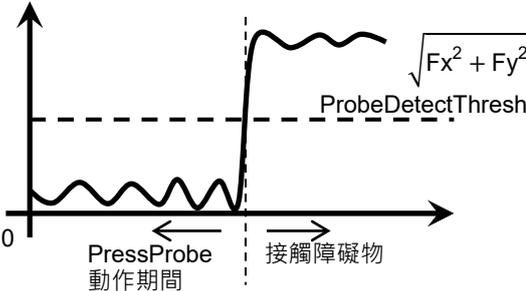
設定結束條件組合的相關屬性(EndCheckOperator)。

屬性	說明、設定指南
EndCheckOperator	此屬性可設定結合力及位置相關結束條件的方式。 AND : 符合兩個條件時結束。 OR : 符合多個條件時結束。

Step 6. 設定力相關結束條件

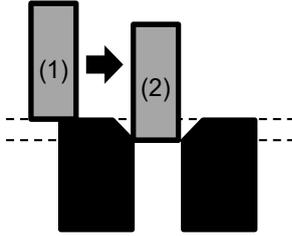
設定與力結束條件相關的屬性(ForceCheckEnabled、ProbeDetectThresh)。

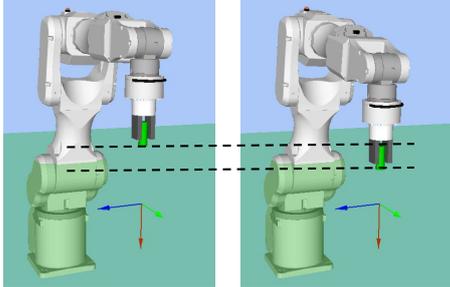
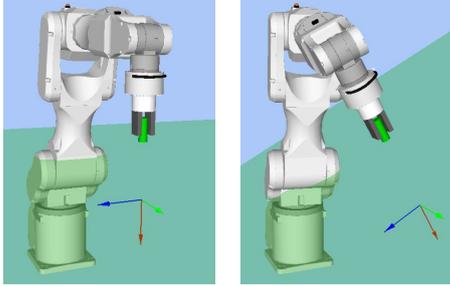
屬性	說明、設定指南
ForceCheckEnabled	此屬性可設定是否啟用與力相關的結束條件。 您需啟用PressProbe物件中的ForceCheckEnabled或PosCheckEnabled。 True : 啟用與力相關的結束條件時 ProbeDetectType為Obstacle時選擇。 如有必要，請在ProbeDetectType為Hole時選擇True。

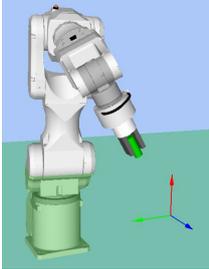
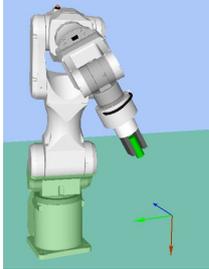
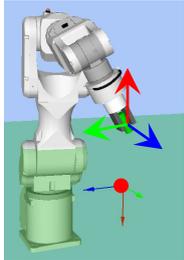
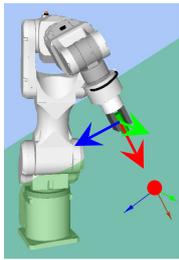
屬性	說明、設定指南
ProbeDetectThresh	<p>設定閾值，以判定是否已偵測目標。</p> <p>ProbeDetectType為Hole時: 方向閾值由PressOrient指定 PressOrient為正方向時: 設定負值。 PressOrient為負方向時: 設定正值。</p> <p>下圖為透過PressOrient設定負方向的範例。 力會在機器人按壓探測平面的同時施加。但當機器人移至孔洞上方時，將會變為非接觸狀態，且力的絕對值會變小。</p>  <p>ProbeDetectType為Obstacle時: 非PressOrient指定兩方向的平方和平方根閾值 設定正值。</p> <p>下圖為透過PressOrient設定-Fz方向的範例。 往Fx方向的動作及探測動作期間，因探測平面的摩擦力，偵測到的力會較小。與障礙接觸時，會偵測到較大的力。</p>  <p>偵測孔洞時: 一般會設為「0」。</p> <p>即使機器人移至孔洞上方，力也不為「0」時: 針對探測動作期間的力絕對值，設定足夠小的數值。</p> <p>偵測障礙時: 針對探測動作期間的力，設定足夠大且小於接觸時之力數值的數值。</p>

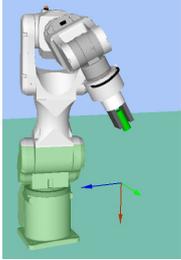
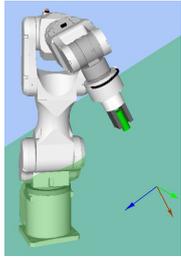
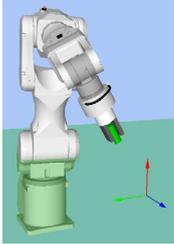
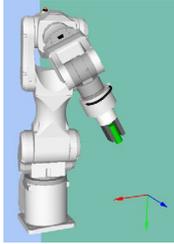
Step 7. 設定位置相關結束條件

設定與位置結束條件相關的屬性(PosCheckEnabled, PosCheckType, PlaneNumber, PlaneEndCond, PlaneRelativeOrg, PlaneRelativeX, PlaneRelativeY, PlaneRelativeZ, PlaneRelativeOrient, PlaneAxes, PlaneRelativeRobotLocal)。

屬性	說明、設定指南
PosCheckEnabled	<p>此屬性可設定是否啟用位置的結束條件。您需啟用PressProbe物件中的ForceCheckEnabled或PosCheckEnabled。</p> <p>此屬性可在ProbeDetectType為Hole時使用。一般來說，此屬性不會在ProbeDetectType為Obstacle時使用。</p> <p>如下圖所示，若要偵測孔洞，您可將機器人從探測平面往孔洞方向移動的特定距離作為結束條件。</p>  <p>True : 已啟用位置的結束條件時。</p>

屬性	說明、設定指南
PosCheckType	<p>選擇與位置相關結束條件的類型。</p> <p>選擇RobotPlane時: 結束條件以設定的Plane為基準。 如下圖所示，不論機器人位置，使用此屬性依據定義位置設定結束條件。</p>  <p>選擇RelativePlane時: 每次執行力覺引導序列時，從目前位置的相對位置建立Plane，並設為位置結束條件。 如下圖所示，視開始位置，使用此屬性變更位置結束條件</p>  <p>PressProbe中建議使用RelativePlane。</p>
PlaneNumber	<p>設定用於位置結束條件的Plane編號。</p> <p>PosCheckType為RobotPlane時: 已依據指定的Plane編號設定結束條件。</p> <p>PosCheckType為RelativePlane時: 每次執行力覺引導序列時，重新為Plane設定指定編號。 設定空白的Plane編號。</p>

屬性	說明、設定指南
PlaneEndCond	<p>設定作為位置結束條件的狀態。</p> <p>將內側(Inside)或外側(Outside)設為結束條件。</p> <p>機器人將成為指定狀態時，即可將其判定為符合位置結束條件。</p> <p>內側： 平面的+Z方向。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> Inside Outside </div>
PlaneRelativeOrg	<p>設定表示平面原點偏移量時，作為參考使用的座標系方向。</p> <p>左下圖為設定Base的範例。 依基礎座標系指定相對距離。 此為PlaneRelativeZ設定負值的範例。</p> <p>右下圖為設定Tool的範例。 依工具座標系指定相對距離。 此為PlaneRelativeZ設定正值的範例。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> Base Tool </div> <p>本地或工具座標系僅可在方向及原點位置不受影響的情況下使用。</p> <p>若要在機器人動作方向中設定結束條件位置，一般會與力覺引導序列的ForceOrient設定相同數值。</p>
PlaneRelativeX PlaneRelativeY PlaneRelativeZ	<p>設定從目前位置到平面原點的各方向偏移量。</p> <p>方向將為PlaneRelativeOrg指定的座標系方向。</p>

屬性	說明、設定指南
<p>PlaneRelativeOrient</p>	<p>根據平面方向設定座標系。</p> <p>左下圖為設定Base的範例。 無論機器人在力覺引導物件起始點的方向，平面參考方向皆與基礎座標系一致。</p> <p>右下圖為設定Tool的範例。 平面參考方向會沿機器人在力覺引導物件起始點的方向改變。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> 設定 Base 的範例 設定 Tool 的範例 </p> <p>由於與機器人動作方向垂直的平面將設為結束條件，因此一般會設為與力覺引導序列ForceOrient相同的數值。</p>
<p>PlaneAxes</p>	<p>設定平面方向。 依據PlaneRelativeOrient指定的座標系，將平面設為PlaneAxes設定的方向。</p> <p>下圖為Base由PlaneRelativeOrient設定時的範例。 左圖: PlaneAxes指定的XY 右圖: PlaneAxes指定的YZ。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> XY YZ </p> <p>一般來說，PressProbe會設定與PressOrient指定方向垂直的平面。</p>
<p>PlaneRelativeRobotLocal</p>	<p>設定PlaneRelativeOrg及PlaneRelativeOrient為Local時使用的本地座標系編號。 一般來說，設定與力覺引導序列RobotLocal相同的數值。</p>

PressProbe 物件的調整方針

以下說明使用PressProbe物件時的調整方法。

機器人動作發生振動時:

請提高PressFirmnessF值。但機器人的反應速度會變慢。請針對操作執行適當調整。

若要調整PressFirmnessF，建議逐漸提高數值(如數值增加10%)。

機器人在按壓方向中大幅彈跳時:

若機器人連續大幅彈跳數秒，機器人動作可能會受到力覺引導序列的LimitAccelS限制。

此外，很有可能在低功率模式執行期間發生。

若在高功率模式中執行時，機器人仍彈跳，請提高LimitAccelS值。

若提高LimitAccelS時，機器人仍彈跳，請降低PressFirmnessF值。

機器人未沿指定軌跡移動時:

若機器人未沿指定軌跡移動，可能會受到力覺引導序列的LimitAccel或LimitSpeed影響。請提高這些數值。

此外，低功率模式中，即使LimitSpeed或LimitAccel數值很大，機器人仍會受到低功率模式的最高速度或最大加速限制。請確認以高功率模式執行。

機器人通過孔洞時:

降低SpiralPitch值。但需花費更多時間探測指定範圍。請針對操作執行適當調整。

使用與力相關的結束條件時:

檢查執行期間，PressOrient指定方向中的力。

機器人在探測平面上移動時施加的力，以及機器人在孔洞上移動時施加的力之間有差異時:

將ProbeDetectThresh調整為小於機器人在探測平面上移動時的力，並大於機器人在孔洞上移動時的力的數值。

使用與位置相關的結束條件時:

檢查機器人通過孔洞時的機器人位置。

機器人在探測平面上移動時的位置，以及機器人在孔洞上移動時的位置之間有差異時:

將Plane調整至兩位置之間。

PosCheckType為RobotPlane時:

調整PlaneNumber設定Plane。

PosCheckType為RelativePlane時:

透過PlaneRelativeX、PlaneRelativeY及PlaneRelativeZ調整平面位置。

機器人在探測動作期間遠離目標時。

檢查PressOrient是否正確。

若PressOrient正確，請提高PressForce絕對值。

但會對工件施加指定力。請確認為工件設定適當數值。

耗費時間時:

提高SpeedS及AccelS值。

但施加於工件的力容易變化不定。請針對操作執行適當調整。

此外，請將PressProbe物件的起始位置調整至接近孔洞的位置。

探測動作速度緩慢時:

提高SpeedS及AccelS值。

但施加於工件的力容易變化不定。請針對操作執行適當調整。

PressProbe 物件屬性的詳細資料

Name 屬性

此屬性可設定指派至力覺引導物件的特定名稱。

建立 PressProbe 物件時，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 PressProbe 後新增編號(如 PressProbe01)。

您可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用英數字元及底線[_]。NOTE: 起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

此屬性可設定力覺引導物件說明。

字元字串最多可設定 255 個字元。

Enabled 屬性

此屬性可設定是否啟用力覺引導物件。

指定 True 時，會執行力覺引導物件。

指定 False 時，會執行下一個力覺引導物件，而非此力覺引導物件。

若要暫時儲存力覺引導序列，或在力覺引導序列建立期間，透過複製力覺引導物件的方式嘗試不同參數，請使用此屬性。

數值	說明
True	啟用力覺引導物件。
False	停用力覺引導物件。

預設: True

StepID 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的StepID。

僅限AutoStepID為False時使用。

	數值
最小值	0
最大值	32767

預設: 自動依據力覺引導序列及力覺引導物件編號設定。

AbortSeqOnFail 屬性

此屬性可設定力覺引導物件失敗時的操作。

指定True時，若力覺引導物件失敗，程式會結束力覺引導序列，並繼續進行下一個SPEL陳述式。

指定False時，即使力覺引導物件失敗，程式也會繼續進行下一個力覺引導物件，而不會中止力覺引導序列。

若要繼續進行力覺引導序列(如力覺引導物件失敗時，將復原程序加入力覺引導序列中)，請使用此屬性。

數值	說明
True	力覺引導物件失敗時，中止力覺引導序列。
False	力覺引導物件失敗時，開始下一個力覺引導序列。

預設: True

IOPreprocEnabled 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作。

I/O操作是由IOPreprocOutputBit屬性及IOPreprocOutputStatus屬性所定義。若要在執行力覺引導物件前操作末端夾具或周邊設備，請使用此屬性。

數值	說明
True	開始時執行I/O操作。
False	開始時不執行I/O操作。

預設: False

IOPreprocOutputBit 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作(輸出位元)。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

	數值
最小值	0
最大值	7167

預設: 0

IOPreprocOutputStatus 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作輸出狀態。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

數值	說明
Off	關閉指定的輸出位元。(設為0)
On	開啟指定的輸出位元。(設為1)

預設: Off

ProbeTrajectory 屬性

此屬性可設定力覺引導物件軌跡。

數值	說明
Straight	機器人沿直線軌跡移動，並在孔洞或障礙處停止。
Spiral	機器人沿螺旋軌跡移動，並在孔洞或障礙處停止。

預設: Straight

ProbeDetectType 屬性

此屬性可設定欲使用PressProbe物件偵測的目標類型。

數值	說明
Hole	偵測探測軌跡上的孔洞。
Obstacle	偵測探測軌跡上的障礙(凸形)。

預設: Hole

AccelS 屬性

此屬性可設定沿特定軌跡移動時的加速。

	數值(單位: [mm/sec ²])
最小值	1
最大值	200

預設: 10

SpeedS 屬性

此屬性可設定沿特定軌跡移動時的加速。

	數值(單位: [mm/sec])
最小值	1
最大值	50

預設: 10

SpiralDiam 屬性

設定螺旋軌跡的直徑。

ProbeTrajectory屬性指定Spiral時可使用此屬性。

	數值(單位: [mm])
最小值	1
最大值	100

預設: 10

SpiralPitch 屬性

此屬性可設定螺旋軌跡的間距。

ProbeTrajectory屬性指定Spiral時可使用此屬性。

降低SpiralPitch時，欲探測的螺旋軌跡會在相同範圍內增加。因此，機器人通過目標且無法偵測目標的風險會降低，但探測所需時間會拉長。

增加SpiralPitch時，欲探測的螺旋軌跡會在相同範圍內減少。因此，機器人通過目標且無法偵測目標的風險會提高，但探測所需時間會縮短。

	數值(單位: [mm])
最小值	0.05
最大值	10

預設: 1

DestRelativeX 屬性

若為直線軌跡，此屬性可設定力覺引導序列ForceOrient及RobotLocal指定座標系中的X方向移動量。

ProbeTrajectory屬性指定Straight時可使用此屬性。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

DestRelativeY 屬性

若為直線軌跡，此屬性可設定力覺引導序列ForceOrient及RobotLocal指定座標系中的Y方向移動量。

ProbeTrajectory屬性指定Straight時可使用此屬性。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

DestRelativeZ 屬性

若為直線軌跡，此屬性可設定力覺引導序列ForceOrient及RobotLocal指定座標系中的Z方向移動量。

ProbeTrajectory屬性指定Straight時可使用此屬性。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

PressOrient 屬性

此屬性可設定按壓方向。設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系中的何種方向。您可選擇轉換方向(+Fx至-Fz)。機器人會沿指定軌跡移動，同時往定義方向按壓。螺旋軌跡中，請在與指定方向垂直的平面上產生螺旋軌跡。

數值	說明
+Fx	移至Fx的正方向。
-Fx	移至Fx的負方向。
+Fy	移至Fy的正方向。
-Fy	移至Fy的負方向。
+Fz	移至Fz的正方向。
-Fz	移至Fz的負方向。

預設: +Fz

PressForce 屬性

此屬性可設定按壓力。

機器人會以PressProbe物件執行期間，PressForce屬性在PressOrient方向所指定的力按壓，同時進行探測。

往正方向按壓時，數值為負。

往負方向按壓時，數值為正。

PressOrient為正方向時:

	數值(單位: [N])
最小值	-10
最大值	0

預設: -5

PressOrient為負方向時:

	數值(單位: [N])
最小值	0
最大值	10

預設: -5

PressFirmnessF 屬性

此屬性可設定PressProbe物件執行期間，按壓方向的力控制功能硬度。

PressFirmnessF值提高時，力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

PressFirmnessF值降低時，力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

CFEnabled 屬性

此屬性可設定是否要在力覺引導物件結束後繼續力控制功能。
即使力覺引導序列在CFEnabled設為True的情況下結束，力控制功能也將會結束。

數值	說明
True	即使力覺引導物件已結束，力控制功能也會繼續執行下一個力覺引導物件。
False	力控制功能將會在力覺引導物件結束時結束。

預設: False

ForceCheckEnabled 屬性

此屬性可設定與力相關之力覺引導物件的結束條件。

力相關結束條件是由ProbeDetectThresh指定。

數值	說明
True	啟用與力相關的結束條件。
False	停用與力相關的結束條件。

預設: True

ProbeDetectThresh 屬性

若為與力相關的結束條件，此屬性可設定判定為「已偵測」的閾值。

透過ProbeDetectType指定Obstacle時:

設定正值。此時，下列為力的結束條件。

非PressOrient指定方向中的力平方和平方根(如: 選擇-Fz時為 $\sqrt{F_x * F_x + F_y * F_y}$)大於ProbeDetectThresh指定數值。

透過ProbeDetectType指定Hole，以及透過PressOrient指定Fx、Fy或Fz時:

設定負值。此時，PressOrient指定方向中之力的結束條件小於ProbeDetectThresh指定數值。

透過ProbeDetectType指定Hole，以及透過PressOrient指定-Fx、-Fy或-Fz時

設定正值。此時，PressOrient指定方向中之力的結束條件大於ProbeDetectThresh指定數值。

ProbeDetectType為Hole，且PressOrient為正方向時。

	數值(單位: [N])
最小值	-50
最大值	0

預設: 0

ProbeDetectType為Press，且PressOrient為負方向時:

	數值(單位: [N])
最小值	0
最大值	50

預設: 0

PosCheckEnabled 屬性

此屬性可設定與I/O相關之力覺引導物件的結束條件。

數值	說明
True	啟用與位置相關的結束條件。
False	停用與位置相關的結束條件。

預設: False

PosCheckType 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定是否使用預先定義的Plane，或從力覺引導物件的開始位置設定相對位置。

指定RobotPlane時，請使用定義的Plane設定結束條件。

指定RelativePlane時，每次執行力覺引導物件時，皆需從力覺引導物件開始位置，將Plane重設為相對位置。

數值	說明
RobotPlane	將已定義的Plane作為結束條件使用。
RelativePlane	將Plane設為相對位置，並作為結束條件使用。

預設: RobotPlane

PlaneNumber 屬性

此屬性可設定與位置相關結束條件使用的Plane編號。

在PosCheckType屬性中指定Plane時，指定編號的Plane將不會改變。

在PosCheckType屬性中指定Relative時，每次執行力覺引導物件時，皆需重新定義新的指定Plane編號。因此，請注意原始設定將會遺失。

	數值
最小值	1
最大值	15

預設: 1

PlaneEndCond 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定判定為結束的條件。

數值	說明
Outside	在Plane外側為結束條件。
Inside	在Plane內側為結束條件。

預設: Inside

PlaneRelativeOrg 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可指定設定相對位置的座標系，以設定Plane。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。

數值	說明
Base	依基礎座標系指定相對位置。
Local	依本地座標系指定相對位置。 本地座標系編號是由PlaneRelativeRobotLocal指定。
Tool	依工具座標系指定相對位置。

預設: Tool

PlaneRelativeX 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定X方向中設定Plane的相對位置。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。

X方向會跟隨PlaneRelativeOrg指定的座標系。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

PlaneRelativeY 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定Y方向中設定Plane的相對位置。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。

Y方向會跟隨PlaneRelativeOrg指定的座標系。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

PlaneRelativeZ 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定Z方向中設定Plane的相對位置。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。

Z方向會跟隨PlaneRelativeOrg指定的座標系。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

PlaneRelativeOrient 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定設定Plane的座標系。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。

Plane會設定於PlaneRelativeOrient指定座標系中PlaneAxes指定的軸上。

指定Base時，Plane會設定於基礎座標系中PlaneAxes指定的軸上。

指定Local時，Plane會設定於PlaneRelativeRobotLocal指定編號的本地座標系中PlaneAxes指定的軸上。

指定Tool時，Plane會設定於工具座標系中PlaneAxes指定的軸上。

數值	說明
Base	依基礎座標系指定平面方向。
Local	依本地座標系指定平面方向。
Tool	依工具座標系指定平面方向。

預設: Tool

PlaneAxes 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定設定Plane的軸。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。

Plane會設定於PlaneRelativeOrient指定座標系中PlaneAxes指定的軸上。

數值	說明
XY	在XY平面上設定Plane。
YZ	在YZ平面上設定Plane。
XZ	在XZ平面上設定Plane。

預設: XY

PlaneRelativeRobotLocal 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定指定Plane相對位置或方向的本地座標系編號。

可使用於下列任一種情況:

- 在PosCheckType中指定RelativePlane，且在PlaneRelativeOrg中指定Local
- 在PosCheckType中指定RelativePlane，且在PlaneRelativeOrient中指定Local。

數值	說明
0 (Base)	使用Local 0座標系(基礎座標系)。 此與在PlaneRelativeOrg或PlaneRelativeOrient中指定Base相同。
1至15	使用指定編號的本地座標系。

預設: 0 (Base)

PressProbe 物件結果的詳細資料

EndStatus 結果

此為執行結果。

符合 4.2.2.5 *PressProbe* 物件中所述的「成功條件」時，其將會成功。

數值	說明
Passed	力覺引導物件執行成功。
Failed	力覺引導物件執行失敗。
NoExec	力覺引導物件未執行。
Aborted	力覺引導物件執行期間中止。

Time 結果

執行時間。

單位: [sec]

EndForces 結果

此為力覺引導物件結束時的力與扭力。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz[N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

EndPos 結果

力覺引導物件結束時的位置。擷取 X, Y, Z, U, V, W 數值。

單位: X, Y, Z [mm] / U, V, W [deg.]

AvgForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力平均值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力峰值。峰值為最大絕對值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

ForceCondOK 結果

此為是否符合與力相關的結束條件。

數值	說明
True	符合與力相關的結束條件。
False	不符合與力相關的結束條件。

TriggeredForces 結果

此為符合與力相關結束條件時的力與扭力。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

TriggeredPos 結果

符合與力相關結束條件時的位置。擷取 X, Y, Z, U, V, W 數值。

單位: X, Y, Z [mm] / U, V, W [deg.]

PosCondOK 結果

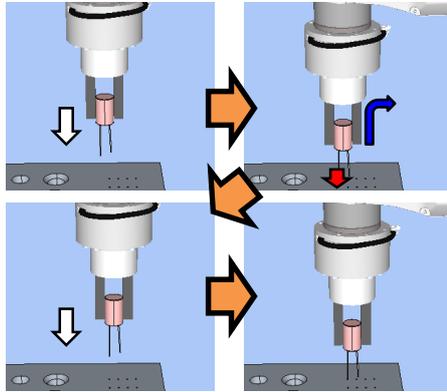
此為是否符合與位置相關的結束條件。

數值	說明
True	符合與位置相關的結束條件。
False	不符合與位置相關的結束條件。

4.2.2.6 ContactProbe物件

ContactProbe物件會使機器人往指定方向移動，直到其接觸工件等物件，並將已移動指定距離的位置偵測為孔洞位置。若機器人在未移動指定距離的情況下接觸物件，則會返回起始位置，並變更位置及重複接觸動作。

此物件用於偵測PressProbe難以偵測的工件孔洞位置(如引線部分或連接器)。即使工件的尺寸或抓取位置有誤差範圍，仍可穩定偵測孔洞位置。



上圖為ContactProbe物件動作的示意圖。機器人會從非接觸狀態往向下方向移動(白色箭頭)。機器人接觸物件後偵測到施加的力(紅色箭頭)，其會移至下一個接觸起始位置(藍色箭頭)。重複這些動作以探測孔洞。

若在單一接觸動作指定時間內滿足位置結束條件，ContactProbe物件將執行成功。ContactProbe物件一律使用與力及位置相關的結束條件。

單一接觸動作中符合與力相關的結束條件時：
判定為此位置無孔洞，且機器人移至下一個接觸位置。

單一接觸動作中符合與位置相關的結束條件時：
判定為孔洞位置，且偵測已成功。

單一接觸動作期間，不符合與力及位置相關的結束條件時。
偵測因錯誤狀態(機器人未與物件接觸，且移動量不足)失敗。

各條件如下：

結束條件	成功條件
力相關結束條件	單一接觸動作期間，滿足與位置相關的結束條件前，指定方向中的力絕對值不會大於ContactForceThresh的力絕對值。若大於絕對值，機器人會判定為「已接觸」(= 無孔洞位置)，並移至下一個接觸位置，以開始下一個接觸動作。
與位置相關的結束條件	接觸動作期間，在Timeout指定時間內滿足下列任一條件： PosCheckType為RobotPlane時： 針對PlaneNumber設定的Plane，符合PlaneEndCondition設定的狀態。 PosCheckType為RelativePlane時： 在ContactOrient方向移動ContactDist + ContactDistMargin。

ContactProbe 物件的屬性設定方針

Step 1. 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name, Description, Enabled, StepID, AbortSeqOnFail)。

屬性	說明、設定指南
Name	力覺引導物件名稱。 設定特定名稱。
Description	力覺引導物件說明。 說明操作程序。設定字元字串。
Enabled	設定是否執行力覺引導物件。 True : 正常 False : 不執行力覺引導物件時，例如改執行另一個力覺引導物件。
StepID	力覺引導物件執行期間的StepID。 設定ID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您瞭解哪個記錄資料支援程序。 力覺引導序列的AutoStepID為False時套用。
AbortSeqOnFail	設定力覺引導物件失敗時，是否中止或繼續執行力覺引導序列。 True : 正常 中止力覺引導序列。 False : 力覺引導序列失敗時，復原動作會加入，或力覺引導序列將會繼續執行。

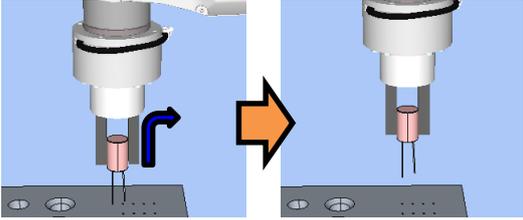
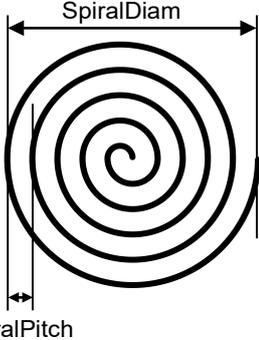
Step 2. 開始前設定 I/O 處理

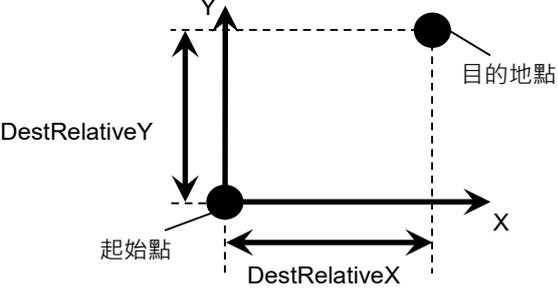
設定力覺引導物件開始前的I/O處理相關屬性(IOPreprocEnabled, IOPreprocOutputBit, IOPreprocOutputStatus)。

屬性	說明、設定指南
IOPreprocEnabled	設定是否在力覺引導物件開始時操作輸出位元。 您僅可操作一個輸出位元。 若要操作數個輸出位元，請使用SPELFunc物件。 False : 正常 True : 操作輸出位元時，如操作/中止周邊設備。
IOPreprocOutputBit	開始力覺引導物件時，請設定要操作的輸入位元。
IOPreprocOutputStatus	開始力覺引導物件時，設定是否要開啟或關閉輸入位元。 設定要輸出的狀態。

Step 3. 設定探測動作

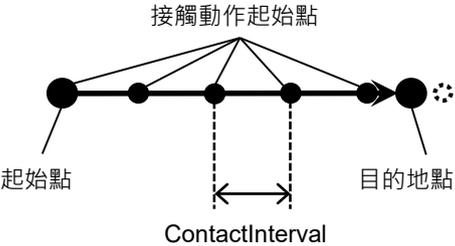
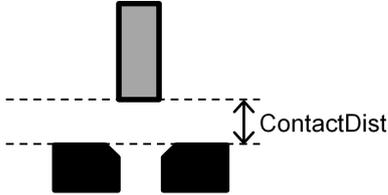
設定探測動作相關屬性(ProbeTrajectory, ProbeDetectType, AccelS, SpeedS, SpiralDiam, SpiralPitch, DestRelativeX, DestRelativeY, DestRelativeZ)。

屬性	說明、設定指南
ProbeTrajectory	<p>設定探測軌跡。 您可選擇螺旋軌跡及直線軌跡。</p> <p>Straight : 目標明顯位於指定直線上時。 Spiral : 目標不位於指定直線上時。</p> <p>ContactProbe物件所需時間較PressProbe物件長。孔洞位於指定直線上時，請減少起始位置的位置差異。建議使用Straight。</p>
AccelS	<p>設定移動的轉換加速。</p> <p>如下圖所示，無孔洞且機器人與物件接觸時，請針對移動至下一個接觸位置的動作使用此屬性。 此動作不會執行力控制功能。 機器人會隨位置控制移動。</p>  <p>這不會影響接觸動作期間的加速。</p>
SpeedS	<p>設定移動速度。</p> <p>此屬性與AccelS相同，可用於移動至下一個接觸動作的動作。 這不會影響接觸動作期間的速度。</p>
SpiralDiam SpiralPitch	<p>設定螺旋軌跡的直徑及間距。</p>  <p>SpiralDiam : 設定可增加起始位置到偵測目標距離之最大值極限的數值(含位置差異)。 範例: 較最大值大1.1倍的數值</p> <p>SpiralPitch : 設定未通過偵測目標的數值。 偵測孔洞時，請設定小於孔洞間最小間距的數值。</p>

屬性	說明、設定指南
DestRelativeX DestRelativeY DestRelativeZ	<p data-bbox="745 237 1481 309">設定各方向從力覺引導物件起始點至目的地點的相對移動量。</p> <p data-bbox="745 309 1481 380">如下圖所示，設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系中的移動量。</p>  <p data-bbox="774 414 1332 705">The diagram shows a 2D Cartesian coordinate system with a horizontal X-axis and a vertical Y-axis. A solid black dot at the origin is labeled '起始點' (Starting Point). Another solid black dot in the first quadrant is labeled '目的地點' (Destination Point). Dashed lines form a rectangle from the starting point to the destination point. A horizontal double-headed arrow below the X-axis, between the vertical dashed lines, is labeled 'DestRelativeX'. A vertical double-headed arrow to the left of the Y-axis, between the horizontal dashed lines, is labeled 'DestRelativeY'.</p>

Step 4. 設定接觸動作及力控制功能

設定接觸動作及力控制功能相關屬性(ContactInterval, ContactOrient, ContactDist, ContactDistMargin, ContactFirmnessF, CFEnabled)。

屬性	說明、設定指南
ContactInterval	<p>此屬性可設定接觸動作的間隔。</p> <p>如下圖所示，機器人會依起始點，從ContactProbe物件起始點往目的地點探測軌跡。下一個接觸動作會在機器人移動ContactInterval指定距離後開始。</p>  <p>接觸動作起始點</p> <p>起始點</p> <p>目的地點</p> <p>ContactInterval</p> <p>ContactProbe物件會在起始點及目的地點間的接觸動作起始點執行接觸動作。</p> <p>目的地點非ContactInterval倍數時: 接觸動作不會在目的地點，以及超出目的地點的下一個接觸動作起始點執行。</p> <p>請確認將ContactInterval設定為不通過偵測目標。設定小於最小間隔的數值。但數值小，花費時間較長。請針對操作執行適當調整。</p>
ContactOrient	<p>此屬性可設定接觸方向。</p> <p>機器人會往指定方向移動。</p>
ContactDist ContactDistMargin	<p>此屬性可設定起始點至目標接觸點的距離，以及其極限。</p> <p>機器人在ContactOrient指定方向移動ContactDist+ContactDistMargin時，ContactProbe物件會判定為「有孔洞」。</p>  <p>ContactDist</p> <p>如上圖所示，設定工件尖端到ContactDist中目標之接觸平面的距離。</p> <p>ContactDistMargin可設定極限，包含起始點及工件差異。</p> <p>若差異不明顯，請透過ContactDist百分比計算。</p> <p>範例: ContactDist的10%</p>

屬性	說明、設定指南
ContactFirmnessF	設定力控制功能硬度。 設定較大值時： 力控制功能會增強。 但對力變化的反應速度較慢。 設定較小值時： 力控制功能會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。 ContactProbe物件會影響接觸速度。 (ContactForceThresh / ContactFirmnessF)可計算出接觸速度的參考值。
CFEnabled	設定是否要對下一個力覺引導物件繼續執行力控制功能。 False : 正常 關閉力控制功能一次，接著執行下一個力覺引導物件。

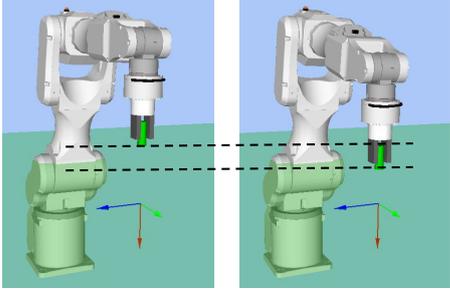
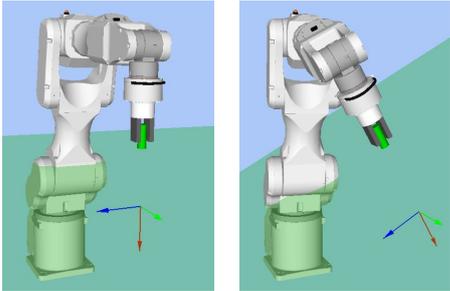
您可使用模擬器查看ContactOrient設定。反灰的座標系(除了指定方向外)隨即顯示。但機器人會視目前位置顯示。查看設定時，請確認將機器人移至執行力覺引導物件的位置。

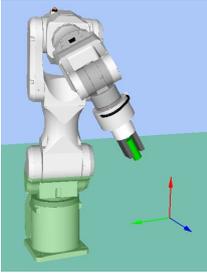
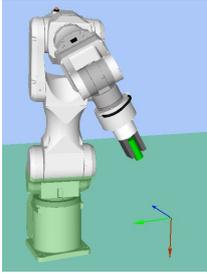
如需如何使用模擬器進行檢查的詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide: 8. 模擬器 8.3 功能說明

Step 5. 設定結束條件

設定結束條件相關屬性(ContactForceThresh, PosCheckType, PlaneNumber, PlaneEndCond, Timeout)。

屬性	說明、設定指南
ContactForceThresh	<p>設定閾值以判定是否有接觸。 設定約3至5 [N]。 請確認為工件設定適當閾值。</p> <p>ContactOrient為正方向時: 設定負值。</p> <p>ContactOrient為負方向時: 設定正值。</p> <p>設定較大絕對值時: 接觸的移動速度將加快。</p> <p>數值過小時: 機器人可能不會移動。</p>
PosCheckType	<p>選擇與位置相關結束條件的類型。</p> <p>選擇RobotPlane時: 結束條件以設定的Plane為基準。 如下圖所示，不論機器人位置，使用此屬性依據定義位置設定結束條件。</p>  <p>選擇RelativePlane時: 每次執行力覺引導序列時，在ContactOrient指定方向中，移動ContactDist+ContactDistMargin的位置建立Plane，並設為位置結束條件。 如下圖所示，視開始位置，使用此屬性變更位置結束條件</p>  <p>RobotPlane : 若要設定永遠以定義位置為主的結束條件。 RelativePlane : 使其成為機器人從起始位置移動相對量的結束條件。</p>

屬性	說明、設定指南
PlaneNumber	設定用於位置結束條件的Plane編號。 PosCheckType為RobotPlane時: 已依據指定的Plane編號設定結束條件。 PosCheckType為RelativePlane時: 每次執行力覺引導序列時，重新為Plane設定指定編號。 設定空白的Plane編號。
PlaneEndCond	設定位置結束條件的狀態。 將內側(Inside)或外側(Outside)設為結束條件。 機器人將成為指定狀態時，即可將其判定為符合位置結束條件。 內側: 平面的+Z方向。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Inside</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Outside</p> </div> </div>
Timeout	設定接觸動作的逾時期間。 在指定時間內滿足力或位置條件。 確認數值大於 $(\text{ContactDist} + \text{ContactDistMargin}) / (\text{ContactForceThresh} / \text{ContactFirmnessF})$ 所計算之數值。

ContactProbe 物件的調整方針

以下說明ContactProbe物件的調整方法。

機器人通過孔洞時:

降低ContactInterval。但需花費更多時間進行探測。
請針對操作執行適當調整。

機器人未往接觸方向移動時:

檢查ContactOrient是否正確。
若ContactOrient正確，請提高ContactForceThresh絕對值。

需花費時間執行接觸動作時:

降低ContactFirmnessF值，或提高ContactForceThresh絕對值。但施加於工件的力會增加。
請針對操作執行適當調整。

探測動作速度緩慢時:

提高SpeedS及AccelS。

耗費時間時:

機器人對孔洞位置重複接觸動作數次時，請提高ContactInterval。但機器人可能會通過孔洞。

請針對操作執行適當調整。

此外，請將ContactProbe物件的起始點調整至接近孔洞的位置。

ContactProbe 物件屬性的詳細資料

Name 屬性

此屬性可設定指派至力覺引導物件的特定名稱。

建立 **ContactProbe** 物件時，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 **ContactProbe** 後新增編號(如 **ContactProbe01**)。

您可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用英數字元及底線[_]。NOTE: 起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

此屬性可設定力覺引導物件說明。

字元字串最多可設定 255 個字元。

Enabled 屬性

此屬性可設定是否啟用力覺引導物件。

指定 **True** 時，會執行力覺引導物件。

指定 **False** 時，會執行下一個力覺引導物件，而非此力覺引導物件。

若要暫時儲存力覺引導序列，或在力覺引導序列建立期間，透過複製力覺引導物件的方式嘗試不同參數，請使用此屬性。

數值	說明
True	啟用力覺引導物件。
False	停用力覺引導物件。

預設: **True**

StepID 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的StepID。

僅限AutoStepID為False時使用。

	數值
最小值	0
最大值	32767

預設: 自動依據力覺引導序列及力覺引導物件編號設定。

AbortSeqOnFail 屬性

此屬性可設定力覺引導物件失敗時的操作。

指定True時，若力覺引導物件失敗，程式會結束力覺引導序列，並繼續進行下一個SPEL陳述式。

指定False時，若力覺引導物件失敗，程式會繼續進行下一個力覺引導物件，而不會結束力覺引導序列。

若要繼續進行力覺引導序列(如力覺引導物件失敗時，復原程序會加入力覺引導序列中)，請使用此屬性。

數值	說明
True	力覺引導物件失敗時，中止力覺引導序列。
False	力覺引導物件失敗時，開始下一個力覺引導序列。

預設: True

IOPreprocEnabled 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作。

I/O操作是由IOPreprocOutputBit屬性及IOPreprocOutputStatus屬性所定義。若要在執行力覺引導物件前操作末端夾具或周邊設備，請使用此屬性。

數值	說明
True	開始時執行I/O操作。
False	開始時不執行I/O操作。

預設: False

IOPreprocOutputBit 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作(輸出位元)。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

	數值
最小值	0
最大值	7167

預設: 0

IOPreprocOutputStatus 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作輸出狀態。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

數值	說明
Off	關閉指定的輸出位元。(設為0)
On	開啟指定的輸出位元。(設為1)

預設: Off

ProbeTrajectory 屬性

此屬性可設定力覺引導物件軌跡。

數值	說明
Straight	將起始點沿直線軌跡移動，並重複接觸動作。
Spiral	將起始點沿螺旋軌跡移動，並重複接觸動作。

預設: Straight

AccelS 屬性

此屬性可設定移至接觸起始點時的加速。

	數值(單位: [mm/sec ²])
最小值	1
最大值	5000

預設: 200

SpeedS 屬性

此屬性可設定移至接觸起始點時的速度。

	數值(單位: [mm/sec])
最小值	1
最大值	250

預設: 100

SpiralDiam 屬性

設定螺旋軌跡的直徑。

ProbeTrajectory屬性指定Spiral時可使用此屬性。

	數值(單位: [mm])
最小值	1
最大值	100

預設: 10

SpiralPitch 屬性

此屬性可設定螺旋軌跡的間距。

ProbeTrajectory屬性指定Spiral時可使用此屬性。

	數值(單位: [mm])
最小值	0.05
最大值	10

預設: 1

DestRelativeX 屬性

若為直線軌跡，此屬性可設定力覺引導序列ForceOrient及RobotLocal指定座標系中的X方向移動量。

ProbeTrajectory屬性指定Straight時可使用此屬性。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

DestRelativeY 屬性

若為直線軌跡，此屬性可設定力覺引導序列ForceOrient及RobotLocal指定座標系中的Y方向移動量。

ProbeTrajectory屬性指定Straight時可使用此屬性。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

DestRelativeZ 屬性

若為直線軌跡，此屬性可設定力覺引導序列ForceOrient及RobotLocal指定座標系中的Z方向移動量。

ProbeTrajectory屬性指定Straight時可使用此屬性。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

ContactInterval 屬性

此屬性可設定接觸起始位置的移動量。

機器人在接觸動作期間進行接觸時，下一個接觸動作會在機器人移動ContactInterval指定距離後開始。

	數值(單位: [mm])
最小值	0.05
最大值	10

預設: 0.1

ContactOrient 屬性

設定孔洞方向。

設定力覺引導序列**ForceOrient**指定的座標系方向。選擇平移方向(+Fx至-Fz)。機器人會在往指定方向移動時探測孔洞。

數值	說明
+Fx	移至Fx的正方向。
-Fx	移至Fx的負方向。
+Fy	移至Fy的正方向。
-Fy	移至Fy的負方向。
+Fz	移至Fz的正方向。
-Fz	移至Fz的負方向。

預設: +Fz

ContactDist 屬性

此屬性可設定起始位置及孔洞位置間的假設距離。

機器人移動**ContactDist** + **ContactDistMargin**時，其會判定為「已偵測到孔洞」，並繼續執行下一個力覺物件。

	數值(單位: [mm])
最小值	0.1
最大值	50

預設: 10

ContactDistMargin 屬性

此屬性可設定增加起始點與孔洞位置間距離的極限。

設定數值時，請務必考量各距離的最大差異。機器人移動**ContactDist** + **ContactDistMargin**時，其會判定為「已偵測到孔洞」，並繼續執行下一個力覺物件。

	數值(單位: [mm])
最小值	0.1
最大值	50

預設: 10

ContactFirmnessF 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的力控制功能硬度。

ContactFirmnessF數值提高時，力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

ContactFirmnessF數值降低時，力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

CFEnabled 屬性

此屬性可設定是否要在力覺引導物件結束後繼續力控制功能。
即使力覺引導序列在CFEnabled為True的情況下結束，力控制功能也將會結束。

數值	說明
True	即使力覺引導物件已結束，力控制功能也會繼續執行下一個力覺引導物件。
False	力控制功能將會在力覺引導物件結束時結束。

預設: False

ContactForceThresh 屬性

此屬性可設定力的閾值，以判斷接觸情形。
若PressProbe物件執行期間，超出此屬性指定的數值，機器人會返回接觸起始位置，並移至下一個接觸位置。

ContactOrient為正方向時:

	數值(單位: [N])
最小值	-10
最大值	0

預設: -5

ContactOrient為負方向時:

	數值(單位: [N])
最小值	0
最大值	10

預設: -5

PosCheckType 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定是否使用預先定義的Plane，或從力覺引導物件的開始位置設定相對位置。

指定RobotPlane時，請使用定義的Plane設定結束條件。
指定RelativePlane時，每次執行力覺引導物件時，皆需從力覺引導物件開始位置，將Plane重設為相對位置。相對位置是透過ContactOrient、ContactDist及ContactDistMargin指定方向及移動量計算而出。

數值	說明
RobotPlane	將已定義的Plane作為結束條件使用。
RelativePlane	將Plane設為相對位置，並作為結束條件使用。

預設: RobotPlane

PlaneNumber 屬性

此屬性可設定與位置相關結束條件使用的Plane編號。

在PosCheckType屬性中指定Plane時，指定編號的Plane將不會改變。

在PosCheckType屬性中指定Relative時，每次執行力覺引導物件時，皆需重新定義新的指定Plane編號。因此，請注意原始設定將會遺失。

	數值
最小值	1
最大值	15

預設: 1

PlaneEndCond 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定判定為結束的條件。

數值	說明
Outside	在Plane外側為結束條件。
Inside	在Plane內側為結束條件。

預設: Inside

Timeout 屬性

此屬性可設定力覺引導物件的逾時期間。

即使經過Timeout指定時間後，單一接觸動作仍不合力或位置的結束條件，則會將其判定為ContactProbe物件失敗。

判定後，請依AbortSeqOnFail結束力覺引導序列，或繼續進行下一個力覺引導物件。

符合力結束條件時，機器人會移至下一個接觸位置，並重複接觸動作。

符合位置結束條件時，機器人會判定為「已偵測到孔洞」，並繼續執行下一個力覺物件。

	數值(單位: [sec])
最小值	0.1
最大值	60

預設: 10

ContactProbe 物件結果的詳細資料

EndStatus 結果

此為執行結果。

符合 4.2.2.6 ContactProbe 物件中所述的「成功條件」時，其將會成功。

數值	說明
Passed	力覺引導物件執行成功。
Failed	力覺引導物件執行失敗。
NoExec	力覺引導物件未執行。
Aborted	力覺引導物件執行期間中止。

Time 結果

此為執行所需時間。

單位: [sec]

TimedOut 結果

此為是否已達到 Timeout 屬性中設定的逾時期間。

數值	說明
True	已達到逾時期間。
False	達到逾時期間前結束。

EndForces 結果

此為力覺引導物件結束時的力與扭力。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

EndPos 結果

力覺引導物件結束時的位置。擷取 X, Y, Z, U, V, W 數值。

單位: X, Y, Z [mm] / U, V, W [deg.]

AvgForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力平均值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力峰值。峰值為最大絕對值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

TriggeredForces 結果

此為符合與力相關結束條件時的力與扭力。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

TriggeredPos 結果

符合與力相關結束條件時的位置。擷取 X, Y, Z, U, V, W 數值。

單位: X, Y, Z [mm] / U, V, W [deg.]

PosCondOK 結果

此為是否符合與位置相關的結束條件。

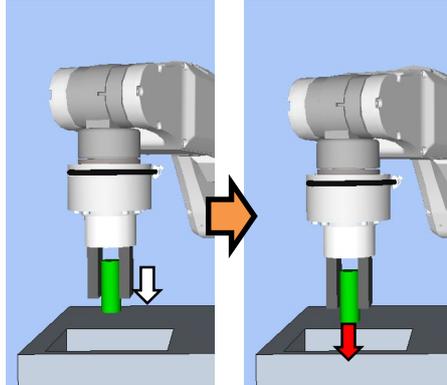
數值	說明
True	符合與位置相關的結束條件。
False	不符合與位置相關的結束條件。

4.2.2.7 Press物件

Press物件會操作機器人以指定力道往指定方向按壓。

此外，其可同時跟隨其他指定方向，如Relax物件。

機器人在未接觸物件的情況下執行Press物件時，會往指定力的方向移動。進行按壓動作或推動組件時使用此物件。即使工件的尺寸或抓取位置有誤差範圍，機器人仍可穩定保持特定力。



上圖為Press物件動作的示意圖。機器人以非接觸狀態執行時，會往按壓方向(白色箭頭)移動。機器人接觸到物件後，會維持施加一定力量(紅色箭頭)的狀態。您可以接觸狀態開始物件。

若在指定時間內滿足結束條件，Press物件將執行成功。Press物件可使用與力、位置及I/O相關的結束條件。

每個結束條件皆可設定是否在ForceCheckEnabled、PosCheckEnabled及IOCheckEnabled中使用。若未設定結束條件，物件一律將執行成功。

設定多個結束條件時，您可選擇如何結合EndCheckOperator中的AND或OR結束條件。

各條件如下:

結束條件	成功條件
力相關結束條件	<p>在Timeout的指定時間內，請在HoldTimeThresh指定的時間內持續滿足以下所有項目。</p> <p>ForceCheckPolarity為Inside時: 在Fx、Fy及Fz中，ControlMode指定為Press-或Press+的軸位於PressForce -PressCheckToIF至PressForce +PressCheckToIF的範圍內。</p> <p>ForceCheckPolarity為Outside時: 在Fx、Fy及Fz中，ControlMode指定為Press-或Press+的軸超出PressForce -PressCheckToIF至PressForce +PressCheckToIF的範圍。</p> <p>ForceCheckPolarity為Inside時: 在Tx、Ty及Tz中，ControlMode指定為Press-或Press+的軸位於PressForce -PressCheckToIT至PressForce +PressCheckToIT的範圍內。</p> <p>ForceCheckPolarity為Outside時: 在Tx、Ty及Tz中，ControlMode指定為Press-或Press+的軸超出PressForce -PressCheckToIT至PressForce +PressCheckToIT的範圍。</p> <p>ForceCheckMode為PressFollow且 ForceCheckPolarity為Inside時: 在Fx、Fy及Fz中，ControlMode指定Follow的軸位於-FollowCheckToIF至+FollowCheckToIF的範圍內。</p> <p>ForceCheckMode為PressFollow且 ForceCheckPolarity為Outside時: 在Fx、Fy及Fz中，ControlMode指定Follow的軸超出-FollowCheckToIF至+FollowCheckToIF的範圍。</p> <p>ForceCheckMode為PressFollow且 ForceCheckPolarity為Inside時: 在Tx、Ty及Tz中，ControlMode指定Follow的軸位於-FollowCheckToIT至+FollowCheckToIT的範圍內。</p> <p>ForceCheckMode為PressFollow且 ForceCheckPolarity為Outside時: 在Tx、Ty及Tz中，ControlMode指定Follow的軸超出-FollowCheckToIT至+FollowCheckToIT的範圍。</p>
與位置相關的結束條件	<p>在Timeout指定時間內滿足下列任一條件:</p> <p>PosCheckType為RobotPlane時: 針對PlaneNumber設定的Plane，符合PlaneEndCondition設定的狀態。</p> <p>PosCheckType為RelativePlane時: 針對PlaneRelativeX, PlaneRelativeY, PlaneRelativeZ, PlaneRelativeOrg, PlaneRelativeOrient, PlaneAxes, PlaneRelativeRobotLocal設定的相對平面，符合PlaneEndCondition設定的狀態。</p>
I/O相關結束條件	<p>Timeout指定時間內，IOCheckInputBit指定的輸入位元應為IOCheckInputStatus指定的狀態。</p>

Press 物件的屬性設定方針

Step 1. 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name, Description, Enabled, StepID, AbortSeqOnFail)。

屬性	說明、設定指南
Name	此屬性可設定力覺引導物件名稱。 設定特定名稱。
Description	此屬性可設定力覺引導物件說明。 描述操作說明。設定字元字串。
Enabled	設定是否執行力覺引導物件。 True : 正常 False : 不執行力覺引導物件時，例如改執行另一個力覺引導物件。
StepID	力覺引導物件執行期間的StepID。 設定ID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您瞭解哪個記錄資料支援程序。 力覺引導序列的AutoStepID為False時套用。
AbortSeqOnFail	設定力覺引導物件失敗時，是否中止或繼續執行力覺引導序列。 True : 正常 中止力覺引導序列。 False : 力覺引導序列失敗時，復原動作會加入，或力覺引導序列將會繼續執行。

Step 2. 開始前設定 I/O 處理

設定力覺引導物件開始前的I/O處理相關屬性(IOPreprocEnabled, IOPreprocOutputBit, IOPreprocOutputStatus)。

屬性	說明、設定指南
IOPreprocEnabled	設定是否在力覺引導物件開始時操作輸出位元。 您僅可操作一個輸出位元。 若要操作數個輸出位元，請使用SPELFunc物件。 False : 正常 True : 操作輸出位元時，如操作/中止周邊設備。
IOPreprocOutputBit	開始力覺引導物件時，請設定要操作的輸入位元。
IOPreprocOutputStatus	開始力覺引導物件時，設定是否要開啟或關閉輸入位元。 設定要輸出的狀態。

Step 3. 設定力控制功能

設定力控制功能相關屬性(Fx_ControlMode, ..., Tz_ControlMode, Fx_PressForce, ..., Tz_PressForce, Fx_Firmness, ..., Tz_Firmness, CFEnabled)。

屬性	說明、設定指南
Fx_ControlMode Fy_ControlMode Fz_ControlMode Tx_ControlMode Ty_ControlMode Tz_ControlMode	各方向的力控制功能模式。 Press+: 機器人會往各軸的正方向移動並按壓。 Press-: 機器人會往各軸的負方向移動並按壓。 指定Follow時: 透過力控制功能執行跟隨動作。 指定Disabled時: 力控制功能隨即停用。 將按壓方向的ControlMode設為Press+或Press-。 針對Follow設定欲跟隨的ControlMode。 多個方向必須設定為「Disabled」以外的值。
Fx_PressForce Fy_PressForce Fz_PressForce Tx_PressForce Ty_PressForce Tz_PressForce	設定各方向的力與扭力。 ControlMode為Press+或Press-時使用 ControlMode為Press+時: 設定負值。 ControlMode為Press-時 設定正值。 若為「插配孔洞」或組裝工作，Fx、Fy、Fz通常會使用3至5 [N]，或-3至-5 [N]。 但正確數值會因工作或工件而有所不同。
Fx_Firmness Fy_Firmness Fz_Firmness Tx_Firmness Ty_Firmness Tz_Firmness	針對各方向設定力控制功能硬度。 設定較大值時: 力控制功能會增強。但對力變化的反應速度較慢。 設定較小值時: 力控制功能會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。
CFEnabled	設定是否要對下一個力覺引導物件繼續執行力控制功能。 False : 正常 關閉力控制功能一次，接著執行下一個力覺引導物件。 True : 機器人與物件接觸後，欲維持穩定力開始下一個力覺引導物件時。

您可使用模擬器查看ControlMode設定。將顯示已啟用方向以外的座標系，顯示為灰色。

但機器人會視目前位置顯示。查看設定時，請確認將機器人移至執行力覺引導物件的位置。

如需如何使用模擬器進行檢查的詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide: 8. 模擬器 8.3 功能說明

Step 4. 設定結束條件基本資訊

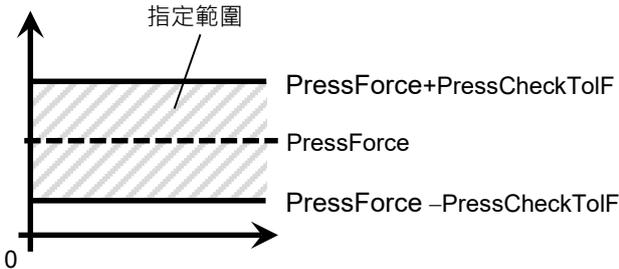
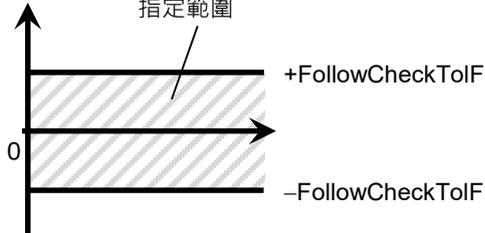
設定結束條件及逾時組合的相關屬性(EndCheckOperator、Timeout)。

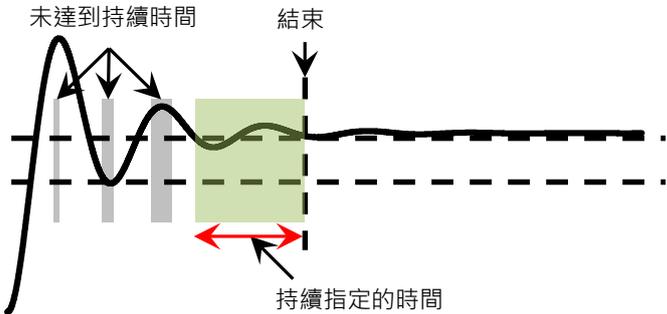
屬性	說明、設定指南
EndCheckOperator	此屬性可設定結合力、位置及I/O相關結束條件的方式。 AND：符合兩個條件時結束。 OR：符合一或多個條件時結束。
Timeout	此屬性可設定逾時期間。 未設定結束條件時： 逾時期間即為執行時間。 設定結束條件時： 未在指定時間內滿足結束條件時失敗。

Step 5. 設定力相關結束條件

設定與力結束條件相關的屬性(ForceCheckEnabled, ForceCheckMode, ForceCheckPolarity, PressCheckToIF, PressCheckToIT, FollowCheckToIF, FollowCheckToIT, HoldTimeThresh)。

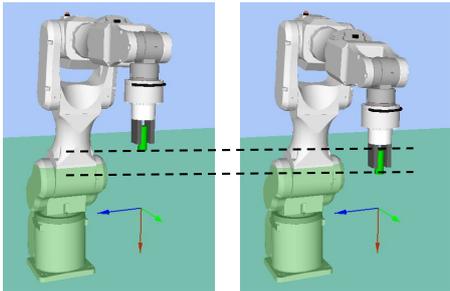
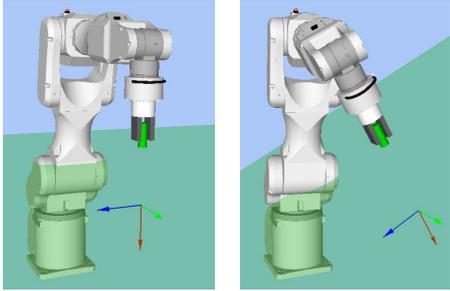
屬性	說明、設定指南
ForceCheckEnabled	此屬性可設定是否啟用力結束條件。 True：已啟用力結束條件時。
ForceCheckMode	判定的目標方向。 Press：僅按壓方向為判定目標。 由ControlMode指定的方向(Press+、Press-)為判定目標。 PressFollow：按壓方向及跟隨方向為判定目標。 由ControlMode指定的方向(Press+、Press-、Follow)為判定目標。
ForceCheckPolarity	與力相關的結束條件極性。 Inside：一般已設定。 在指定範圍內側為結束條件。 Outside：在指定範圍外側為結束條件。 使用特殊結束條件時使用Outside，如以按壓狀態開始，並將按壓狀態解除作為結束條件。

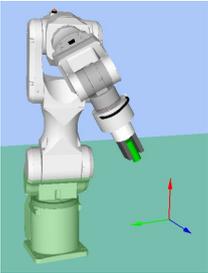
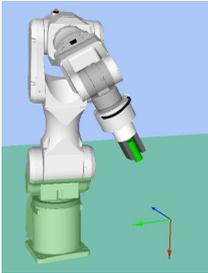
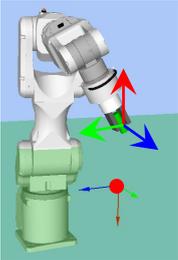
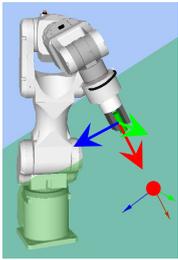
屬性	說明、設定指南
PressCheckToIF PressCheckToIT	<p>與力相關結束條件的按壓方向範圍。設定力結束條件的範圍。</p> <p>PressCheckToIF適用於Fx、Fy及Fz，且PressCheckToIT適用於Tx、Ty及Tz。</p> <p>監控Fx, Fy, Fz的ControlMode指定的力方向(Press+、Press-)的力是否位於PressForce -PressCheckToIF至PressForce +PressCheckToIF的範圍內。</p> <p>監控Tx, Ty, Tz的ControlMode指定的力方向(Press+、Press-)的力矩是否位於PressForce -PressCheckToIT至PressForce +PressCheckToIT的範圍內。</p> <p>下圖為PressCheckToIF示意圖。</p> 
FollowCheckToIF FollowCheckToIT	<p>此屬性可設定與力相關結束條件的跟隨方向範圍。</p> <p>FollowCheckToIF適用於Fx、Fy及Fz，且FollowCheckToIT適用於Tx、Ty及Tz。</p> <p>其會監控Fx, Fy, Fz的ControlMode針對Follow指定的方向力是否進入-FollowCheckToIF至+FollowCheckToIF的範圍內。</p> <p>其會監控Tx, Ty, Tz的ControlMode針對Follow指定的方向力矩是否進入-FollowCheckToIT至+FollowCheckToIT的範圍內。</p> <p>下圖為FollowCheckToIF示意圖。</p> 

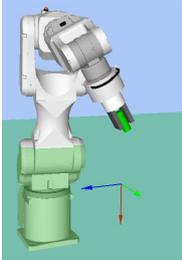
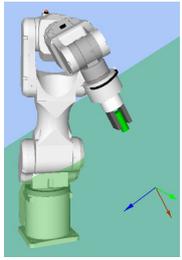
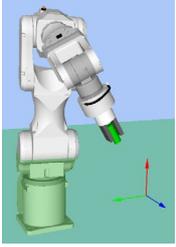
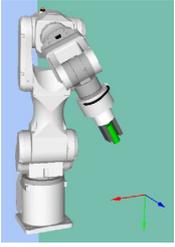
屬性	說明、設定指南
HoldTimeThresh	<p>設定用於判定是否已符合結束條件的持續時間。</p> <p>如下圖所示，若指定條件可在HoldTimeThresh指定的時間內維持，即可將其判定為符合結束條件。</p> <p>HoldTimeThresh: </p>  <p>未達到持續時間 結束</p> <p>持續指定的時間</p> <p>一般會設為「0」。</p> <p>設定下一個力覺引導物件結果不穩定時穩定動作的時間。</p> <p>建議依暫時停用結束條件後執行的實際結果設定時間。</p>

Step 6. 設定位置相關結束條件

設定與位置結束條件相關的屬性(PosCheckEnabled, PosCheckType, PlaneNumber, PlaneEndCond, PlaneRelativeOrg, PlaneRelativeX, PlaneRelativeY, PlaneRelativeZ, PlaneRelativeOrient, PlaneAxes, PlaneRelativeRobotLocal)。

屬性	說明、設定指南
PosCheckEnabled	<p>此屬性可設定是否啟用位置的結束條件。</p> <p>True : 已啟用位置的結束條件時。</p> <p>False : 已停用位置的結束條件時。</p>
PosCheckType	<p>與位置相關結束條件的類型。</p> <p>選擇RobotPlane時: 結束條件以設定的Plane為基準。 如下圖所示, 不論機器人位置, 使用此屬性依據定義位置設定結束條件</p>  <p>選擇RelativePlane時: 每次執行力覺引導序列時, 從目前位置的相對位置建立Plane, 並設為位置結束條件。 如下圖所示, 視開始位置, 使用此屬性變更位置結束條件</p>  <p>RobotPlane : 若要設定永遠以定義位置為主的結束條件</p> <p>RelativePlane : 使其成為機器人從起始位置移動相對量的結束條件。</p>
PlaneNumber	<p>設定用於位置結束條件的Plane編號。</p> <p>PosCheckType為RobotPlane時: 已依據指定的Plane編號設定結束條件。</p> <p>PosCheckType為RelativePlane時: 每次執行力覺引導序列時, 重新為Plane設定指定編號。 設定空白的Plane編號。</p>

屬性	說明、設定指南
PlaneEndCond	<p>設定位置結束條件的狀態。 將內側(Inside)或外側(Outside)設為結束條件。 機器人將成為指定狀態時，即可將其判定為符合位置結束條件。</p> <p>內側： 平面的+Z方向。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">Inside Outside</p>
PlaneRelativeOrg	<p>設定表示平面原點偏移量時，作為參考使用的座標系方向。</p> <p>左下圖為設定Base的範例。 依基礎座標系指定相對距離。 此為PlaneRelativeZ設定負值的範例。</p> <p>右下圖為設定Tool的範例。 依工具座標系指定相對距離。 此為PlaneRelativeZ設定正值的範例。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">Base Tool</p> <p>本地或工具座標系僅可在方向及原點位置不受影響的情況下使用。</p> <p>若要在機器人動作方向中設定結束條件位置，一般會與力覺引導序列的ForceOrient設定相同數值。</p>
PlaneRelativeX PlaneRelativeY PlaneRelativeZ	<p>設定從目前位置到平面原點的各方向偏移量。 方向將為PlaneRelativeOrg指定的座標系方向。</p>

屬性	說明、設定指南
PlaneRelativeOrient	<p>根據平面方向設定座標系。</p> <p>左下圖為設定Base的範例。 無論機器人在力覺引導物件起始點的方向，平面參考方向皆與基礎座標系一致。</p> <p>右下圖為設定Tool的範例。 平面參考方向會沿機器人在力覺引導物件起始點的方向改變。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">設定 Base 的範例 設定 Tool 的範例</p> <p>由於與機器人動作方向垂直的平面將作為結束條件，因此一般會設為與力覺引導序列ForceOrient相同的數值。</p>
PlaneAxes	<p>設定平面方向。 依據PlaneRelativeOrient指定的座標系，將平面設為PlaneAxes設定的方向。</p> <p>下圖為Base由PlaneRelativeOrient設定時的範例。 左圖: PlaneAxes指定的XY 右圖: PlaneAxes指定的YZ。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">XY YZ</p> <p>一般來說，設定與機器人動作方向垂直的平面。</p>
PlaneRelativeRobotLocal	<p>設定PlaneRelativeOrg及PlaneRelativeOrient為Local時使用的本地座標系編號。</p> <p>一般來說，設定與力覺引導序列RobotLocal相同的數值。</p>

Step 7. 設定 I/O 相關結束條件

設定與I/O結束條件相關的屬性(IOCheckEnabled, IOCheckInputBit, IOCheckInputStatus)。

屬性	說明、設定指南
IOCheckEnabled	此屬性可設定是否啟用I/O的結束條件。 True ：啟用I/O的結束條件時。
IOCheckInputBit	設定作為結束條件監控的輸入位元。
IOCheckInputStatus	設定要作為結束條件的輸入位元狀態。 若IOCheckInputBit指定的輸入位元成為IOCheckInputStatus指定的狀態，即可將其判定為符合結束條件。

Press 物件的調整方針

以下說明使用Press物件時的調整方法。

機器人動作發生振動時:

請提高Firmness值。但機器人的反應速度會變慢。
請針對操作執行適當調整。

若要調整Firmness，建議逐漸變更數值
(如數值增加10%)。

機器人在按壓方向中大幅彈跳時:

若機器人連續大幅彈跳數秒，機器人動作可能會受到力覺引導序列的LimitAccelS限制。

此外，很有可能在低功率模式執行期間發生。

若在高功率模式中執行時，機器人仍彈跳，請提高LimitAccelS值。
若不提高LimitAccelS值，請降低按壓方向的Firmness值。

機器人未達到目標力時:

降低按壓方向的Firmness值。

但機器人動作容易產生振動。
請針對操作執行適當調整。

若要調整Firmness，建議逐漸變更數值
(如數值降低10%)。

機器人未往按壓方向移動時:

確認機器人沒有移動的ControlMode為Press+或Press-。

設定Press+或Press-時，確認PressForce是否設定為「0」。

機器人在相反方向中移動時:

確認機器人在相反方向中移動的ControlMode為Press+或Press-。

機器人設為假設方向時，請確認力覺引導序列、工具座標系或本地座標系的ForceOrient或RobotLocal。

Press 物件屬性的詳細資料

Name 屬性

此屬性可設定指派至力覺引導物件的特定名稱。
建立 Press 物件時，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 Press 後新增編號(如 Press01)。

您可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用英數字元及底線[_]。NOTE: 起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

此屬性可設定力覺引導物件說明。
字元字串最多可設定 255 個字元。

Enabled 屬性

此屬性可設定是否啟用力覺引導物件。
指定 True 時，會執行力覺引導物件。
指定 False 時，會執行下一個力覺引導物件，而非此力覺引導物件。
若要暫時儲存力覺引導序列，或在力覺引導序列建立期間，透過複製力覺引導物件的方式嘗試不同參數，請使用此屬性。

數值	說明
True	啟用力覺引導物件。
False	停用力覺引導物件。

預設: True

StepID 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的StepID。
僅限AutoStepID為False時使用。

	數值
最小值	0
最大值	32767

預設: 自動依據力覺引導序列及力覺引導物件編號設定。

AbortSeqOnFail 屬性

此屬性可設定力覺引導物件失敗時的操作。

指定True時:

若力覺引導物件失敗，程式會結束力覺引導序列，並繼續進行下一個SPEL陳述式。

指定False時:

若力覺引導物件失敗，程式會繼續進行下一個力覺引導物件，而不會結束力覺引導序列。

若要繼續進行力覺引導序列(如力覺引導物件失敗時，復原程序會加入力覺引導序列中)，請使用此屬性。

數值	說明
True	力覺引導物件失敗時，中止力覺引導序列。
False	力覺引導物件失敗時，開始下一個力覺引導序列。

預設: True

IOPreprocEnabled 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作。

I/O操作是由IOPreprocOutputBit屬性及IOPreprocOutputStatus屬性所定義。若要在執行力覺引導物件前操作末端夾具或周邊設備，請使用此屬性。

數值	說明
True	開始時執行I/O操作。
False	開始時不執行I/O操作。

預設: False

IOPreprocOutputBit 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作(輸出位元)。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

	數值
最小值	0
最大值	7167

預設: 0

IOPreprocOutputStatus 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作輸出狀態。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

數值	說明
Off	關閉指定的輸出位元。(設為0)
On	開啟指定的輸出位元。(設為1)

預設: Off

Fx_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Fx方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Fx方向的力控制功能。

指定Press+或Press-時，Fx方向的力控制功能會如按壓模式執行在按壓模式中，機器人會進行按壓操作，因此其為Fx_PressForce指定的力。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Fx方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外力為「0」。因此，施加外力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Press+	以在正方向按壓的方式執行力控制功能。
Press-	以在負方向按壓的方式執行力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Fx_PressForce 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Fx方向的按壓力。

Fx_ControlMode為Press+或Press-時使用。

ControlMode為Press+時:

	數值(單位: [N])
最小值	-250
最大值	0

預設: 0

ControlMode為Press-時:

	數值(單位: [N])
最小值	0
最大值	250

預設: 0

Fx_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Fx方向的力控制功能硬度。

Fx_ControlMode為Press+、Press-或Follow時使用。

Fx_Firmness數值提高時，Fx方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Fx_Firmness降低時，Fx方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

Fy_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Fy方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Fy方向的力控制功能。

指定Press+或Press-時，會以跟隨模式執行Fy方向的力控制功能。在按壓模式中，機器人會進行按壓操作，因此其為Fy_PressForce指定的力。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Fy方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外力為「0」。因此，施加外力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Press+	以在正方向按壓的方式執行力控制功能。
Press-	以在負方向按壓的方式執行力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Fy_PressForce 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間Fy方向的按壓力。Fy_ControlMode為Press+或Press-時使用。

ControlMode為Press+時:

	數值(單位: [N])
最小值	-250
最大值	0

預設: 0

ControlMode為Press-時:

	數值(單位: [N])
最小值	0
最大值	250

預設: 0

Fy_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Fy方向的力控制功能硬度。Fy_ControlMode為Press+、Press-或Follow時使用。

Fy_Firmness數值提高時，Fy方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Fy_Firmness降低時，Fy方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

Fz_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Fz方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Fz方向的力控制功能。

指定Press+或Press-時，會以按壓模式執行Fz方向的力控制功能。在按壓模式中，機器人會進行按壓操作，因此其為Fz_PressForce指定的力。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Fz方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外力為「0」。因此，施加外力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Press+	以在正方向按壓的方式執行力控制功能。
Press-	以在負方向按壓的方式執行力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Fz_PressForce 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間Fz方向的按壓力。Fz_ControlMode為Press+或Press-時使用。

ControlMode為Press+時:

	數值(單位: [N])
最小值	-250
最大值	0

預設: 0

ControlMode為Press-時:

	數值(單位: [N])
最小值	0
最大值	250

預設: 0

Fz_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Fz方向的力控制功能硬度。

Fz_ControlMode為Press+、Press-或Follow時使用。

Fz_Firmness數值提高時，Fz方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Fz_Firmness降低時，Fz方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

Tx_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Tx方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Tx方向的力控制功能。

指定Press+或Press-時，會以按壓模式執行Tx方向的力控制功能。在按壓模式中，機器人會進行按壓操作，因此其為Tx_PressForce指定的力。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Tx方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外部扭力為「0」。因此，施加外部扭力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Press+	以在正方向按壓的方式執行力控制功能。
Press-	以在負方向按壓的方式執行力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Tx_PressForce 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間Tx方向的按壓力。Tx_ControlMode為Press+或Press-時使用

ControlMode為Press+時:

	數值(單位: [N·mm])
最小值	-18000
最大值	0

預設: 0

ControlMode為Press-時:

	數值(單位: [N·mm])
最小值	0
最大值	18000

預設: 0

Tx_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Tx方向的力控制功能硬度。

Tx_ControlMode為Press+、Press-或Follow時使用。

Tx_Firmness數值提高時，Tx方向的力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Tx_Firmness降低時，Tx方向的力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	1000000

預設: 3000

Ty_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Ty方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Ty方向的力控制功能。

指定Press+或Press-時，會以按壓模式執行Ty方向的力控制功能。在按壓模式中，機器人會進行按壓操作，因此其為Ty_PressForce指定的力。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Ty方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外部扭力為「0」。因此，施加外部扭力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Press+	以在正方向按壓的方式執行力控制功能。
Press-	以在負方向按壓的方式執行力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Ty_PressForce 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間Ty方向的按壓力。Ty_ControlMode為Press+或Press-時使用。

ControlMode為Press+時:

	數值(單位: [N·mm])
最小值	-18000
最大值	0

預設: 0

ControlMode為Press-時:

	數值(單位: [N·mm])
最小值	0
最大值	18000

預設: 0

Ty_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Ty方向的力控制功能硬度。

Ty_ControlMode為Press+、Press-或Follow時使用。

Ty_Firmness數值提高時，Ty方向的力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Ty_Firmness降低時，Ty方向的力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	1000000

預設: 3000

Tz_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Tz方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Tz方向的力控制功能。

指定Press+或Press-時，會以按壓模式執行Tz方向的力控制功能。在按壓模式中，機器人會進行按壓操作，因此其為Tz_PressForce指定的力。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Tz方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外部扭力為「0」。因此，施加外部扭力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Press+	以在正方向按壓的方式執行力控制功能。
Press-	以在負方向按壓的方式執行力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Tz_PressForce 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間Tz方向的按壓力。

Tz_ControlMode為Press+或Press-時使用。

ControlMode為Press+時:

	數值(單位: [N·mm])
最小值	-18000
最大值	0

預設: 0

ControlMode為Press-時:

	數值(單位: [N·mm])
最小值	0
最大值	18000

預設: 0

Tz_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Tz方向的力控制功能硬度。

Tz_ControlMode為Press+、Press-或Follow時使用。

Tz_Firmness數值提高時，Tz方向的力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Tz_Firmness降低時，Tz方向的力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	1000000

預設: 3000

CFEnabled 屬性

此屬性可設定是否要在力覺引導物件結束後繼續力控制功能。
即使力覺引導序列在CFEnabled為True的情況下結束，力控制功能也將會結束。

數值	說明
True	即使力覺引導物件已結束，力控制功能也會繼續執行下一個力覺引導物件。
False	力控制功能將會在力覺引導物件結束時結束。

預設: False

EndCheckOperator 屬性

此屬性可設定使用多個力覺引導物件結束條件時的組合條件。
指定AND時，若符合所有已啟用的結束條件，代表力覺引導物件執行已完成，且判定為成功。
指定OR時，若符合所有已啟用的結束條件，代表力覺引導物件執行已完成，且判定為成功。

數值	說明
OR	結合為OR條件。
AND	結合為AND條件。

預設: Disabled

ForceCheckEnabled 屬性

此屬性可設定與力相關之力覺引導物件的結束條件。

數值	說明
True	啟用與力相關的結束條件。
False	停用與力相關的結束條件。

預設: False

ForceCheckMode 屬性

此屬性會針對力相關的結束條件，設定將成為條件的方向。

數值	說明
Press	由ControlMode指定的方向(Press+、Press-)為力條件。
PressFollow	由ControlMode指定的方向(Press+、Press-及Follow)為力條件。

預設: Press

ForceCheckPolarity 屬性

此屬性會針對力相關的結束條件，設定結束條件是否介於或超出指定範圍。

數值	說明
Outside	在指定範圍外側為結束條件。
Inside	在指定範圍內側為結束條件。

預設: Inside

PressCheckToIF 屬性

此屬性可設定與力相關的結束條件範圍。

ForceCheckEnabled在Fx、Fy及Fz方向中由ControlMode指定Press的方向為True時，會使用此屬性。

判定各方向的力是否位於或超出

PressForce - PressCheckToIF至PressForce + PressCheckToIF之間的範圍。

	數值(單位: [N])
最小值	0.1
最大值	10

預設: 1

PressCheckToIT 屬性

此屬性可設定與力相關的結束條件範圍。

ForceCheckEnabled在Tx、Ty及Tz方向中由ControlMode指定Press的方向為True時，會使用此屬性。

判定各方向的力是否位於或超出

PressForce - PressCheckToIT至PressForce + PressCheckToIT之間的範圍。

	數值(單位: [N·mm])
最小值	RC+7.5.1 (F/W7.5.1.0)或以後，或序列版本是7.5.1時: 1 RC+7.5.1 (F/W7.5.1.0)以前，或序列版本是7.4.0時: 100
最大值	10000

預設: 500

FollowCheckToIF 屬性

此屬性可設定與力相關的結束條件範圍。

ForceCheckEnabled為True，且ForceCheckMode在Fx、Fy及Fz方向中由ControlMode指定Follow的方向設定為PressFollow時，會使用此屬性。

判定各方向的力是否位於或超出-FollowCheckToIF至+FollowCheckToIF之間的範圍。

	數值(單位: [N])
最小值	0.1
最大值	10

預設: 1

FollowCheckToIT 屬性

此屬性可設定與力相關的結束條件範圍。

ForceCheckEnabled為True，且ForceCheckMode在Tx、Ty及Tz方向中由ControlMode指定Follow的方向設定為PressFollow時，會使用此屬性。

判定各方向的力是否位於或超出

-FollowCheckToIT至+FollowCheckToIT之間的範圍。

	數值(單位: [N·mm])
最小值	RC+7.5.1 (F/W7.5.1.0)或以後，或序列版本是7.5.1時: 1 RC+7.5.1 (F/W7.5.1.0)以前，或序列版本是7.4.0時: 100
最大值	10000

預設: 500

HoldTimeThresh 屬性

此屬性可設定力相關結束條件判定前的持續時間。ForceCheckEnabled為True時使用。指定條件維持HoldTimeThresh指定的時間時，此屬性會判定是否符合結束條件。

	數值(單位: [sec])
最小值	0
最大值	10

預設: 0

PosCheckEnabled 屬性

此屬性可設定與I/O相關之力覺引導物件的結束條件。

數值	說明
True	啟用與位置相關的結束條件。
False	停用與位置相關的結束條件。

預設: False

PosCheckType 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定是否使用預先定義的Plane，或從力覺引導物件的開始位置設定相對位置。

指定RobotPlane時，請使用定義的Plane設定結束條件。

指定RelativePlane時，每次執行力覺引導物件時，皆需從力覺引導物件開始位置，將Plane重設為相對位置。

數值	說明
RobotPlane	將已定義的Plane作為結束條件使用。
RelativePlane	將Plane設為相對位置，並作為結束條件使用。

預設: RobotPlane

PlaneNumber 屬性

此屬性可設定與位置相關結束條件使用的Plane編號。

在PosCheckType屬性中指定Plane時，指定編號的Plane將不會改變。

在PosCheckType屬性中指定Relative時，每次執行力覺引導物件時，皆需重新定義新的指定Plane編號。因此，請注意原始設定將會遺失。

	數值
最小值	1
最大值	15

預設: 1

PlaneEndCond 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定判定為結束的條件。

數值	說明
Outside	在Plane外側為結束條件。
Inside	在Plane內側為結束條件。

預設: Inside

PlaneRelativeOrg 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可指定設定相對位置設定Plane的座標系。

PosCheckType指定RelativePlane時使用。

數值	說明
Base	依基礎座標系指定相對位置。
Local	依本地座標系指定相對位置。 本地座標系編號是由PlaneRelativeRobotLocal指定。
Tool	依工具座標系指定相對位置。

預設: Tool

PlaneRelativeX 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定X方向中設定Plane的相對位置。

PosCheckType指定RelativePlane時使用。

X方向會跟隨PlaneRelativeOrg指定的座標系。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

PlaneRelativeY 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定Y方向中設定Plane的相對位置。

PosCheckType指定RelativePlane時使用。

Y方向會跟隨PlaneRelativeOrg指定的座標系。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

PlaneRelativeZ 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定Z方向中設定Plane的相對位置。
 PosCheckType指定RelativePlane時使用。
 Z方向會跟隨PlaneRelativeOrg指定的座標系。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

PlaneRelativeOrient 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定設定Plane的座標系。
 PosCheckType指定RelativePlane時使用。
 Plane會設定於PlaneRelativeOrient指定座標系中PlaneAxes指定的軸上。
 指定Base時，會將Plane設定在基礎座標系中PlaneAxes指定的軸上。
 指定Local時，會將Plane設定在PlaneRelativeRobotLocal指定編號的本地座標系中PlaneAxes指定的軸上。
 指定Tool時，Plane會設定於工具座標系中PlaneAxes指定的軸上。

數值	說明
Base	依基礎座標系指定平面方向。
Local	依本地座標系指定平面方向。
Tool	依工具座標系指定平面方向。

預設: Tool

PlaneAxes 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定設定Plane的軸。
 PosCheckType指定RelativePlane時使用。
 Plane會設定於PlaneRelativeOrient指定座標系中PlaneAxes指定的軸上。

數值	說明
XY	在XY平面上設定Plane。
YZ	在YZ平面上設定Plane。
XZ	在XZ平面上設定Plane。

預設: XY

PlaneRelativeRobotLocal 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定指定Plane相對位置或方向的本地座標系編號。

可使用於下列任一種情況:

- 在PosCheckType中指定RelativePlane，且在PlaneRelativeOrg中指定Local。
- 在PosCheckType中指定RelativePlane，且在PlaneRelativeOrient中指定Local。

數值	說明
0 (Base)	使用Local 0座標系(基礎座標系)。 此與在PlaneRelativeOrg或PlaneRelativeOrient中指定Base相同。
1至15	使用指定編號的本地座標系。

預設: 0 (Base)

IOCheckEnabled 屬性

此屬性可設定與I/O相關之力覺引導物件的結束條件。

數值	說明
True	啟用與I/O相關的結束條件。
False	停用與I/O相關的結束條件。

預設: False

IOCheckInputBit 屬性

此屬性可設定I/O相關結束條件的判定目標位元。

IOCheckEnabled為True時使用。

	數值
最小值	0
最大值	7167

預設: 0

IOCheckInputStatus 屬性

此屬性可設定I/O相關結束條件的判定條件。

IOCheckEnabled為True時使用。

依據IOCheckInputBit指定位元，即可將其判定為符合結束條件。

數值	說明
Off	輸入位元為OFF (0)時，即可將其判定為符合結束條件。
On	輸入位元為ON (1)時，即可將其判定為符合結束條件。

預設: Off

Timeout 屬性

此屬性可設定力覺引導物件的逾時期間。

機器人不符合ForceCheckEnabled、PosCheckEnabled或IOCheckEnabled啟動的條件時，即使已經過Timeout指定的時間，仍會將其判定為Press物件失敗。

判定後，請依AbortSeqOnFail結束力覺引導序列，或繼續進行下一個力覺引導物件。

ForceCheckEnabled、PosCheckEnabled及IOCheckEnabled為False時，會在Timeout指定的時間經過後結束力覺引導物件。判定為成功，並繼續進行下一個力覺引導物件。

	數值(單位: [sec])
最小值	0.1
最大值	60

預設: 10

Press 物件結果的詳細資料

EndStatus 結果

此為執行結果。

符合 4.2.2.7 *Press* 物件中所述的「成功條件」時，其將會成功。

數值	說明
Passed	力覺引導物件執行成功。
Failed	力覺引導物件執行失敗。
NoExec	力覺引導物件未執行。
Aborted	力覺引導物件執行期間中止。

Time 結果

此為執行所需時間。

單位: [sec]

TimedOut 結果

此為是否已達到 Timeout 屬性中設定的逾時期間。

數值	說明
True	已達到逾時期間。
False	達到逾時期間前結束。

EndForces 結果

此為力覺引導物件結束時的力與扭力。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

EndPos 結果

力覺引導物件結束時的位置。擷取 X, Y, Z, U, V, W 數值。

單位: X, Y, Z [mm] / U, V, W [deg.]

AvgForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力平均值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力峰值。峰值為最大絕對值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

ForceCondOK 結果

此為是否符合與力相關的結束條件。

數值	說明
True	符合與力相關的結束條件。
False	不符合與力相關的結束條件。

TriggeredForces 結果

此為符合與力相關結束條件時的力與扭力。

擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

TriggeredPos 結果

符合與力相關結束條件時的位置。擷取 X, Y, Z, U, V, W 數值。

單位: X, Y, Z [mm] / U, V, W [deg.]

PosCondOK 結果

此為是否符合與位置相關的結束條件。

數值	說明
True	符合與位置相關的結束條件。
False	不符合與位置相關的結束條件。

IOCondOK 結果

此為是否符合與 I/O 相關的結束條件。

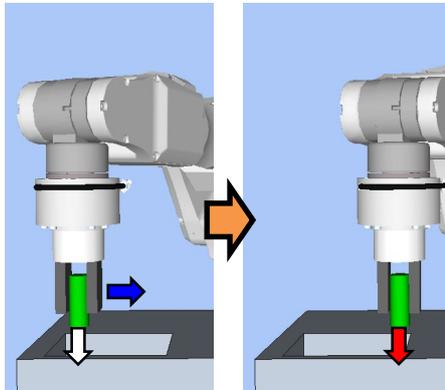
數值	說明
True	符合與I/O相關的結束條件。
False	不符合與I/O相關的結束條件。

4.2.2.8 PressMove物件

PressMove物件會使機器人沿著指定軌跡移動，同時以指定的力往指定方向按壓。

此外，其可同時跟隨其他指定方向，如FollowMove物件。

機器人在未接觸物件的情況下執行Press物件時，除了在指定軌跡上移動外，還會往指定力的方向移動。在插配孔洞或組裝工作時使用此物件進行按壓、螺絲鎖付或拋光。即使工件的尺寸或抓取位置有誤差範圍，機器人仍可在維持穩定力量的情況下移動。



上圖為PressMove物件動作的示意圖。機器人以非接觸狀態執行時，會在移動軌跡(藍色箭頭)的同時往按壓方向(白色箭頭)移動。機器人接觸到物件後，會以指定軌跡移動，同時維持施加一定力量(紅色箭頭)的狀態。

機器人以指定軌跡移動時若符合結束條件，則表示PressMove物件將執行成功。其可使用位置、I/O及力相關的結束條件。

每個結束條件皆可設定是否在ForceCheckEnabled、PosCheckEnabled及IOCheckEnabled中使用。若未設定結束條件，物件一律將執行成功。設定多個結束條件時，您可選擇如何結合EndCheckOperator中的AND或OR結束條件。

各條件如下:

結束條件	成功條件
力相關結束條件	<p>機器人以指定軌跡移動時，會在HoldTimeThresh指定的時間內持續符合下列所有項目。</p> <p>ForceCheckPolarity為Inside時： 在Fx、Fy及Fz中， ControlMode指定為Press-或Press+的軸位於PressForce -PressCheckToIF至PressForce +PressCheckToIF的範圍內。</p> <p>ForceCheckPolarity為Outside時： 在Fx、Fy及Fz中， ControlMode指定為Press-或Press+的軸超出PressForce -PressCheckToIF至PressForce +PressCheckToIF的範圍。</p> <p>ForceCheckPolarity為Inside時： 在Tx、Ty及Tz中， ControlMode指定為Press-或Press+的軸位於PressForce -PressCheckToIT至PressForce +PressCheckToIT的範圍內。</p> <p>ForceCheckPolarity為Outside時： 在Tx、Ty及Tz中， ControlMode指定為Press-或Press+的軸超出PressForce -PressCheckToIT至PressForce +PressCheckToIT的範圍。</p> <p>ForceCheckMode為PressFollow且 ForceCheckPolarity為Inside時： 在Fx、Fy及Fz中，ControlMode指定Follow的軸位於 -FollowCheckToIF至+FollowCheckToIF的範圍內。</p> <p>ForceCheckMode為PressFollow且 ForceCheckPolarity為Outside時： 在Fx、Fy及Fz中，ControlMode指定Follow的軸超出 -FollowCheckToIF至+FollowCheckToIF的範圍。</p> <p>ForceCheckMode為PressFollow且 ForceCheckPolarity為Inside時： 在Tx、Ty及Tz中，ControlMode指定Follow的軸位於 -FollowCheckToIT至+FollowCheckToIT的範圍內。</p> <p>ForceCheckMode為PressFollow且 ForceCheckPolarity為Outside時： 在Tx、Ty及Tz中，ControlMode指定Follow的軸超出 -FollowCheckToIT至+FollowCheckToIT的範圍。</p>
與位置相關的結束條件	<p>機器人以指定軌跡移動時，符合下列任一項目：</p> <p>PosCheckType為RobotPlane時： 針對PlaneNumber設定的Plane，符合PlaneEndCondition設定的狀態。</p> <p>PosCheckType為RelativePlane時： 針對PlaneRelativeX, PlaneRelativeY, PlaneRelativeZ, PlaneRelativeOrg, PlaneRelativeOrient, PlaneAxes, PlaneRelativeRobotLocal設定的相對平面，符合PlaneEndCondition設定的狀態。</p>
I/O相關結束條件	<p>機器人以指定軌跡移動時，IOCheckInputBit指定的輸入位元應為IOCheckInputStatus指定的狀態。</p>

PressMove 物件的屬性設定方針

Step 1. 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name, Description, Enabled, StepID, AbortSeqOnFail)。

屬性	說明、設定指南
Name	此屬性可設定力覺引導物件名稱。 設定特定名稱。
Description	此屬性可設定力覺引導物件說明。 描述操作說明。設定字元字串。
Enabled	設定是否執行力覺引導物件。 True : 正常 False : 不執行力覺引導物件時，例如改執行另一個力覺引導物件。
StepID	力覺引導物件執行期間的StepID。 設定ID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您瞭解哪個記錄資料支援程序。 力覺引導序列的AutoStepID為False時套用。
AbortSeqOnFail	設定力覺引導物件失敗時，是否中止或繼續執行力覺引導序列。 True : 正常 中止力覺引導序列。 False : 力覺引導序列失敗時，復原動作會加入，或力覺引導序列將會繼續執行。

Step 2. 開始前設定 I/O 處理

設定力覺引導物件開始前的I/O處理相關屬性(IOPreprocEnabled, IOPreprocOutputBit, IOPreprocOutputStatus)。

屬性	說明、設定指南
IOPreprocEnabled	設定是否在力覺引導物件開始時操作輸出位元。 您僅可操作一個輸出位元。 若要操作數個輸出位元，請使用SPELFunc物件。 False : 正常 True : 操作輸出位元時，如操作/中止周邊設備。
IOPreprocOutputBit	開始力覺引導物件時，請設定要操作的輸入位元。
IOPreprocOutputStatus	開始力覺引導物件時，設定是否要開啟或關閉輸入位元。 設定要輸出的狀態。

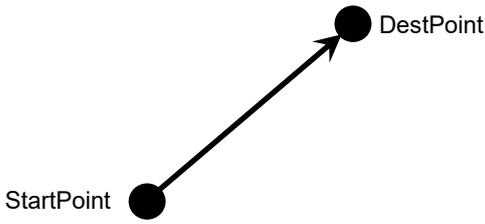
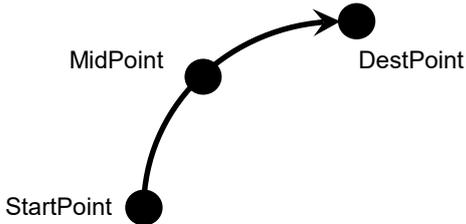
Step 3. 設定移動動作

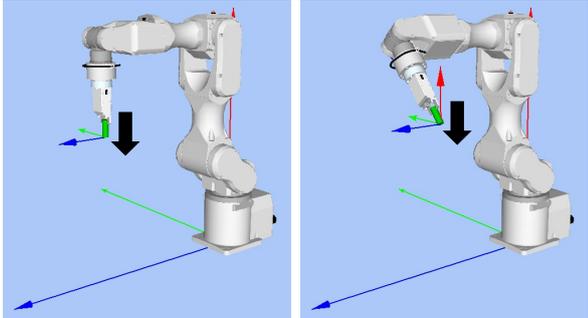
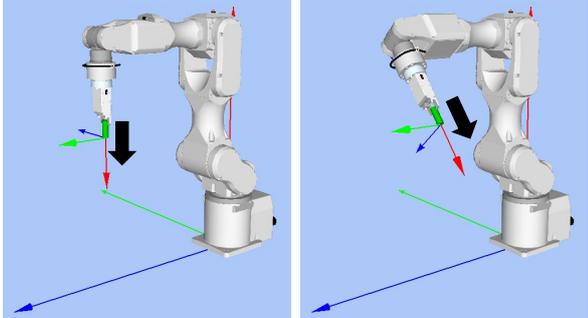
設定移動相關屬性(MotionTrajectory, AccelS, AccelR, SpeedS, SpeedR, CPEnabled)。

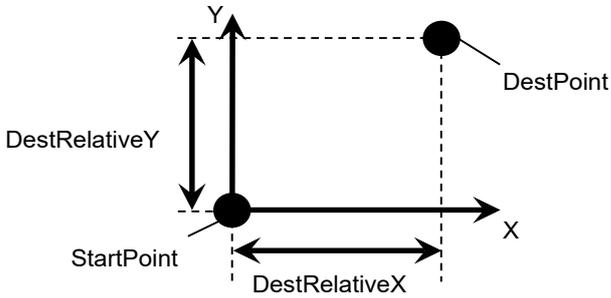
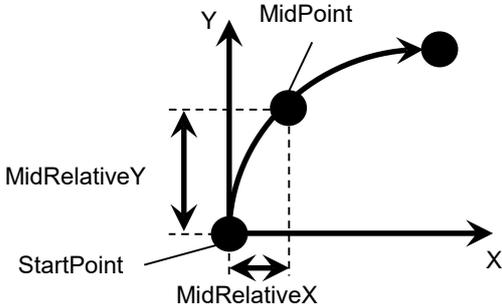
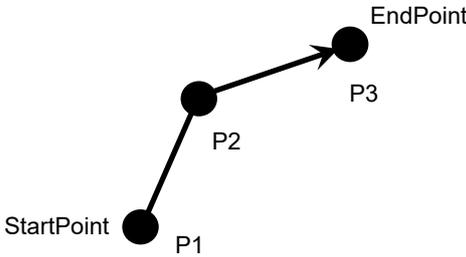
屬性	說明、設定指南
MotionTrajectory	設定移動的軌跡類型。 Straight : 想要直線動作時 Arc : 想要曲線動作時 MultiStraight : 想要多個點連續做直線動作時 MultiStraightCP : 想要多個點在連接軌道連續線性動作時
AccelS AccelR	設定移動的加速。 AccelS : 平移加速 AccelR : 旋轉加速 實際加速是由力控制功能調整。
SpeedS SpeedR	設定移動速度。 SpeedS : 平移速度 SpeedR : 旋轉速度 實際速度是由力控制功能調整。
SpeedRPriority	設置移動時是否優先 SpeedR 屬性。 如果點之間的姿態變化相對於移動距離較大，則使用 SpeedS 屬性動作時，可能會出現加速度錯誤。 AutoDistOrientRatio 根據點之間的移動距離和姿態變化自動確定是否使用 SpeedR 屬性。推薦選擇 AutoDistOrientRatio 。 固定在 SpeedS 屬性或 SpeedR 屬性時，請選擇 Disabled 或 Enabled 。 Disabled : 始終使用 SpeedS 屬性時 Enabled : 始終使用 SpeedR 屬性時
CPEnabled	設定是否根據路徑動作連接 PressMove 物件的軌跡及下列力覺引導物件的軌跡。 True : 連接複雜軌跡以由多個 PressMove 物件操作時。

Step 4. 設定目的地點

設定移動軌跡相關屬性(DestType, DestPoint, MidPoint, RelativeOrient, RelativeRobotLocal, DestRelativeX, ..., DestRelativeW, MidRelativeX, ..., MidRelativeW)。

屬性	說明、設定指南
DestType	<p>此屬性可設定目的地點的設定方式。 若使用力控制功能，機器人位置會由力調整。因此，建議透過相對移動量，從定位點指定目的地點。 RobotPoint：移至指定點時 Relative：指定相對移動量時</p>
DestPoint	<p>設定代表目的地點的點位(DestPoint)。 MotionTrajectory中選擇Straight時： 如下圖所示，機器人會從力覺引導物件的起始點以直線往DestPoint移動。</p>  <p>The diagram illustrates a straight line trajectory. It features three black circular points: 'StartPoint' at the bottom left, 'DestPoint' at the top right, and a line connecting them. An arrowhead is at the 'DestPoint' end of the line.</p>
MidPoint	<p>MotionTrajectory為Arc時，設定代表中點的點位(MidPoint)。 如下圖所示，機器人會在通過MidPoint後往DestPoint移動。</p>  <p>The diagram illustrates an arc trajectory. It features three black circular points: 'StartPoint' at the bottom left, 'MidPoint' in the middle, and 'DestPoint' at the top right. A curved line with an arrowhead connects 'StartPoint' to 'DestPoint', passing through 'MidPoint'.</p>

屬性	說明、設定指南
RelativeOrient	<p>設定將作為相對移動參考的座標系方向。</p> <p>指定Base或Local時: 從外側檢視時，機器人始終會往定義方向運作。 以下為設定Base的範例。往-Z方向移動時，即使機器人的手指方向改變，機器人始終會垂直向下(基礎座標系中的-Z方向)移動。(黑色箭頭為機器人動作方向。) 若需機器人往與基礎座標系不同的方向移動，請在本地座標系中指定。</p>  <p>指定Tool時: 移動方向會沿起始點的方向改變。 以下為設定Tool的範例。往+Z方向移動時，移動方向會視起始點的機器人手指方向變更。</p>  <p>Base、Local: 在力覺引導物件起始點的機器人姿勢即使已變更，從外側看機器人總是朝著一定的方向移動。</p> <p>Tool 若要按照機器人姿勢的方向移動。</p>
RelativeRobotLocal	設定由RelativeOrient指定Local時使用的本地座標系編號。

屬性	說明、設定指南
DestRelativeX DestRelativeY DestRelativeZ DestRelativeU DestRelativeV DestRelativeW	<p>設定各方向從力覺引導物件起始點至目的地點的相對移動量。</p> <p>如下圖所示，根據RelativeOrient設定座標系中各方向的相對移動量。</p> 
MidRelativeX MidRelativeY MidRelativeZ MidRelativeU MidRelativeV MidRelativeW	<p>設定各方向從力覺引導物件起始點至中點的相對移動量。</p> <p>如下圖所示，根據RelativeOrient設定座標系中各方向的中點移動量。</p> 
StartPoint EndPoint	<p>當MotionTrajectory是MultiStraight或MultiStraighCP時，設置力覺引導物件的連續操作開始位置和結束位置。如下圖所示，在StartPoint設定P1、EndPoint設定P3時，按P1、P2、P3的順序連續移動。</p> 

Step 5. 設定力控制功能

設定力控制功能相關屬性(Fx_ControlMode, ..., Tz_ControlMode, Fx_PressForce, ..., Tz_PressForce, Fx_Firmness, ..., Tz_Firmness, CFEnabled)。

屬性	說明、設定指南
Fx_ControlMode Fy_ControlMode Fz_ControlMode Tx_ControlMode Ty_ControlMode Tz_ControlMode	各方向的力控制功能模式。 Press+: 機器人會往各軸的正方向移動並按壓。 Press-: 機器人會往各軸的負方向移動並按壓。 指定Follow時: 針對力控制功能執行跟隨動作。 指定Disabled時: 力控制功能隨即停用。 將按壓方向的ControlMode設為Press+或Press-。 針對Follow設定欲跟隨的ControlMode。 多個方向必須設定為「Disabled」以外的值。
Fx_PressForce Fy_PressForce Fz_PressForce Tx_PressForce Ty_PressForce Tz_PressForce	設定各方向的力與扭力。 ControlMode為Press+或Press-時使用 ControlMode為Press+時: 設定負值。 ControlMode為Press-時: 設定正值。 若為「插配孔洞」或組裝工作，Fx, Fy, Fz通常會使用3至5 [N]，或-3至-5 [N]。但正確數值會因工作或工件而有所不同。
Fx_Firmness Fy_Firmness Fz_Firmness Tx_Firmness Ty_Firmness Tz_Firmness	針對各方向設定力控制功能硬度。 設定較大值時: 力控制功能會增強。 但對力變化的反應速度較慢。 設定較小值時: 力控制功能會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。
CFEnabled	設定是否要對下一個力覺引導物件繼續執行力控制功能。 False : 正常 關閉力控制功能一次，接著執行下一個力覺引導物件。 True : 機器人與物件接觸後，欲維持穩定力開始下一個力覺引導物件時。

您可使用模擬器查看ControlMode設定。反灰的座標系(除了已啟用方向外)隨即顯示。

但機器人會視目前位置顯示。查看設定時，請確認將機器人移至執行力覺引導物件的位置。

如需如何使用模擬器進行檢查的詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide: 8. 模擬器, 8.3 功能說明

Step 6. 設定結束條件基本資訊

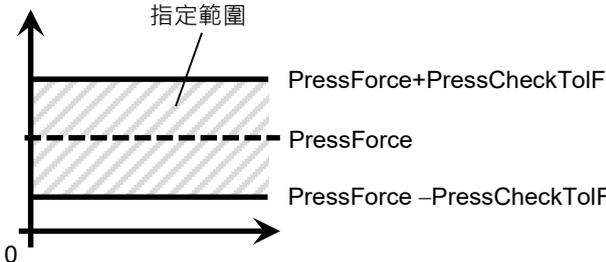
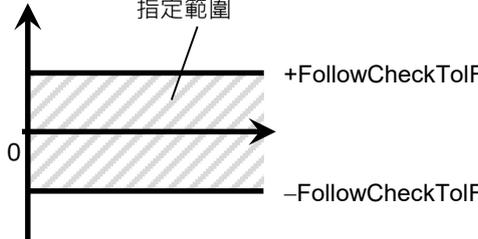
設定結束條件組合的相關屬性(EndCheckOperator)。

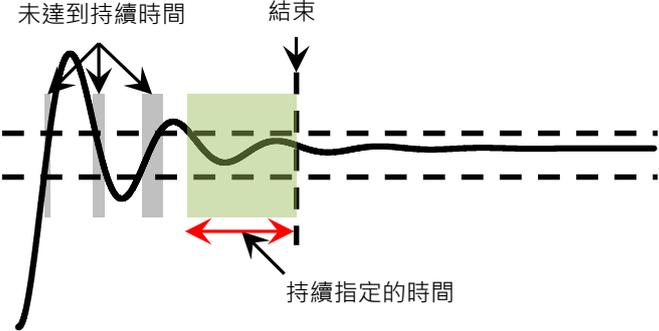
屬性	說明、設定指南
EndCheckOperator	此屬性可設定結合力、位置及I/O相關結束條件的方式。 AND : 符合所有要使用的條件時結束。 OR : 符合一或多個條件時結束。

Step 7. 設定力相關結束條件

設定與力結束條件相關的屬性(ForceCheckEnabled, ForceCheckMode, ForceCheckPolarity, PressCheckTolF, PressCheckTolT, FollowCheckTolF, FollowCheckTolT, HoldTimeThresh)。

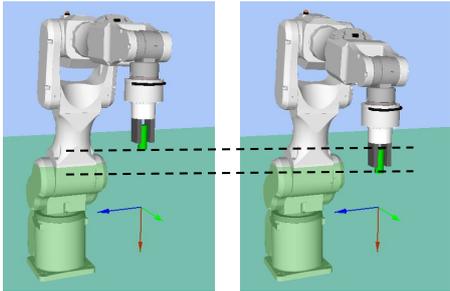
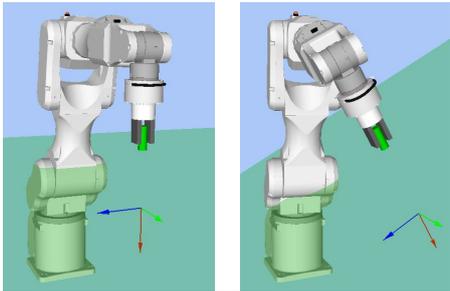
屬性	說明、設定指南
ForceCheckEnabled	此屬性可設定是否啟用力結束條件。 True : 已啟用力結束條件時。
ForceCheckMode	判定的目標方向。 Press : 僅按壓方向為判定目標。 由ControlMode指定的方向(Press+, Press-)為判定目標。 PressFollow : 按壓方向及跟隨方向為判定目標。 由ControlMode指定的方向(Press+, Press-, Follow)為判定目標。
ForceCheckPolarity	與力相關的結束條件極性。 Inside : 一般已設定。 在指定範圍內側為結束條件。 Outside : 在指定範圍外側為結束條件。 使用特殊結束條件時使用Outside, 如以按壓狀態開始, 並將按壓狀態解除作為結束條件。

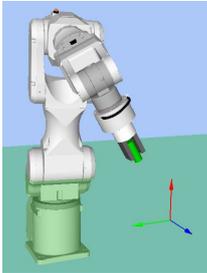
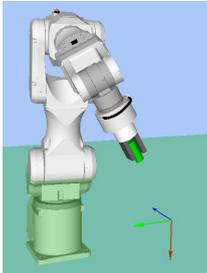
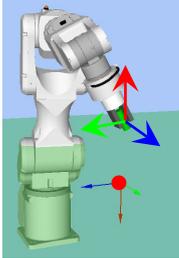
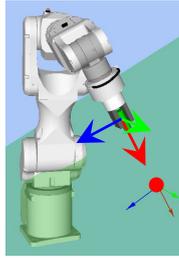
屬性	說明、設定指南
PressCheckTolF PressCheckTolT	<p>此屬性會設定力相關結束條件的按壓方向範圍。設定力結束條件的範圍。</p> <p>PressCheckTolF適用於Fx、Fy及Fz， 且PressCheckTolT適用於Tx、Ty及Tz。</p> <p>監控Fx, Fy, Fz的 ControlMode指定方向 (Press+、Press-)的力位於PressForce -PressCheckTolF至PressForce +PressCheckTolF的範圍內。 監控Tx, Ty, Tz ControlMode指定方向 (Press+、Press-)的力矩位於PressForce -PressCheckTolT至PressForce +PressCheckTolT的範圍內。</p> <p>下圖為PressCheckTolF示意圖。</p> 
FollowCheckTolF FollowCheckTolT	<p>此屬性會設定力相關結束條件的跟隨方向範圍。</p> <p>FollowCheckTolF適用於Fx、Fy及Fz， 且FollowCheckTolT適用於Tx、Ty及Tz。</p> <p>其會監控Fx, Fy, Fz 的ControlMode針對Follow指定方向的力是否進入-FollowCheckTolF至+FollowCheckTolF的範圍內。 其會監控Tx, Ty, Tz 的ControlMode針對Follow指定方向的力矩是否進入-FollowCheckTolT至+FollowCheckTolT的範圍內。</p> <p>下圖為FollowCheckTolF示意圖。</p> 

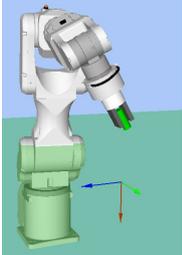
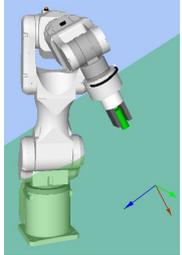
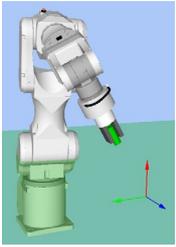
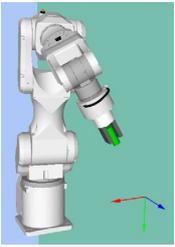
屬性	說明、設定指南
<p>HoldTimeThresh</p>	<p>設定用於判定是否已符合結束條件的持續時間。</p> <p>如下圖所示，若指定條件可在HoldTimeThresh指定的時間內維持，即可將其判定為符合結束條件。</p> <p>HoldTimeThresh: </p> <p>未達到持續時間 結束</p>  <p>一般會設為「0」。</p> <p>設定下一個力覺引導物件的結果不穩定時穩定動作的時間。</p> <p>建議依暫時停用結束條件後執行的實際結果設定時間。</p>

Step 8. 設定位置相關結束條件

設定與位置結束條件相關的屬性(PosCheckEnabled, PosCheckType, PlaneNumber, PlaneEndCond, PlaneRelativeOrg, PlaneRelativeX, PlaneRelativeY, PlaneRelativeZ, PlaneRelativeOrient, PlaneAxes, PlaneRelativeRobotLocal)。

屬性	說明、設定指南
PosCheckEnabled	<p>此屬性可設定是否啟用位置的結束條件。</p> <p>True : 已啟用位置的結束條件時。</p> <p>False : 已停用位置的結束條件時。</p>
PosCheckType	<p>選擇與位置相關結束條件的類型。</p> <p>選擇RobotPlane時: 結束條件以設定的Plane為基準。 如下圖所示，不論機器人位置，使用此屬性依據定義位置設定結束條件。</p>  <p>選擇RelativePlane時: 每次執行力覺引導序列時，從目前位置的相對位置建立Plane，並設為位置結束條件。 如下圖所示，視開始位置，使用此屬性變更位置結束條件。</p> 
PlaneNumber	<p>設定用於位置結束條件的Plane編號。</p> <p>PosCheckType為RobotPlane時: 已依據指定的Plane編號設定結束條件。</p> <p>PosCheckType為RelativePlane時: 每次執行力覺引導序列時，重新為Plane設定指定編號。 設定空白的Plane編號。</p>

屬性	說明、設定指南
PlaneEndCond	<p>設定位置結束條件的狀態。 將平面內側(Inside)或平面外側(Outside)設為結束條件。 機器人將成為指定狀態時，即可將其判定為符合位置結束條件。</p> <p>內側： 平面的+Z方向。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;"> Inside Outside </p>
PlaneRelativeOrg	<p>設定表示平面原點偏移量時，作為參考使用的座標系方向。</p> <p>左下圖為設定Base的範例。 依基礎座標系指定相對距離。 此為PlaneRelativeZ設定負值的範例。</p> <p>右下圖為設定Tool的範例。 依工具座標系指定相對距離。 此為PlaneRelativeZ設定正值的範例。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;"> Base Tool </p> <p>本地或工具座標系僅可在方向及原點位置不受影響的情況下使用。</p> <p>若要在機器人動作方向中設定結束條件位置，一般會與力覺引導序列的ForceOrient設定相同數值。</p>
PlaneRelativeX PlaneRelativeY PlaneRelativeZ	<p>設定從目前位置到平面原點的各方向偏移量。 方向將為PlaneRelativeOrg指定的座標系方向。</p>

屬性	說明、設定指南
PlaneRelativeOrient	<p>根據平面方向設定座標系。</p> <p>左下圖為設定Base的範例。 無論機器人在力覺引導物件起始點的方向，平面參考方向皆與基礎座標系一致。</p> <p>右下圖為設定Tool的範例。 平面參考方向會沿機器人在力覺引導物件起始點的方向改變。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">設定 Base 的範例 設定 Tool 的範例</p> <p>由於與機器人動作方向垂直的平面將作為結束條件，因此一般會設為與力覺引導序列ForceOrient相同的數值。</p>
PlaneAxes	<p>設定平面方向。 依據PlaneRelativeOrient指定的座標系，將平面設為PlaneAxes設定的方向。</p> <p>下圖為Base由PlaneRelativeOrient設定時的範例。 左圖: PlaneAxes指定的XY 右圖: PlaneAxes指定的YZ。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">XY YZ</p> <p>一般來說，設定與機器人動作方向垂直的平面。</p>
PlaneRelativeRobotLocal	<p>設定PlaneRelativeOrg及PlaneRelativeOrient為Local時使用的本地座標系編號。</p> <p>一般來說，設定與力覺引導序列RobotLocal相同的數值。</p>

Step 9. 設定 I/O 相關結束條件

設定與I/O結束條件相關的屬性(IOCheckEnabled, IOCheckInputBit, IOCheckInputStatus)。

屬性	說明、設定指南
IOCheckEnabled	此屬性可設定是否啟用I/O的結束條件。 True : 啟用I/O的結束條件時。
IOCheckInputBit	設定作為結束條件監控的輸入位元。
IOCheckInputStatus	設定要作為結束條件的輸入位元狀態。 若IOCheckInputBit指定的輸入位元成為IOCheckInputStatus指定的狀態，即可將其判定為符合結束條件。

PressMove 物件的調整方針

以下說明使用PressMove物件時的調整方法。

機器人動作發生振動時:

請提高Firmness值。但機器人的反應速度會變慢。請針對操作執行適當調整。

若要調整Firmness，建議逐漸變更數值(如數值增加10%)。

機器人在按壓方向中大幅彈跳時:

若機器人連續大幅彈跳數秒，機器人動作可能會受到力覺引導序列的LimitAccelS限制。

此外，很有可能在低功率模式執行期間發生。

若在高功率模式中執行時，機器人仍彈跳，請提高LimitAccelS值。

若提高LimitAccelS時，機器人仍彈跳，請降低按壓方向的Firmness值。

機器人未達到目標力時:

降低按壓方向的Firmness值。

但機器人動作容易產生振動。請針對操作執行適當調整。

若要調整Firmness，建議逐漸變更數值(如數值降低10%)。

機器人未往按壓方向移動時:

確認機器人沒有移動的ControlMode為Press+或Press-。

設定Press+或Press-時，確認PressForce是否設定為「0」。

機器人在相反方向中移動時:

確認機器人在相反方向中移動的ControlMode為Press+或Press-。

機器人設為假設方向時，請確認力覺引導序列的ForceOrient, RobotLocal, 所使用的工具座標系或本地座標系。

機器人未到達目的地點時:

若無法啟動力控制功能的方向未到達目的地點，其可能會受到力覺引導序列之LimitAccel或LimitSpeed的影響。請提高數值。

此外，低功率模式中，即使LimitSpeed或LimitAccel數值很大，仍會受到低功率模式的最高速度或最高加速限制。請確認以高功率模式執行。

PressMove 物件屬性的詳細資料

Name 屬性

此屬性可設定指派至力覺引導物件的特定名稱。
建立 PressMove 物件時，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 PressMove 後新增編號(如 PressMove01)。
您可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用英數字元及底線[_]。NOTE: 起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

此屬性可設定力覺引導物件說明。
字元字串最多可設定 255 個字元。

Enabled 屬性

此屬性可設定是否啟用力覺引導物件。
指定 True 時，會執行力覺引導物件。
指定 False 時，會執行下一個力覺引導物件，而非此力覺引導物件。
若要暫時儲存力覺引導序列，或在力覺引導序列建立期間，透過複製力覺引導物件的方式嘗試不同參數，請使用此屬性。

數值	說明
True	啟用力覺引導物件。
False	停用力覺引導物件。

預設: True

StepID 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的StepID。
僅限AutoStepID為False時使用。

	數值
最小值	0
最大值	32767

預設: 自動依據力覺引導序列及力覺引導物件編號設定。

AbortSeqOnFail 屬性

此屬性可設定力覺引導物件失敗時的動作。

指定True時，若力覺引導物件失敗，程式會結束力覺引導序列，並繼續進行下一個 SPEL陳述式。

指定False時，若力覺引導物件失敗，程式會繼續進行下一個力覺引導物件，而不會結束力覺引導序列。

若要繼續進行力覺引導序列(如力覺引導物件失敗時，復原程序會加入力覺引導序列中)，請使用此屬性。

數值	說明
True	力覺引導物件失敗時，中止力覺引導序列。
False	力覺引導物件失敗時，開始下一個力覺引導序列。

預設: True

IOPreprocEnabled 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作。

I/O操作是由IOPreprocOutputBit屬性及IOPreprocOutputStatus屬性所定義。若要在執行力覺引導物件前操作末端夾具或周邊設備，請使用此屬性。

數值	說明
True	開始時執行I/O操作。
False	開始時不執行I/O操作。

預設: False

IOPreprocOutputBit 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作(輸出位元)。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

	數值
最小值	0
最大值	7167

預設: 0

IOPreprocOutputStatus 屬性

此屬性可設定力覺引導物件開始時的I/O操作輸出狀態。

僅限IOPreprocEnabled為True時使用。

數值	說明
Off	關閉(設為0)指定的輸出位元。
On	開啟(設為1)指定的輸出位元。

預設: Off

MotionTrajectory 屬性

此屬性可設定力覺引導物件軌跡。

數值	說明
Straight	以直線軌跡移動。
Arc	以弧形軌跡移動。
MultiStraight	以直線軌跡移動，連續通過多個點。
MultiStraightCP	以直線軌跡移動，連接多個點並連續移動。

預設: Straight

AccelS 屬性

此屬性可設定力覺引導物件加速。

但此設定值為設定軌跡的加速。實際加速是由力控制功能調整。

	數值(單位: [mm/sec ²])
最小值	1
最大值	200

預設: 50

AccelR 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的旋轉加速。

但此設定值為設定軌跡的旋轉加速。實際旋轉加速是由力控制功能調整。

	數值(單位: [deg./sec ²])
最小值	1
最大值	100

預設: 10

SpeedS 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的速度。

但此設定值為設定軌跡的速度。實際速度是由力控制功能調整。

	數值(單位: [mm/sec])
最小值	1
最大值	200

預設: 50

SpeedR 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的旋轉速度。

但此設定值為設定軌跡的旋轉速度。實際旋轉速度是由力控制功能調整。

	數值(單位: [deg./sec])
最小值	1
最大值	25

預設: 10

SpeedRPriority 屬性

設置工具姿態更改是否在力覺引導物件運行時優先。

要優先考慮工具姿態變化:

 機器人使用 SpeedR 屬性動作。

不要優先考慮工具姿態變化:

 機器人使用 SpeedS 屬性動作。

可以指定以下的數值。

數值	說明
Disabled	若移動距離不為“0”時，使用SpeedS屬性，執行力覺引導物件。移動距離是“0”時，使用SpeedR屬性。 不優先工具姿態變化。 優先SpeedS屬性。
Enabled	姿態變化不為“0”時，使用SpeedR屬性，執行力覺引導物件。 姿態變化是“0”時，使用SpeedS屬性。 優先考慮工具姿態變化。 優先SpeedR屬性。
AutoDistOrientRatio	自動判斷SpeedR屬性是否優先於行移動距離和姿態變化，並運行力覺引導物件。

預設: AutoDistOrientRatio

CPEnabled 屬性

設定啟用/停用路徑動作。

使用此屬性透過動作合成多個力覺引導物件軌跡。

指定True時，路徑動作隨即啟用，且程式會在進入緩速區時，開始執行下一個力覺引導物件。

指定False時，路徑動作隨即停用，且程式會在設定軌跡結束後，開始執行下一個力覺引導物件。

不過，若已設定且符合結束條件，程式會在符合條件時暫停一次，並繼續執行下一個力覺引導物件。

數值	說明
True	啟用路徑動作。
False	停用路徑動作。

預設: False

DestType 屬性

此屬性會設定指定軌跡目標位置的方法。

指定RobotPoint時，按點設定目標位置。

指定Relative時，設定從起始點到X方向的相對距離(如10 mm)。

數值	說明
RobotPoint	按點設定目標位置。
Relative	按相對距離設定目標位置。

預設: False

DestPoint 屬性

此屬性會使用軌跡目標位置來設定點位。
在DestType中指定RobotPoint時使用。

	數值
最小值	0
最大值	999

預設: 0

MidPoint 屬性

此屬性會使用弧形軌跡來設定中繼點。
在MotionTrajectory中指定Arc，以及在DestType中指定RobotPoint時使用。

	數值
最小值	0
最大值	999

預設: 0

RelativeOrient 屬性

此屬性可設定相對移動的座標系。
在DestType中指定Relative時使用。

數值	說明
Base	依基礎座標系指定相對距離。
Local	依本地座標系指定相對距離。
Tool	依工具座標系指定相對距離。

預設: Tool

RelativeRobotLocal 屬性

此屬性可針對相對移動的座標系設定本地座標系編號。
在DestType中指定Relative，以及在RelativeOrient中指定Local時使用。

數值	說明
0 (Base)	使用Local 0座標系(基礎座標系)。 此與在RelativeOrient中指定Base相同
1至15	使用指定編號的本地座標系。

預設: 0 (Base)

DestRelativeX 屬性

若為目的地點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的X方向移動量。

在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

DestRelativeY 屬性

若為目的地點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的Y方向移動量。

在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

DestRelativeZ 屬性

若為目的地點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的Z方向移動量。

在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

DestRelativeU 屬性

若為目的地點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的U方向旋轉量。

在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [deg.])
最小值	-360
最大值	360

預設: 0

DestRelativeV 屬性

若為目的地點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的V方向旋轉量。

在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [deg.])
最小值	-360
最大值	360

預設: 0

DestRelativeW 屬性

若為目的地點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的W方向旋轉量。

在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [deg.])
最小值	-360
最大值	360

預設: 0

MidRelativeX 屬性

若為中點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的X方向移動量。

在MotionTrajectory中指定Arc，以及在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

MidRelativeY 屬性

若為中點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的Y方向移動量。

在MotionTrajectory中指定Arc，以及在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

MidRelativeZ 屬性

若為中點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的Z方向移動量。

在MotionTrajectory中指定Arc，以及在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

MidRelativeU 屬性

若為中點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的U方向旋轉量。

在MotionTrajectory中指定Arc，以及在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [deg.])
最小值	-360
最大值	360

預設: 0

MidRelativeV 屬性

若為中點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的V方向旋轉量。

在MotionTrajectory中指定Arc，以及在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [deg.])
最小值	-360
最大值	360

預設: 0

MidRelativeW 屬性

若為中點，此屬性可設定RelativeOrient及RelativeRobotLocal指定座標系的W方向旋轉量。

在MotionTrajectory中指定Arc，以及在DestType中指定Relative時使用。

	數值(單位: [deg.])
最小值	-360
最大值	360

預設: 0

StartPoint 屬性

設置連續移動軌跡的開始位置。

在 MotionTrajectory 中指定 MultiStraight 或 MultiStraightCP 時使用。

	數值
最小值	0
最大值	999

預設: 0

EndPoint 屬性

設置連續移動軌跡的結束位置。

在 MotionTrajectory 中指定 MultiStraight 或 MultiStraightCP 時使用。

	數值
最小值	0
最大值	999

預設: 0

Fx_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Fx方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Fx方向的力控制功能。

指定Press+或Press-時，會以按壓模式執行Fx方向的力控制功能。在按壓模式中，機器人會進行按壓操作，因此其為Fx_PressForce指定的力。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Fx方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外力為「0」。因此，施加外力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Press+	以在正方向按壓的方式執行力控制功能。
Press-	以往負方向按壓的方式執行力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Fx_PressForce 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Fx方向的按壓力。
Fx_ControlMode為Press+或Press-時使用。

ControlMode為Press+時:

	數值(單位: [N])
最小值	-250
最大值	0

預設: 0

ControlMode為Press-時:

	數值(單位: [N])
最小值	0
最大值	250

預設: 0

Fx_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Fx方向的力控制功能硬度。
Fx_ControlMode為Press+、Press-或Follow時使用。

Fx_Firmness數值提高時，Fx方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Fx_Firmness降低時，Fx方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

Fy_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Fy方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Fy方向的力控制功能。

指定Press+或Press-時，會以跟隨模式執行Fy方向的力控制功能。在按壓模式中，機器人會進行按壓操作，因此其為Fy_PressForce指定的力。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Fy方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外力為「0」。因此，施加外力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Press+	以在正方向按壓的方式執行力控制功能。
Press-	以在負方向按壓的方式執行力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Fy_PressForce 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間Fy方向的按壓力。

Fy_ControlMode為Press+或Press-時使用

ControlMode為Press+時:

	數值(單位: [N])
最小值	-250
最大值	0

預設: 0

ControlMode為Press-時

	數值(單位: [N])
最小值	0
最大值	250

預設: 0

Fy_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Fy方向的力控制功能硬度。Fy_ControlMode為Press+、Press-或Follow時使用。

Fy_Firmness數值提高時，Fy方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Fy_Firmness降低時，Fy方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

Fz_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Fz方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Fz方向的力控制功能。

指定Press+或Press-時，會以按壓模式執行Fz方向的力控制功能。在按壓模式中，機器人會進行按壓操作，因此其為Fz_PressForce指定的力。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Fz方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外力為「0」。因此，施加外力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Press+	以在正方向按壓的方式執行力控制功能。
Press-	以在負方向按壓的方式執行力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Fz_PressForce 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間Fz方向的按壓力。
Fz_ControlMode為Press+或Press-時使用。

ControlMode為Press+時:

	數值(單位: [N])
最小值	-250
最大值	0

預設: 0

ControlMode為Press-時:

	數值(單位: [N])
最小值	0
最大值	250

預設: 0

Fz_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Fz方向的力控制功能硬度。
Fz_ControlMode為Press+、Press-或Follow時使用。

Fz_Firmness數值提高時，Fz方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Fz_Firmness降低時，Fz方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	200

預設: 10

Tx_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Tx方向的控制模式。

指定Disabled時，由於未執行Tx方向的力控制功能，因此機器人不會往Tx方向移動。

指定Press+或Press-時，會以按壓模式執行Tx方向的力控制功能。在按壓模式中，機器人會進行按壓操作，因此其為Tx_PressForce指定的力。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Tx方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外部扭力為「0」。因此，施加外部扭力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Press+	以在正方向按壓的方式執行力控制功能。
Press-	以在負方向按壓的方式執行力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Tx_PressForce 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間Tx方向的按壓力。

Tx_ControlMode為Press+或Press-時使用。

ControlMode為Press+時:

	數值(單位: [N·mm])
最小值	-18000
最大值	0

預設: 0

ControlMode為Press-時:

	數值(單位: [N·mm])
最小值	0
最大值	18000

預設: 0

Tx_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Tx方向的力控制功能硬度。

Tx_ControlMode為Press+、Press-或Follow時使用。

Tx_Firmness數值提高時，Tx方向的力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Tx_Firmness降低時，Tx方向的力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	1000000

預設: 3000

Ty_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Ty方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Ty方向的力控制功能。

指定Press+或Press-時，會以按壓模式執行Ty方向的力控制功能。在按壓模式中，機器人會進行按壓操作，因此其為Ty_PressForce指定的力。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Ty方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外部扭力為「0」。因此，施加外部扭力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Press+	以在正方向按壓的方式執行力控制功能。
Press-	以在負方向按壓的方式執行力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Ty_PressForce 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間Ty方向的按壓力。
Ty_ControlMode為Press+或Press-時使用。

ControlMode為Press+時:

	數值(單位: [N·mm])
最小值	-18000
最大值	0

預設: 0

ControlMode為Press-時:

	數值(單位: [N·mm])
最小值	0
最大值	18000

預設: 0

Ty_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Ty方向的力控制功能硬度。
Ty_ControlMode為Press+、Press-或Follow時使用。

Ty_Firmness數值提高時，Ty方向的力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Ty_Firmness降低時，Ty方向的力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	1000000

預設: 3000

Tz_ControlMode 屬性

設定力覺引導序列ForceOrient指定座標系內Tz方向的控制模式。

指定Disabled時，不會執行Tz方向的力控制功能。

指定Press+或Press-時，會以按壓模式執行Tz方向的力控制功能。在按壓模式中，機器人會進行按壓操作，因此其為Tz_PressForce指定的力。

指定Follow時，會以跟隨模式執行Tz方向的力控制功能。在跟隨模式中，機器人會移動，使外部扭力為「0」。因此，施加外部扭力時，機器人會移動以進行跟隨。

數值	說明
Disabled	停用力控制功能。
Press+	以在正方向按壓的方式執行力控制功能。
Press-	以在負方向按壓的方式執行力控制功能。
Follow	以如同Follow動作的方式執行力控制功能。

預設: Disabled

Tz_PressForce 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間Tz方向的按壓力。

Tz_ControlMode為Press+或Press-時使用。

ControlMode為Press+時:

	數值(單位: [N·mm])
最小值	-18000
最大值	0

預設: 0

ControlMode為Press-時:

	數值(單位: [N·mm])
最小值	0
最大值	18000

預設: 0

Tz_Firmness 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間，Tz方向的力控制功能硬度。

Tz_ControlMode為Press+、Press-或Follow時使用。

Tz_Firmness數值提高時，Tz方向的力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

Tz_Firmness降低時，Tz方向的力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	1000000

預設: 3000

CFEnabled 屬性

此屬性可設定是否要在力覺引導物件結束後繼續力控制功能。

即使力覺引導序列在CFEnabled為True的情況下結束，力控制功能也將會結束。

數值	說明
True	即使力覺引導物件已結束，力控制功能也會繼續執行下一個力覺引導物件。
False	力控制功能將會在力覺引導物件結束時結束。

預設: False

EndCheckOperator 屬性

此屬性可設定使用多個力覺引導物件結束條件時的組合條件。

指定AND時，若符合所有已啟用的結束條件，代表力覺引導物件執行已完成，且判定為成功。

指定OR時，若符合所有已啟用的結束條件，代表力覺引導物件執行已完成，且判定為成功。

數值	說明
OR	結合為OR條件。
AND	結合為AND條件。

預設: Disabled

ForceCheckEnabled 屬性

此屬性可設定與力相關之力覺引導物件的結束條件。

數值	說明
True	啟用與力相關的結束條件。
False	停用與力相關的結束條件。

預設: False

ForceCheckMode 屬性

此屬性會針對力相關的結束條件，設定將成為條件的方向。

數值	說明
Press	由ControlMode指定的方向(Press+、Press-)為力條件。
PressFollow	由ControlMode指定的方向(Press+、Press-及Follow)為力條件。

預設: False

ForceCheckPolarity 屬性

此屬性會針對力相關的結束條件，設定結束條件是否介於或超出指定範圍。

數值	說明
Outside	在指定範圍外側為結束條件。
Inside	在指定範圍內側為結束條件。

預設: Inside

PressCheckToIF 屬性

此屬性可設定與力相關的結束條件範圍。

ForceCheckEnabled在Fx、Fy及Fz方向中由ControlMode指定Press的方向為True時，會使用此屬性。

判定各方向的力是否位於或超出PressForce -PressCheckToIF至PressForce +PressCheckToIF之間的範圍。

	數值(單位: [N])
最小值	0.1
最大值	10

預設: 1

PressCheckToIT 屬性

此屬性可設定與力相關的結束條件範圍。

ForceCheckEnabled在Tx、Ty及Tz方向中由ControlMode指定Press的方向為True時，會使用此屬性。

判定各方向的力是否位於或超出PressForce -PressCheckToIT至PressForce +PressCheckToIT之間的範圍。

	數值(單位: [N·mm])
最小值	RC+7.5.1 (F/W7.5.1.0)或以後，或序列版本是7.5.1時: 1 RC+7.5.1 (F/W7.5.1.0)以前，或序列版本是7.4.0時: 100
最大值	10000

預設: 500

FollowCheckToIF 屬性

此屬性可設定與力相關的結束條件範圍。

ForceCheckEnabled為True，且ForceCheckMode在Fx、Fy及Fz方向中由ControlMode指定Follow的方向設定為PressFollow時，會使用此屬性。

判定各方向的力是否位於或超出-FollowCheckToIF至+FollowCheckToIF之間的範圍。

	數值(單位: [N])
最小值	0.1
最大值	10

預設: 1

FollowCheckToIT 屬性

此屬性可設定與力相關的結束條件範圍。

ForceCheckEnabled為True，且ForceCheckMode在Tx、Ty及Tz方向中由ControlMode指定Follow的方向設定為PressFollow時，會使用此屬性。

判定各方向的力是否位於或超出-FollowCheckToIT至+FollowCheckToIT之間的範圍。

	數值(單位: [N·mm])
最小值	RC+7.5.1 (F/W7.5.1.0)或以後， 或序列版本是7.5.1時: 1 RC+7.5.1 (F/W7.5.1.0)以前， 或序列版本是7.4.0時: 100
最大值	10000

預設: 500

HoldTimeThresh 屬性

此屬性可設定力相關結束條件判定前的持續時間。

ForceCheckEnabled為True時使用。

指定條件維持HoldTimeThresh指定的時間時，此屬性會判定是否符合結束條件。

	數值(單位: [sec])
最小值	0
最大值	10

預設: 0

PosCheckEnabled 屬性

此屬性可設定與I/O相關之力覺引導物件的結束條件。

數值	說明
True	啟用與位置相關的結束條件。
False	停用與位置相關的結束條件。

預設: False

PosCheckType 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定是否使用預先定義的Plane，或從力覺引導物件的開始位置設定相對位置。

指定RobotPlane時，請使用定義的Plane設定結束條件。

指定RelativePlane時，每次執行力覺引導物件時，皆需從力覺引導物件開始位置，將Plane重設為相對位置。

數值	說明
RobotPlane	將已定義的Plane作為結束條件使用。
RelativePlane	將Plane設為相對位置，並作為結束條件使用。

預設: RobotPlane

PlaneNumber 屬性

此屬性可設定與位置相關結束條件使用的Plane編號。

在PosCheckType屬性中指定Plane時，指定編號的Plane將不會改變。

在PosCheckType屬性中指定Relative時，每次執行力覺引導物件時，皆需重新定義新的指定Plane編號。因此，請注意原始設定將會遺失。

	數值
最小值	1
最大值	15

預設: 1

PlaneEndCond 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定判定為結束的條件。

數值	說明
Outside	在Plane外側為結束條件。
Inside	在Plane內側為結束條件。

預設: Inside

PlaneRelativeOrg 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可指定設定相對位置設定Plane的座標系。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。

數值	說明
Base	依基礎座標系指定相對位置。
Local	依本地座標系指定相對位置。 本地座標系編號是由PlaneRelativeRobotLocal指定。
Tool	依工具座標系指定相對位置。

預設: Tool

PlaneRelativeX 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定X方向中設定Plane的相對位置。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。
X方向會跟隨PlaneRelativeOrg指定的座標系。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

PlaneRelativeY 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定Y方向中設定Plane的相對位置。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。
Y方向會跟隨PlaneRelativeOrg指定的座標系。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

PlaneRelativeZ 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定Z方向中設定Plane的相對位置。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。
Z方向會跟隨PlaneRelativeOrg指定的座標系。

	數值(單位: [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設: 0

PlaneRelativeOrient 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定設定Plane的座標系。
PosCheckType指定RelativePlane時使用。

Plane會設定於PlaneRelativeOrient指定座標系中PlaneAxes指定的軸上。

指定Base時，會將Plane設定在基礎座標系中PlaneAxes指定的軸上。

指定Local時，會將Plane設定在PlaneRelativeRobotLocal指定編號的本地座標系中PlaneAxes指定的軸上。

指定Tool時，Plane會設定於工具座標系中PlaneAxes指定的軸上。

數值	說明
Base	依基礎座標系指定平面方向。
Local	依本地座標系指定平面方向。
Tool	依工具座標系指定平面方向。

預設: Tool

PlaneAxes 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定設定Plane的軸。

PosCheckType指定RelativePlane時使用。

Plane會設定於PlaneRelativeOrient指定座標系中PlaneAxes指定的軸上。

數值	說明
XY	在XY平面上設定Plane。
YZ	在YZ平面上設定Plane。
XZ	在XZ平面上設定Plane。

預設: XY

PlaneRelativeRobotLocal 屬性

若為與位置相關的結束條件，此屬性可設定指定Plane相對位置或方向的本地座標系編號。

可使用於下列任一種情況:

- 在PosCheckType中指定RelativePlane，且在PlaneRelativeOrg中指定Local。
- 在PosCheckType中指定RelativePlane，且在PlaneRelativeOrient中指定Local。

數值	說明
0 (Base)	使用Local 0座標系(基礎座標系)。 此與在PlaneRelativeOrg或PlaneRelativeOrient中指定Base相同。
1至15	使用指定編號的本地座標系。

預設: 0 (Base)

IOCheckEnabled 屬性

此屬性可設定與I/O相關之力覺引導物件的結束條件。

數值	說明
True	啟用與I/O相關的結束條件。
False	停用與I/O相關的結束條件。

預設: False

IOCheckInputBit 屬性

此屬性可設定I/O相關結束條件的判定目標位元。

IOCheckEnabled為True時使用。

	數值
最小值	0
最大值	7167

預設: 0

IOCheckInputStatus 屬性

此屬性可設定I/O相關結束條件的判定條件。

IOCheckEnabled為True時使用。

依據IOCheckInputBit指定位元，即可將其判定為符合結束條件。

數值	說明
Off	輸入位元為OFF (0)時，即可將其判定為符合結束條件。
On	輸入位元為ON (1)時，即可將其判定為符合結束條件。

預設: Off

PressMove 物件結果的詳細資料

EndStatus 結果

此為執行結果。

符合 4.3.8 *PressMove* 物件中所述的「成功條件」時，其將會成功。

數值	說明
Passed	力覺引導物件執行成功。
Failed	力覺引導物件執行失敗。
NoExec	力覺引導物件未執行。
Aborted	力覺引導物件執行期間中止。

Time 結果

此為執行所需時間。

單位: [sec]

EndForces 結果

此為力覺引導物件結束時的力與扭力。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

EndPos 結果

力覺引導物件結束時的位置。擷取 X, Y, Z, U, V, W 數值。

單位: X, Y, Z [mm] / U, V, W [deg.]

AvgForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力平均值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導物件執行期間的力與扭力峰值。峰值為最大絕對值。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

ForceCondOK 結果

此為是否符合與力相關的結束條件。

數值	說明
True	符合與力相關的結束條件。
False	不符合與力相關的結束條件。

TriggeredForces 結果

此為符合與力相關結束條件時的力與扭力。擷取 Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz 數值。

單位: Fx, Fy, Fz [N] / Tx, Ty, Tz [N·mm]

TriggeredPos 結果

符合與力相關結束條件時的位置。擷取 X, Y, Z, U, V, W 數值。

單位: X, Y, Z [mm] / U, V, W [deg.]

PosCondOK 結果

此為是否符合與位置相關的結束條件。

數值	說明
True	符合與位置相關的結束條件。
False	不符合與位置相關的結束條件。

IOCondOK 結果

此為是否符合與 I/O 相關的結束條件。

數值	說明
True	符合與I/O相關的結束條件。
False	不符合與I/O相關的結束條件。

4.2.2.9 Decision物件

Decision物件會根據力覺引導序列中的物件結果來變更要執行的力覺引導物件。

此物件是用於判定執行插配孔洞工作的PressProbe物件。此物件會根據機器人的實際動作狀態來執行所需的力覺引導物件。

Decision 物件的屬性設定方針

Step 1. 設定基本資訊

設定基礎資訊相關的屬性(Name, Description, Enabled)。

屬性	說明、設定指南
Name	力覺引導物件名稱。 設定特定名稱。
Description	力覺引導物件說明。 說明操作程序。設定字元字串。
Enabled	設定是否執行力覺引導物件。 True : 正常 False : 不執行力覺引導物件時，例如改執行另一個力覺引導物件。

Step 2. 設定條件

設定條件相關屬性(ConditionObject、TrueCond)。

屬性	說明、設定指南
ConditionObject	檢查結果的力覺引導物件。 設定要檢查的力覺引導物件。
TrueCond	設定為True的條件。 由ConditionObject指定的力覺引導物件的EndStatus符合TrueCond指定的條件時，繼續進行True分支。

Decision 物件屬性的詳細資料

Name 屬性

此屬性可設定指派至力覺引導物件的特定名稱。

建立 Decision 物件時，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 Decision 後新增編號(如 Decision01)。

您可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用英數字元及底線[_]。NOTE: 起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

此屬性可設定力覺引導物件說明。

字元字串最多可設定 255 個字元。

Enabled 屬性

此屬性可設定是否啟用力覺引導物件。

指定 True 時，會執行力覺引導物件。

指定 False 時，會執行下一個力覺引導物件，而不會執行 Decision 物件以及分支中的所有力覺引導物件。

若要暫時儲存力覺引導序列，或在力覺引導序列建立期間，透過複製力覺引導物件的方式嘗試不同參數，請使用此屬性。

數值	說明
True	啟用力覺引導物件。
False	停用力覺引導物件。

預設: True

ConditionObject 屬性

將力覺引導物件設定為條件判定的目標。

指定在 Decision 物件前寫入的力覺引導物件。根據該結果，程式會繼續進行 True 或 False 分支。

TrueCond 屬性

設定分支為 True 的條件。

根據 ConditionObject 指定之力覺引導物件(EndStatus 結果)的結果，程式會繼續進行 True 分支。

數值	說明
TargetPassed	目標力覺引導物件成功時，程式會繼續進行True分支。
TargetFailed	目標力覺引導物件失敗時，程式會繼續進行True分支。
TargetNoExec	目標力覺引導物件未執行時，程式會繼續進行True分支。

預設: TargetPassed

4.2.2.10 SPELFunc物件

SPELFunc物件會在序列執行期間執行指定的SPELFunc。

使用此物件執行力控制功能以外的處理程序(如I/O操作)或安全移動至開始位置。SPELFunc物件指定的功能必須具備引數的字串型變數，且傳回值類型必須為Boolean。物件名稱會傳遞至引數。

指定功能的傳回值為True時，SPELFunc物件會成功執行，傳回值為False時則會失敗。

SPELFunc 物件的屬性設定方針

Step 1. 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name, Description, Enabled, StepID, AbortSeqOnFail)。

屬性	說明、設定指南
Name	此屬性可設定力覺引導物件名稱。 設定特定名稱。
Description	此屬性可設定力覺引導物件說明。 描述操作說明。設定字元字串。
Enabled	設定是否執行力覺引導物件。 True : 正常 False : 不執行力覺引導物件時，例如改執行另一個力覺引導物件。
StepID	力覺引導物件執行期間的StepID。 設定ID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您瞭解哪個記錄資料支援程序。 力覺引導序列的AutoStepID為False時套用。
AbortSeqOnFail	此屬性用於決定是否在力覺引導物件失敗時中止或繼續執行力覺引導序列。 要執行之SPELFunc的傳回值為False時，SPELFunc物件會執行失敗。 True : 正常 中止力覺引導序列。 False : 力覺引導序列失敗時，復原動作會加入，或力覺引導序列將會繼續執行。

Step 2. 設定要執行的功能。

設定與要執行之功能相關的屬性(FuncName)。

屬性	說明、設定指南
FuncName	<p>設定要執行的SPELFunc名稱。</p> <p>如下列範例所示，SPELFunc物件指定的功能必須具備引數的字串型變數，且傳回值類型必須為Boolean。</p> <pre>Function MyFunc(ObjectName\$ As String) As Boolean MyFunc = True End</pre>

SPELFunc 物件屬性的詳細資料**Name 屬性**

此屬性可設定指派至力覺引導物件的特定名稱。

建立 SPELFunc 物件時，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 SPELFunc 後新增編號(如 SPELFunc01)。

您可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用英數字元及底線[_]。NOTE: 起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

此屬性可設定力覺引導物件說明。

字元字串最多可設定 255 個字元。

Enabled 屬性

此屬性可設定是否啟用力覺引導物件。

指定 True 時，會執行力覺引導物件。

指定 False 時，會執行下一個力覺引導物件，而不會執行 Decision 物件及分支中所有的力覺引導物件。

若要暫時儲存力覺引導序列，或在力覺引導序列建立期間，透過複製力覺引導物件的方式嘗試不同參數，請使用此屬性。

數值	說明
True	啟用力覺引導物件。
False	停用力覺引導物件。

預設: True

StepID 屬性

此屬性可設定力覺引導物件執行期間的StepID。

僅限AutoStepID為False時使用。

	數值
最小值	0
最大值	32767

預設: 自動依據力覺引導序列及力覺引導物件編號設定。

AbortSeqOnFail 屬性

此屬性可設定力覺引導物件失敗時的動作。

指定True時，若力覺引導物件失敗，程式會結束力覺引導序列，並繼續進行下一個 SPEL 陳述式。

指定False時，程式會繼續進行下一個力覺引導物件，即使力覺引導物件失敗也不會中止力覺引導序列。

若要繼續進行力覺引導序列(如力覺引導物件失敗時，復原程序會加入力覺引導序列中)，請使用此屬性。

數值	說明
True	力覺引導物件失敗時，中止力覺引導序列。
False	力覺引導物件失敗時，開始下一個力覺引導序列。

預設: True

FuncName 屬性

設定要執行的 SPELFunc 名稱。

SPELFunc 物件指定的功能必須具備引數的字串型變數，且傳回值類型必須為 Boolean。

要指定之 SPELFunc 的傳回值為 False 時，SPELFunc 物件會執行失敗。

以下為可用 SPELFunc 的範例。

```
Function MyFunc(ObjectName$ As String) As Boolean
    MyFunc = True
End
```

SPELFunc 物件結果的詳細資料

EndStatus 結果

此為執行結果。

符合 4.3.10 SPELFunc 物件中所述的「成功條件」時，其將會成功。

數值	說明
Passed	力覺引導物件執行成功。
Failed	力覺引導物件執行失敗。
NoExec	力覺引導物件未執行。
Aborted	力覺引導物件執行期間中止。

Time 結果

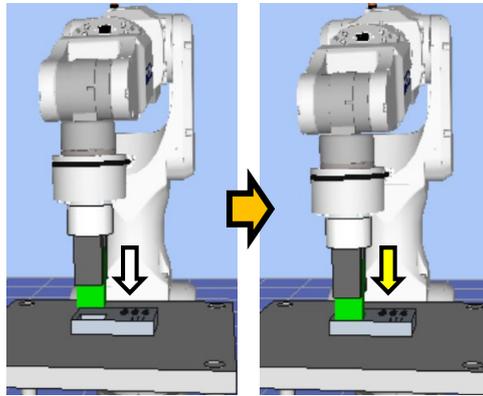
此為執行所需時間。

單位: [sec]

4.3 Paste序列與物件

Paste序列為對機器人指定方向、力，並進行按壓動作。按壓時，亦可使其跟隨對齊按壓面。在將抓取的工作黏貼至其他工作表面等作業中使用。

Paste序列是由Paste物件所構成。也可配合作業，新增通用力覺引導物件。



上圖為Paste序列的動作示意圖。從未接觸狀態執行後，朝向白色箭頭標示的按壓方向移動。到達接觸狀態後，如黃色箭頭所示，維持在施加特定力的狀態。到這裡為止的動作，是由Paste物件所執行。

本章節將說明力覺引導Paste序列、Paste物件的序列精靈、屬性及設定方法。關於通用力覺引導物件，請參閱下列章節。

軟體篇 4.2.2 通用力覺引導物件

4.3.1 Paste序列的精靈設定方針

使用序列精靈建立 Paste 序列。精靈可透過下列方式顯示。

- 在流程圖上的序列流程或序列樹狀結構上的序列節點按一下滑鼠右鍵，以選擇 [Sequence Wizard]。
- 按一下 Paste 序列屬性中的 Wizard 設定值[Click to open->]右側顯示的 。

顯示序列精靈時，請依照畫面進行設定。

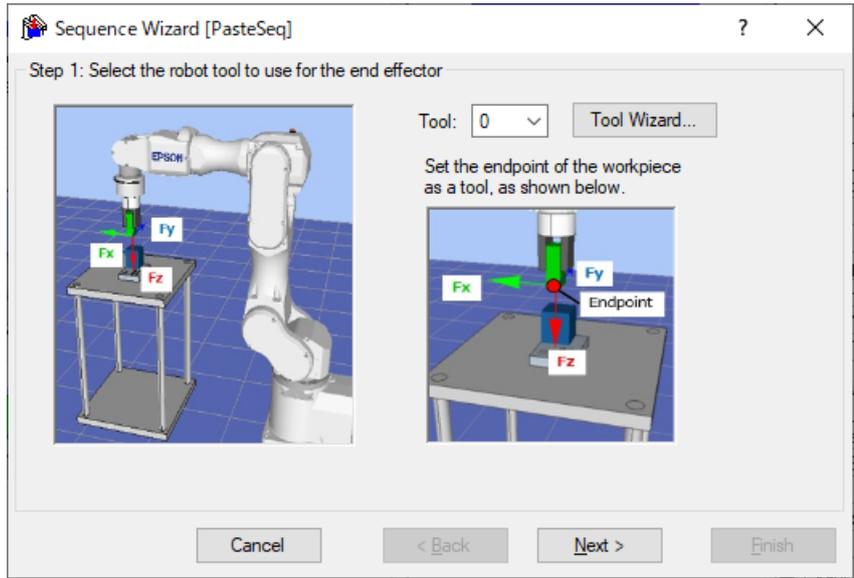
Paste 序列的序列精靈，也可從力覺引導序列的新增畫面進行設定。如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表)

-建立新的力覺引導序列-序列精靈 建立專用力覺引導序列

Step 1: Select the robot tool to use for the end effector

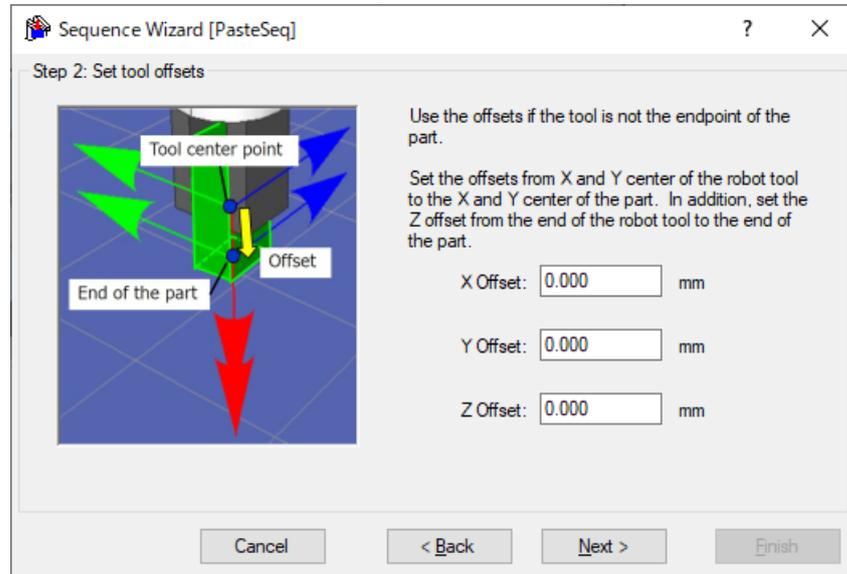
選擇預計在 Paste 序列、Paste 物件中使用的工具編號。



項目	說明、設定指南
Tool	<p>選擇使用的工具編號。選擇工具編號時，請讓工件端點位於工具原點。已設定的工具編號將列在清單欄中。想要重新設定工具時，利用Tool Wizard按鈕進行設定。關於Tool Wizard，請參閱下列章節。 EPSON RC+ 7.0 User's Guide 5. EPSON RC+ 7.0 GUI、5.12 [Tools]功能表 [Tools]-[Robot Manager]-[Tools]面板</p> <p>最小值：0 最大值：已設定的工具編號最大值 預設值：0</p>
<Cancel>按鈕	<p>取消建立 Paste 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。</p>
<Back>按鈕	<p>從新增序列畫面開啟時，可返回上一步。</p>
<Next>按鈕	<p>繼續下一步驟。</p>
<Finish>按鈕	<p>無法按壓此按鈕。</p>

Step 2: Set tool offsets

若 Step 1 中設定的工具未設定於工件末端的中心，則必須進行設定。請設定工具至工件末端中心的偏移量。



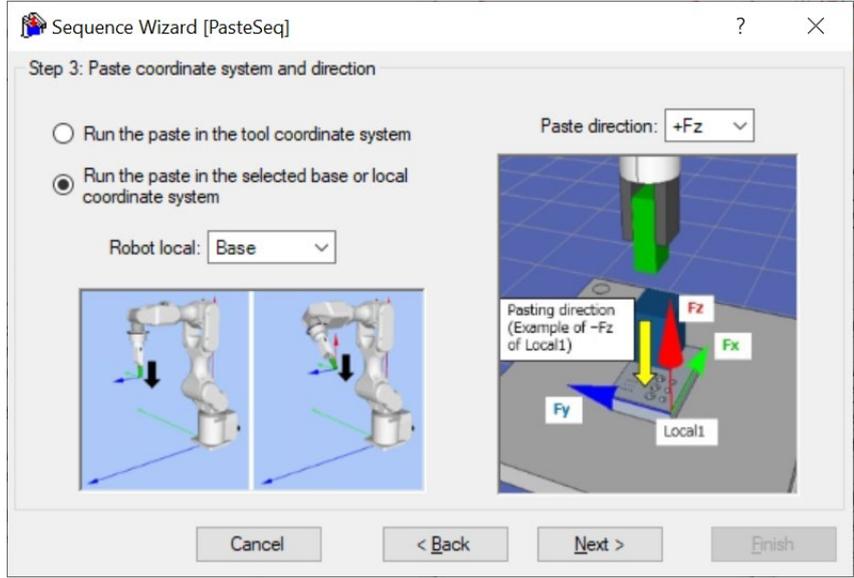
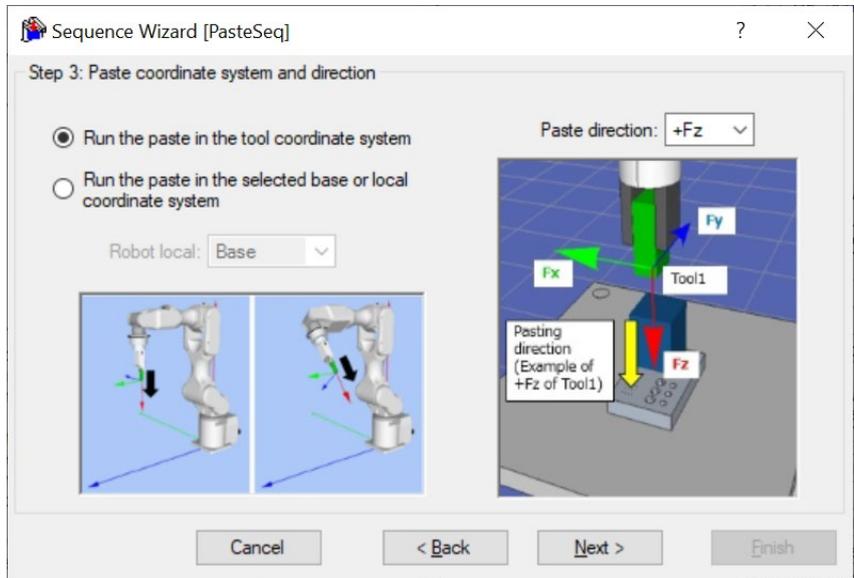
項目	說明、設定指南
X Offset	設定Step 1中設定之從工具至工件末端的X方向偏移量。 最小值：-2000.000[mm] 最大值：2000.000[mm] 預設值：0.000[mm]
Y Offset	設定Step 1中設定之從工具至工件末端的Y方向偏移量。 最小值：-2000.000[mm] 最大值：2000.000[mm] 預設值：0.000[mm]
Z Offset	設定Step 1中設定之從工具至工件末端的Z方向偏移量。 最小值：-2000.000[mm] 最大值：2000.000[mm] 預設值：0.000[mm]
<Cancel>按鈕	取消建立 Paste 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 3: Paste coordinate system and direction

設定黏貼方向。

想要配合開始序列時的姿態執行黏貼作業時，請選擇「Tool」。

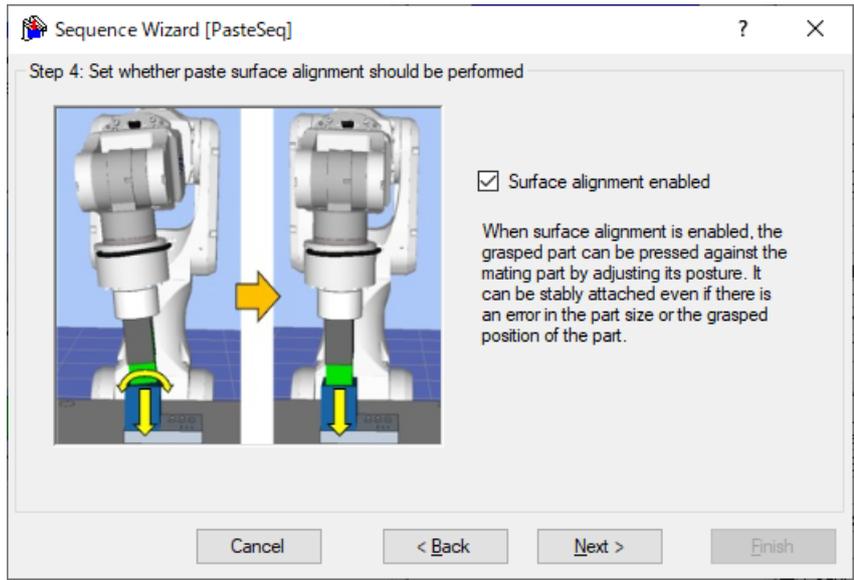
無論開始序列時的姿態如何，想要配合工件方向執行黏貼作業時，請選擇「Base、Local」。



項目	說明、設定指南
Robot local	<p>選擇要在Paste序列中使用的座標系。</p> <p>當黏貼座標系選擇「Base、Local」時，機器人將以該座標系執行動作。請配合黏貼工件的方向來選擇座標系。</p> <p>最小值：Base(0) 最大值：15 預設：Base</p>
Paste direction	<p>選擇黏貼方向。</p> <p>當黏貼座標系選擇「Tool」時，Paste 序列、Paste 物件將在 Step 1 設定的工具座標系中，往選擇的黏貼方向執行動作。</p> <p>當黏貼座標系選擇「Base、Local」時，Paste 序列、Paste 物件將在座標系設定的基礎或本地座標系中，往選擇的黏貼方向執行動作。</p> <p>數值：+Fx、-Fx、+Fy、-Fy、+Fz、-Fz 預設：+Fz</p>
<Cancel>按鈕	<p>取消建立 Paste 序列。</p> <p>按一下按鈕以結束序列精靈。</p>
<Back>按鈕	<p>返回上一步。</p>
<Next>按鈕	<p>繼續下一步驟。</p>
<Finish>按鈕	<p>無法按壓此按鈕。</p>

Step 4: Set whether paste surface alignment should be performed

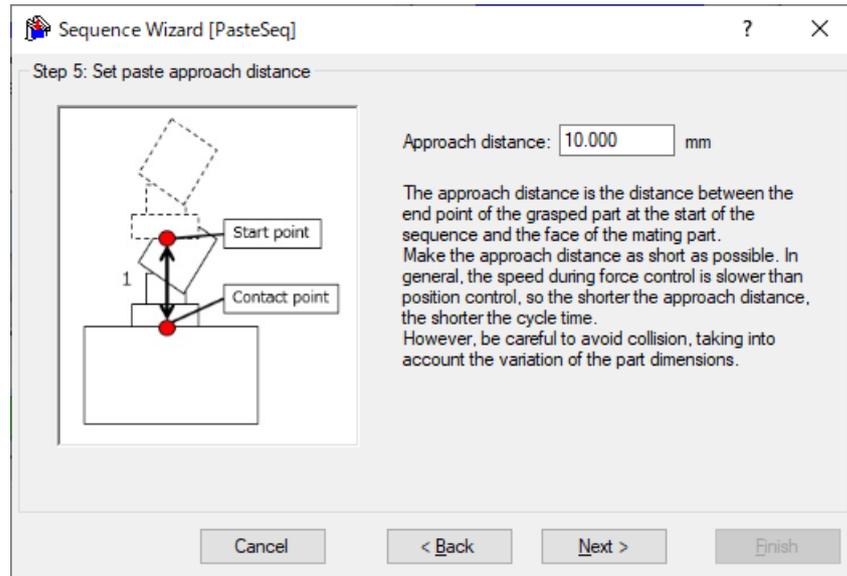
選擇是否啟用對齊面動作。



項目	說明、設定指南
Surface alignment enabled	設定工件是否對齊黏貼對象的面。 啟用時，將在黏貼動作期間往精靈左圖的黃色箭頭(旋轉)方向執行對齊面的動作。 若工件的面不對齊黏貼對象的面就無法完成黏貼，請設定為啟用。 預設：啟用
<Cancel>按鈕	取消建立 Paste 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 5: Set paste approach distance

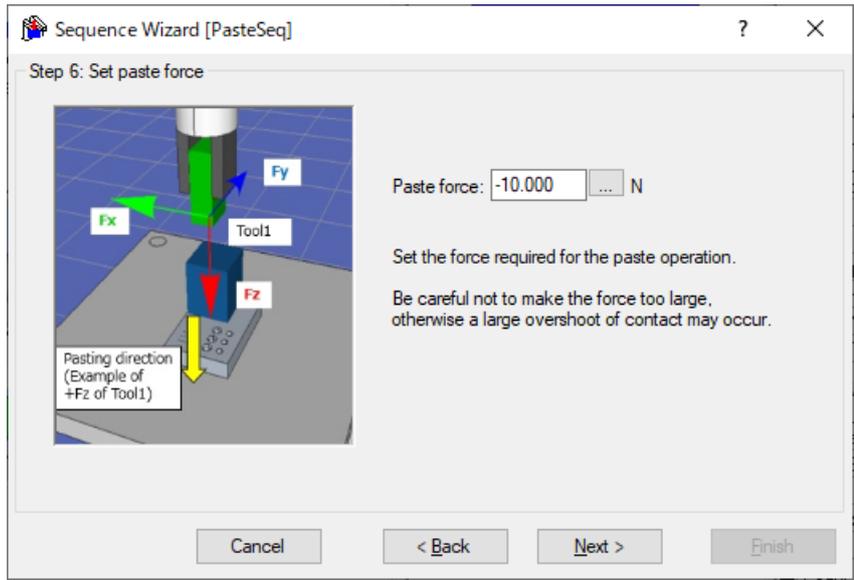
設定黏貼作業的接近距離。



項目	說明、設定指南
Approach distance	<p>設定接近距離。</p> <p>接近距離為下圖紅點所示開始Paste序列時，抓取的工件端點到黏貼對象上面的1號距離。</p> <p>教導機器人動作起始點時，請盡量縮短接近距離。因為力控制功能的速度比位置控制慢，接近距離越長，循環時間會越久。</p> <p>最小值：0[mm] 最大值：50[mm] 預設值：10[mm]</p>
<Cancel>按鈕	取消建立 Paste 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 6: Set paste force

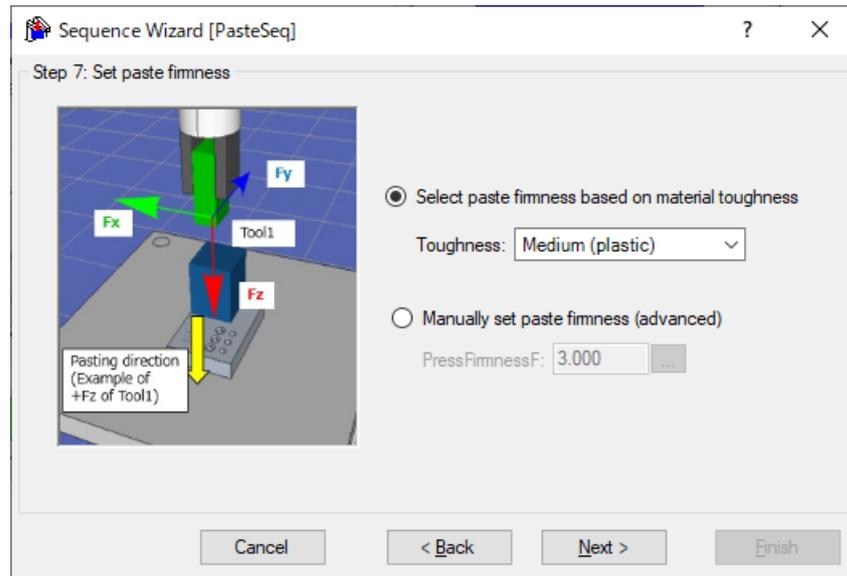
設定黏貼作業所需的力。



項目	說明、設定指南
Paste force	設定往黏貼方向施加的力。 按下  按鈕，即可利用滑桿來調整黏貼力。 • 黏貼方向為正方向時 最小值：-50.0[N] 最大值：0.0[N] 預設值：-10.0[N] • 黏貼方向為負方向時 最小值：0.0[N] 最大值：50.0[N] 預設值：10.0[N]
<Cancel>按鈕	取消建立 Paste 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 7: Set paste firmness

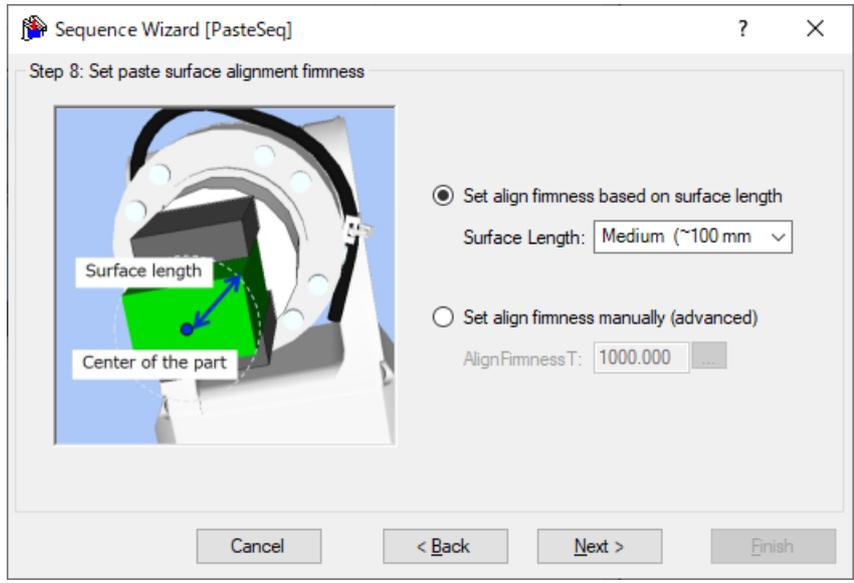
以預設選項來設定黏貼方向的力控制功能硬度。也可直接設定屬性，但屬於進階設定。

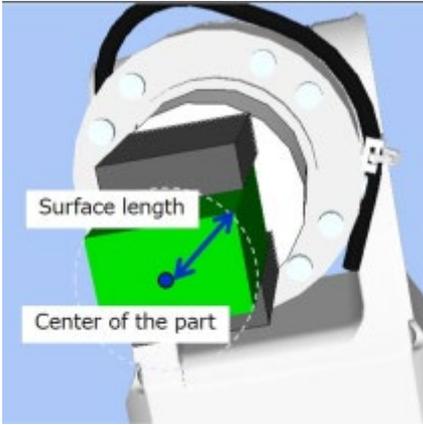


項目	說明、設定指南
Toughness	選擇工件的堅固程度。從「Fragile (glass)」、「Medium (plastic)」、「Hard (metal)」這3個預設選項選擇。 選擇「Fragile」時： 黏貼方向的力反應速度較慢。 選擇「Hard」時： 黏貼方向的力反應速度較快。
PressFirmnessF	設定黏貼方向的力控制功能硬度。 設定較大值時： 力控制功能會增強，且對力變化的反應速度較慢。 設定較小值時： 力控制功能將會減弱，對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。 選擇advanced時即可設定。 按下...按鈕，即可利用滑桿來調整硬度。 最小值：0.1 最大值：10 預設值：3.0
<Cancel>按鈕	取消建立 Paste 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 8: Set paste surface alignment firmness

以預設選項來設定對齊面方向的力控制功能硬度。也可直接設定屬性，但屬於進階設定。

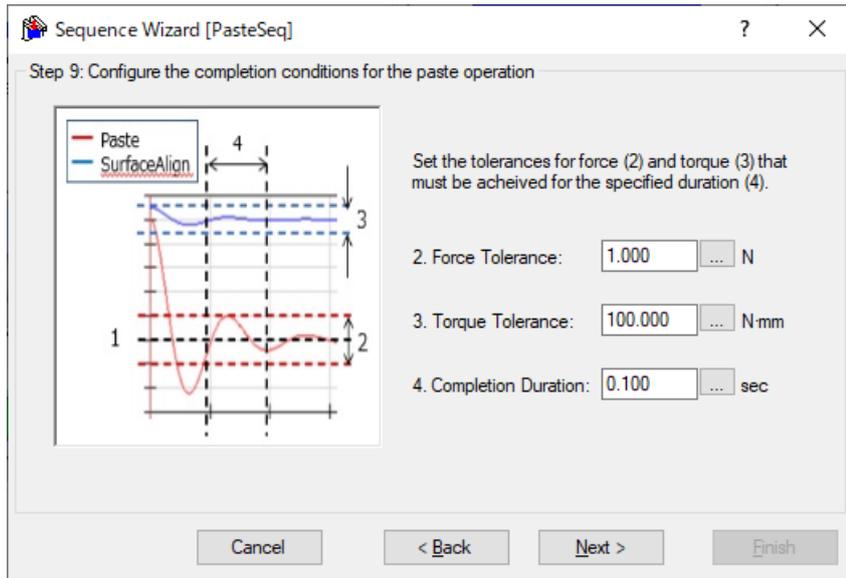


項目	說明、設定指南
Surface Length	<p>選擇從接觸位置(設定的工具中心位置)到工件端點為止的長度。從「Short」、「Medium」、「Long」這3個預設選項選擇。選擇的公差基準如下所示。</p> <p>Short: ~60[mm] Medium: ~100[mm] Long: ~200[mm]</p> <p>長度為下圖的藍線箭頭。該長度是以工件接觸的位置為中心，畫出與工件端點只接觸到一點的圓時，該圓的半徑所設定的長度。</p>  <p>長度選擇較短時，跟隨對齊面方向的反應較快。長度選擇較長時，跟隨對齊面方向的反應較慢。</p>

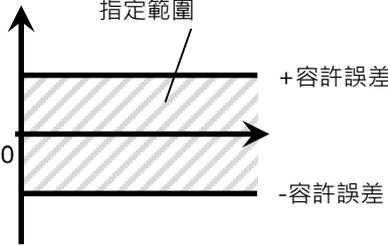
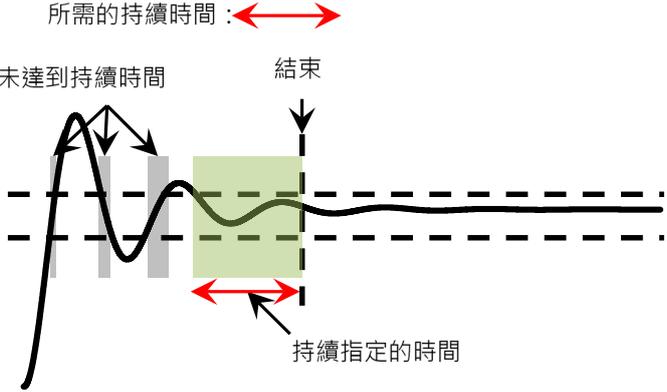
項目	說明、設定指南
AlignFirmnessT	設定對齊面方向的力控制功能硬度。 設定較大值時： 力控制功能會增強，且對力變化的反應速度較慢。 設定較小值時： 力控制功能將會減弱，對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。 選擇advanced時即可設定。 按下  按鈕，即可利用滑桿來調整硬度。 最小值：10.0 最大值：100000 預設值：1000
<Cancel>按鈕	取消建立 Paste 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 9: Configure the completion conditions for the paste operation

設定黏貼作業的完成條件。

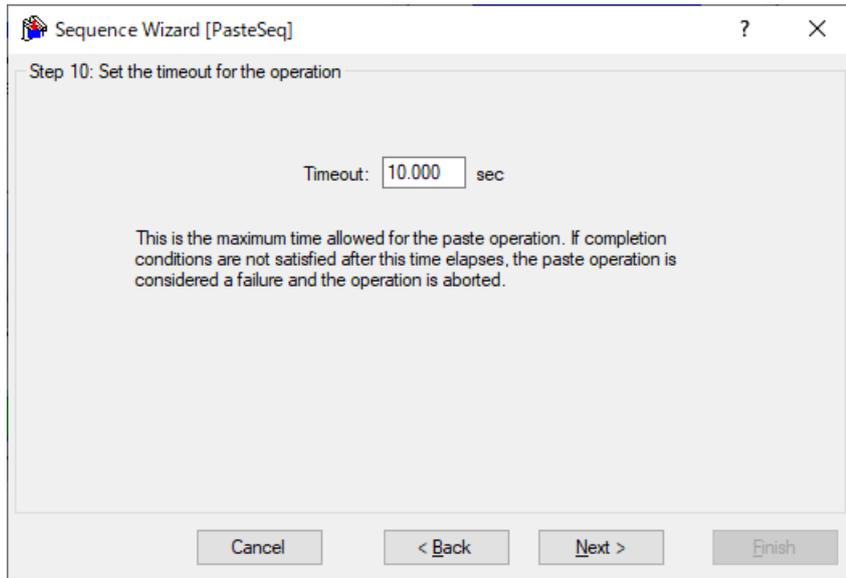


項目	說明、設定指南
Force Tolerance	<p>與力相關結束條件的範圍。設定做為完成條件的範圍。</p> <p>監控Fx、Fy、Fz黏貼方向中指定方向的力(PressForce)是否位於PressForce±容許誤差的範圍內。例如，以+Fz設定插入方向時，要監控是否在範圍內的力為Fz方向。</p> <p>下圖為示意圖。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>容許誤差越小，作業越難成功。建議先將容許誤差設定大一點，再依執行後的實際結果來調整容許誤差。</p> <p>最小值：0.1[N] 最大值：10[N] 預設值：1.0[N]</p>

項目	說明、設定指南
Torque Tolerance	<p>設定扭力相關結束條件的範圍。</p> <p>監控Tx、Ty、Tz的扭力±是否位於容許誤差範圍內。但，不監控黏貼方向周圍的扭力。例如，黏貼方向設定為+Fz、啟用對齊面時，要監控是否在範圍內的扭力為Tx、Ty方向。若停用對齊面，則不監控扭力。</p> <p>下圖為示意圖。</p>  <p>The diagram shows a vertical axis with a horizontal line at zero. A shaded rectangular area is centered on the zero line, extending both above and below. The top boundary is labeled '+容許誤差' and the bottom boundary is labeled '-容許誤差'. The word '指定範圍' (Specified Range) is written above the shaded area with a line pointing to it.</p> <p>容許誤差越小，作業越難成功。建議先將容許誤差設定大一點，再依執行後的實際結果來調整容許誤差。</p> <p>最小值：1[N·mm] 最大值：100000[N·mm] 預設值：100[N·mm]</p>
Completion Duration	<p>設定判定為滿足結束條件的持續時間。</p> <p>如下圖，當指定的條件持續了在Completion Duration中指定的時間後，即判定為已滿足結束條件。</p>  <p>The diagram shows a fluctuating waveform on a horizontal axis. A red double-headed arrow above the waveform is labeled '所需的持續時間' (Required Duration). A vertical dashed line marks the end of the waveform, labeled '結束' (End). A green shaded rectangular area is placed on the waveform, labeled '持續指定的時間' (Sustained specified time). The text '未達到持續時間' (Did not reach sustained time) is written above the waveform before the green area.</p> <p>一般會設定接近「0」的短時間。</p> <p>最小值：0.0[sec] 最大值：10[sec] 預設值：0.1[sec]</p>
<Cancel>按鈕	取消建立 Paste 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 10: Set the timeout for the operation

設定作業的逾時期間。

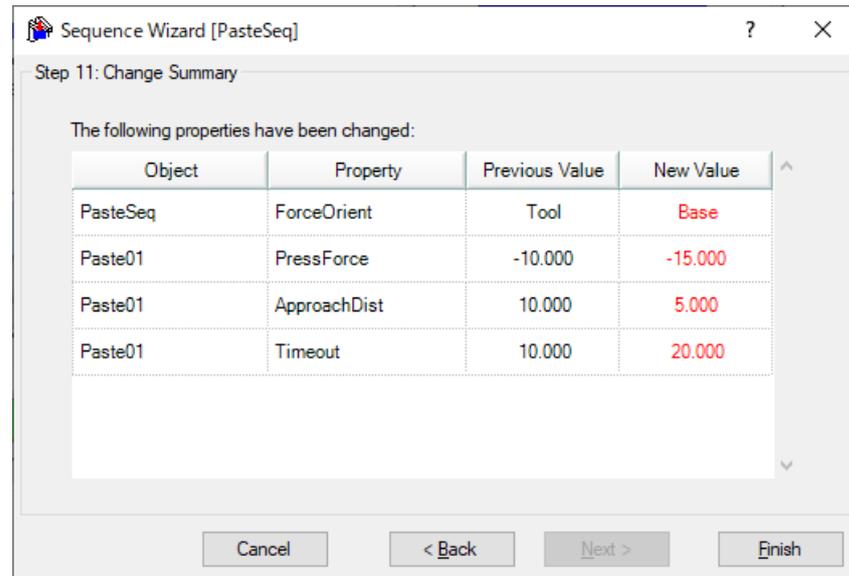


項目	說明、設定指南
Timeout	設定逾時期間。設定的逾時期間即為黏貼作業的執行時間。 若經過設定的逾時期間後，黏貼作業仍未滿足Step 9中設定的完成條件時，將視為作業失敗並中斷Paste序列。 最小值：0.1[sec] 最大值：60[sec] 預設值：10.0[sec]
<Cancel>按鈕	取消建立 Paste 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	可前進至變更清單畫面。從新增序列畫面開啟時，可前進至完成畫面。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 11: Change Summary

可確認透過精靈變更後的屬性清單。

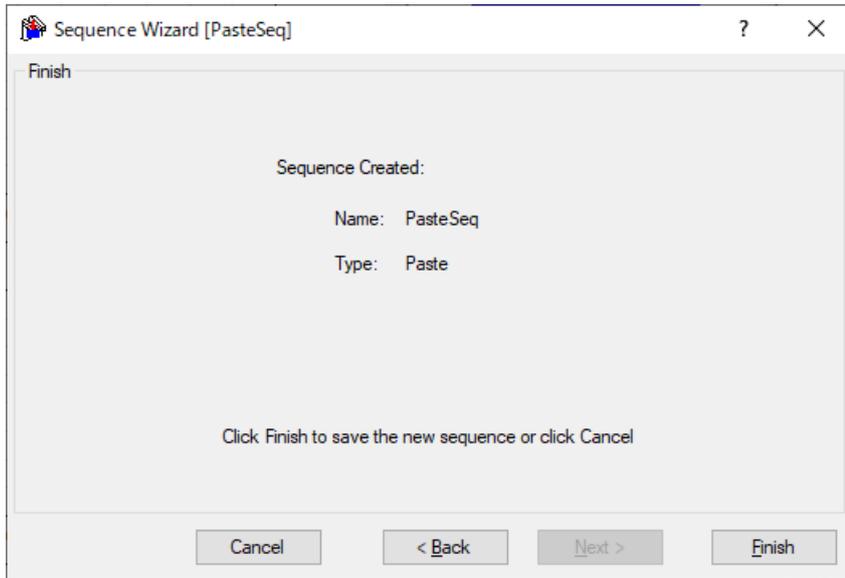
從序列精靈編輯時，將會顯示曾建立過的 Paste 序列。新增時則不會顯示。



項目	說明
Object Property	將會顯示是哪個序列或物件中的哪個屬性已透過精靈變更設定。
Previous Value New Value	將會顯示透過精靈變更設定的屬性變更內容。
<Cancel>按鈕	取消建立 Paste 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回 Step10。
<Next>按鈕	無法按壓此按鈕。
<Finish>按鈕	以輸入的內容完成 Paste 序列的變更。

Finish Paste Sequence Created

下圖為已設定序列的完成畫面。可確認已建立的序列名稱與專用力覺引導序列的種類。從新增序列畫面開啟時，將會顯示此畫面。



項目	說明
Name	將顯示已設定於基本資訊中的序列名稱。 關於序列名稱的設定，請參閱下列章節。 軟體篇 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表) -建立新的力覺引導序列-序列精靈 建立專用力覺引導序列-Step 1: General
Type	將顯示選擇專用序列時選擇的序列種類。 關於專用序列的選擇，請參閱下列章節。 軟體篇 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表) -建立新的力覺引導序列-序列精靈 建立專用力覺引導序列-Step 2: Select system sequence
<Cancel>按鈕	取消建立 Paste 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回 Step10。
<Next>按鈕	無法按壓此按鈕。
<Finish>按鈕	以輸入的內容完成新 Paste 序列的建立。

4.3.2 Paste序列

以下說明 Paste 序列的屬性及其設定方法。

4.3.2.1 Paste序列屬性方針

Step 1: 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性。

屬性	說明
Name	力覺引導序列名稱。設定特定名稱。
Index	力覺引導序列的特定編號。將自動指派。無法設定此屬性。
Description	力覺引導序列的說明。描述作業內容等。設定任意字串。
Version	序列的相容版本。序列將以指定版本進行動作。
RobotNumber	執行力覺引導序列的機器人編號。設定執行的機器人編號。
RobotType	以RobotNumber指定的機器人類型。無法設定此屬性。
AutoStepID	設定是否自動設定力覺引導物件的StepID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您了解記錄資料對應哪個工程。 True : 正常 False : 欲手動指定StepID時
PointFile	設定預計在力覺引導序列中使用的點檔案。 若未在開始時讀入指定點檔案，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。 若未設定點檔案，將執行讀入的任何點檔案。
RobotTool	設定預計在力覺引導序列中使用的工具編號。 若未在開始時選擇設定的工具編號，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。

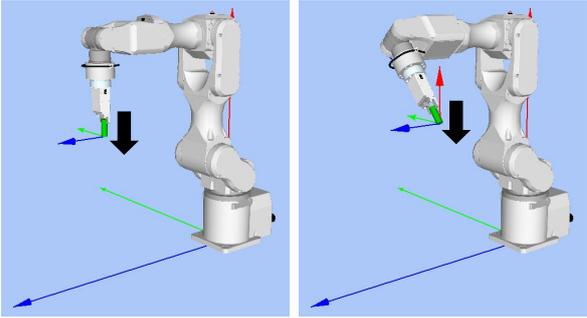
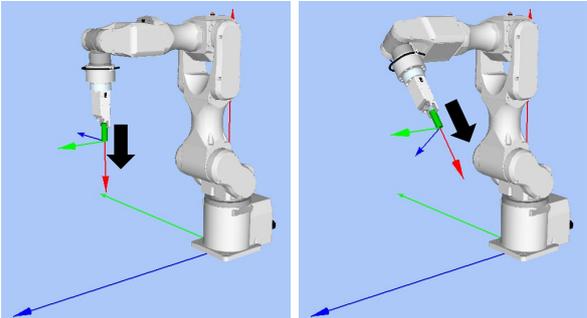
Step 2: 設定感應器值的調整

設定感應器值調整的相關屬性(ResetSensor、MPNumber)。

屬性	說明、設定指南
ResetSensor	設定在力覺引導序列執行期間首次執行除條件式分支及SPEL函數外的力覺引導物件時是否要重置力覺感應器。 True : 力覺引導序列開始時為未接觸狀態 (力覺引導序列一般會在未接觸狀態下開始。) False : 執行力覺引導序列後，在接觸狀態下執行其他力覺引導序列的特殊情形
MPNumber	設定力覺引導序列執行期間使用的質量屬性物件編號。 質量屬性物件為用於重力補償的屬性集合。 「0」：力覺引導序列執行期間，姿態(U、V、W)未大幅變動時。 已建立的質量屬性編號 ：力覺引導序列執行期間，姿態大幅變動時。 如需質量屬性的詳細資訊，請參閱下列章節。 軟體篇 2.3 重力補償

Step 3: 設定力控制功能座標系

設定力控制功能座標系的相關屬性(ForceOrient、RobotLocal、RotationCenterType、RotationCenterTLX、RotationCenterTLY、RotationCenterTLZ)。

屬性	說明、設定指南
ForceOrient	<p>設定執行力控制功能的座標系方向。</p> <p>Base、Local： 即使力覺引導序列開始時的姿態改變，仍欲始終往從外側檢視的固定方向(如垂直向下按壓)執行力控制功能時。固定方向與基礎座標系軸不同時，將會指定Local。</p> <p>下圖為設定Base的範例。 例如往-Z方向按壓時，即使機器人末端夾具姿態已改變，機器人始終會垂直向下按壓(基礎座標系的-Z方向)。黑色箭頭為機器人移動方向。</p>  <p>Tool: 欲配合開始時的姿態執行力控制功能時</p> <p>下圖為已設定Tool的範例。 例如往+Z方向按壓時，按壓方向會隨著開始時的機器人末端夾具姿態而改變。</p> 
RobotLocal	設定ForceOrient為Local時使用的本地座標系編號。
RotationCenterTLX RotationCenterTLY RotationCenterTLZ	設定從工具座標系至旋轉中心的各方向偏移量。

可使用模擬器功能確認力控制功能座標系的設定狀態。但若力覺引導序列內未配置任何一個力覺引導物件，請在設置力覺引導物件後進行確認。

關於使用模擬器功能進行顯示的方法，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide：8. 模擬器、8.3 功能說明

Step 4: 設定最大速度與最大加速度

設定最大速度及最大加速度相關屬性(LimitAccelS、LimitAccelR、LimitSpeedS、LimitSpeedR)。

屬性	說明、設定指南
LimitSpeedS LimitSpeedR	<p>設定力覺引導序列執行期間的最大速度。</p> <p>LimitSpeedS：最大平移速度 LimitSpeedR：最大旋轉角速度</p> <p>在力控制功能中，速度會視施力方式增減。此速度會被控制在不超過LimitSpeedS及LimitSpeedR的範圍內。</p>
LimitAccelS LimitAccelR	<p>設定力覺引導序列執行期間的最大加速度。</p> <p>LimitAccelS：最大平移加速度 LimitAccelR：最大旋轉角加速度</p> <p>在力控制功能中，加速度會視施力方式增減。此加速度會被控制在不超過LimitAccelS及LimitAccelR的範圍內。 若數值小，機器人受力時的反應速度較慢，並且彈跳幅度可能較大。</p> <p>若機器人彈跳，請設定較大值；若機器人振動，請設定較小值。</p>

Step 5: 設定記錄相關條件

設定記錄相關屬性(LogRobotLocal、LogFileEnabled、LogFileAutoName、LogFileNameVar、LogFileMaxTime、LogFileInterval)。

屬性	說明、設定指南
LogRobotLocal	<p>設定作為記錄機器人位置基準的本地座標系編號。</p> <p>與位置相關的記錄資料會記錄為指定的本地座標系位置。</p> <p>Base：正常 本地座標系編號 ：欲記錄為指定的本地座標系中位置時</p>
LogFileEnabled	<p>設定是否要將力覺引導序列執行期間的記錄資料儲存至檔案。</p> <p>False：不會儲存於檔案。 執行時，可在力覺引導視窗的圖表上查看記錄資料。</p>
LogFileAutoName	<p>設定是否自動設定記錄資料檔案名稱。</p> <p>True：自動設定時 以力覺引導序列名稱及開始時間為記錄檔案命名。 「力覺引導序列名稱_年月日_點分秒毫秒」</p> <p>False：指定任意名稱時</p>
LogFileNameVar	<p>設定LogFileAutoName為False時用於表示記錄資料檔案名稱的全域變數。</p>
LogFileInterval	<p>設定建立檔案時的記錄資料取樣間隔。</p>
LogFileMaxTime	<p>設定建立檔案時的記錄資料最大時間。</p>

4.3.2.2 Paste序列屬性的詳細資訊

Name 屬性

設定指派至力覺引導序列的特定名稱。
 無法建立同名的力覺引導序列。
 可變更名稱。最多可設定 32 個字元。請使用半形英數字元及「_」(底線)。此外，起始字元不得為數字字元。

Index 屬性

顯示力覺引導序列編號。
 本屬性會自動設定並更新。無法變更此屬性。

	數值
最小值	1
最大值	16

預設：無

Description 屬性

設定在力覺引導序列中新增的說明。
 任意字串最多可設定 255 個字元。

Version 屬性

專用序列的 Version 為 7.5.1。無法變更此屬性。

RobotNumber 屬性

指定使用力覺引導序列的機器人編號。
 若以未指定的機器人執行力覺引導序列，將會發生錯誤。

數值	說明
1~16	使用力覺引導序列的機器人編號。

預設：透過序列精靈指定的機器人編號

RobotType 屬性

使用力覺引導序列的機器人種類。
 本屬性將依照 RobotNumber 中指定的機器人編號自動設定。無法變更此屬性。

AutoStepID 屬性

指定在力覺引導物件執行期間 StepID 的自動指派。
 自動指派時，將設定為力覺引導序列編號*100+力覺引導物件編號。

StepID 會記錄於力覺引導序列執行期間記錄力及位置的檔案中，並用於判斷對應於力覺引導物件的區段。

數值	說明
True	自動設定StepID。
False	設定各力覺引導物件的StepID屬性值。

預設：True

ResetSensor 屬性

指定在力覺引導序列中首次開始除條件式分支及 SPEL 函數外的力覺引導物件時是否要重置力覺感應器。

數值	說明
True	開始除條件式分支及SPEL函數外的力覺引導物件時，重置力覺感應器。
False	不重置力覺感應器。

預設：True

MPNumber 屬性

指定力覺引導序列執行期間使用的質量屬性物件編號。

質量屬性物件為用於重力補償的屬性集合。需預先定義質量屬性物件。若角度在力覺引導序列執行期間會大幅改變，請指定合適的質量屬性物件。

數值	說明
0	關閉重力補償。
1~15	使用指定的質量屬性。

預設：True

PointFile 屬性

指定力覺引導序列執行期間使用的點檔案名稱。

若在力覺引導序列開始時讀入非本屬性指定的點檔案，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。

數值	說明
None	未指定 (不需確認，讀入任何點檔案皆可執行。)
點檔案名稱	若未讀入指定的點檔案，將會發生錯誤。

預設：None

RobotTool 屬性

指定在力覺引導序列執行期間使用的工具座標系編號。

若在力覺引導序列開始時選擇非本屬性指定的工具座標系編號，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。

數值	說明
0~16	若未選擇指定的工具座標系編號，將會發生錯誤。

預設：None

ForceOrient 屬性

此屬性可指定力覺引導序列執行期間，使用力控制功能的座標系方向。
 可從 **Base**、**Local** 及 **Tool** 選擇。請配合黏貼方向指定座標系。
 若指定 **Base** 或 **Local**，即使機器人姿態改變，黏貼作業的方向也不會改變。
 若指定 **Tool**，由於工具座標系方向會在機器人姿態改變時變更，黏貼作業的方向也會因此改變。

數值	說明
Base	力控制功能應用的座標系方向為基礎座標系。
Local	力控制功能應用的座標系方向為本地座標系。
Tool	力控制功能應用的座標系方向為工具座標系。

預設：Tool

RobotLocal 屬性

此屬性可指定力覺引導序列執行期間，應用力控制功能的座標系本地座標系編號。
ForceOrient 屬性為 **Local** 時使用。

數值	說明
0 (Base)	使用本地0座標系(基礎座標系)。 此與在 ForceOrient 中指定 Base 時相同。
1~15	使用設定編號的本地座標系。

預設：0(Base)

RotationCenterTLX 屬性

設定從 **Tool** 座標系至力控制功能旋轉中心的 **X** 方向距離。
 此為 **RobotTool** 中選擇的工具座標系 **X** 方向。

	數值 (單位：[mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設：0

RotationCenterTLY 屬性

設定從 **Tool** 座標系至力控制功能旋轉中心的 **Y** 方向距離。
 此為 **RobotTool** 中選擇的工具座標系 **Y** 方向。

	數值 (單位：[mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設：0

RotationCenterTLZ 屬性

設定從 Tool 座標系至力控制功能旋轉中心的 Z 方向距離。
此為 RobotTool 中選擇的工具座標系 Z 方向。

	數值 (單位 : [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設 : 0

LimitSpeedS 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大速度。
因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的速度限制。

	數值 (單位 : [mm[sec]])
最小值	0.1
最大值	250

預設 : 50

LimitSpeedR 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大角速度。
因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的角速度限制。

	數值(單位 : [deg/sec])
最小值	0.1
最大值	180

預設 : 25

LimitAccelS 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大加速度。
因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的加速度限制。

	數值 (單位 : [mm[sec ²]])
最小值	0.1
最大值	5000

預設 : 200

LimitAccelR 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大角加速度。
 因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的角加速度限制。

	數值 (單位：[deg/sec ²])
最小值	0.1
最大值	5000

預設：100

LogRobotLocal 屬性

針對力覺引導序列執行期間記錄的機器人位置姿態，指定作為基準的本地座標系編號。
 機器人位置姿態將以從本屬性指定之本地座標系檢視的工具座標系中的位置姿態進行記錄。

數值	說明
0 (Base)	使用本地0座標系(基礎座標系)。
1~15	使用設定編號的本地座標系。

預設：0(Base)

LogFileEnabled 屬性

指定是否要將力覺引導序列執行期間的力、扭力及機器人位置姿態儲存至檔案中。

指定 True 時，數值將顯示於監控畫面的圖表上，並同時儲存至檔案中。
 指定 False 時，數值將顯示於監控畫面的圖表上。但數值不會儲存至檔案中。

數值	說明
True	將記錄資料儲存至檔案。
False	記錄資料不會儲存至檔案。

預設：True

LogFileAutoName 屬性

針對力覺引導序列執行期間記錄力、扭力及機器人位置姿態的檔案，指定是否要自動設定名稱。

指定 True 時，會以「力覺引導序列名稱+開始時間」自動設定檔案名稱。
 力覺引導序列名稱_yyyymmdd_hhmmssfff.csv

指定 False 時，請在 LogFileNameVar 所指定的變數字串中加入「.csv」，使其成為檔案名稱。

數值	說明
True	自動設定記錄資料檔案名稱。
False	將記錄資料檔案名稱設定為在 LogFileNameVar 所指定的名稱。

預設：True

LogFileNameVar 屬性

指定儲存檔案名稱(力覺引導序列執行期間記錄力、扭力及機器人位置姿態)的全域字串變數。

LogFileAutoName 中指定 False 時使用。將「.csv」加入所指定的變數字串中，將其設為檔案名稱。

數值	說明
None	未指定(自動設定)
變數名稱	指定的全域字串變數值將為檔案名稱。 僅可指定字串變數。

預設：None

LogFileInterval 屬性

針對記錄力覺引導序列執行期間的力、扭力及機器人位置姿態的檔案，指定取樣週期。

	數值 (單位：[sec])
最小值	0.002
最大值	1

預設：0.2

LogFileMaxTime 屬性

針對記錄力覺引導序列執行期間的力、扭力及機器人位置姿態的檔案，指定最大記錄時間。

若該記錄時間較力覺引導序列的執行時間短，超過的時間將不會記錄於檔案。敬請注意。

	數值 (單位：[sec])
最小值	60
最大值	600

預設：60

4.3.2.3 Paste序列結果的詳細資訊

EndStatus 結果

此為執行結果。

在力覺引導序列執行至最後，且最後力覺引導物件執行成功，或最後力覺引導物件的 AbortSeqOnFail 屬性為 False 時，結果將為成功。

數值	說明
Passed	力覺引導序列執行成功。
Failed	力覺引導序列執行失敗。
NoExec	力覺引導序列未執行。
Aborted	力覺引導序列在執行期間中停止。

FailedStatus 結果

序列失敗的理由。

AbortSeqOnFail 為 True 的物件執行失敗的理由。

數值	說明
OK	力覺引導序列執行成功。
GeneralObjectFailed	通用物件執行失敗。
ForceConditionFailed	力超出成功條件範圍，執行失敗。
PosConditionFailed	位置超出成功條件範圍，執行失敗。
Overrun	超過位置，執行失敗。

Time 結果

執行所需時間。

單位：[sec]

LastExecObject 結果

最後執行的力覺引導物件名稱。

EndForces 結果

力覺引導序列結束時的力和扭力。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

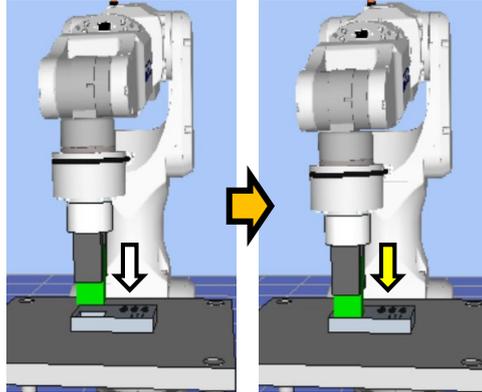
PeakForces 結果

力覺引導序列執行期間的力和扭力峰值。峰值為最大絕對值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

4.3.3 Paste 物件

Paste 物件是指讓機器人以指定的力往指定方向進行按壓動作的力覺引導物件。按壓時，亦可選擇跟隨對齊按壓面。



上圖為 Paste 物件的動作示意圖。從未接觸狀態執行後，朝向白色箭頭標示的按壓方向移動。到達接觸狀態後，如黃色箭頭所示，維持在施加特定力的狀態。

Paste 物件在指定時間內滿足結束條件時，將會成功或失敗。Paste 物件可使用力與位置相關結束條件。

各結束條件均必定被使用。

滿足各結束條件的所有成功條件時：結束 Paste 物件執行並判定為成功，繼續進行下一個力覺引導物件。

滿足各結束條件的至少一個失敗條件時：結束 Paste 物件執行並判定為失敗，中斷執行力覺引導序列。

結束條件	成功條件
力相關結束條件	在Timeout的指定時間內，在HoldTimeThresh指定的時間內持續滿足以下所有條件。 在Fx、Fy、Fz之中，PressOrient中指定軸的力在PressForce±PressCheckTolF的範圍內 在Tx、Ty、Tz之中，FollowOrient中指定軸的扭力在±AlignCheckTolT的範圍內
位置相關結束條件	在Timeout的指定時間內，滿足以下條件 從PressOrient中指定軸方向的力覺引導物件起始點所移動的距離，在ApproachDist±DistCheckTol的範圍內

結束條件	失敗條件
位置相關結束條件	在Timeout的指定時間內，滿足以下條件 從PressOrient中指定軸方向的力覺引導物件起始點所移動的距離超過ApproachDist+DistCheckTol

4.3.3.1 Paste物件屬性方針

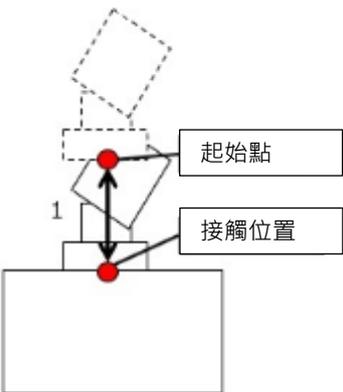
Step 1: 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name、Description、StepID、AbortSeqOnFail)。

屬性	說明、設定指南
Name	設定力覺引導物件名稱。 設定特定名稱。
Description	設定力覺引導物件的說明。 描述動作說明等。設定任意字串。
StepID	力覺引導物件執行期間的StepID。 設定任意ID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您了解記錄資料對應哪個工程。 力覺引導序列的AutoStepID為False時適用。
AbortSeqOnFail	設定是否在力覺引導物件失敗時結束或繼續執行力覺引導序列。 True：正常 結束力覺引導序列。 False：包含力覺引導序列中失敗時的復原動作時，或失敗後仍可繼續執行力覺引導序列時

Step 2: 設定目標地點

設定移動軌道的目標地點相關屬性(ApproachDist)。

屬性	說明、設定指南
ApproachDist	<p>設定接近距離。 接近距離為下圖紅點所示開始Paste序列時，抓取的工件端點到黏貼對象上面的1號距離。</p>  <p>教導機器人動作起始點時，請盡量縮短接近距離。因為力控制功能的速度比位置控制慢，接近距離越長，循環時間會越久。</p>

Step 3: 設定按壓方向與力控制功能

設定按壓方向與力控制功能相關屬性(PressOrient、PressForce、PressFirmnessF、AlignEnabled、AlignOrient、AlignFirmnessT)。

屬性	說明、設定指南
PressOrient	指定按壓方向。 機器人會往指定方向移動。
PressForce	設定往黏貼方向施加的按壓力。 PressOrient為正方向時：輸入負值。 PressOrient為負方向時：輸入正值。 請設定您的工件可容許的數值。 若數值過小，機器人可能不會移動。
PressFirmnessF	設定力控制功能硬度。 設定較大值時： 力控制功能會增強，且對力變化的反應速度較慢。 設定較小值時： 力控制功能將會減弱，對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。
AlignEnabled	指定是否執行對齊面動作。
AlignOrient	用於對齊面時旋轉的方向。 將會依照PressOrient自動變化。僅可讀取。無法變更此屬性。 該旋轉即為在PressOrient中未指定的2個平移方向的旋轉。 舉例而言，若PressOrient中指定+Fz或-Fz，為Fx與Fy方向旋轉的Tx與Ty將為AlignOrient。
AlignFirmnessT	設定旋轉方向的力控制功能硬度。 設定較大值時： 力控制功能會增強，且對力變化的反應速度較慢。 設定較小值時： 力控制功能將會減弱，對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

可使用模擬器功能確認PressOrient。顯示除指定方向外均為反灰的座標系。但，機器人將根據目前位置進行顯示。請在力覺引導物件已在執行位置姿態的狀態下進行確認。

關於使用模擬器功能進行顯示的方法，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide：8. 模擬器、8.3 功能說明

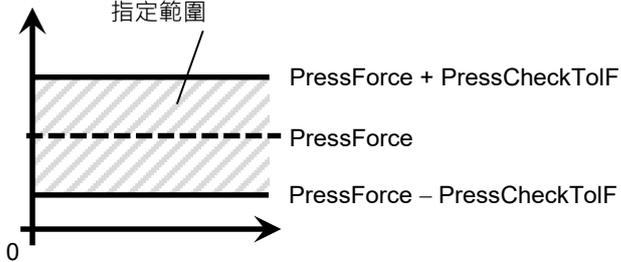
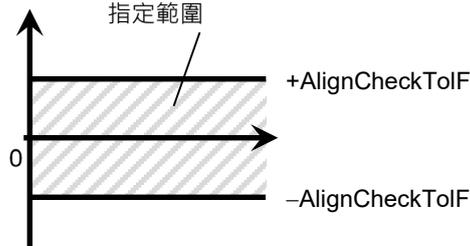
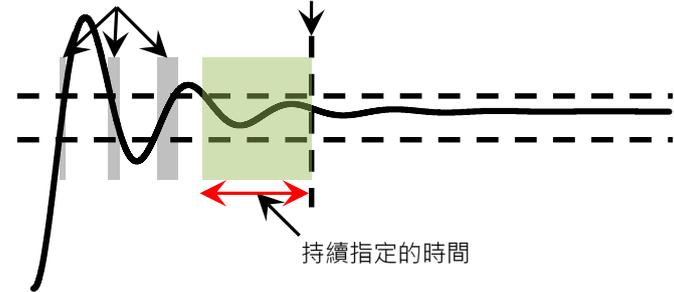
Step 4: 設定結束條件的基本資訊

設定逾時相關屬性(Timeout)。

屬性	說明、設定指南
Timeout	設定逾時期間。 未設定結束條件時：為執行時間。 設定結束條件時：未在指定時間內滿足結束條件時，將會失敗。

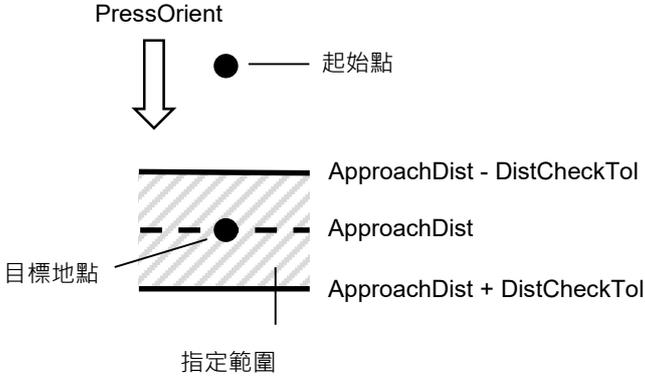
Step 5. 設定力相關結束條件

設定力結束條件相關屬性(PressCheckToIF、AlignCheckToIT、HoldTimeThresh)。

屬性	說明、設定指南
<p>PressCheckToIF</p>	<p>與力相關結束條件的按壓方向範圍。設定做為結束條件的範圍。</p> <p>PressCheckToIF將適用於Fx、Fy、Fz。 監控Fx、Fy、Fz的PressOrient中指定方向的力是否位於PressForce±PressCheckToIF的範圍內。 下圖為InsertCheckToIF的示意圖。</p> 
<p>AlignCheckToIT</p>	<p>設定力相關結束條件的跟隨方向範圍。</p> <p>AlignCheckToIT將適用於Tx、Ty、Tz。 監控Tx、Ty、Tz的AlignOrient中指定方向的扭力是否位於±AlignCheckToIT的範圍內。 下圖為AlignCheckToIT的示意圖。</p> 
<p>HoldTimeThresh</p>	<p>設定判定為滿足結束條件的持續時間。</p> <p>如下圖，當指定的條件持續了在HoldTimeThresh中指定的時間後，即判定為已滿足結束條件。</p> <p>HoldTimeThresh: </p> <p>未達到持續時間 結束</p>  <p>一般會設定接近「0」的短時間。 建議依實際結果來決定時間。</p>

Step 6. 設定位置相關結束條件

設定位置結束條件相關屬性(DistCheckTol)。

屬性	說明、設定指南
DistCheckTol	<p>設定位置相關結束條件的跟隨方向範圍。 監控從PressOrient中指定方向的動作起始點所移動的距離在 $ApproachDist \pm DistCheckTol$ 的範圍內。 下圖為DistCheckTol的示意圖。</p> 

4.3.3.2 Paste物件屬性的詳細資訊

Name 屬性

設定指派至力覺引導物件的特定名稱。

建立 Paste 序列後，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 Paste 後加上數字，例如 Paste01。

可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用半形英數字元及「_」(底線)。起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

設定力覺引導物件的說明。

任意字串最多可設定 255 個字元。

StepID 屬性

指定力覺引導物件執行期間的StepID。

僅限AutoStepID為False時使用。

	數值
最小值	0
最大值	32767

預設：

將依力覺引導序列與力覺引導物件的編號自動設定。

AbortSeqOnFail 屬性

指定力覺引導物件執行失敗時進行的處理。

若指定True，則力覺引導物件失敗時程式會結束力覺引導序列，並繼續進行下一個SPEL陳述式。

若指定False，程式會繼續進行下一個力覺引導物件，即使力覺引導物件失敗也不會結束力覺引導序列。

欲繼續執行力覺引導序列時使用，例如力覺引導序列中加入失敗時的復原處理等情形。

數值	說明
True	力覺引導物件執行失敗時，結束序列。
False	力覺引導物件執行失敗時，開始下一個力覺引導序列。

預設：True

PressOrient 屬性

指定在力覺引導序列ForceOrient中指定座標系上的黏貼作業動作方向。

數值	說明
+Fx	將動作方向指定為指定座標系的+Fx方向。
-Fx	將動作方向指定為指定座標系的-Fx方向。
+Fy	將動作方向指定為指定座標系的+Fy方向。
-Fy	將動作方向指定為指定座標系的-Fy方向。
+Fz	將動作方向指定為指定座標系的+Fz方向。
-Fz	將動作方向指定為指定座標系的-Fz方向。

預設：+Fz

PressForce 屬性

指定在力覺引導物件動作中，往力覺引導物件的PressOrient中指定動作方向的按壓力。

PressOrient為+Fx、+Fy、+Fz時

	數值 (單位：[N])
最小值	-50
最大值	0

預設：-10

PressOrient為-Fx、-Fy、-Fz時

	數值 (單位：[N])
最小值	0
最大值	50

預設：-10

PressFirmnessF 屬性

此屬性可設定力覺引導物件動作中，在力覺引導物件PressOrient指定動作方向的力控制功能硬度。

PressFirmnessF數值較大時：動作方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

PressFirmnessF數值較小時：動作方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	10

預設：3

AlignEnabled 屬性

指定是否執行對齊面動作。

數值	說明
True	執行對齊面動作。
False	不執行對齊面動作。

預設：True

AlignOrient 屬性

指在黏貼作業中設定的平移與旋轉的跟隨方向。

本屬性將透過力覺引導物件的PressOrient中指定的動作方向自動設定。無法變更此屬性。

數值	說明
TyTz	跟隨TyTz方向。
TxTz	跟隨TxTz方向。
TxTy	跟隨TxTy方向。

預設：TxTy

AlignFirmnessT 屬性

此屬性可設定力覺引導物件動作中，跟隨方向扭力的力控制功能硬度。

AlignFirmnessT數值較大時：跟隨方向扭力的力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

AlignFirmnessT數值較小時：跟隨方向扭力的力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	100000

預設：1000

PressCheckToIF 的屬性

指定在力覺引導物件的PressOrient中指定的動作方向上，設為結束條件的力容許範圍。

將PressForce ± PressCheckToIF的範圍設為結束條件。

	數值
最小值	0.1
最大值	10

預設：1

AlignCheckToIT 屬性

指定在跟隨的旋轉方向上，設為結束條件的扭力容許範圍。

將±AlignCheckToIT的範圍設為結束條件。

	數值
最小值	1
最大值	10000

預設：100

HoldTimeThresh 屬性

指定力相關結束條件判定前的持續時間。

當指定的條件持續了在HoldTimeThresh中指定的時間後，即判定為已滿足結束條件。

	數值 (單位 : [sec])
最小值	0
最大值	10

預設 : 0.1

ApproachDist 屬性

指定從力覺引導物件起始點到黏貼作業起始點為止的移動距離。

	數值 (單位 : [mm])
最小值	0
最大值	50

預設 : 10

DistCheckTol 屬性

作業結束時，指定從動作起始點移動的距離成功條件範圍。

將ApproachDist ± DistCheckTol的範圍設為成功條件。

	數值
最小值	0.01
最大值	10

預設 : 1

Timeout 屬性

指定力覺引導物件的逾時期間。

即使超出Timeout中指定的時間，若未滿足PressForce、PressCheckTolF、AlignCheckTolT中指定的條件，則Paste物件將判定為失敗。

判定後，請依AbortSeqOnFail結束力覺引導序列，或繼續進行下一個力覺引導物件。

	數值 (單位 : [sec])
最小值	0.1
最大值	60

預設 : 10

4.3.3.3 Paste物件結果的詳細資訊

EndStatus 結果

此為執行結果。

若滿足「4.3.3 Paste 物件」開頭記載的「成功條件」，將會成功。

數值	說明
Passed	力覺引導物件執行成功。
Failed	力覺引導物件執行失敗。
NoExec	力覺引導物件未執行。
Aborted	力覺引導物件在執行期間停止。

Time 結果

執行所需時間。

單位：[sec]

TimedOut 結果

是否已達 Timeout 屬性中指定的逾時期間。

數值	說明
True	已達逾時期間。
False	到達逾時期間前已結束。

EndForces 結果

力覺引導物件結束時的力和扭力。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

EndPos 結果

力覺引導物件結束時的位置姿態。將取得 X、Y、Z、U、V、W 各自的值。

單位：X、Y、Z [mm] / U、V、W [deg]

AvgForces 結果

力覺引導物件執行期間的力和扭力平均值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導物件執行期間的力和扭力峰值。峰值為最大絕對值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

ForceCondOK 結果

是否已滿足力相關結束條件。

數值	說明
True	已滿足力相關結束條件。
False	未滿足力相關結束條件。

TriggeredForces 結果

已滿足力相關結束條件時的力和扭力。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

TriggeredPos 結果

已滿足力相關結束條件時的位置姿態。將取得 X、Y、Z、U、V、W 各自的值。

單位：X、Y、Z [mm] / U、V、W [deg]

PosCondOK 結果

是否已滿足位置相關結束條件。

數值	說明
True	已滿足位置相關結束條件。
False	未滿足位置相關結束條件。

PosLimited 結果

是否超出位置的限制範圍。

數值	說明
True	已超出位置的限制範圍。
False	未超出位置的限制範圍。

4.3.4 Paste序列與物件的屬性調整方針

以下說明使用Paste序列與物件時的調整方法。

當FailedStatus結果顯示為GeneralObjectFailed時：

表示配置於 Paste 序列中的通用物件執行失敗。LastExecObject 結果中會顯示最後執行的物件。請參考顯示出的物件屬性設定方針或調整方針，來調整屬性。

當FailedStatus結果顯示為ForceConditionFailed時：

將黏貼方向或旋轉方向的 Firmness 值設定小一點。
但，動作有可能容易發生振動。請調整為可容許的狀態。

建議在調整 Firmness 時，以階段性的變化來調整，例如由目前的值減少 10%等方式。

若調小 Firmness 仍未改善，請將 Timeout 調大。

當FailedStatus結果顯示為PosConditionFailed時：

表示在 Paste 物件執行期間，位置已超出物件中設定的位置成功條件範圍，故執行失敗。

請確認 ApproachDist 是否設定得比執行環境還長。

當FailedStatus結果顯示為Overrun時：

表示在 Paste 物件執行期間，當位置超過物件中設定的位置成功條件範圍後，力仍未滿足力的成功條件而持續動作，故判定為超過位置而失敗。

請確認 ApproachDist 是否設定得比實際環境還短。

對齊面動作耗時過長時：

請將AlignFirmnessT調小，或將PressForce調大。

但，將AlignFirmnessT調小可能會導致機器人動作容易發生振動。請調整為可容許的狀態。

建議在調整AlignFirmnessT時，以階段性的變化來調整，例如由目前的值變更 10%等方式。

若將PressForce調大，則施加於工件的力增加。設定時，請考量工件可容許的力。

若工件的接觸面較小，則按壓時的扭力減少。扭力較小時，便會因力控制功能導致使其旋轉的速度變慢。因此在處理接觸面較小的工件時，可能會發生即使調整上述2個屬性，仍無法達到期望時間的情形。

動作發生振動時：

將PressFirmnessF或AlignFirmnessT的值設定大一點。

請調整動作發生振動之方向的Firmness值。

但機器人的反應會變得遲鈍。請調整為可容許的狀態。

建議在調整Firmness時，以階段性的變化來調整，例如由目前的值增加10%等方式。

往按壓方向大幅彈跳時：

若重複發生每隔數秒即大幅彈跳一次的情形，可能是動作受到力覺引導序列的LimitAccelS限制。

此外，以低功率模式執行時亦可能會發生此情形。

若以高功率模式執行仍未改善，請調大LimitAccelS。

若調大LimitAccelS仍未改善，請將PressFirmnessF調小。

在對齊面執行途中結束Paste物件時：

若時間不足，請將Timeout設定大一點。

若在面尚未對齊的狀態下滿足結束條件，請將AlignCheckToIT調小。

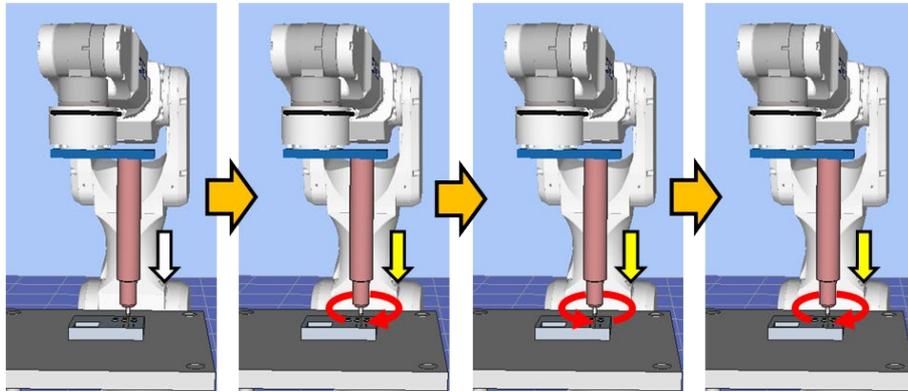
若調小AlignCheckToIT仍未改善，請設定HoldTimeThresh。

若工件的接觸面較小，則按壓時的扭力減少。因此即使已發生傾斜，仍可能進入AlignCheckToIT中指定的範圍。該情況下，請考慮將AlignCheckToIT設定得更小一點，並以Timeout中指定的執行時間進行管理。

4.4 ScrewTighten序列與物件

ScrewTighten序列是指以指定的力往指定方向按壓，同時進行螺絲鎖付的功能。在以可操作I/O的電動螺絲起子進行的螺絲鎖付作業中使用。且可在螺絲鎖付期間因螺絲卡住而未能正確進行螺絲鎖付時，重新進行螺絲鎖付。

ScrewTighten序列是由ScrewTighten序列與ScrewTighten物件、ScrewRetighten物件這2個物件所構成。可配合作業，新增或删除通用力覺引導物件。



上圖為ScrewTighten序列的動作示意圖。從未接觸狀態執行後，往白色箭頭標示的螺絲鎖付方向移動。到達接觸狀態後，往黃色箭頭標示的螺絲鎖付方向，以特定的按壓力進行螺絲鎖付。到這裡為止的動作，是由ScrewTighten物件所執行。

其後若未能正確進行螺絲鎖付，則往黃色箭頭標示的螺絲鎖付方向，以特定的按壓力先將螺絲鬆開，再重新鎖付。此動作是由ScrewRetighten物件所執行。

本章節將說明力覺引導ScrewTighten序列、ScrewTighten物件、ScrewRetighten物件的序列精靈和屬性、其設定方法。關於通用力覺引導物件，請參閱下列章節。

軟體篇 4.2.2 通用力覺引導物件

4.4.1 ScrewTighten序列的序列精靈

使用序列精靈建立 ScrewTighten 序列。精靈可透過下列方式顯示。

- 在流程圖上的序列流程或序列樹狀結構上的序列節點按一下滑鼠右鍵，以選擇 [Sequence Wizard]。
- 按一下 ScrewTighten 序列屬性中的 Wizard 設定值[Click to open->]右側顯示的 。

顯示序列精靈時，請依照畫面進行設定。

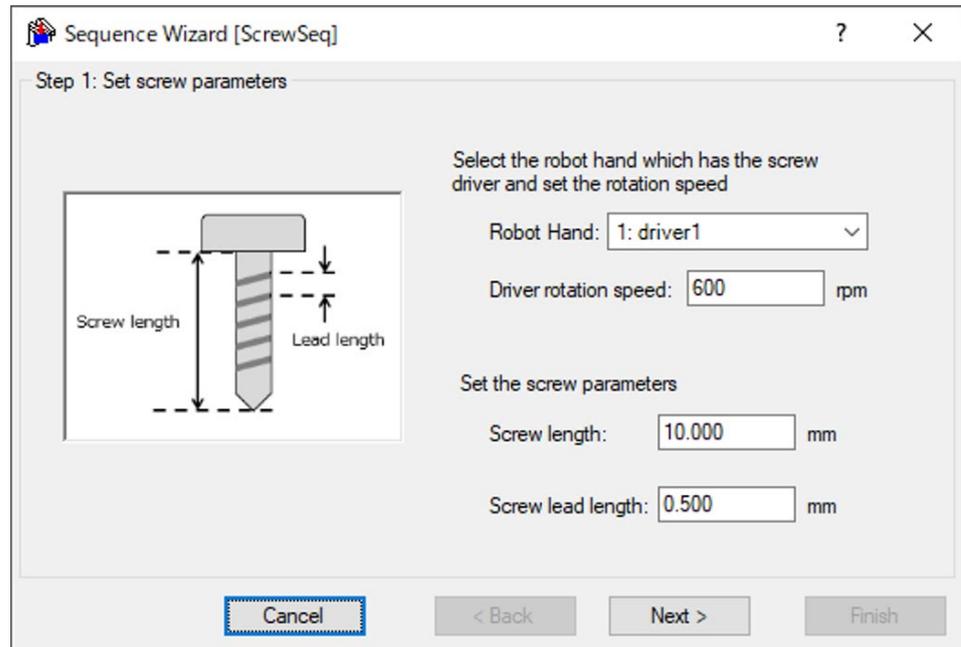
ScrewTighten 序列的序列精靈，也可從力覺引導序列的新增畫面進行設定。如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表)

-建立新的力覺引導序列-序列精靈 建立專用序列

Step 1: Set screw parameters

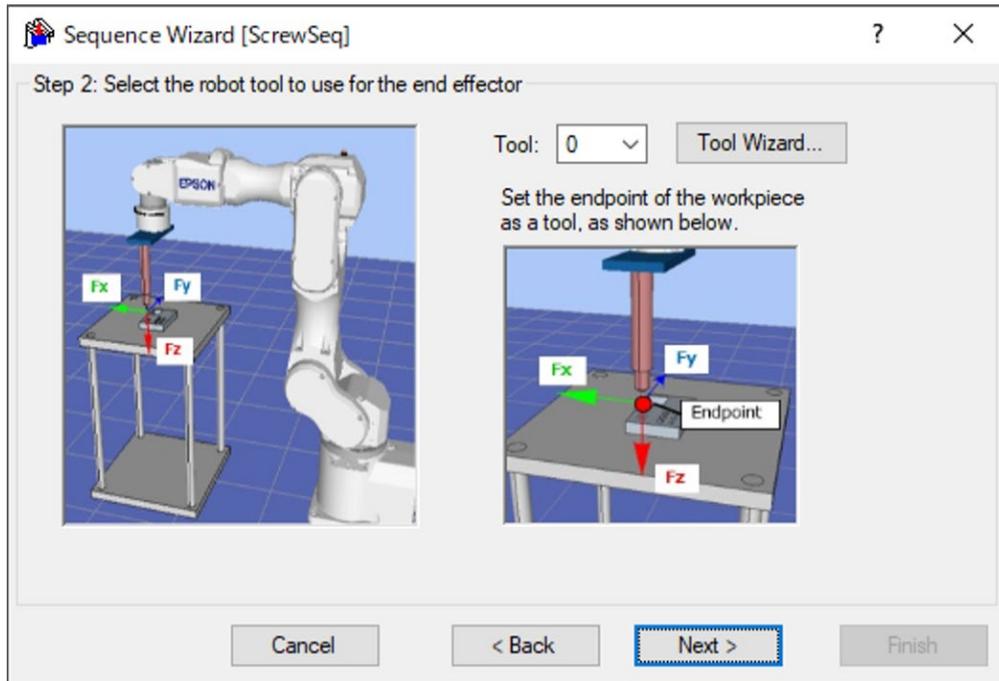
選擇預計在 ScrewTighten 序列、ScrewTighten 物件、ScrewRetighten 物件中使用的末端夾具編號，並進行螺絲起子與螺絲的設定。螺絲鎖付作業期間的機器人動作速度，將依螺絲起子的旋轉速度與螺絲導程長度而定。



項目	說明、設定指南
Robot Hand	選擇預計使用的機器人末端夾具編號。已設定的機器人末端夾具會顯示標籤。想要重新設定工具時，可利用 Robot Manager 進行設定。關於機器人末端夾具的設定，請參閱下列手冊。 Hand Function Manual 最小值：1 最大值：15 預設值：1
Driver rotation speed	設定螺絲起子的轉速。 最小值：10.000[rpm] 最大值：2000.000[rpm] 預設值：600.000[rpm]
Screw length	設定螺絲長度。 最小值：1.000[mm] 最大值：100.000[mm] 預設值：10.000[mm]
Screw lead length	設定螺絲的導程長度。 最小值：0.100[mm] 最大值：6.000[mm] 預設值：0.500[mm]
<Cancel>按鈕	取消建立 ScrewTighten 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	從新增序列畫面開啟時，可返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 2: Select the robot tool to use for the end effector

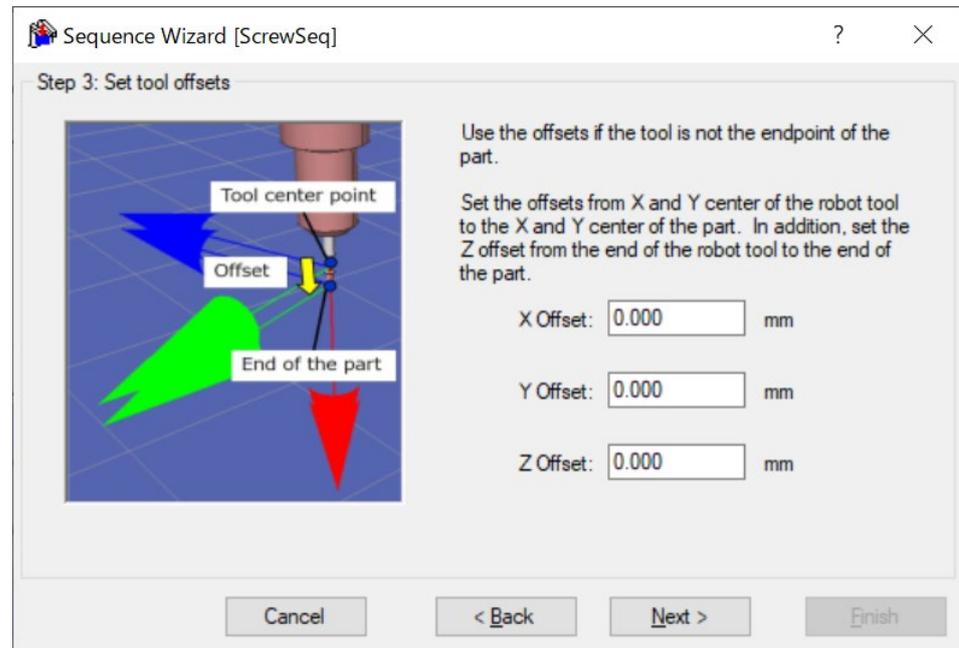
選擇預計在 ScrewTighten 序列、ScrewTighten 物件、ScrewRetighten 物件中使用的工具編號。



項目	說明、設定指南
Tool	選擇使用的工具編號。選擇工具編號時，請讓工件端點位於工具原點。已設定的工具編號將列在清單欄中。想要重新設定工具時，利用Tool Wizard按鈕進行設定。 EPSON RC+ 7.0 User's Guide 5. EPSON RC+ 7.0 GUI、5.12 [Tools]功能表 [Tools]-[Robot Manager]-[Tools]面板 最小值：0 最大值：已設定的工具編號最大值 預設值：0
<Cancel>按鈕	取消建立 ScrewTighten 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	從新增序列畫面開啟時，可返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 3: Set tool offsets

若 Step 2 中設定的工具未設定於工件末端的中心，則必須進行設定。請設定工具至工件末端中心的偏移量。



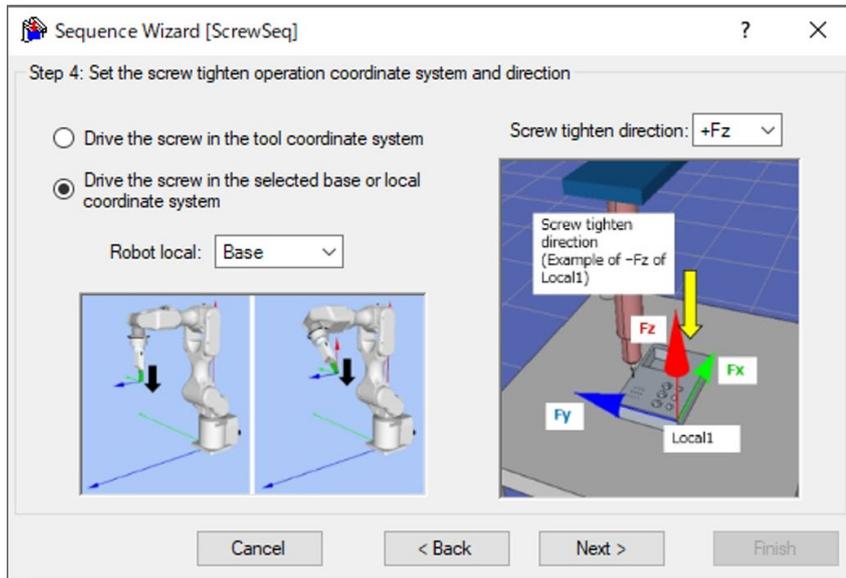
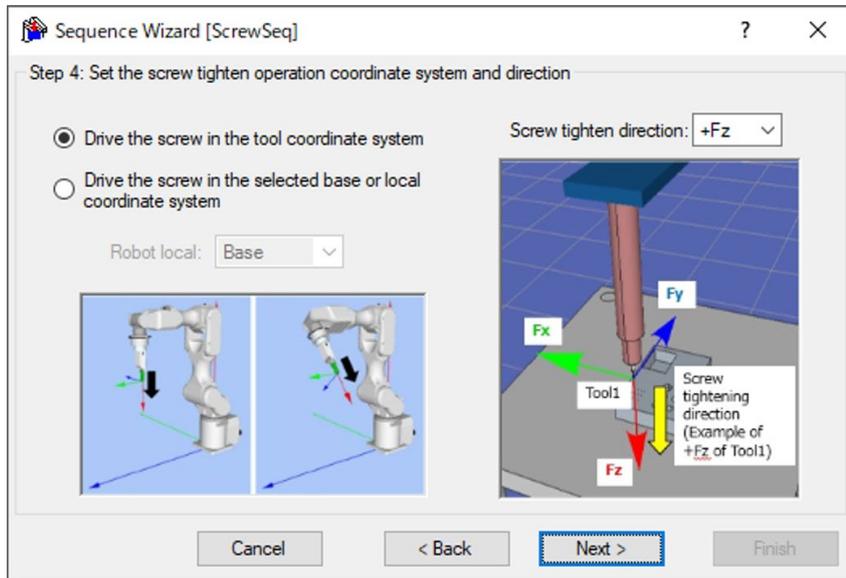
項目	說明、設定指南
X Offset	設定Step 1中設定之從工具至工件末端的X方向偏移量。 最小值：-2000.000[mm] 最大值：2000.000[mm] 預設值：0.000[mm]
Y Offset	設定Step 1中設定之從工具至工件末端的Y方向偏移量。 最小值：-2000.000[mm] 最大值：2000.000[mm] 預設值：0.000[mm]
Z Offset	設定Step 1中設定之從工具至工件末端的Z方向偏移量。 最小值：-2000.000[mm] 最大值：2000.000[mm] 預設值：0.000[mm]
<Cancel>按鈕	取消建立 ScrewTighten 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 4: Set the screw tighten operation coordinate system and direction

設定螺絲鎖付方向。

想要配合開始序列時的姿態執行螺絲鎖付作業時，請選擇「Tool」。

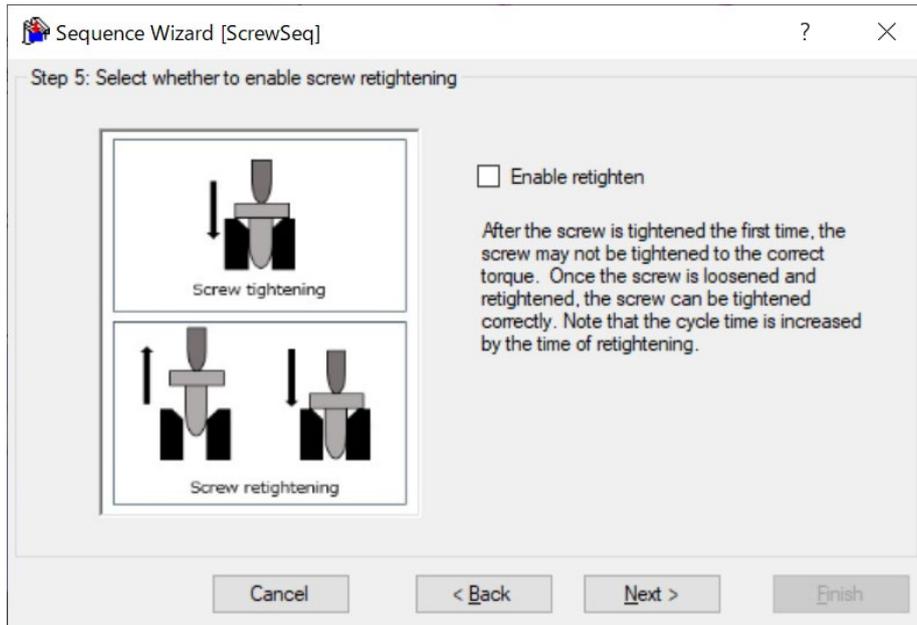
無論開始序列時的姿態如何，想要配合工件方向執行螺絲鎖付作業時，請選擇「Base、Local」。



項目	說明、設定指南
Robot local	<p>選擇要在ScrewTighten序列中使用的座標系。</p> <p>當螺絲鎖付座標系選擇「Base、Local」時，機器人將以該座標系執行動作。請配合插入工件的方向來選擇座標系。</p> <p>最小值：Base(0) 最大值：15 預設：Base</p>
Screw tighten direction	<p>選擇螺絲鎖付方向。</p> <p>當螺絲鎖付座標系選擇「Tool」時，ScrewTighten 序列、ScrewRetighten 物件將在 Step2 設定的工具座標系中，往選擇的螺絲鎖付方向執行動作。</p> <p>當螺絲鎖付座標系選擇「Base、Local」時，ScrewTighten 序列、ScrewRetighten 物件將在座標系設定的基礎或本地座標系中，往選擇的螺絲鎖付方向執行動作。</p> <p>數值：+Fx、-Fx、+Fy、-Fy、+Fz、-Fz 預設：+Fz</p>
<Cancel>按鈕	<p>取消建立 ScrewTighten 序列。</p> <p>按一下按鈕以結束序列精靈。</p>
<Back>按鈕	<p>返回上一步。</p>
<Next>按鈕	<p>繼續下一步驟。</p>
<Finish>按鈕	<p>無法按壓此按鈕。</p>

Step 5: Select whether to enable screw retightening

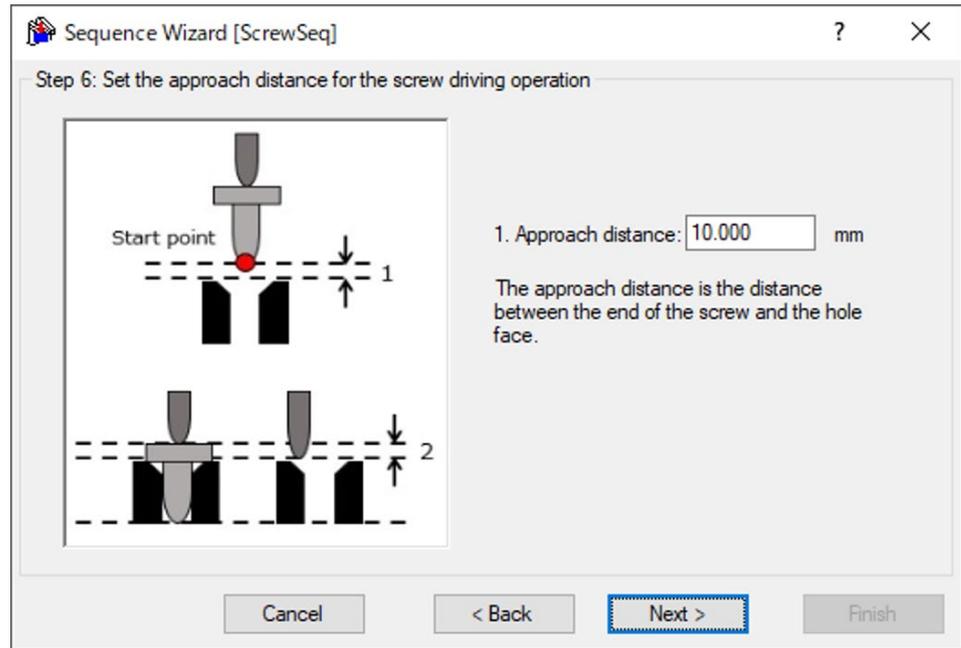
選擇是否啟用螺絲重新鎖付作業。

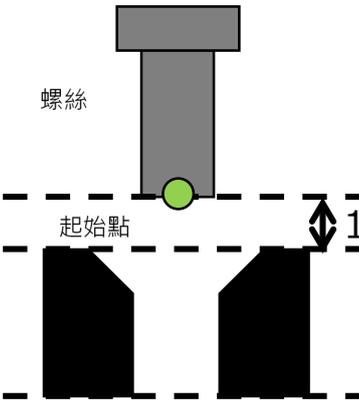


項目	說明、設定指南
Enable retighten	設定是否執行螺絲重新鎖付作業。 若設為啟用，則未能正確進行螺絲鎖付時會先將螺絲鬆開，再重新鎖付。可能會出現經重新鎖付而正確完成螺絲鎖付的情形，但會使循環時間變長。 預設：停用
<Cancel>按鈕	取消建立 ScrewTighten 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 6: Set the approach distance for the screw driving operation

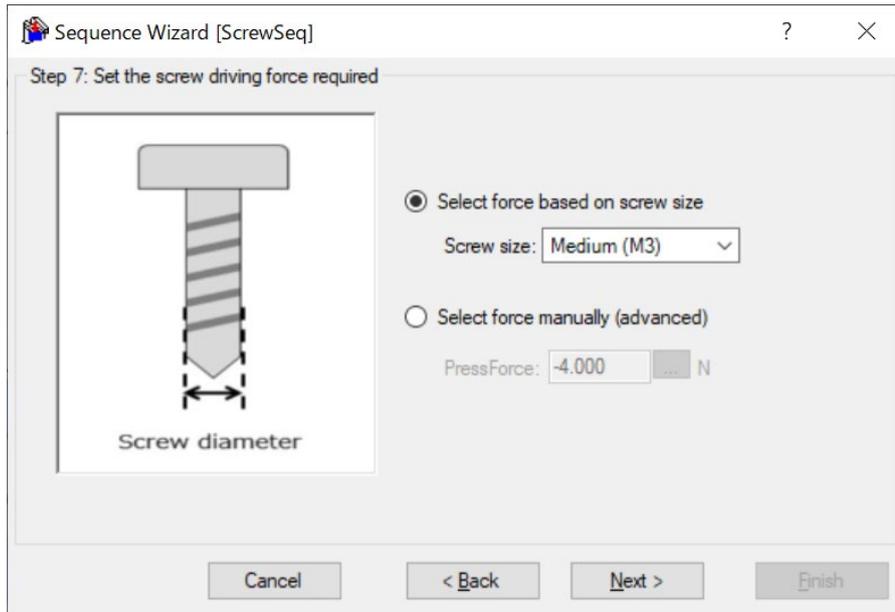
設定螺絲鎖付作業的接近距離。



項目	說明、設定指南
Approach distance	<p>設定接近距離。</p> <p>接近距離為下圖綠點所示開始ScrewTighten序列時，抓取的螺絲端點到螺絲孔上面的1號距離。</p> <p>教導機器人動作起始點時，請盡量縮短接近距離。因為力控制功能的速度比位置控制慢，接近距離越長，循環時間會越久。</p>  <p>最小值：0.000[mm] 最大值：50.000[mm] 預設值：10.000[mm]</p>
<Cancel>按鈕	取消建立 ScrewTighten 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 7: Set the screw driving force required

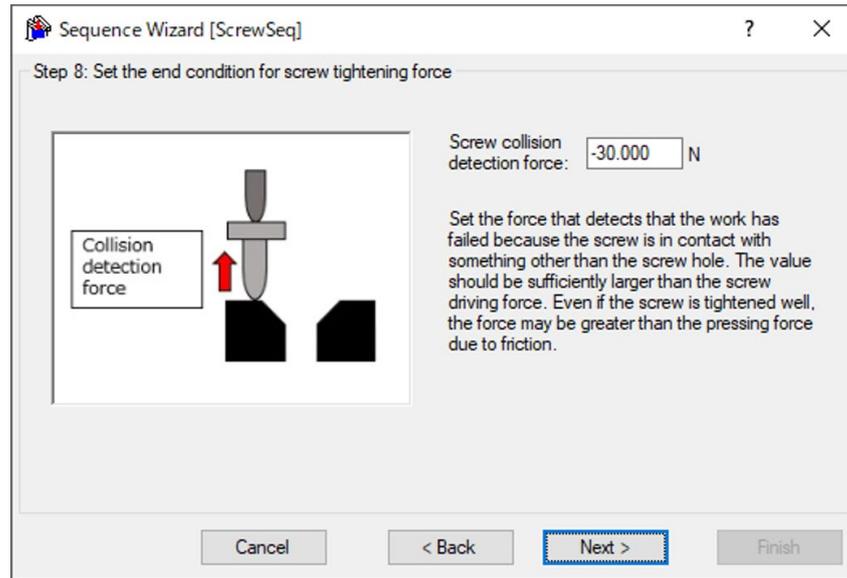
設定螺絲鎖付所需的按壓力。也可直接設定屬性，但屬於進階設定。



項目	說明、設定指南
Screw size	設定螺絲尺寸。從「Small」、「Medium」、「Large」這3個預設選項選擇。選擇的螺絲尺寸基準如下所示。 Small : M1.5 Medium : M3 Medium : M6
PressForce	設定往螺絲鎖付方向施加的按壓力。實際的力會隨著螺絲鎖付期間螺絲與螺絲孔產生的摩擦力等因素而大於設定的力。 選擇advanced時即可設定。 按下  按鈕，即可利用滑桿來調整按壓力。 • 螺絲鎖付方向為正方向時 最小值：-50.0[N] 最大值：0.0[N] 預設值：-10.0[N] • 螺絲鎖付方向為負方向時 最小值：0.0[N] 最大值：50.0[N] 預設值：10.0[N]
<Cancel>按鈕	取消建立 ScrewTighten 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 8: Set the end condition for screw tightening force

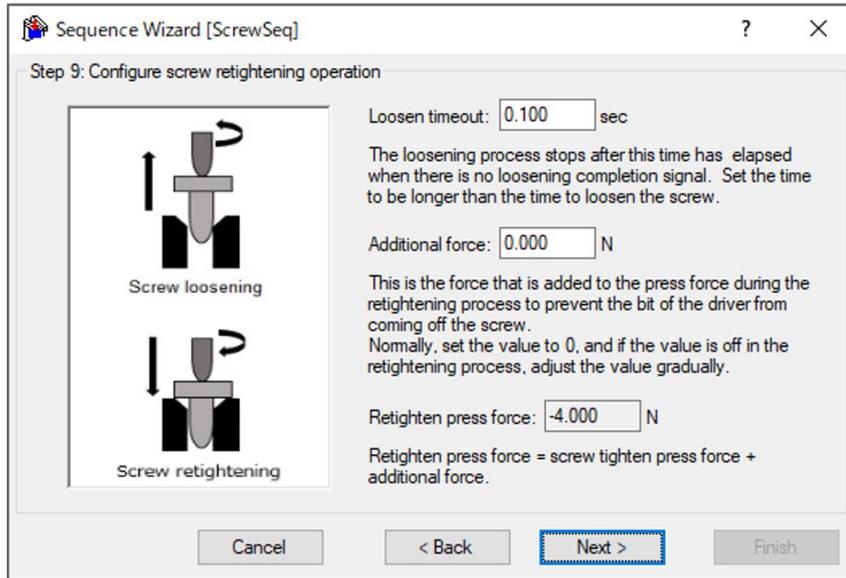
設定螺絲碰撞偵測力。



項目	說明、設定指南
Screw collision detection force	<p>設定螺絲碰撞偵測力。</p> <p>螺絲碰撞偵測力是指當螺絲被按壓至螺絲孔以外時，判定為作業失敗的力大小。請將此力設定為遠大於Step 7中設定的按壓力。因為按壓力可能會隨著螺絲與螺絲孔之間產生的摩擦力等因素而大於設定的力。</p> <p>螺絲鎖付方向為正方向時： 最小值：-100.000[N] 最大值：-10.000[N] 預設值：-30.000[N]</p> <p>螺絲鎖付方向為負方向時： 最小值：10.000[N] 最大值：100.000[N] 預設值：30.000[N]</p>
<Cancel>按鈕	取消建立 ScrewTighten 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 9: Configure screw retightening operation

設定螺絲重新鎖付作業的參數。在 Step 5 啟用螺絲重新鎖付動作時，會顯示此設定畫面。

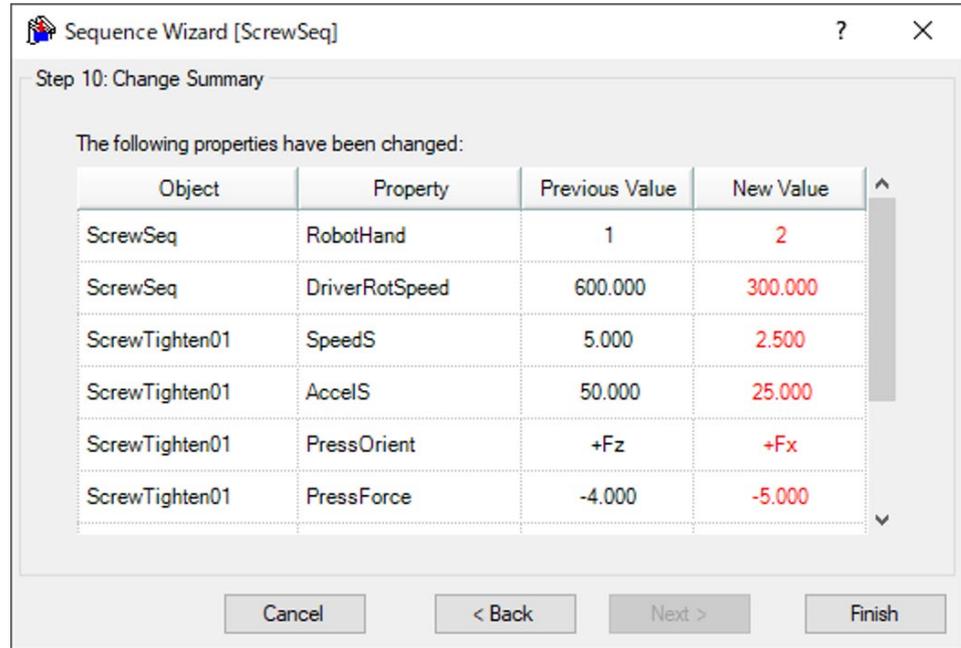


項目	說明、設定指南
Loosen timeout	<p>設定鬆開螺絲的時間。</p> <p>在機器人末端夾具設定中設定了螺絲起子的鬆開螺絲完成位元時，若在設定的鬆開螺絲時間之前就接收到鬆開螺絲完成信號，將在該時間點停止鬆開動作。到達設定的鬆開螺絲時間之後，無論有無鬆開螺絲完成信號，都會在該時間點停止鬆開動作。</p> <p>最小值：0.000[sec] 最大值：1.000[sec] 預設值：0.100[sec]</p>
Additional force	<p>設定螺絲重新鎖付添加力。</p> <p>螺絲重新鎖付添加力是指在Step 7中設定的按壓力上添加的力，避免螺絲在螺絲重新鎖付動作中從螺絲起子頭滑牙。一般設定為0，若螺絲在螺絲重新鎖付動作中滑牙時，請慢慢加大。</p> <p>螺絲鎖付方向為正方向時 最小值：-20.000[N] 最大值：0.000[N] 預設值：0.000 [N]</p> <p>螺絲鎖付方向為負方向時 最小值：0.000[N] 最大值：20.000[N] 預設值：0.000[N]</p>
Retighten press force	<p>表示螺絲重新鎖付按壓力。</p> <p>螺絲重新鎖付按壓力是從Step 7中設定的螺絲鎖付按壓力與螺絲重新鎖付添加力計算出來。</p>
<Cancel>按鈕	取消建立 ScrewTighten 序列。按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 10: Change Summary

可確認透過精靈變更後的屬性清單。

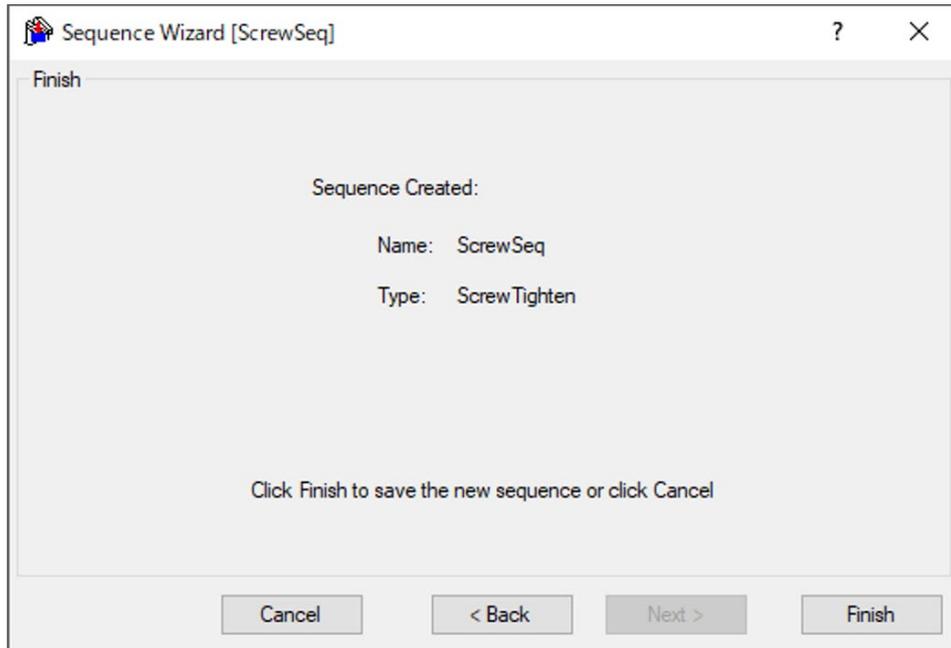
從序列精靈編輯時，將會顯示曾建立過的 ScrewTighten 序列。新增時則不會顯示。



項目	說明
Object Property	將會顯示是哪個序列或物件中的哪個屬性已透過精靈變更設定。
Previous Value New Value	將會顯示屬性透過精靈變更設定後的差異。
<Cancel>按鈕	取消建立 ScrewTighten 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	在 Step5 停用螺絲重新鎖付作業時，可返回 Step8。 在 Step5 啟用螺絲重新鎖付作業時，可返回 Step9。
<Next>按鈕	無法按壓此按鈕。
<Finish>按鈕	以輸入的內容完成 ScrewTighten 序列的變更。

Finish ScrewTighten Sequence Created

下圖為已設定序列的完成畫面。可確認已建立的序列名稱與種類。從新增序列畫面開啟時，將會顯示此畫面。



項目	說明
Name	將顯示已設定於基本資訊中的序列名稱。 關於序列名稱的設定，請參閱下列章節。 軟體篇 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表) -建立新的力覺引導序列-序列精靈 建立專用力覺引導序列-Step 1: General
Type	將顯示選擇專用序列時選擇的序列種類。 關於專用序列的選擇，請參閱下列章節。 軟體篇 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表) -建立新的力覺引導序列-序列精靈 建立專用力覺引導序列-Step 2: Select system sequence
<Cancel>按鈕	取消建立 ScrewTighten 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	在 Step5 停用螺絲重新鎖付作業時，可返回 Step8。 在 Step5 啟用螺絲重新鎖付作業時，可返回 Step9。
<Next>按鈕	無法按壓此按鈕。
<Finish>按鈕	以輸入的內容完成新 ScrewTighten 序列的建立。

4.4.2 ScrewTighten序列

4.4.2.1 ScrewTighten序列屬性方針

以下說明一般設定步驟與各屬性的設定方法。

Step 1: 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性。

屬性	說明
Name	力覺引導序列名稱。 設定特定名稱。
Index	力覺引導序列的特定編號。 將自動指派。無法設定此屬性。
Description	力覺引導序列的說明。 描述作業內容等。設定任意字串。
Version	序列的相容版本。 序列將以指定版本進行動作。
RobotNumber	執行力覺引導序列的機器人編號。 設定執行的機器人編號。
RobotType	以RobotNumber指定的機器人類型。 無法設定此屬性。
AutoStepID	設定是否自動設定力覺引導物件的StepID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您了解記錄資料對應哪個工程。 True : 正常 False : 欲手動指定StepID時
PointFile	設定預計在力覺引導序列中使用的點檔案。 若未在開始時讀入指定點檔案，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。 若未設定點檔案，將執行讀入的任何點檔案。
RobotTool	設定預計在力覺引導序列中使用的工具編號。 若未在開始時選擇設定的工具編號，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。
RobotHand	指定在力覺引導序列執行期間使用的機器人末端夾具編號。 若未在力覺引導序列開始時設定本屬性指定的機器人末端夾具，將會發生錯誤。 機器人末端夾具的詳細資訊，請參閱下列手冊。 Hand Function Manual

Step 2: 設定感應器值的調整

設定感應器值調整的相關屬性(ResetSensor、MPNumber)。

屬性	說明、設定指南
ResetSensor	<p>設定在力覺引導序列執行期間首次執行除條件式分支及SPEL函數外的力覺引導物件時是否要重置力覺感應器。</p> <p>True : 力覺引導序列開始時為未接觸狀態 (力覺引導序列一般會在未接觸狀態下開始。)</p> <p>False : 執行力覺引導序列後，在接觸狀態下執行其他力覺引導序列的特殊情形</p>
MPNumber	<p>設定力覺引導序列執行期間使用的質量屬性物件編號。質量屬性物件為用於重力補償的屬性集合。</p> <p>「0」 : 力覺引導序列執行期間，姿態(U、V、W)未大幅變動時。</p> <p>已建立的質量屬性編號 : 力覺引導序列執行期間，姿態大幅變動時。</p> <p>如需質量屬性的詳細資訊，請參閱下列章節。 軟體篇 2.3 重力補償</p>

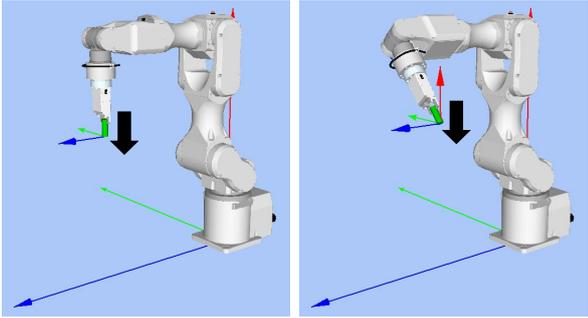
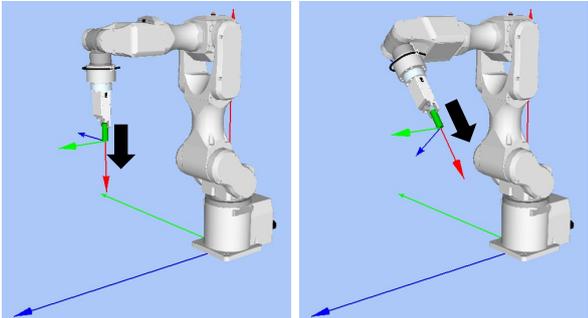
Step3: 設定螺絲起子動作

設定螺絲起子動作相關屬性(DriverWaitTime)。

屬性	說明
DriverWaitTime	<p>設定預計使用的螺絲起子發出螺絲鎖付完成信號後，至可再次接收動作信號的時間。</p> <p>請配合預計使用的螺絲起子特性進行設定。</p>

Step 4: 設定力控制功能座標系

設定力控制功能座標系的相關屬性(ForceOrient、RobotLocal、RotationCenterType、RotationCenterTLX、RotationCenterTLY、RotationCenterTLZ)。

屬性	說明、設定指南
ForceOrient	<p>設定執行力控制功能的座標系方向。</p> <p>Base、Local： 即使力覺引導序列開始時的姿態改變，仍欲始終往從外側檢視的固定方向(如垂直向下按壓)執行力控制功能時。 固定方向與基礎座標系軸不同時，將會指定Local。</p> <p>下圖為設定Base的範例。 例如往-Z方向按壓時，即使機器人末端夾具姿態已改變，機器人始終會垂直向下按壓(基礎座標系的-Z方向)。(黑色箭頭為機器人移動方向。)</p>  <p>Tool: 欲配合開始時的姿態執行力控制功能時</p> <p>下圖為已設定Tool的範例。 例如往+Z方向按壓時，按壓方向會隨著開始時的機器人末端夾具姿態而改變。</p> 
RobotLocal	設定ForceOrient為Local時使用的本地座標系編號。
RotationCenterTLX RotationCenterTLY RotationCenterTLZ	設定從工具座標系至旋轉中心的各方向偏移量。

可使用模擬器功能確認力控制功能座標系的設定狀態。但若力覺引導序列內未配置任何一個力覺引導物件，請在設置力覺引導物件後進行確認。

關於使用模擬器功能進行顯示的方法，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide：8. 模擬器、8.3 功能說明

Step 5: 設定最大速度與最大加速度

設定最大速度及最大加速度相關屬性(LimitAccelS、LimitAccelR、LimitSpeedS、LimitSpeedR)。

屬性	說明、設定指南
LimitSpeedS LimitSpeedR	<p>設定力覺引導序列執行期間的最大速度。</p> <p>LimitSpeedS：最大平移速度 LimitSpeedR：最大旋轉角速度</p> <p>在力控制功能中，速度會視施力方式增減。此速度會被控制在不超過LimitSpeedS及LimitSpeedR的範圍內。</p>
LimitAccelS LimitAccelR	<p>設定力覺引導序列執行期間的最大加速度。</p> <p>LimitAccelS：最大平移加速度 LimitAccelR：最大旋轉角加速度</p> <p>在力控制功能中，加速度會視施力方式增減。此加速度會被控制在不超過LimitAccelS及LimitAccelR的範圍內。 若數值小，機器人受力時的反應速度較慢，並且彈跳幅度可能較大。</p> <p>若機器人彈跳，請設定較大值；若機器人振動，請設定較小值。</p>

Step 6: 設定記錄相關條件

設定記錄相關屬性(LogRobotLocal、LogFileEnabled、LogFileAutoName、LogFileNameVar、LogFileMaxTime、LogFileInterval)。

屬性	說明、設定指南
LogRobotLocal	<p>設定作為記錄機器人位置基準的本地座標系編號。</p> <p>與位置相關的記錄資料會記錄為指定的本地座標系位置。</p> <p>Base：正常 本地座標系編號 ：欲記錄為指定的本地座標系中位置時</p>
LogFileEnabled	<p>設定是否要將力覺引導序列執行期間的記錄資料儲存至檔案。</p> <p>False：不會儲存於檔案。 執行時，可在力覺引導視窗的圖表上查看記錄資料。</p>
LogFileAutoName	<p>設定是否自動設定記錄資料檔案名稱。</p> <p>True：自動設定時 以力覺引導序列名稱及開始時間為記錄檔案命名。 「力覺引導序列名稱_年月日_點分秒毫秒」</p> <p>False：指定任意名稱時</p>
LogFileNameVar	<p>設定LogFileAutoName為False時用於表示記錄資料檔案名稱的全域變數。</p>
LogFileInterval	<p>設定建立檔案時的記錄資料取樣間隔。</p>
LogFileMaxTime	<p>設定建立檔案時的記錄資料最大時間。</p>

4.4.2.2 ScrewTighten序列屬性的詳細資訊

Name 屬性

設定指派至力覺引導序列的特定名稱。

無法建立同名的力覺引導序列。

可變更名稱。最多可設定 32 個字元。請使用半形英數字元及「_」(底線)。此外，起始字元不得為數字字元。

Index 屬性

顯示力覺引導序列編號。

本屬性會自動設定並更新。無法變更此屬性。

	數值
最小值	1
最大值	16

預設：無

Description 屬性

設定在力覺引導序列中新增的說明。

任意字串最多可設定 255 個字元。

Version 屬性

專用序列的 Version 為 7.5.1。無法變更此屬性。

RobotNumber 屬性

指定使用力覺引導序列的機器人編號。

若以未指定的機器人執行力覺引導序列，將會發生錯誤。

數值	說明
1~16	使用力覺引導序列的機器人編號。

預設：透過序列精靈指定的機器人編號

RobotType 屬性

使用力覺引導序列的機器人種類。

本屬性將依照 RobotNumber 中指定的機器人編號自動設定。無法變更此屬性。

AutoStepID 屬性

指定在力覺引導物件執行期間 StepID 的自動指派。

自動指派時，將設定為力覺引導序列編號*100+力覺引導物件編號。

StepID 會記錄於力覺引導序列執行期間記錄力及位置的檔案中，並用於判斷對應於力覺引導物件的區段。

數值	說明
True	自動設定StepID。
False	設定各力覺引導物件的StepID屬性值。

預設：True

ResetSensor 屬性

指定在力覺引導序列中首次開始除條件式分支及 SPEL 函數外的力覺引導物件時是否要重置力覺感應器。

數值	說明
True	開始除條件式分支及SPEL函數外的力覺引導物件時，重置力覺感應器。
False	不重置力覺感應器。

預設：True

MPNumber 屬性

指定力覺引導序列執行期間使用的質量屬性物件編號。
質量屬性物件為用於重力補償的屬性集合。需預先定義質量屬性物件。若角度在力覺引導序列執行期間會大幅改變，請指定合適的質量屬性物件。

數值	說明
0	關閉重力補償。
1~15	使用指定的質量屬性。

預設：True

PointFile 屬性

指定力覺引導序列執行期間使用的點檔案名稱。
若在力覺引導序列開始時讀入非本屬性指定的點檔案，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。

數值	說明
None	未指定 (不需確認，讀入任何點檔案皆可執行。)
點檔案名稱	若未讀入指定的點檔案，將會發生錯誤。

預設：None

RobotTool 屬性

指定在力覺引導序列執行期間使用的工具座標系編號。
若在力覺引導序列開始時選擇非本屬性指定的工具座標系編號，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。

數值	說明
0 ~ 16	若未選擇指定的工具座標系編號，將會發生錯誤。

預設：None

RobotHand 屬性

指定在力覺引導序列執行期間使用的機器人末端夾具編號。
若未在力覺引導序列開始時設定本屬性指定的機器人末端夾具，將會發生錯誤。

數值	說明
1~15	若未設定指定的機器人末端夾具，將會發生錯誤。

預設：1

DriverWaitTime 屬性

設定預計使用的螺絲起子發出螺絲鎖付完成信號後，至可再次接收動作信號的時間。請配合預計使用的螺絲起子特性進行設定。

	數值 (單位：[sec])
最小值	0
最大值	10

預設：1

ForceOrient 屬性

此屬性可指定力覺引導序列執行期間，使用力控制功能的座標系方向。

可從 Base、Local 及 Tool 選擇。請配合螺絲鎖付方向指定座標系。

若指定 Base 或 Local，即使機器人姿態改變，螺絲鎖付方向也不會改變。

若指定 Tool，由於工具座標系方向會在機器人姿態改變時變更，螺絲鎖付方向也會因此改變。

數值	說明
Base	力控制功能應用的座標系方向為基礎座標系。
Local	力控制功能應用的座標系方向為本地座標系。
Tool	力控制功能應用的座標系方向為工具座標系。

預設：Tool

RobotLocal 屬性

此屬性可指定力覺引導序列執行期間，應用力控制功能的座標系本地座標系編號。

ForceOrient 屬性為 Local 時使用。

數值	說明
0 (Base)	使用本地0座標系(基礎座標系)。 此與在ForceOrient中指定Base時相同。
1~15	使用設定編號的本地座標系。

預設：0(Base)

RotationCenterTLX 屬性

設定從 Tool 座標系至力控制功能旋轉中心的 X 方向距離。

此為 RobotTool 中選擇的工具座標系 X 方向。

	數值 (單位：[mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設：0

RotationCenterTLY 屬性

設定從 Tool 座標系至力控制功能旋轉中心的 Y 方向距離。
此為 RobotTool 中選擇的工具座標系 Y 方向。

	數值 (單位 : [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設：0

RotationCenterTLZ 屬性

設定從 Tool 座標系至力控制功能旋轉中心的 Z 方向距離。
此為 RobotTool 中選擇的工具座標系 Z 方向。

	數值 (單位 : [mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設：0

LimitSpeedS 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大速度。
因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的速度限制。

	數值 (單位 : [mm[sec]])
最小值	0.1
最大值	250

預設：50

LimitSpeedR 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大角速度。
因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的角速度限制。

	數值(單位 : [deg/sec])
最小值	0.1
最大值	180

預設：25

LimitAccelS 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大加速度。
因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的加速度限制。

	數值 (單位 : [mm[sec ²]])
最小值	0.1
最大值	5000

預設：200

LimitAccelR 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大角加速度。

因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的角加速度限制。

	數值 (單位：deg/sec ²)
最小值	0.1
最大值	5000

預設：100

LogRobotLocal 屬性

針對力覺引導序列執行期間記錄的機器人位置姿態，指定作為基準的本地座標系編號。

機器人位置姿態將以從本屬性指定之本地座標系檢視的工具座標系中的位置姿態進行記錄。

數值	說明
0 (Base)	使用本地0座標系(基礎座標系)。
1 ~ 15	使用設定編號的本地座標系。

預設：0(Base)

LogFileEnabled 屬性

指定是否要將力覺引導序列執行期間的力、扭力及機器人位置姿態儲存至檔案中。

指定 True 時，數值將顯示於監控畫面的圖表上，並同時儲存至檔案中。

指定 False 時，數值將顯示於監控畫面的圖表上。但數值不會儲存至檔案中。

數值	說明
True	將記錄資料儲存至檔案。
False	記錄資料不會儲存至檔案。

預設：True

LogFileAutoName 屬性

針對力覺引導序列執行期間記錄力、扭力及機器人位置姿態的檔案，指定是否要自動設定名稱。

指定 True 時，會以「力覺引導序列名稱+開始時間」自動設定檔案名稱。

力覺引導序列名稱_yyyymmdd_hhmmssfff.csv

指定 False 時，請在 LogFileNameVar 所指定的變數字串中加入「.csv」，使其成為檔案名稱。

數值	說明
True	自動設定記錄資料檔案名稱。
False	將記錄資料檔案名稱設定為在 LogFileNameVar 所指定的名稱。

預設：True

LogFileVar 屬性

指定儲存檔案名稱(力覺引導序列執行期間記錄力、扭力及機器人位置姿態)的全域字串變數。

LogFileAutoName 中指定 False 時使用。將「.csv」加入所指定的變數字串中，將其設為檔案名稱。

數值	說明
None	未指定(自動設定)
變數名稱	指定的全域字串變數值將為檔案名稱。僅可指定字串變數。

預設：None

LogFileInterval 屬性

針對記錄力覺引導序列執行期間的力、扭力及機器人位置姿態的檔案，指定取樣週期。

	數值 (單位：[sec])
最小值	0.002
最大值	1

預設：0.2

LogFileMaxTime 屬性

針對記錄力覺引導序列執行期間的力、扭力及機器人位置姿態的檔案，指定最大記錄時間。

若該記錄時間較力覺引導序列的執行時間短，超過的時間將不會記錄於檔案。敬請注意。

	數值 (單位：[sec])
最小值	60
最大值	600

預設：60

4.4.2.3 ScrewTighten序列結果的詳細資訊

EndStatus 結果

此為執行結果。

在力覺引導序列執行至最後，且最後力覺引導物件執行成功，或最後力覺引導物件的 AbortSeqOnFail 屬性為 False 時，結果將為成功。

數值	說明
Passed	力覺引導序列執行成功。
Failed	力覺引導序列執行失敗。
NoExec	力覺引導序列未執行。
Aborted	力覺引導序列在執行期間中停止。

FailedStatus 結果

力覺引導序列失敗的理由。

AbortSeqOnFail 為 True 的物件執行失敗的理由。

數值	說明
OK	力覺引導序列執行成功。
GeneralObjectFailed	通用物件執行失敗。
CollisionDetect	偵測到碰撞，執行失敗。
Overrun	超過位置，執行失敗。
Jammed	已接收到螺絲起子的螺絲鎖付完成信號，但位置超出成功條件範圍，執行失敗。
NoOKSignal	未接收到螺絲起子的螺絲鎖付完成信號，執行失敗

Time 結果

執行所需時間。

單位：[sec]

LastExecObject 結果

最後執行的力覺引導物件名稱。

EndForces 結果

力覺引導序列結束時的力和扭力。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

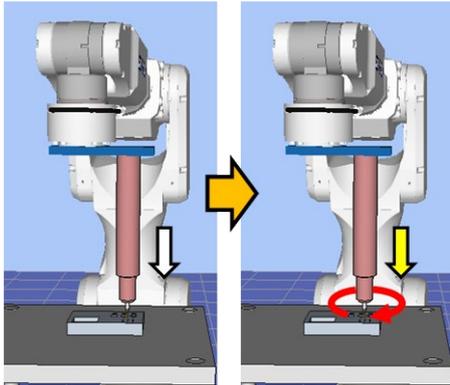
PeakForces 結果

力覺引導序列執行期間的力和扭力峰值。峰值為最大絕對值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

4.4.3 ScrewTighten 物件

ScrewTighten 物件是指以指定的力往指定方向按壓，同時進行螺絲鎖付的力覺引導物件。



上圖為 ScrewTighten 物件的動作示意圖。從未接觸狀態執行後，往白色箭頭標示的螺絲鎖付方向移動。到達接觸狀態後，往黃色箭頭標示的螺絲鎖付方向，以特定的按壓力進行螺絲鎖付。

ScrewTighten 物件可使用螺絲起子的螺絲鎖付完成信號與力與位置相關結束條件。各結束條件均必定被使用。

滿足各結束條件的所有成功條件時：結束 ScrewTighten 物件執行並判定為成功，繼續進行下一個力覺引導物件。若已啟用螺絲重新鎖付動作，將跳過 ScrewRetighten 物件，繼續進行下一個物件。

滿足各結束條件的至少一個失敗條件時：結束 ScrewTighten 物件執行並判定為失敗，中斷執行力覺引導序列。若已啟用螺絲重新鎖付動作，在接收到螺絲起子的螺絲鎖付完成信號且滿足位置結束條件的失敗條件時，將結束執行 ScrewTighten 物件並判定為螺絲卡住，繼續進行 ScrewRetighten 物件。

結束條件	成功條件
螺絲鎖付完成信號相關結束條件	從螺絲起子接收到螺絲鎖付完成信號
位置相關結束條件	從PressOrient中指定軸方向的力覺引導物件起始點所移動的距離，在ApproachDist+ScrewLength±DistCheckTol的範圍內

結束條件	失敗條件
螺絲鎖付完成信號相關結束條件	已從力覺引導物件起始點移動在ApproachDist與InsertDepth中指定的距離，但仍未從螺絲起子接收到螺絲鎖付完成信號
位置相關結束條件	在接收螺絲鎖付完成信號前，滿足以下條件 從PressOrient中指定軸方向的力覺引導物件起始點所移動的距離超過ApproachDist+InsertDepth+DistCheckTol 或在接收到螺絲鎖付完成信號後，滿足以下條件 從PressOrient中指定軸方向的力覺引導物件起始點所移動的距離未達到ApproachDist+InsertDepth-DistCheckTol
力相關結束條件	在PressOrient中指定軸方向的按壓力超過CollisionForceThresh的設定值

4.4.3.1 ScrewTighten物件屬性方針

Step 1: 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name、Description、StepID、AbortSeqOnFail)。

屬性	說明、設定指南
Name	設定力覺引導物件名稱。 設定特定名稱。
Description	設定力覺引導物件的說明。 描述動作說明等。設定任意字串。
StepID	力覺引導物件執行期間的StepID。 設定任意ID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您了解記錄資料對應哪個工程。 力覺引導序列的AutoStepID為False時適用。
AbortSeqOnFail	設定是否在力覺引導物件失敗時結束或繼續執行力覺引導序列。 True：正常 結束力覺引導序列。 False：包含力覺引導序列中失敗時的復原動作時，或失敗後仍可繼續執行力覺引導序列時

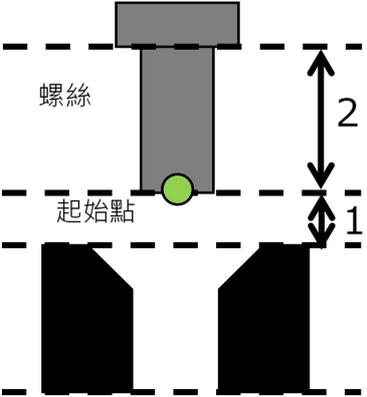
Step 2: 設定移動動作

設定移動相關屬性(AccelS、SpeedS)。

屬性	說明、設定指南
AccelS	設定移動期間的平移加速度。 依照在序列精靈設定的螺絲起子旋轉速度與螺絲的導程長度進行自動設定。當螺絲鎖付不順利時，可變更此值。 實際加速度是由力控制功能調整。
SpeedS	設定移動期間的平移速度。 依照在序列精靈設定的螺絲起子旋轉速度與螺絲的導程長度進行自動設定。當螺絲鎖付不順利時，可變更此值。 實際速度是由力控制功能調整。

Step 3: 設定目標地點

設定移動軌道的目標地點相關屬性(ApproachDist,ScrewLength)。

屬性	說明、設定指南
<p>ApproachDist</p>	<p>設定從力覺引導物件起始點，到螺絲孔上面為止的接近距離。</p> <p>如下圖，接近距離為綠點所示開始力覺引導物件時的抓取螺絲端點，到螺絲孔上面為止的1號距離。</p>  <p>教導機器人動作起始點時，請盡量縮短接近距離。因為力控制功能的速度比位置控制慢，接近距離越長，循環時間會越久。</p>
<p>ScrewLength</p>	<p>設定螺絲的長度。</p> <p>如ApproachDist的圖所示，ScrewLength為2號長度。</p>

Step 4: 設定力控制功能

設定力控制功能相關屬性(PressOrient、PressForce、PressFirmnessF、FollowOrient、FollowFirmnessF)。

屬性	說明、設定指南
PressOrient	設定螺絲鎖付方向。 機器人會往指定方向移動。
PressForce	設定往螺絲鎖付方向施加的按壓力。 PressOrient為正方向時：輸入負值。 PressOrient為負方向時：輸入正值。
PressFirmnessF	設定螺絲鎖付方向的力控制功能硬度。 設定較大值時： 力控制功能會增強，且對力變化的反應速度較慢。 設定較小值時： 力控制功能將會減弱，對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。
FollowOrient	除PressOrient的方向以外，執行跟隨同時移動的方向。 將會依照PressOrient自動變化。僅可讀取。無法變更此屬性。
FollowFirmnessF	設定螺絲鎖付方向以外的平移方向力控制功能硬度。 設定較大值時： 力控制功能會增強，且對力變化的反應速度較慢。 設定較小值時： 力控制功能將會減弱，對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

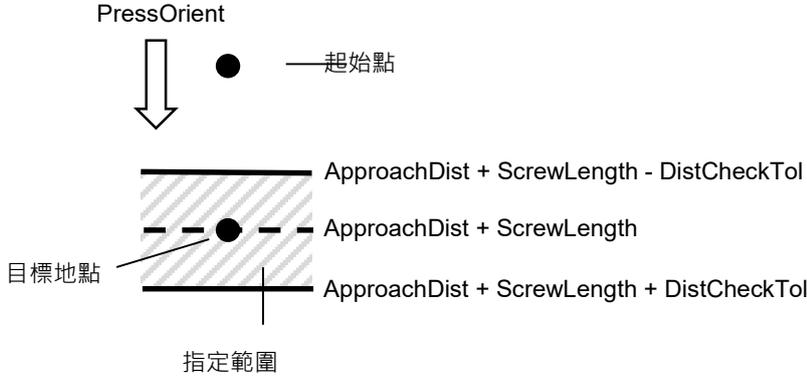
Step 5: 設定力相關結束條件

設定力結束條件相關屬性(CollisionForceThresh)。

屬性	說明、設定指南
CollisionForceThresh	設定在螺絲鎖付動作中，偵測為螺絲與螺絲孔以外發生碰撞的力。 按壓力超出設定值時，將會失敗。 因按壓力可能會隨著螺絲與螺絲孔之間產生的摩擦力等因素而大於PressForce值，故請將數值設為遠大於在PressForce中設定的力。

Step 6: 設定位置相關結束條件

設定位置結束條件相關屬性(DistCheckTol)。

屬性	說明、設定指南
DistCheckTol	<p>設定位置相關結束條件的螺絲鎖付方向範圍。 監控從PressOrient中指定方向的動作起始點所移動的距離在 $ApproachDist + ScrewLength \pm DistCheckTol$的範圍內。 下圖為DistCheckTol的示意圖。</p> 

4.4.3.2 ScrewTighten物件屬性的詳細資訊

Name 屬性

設定指派至力覺引導物件的特定名稱。

建立 ScrewTighten 序列後，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 ScrewTighten 後加上數字，例如 ScrewTighten01。

可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用半形英數字元及「_」(底線)。起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

設定力覺引導物件的說明。

任意字串最多可設定 255 個字元。

StepID 屬性

指定力覺引導物件執行期間的StepID。

僅限AutoStepID為False時使用。

	數值
最小值	0
最大值	32767

預設：將依力覺引導序列與力覺引導物件的編號自動設定。

AbortSeqOnFail 屬性

指定力覺引導物件執行失敗時進行的處理。

若指定True，則力覺引導物件失敗時程式會結束力覺引導序列，並繼續進行下一個SPEL陳述式。

若指定False，程式會繼續進行下一個力覺引導物件，即使力覺引導物件失敗也不會結束力覺引導序列。

欲繼續執行力覺引導序列時使用，例如力覺引導序列中加入失敗時的復原處理等情形。

數值	說明
True	力覺引導物件執行失敗時，結束序列。
False	力覺引導物件執行失敗時，開始下一個力覺引導序列。

預設：True

SpeedS 屬性

指定力覺引導物件執行期間的速度。

建立ScrewTighten序列後，將依照在序列精靈設定的螺絲起子旋轉速度與螺絲導程長度進行自動設定。

但此設定值為已設定軌道的相關速度，實際速度是由力控制功能調整。

	數值 (單位：[mm[sec)])
最小值	0.1
最大值	200

預設：5

AccelS 屬性

指定力覺引導物件執行期間的加速度。

建立ScrewTighten序列後，將依照在序列精靈設定的螺絲起子旋轉速度與螺絲導程長度進行自動設定。

但此設定值為已設定軌道的相關加速度，實際加速度是由力控制功能調整。

	數值 (單位：[mm[sec ²])
最小值	1
最大值	2000

預設：50

ApproachDist 屬性

指定從力覺引導物件起始點到插入作業起始點為止的移動距離。

教導機器人動作起始點時，請盡量縮短移動距離。因為力控制功能的速度比位置控制慢，移動距離越長，循環時間會越久。

	數值 (單位：[mm])
最小值	0
最大值	50

預設：10

ScrewLength 屬性

指定螺絲的長度。

	數值 (單位：[mm])
最小值	1
最大值	100

預設：10

PressOrient 屬性

指定在力覺引導序列ForceOrient中指定座標系上的螺絲鎖付作業動作方向。

數值	說明
+Fx	將動作方向指定為指定座標系的+F _x 方向。
-Fx	將動作方向指定為指定座標系的-F _x 方向。
+Fy	將動作方向指定為指定座標系的+F _y 方向。
-Fy	將動作方向指定為指定座標系的-F _y 方向。
+Fz	將動作方向指定為指定座標系的+F _z 方向。
-Fz	將動作方向指定為指定座標系的-F _z 方向。

預設：+Fz

PressForce 屬性

指定在力覺引導物件動作中，往力覺引導物件的PressOrient中指定動作方向的按壓力。

PressOrient為+Fx、+Fy、+Fz時

	數值 (單位: [N])
最小值	-50
最大值	0

預設: -4

PressOrient為-Fx、-Fy、-Fz時

	數值 (單位: [N])
最小值	0
最大值	50

預設: -4

PressFirmnessF 屬性

此屬性可設定力覺引導物件動作中，在力覺引導物件PressOrient指定動作方向的力控制功能硬度。

PressFirmnessF數值提高時，動作方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

PressFirmnessF數值降低時，動作方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	10

預設: 2

FollowOrient 屬性

指在螺絲鎖付作業中設定的平移的跟隨方向。

本屬性將透過力覺引導物件的PressOrient中指定的動作方向自動設定。無法變更此屬性。

數值	說明
FyFz	跟隨FyFz方向。
FxFz	跟隨FxFz方向。
FxFy	跟隨FxFy方向。

預設: FxFy

FollowFirmnessF 屬性

此屬性可設定力覺引導物件動作中，跟隨方向的力控制功能硬度。

FollowFirmnessF數值較大時：跟隨方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

FollowFirmnessF數值較小時：跟隨方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	10

預設：1

CollisionForceThresh 的屬性

設定在螺絲鎖付動作中，偵測為螺絲與螺絲孔以外發生碰撞的力。

請將值設定為遠大於PressForce中設定的力。

PressOrient為+Fx、+Fy、+Fz時

	數值 (單位：[N])
最小值	-100
最大值	-10

預設：-30

PressOrient為-Fx、-Fy、-Fz時

	數值 (單位：[N])
最小值	10
最大值	100

預設：-30

DistCheckTol 屬性

作業結束時，指定從動作起始點移動的距離成功條件範圍。

將ApproachDist + ScrewLength ± DistCheckTol的範圍設為成功條件。

	數值
最小值	0.01
最大值	10

預設：1

4.4.3.3 ScrewTighten物件結果的詳細資訊

EndStatus 結果

此為執行結果。

若滿足「4.4.3 ScrewTighten 物件」開頭記載的「成功條件」，將會成功。

數值	說明
Passed	力覺引導物件執行成功。
Failed	力覺引導物件執行失敗。
NoExec	力覺引導物件未執行。
Aborted	力覺引導物件在執行期間停止。
FailedCont	力覺引導物件已失敗，但已執行下一個力覺引導物件。

Time 結果

執行所需時間。

單位：[sec]

EndForces 結果

力覺引導物件結束時的力和扭力。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

EndPos 結果

力覺引導物件結束時的位置姿態。將取得 X、Y、Z、U、V、W 各自的值。

單位：X、Y、Z [mm] / U、V、W [deg]

AvgForces 結果

力覺引導物件執行期間的力和扭力平均值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導物件執行期間的力和扭力峰值。峰值為最大絕對值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

TriggeredForces 結果

已滿足結束條件時的力和扭力。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

TriggeredPos 結果

已滿足結束條件時的位置姿態。將取得 X、Y、Z、U、V、W 各自的值。

單位：X、Y、Z [mm] / U、V、W [deg]

PosCondOK 結果

是否已滿足位置相關結束條件。

數值	說明
True	已滿足位置相關結束條件。
False	未滿足位置相關結束條件。

IOCondOK 結果

是否已滿足 I/O 相關結束條件。

數值	說明
True	已滿足I/O相關結束條件。
False	未滿足I/O相關結束條件。

PosLimited 結果

是否超出位置的限制範圍。

數值	說明
True	已超出位置的限制範圍。
False	未超出位置的限制範圍。

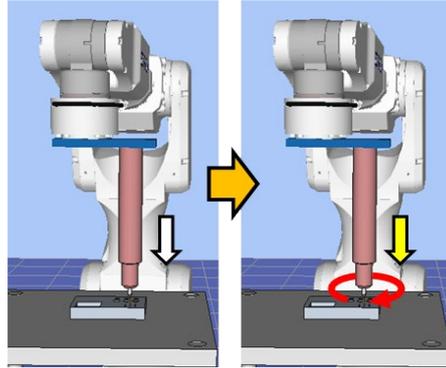
ForceLimited 結果

是否超出力的限制範圍。

數值	說明
True	已超出力的限制範圍。
False	未超出力的限制範圍。

4.4.4 ScrewRetighten物件

ScrewRetighten 物件是指以指定的力往指定方向按壓，同時先鬆開螺絲，並再次進行螺絲鎖付的力覺引導物件。



上圖為 ScrewTighten 序列的動作示意圖。執行 ScrewTighten 物件後，若未能正確進行螺絲鎖付，則往黃色箭頭標示的螺絲鎖付方向，以特定的按壓力先將螺絲鬆開，再重新鎖付。

ScrewRetighten 物件可使用螺絲起子的螺絲鎖付完成信號與位置相關結束條件。各結束條件均必定被使用。

滿足各結束條件的所有成功條件時：結束 ScrewRetighten 物件執行並判定為成功，繼續進行下一個力覺引導物件。

滿足各結束條件的至少一個失敗條件時：結束 ScrewRetighten 物件執行並判定為失敗，中斷執行力覺引導序列。

結束條件	成功條件
螺絲鎖付完成信號相關結束條件	從螺絲起子接收到螺絲鎖付完成信號
位置相關結束條件	從PressOrient中指定軸方向的力覺引導物件起始點所移動的距離，在ApproachDist+ScrewLength±DistCheckTol的範圍內

結束條件	失敗條件
螺絲鎖付完成信號相關結束條件	未從螺絲起子接收到螺絲鎖付完成信號
位置相關結束條件	<p>在接收螺絲鎖付完成信號前，滿足以下條件</p> <p>從PressOrient中指定軸方向的力覺引導物件起始點所移動的距離超過ApproachDist+InsertDepth+DistCheckTol</p> <p>或在接收到螺絲鎖付完成信號後，滿足以下條件</p> <p>從PressOrient中指定軸方向的力覺引導物件起始點所移動的距離未達到ApproachDist+InsertDepth-DistCheckTol</p>

4.4.4.1 ScrewRetighten物件屬性方針

Step 1: 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name、Description、Enabled、StepID、AbortSeqOnFail)。

屬性	說明、設定指南
Name	設定力覺引導物件名稱。設定特定名稱。
Description	設定力覺引導物件的說明。 描述動作說明等。設定任意字串。
Enabled	設定是否執行力覺引導物件。 True : 正常 False : 不執行力覺引導物件時，例如改為執行其他力覺引導物件等情形
StepID	力覺引導物件執行期間的StepID。設定任意ID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您了解記錄資料對應哪個工程。 力覺引導序列的AutoStepID為False時適用。
AbortSeqOnFail	設定是否在力覺引導物件失敗時結束或繼續執行力覺引導序列。 True : 正常 結束力覺引導序列。 False : 包含力覺引導序列中失敗時的復原動作時，或失敗後仍可繼續執行力覺引導序列時

Step 2: 設定力控制功能

設定力控制功能相關屬性(AddRetightenPressForce、RetightenPressForce)。

屬性	說明、設定指南
AddRetightenPressForce	設定螺絲重新鎖付時添加的按壓力。 這是為了避免螺絲在螺絲重新鎖付動作中從螺絲起子頭滑牙，而在ScrewTighten物件的PressForce上添加的力。 一般請設定為「0」。若螺絲在螺絲重新鎖付動作中滑牙時，請慢慢加大。
RetightenPressForce	表示螺絲重新鎖付時的按壓力。是ScrewTighten物件的PressForce加上AddRetightenPressForce的數值。 僅可讀取。無法變更此屬性。

Step3: 設定螺絲起子動作

設定螺絲起子動作相關屬性(LoosenTime)。

屬性	說明、設定指南
LoosenTime	設定鬆開螺絲時的時間。 未在機器人末端夾具設定中設定螺絲起子的鬆開螺絲完成位元時，僅在設定時間內往鬆開方向旋轉螺絲起子。 在機器人末端夾具設定中設定了螺絲起子的鬆開螺絲完成位元時，在接收到鬆開螺絲完成信號前，或經過設定時間前，往鬆開方向旋轉螺絲起子。

4.4.4.2 ScrewRetighten物件屬性的詳細資訊

Name 屬性

設定指派至力覺引導物件的特定名稱。

建立螺絲重新鎖付序列後，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 **ScrewRetighten** 後加上數字，例如 **ScrewRetighten01**。

可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用半形英數字元及「_」(底線)。起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

設定力覺引導物件的說明。

任意字串最多可設定 255 個字元。

StepID 屬性

指定力覺引導物件執行期間的StepID。

僅限AutoStepID為False時使用。

	數值
最小值	0
最大值	32767

預設：將依力覺引導序列與力覺引導物件的編號自動設定。

AbortSeqOnFail 屬性

指定力覺引導物件執行失敗時進行的處理。

若指定**True**，則力覺引導物件失敗時程式會結束力覺引導序列，並繼續進行下一個SPEL陳述式。

若指定**False**，程式會繼續進行下一個力覺引導物件，即使力覺引導物件失敗也不會結束力覺引導序列。

欲繼續執行力覺引導序列時使用，例如力覺引導序列中加入失敗時的復原處理等情形。

數值	說明
True	力覺引導物件執行失敗時，結束序列。
False	力覺引導物件執行失敗時，開始下一個力覺引導序列。

預設：True

LoosenTime 屬性

設定鬆開螺絲時的時間。

在機器人末端夾具設定中設定了螺絲起子的鬆開螺絲完成位元時，若在設定的鬆開螺絲時間之前就接收到鬆開螺絲完成信號，將在該時間點停止鬆開動作。到達設定的鬆開螺絲時間之後，無論有無鬆開螺絲完成信號，都會在該時間點停止鬆開動作。

	數值 (單位：[sec])
最小值	0.1
最大值	1

預設：0.1

AddRetightenPressForce 屬性

設定螺絲重新鎖付時添加的按壓力。

這是為了避免螺絲在螺絲重新鎖付動作中從螺絲起子頭滑牙，而在ScrewTighten物件的PressForce上添加的力。一般請設定為「0」。

若螺絲在螺絲重新鎖付動作中滑牙時，請慢慢加大。

當ScrewTighten物件的PressOrient為+Fx、+Fy、+Fz時

	數值 (單位：[N])
最小值	-10
最大值	0

預設：0

當ScrewTighten物件的PressOrient為-Fx、-Fy、-Fz時

	數值 (單位：[N])
最小值	0
最大值	10

預設：0

RetightenPressForce 屬性

表示螺絲重新鎖付時的按壓力。是ScrewTighten物件的PressForce加上AddRetightenPressForce的數值。僅可讀取。無法變更此屬性。

4.4.4.3 ScrewRetighten物件結果的詳細資訊

EndStatus 結果

此為執行結果。

若滿足「4.4.4 ScrewRetighten 物件」開頭記載的「成功條件」，將會成功。

數值	說明
Passed	力覺引導物件執行成功。
Failed	力覺引導物件執行失敗。
NoExec	力覺引導物件未執行。
Aborted	力覺引導物件在執行期間停止。

Time 結果

執行所需時間。

單位：[sec]

EndForces 結果

力覺引導物件結束時的力和扭力。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

EndPos 結果

力覺引導物件結束時的位置姿態。將取得 X、Y、Z、U、V、W 各自的值。

單位：X、Y、Z [mm] / U、V、W [deg]

AvgForces 結果

力覺引導物件執行期間的力和扭力平均值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導物件執行期間的力和扭力峰值。峰值為最大絕對值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

PosCondOK 結果

是否已滿足位置相關結束條件。

數值	說明
True	已滿足位置相關結束條件。
False	未滿足位置相關結束條件。

IOCondOK 結果

是否已滿足 I/O 相關結束條件。

數值	說明
True	已滿足I/O相關結束條件。
False	未滿足I/O相關結束條件。

4.4.5 ScrewTighten序列與物件的屬性調整方針

以下說明使用ScrewTighten序列與物件時的調整方法。

當FailedStatus結果顯示為GeneralObjectFailed時：

表示配置於 ScrewTighten 序列中的通用物件執行失敗。LastExecObject 結果中會顯示最後執行的物件。請參考顯示出的物件屬性設定方針或調整方針，來調整屬性。

當FailedStatus結果顯示為CollisionDetect時：

表示在序列執行期間，力已達到物件中設定的力的失敗條件，系統判定為碰撞，執行失敗。

當LastExecObject結果中顯示ScrewTighten物件時：

表示有可能在偏離螺絲孔的位置進行螺絲鎖付。請確認動作起始點後，再次執行教導。

若教導沒有問題，請將 CollisionForceThresh 設定大一點。CollisionForceThresh 較小的情況下，可能會因為螺絲鎖付時施加的力而錯誤偵測為碰撞。

當LastExecObject結果中顯示ScrewRetighten物件時：

請將 CollisionForceThresh 設定大一點。CollisionForceThresh 較小的情況下，可能會因為螺絲重新鎖付時施加的力而錯誤偵測為碰撞。

當FailedStatus結果顯示為Overrun時：

表示在 ScrewTighten 物件或 ScrewRetighten 物件執行期間，當位置超過物件中設定的位置成功條件範圍後，仍未接收到螺絲鎖付完成信號而持續動作，故判定為超過位置而失敗。

請確認 ApproachDist 與 ScrewLength 是否設定得比實際環境還短。

當FailedStatus結果顯示為Jammed時：

表示在 ScrewTighten 物件或 ScrewRetighten 物件執行期間，接收到螺絲鎖付完成信號時，位置尚未滿足位置的成功條件，故判定為阻塞而失敗。

可能是螺絲相對於螺絲孔的角度過於傾斜。請確認動作起始點的螺絲姿態後，再次執行教導。

若教導沒有問題，請確認 ApproachDist 與 ScrewLength 是否設定得比實際工件還長。

當FailedStatus結果顯示為NoOKSignal時：

表示在序列執行期間，無法接收螺絲鎖付完成信號便判定為未接收完成信號，執行失敗。

請確認機器人末端夾具的設定中，是否已正確設定螺絲鎖付完成位元。

螺絲起子頭在螺絲重新鎖付中從螺絲孔偏離造成滑牙時：

請將 `AddRetightenPressForce` 設定大一點。但，螺絲重新鎖付中的按壓力會變大，請調整為可容許的數值。

動作發生振動時：

將 `Firmness` 設定大一點。但機器人的反應會變得遲鈍。請調整為可容許的狀態。建議在調整 `Firmness` 時，以階段性的變化來調整，例如由目前的值增加10%等方式。

往按壓方向大幅彈跳時：

若重複發生每隔數秒即大幅彈跳一次的情形，可能是動作受到力覺引導序列的 `LimitAccelS` 限制。

此外，以低功率模式執行時亦可能會發生此情形。

若以高功率模式執行仍未改善，請調大 `LimitAccelS`。

若調大 `LimitAccelS` 仍未改善，請將按壓方向的 `Firmness` 調小。

未到達目的力時：

將按壓方向的 `Firmness` 值設定小一點。

但，動作有可能容易發生振動。請調整為可容許的狀態。

建議在調整 `Firmness` 時，以階段性的變化來調整，例如由目前的值減少10%等方式。

未往按壓方向移動時：

請確認不動作方向的 `ControlMode` 是否為 `Press+` 或 `Press-`。

設定為 `Press+` 或 `Press-` 時，請確認 `PressForce` 是否為「0」。

往反方向移動時：

請確認往反方向動作的方向之 `ControlMode` 是否為預設的 `Press+` 或 `Press-`。

若已設定為預設方向，請確認力覺引導序列的 `ForceOrient`、`RobotLocal`，以及目前使用的工具座標系及本地座標系。

未到達目標地點時：

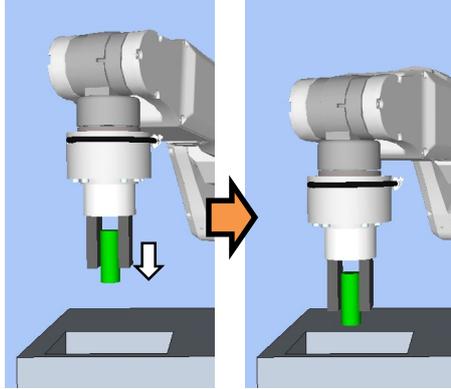
未啟用力控制功能的方向未到達目標地點時，可能是已受到力覺引導序列的 `LimitAccel` 及 `LimitSpeed` 的影響。將數值設定大一點。

此外，在低功率模式下，不論 `LimitSpeed` 及 `LimitAccel` 的設定值多大，都會受限於低功率模式的最高速度及最高加速度。請以高功率模式執行。

4.5 HeightInspect序列與物件

HeightInspect序列是指讓機器人往指定方向動作，並以指定的力檢查已接觸位置的功能。在檢查工件尺寸、確認組裝成功與否的作業中使用。

HeightInspect序列是由HeightInspect物件所構成。可配合作業，新增通用力覺引導物件。



上圖為HeightInspect序列的動作示意圖。從未接觸狀態往白色箭頭標示的方向移動，並停止於已接觸位置，再檢查位置。到這裡為止的動作，是由HeightInspect物件所執行。

本章節將說明力覺引導HeightInspect序列、HeightInspect物件的序列精靈和屬性、其設定方法。關於通用力覺引導物件，請參閱下列章節。

軟體篇 4.2.2 通用力覺引導物件



HeightInspect 序列提供的功能並不如檢查機般可保證絕對準確度。其準確度將會受到執行作業的機器人位置姿態、末端夾具及工件、設置機器人的臺架等影響。請對正常工件多次執行序列，利用該結果反覆確認其準確度後，再應用至實際作業。

4.5.1 HeightInspect序列的序列精靈

使用序列精靈建立 HeightInspect 序列。精靈可透過下列方式顯示。

- 在流程圖上的序列流程或序列樹狀結構上的序列節點按一下滑鼠右鍵，以選擇 [Sequence Wizard]。
- 按一下 HeightInspect 序列屬性中的 Wizard 設定值[Click to open->]右側顯示的

顯示序列精靈時，請依照畫面進行設定。

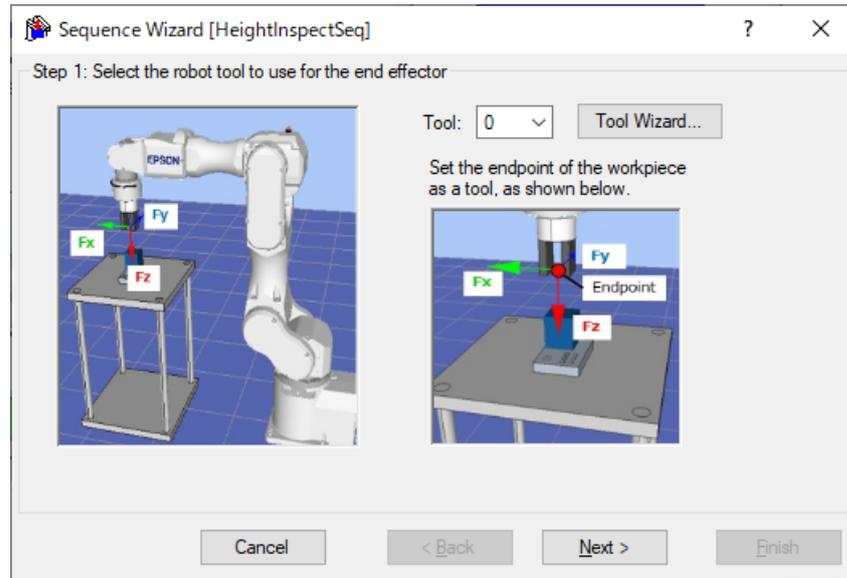
HeightInspect 序列的序列精靈，也可從力覺引導序列的新增畫面進行設定。如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表)

-建立新的力覺引導序列-序列精靈 建立專用力覺引導序列

Step 1: Select the robot tool to use for the end effector

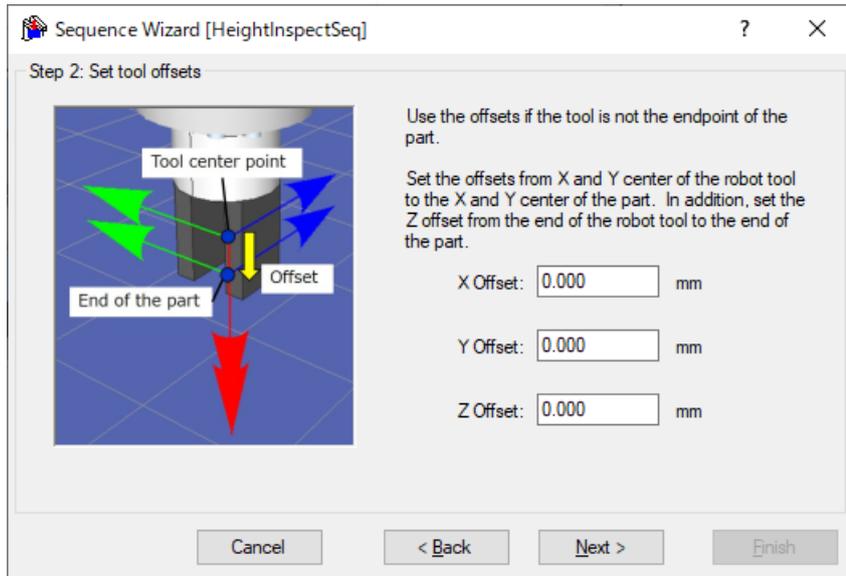
選擇預計在 HeightInspect 序列、HeightInspect 物件中使用的工具編號。



項目	說明、設定指南
Tool	<p>選擇使用的工具編號。選擇工具編號時，請讓工件端點位於工具原點。已設定的工具編號將列在清單欄中。想要重新設定工具時，利用Tool Wizard按鈕進行設定。</p> <p>EPSON RC+ 7.0 User's Guide 5. EPSON RC+ 7.0 GUI、5.12 [Tools]功能表 [Tools]-[Robot Manager]-[Tools]面板</p> <p>最小值：0 最大值：已設定的工具編號最大值 預設值：0</p>
<Cancel>按鈕	取消建立 HeightInspect 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	從新增序列畫面開啟時，可返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 2 Set tool offsets

若 Step 1 中設定的工具未設定於工件末端的中心，則必須進行設定。請設定工具至工件末端中心的偏移量。



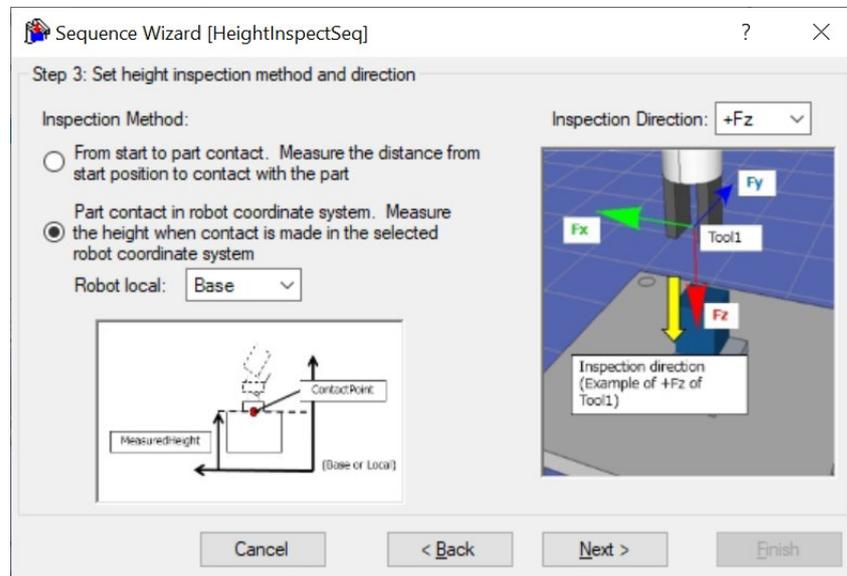
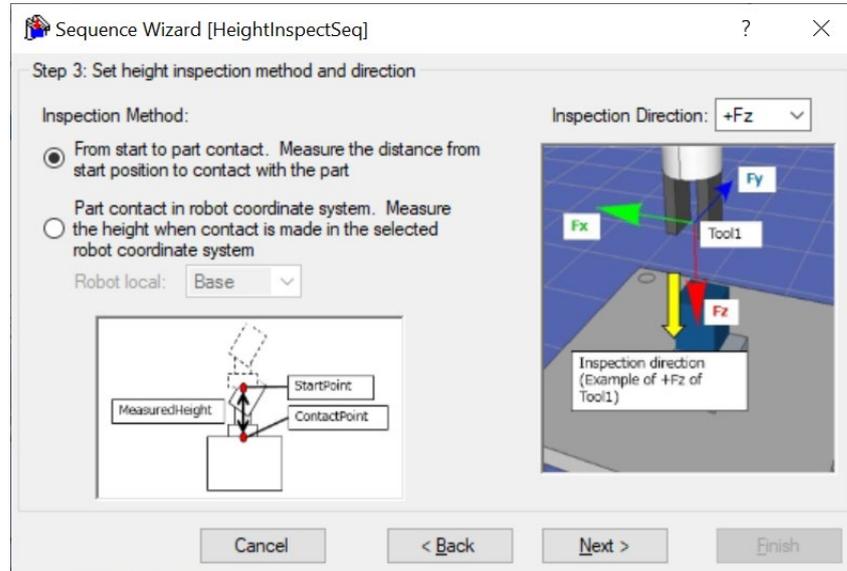
項目	說明、設定指南
X Offset	設定Step 1中設定之從工具至工件末端的X方向偏移量。 最小值：-2000.000[mm] 最大值：2000.000[mm] 預設值：0.000[mm]
Y Offset	設定Step 1中設定之從工具至工件末端的Y方向偏移量。 最小值：-2000.000[mm] 最大值：2000.000[mm] 預設值：0.000[mm]
Z Offset	設定Step 1中設定之從工具至工件末端的Z方向偏移量。 最小值：-2000.000[mm] 最大值：2000.000[mm] 預設值：0.000[mm]
<Cancel>按鈕	取消建立 HeightInspect 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 3: Set height inspection method and direction

設定檢查高度的方法。

想要測量序列起始點到接觸工件為止的距離時，請選擇「Tool」。

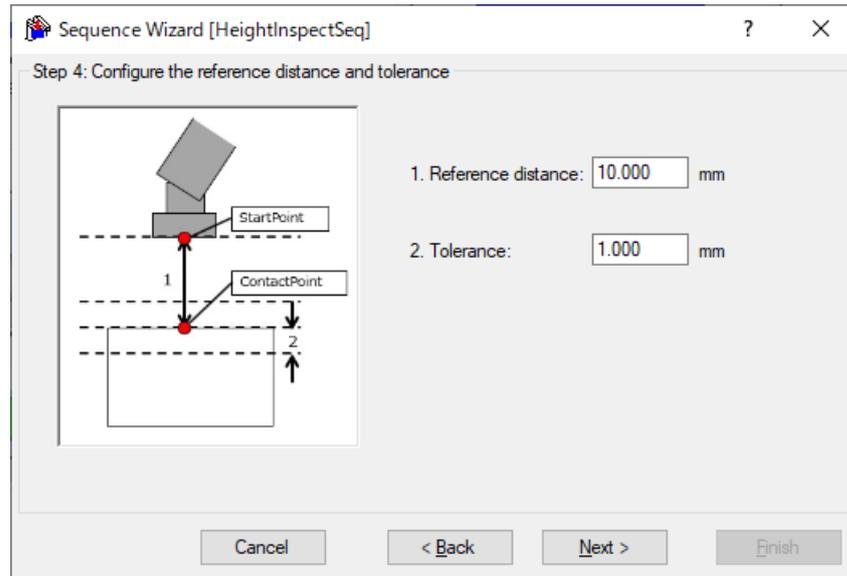
想要測量在接觸到工件時指定的機器人座標系中的位置，請選擇「Base、Local」。

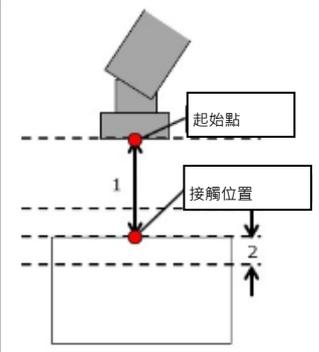


項目	說明、設定指南
Robot local	<p>選擇要在HeightInspect序列中使用的座標系。</p> <p>當檢查方法選擇「Base、Local」時，機器人將以該座標系執行動作。請配合插入工件的方向來選擇座標系。</p> <p>最小值：Base(0)</p> <p>最大值：15</p> <p>預設：Base</p>
Inspection Direction	<p>選擇檢查方向。</p> <p>當檢查方法選擇「Tool」時，HeightInspect 序列、HeightInspect 物件將在 Step1 設定的工具座標系中，往選擇的檢查方向執行動作。</p> <p>當檢查方法選擇「Base、Local」時，HeightInspect 序列、HeightInspect 物件將在座標系設定的基礎或本地座標系中，往選擇的檢查方向執行動作。</p> <p>數值：+Fx、-Fx、+Fy、-Fy、+Fz、-Fz</p> <p>預設：+Fz</p>
<Cancel>按鈕	<p>取消建立 HeightInspect 序列。</p> <p>按一下按鈕以結束序列精靈。</p>
<Back>按鈕	<p>返回上一步。</p>
<Next>按鈕	<p>繼續下一步驟。</p>
<Finish>按鈕	<p>無法按壓此按鈕。</p>

Step 4: Configure the reference distance / position and tolerance

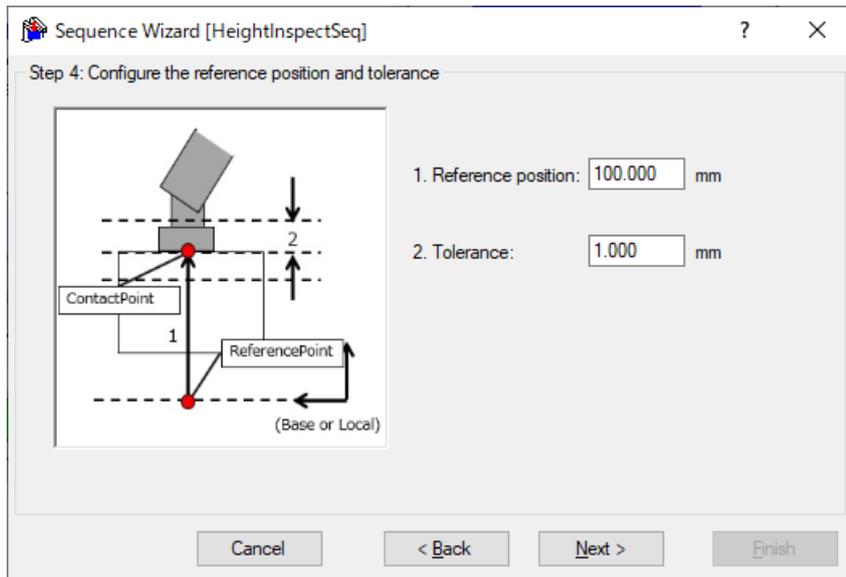
在 Step3 選擇工具座標系時，請設定檢查高度的檢查基準距離與容許誤差。

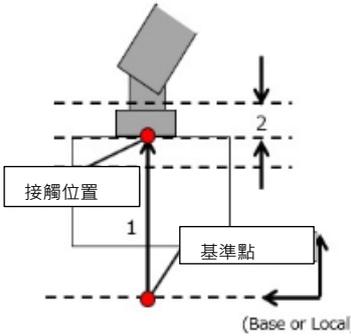


項目	說明、設定指南
Reference distance	<p>設定檢查基準距離。</p> <p>該基準距離即為在Step3的檢查方法設定的座標系中，檢查高度方向之設定方向的距離。</p> <p>檢查基準距離為下圖上方紅點標示的動作起始點到下方紅點標示的預計接觸位置為止的1號距離。</p> <p>對機器人教導動作起始點時，請盡量縮短檢查基準距離。因為力控制功能的速度比位置控制慢，檢查基準距離越長，循環時間會越久。</p>  <p>最小值：0[mm] 最大值：50[mm] 預設值：10[mm]</p>
Tolerance	<p>設定容許誤差。</p> <p>容許誤差為在檢查基準距離圖中，表示檢查成功條件範圍的2號長度。</p> <p>容許誤差越小，作業越難成功。建議先將容許誤差設定大一點，再依執行後的實際結果來調整容許誤差。</p> <p>最小值：0.01[mm] 最大值：10[mm] 預設值：1[mm]</p>

項目	說明、設定指南
<Cancel>按鈕	取消建立 HeightInspect 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

在 Step3 選擇「Base、Local」座標系時，請設定檢查高度的檢查基準位置與容許誤差。

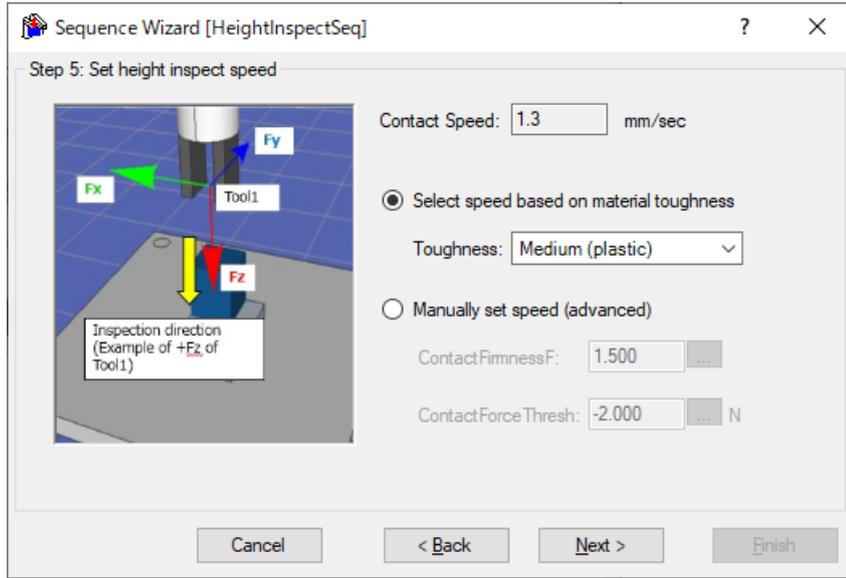


項目	說明、設定指南
Reference position	<p>設定檢查基準位置。</p> <p>該位置即為在 Step3 的檢查方法設定的座標系中，檢查高度方向之設定方向的位置。</p> <p>檢查基準位置為在Step3設定的座標系中的下圖預計接觸位置。</p> <p>教導機器人動作起始點時，請盡量縮短從動作起始點到接觸位置的距離。因為力控制功能的速度比位置控制慢，動作距離越長，循環時間會越久。</p>  <p>最小值：-2000[mm] 最大值：2000[mm] 預設值：100[mm]</p>

項目	說明、設定指南
Tolerance	設定容許誤差。 容許誤差為在檢查基準位置圖中，表示檢查成功條件範圍的2號長度。 容許誤差越小，作業越難成功。建議先將容許誤差設定大一點，再依執行後的實際結果來調整容許誤差。 最小值：0.01[mm] 最大值：10[mm] 預設值：1[mm]
<Cancel>按鈕	取消建立 HeightInspect 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 5: Set height inspect speed

以預設選項來設定檢查高度的接觸速度。也可直接設定屬性，但屬於進階設定。

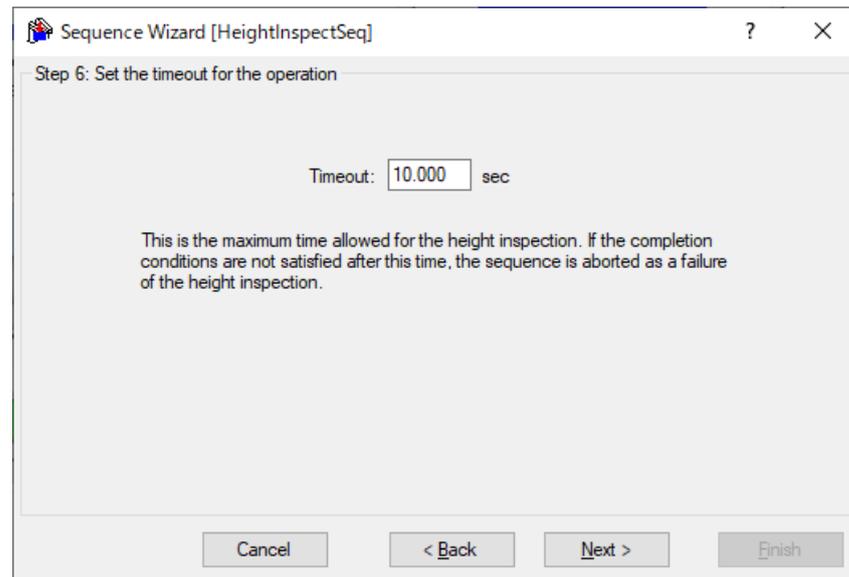


項目	說明、設定指南
Toughness	<p>選擇工件材質的堅固程度。從「Fragile」、「Medium」、「Hard」這3個預設選項選擇。選擇的堅固程度基準如下所示。</p> <p>Fragile: Glass Normal: Plastic Hard: Metal</p> <p>堅固程度若選擇「容易損壞」，接觸速度會變慢，若選擇「堅硬」，接觸速度會變快。</p> <p>選擇「Select speed based on material toughness」時即可設定。</p>
ContactFirmnessF	<p>設定力控制功能的堅固程度。</p> <p>數值越大越堅硬，接觸速度會變慢。</p> <p>數值越小越柔軟，接觸速度會變快，但容易發生振動。</p> <p>選擇「Manually set speed (advanced)」時即可設定。</p> <p>按下...按鈕，便可利用滑桿調整堅固程度。</p> <p>最小值：0.1[mm] 最大值：10[mm] 預設值：1.5[mm]</p>
ContactForceThresh	<p>可設定力的閾值，以判斷接觸情形。</p> <p>選擇「Manually set speed (advanced)」時即可設定。</p> <p>按下...按鈕，便可利用滑桿調整力的閾值。</p> <p>接觸方向為正方向時 最小值：-10[N] 最大值：-0.1[N] 預設值：-2[N]</p> <p>接觸方向為負方向時 最小值：0.1[N] 最大值：10[N] 預設值：2[N]</p>

項目	說明、設定指南
<Cancel>按鈕	取消建立 HeightInspect 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 6: Set the timeout for the operation

設定作業的逾時期間。

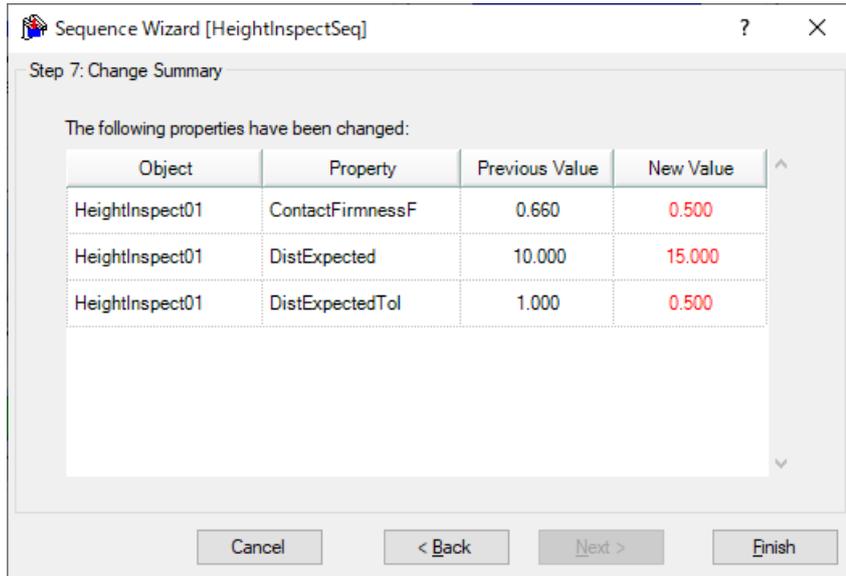


項目	說明、設定指南
Timeout	設定逾時期間。設定的逾時期間即為檢查高度作業的執行時間。 若經過設定的逾時期間後，檢查高度作業仍未完成，將視為作業失敗並中斷HeightInspect序列。 最小值：0.1[sec] 最大值：60[sec] 預設值：10.0[sec]
<Cancel>按鈕	取消建立 HeightInspect 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	可前進至變更清單畫面。從新增序列畫面開啟時，可前進至完成畫面。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 7: Change Summary

可確認透過精靈變更後的屬性清單。

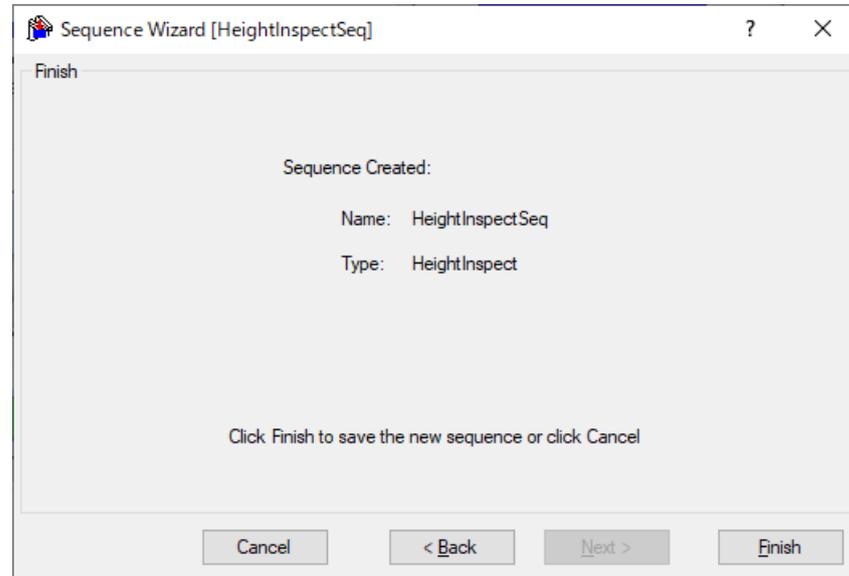
從序列精靈編輯時，將會顯示曾建立過的 HeightInspect 序列。新增時則不會顯示。



項目	說明
Object Property	將會顯示是哪個序列或物件中的哪個屬性已透過精靈變更設定。
Previous Value New Value	將會顯示屬性透過精靈變更設定後的差異。
<Cancel>按鈕	取消建立 HeightInspect 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回 Step6。
<Next>按鈕	無法按壓此按鈕。
<Finish>按鈕	以輸入的內容完成 HeightInspect 序列的變更。

Finish HeightInspect Sequence Created

下圖為已設定序列的完成畫面。可確認已建立的序列名稱與種類。從新增序列畫面開啟時，將會顯示此畫面。



項目	說明
Name	將顯示已設定於基本資訊中的序列名稱。 關於序列名稱的設定，請參閱下列章節。 軟體篇 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表) -建立新的力覺引導序列-序列精靈 建立專用力覺引導序列 -Step 1: General
Type	將顯示選擇專用序列時選擇的序列種類。 關於專用序列的選擇，請參閱下列章節。 軟體篇 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表) -建立新的力覺引導序列-序列精靈 建立專用力覺引導序列 -Step 2: Select system sequence
<Cancel>按鈕	取消建立 HeightInspect 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回 Step6。
<Next>按鈕	無法按壓此按鈕。
<Finish>按鈕	以輸入的內容完成新 HeightInspect 序列的建立。

4.5.2 HeightInspect序列

以下說明 HeightInspect 序列的屬性及其設定方法。

4.5.2.1 HeightInspect序列屬性方針

以下說明一般設定步驟與各屬性的設定方法。

Step 1: 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性。

屬性	說明
Name	力覺引導序列名稱。 設定特定名稱。
Index	力覺引導序列的特定編號。 將自動指派。無法設定此屬性。
Description	力覺引導序列的說明。 描述作業內容等。設定任意字串。
Version	序列的相容版本。 序列將以指定版本進行動作。
RobotNumber	執行力覺引導序列的機器人編號。 設定執行的機器人編號。
RobotType	以RobotNumber指定的機器人類型。 無法設定此屬性。
AutoStepID	設定是否自動設定力覺引導物件的StepID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您了解記錄資料對應哪個工程。 True : 正常 False : 欲手動指定StepID時
PointFile	設定預計在力覺引導序列中使用的點檔案。 若未在開始時讀入指定點檔案，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。 若未設定點檔案，將執行讀入的任何點檔案。
RobotTool	設定預計在力覺引導序列中使用的工具編號。 若未在開始時選擇設定的工具編號，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。

Step 2: 設定感應器值的調整

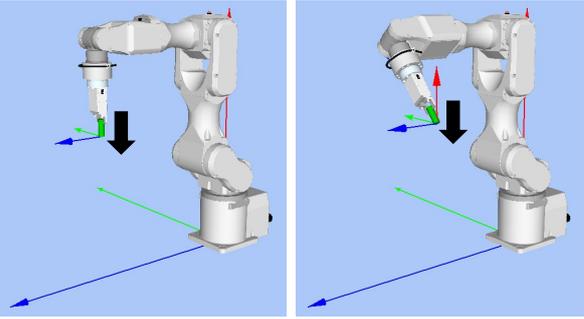
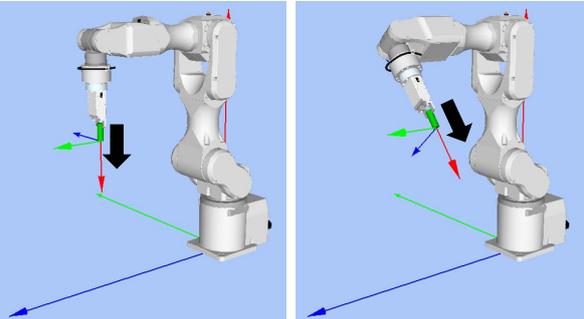
設定感應器值調整的相關屬性(ResetSensor、MPNumber)。

屬性	說明、設定指南
ResetSensor	<p>設定在力覺引導序列執行期間首次執行除條件式分支及SPEL函數外的力覺引導物件時是否要重置力覺感應器。</p> <p>True : 力覺引導序列開始時為未接觸狀態 (力覺引導序列一般會在未接觸狀態下開始。) False : 執行力覺引導序列後，在接觸狀態下執行其他力覺引導序列的特殊情形</p>
MPNumber	<p>設定力覺引導序列執行期間使用的質量屬性物件編號。質量屬性物件為用於重力補償的屬性集合。</p> <p>「0」 : 力覺引導序列執行期間，姿態(U、V、W)未大幅變動時。 已建立的質量屬性編號 : 力覺引導序列執行期間，姿態大幅變動時。</p> <p>如需質量屬性的詳細資訊，請參閱下列章節。 軟體篇 2.3 重力補償</p>

Step 3: 設定力控制功能座標系

設定力控制功能座標系的相關屬性(InspectMethod、ForceOrient、RobotLocal、RotationCenterType、RotationCenterTLX、RotationCenterTLY、RotationCenterTLZ)。

屬性	說明、設定指南
InspectMethod	<p>設定檢查零件高度的方法。 以移動距離檢查時，指定為DistInspect。 以位置檢查時，指定為PosInspect。</p>

屬性	說明、設定指南
ForceOrient	<p>設定執行力控制功能的座標系方向。</p> <p>在InspectMethod指定DistInspect時，為Tool座標系。 在InspectMethod指定PosInspect時，將從Base、Local中進行選擇。</p> <p>Base、Local： 即使力覺引導序列開始時的姿態改變，仍欲始終往從外側檢視的固定方向(如垂直向下按壓)執行力控制功能時。 固定方向與基礎座標系軸不同時，將會指定Local。</p> <p>下圖為設定Base的範例。 例如往-Z方向按壓時，即使機器人末端夾具姿態已改變，機器人始終會垂直向下按壓(基礎座標系的-Z方向)。(黑色箭頭為機器人移動方向。)</p>  <p>Tool: 欲配合開始時的姿態執行力控制功能時</p> <p>下圖為已設定Tool的範例。 例如往+Z方向按壓時，按壓方向會隨著開始時的機器人末端夾具姿態而改變。</p> 
RobotLocal	設定ForceOrient為Local時使用的本地座標系編號。
RotationCenterTLX RotationCenterTLY RotationCenterTLZ	設定從工具座標系至旋轉中心的各方向偏移量。

可使用模擬器功能確認力控制功能座標系的設定狀態。但若力覺引導序列內未配置任何一個力覺引導物件，請在設置力覺引導物件後進行確認。

關於使用模擬器功能進行顯示的方法，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide：8. 模擬器、8.3 功能說明

Step 4: 設定最大速度與最大加速度

設定最大速度及最大加速度相關屬性(LimitAccelS、LimitAccelR、LimitSpeedS、LimitSpeedR)。

屬性	說明、設定指南
LimitSpeedS LimitSpeedR	<p>設定力覺引導序列執行期間的最大速度。</p> <p>LimitSpeedS：最大平移速度 LimitSpeedR：最大旋轉角速度</p> <p>在力控制功能中，速度會視施力方式增減。此速度會被控制在不超過LimitSpeedS及LimitSpeedR的範圍內。</p>
LimitAccelS LimitAccelR	<p>設定力覺引導序列執行期間的最大加速度。</p> <p>LimitAccelS：最大平移加速度 LimitAccelR：最大旋轉角加速度</p> <p>在力控制功能中，加速度會視施力方式增減。此加速度會被控制在不超過LimitAccelS及LimitAccelR的範圍內。 若數值小，機器人受力時的反應速度較慢，並且彈跳幅度可能較大。</p> <p>若機器人彈跳，請設定較大值；若機器人振動，請設定較小值。</p>

Step 5: 設定記錄相關條件

設定記錄相關屬性(LogRobotLocal、LogFileEnabled、LogFileAutoName、LogFileNameVar、LogFileMaxTime、LogFileInterval)。

屬性	說明、設定指南
LogRobotLocal	<p>設定作為記錄機器人位置基準的本地座標系編號。</p> <p>與位置相關的記錄資料會記錄為指定的本地座標系位置。</p> <p>Base：正常 本地座標系編號：欲記錄為指定的本地座標系中位置時</p>
LogFileEnabled	<p>設定是否要將力覺引導序列執行期間的記錄資料儲存至檔案。</p> <p>False：不會儲存於檔案。 執行時，可在力覺引導視窗的圖表上查看記錄資料。</p>
LogFileAutoName	<p>設定是否自動設定記錄資料檔案名稱。</p> <p>True：自動設定時 以力覺引導序列名稱及開始時間為記錄檔案命名。 「力覺引導序列名稱_年月日_點分秒毫秒」</p> <p>False：指定任意名稱時</p>
LogFileNameVar	<p>設定LogFileAutoName為False時用於表示記錄資料檔案名稱的全域變數。</p>
LogFileInterval	<p>設定建立檔案時的記錄資料取樣間隔。</p>
LogFileMaxTime	<p>設定建立檔案時的記錄資料最大時間。</p>

4.5.2.2 HeightInspect序列屬性的詳細資訊

Name 屬性

設定指派至力覺引導序列的特定名稱。
 無法建立同名的力覺引導序列。
 可變更名稱。最多可設定 32 個字元。請使用半形英數字元及「_」(底線)。此外，起始字元不得為數字字元。

Index 屬性

顯示力覺引導序列編號。
 本屬性會自動設定並更新。無法變更此屬性。

	數值
最小值	1
最大值	16

預設：無

Description 屬性

設定在力覺引導序列中新增的說明。
 任意字串最多可設定 255 個字元。

Version 屬性

專用序列的 Version 為 7.5.1。無法變更此屬性。

RobotNumber 屬性

指定使用力覺引導序列的機器人編號。
 若以未指定的機器人執行力覺引導序列，將會發生錯誤。

數值	說明
1~16	使用力覺引導序列的機器人編號。

預設：透過序列精靈指定的機器人編號

RobotType 屬性

使用力覺引導序列的機器人種類。
 本屬性將依照 RobotNumber 中指定的機器人編號自動設定。無法變更此屬性。

AutoStepID 屬性

指定在力覺引導物件執行期間 StepID 的自動指派。
 自動指派時，將設定為力覺引導序列編號*100+力覺引導物件編號。
 StepID 會記錄於力覺引導序列執行期間記錄力及位置的檔案中，並用於判斷對應於力覺引導物件的區段。

數值	說明
True	自動設定StepID。
False	設定各力覺引導物件的StepID屬性值。

預設：True

ResetSensor 屬性

指定在力覺引導序列中首次開始除條件式分支及 SPEL 函數外的力覺引導物件時是否要重置力覺感應器。

數值	說明
True	開始除條件式分支及SPEL函數外的力覺引導物件時，重置力覺感應器。
False	不重置力覺感應器。

預設：True

MPNumber 屬性

指定力覺引導序列執行期間使用的質量屬性物件編號。

質量屬性物件為用於重力補償的屬性集合。需預先定義質量屬性物件。若角度在力覺引導序列執行期間會大幅改變，請指定合適的質量屬性物件。

數值	說明
0	關閉重力補償。
1~15	使用指定的質量屬性。

預設：True

PointFile 屬性

指定力覺引導序列執行期間使用的點檔案名稱。

若在力覺引導序列開始時讀入非本屬性指定的點檔案，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。

數值	說明
None	未指定 (不需確認，讀入任何點檔案皆可執行。)
點檔案名稱	若未讀入指定的點檔案，將會發生錯誤。

預設：None

RobotTool 屬性

指定在力覺引導序列執行期間使用的工具座標系編號。

若在力覺引導序列開始時選擇非本屬性指定的工具座標系編號，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。

數值	說明
0~16	若未選擇指定的工具座標系編號，將會發生錯誤。

預設：None

InspectMethod 屬性

指定檢查高度的方法。

指定 DistInspect 時，將檢查從檢查起始點到接觸工件為止的距離。力覺引導序列的 ForceOrient 固定為「Tool」。

指定 PosInspect 時，將檢查接觸到工件時的機器人位置。力覺引導序列的 ForceOrient 為「Base」或「Local」。

數值	說明
DistInspect	檢查從檢查起始點到接觸工件為止的距離。
PosInspect	檢查接觸到工件時的機器人位置。

預設：DistInspect

ForceOrient 屬性

此屬性可指定力覺引導序列執行期間，使用力控制功能的座標系方向。

在力覺引導序列的 InspectMethod 中指定「DistInspect」時，ForceOrient 將固定為「Tool」。無法變更此屬性。

若指定 Tool，由於工具座標系方向會在機器人姿態改變時變更，檢查高度的方向也會因此改變。

在力覺引導序列的 InspectMethod 中指定「PosInspect」時，ForceOrient 可指定「Base」或「Local」。

若指定 Base 或 Local，即使機器人姿態改變，檢查高度的方向也不會改變。

數值	說明
Base	力控制功能應用的座標系方向為基礎座標系。
Local	力控制功能應用的座標系方向為本地座標系。
Tool	力控制功能應用的座標系方向為工具座標系。

預設：Tool

RobotLocal 屬性

此屬性可指定力覺引導序列執行期間，應用力控制功能的座標系本地座標系編號。

ForceOrient 屬性為 Local 時使用。

數值	說明
0 (Base)	使用本地0座標系(基礎座標系)。此與在ForceOrient中指定Base時相同。
1~15	使用設定編號的本地座標系。

預設：0(Base)

RotationCenterTLX 屬性

設定從 Tool 座標系至力控制功能旋轉中心的 X 方向距離。

此為 RobotTool 中選擇的工具座標系 X 方向。

	數值 (單位：[mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設：0

RotationCenterTLY 屬性

設定從 Tool 座標系至力控制功能旋轉中心的 Y 方向距離。
此為 RobotTool 中選擇的工具座標系 Y 方向。

	數值 (單位：[mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設：0

RotationCenterTLZ 屬性

設定從 Tool 座標系至力控制功能旋轉中心的 Z 方向距離。
此為 RobotTool 中選擇的工具座標系 Z 方向。

	數值 (單位：[mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設：0

LimitSpeedS 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大速度。
因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的速度限制。

	數值 (單位：[mm[sec]])
最小值	0.1
最大值	250

預設：50

LimitSpeedR 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大角速度。
因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的角速度限制。

	數值(單位：[deg/sec])
最小值	0.1
最大值	180

預設：25

LimitAccelS 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大加速度。
因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的加速度限制。

	數值 (單位：[mm[sec ²]])
最小值	0.1
最大值	5000

預設：200

LimitAccelR 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大角加速度。
 因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的角加速度限制。

	數值 (單位：deg/sec ²)
最小值	0.1
最大值	5000

預設：100

LogRobotLocal 屬性

針對力覺引導序列執行期間記錄的機器人位置姿態，指定作為基準的本地座標系編號。
 機器人位置姿態將以從本屬性指定之本地座標系檢視的工具座標系中的位置姿態進行記錄。

數值	說明
0 (Base)	使用本地0座標系(基礎座標系)。
1~15	使用設定編號的本地座標系。

預設：0(Base)

LogFileEnabled 屬性

指定是否要將力覺引導序列執行期間的力、扭力及機器人位置姿態儲存至檔案中。
 指定 True 時，數值將顯示於監控畫面的圖表上，並同時儲存至檔案中。
 指定 False 時，數值將顯示於監控畫面的圖表上。但數值不會儲存至檔案中。

數值	說明
True	將記錄資料儲存至檔案。
False	記錄資料不會儲存至檔案。

預設：True

LogFileAutoName 屬性

針對力覺引導序列執行期間記錄力、扭力及機器人位置姿態的檔案，指定是否要自動設定名稱。
 指定 True 時，會以「力覺引導序列名稱+開始時間」自動設定檔案名稱。
 力覺引導序列名稱_yyyymmdd_hhmmssfff.csv
 指定 False 時，請在 LogFileNameVar 所指定的變數字串中加入「.csv」，使其成為檔案名稱。

數值	說明
True	自動設定記錄資料檔案名稱。
False	將記錄資料檔案名稱設定為在 LogFileNameVar 所指定的名稱。

預設：True

LogFileNameVar 屬性

指定儲存檔案名稱(力覺引導序列執行期間記錄力、扭力及機器人位置姿態)的全域字串變數。

LogFileAutoName 中指定 False 時使用。將「.csv」加入所指定的變數字串中，將其設為檔案名稱。

數值	說明
None	未指定(自動設定)
變數名稱	指定的全域字串變數值將為檔案名稱。 僅可指定字串變數。

預設：None

LogFileInterval 屬性

針對記錄力覺引導序列執行期間的力、扭力及機器人位置姿態的檔案，指定取樣週期。

	數值 (單位：[sec])
最小值	0.002
最大值	1

預設：0.2

LogFileMaxTime 屬性

針對記錄力覺引導序列執行期間的力、扭力及機器人位置姿態的檔案，指定最大記錄時間。

若該記錄時間較力覺引導序列的執行時間短，超過的時間將不會記錄於檔案。敬請注意。

	數值 (單位：[sec])
最小值	60
最大值	600

預設：60

4.5.2.3 HeightInspect序列結果的詳細資訊

EndStatus 結果

此為執行結果。

在力覺引導序列執行至最後，且最後力覺引導物件執行成功，或最後力覺引導物件的 AbortSeqOnFail 屬性為 False 時，結果將為成功。

數值	說明
Passed	力覺引導序列執行成功。
Failed	力覺引導序列執行失敗。
NoExec	力覺引導序列未執行。
Aborted	力覺引導序列在執行期間中停止。

FailedStatus 結果

序列失敗的理由。

AbortSeqOnFail 為 True 的物件執行失敗的理由。

數值	說明
OK	力覺引導序列執行成功。
GeneralObjectFailed	通用物件執行失敗。
ContactFailed	位置在成功條件範圍內，但未成功接觸。
PosConditionFailed	位置超出成功條件範圍，執行失敗。
Overrun	超過位置，執行失敗。

Time 結果

執行所需時間。

單位：[sec]

LastExecObject 結果

最後執行的力覺引導物件名稱。

EndForces 結果

力覺引導序列結束時的力和扭力。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導序列執行期間的力和扭力峰值。峰值為最大絕對值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

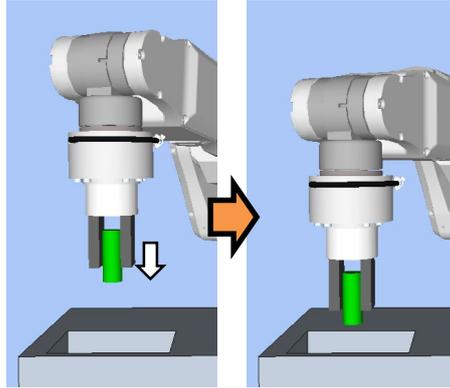
MeasuredHeight 結果

當 ForceOrient 設定為「Tool」時，則為從動作起始點開始的距離。當 ForceOrient 設定為「Base、Local」時，則傳回從 ForceOrient 中設定的座標系所見，在 HeightInspect 物件的 ContactOrient 中設定的檢查方向位置。

單位：[mm]

4.5.3 HeightInspect物件

HeightInspect 物件是指讓機器人往指定方向進行動作，並以指定的力偵測已接觸位置的力覺引導物件。



上圖為 HeightInspect 物件的動作示意圖。從未接觸狀態往白色箭頭標示的方向移動，並停止於已接觸位置，再檢查位置。

HeightInspect 物件在指定時間內滿足結束條件時，將會成功或失敗。HeightInspect 物件可使用力與位置相關結束條件。

各結束條件均必定被使用。

滿足各結束條件的所有成功條件時：結束 HeightInspect 物件執行並判定為成功，繼續進行下一個力覺引導物件。

滿足各結束條件的至少一個失敗條件時：結束 HeightInspect 物件執行並判定為失敗，中斷執行力覺引導序列。

結束條件	成功條件
力相關結束條件	在Timeout的指定時間內，於ContactOrient指定的軸方向達到ContactForceThresh指定的力
位置相關結束條件	在Timeout的指定時間內，滿足以下條件 針對檢查方法指定以距離檢查(Tool)時： 從ContactOrient中指定軸方向的力覺引導物件起始點所移動的距離，在DistExpected ± DistExpectedTol的範圍內 針對檢查方法指定以位置檢查(Base、Local)時： 接觸到在指定座標系的ContactOrient中指定軸方向的工件時，該位置在PosExpected ± PosExpectedTol的範圍內

結束條件	失敗條件
位置相關結束條件	在Timeout的指定時間內，滿足以下條件 針對檢查方法指定以距離檢查(Tool)時： 從ContactOrient中指定軸方向的力覺引導物件起始點所移動的距離，超過DistExpected + DistCheckTol 針對檢查方法指定以位置檢查(Base、Local)，且動作方向指定正方向時： 接觸到在指定座標系的ContactOrient中指定軸方向的工件時，該位置超過PosExpected + PosExpectedTol 針對檢查方法指定以位置檢查(Base、Local)，且動作方向指定負方向時： 接觸到在指定座標系的ContactOrient中指定軸方向的工件時，該位置超過PosExpected - PosExpectedTol

4.5.3.1 HeightInspect物件屬性方針

Step 1: 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name、Description、StepID、AbortSeqOnFail)。

屬性	說明、設定指南
Name	設定力覺引導物件名稱。 設定特定名稱。
Description	設定力覺引導物件的說明。 描述動作說明等。設定任意字串。
StepID	力覺引導物件執行期間的StepID。 設定任意ID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您了解記錄資料對應哪個工程。 力覺引導序列的AutoStepID為False時適用。
AbortSeqOnFail	設定是否在力覺引導物件失敗時結束或繼續執行力覺引導序列。 True : 正常 結束力覺引導序列。 False : 包含力覺引導序列中失敗時的復原動作時，或失敗後仍可繼續執行力覺引導序列時

Step 2: 設定接觸方向與力控制功能

設定接觸方向與力控制功能相關屬性(ContactOrient、ContactFirmnessF)。

屬性	說明、設定指南
ContactOrient	指定接觸方向。 機器人會往指定方向移動。
ContactFirmnessF	設定力控制功能硬度。 設定較大值時： 力控制功能會增強，且對力變化的反應速度較慢。 設定較小值時： 力控制功能將會減弱，對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

可使用模擬器功能確認ContactOrient。顯示除指定方向外均為反灰的座標系。但，機器人將根據目前位置進行顯示。請在力覺引導物件已在執行位置姿態的狀態下進行確認。關於使用模擬器功能進行顯示的方法，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide : 8. 模擬器、8.3 功能說明

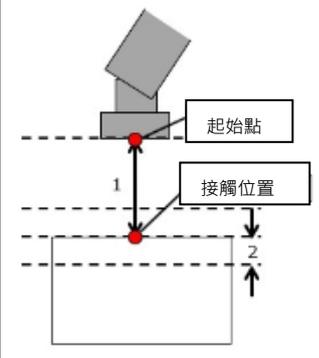
Step 3: 設定結束條件

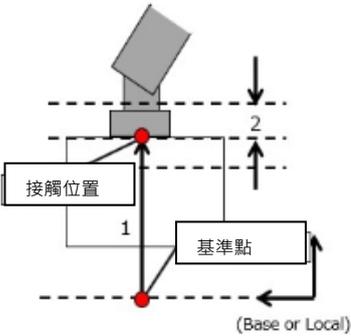
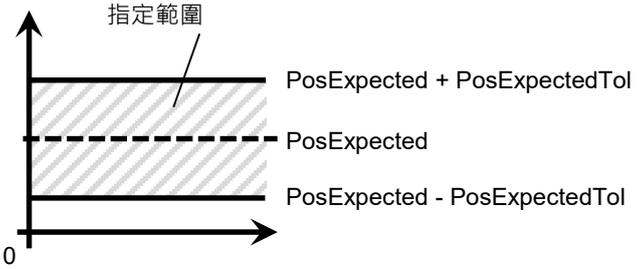
設定結束條件相關屬性(ContactForceThresh、Timeout屬性)。

屬性	說明、設定指南
ContactForceThresh	設定判定為已接觸的閾值。 請設定您的工件可容許的數值。 設定較大的絕對值時： 開始接觸前的移動速度較快。 設定值過小時： 機器人可能不會移動。
Timeout	設定HeightInspect物件的逾時期間。 開始接觸前已經過指定時間時，將會失敗。

Step 4: 設定成功條件

設定成功條件相關屬性(DistExpected、DistExpectedTol、PosExpected、PosExpectedTol)。

屬性	說明、設定指南
DistExpected	<p>設定從動作起始點到預計接觸位置為止的基準距離。 該基準距離即為在HeightInspect序列的ForceOrient設定的座標系中，HeightInspect物件ContactOrient設定方向的移動距離。</p> <p>檢查基準距離為下圖上方紅點標示的動作起始點，到下方紅點標示的接觸位置為止的1號距離。</p>  <p>將HeightInspect序列的InspectMethod設定為DistInspect時，即為有效的成功條件。</p> <p>對機器人教導動作起始點時，請盡量縮短檢查基準距離。因為力控制功能的速度比位置控制慢，檢查基準距離越長，循環時間會越久。</p>

屬性	說明、設定指南
<p>PosExpected</p>	<p>設定預計接觸位置。 該基準距離即為在HeightInspect序列的ForceOrient設定的座標系中，HeightInspect物件ContactOrient設定方向的位置。</p> <p>檢查基準位置為在 ContactOrient 設定的座標系中的下圖接觸位置。</p>  <p>將HeightInspect序列的InspectMethod設定為「PosInspect」時，即為有效的成功條件。</p>
<p>PosExpectedTol</p>	<p>設定預計接觸位置的容許誤差。</p> <p>下圖為PosExpectedTol的示意圖。</p>  <p>將HeightInspect序列的InspectMethod設定為PosInspect時，即為有效的成功條件。</p>

4.5.3.2 HeightInspect物件屬性的詳細資訊

Name 屬性

設定指派至力覺引導物件的特定名稱。

建立 **HeightInspect** 序列後，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 **HeightInspect** 後加上數字，例如 **HeightInspect01**。

可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用半形英數字元及「_」(底線)。起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

設定力覺引導物件的說明。

任意字串最多可設定 255 個字元。

StepID 屬性

指定力覺引導物件執行期間的StepID。

僅限AutoStepID為False時使用。

	數值
最小值	0
最大值	32767

預設：將依力覺引導序列與力覺引導物件的編號自動設定。

AbortSeqOnFail 屬性

指定力覺引導物件執行失敗時進行的處理。

若指定**True**，則力覺引導物件失敗時程式會結束力覺引導序列，並繼續進行下一個SPEL陳述式。

若指定**False**，程式會繼續進行下一個力覺引導物件，即使力覺引導物件失敗也不會結束力覺引導序列。

欲繼續執行力覺引導序列時使用，例如力覺引導序列中加入失敗時的復原處理等情形。

數值	說明
True	力覺引導物件執行失敗時，結束序列。
False	力覺引導物件執行失敗時，開始下一個力覺引導序列。

預設：True

ContactOrient 屬性

指定在力覺引導序列ForceOrient中指定座標系上的檢查高度動作方向。機器人會往指定方向動作，並於接觸到物體時停止。

數值	說明
+Fx	將動作方向指定為指定座標系的+F _x 方向。
-Fx	將動作方向指定為指定座標系的-F _x 方向。
+Fy	將動作方向指定為指定座標系的+F _y 方向。
-Fy	將動作方向指定為指定座標系的-F _y 方向。
+Fz	將動作方向指定為指定座標系的+F _z 方向。
-Fz	將動作方向指定為指定座標系的-F _z 方向。

預設：+Fz

ContactFirmnessF 屬性

此屬性可設定力覺引導物件動作中，在力覺引導物件ContactOrient指定動作方向的力控制功能硬度。

ContactFirmnessF數值較大時：動作方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

ContactFirmnessF數值較小時：動作方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	10

預設：1.5

ContactForceThresh 屬性

指定判定為接觸的力的閾值。

在HeightInspect物件執行期間超出在本屬性的指定值時，機器人將識別為已接觸而停止動作，繼續進行下一個力覺引導物件。

ContactOrient為正方向時

	數值 (單位：[N])
最小值	-10
最大值	0

預設：-2

ContactOrient為負方向時

	數值 (單位：[N])
最小值	0
最大值	10

預設：-2

DistExpected 屬性

指定從檢查高度起始點到預計接觸位置為止的距離。在力覺引導序列的 **InspectMethod** 屬性中指定為 **DistInspect** 時使用。

	數值 (單位：[mm])
最小值	0
最大值	50

預設：10

DistExpectedTol 屬性

作業結束時，指定從動作起始點移動的距離成功條件範圍。
將 $\text{DistExpected} \pm \text{DistExpectedTol}$ 的範圍設為成功條件。

	數值
最小值	0.01
最大值	10

預設：1

PosExpected 屬性

指定預計接觸位置。在力覺引導序列的 **InspectMethod** 屬性中指定為 **PosInspect** 時使用。

	數值 (單位：[mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設：100

PosExpectedTol 屬性

指定在作業結束時的已接觸位置成功條件範圍。
將 $\text{PosExpected} \pm \text{PosExpectedTol}$ 的範圍設為成功條件。

	數值
最小值	0.01
最大值	10

預設：1

Timeout 屬性

指定力覺引導物件的逾時期間。

即使超出 **Timeout** 中指定的時間，若未滿足 **ContactForceThresh** 中指定的條件，則 **HeightInspect** 物件將判定為失敗。

判定後，請依 **AbortSeqOnFail** 結束力覺引導序列，或繼續進行下一個力覺引導物件。

	數值 (單位：[sec])
最小值	0.1
最大值	60

預設：10

4.5.3.3 HeightInspect物件結果的詳細資訊

EndStatus 結果

此為執行結果。

若滿足「4.5.3 HeightInspect 物件」開頭記載的「成功條件」，將會成功。

數值	說明
Passed	力覺引導物件執行成功。
Failed	力覺引導物件執行失敗。
NoExec	力覺引導物件未執行。
Aborted	力覺引導物件在執行期間停止。

Time 結果

執行所需時間。

單位：[sec]

TimedOut 結果

是否已達 Timeout 屬性中指定的逾時期間。

數值	說明
True	已達逾時期間。
False	到達逾時期間前已結束。

EndForces 結果

力覺引導物件結束時的力和扭力。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

EndPos 結果

力覺引導物件結束時的位置姿態。將取得 X、Y、Z、U、V、W 各自的值。

單位：X、Y、Z [mm] / U、V、W [deg]

AvgForces 結果

力覺引導物件執行期間的力和扭力平均值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導物件執行期間的力和扭力峰值。峰值為最大絕對值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

ForceCondOK 結果

是否已滿足力相關結束條件。

數值	說明
True	已滿足力相關結束條件。
False	未滿足力相關結束條件。

TriggeredForces 結果

已滿足力相關結束條件時的力和扭力。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

TriggeredPos 結果

已滿足力相關結束條件時的位置姿態。將取得 X、Y、Z、U、V、W 各自的值。

單位：X、Y、Z [mm] / U、V、W [deg]

PosCondOK 結果

是否已滿足位置相關結束條件。

數值	說明
True	已滿足位置相關結束條件。
False	未滿足位置相關結束條件。

PosLimited 結果

是否超出位置的限制範圍。

數值	說明
True	已超出位置的限制範圍。
False	未超出位置的限制範圍。

4.5.4 HeightInspect序列與物件的屬性調整方針

以下說明使用HeightInspect序列與物件時的調整方法。

當FailedStatus結果顯示為GeneralObjectFailed時：

表示配置於 HeightInspect 序列中的通用物件執行失敗。LastExecObject 結果中會顯示最後執行的物件。請參考顯示出的物件屬性設定方針或調整方針，來調整屬性。

當FailedStatus結果顯示為ContactFailed時：

將檢查高度方向的 Firmness 值設定小一點。
但，動作有可能容易發生振動。請調整為可容許的狀態。

建議在調整 Firmness 時，以階段性的變化來調整，例如由目前的值減少 10%等方式。

若調小 Firmness 仍未改善，請將 Timeout 調大。

當FailedStatus結果顯示為PosConditionFailed時：

表示在 HeightInspect 物件執行期間，位置已超出物件中設定的位置成功條件範圍，故執行失敗。

請確認設定的 DistExpected、DistExpectedTol 或 PosExpected、PosExpectedTol 是否為實際環境及工件的規格。

當FailedStatus結果顯示為Overrun時：

表示在 HeightInspect 物件執行期間，當位置超過物件中設定的位置成功條件範圍後，力仍未滿足力的成功條件而持續動作，故判定為超過位置而失敗。

請確認設定的 DistExpected 或 PosExpected 是否為實際環境及工件的規格。

接觸時的力較大時：

將ContactForceThresh值設定小一點。
或將ContactFirmnessF值設定大一點。

但，移動速度會較慢。請調整為可容許的狀態。

力覺引導物件將在接觸前結束時：

若執行時間較短，將Timeout值設定大一點。

在接觸前即誤判為已接觸時：

可能會因移動時的慣性力或移動導致的雜訊而誤判。

將ContactForceThresh值設定大一點。

但，接觸時的力會增加。請調整為可容許的狀態。

或將ContactFirmnessF值設定大一點。但，移動速度會較慢。請調整為可容許的狀態。

開始接觸前的移動速度較慢時：

將ContactForceThresh值設定大一點。

或將ContactFirmnessF值設定小一點。

但，接觸時的力可能會較大，或容易發生振動。請調整為可容許的狀態。

開始接觸前耗時過長時：

若力覺引導物件的起始點較遠，便會因須移動的距離較長而耗費時間。請將起始點變更至盡可能靠近但未接觸預計接觸位置的位置。

未往接觸方向動作，但往相反方向動作時：

可能是力覺感應器未正確完成重置。請檢查力覺引導序列的ResetSensor設定。

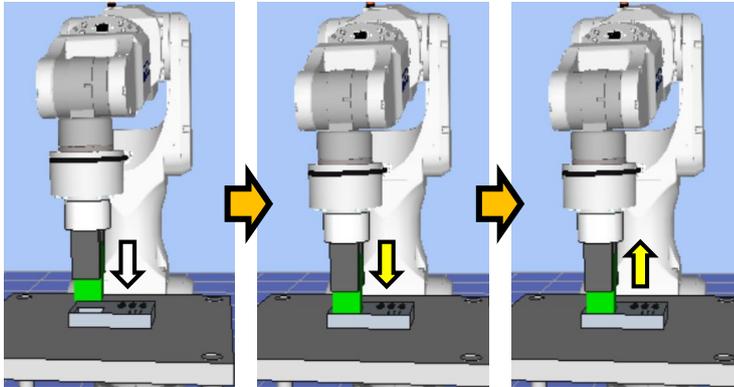
或可能是因力覺引導序列在接觸狀態下開始執行。請使其在未接觸狀態下開始執行。

或可能是ContactForceThresh的絕對值較小。請將絕對值設定大一點。但，接觸時的力會增加。請調整為可容許的狀態。

4.6 Insert序列與物件

Insert序列是指以指定的力往指定方向按壓，同時讓機器人一邊往其他方向跟隨一邊動作的功能。使用於將抓取的工件插入孔中的作業。而且在插入後，也能像接頭那樣往拔出的方向施加某規定的力，確認無法拔下。

Insert序列是由Insert物件與TensileTest物件這2個物件所構成。可配合作業，新增通用力覺引導物件。



上圖為Insert序列的動作示意圖。從未接觸狀態執行後，朝向白色箭頭標示的按壓方向移動。到達接觸狀態後，如黃色箭頭所示，維持在施加特定力的狀態。到這裡為止的動作，是由Insert物件所執行。

之後，如黃色箭頭所示，朝向按壓方向的反方向，維持在施加特定力的狀態。此動作是由TensileTest物件所執行。

本章節將說明Insert序列、Insert物件、TensileTest物件的序列精靈和屬性、其設定方法。關於通用力覺引導物件，請參閱下列章節。

軟體篇 4.2.2 通用力覺引導物件

4.6.1 Insert序列的序列精靈

使用序列精靈建立 Insert 序列。精靈可透過下列方式顯示。

- 在流程圖上的序列流程或序列樹狀結構上的序列節點按一下滑鼠右鍵，以選擇 [Sequence Wizard]。
- 按一下 Insert 序列屬性中的 Wizard 設定值[Click to open->]右側顯示的。

顯示序列精靈時，請依照畫面進行設定。

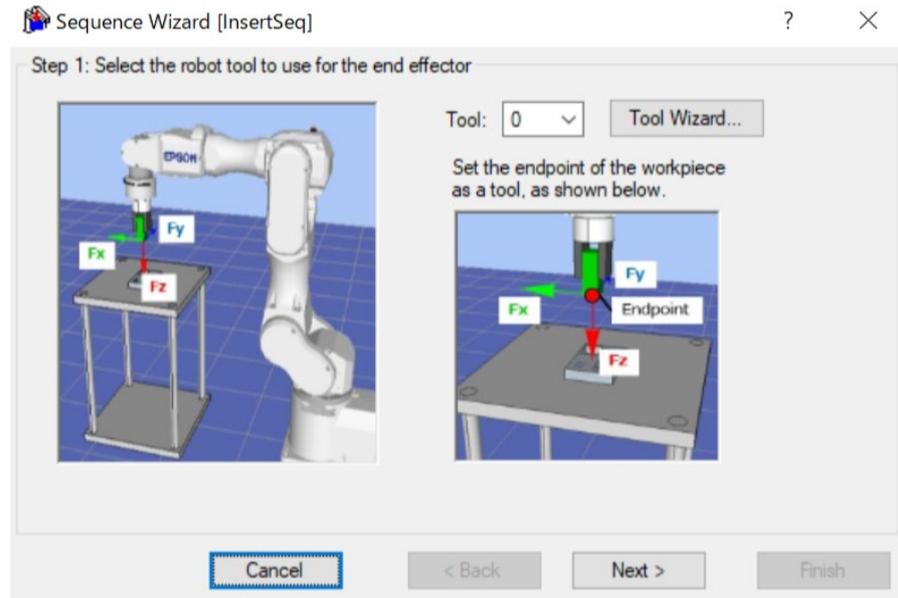
Insert 序列的序列精靈，也可從力覺引導序列的新增畫面進行設定。如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表)

-建立新的力覺引導序列-序列精靈 建立專用力覺引導序列

Step 1: Select the robot tool to use for the end effector

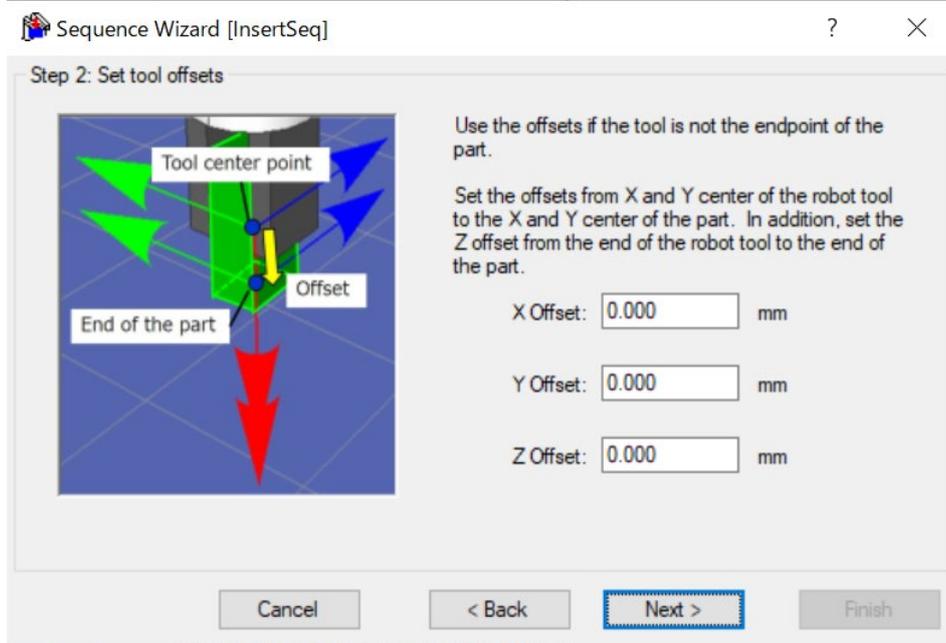
選擇預計在 Insert 序列、Insert 物件、TensileTest 物件中使用的工具編號。



項目	說明、設定指南
Tool	<p>選擇使用的工具編號。選擇工具編號時，請讓工件端點位於工具原點。已設定的工具編號將列在清單欄中。想要重新設定工具時，利用 Tool Wizard 按鈕進行設定。</p> <p>EPSON RC+ 7.0 User's Guide 5. EPSON RC+ 7.0 GUI、 5.12 [Tools]功能表 [Tools]-[Robot Manager]-[Tools]面板</p> <p>最小值：0 最大值：已設定的工具編號最大值 預設值：0</p>
<Cancel>按鈕	<p>取消建立 Insert 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。</p>
<Back>按鈕	<p>從新增序列畫面開啟時，可返回上一步。</p>
<Next>按鈕	<p>繼續下一步驟。</p>
<Finish>按鈕	<p>無法按壓此按鈕。</p>

Step2 Set tool offsets

若 Step 1 中設定的工具未設定於工件末端的中心，則必須進行設定。請設定工具至工件末端中心的偏移量。



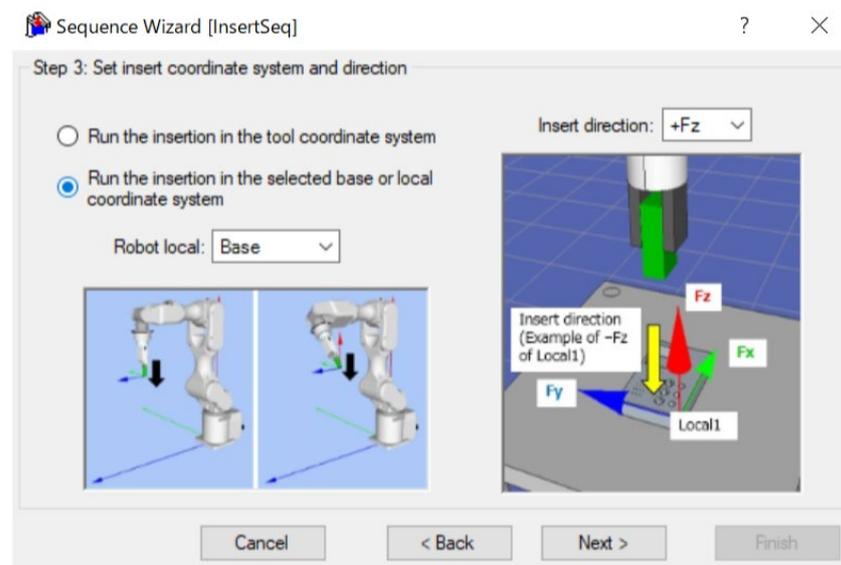
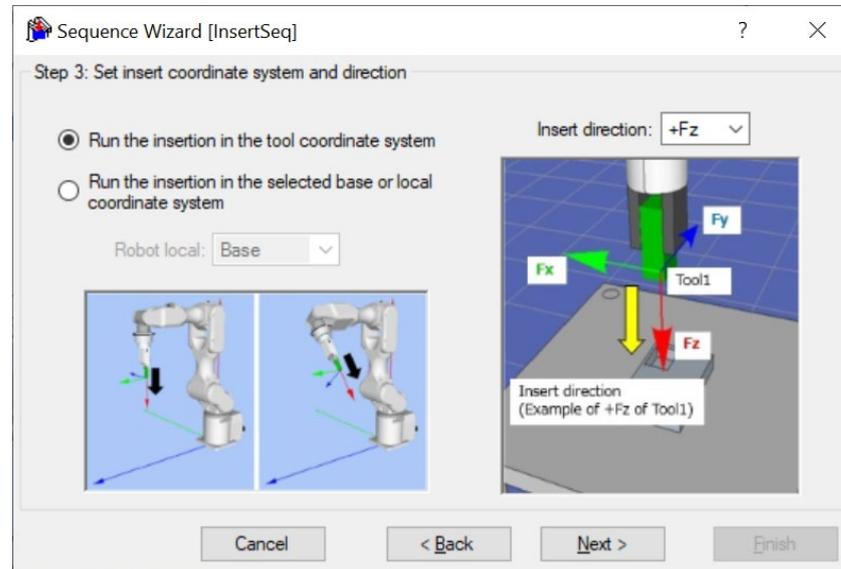
項目	說明、設定指南
X 偏移量	設定Step 1中設定之從工具至工件末端的X方向偏移量。 最小值：-2000.000[mm] 最大值：2000.000[mm] 預設值：0.000[mm]
Y 偏移量	設定 Step 1 中設定之從工具至工件末端的 Y 方向偏移量。 最小值：-2000.000[mm] 最大值：2000.000[mm] 預設值：0.000[mm]
Z 偏移量	設定 Step 1 中設定之從工具至工件末端的 Z 方向偏移量。 最小值：-2000.000[mm] 最大值：2000.000[mm] 預設值：0.000[mm]
<Cancel>按鈕	取消建立 Insert 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 3: Set insert coordinate system and direction

設定插入方向。

想要配合開始序列時的姿態執行插入作業時，請選擇「Tool」。

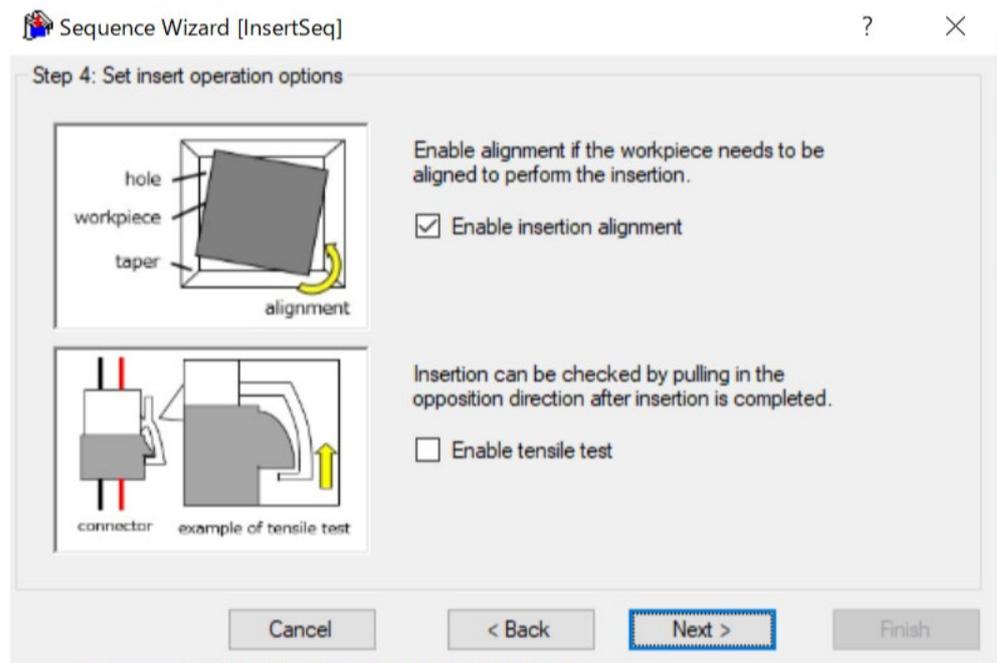
無論開始序列時的姿態如何，想要配合工件方向執行插入作業時，請選擇「Base」、「Local」。



項目	說明、設定指南
Robot local	<p>選擇要在 Insert 序列中使用的座標系。</p> <p>當插入座標系選擇「Base」、「Local」時，機器人將以該座標系執行動作。請配合插入工件的方向來選擇座標系。</p> <p>最小值：Base(0)</p> <p>最大值：15</p> <p>預設：Base</p>
Insert direction	<p>選擇插入方向。</p> <p>當插入座標系選擇「Tool」時，Insert 序列、Insert 物件將在 Step 1 設定的工具座標系中，以選擇的插入方向執行動作。</p> <p>若插入座標系選擇「Base」、「Local」時，Insert 序列、Insert 物件將在座標系設定的基礎或本地座標系中，往選擇的插入方向執行動作。</p> <p>TensileTest 物件則是往選擇的插入方向正負相反的方向執行動作。</p> <p>數值：+Fx、-Fx、+Fy、-Fy、+Fz、-Fz</p> <p>預設：+Fz</p>
<Cancel>按鈕	<p>取消建立 Insert 序列。</p> <p>按一下按鈕以結束序列精靈。</p>
<Back>按鈕	<p>返回上一步。</p>
<Next>按鈕	<p>繼續下一步驟。</p>
<Finish>按鈕	<p>無法按壓此按鈕。</p>

Step 4: Set insert operation options

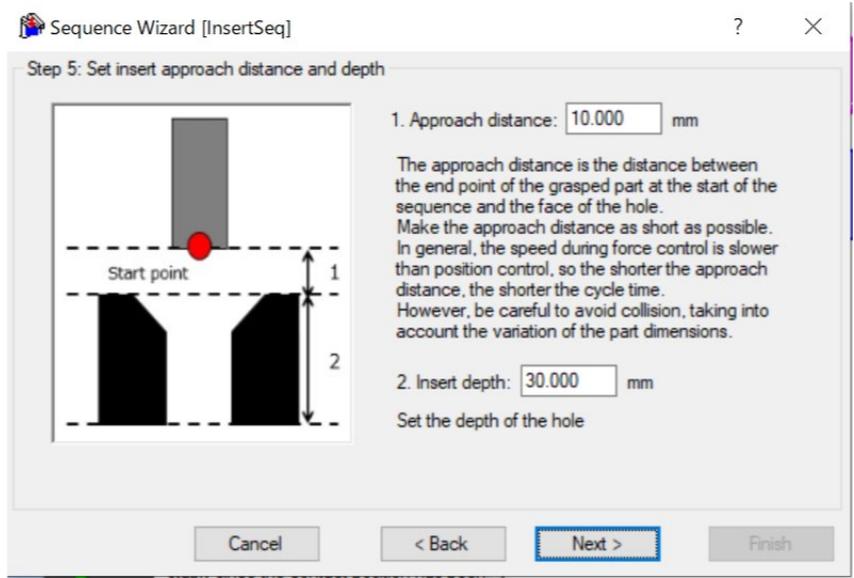
選擇是否啟用對齊相位與拉拔測試。



項目	說明、設定指南
Enable insertion alignment	設定是否讓工件與孔跟隨相位方向。 啟用時，將在插入動作期間往精靈上圖的黃色箭頭方向執行跟隨相位的動作。 像角柱這種不對齊工件相位就無法完成插入的情況，請設定為啟用。 預設：啟用
Enable tensile test	設定是否執行拉拔測試動作。像接頭這種工件的情況，可以往插入方向的反方向施力，判斷是否已正常插入。 預設：停用
<Cancel>按鈕	取消建立 Insert 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 5: Set insert approach distance and depth

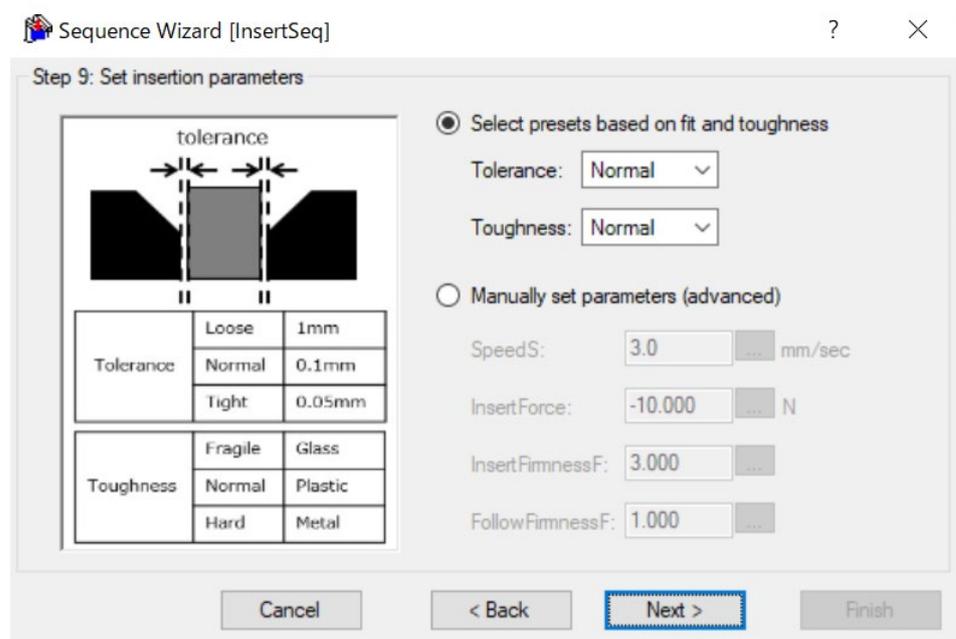
設定插入作業的接近距離與插入深度。



項目	說明、設定指南
Approach distance	<p>設定接近距離。</p> <p>接近距離為，開始下圖綠點所示 Insert 序列時，抓取的工件端點到孔上面的 1 號距離。</p> <p>教導機器人動作起始點時，請盡量縮短接近距離。因為力控制功能的速度比位置控制慢，接近距離越長，循環時間會越久。</p> <p>最小值：0[mm] 最大值：50[mm] 預設值：10[mm]</p>
Insert depth	<p>設定插入深度。</p> <p>插入深度為孔的深度，是接近距離圖中的 2 號長度。</p> <p>最小值：0[mm] 最大值：300[mm] 預設值：30[mm]</p>
<Cancel>按鈕	取消建立 Insert 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 6: Set insertion parameters

以預設選項來設定插入作業的參數。也可直接設定屬性，但屬於進階設定。

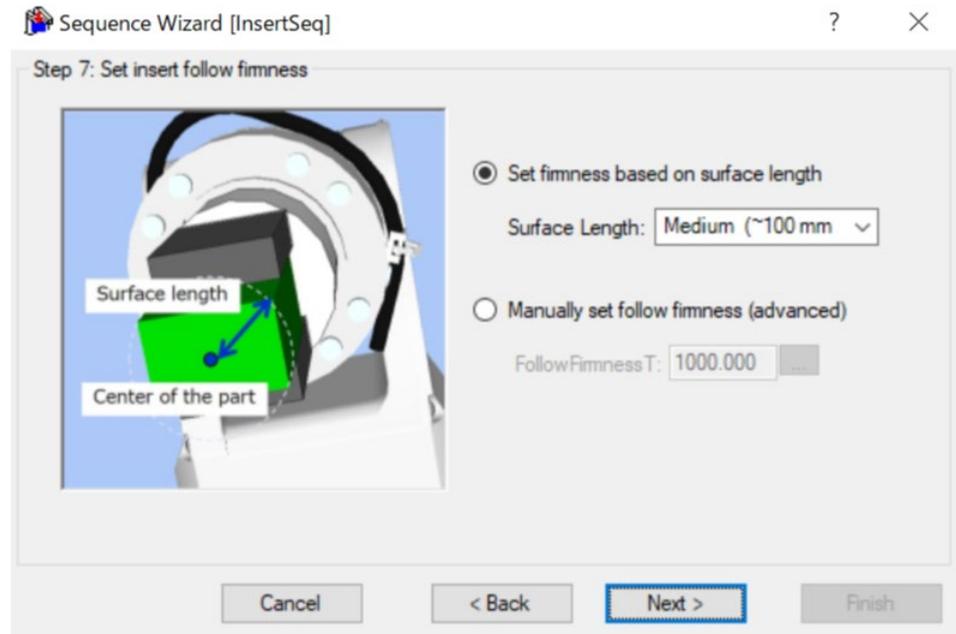


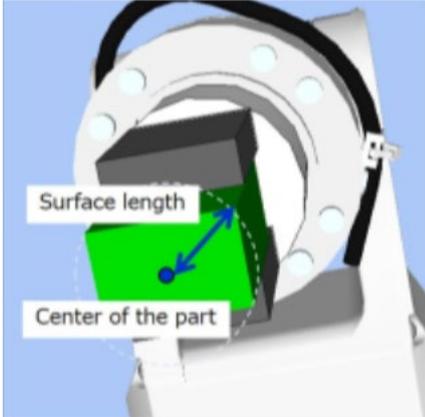
項目	說明、設定指南
Tolerance	<p>選擇抓取的工作與孔之間的公差。從「Loose」、「Normal」、「Tight」這 3 個預設選項選擇。選擇的公差基準如下所示。</p> <p>Loose: 1[mm] Normal: 0.1[mm] Tight: 0.05[mm]</p> <p>選擇較寬的公差時，插入速度較快、按壓力較強，選擇較窄的公差時，插入速度較慢、按壓力較弱。</p>
Toughness	<p>選擇工件及孔的材質堅固程度。從「Fragile」、「Normal」、「Hard」這 3 個預設選項選擇。選擇的堅固程度基準如下所示。</p> <p>Fragile: Glass Normal: Plastic Hard: Metal</p> <p>堅固程度選擇容易損壞時，按壓力較弱，插入方向的力反應較慢；選擇堅硬時，按壓力較強，插入方向的力反應較快。</p>
SpeedS	<p>設定插入時，機器人的平移速度。實際速度是由力控制功能調整。</p> <p>選擇 advanced 時即可設定。</p> <p>按下  按鈕，即可利用滑桿來調整速度。</p> <p>最小值：0.1[mm/sec] 最大值：100[mm/sec] 預設值：3.0[mm/sec]</p>

項目	說明、設定指南
InsertForce	<p>設定往插入方向施加的插入力。實際的力會隨著工件與孔在插入期間產生的摩擦力等因素而大於設定的力。 選擇 advanced 時即可設定。</p> <p>按下  按鈕，即可利用滑桿來調整插入力。</p> <p>插入方向為正方向時 最小值：-50.0[N] 最大值：0.0[N] 預設值：-10.0[N]</p> <p>插入方向為負方向時 最小值：0.0[N] 最大值：50.0[N] 預設值：10.0[N]</p>
InsertFirmnessF	<p>設定插入方向的力控制功能硬度。</p> <p>設定較大值時： 力控制功能會增強，且對力變化的反應速度較慢。</p> <p>設定較小值時： 力控制功能將會減弱，對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。</p> <p>選擇 advanced 時即可設定。</p> <p>按下  按鈕，即可利用滑桿來調整硬度。</p> <p>最小值：0.1 最大值：10 預設值：3.0</p>
FollowFirmnessF	<p>針對插入方向以外的平移力設定跟隨的力控制功能硬度。</p> <p>設定較大值時： 力控制功能會增強，且對力變化的反應速度較慢。</p> <p>設定較小值時： 力控制功能將會減弱，對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。</p> <p>選擇 advanced 時即可設定。</p> <p>按下  按鈕，即可利用滑桿來調整硬度。</p> <p>最小值：0.1 最大值：10 預設值：1.0</p>
<Cancel>按鈕	<p>取消建立 Insert 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。</p>
<Back>按鈕	<p>返回上一步。</p>
<Next>按鈕	<p>繼續下一步驟。</p>
<Finish>按鈕	<p>無法按壓此按鈕。</p>

Step 7: Set insert follow firmness

以預設選項來設定旋轉跟隨方向的力控制功能硬度。也可直接設定屬性，但屬於進階設定。

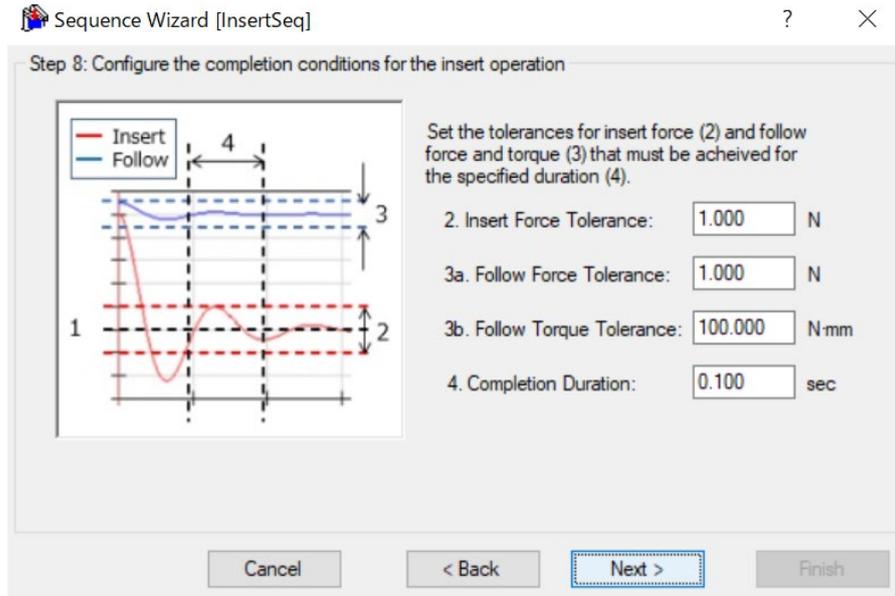


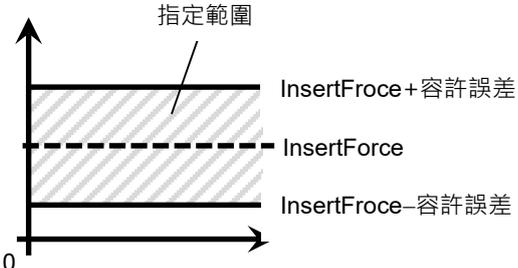
項目	說明、設定指南
Surface Length	<p>選擇從接觸位置(設定的工具中心位置)到工件端點為止的長度。從「Short」、「Medium」、「Long」這3個預設選項選擇。選擇的公差基準如下所示。</p> <p>Short: ~60[mm] Medium: ~100[mm] Long: ~200[mm]</p> <p>長度為下圖的藍線箭頭。該長度是以工件接觸的位置為中心，畫出與工件端點只接觸到一點的圓時，該圓的半徑所設定的長度。</p>  <p>長度選擇較短時，跟隨旋轉方向的反應較快。長度選擇較長時，跟隨旋轉方向的反應較慢。</p>

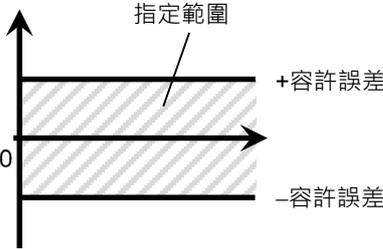
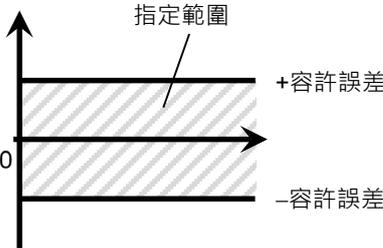
項目	說明、設定指南
FollowFirmnessT	<p>設定旋轉方向的力控制功能硬度。</p> <p>設定較大值時： 力控制功能會增強，且對力變化的反應速度較慢。</p> <p>設定較小值時： 力控制功能將會減弱，對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。</p> <p>選擇 advanced 時即可設定。</p> <p>按下  按鈕，即可利用滑桿來調整硬度。</p> <p>最小值：10.0 最大值：100000 預設值：1000</p>
<Cancel>按鈕	<p>取消建立 Insert 序列。</p> <p>按一下按鈕以結束序列精靈。</p>
<Back>按鈕	<p>返回上一步。</p>
<Next>按鈕	<p>繼續下一步驟。</p>
<Finish>按鈕	<p>無法按壓此按鈕。</p>

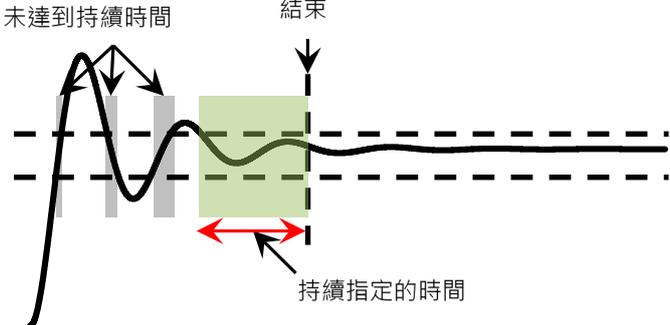
Step 8: Configure the completion conditions for the insert operation

設定插入作業的完成條件。



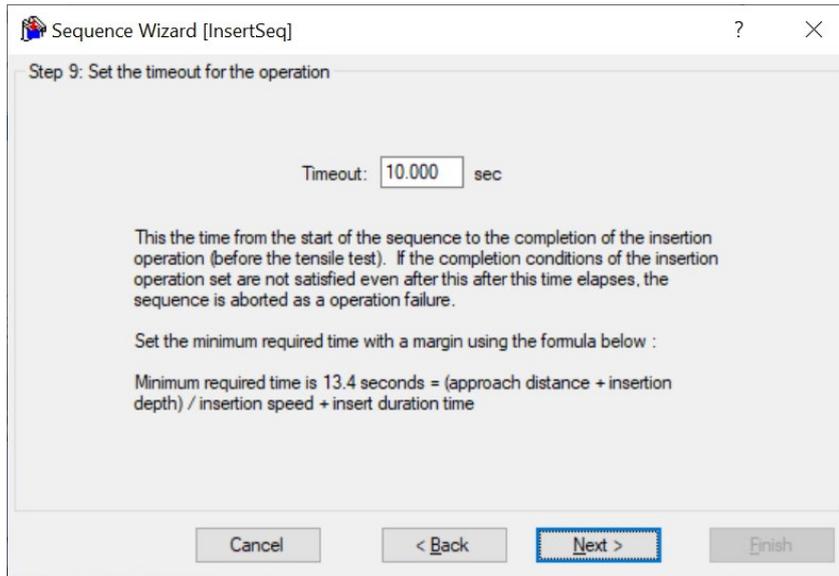
項目	說明、設定指南
Insert Force Tolerance	<p>與力相關結束條件的插入方向範圍。設定做為結束條件的範圍。</p> <p>監控 F_x、F_y、F_z 插入方向中指定方向的力(InsertForce)是否位於 $\text{InsertForce} \pm \text{容許誤差}$ 的範圍內。例如，以 $+F_z$ 設定插入方向時，要監控是否在範圍內的力為 F_z 方向。</p> <p>下圖為示意圖。</p>  <p>容許誤差越小，作業越難成功。建議先將容許誤差設定大一點，再依執行後的實際結果來調整容許誤差。</p> <p>最小值：0.1[N] 最大值：10[N] 預設值：1.0[N]</p>

項目	說明、設定指南
<p>Follow Force Tolerance</p>	<p>與力相關結束條件的插入方向以外的跟隨方向範圍。設定做為結束條件的範圍。</p> <p>監控 F_x、F_y、F_z 插入方向中指定方向以外的力±是否位於容許誤差範圍內。例如，以$+F_z$設定插入方向時，要監控是否在範圍內的力為 F_x、F_y 方向。</p> <p>下圖為示意圖。</p>  <p>容許誤差越小，作業越難成功。建議先將容許誤差設定大一點，再依執行後的實際結果來調整容許誤差。</p> <p>最小值：0.1[N] 最大值：10[N] 預設值：1.0[N]</p>
<p>Follow Torque Tolerance</p>	<p>設定扭力相關結束條件的範圍。</p> <p>監控 T_x、T_y、T_z 的扭力±是否位於容許誤差範圍內。但，只有在 Step 4 啟用相位對齊時，才會監控插入方向周圍的扭力。例如，插入方向設定$+F_z$、啟用相位對齊時，要監控是否在範圍內的扭力為 T_x、T_y、T_z 方向。若停用相位對齊時，則監控 T_x、T_y 方向。不監控 T_z 方向。</p> <p>下圖為示意圖。</p>  <p>容許誤差越小，作業越難成功。建議先將容許誤差設定大一點，再依執行後的實際結果來調整容許誤差。</p> <p>最小值：1[N·mm] 最大值：100000[N·mm] 預設值：100[N·mm]</p>

項目	說明、設定指南
Completion Duration	<p>設定判定為滿足結束條件的持續時間。</p> <p>如下圖，當指定的條件持續了在 Completion Duration 中指定的時間後，即判定為已滿足結束條件。</p> <p style="text-align: center;">所需的持續時間 </p> <p>未達到持續時間 結束</p>  <p>一般會設定接近「0」的短時間。 建議依實際結果來決定時間。 最小值：0.0[sec] 最大值：10[sec] 預設值：0.1[sec]</p>
<Cancel>按鈕	取消建立 Insert 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 9: Set the timeout for the operation

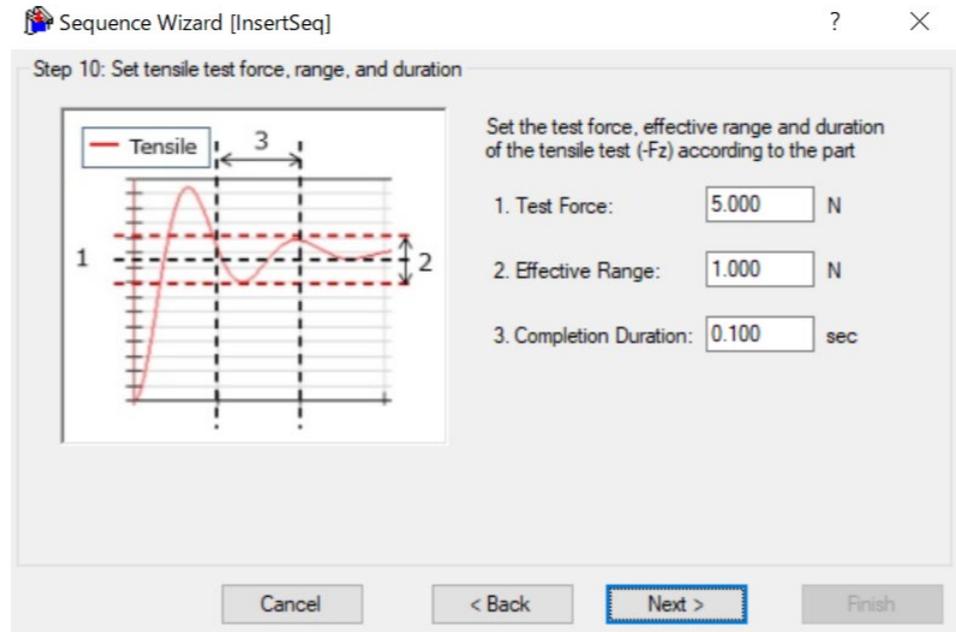
設定作業的逾時期間。建議設定比最少需要時間還要長的時間。



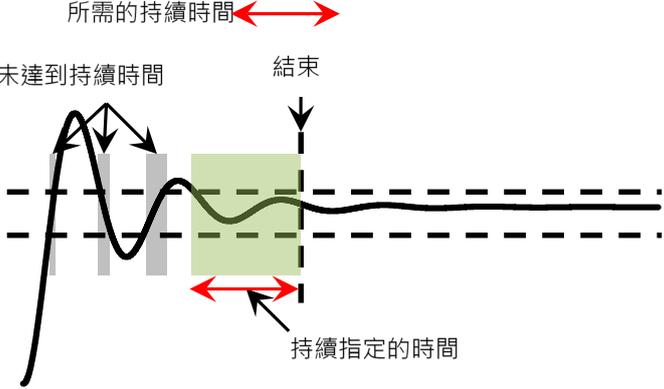
項目	說明、設定指南
Timeout	<p>設定逾時期間。設定的逾時期間即為插入作業的執行時間。</p> <p>若經過設定的逾時期間後，插入作業仍未滿足 Step 8 中設定的完成條件時，將視為作業失敗並中斷 Insert 序列。精靈上會顯示最少需要時間。表示若要完成插入作業，最少需要這段時間。因此，請設定比最少需要時間還要長的時間。最少需要時間是由 Step 5、Step 6、Step 8 中設定的接近距離、插入深度、插入速度、判定成功所需的持續時間來計算。</p> <p>最小值：0.1[sec] 最大值：60[sec] 預設值：10.0[sec]</p>
<Cancel>按鈕	<p>取消建立 Insert 序列。</p> <p>按一下按鈕以結束序列精靈。</p>
<Back>按鈕	<p>返回上一步。</p>
<Next>按鈕	<p>在 Step 4 停用拉拔測試時，可前進至變更清單畫面。從新增序列畫面開啟時，可前進至完成畫面。</p> <p>在 Step 4 啟用拉拔測試時，繼續下一步驟。</p>
<Finish>按鈕	<p>無法按壓此按鈕。</p>

Step 10: Set tensile test force, range, and duration

設定拉拔測試的完成條件。此設定畫面將於 Step 4 啟用拉拔測試時顯示。

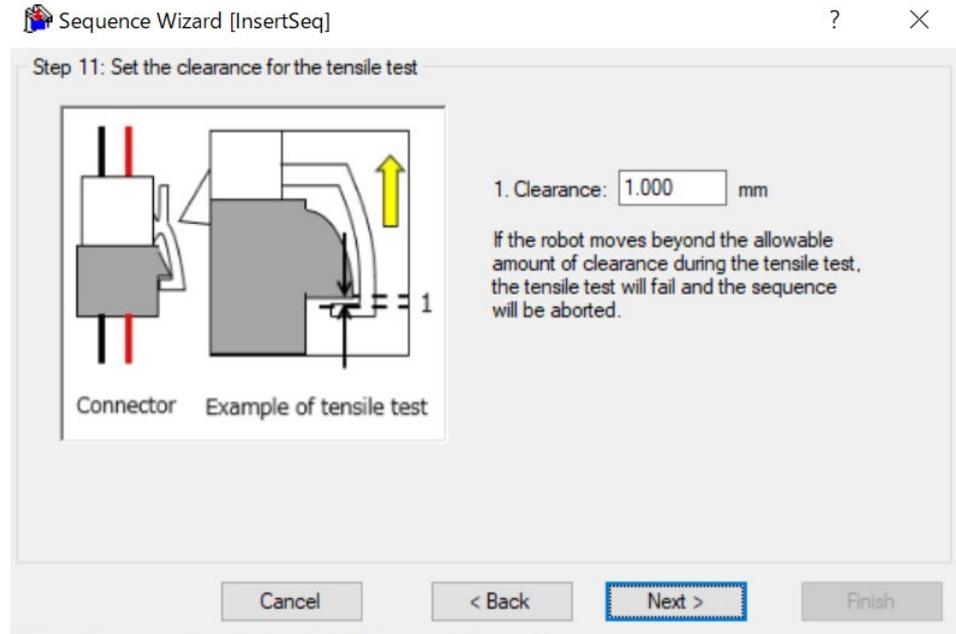


項目	說明、設定指南
Test Force	<p>設定在精靈上顯示的、往拉拔測試方向施加的測試力。請依據零件設定測試力。</p> <p>拉拔測試方向為正方向時 最小值：-50.0[N] 最大值：0.0[N] 預設值：-5.0[N]</p> <p>插入方向為負方向時 最小值：0.0[N] 最大值：50.0[N] 預設值：5.0[N]</p>
Effective Range	<p>與力相關結束條件的拉拔測試方向範圍。設定做為結束條件的範圍。</p> <p>監控在 F_x、F_y、F_z 拉拔測試方向中顯示方向的力，□是否位於容許誤差範圍內。例如，拉拔測試方向顯示為$-F_z$時，要監控是否在範圍內的力為$-F_z$方向。</p> <p>下圖為示意圖。</p> <p>容許誤差越小，作業越難成功。建議先將容許誤差設定大一點，再依執行後的實際結果來調整容許誤差。</p> <p>最小值：0.1[N] 最大值：10[N] 預設值：1.0[N]</p>

項目	說明、設定指南
<p>Completion Duration</p>	<p>設定判定為滿足結束條件的持續時間。</p> <p>如下圖，當指定的條件持續了在 Completion Duration 中指定的時間後，即判定為已滿足結束條件。</p>  <p>所需的持續時間</p> <p>未達到持續時間</p> <p>結束</p> <p>持續指定的時間</p> <p>一般會設定接近「0」的短時間。 建議依執行後的實際結果來決定時間。 最小值：0.0[sec] 最大值：10[sec] 預設值：0.1[sec]</p>
<Cancel>按鈕	<p>取消建立 Insert 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。</p>
<Back>按鈕	<p>返回上一步。</p>
<Next>按鈕	<p>繼續下一步驟。</p>
<Finish>按鈕	<p>無法按壓此按鈕。</p>

Step 11: Set the clearance for the tensile test

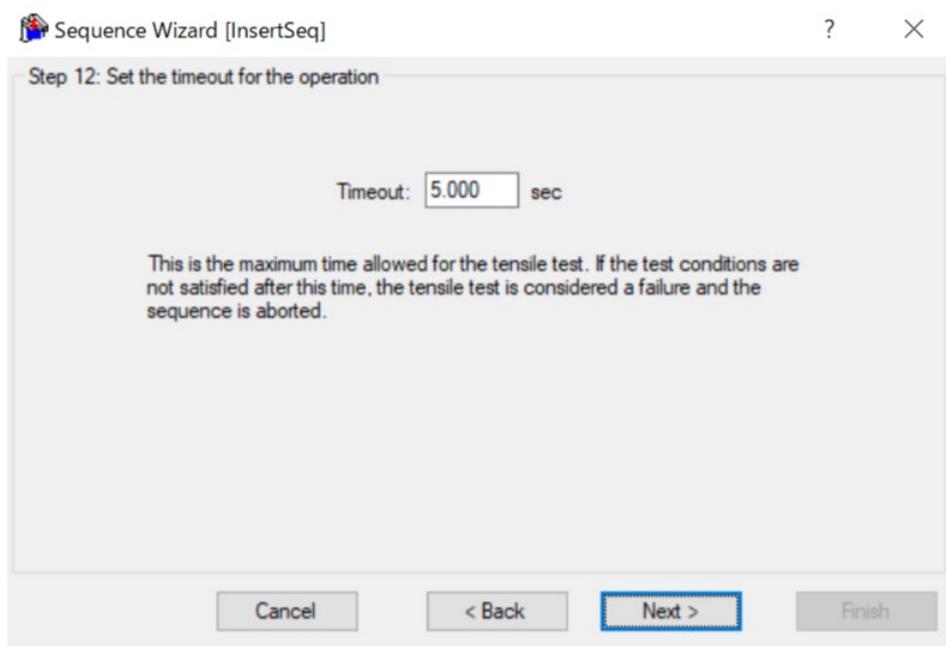
設定拉拔測試的間隙。此設定畫面將於 Step 4 啟用拉拔測試時顯示。



項目	說明、設定指南
Clearance	設定拉拔工件時在工件之間產生的間隙。 執行拉拔測試時，若移動距離超出在拉拔測試方向設定的間隙(在Step 10中顯示)，則TensileTest物件將視為失敗，並中斷序列。 最小值：0.1[mm] 最大值：10[mm] 預設值：1[mm]
<Cancel>按鈕	取消建立 Insert 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	繼續下一步驟。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 12: Set the timeout for the operation

設定拉拔測試的逾時期間。

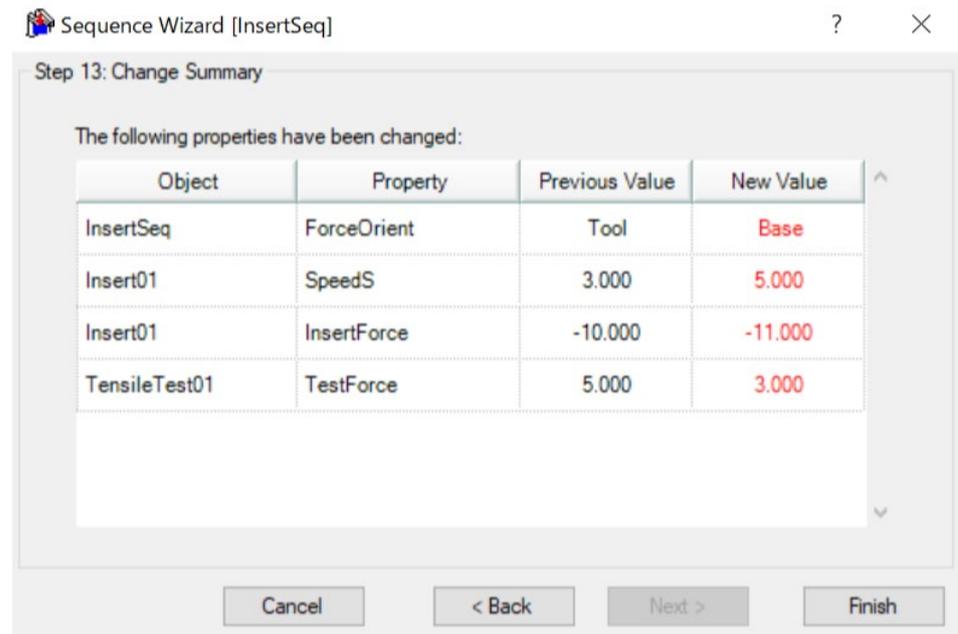


項目	說明、設定指南
Timeout	設定逾時期間。設定的逾時期間即為拉拔測試作業的執行時間。 若經過設定的逾時期間後，拉拔測試作業仍未滿足 Step 10 中設定的完成條件時，將視為作業失敗並中斷 Insert 序列。 最小值：0.1[sec] 最大值：60[sec] 預設值：5.0[sec]
<Cancel>按鈕	取消建立 Insert 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	返回上一步。
<Next>按鈕	可前進至變更清單。 從新增序列畫面開啟時，可前進至完成。
<Finish>按鈕	無法按壓此按鈕。

Step 13 Change Summary

可確認透過精靈變更後的屬性清單。

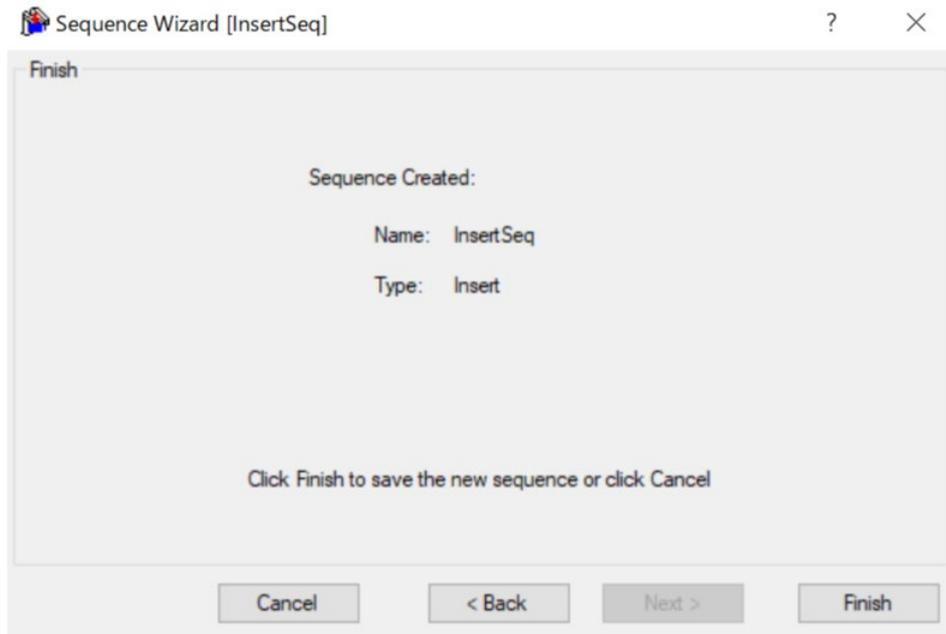
從序列精靈編輯時，將會顯示曾建立過的 **Insert** 序列。新增時則不會顯示。



項目	說明
Object Property	將會顯示是哪個序列或物件中的哪個屬性已透過精靈變更設定。
Previous Value New Value	將會顯示屬性透過精靈變更設定後的差異。
<Cancel>按鈕	取消建立 Insert 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	在 Step 4 停用拉拔測試時，返回 Step9 。 在 Step 4 啟用拉拔測試時，返回 Step12 。
<Next>按鈕	無法按壓此按鈕。
<Finish>按鈕	完成 Insert 序列的變更。 以輸入的內容完成 Insert 序列的變更。

Finish Insert Sequence Created

下圖為已設定序列的完成畫面。可確認已建立的序列名稱與種類。從新增序列畫面開啟時，將會顯示此畫面。



項目	說明
Name	將顯示已設定於基本資訊中的序列名稱。 關於序列名稱的設定，請參閱下列章節。 軟體篇 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表) -建立新的力覺引導序列-序列精靈 建立專用力覺引導序列-Step 1: General
Type	將顯示選擇專用序列時選擇的序列種類。 關於專用序列的選擇，請參閱下列章節。 軟體篇 3.5.4 [Force Guidance](工具功能表) -建立新的力覺引導序列-序列精靈 建立專用力覺引導序列-Step3: Select system sequence
<Cancel>按鈕	取消建立 Insert 序列。 按一下按鈕以結束序列精靈。
<Back>按鈕	在 Step 4 停用拉拔測試時，返回 Step9。 在 Step 4 啟用拉拔測試時，返回 Step12。
<Next>按鈕	無法按壓此按鈕。
<Finish>按鈕	完成建立新 Insert 序列。 以輸入的內容建立新的 Insert 序列。

4.6.2 Insert序列

以下說明 Insert 序列的屬性及其設定方法。

4.6.2.1 Insert序列屬性方針

以下說明一般設定步驟與各屬性的設定方法。

Step 1 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性。

屬性	說明
Name	力覺引導序列名稱。設定特定名稱。
Index	力覺引導序列的特定編號。將自動指派。無法設定此屬性。
Description	力覺引導序列的說明。描述作業內容等。設定任意字串。
Version	序列的相容版本。序列將以指定版本進行動作。
RobotNumber	執行力覺引導序列的機器人編號。設定執行的機器人編號。
RobotType	以 RobotNumber 指定的機器人類型。無法設定此屬性。
AutoStepID	設定是否自動設定力覺引導物件的 StepID。 StepID 為記錄於記錄資料中的 ID。協助您了解記錄資料對應哪個工程。 True : 正常 False : 欲手動指定 StepID 時
PointFile	設定預計在力覺引導序列中使用的點檔案。 若未在開始時讀入指定點檔案，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。 若未設定點檔案，將執行讀入的任何點檔案。
RobotTool	設定預計在力覺引導序列中使用的工具編號。 若未在開始時選擇設定的工具編號，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。

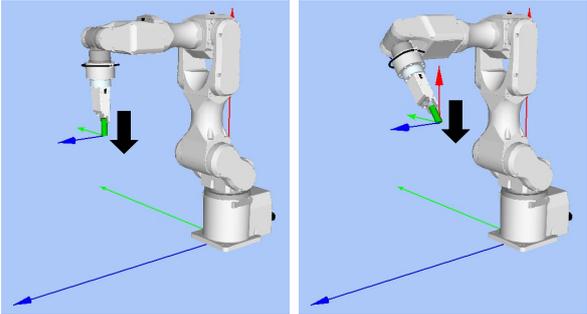
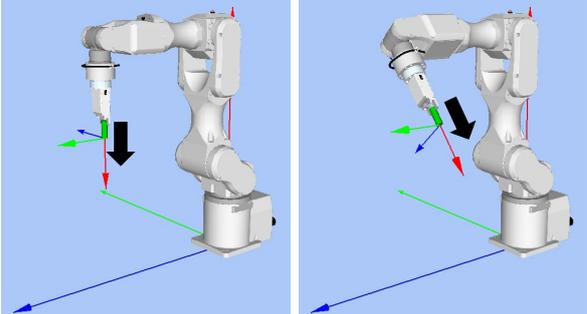
Step2 設定感應器值的調整

設定感應器值調整的相關屬性(ResetSensor、MPNumber)。

屬性	說明、設定指南
ResetSensor	設定在力覺引導序列執行期間首次執行除條件式分支及SPEL函數外的力覺引導物件時是否要重置力覺感應器。 True : 力覺引導序列開始時為未接觸狀態 (力覺引導序列一般會在未接觸狀態下開始。) False : 執行力覺引導序列後，在接觸狀態下執行其他力覺引導序列的特殊情形
MPNumber	設定力覺引導序列執行期間使用的質量屬性物件編號。 質量屬性物件為用於重力補償的屬性集合。 「0」 : 力覺引導序列執行期間，姿態(U、V、W)未大幅變動時。 已建立的質量屬性編號 : 力覺引導序列執行期間，姿態大幅變動時。 如需質量屬性的詳細資訊，請參閱下列章節。 軟體篇 2.3 重力補償

Step3 設定力控制功能座標系

設定力控制功能座標系的相關屬性(ForceOrient、RobotLocal、RotationCenterType、RotationCenterTLX、RotationCenterTLY、RotationCenterTLZ)。

屬性	說明、設定指南
ForceOrient	<p>設定執行力控制功能的座標系方向。</p> <p>Base、Local： 即使力覺引導序列開始時的姿態改變，仍欲始終往從外側檢視的固定方向(如垂直向下按壓)執行力控制功能時。固定方向與基礎座標系軸不同時，將會指定Local。</p> <p>下圖為設定Base的範例。 例如往-Z方向按壓時，即使機器人末端夾具姿態已改變，機器人始終會垂直向下按壓(基礎座標系的-Z方向)。(黑色箭頭為機器人移動方向。)</p>  <p>Tool: 欲配合開始時的姿態執行力控制功能時</p> <p>下圖為已設定Tool的範例。 例如往+Z方向按壓時，按壓方向會隨著開始時的機器人末端夾具姿態而改變。</p> 
RobotLocal	設定ForceOrient為Local時使用的本地座標系編號。
RotationCenterTLX RotationCenterTLY RotationCenterTLZ	設定從工具座標系至旋轉中心的各方向偏移量。

可使用模擬器功能確認力控制功能座標系的設定狀態。但若力覺引導序列內未配置任何一個力覺引導物件，請在設置力覺引導物件後進行確認。

關於使用模擬器功能進行顯示的方法，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 使用指南：8. 模擬器、8.3 功能說明

Step4 設定最大速度與最大加速度

設定最大速度及最大加速度相關屬性(LimitAccelS、LimitAccelR、LimitSpeedS、LimitSpeedR)。

屬性	說明、設定指南
LimitSpeedS LimitSpeedR	<p>設定力覺引導序列執行期間的最大速度。</p> <p>LimitSpeedS：最大平移速度 LimitSpeedR：最大旋轉角速度</p> <p>在力控制功能中，速度會視施力方式增減。此速度會被控制在不超過LimitSpeedS及LimitSpeedR的範圍內。</p>
LimitAccelS LimitAccelR	<p>設定力覺引導序列執行期間的最大加速度。</p> <p>LimitAccelS：最大平移加速度 LimitAccelR：最大旋轉角加速度</p> <p>在力控制功能中，加速度會視施力方式增減。此加速度會被控制在不超過LimitAccelS及LimitAccelR的範圍內。 若數值小，機器人受力時的反應速度較慢，並且彈跳幅度可能較大。</p> <p>若機器人彈跳，請設定較大值；若機器人振動，請設定較小值。</p>

Step5 設定記錄相關條件

設定記錄相關屬性(LogRobotLocal、LogFileEnabled、LogFileAutoName、LogFileNameVar、LogFileMaxTime、LogFileInterval)。

屬性	說明、設定指南
LogRobotLocal	<p>設定作為記錄機器人位置基準的本地座標系編號。</p> <p>與位置相關的記錄資料會記錄為指定的本地座標系位置。</p> <p>Base：正常 本地座標系編號 ：欲記錄為指定的本地座標系中位置時</p>
LogFileEnabled	<p>設定是否要將力覺引導序列執行期間的記錄資料儲存至檔案。</p> <p>False：不會儲存於檔案。 執行時，可在力覺引導視窗的圖表上查看記錄資料。</p>
LogFileAutoName	<p>設定是否自動設定記錄資料檔案名稱。</p> <p>True：自動設定時 以力覺引導序列名稱及開始時間為記錄檔案命名。 「力覺引導序列名稱_年月日_點分秒毫秒」</p> <p>False：指定任意名稱時</p>
LogFileNameVar	<p>設定LogFileAutoName為False時用於表示記錄資料檔案名稱的全域變數。</p>
LogFileInterval	<p>設定建立檔案時的記錄資料取樣間隔。</p>
LogFileMaxTime	<p>設定建立檔案時的記錄資料最大時間。</p>

4.6.2.2 Insert序列屬性的詳細資訊

Name 屬性

設定指派至力覺引導序列的特定名稱。
 無法建立同名的力覺引導序列。
 可變更名稱。最多可設定 32 個字元。請使用半形英數字元及「_」(底線)。
 此外，起始字元不得為數字字元。

Index 屬性

顯示力覺引導序列編號。
 本屬性會自動設定並更新。無法變更此屬性。

	數值
最小值	1
最大值	16

預設：無

Description 屬性

設定在力覺引導序列中新增的說明。
 任意字串最多可設定 255 個字元。

Version 屬性

專用序列的 Version 為 7.5.1。無法變更此屬性。

RobotNumber 屬性

指定使用力覺引導序列的機器人編號。
 若以未指定的機器人執行力覺引導序列，將會發生錯誤。

數值	說明
1~16	使用力覺引導序列的機器人編號。

預設：透過序列精靈指定的機器人編號

RobotType 屬性

使用力覺引導序列的機器人種類。
 本屬性將依照 RobotNumber 中指定的機器人編號自動設定。無法變更此屬性。

AutoStepID 屬性

指定在力覺引導物件執行期間 StepID 的自動指派。
 自動指派時，將設定為力覺引導序列編號*100+力覺引導物件編號。
 StepID 會記錄於力覺引導序列執行期間記錄力及位置的檔案中，並用於判斷對應於力覺引導物件的區段。

數值	說明
True	自動設定StepID。
False	設定各力覺引導物件的StepID屬性值。

預設：True

ResetSensor 屬性

指定在力覺引導序列中首次開始除條件式分支及 SPEL 函數外的力覺引導物件時是否要重置力覺感應器。

數值	說明
True	開始除條件式分支及SPEL函數外的力覺引導物件時，重置力覺感應器。
False	不重置力覺感應器。

預設：True

MPNumber 屬性

指定力覺引導序列執行期間使用的質量屬性物件編號。

質量屬性物件為用於重力補償的屬性集合。需預先定義質量屬性物件。若角度在力覺引導序列執行期間會大幅改變，請指定合適的質量屬性物件。

數值	說明
0	關閉重力補償。
1~15	使用指定的質量屬性。

預設：True

PointFile 屬性

指定力覺引導序列執行期間使用的點檔案名稱。

若在力覺引導序列開始時讀入非本屬性指定的點檔案，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。

數值	說明
None	未指定 (不需確認，讀入任何點檔案皆可執行。)
點檔案名稱	若未讀入指定的點檔案，將會發生錯誤。

預設：None

RobotTool 屬性

指定在力覺引導序列執行期間使用的工具座標系編號。

若在力覺引導序列開始時選擇非本屬性指定的工具座標系編號，將會發生錯誤。此屬性用於防止錯誤操作。

數值	說明
0~16	若未選擇指定的工具座標系編號，將會發生錯誤。

預設：None

ForceOrient 屬性

此屬性可指定力覺引導序列執行期間，使用力控制功能的座標系方向。
 可從 **Base**、**Local** 及 **Tool** 選擇。請配合插入方向指定座標系。
 若指定 **Base** 或 **Local**，即使機器人姿態改變，插入作業的方向也不會改變。
 若指定 **Tool**，由於工具座標系方向會在機器人姿態改變時變更，插入作業的方向也會因此改變。

數值	說明
Base	力控制功能應用的座標系方向為基礎座標系。
Local	力控制功能應用的座標系方向為本地座標系。
Tool	力控制功能應用的座標系方向為工具座標系。

預設：Tool

RobotLocal 屬性

此屬性可指定力覺引導序列執行期間，應用力控制功能的座標系本地座標系編號。
ForceOrient 屬性為 **Local** 時使用。

數值	說明
0 (Base)	使用本地0座標系(基礎座標系)。 此與在 ForceOrient 中指定 Base 時相同。
1~15	使用設定編號的本地座標系。

預設：0(Base)

RotationCenterTLX 屬性

設定從 **Tool** 座標系至力控制功能旋轉中心的 **X** 方向距離。
 此為 **RobotTool** 中選擇的工具座標系 **X** 方向。

	數值 (單位：[mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設：0

RotationCenterTLY 屬性

設定從 **Tool** 座標系至力控制功能旋轉中心的 **Y** 方向距離。
 此為 **RobotTool** 中選擇的工具座標系 **Y** 方向。

	數值 (單位：[mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設：0

RotationCenterTLZ 屬性

設定從 Tool 座標系至力控制功能旋轉中心的 Z 方向距離。
此為 RobotTool 中選擇的工具座標系 Z 方向。

	數值 (單位：[mm])
最小值	-2000
最大值	2000

預設：0

LimitSpeedS 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大速度。
因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的速度限制。

	數值 (單位：[mm[sec]])
最小值	0.1
最大值	250

預設：50

LimitSpeedR 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大角速度。
因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的角速度限制。

	數值(單位：[deg/sec])
最小值	0.1
最大值	180

預設：25

LimitAccelS 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大加速度。
因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的加速度限制。

	數值 (單位：[mm[sec ²]])
最小值	0.1
最大值	5000

預設：200

LimitAccelR 屬性

指定力覺引導序列執行期間的最大角加速度。
因機器人動作是由力控制功能調整，其將會視執行力覺引導序列時施加的力與扭力改變，但仍受到本屬性指定的角加速度限制。

	數值 (單位：deg/sec ²)
最小值	0.1
最大值	5000

預設：100

LogRobotLocal 屬性

針對力覺引導序列執行期間記錄的機器人位置姿態，指定作為基準的本地座標系編號。

機器人位置姿態將以從本屬性指定之本地座標系檢視的工具座標系中的位置姿態進行記錄。

數值	說明
0 (Base)	使用本地0座標系(基礎座標系)。
1~15	使用設定編號的本地座標系。

預設：0(Base)

LogFileEnabled 屬性

指定是否要將力覺引導序列執行期間的力、扭力及機器人位置姿態儲存至檔案中。

指定 True 時，數值將顯示於監控畫面的圖表上，並同時儲存至檔案中。

指定 False 時，數值將顯示於監控畫面的圖表上。但數值不會儲存至檔案中。

數值	說明
True	將記錄資料儲存至檔案。
False	記錄資料不會儲存至檔案。

預設：True

LogFileAutoName 屬性

針對力覺引導序列執行期間記錄力、扭力及機器人位置姿態的檔案，指定是否要自動設定名稱。

指定 True 時，會以「力覺引導序列名稱+開始時間」自動設定檔案名稱。

力覺引導序列名稱_yyyymmdd_hhmmssfff.csv

指定 False 時，請在 LogFileNameVar 所指定的變數字串中加入「.csv」，使其成為檔案名稱。

數值	說明
True	自動設定記錄資料檔案名稱。
False	將記錄資料檔案名稱設定為在LogFileNameVar所指定的名稱。

預設：True

LogFileNameVar 屬性

指定儲存檔案名稱(力覺引導序列執行期間記錄力、扭力及機器人位置姿態)的全域字串變數。

LogFileAutoName 中指定 False 時使用。將「.csv」加入所指定的變數字串中，將其設為檔案名稱。

數值	說明
None	未指定(自動設定)
變數名稱	指定的全域字串變數值將為檔案名稱。僅可指定字串變數。

預設：None

LogFileInterval 屬性

針對記錄力覺引導序列執行期間的力、扭力及機器人位置姿態的檔案，指定取樣週期。

	數值 (單位 : [sec])
最小值	0.002
最大值	1

預設：0.2

LogFileMaxTime 屬性

針對記錄力覺引導序列執行期間的力、扭力及機器人位置姿態的檔案，指定最大記錄時間。

若該記錄時間較力覺引導序列的執行時間短，超過的時間將不會記錄於檔案。敬請注意。

	數值 (單位 : [sec])
最小值	60
最大值	600

預設：60

4.6.2.3 Insert序列結果的詳細資訊

EndStatus 結果

此為執行結果。

在力覺引導序列執行至最後，且最後力覺引導物件執行成功，或最後力覺引導物件的 AbortSeqOnFail 屬性為 False 時，結果將為成功。

數值	說明
Passed	力覺引導序列執行成功。
Failed	力覺引導序列執行失敗。
NoExec	力覺引導序列未執行。
Aborted	力覺引導序列在執行期間中停止。

FailedStatus 結果

力覺引導序列失敗的理由。

AbortSeqOnFail 為 True 的物件執行失敗的理由。

數值	說明
OK	力覺引導序列執行成功。
GeneralObjectFailed	通用物件執行失敗。
ForceConditionFailed	力超出成功條件範圍，執行失敗。
PosConditionFailed	位置超出成功條件範圍，執行失敗。
Overrun	超過位置，執行失敗。
Jammed	力在成功條件範圍內，但位置未達到目標地點。

Time 結果

執行所需時間。

單位：[sec]

LastExecObject 結果

最後執行的力覺引導物件名稱。

EndForces 結果

力覺引導序列結束時的力和扭力。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

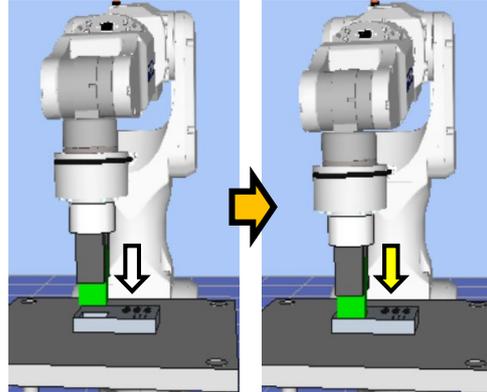
PeakForces 結果

力覺引導序列執行期間的力和扭力峰值。峰值為最大絕對值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

4.6.3 Insert物件

Insert物件是指以指定的力往指定方向按壓，同時讓機器人一邊往其他方向跟隨一邊動作的力覺引導物件。



上圖為 Insert物件的動作示意圖。從未接觸狀態執行後，往白色箭頭標示的方向按壓。到達接觸狀態後，如黃色箭頭所示，維持在施加特定力的狀態。

Insert物件在指定時間內滿足結束條件時，將會成功或失敗。Insert物件可使用力與位置相關結束條件。

各結束條件均必定被使用。

滿足各結束條件的所有成功條件時：結束 Insert物件執行並判定為成功，繼續進行下一個力覺引導物件。

滿足各結束條件的至少一個失敗條件時：結束 Insert物件執行並判定為失敗，中斷執行力覺引導序列。

結束條件	成功條件
力相關結束條件	<p>在Timeout的指定時間內，在HoldTimeThresh指定的時間內持續滿足以下所有條件。</p> <p>在Fx、Fy、Fz之中，InsertOrient指定軸的力在InsertForce±InsertCheckTolF的範圍內。</p> <p>ForceCheckMode為PressFollow時： 在Fx、Fy、Fz之中，在FollowOrient指定軸的力在±FollowCheckTolF的範圍內</p> <p>ForceCheckMode為PressFollow時： 在Tx、Ty、Tz之中，在FollowOrient指定軸的扭力在±FollowCheckTolT的範圍內</p>
位置相關結束條件	<p>在Timeout的指定時間內，滿足以下條件 從InsertOrient中指定軸方向的力覺引導物件起始點所移動的距離，在ApproachDist+ DistCheckTol的範圍內</p>

結束條件	失敗條件
位置相關結束條件	<p>在Timeout的指定時間內，滿足以下條件 從InsertOrient中指定軸方向的力覺引導物件起始點所移動的距離超過ApproachDist+ DistCheckTol</p>

4.6.3.1 Insert物件屬性方針

Step 1. 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name、Description、StepID、AbortSeqOnFail)。

屬性	說明、設定指南
Name	設定力覺引導物件名稱。 設定特定名稱。
Description	設定力覺引導物件的說明。 描述動作說明等。設定任意字串。
StepID	力覺引導物件執行期間的StepID。 設定任意ID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您了解記錄資料對應哪個工程。 力覺引導序列的AutoStepID為False時適用。
AbortSeqOnFail	設定是否在力覺引導物件失敗時結束或繼續執行力覺引導序列。 True：正常 結束力覺引導序列。 False：包含力覺引導序列中失敗時的復原動作時，或失敗後仍可繼續執行力覺引導序列時

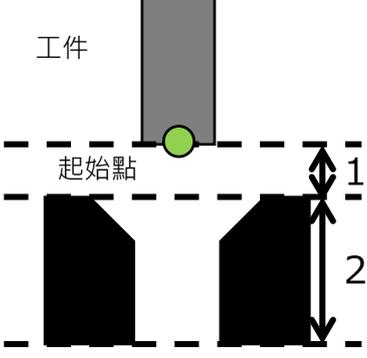
Step 2. 設定移動動作

設定移動相關屬性(AccelS、SpeedS)。

屬性	說明、設定指南
AccelS	設定移動期間的加速度。 AccelS：平移加速度 實際加速度是由力控制功能調整。
SpeedS	設定移動期間的平移速度。 SpeedS：平移速度 實際速度是由力控制功能調整。

Step 3. 設定目標地點

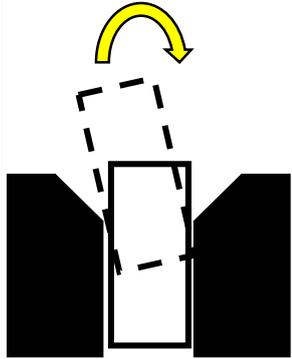
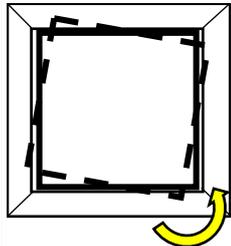
設定移動軌道的目標地點相關屬性(ApproachDist、InsertDepth、DecelStartRaio)。

屬性	說明、設定指南
ApproachDist	<p>設定從力覺引導物件起始點，到插入的孔上面為止的接近距離。</p> <p>如下圖，接近距離為綠點所示開始力覺引導物件時的抓取工件端點，到孔上面為止的1號距離。</p>  <p>教導機器人動作起始點時，請盡量縮短接近距離。因為力控制功能的速度比位置控制慢，接近距離越長，循環時間會越久。</p>
InsertDepth	<p>設定插入的孔深度。</p> <p>如ApproachDist的圖所示，InsertDepth為2號長度。</p>
DecelStartRatio	<p>設定要讓力覺引導物件的動作速度開始減速的距離百分比。力覺引導物件從動作起始點到以下的移動距離為止會同時執行位置控制與力控制功能，超過該距離後便開始減速，之後僅以力控制功能執行動作。</p> $\text{ApproachDist} + \text{InsertDepth} * \text{DecelStartRatio} / 100$ <p>若將DecelStartRatio設定較小，從力覺引導物件起始點到開始減速位置為止的距離會較短，因此力覺引導物件動作結束時工件與孔底面接觸速度較慢，力過衝較小。但，循環時間會較久。</p> <p>若將DecelStartRatio設定較大，從力覺引導物件起始點到開始減速位置為止的距離會較長，因此力覺引導物件動作結束時工件與孔底面接觸速度較快，力過衝較大。但，循環時間會較短。</p>

Step 4. 設定力控制功能

設定力控制功能相關屬性(InsertOrient、InsertForce、InsertFirmnessF、FollowOrient、FollowFirmnessF、RotationFollowMode、FollowFirmnessT)。

屬性	說明、設定指南
InsertOrient	設定插入方向。 機器人會往指定方向移動。
InsertForce	設定往插入方向施加的插入力。 InsertOrient為正方向時：輸入負值。 InsertOrient為負方向時：輸入正值。 請設定您的工件可容許的數值。 若數值過小，機器人可能不會移動。
InsertFirmnessF	設定插入方向的力控制功能硬度。 設定較大值時： 力控制功能會增強，且對力變化的反應速度較慢。 設定較小值時： 力控制功能將會減弱，對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。
FollowOrient	除InsertOrient的方向以外，執行跟隨同時移動、旋轉的方向。 將會依照InsertOrient與RotationFollowMode自動變化。不過，因隨時跟隨InsertOrient中未指定的2個平移方向的力方向，故RotationFollowMode的設定並不會讓力的顯示發生變化。僅可讀取。無法變更此屬性。 舉例而言，若InsertOrient中指定+Fz或-Fz，並且RotationFollowMode中指定Tilt，則InsertOrient中未指定的Fx與Fy，以及為Fx與Fy方向旋轉的Tx與Ty將為FollowOrient。
FollowFirmnesF	設定插入方向以外的平移方向力控制功能硬度。 數值較大時：力控制功能會增強，且對力變化的反應速度較慢。 數值較小時：力控制功能將會減弱，對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

屬性	說明、設定指南
RotationFollowMode	<p>設定啟用旋轉方向跟隨動作的方向。</p> <p>Disabled: 不執行旋轉方向的跟隨動作。</p> <p>Tilt: 跟隨使姿態配合周圍的方向。 跟隨下圖黃色箭頭的方向。</p>  <p>Rotate: 跟隨使相位配合周圍的方向。 跟隨下圖黃色箭頭的方向。</p>  <p>TiltRotate: 跟隨使姿態與相位配合周圍的方向。 跟隨Tilt與Rotate的方向。</p>
FollowFirmnessT	<p>設定旋轉方向的力控制功能硬度。</p> <p>設定較大值時： 力控制功能會增強，且對力變化的反應速度較慢。</p> <p>設定較小值時： 力控制功能將會減弱，對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。</p>

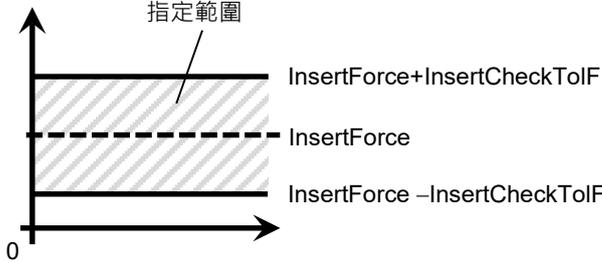
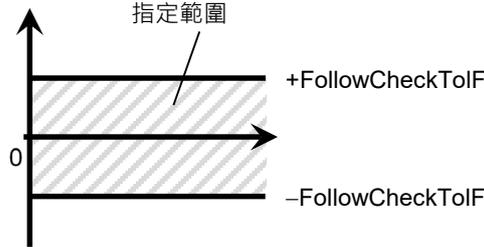
Step 5. 設定結束條件的基本資訊

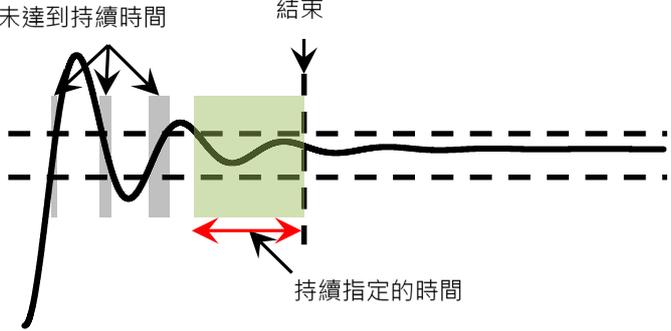
設定逾時相關屬性(Timeout)。

屬性	說明、設定指南
Timeout	<p>設定逾時期間。</p> <p>未設定結束條件時： 為執行時間。</p> <p>設定結束條件時： 未在指定時間內滿足結束條件時，將會失敗。</p>

Step 6. 設定力相關結束條件

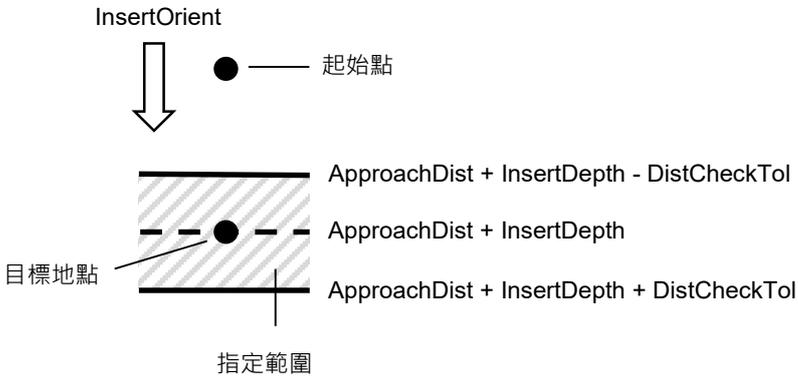
設定力結束條件相關屬性(ForceCheckEnabled、ForceCheckMode、ForceCheckPolarity、PressCheckToIF、PressCheckToIT、FollowCheckToIF、FollowCheckToIT、HoldTimeThresh)。

屬性	說明、設定指南
ForceCheckMode	<p>作為判定對象的方向。</p> <p>Press : 僅按壓方向為判定對象。 ControlMode中指定的方向(Press+、Press-)為判定對象。</p> <p>PressFollow : 按壓方向及跟隨方向為判定對象。 ControlMode中指定的方向(Press+、Press-、Follow)為判定對象。</p>
InsertCheckToIF	<p>與力相關結束條件的按壓方向範圍。設定做為結束條件的範圍。</p> <p>InsertCheckToIF將適用於Fx、Fy、Fz。 監控Fx、Fy、Fz的InsertOrient中指定方向的力是否位於InsertForce±InsertCheckToIF的範圍內。</p> <p>下圖為InsertCheckToIF的示意圖。</p> 
FollowCheckToIF FollowCheckToIT	<p>設定力相關結束條件的跟隨方向範圍。</p> <p>FollowCheckToIF將適用於Fx、Fy、Fz，FollowCheckToIT則適用於Tx、Ty、Tz。</p> <p>監控Fx、Fy、Fz的FollowOrient中指定方向的力是否位於±FollowCheckToIF的範圍內。</p> <p>監控Tx、Ty、Tz的FollowOrient中指定方向的扭力是否位於±FollowCheckToIT的範圍內。</p> <p>下圖為FollowCheckToIF的示意圖。</p> 

屬性	說明、設定指南
HoldTimeThresh	<p>設定判定為滿足結束條件的持續時間。</p> <p>如下圖，當指定的條件持續了在HoldTimeThresh中指定的時間後，即判定為已滿足結束條件。</p> <p>HoldTimeThresh: </p> <p>未達到持續時間 結束</p>  <p>一般會設定接近「0」的短時間。 建議依實際結果來決定時間。</p>

Step 7. 設定位置相關結束條件

設定位置結束條件相關屬性(DistCheckTol)。

屬性	說明、設定指南
DistCheckTol	<p>設定位置相關結束條件的跟隨方向範圍。</p> <p>監控從InsertOrient中指定方向的動作起始點所移動的距離在 $ApproachDist + InsertDepth \pm DistCheckTol$ 的範圍內。</p> <p>下圖為DistCheckTol的示意圖。</p> 

4.6.3.2 Insert物件屬性的詳細資訊

Name 屬性

設定指派至力覺引導物件的特定名稱。

建立 Insert 序列後，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 Insert 後加上數字，例如 Insert01。

可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用半形英數字元及「_」(底線)。起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

設定力覺引導物件的說明。

任意字串最多可設定 255 個字元。

StepID 屬性

指定力覺引導物件執行期間的StepID。

僅限AutoStepID為False時使用。

	數值
最小值	0
最大值	32767

預設：將依力覺引導序列與力覺引導物件的編號自動設定。

AbortSeqOnFail 屬性

指定力覺引導物件執行失敗時進行的處理。

若指定True，則力覺引導物件失敗時程式會結束力覺引導序列，並繼續進行下一個SPEL陳述式。

若指定False，程式會繼續進行下一個力覺引導物件，即使力覺引導物件失敗也不會結束力覺引導序列。

欲繼續執行力覺引導序列時使用，例如力覺引導序列中加入失敗時的復原處理等情形。

數值	說明
True	力覺引導物件執行失敗時，結束序列。
False	力覺引導物件執行失敗時，開始下一個力覺引導序列。

預設：True

SpeedS 屬性

指定力覺引導物件執行期間的速度。

但此設定值為已設定軌道的相關速度，實際速度是由力控制功能調整。

	數值 (單位：[mm[sec)])
最小值	0.1
最大值	100

預設：3

AccelS 屬性

指定力覺引導物件執行期間的加速度。

但此設定值為已設定軌道的相關加速度，實際加速度是由力控制功能調整。

	數值 (單位：[mm[sec ²])
最小值	1
最大值	1000

預設：30

ApproachDist 屬性

指定從力覺引導物件起始點到插入作業起始點為止的移動距離。

	數值 (單位：[mm])
最小值	0
最大值	50

預設：10

InsertDepth 屬性

指定插入工件的長度。

在力覺引導序列ForceOrient屬性中指定的座標系上，往力覺引導物件InsertOrient屬性中指定的方向移動。

	數值 (單位：[mm])
最小值	0
最大值	300

預設：30

DecelStartRatio 屬性

指定動作速度開始減速的位置。

從力覺引導物件起始點，到以下的移動距離為止會同時執行位置控制與力控制功能，超過該距離後便開始減速，僅以力控制功能執行動作。

$\text{ApproachDist} + \text{InsertDepth} * \text{DecelStartRatio} / 100$

	數值 (單位：[%])
最小值	0
最大值	100

預設：80

InsertOrient 屬性

指定在力覺引導序列ForceOrient中指定座標系上的插入作業動作方向。

數值	說明
+Fx	將動作方向指定為指定座標系的+F _x 方向。
-Fx	將動作方向指定為指定座標系的-F _x 方向。
+Fy	將動作方向指定為指定座標系的+F _y 方向。
-Fy	將動作方向指定為指定座標系的-F _y 方向。
+Fz	將動作方向指定為指定座標系的+F _z 方向。
-Fz	將動作方向指定為指定座標系的-F _z 方向。

預設：+Fz

InsertForce 屬性

指定在力覺引導物件動作中，往力覺引導物件的InsertOrient中指定動作方向的按壓力。

當InsertOrient為+F_x、+F_y、+F_z時

	數值 (單位：[N])
最小值	-50
最大值	0

預設：-10

當InsertOrient為-F_x、-F_y、-F_z時

	數值 (單位：[N])
最小值	0
最大值	50

預設：-10

InsertFirmnessF 屬性

此屬性可設定力覺引導物件動作中，在力覺引導物件InsertOrient指定動作方向的力控制功能硬度。

InsertFirmnessF數值提高時，動作方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

InsertFirmnessF數值降低時，動作方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	10

預設：3

FollowOrient 屬性

指在插入作業中設定的平移與旋轉的跟隨方向。

本屬性將透過力覺引導物件的**InsertOrient**中指定的動作方向，以及**RotationFollowMode**中指定的跟隨動作方向自動設定。

無法變更此屬性。

數值	說明
FyFz	跟隨FyFz方向。
FxFz	跟隨FxFz方向。
FxFy	跟隨FxFy方向。
FyFzTyTz	跟隨FyFzTyTz方向。
FxFzTxTz	跟隨FxFzTxTz方向。
FxFyTxTy	跟隨FxFyTxTy方向。
FyFzTx	跟隨FyFzTx方向。
FxFzTy	跟隨FxFzTy方向。
FxFyTz	跟隨FxFyTz方向。
FyFzTxTyTz	跟隨FyFzTxTyTz方向。
FxFzTxTyTz	跟隨FxFzTxTyTz方向。
FxFyTxTyTz	跟隨FxFyTxTyTz方向。

預設：FxFyTxTyTz

FollowFirmnessF 屬性

此屬性可設定力覺引導物件動作中，跟隨方向的力控制功能硬度。

FollowFirmnessF數值提高時，跟隨方向的力控制功能將會增強。對力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。

FollowFirmnessF數值降低時，跟隨方向的力控制功能將會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	0.1
最大值	10

預設：1

RotationFollowMode 屬性

指定在力覺引導物件動作中，要啟用旋轉方向跟隨動作的方向。

數值	說明
Disabled	不執行旋轉方向的跟隨動作。
Tilt	往傾斜方向執行跟隨動作。
Rotate	往指定為插入方向的軸周圍執行跟隨動作。
TiltRotate	往所有位置的旋轉方向執行跟隨動作。

預設:TiltRotate

FollowFirmnessT 屬性

此屬性可設定力覺引導物件動作中，跟隨方向扭力的力控制功能硬度。
 FollowFirmnessT數值提高時，跟隨方向扭力的力控制功能將會增強。對扭力變化的反應速度較慢，但不容易發生振動。
 FollowFirmnessT數值降低時，跟隨方向扭力的力控制功能將會減弱。對扭力變化的反應速度較快，但容易發生振動。

	數值
最小值	10
最大值	100000

預設：1000

ForceCheckMode 屬性

此屬性會針對力相關的結束條件，設定將成為條件的方向。

數值	說明
Insert	由InsertOrient指定的方向為力條件。
InsertFollow	由InsertOrient指定的方向及FollowOrient方向為力條件。

預設：Insert

InsertCheckToIF 的屬性

指定在力覺引導物件的InsertOrient中指定的動作方向上，設為結束條件的力容許範圍。

將InsertForce ± InsertCheckToIF的範圍設為結束條件。

	數值
最小值	0.1
最大值	10

預設：1

FollowCheckToIF 屬性

指定在跟隨的平移方向上，設為結束條件的力容許範圍。

將±FollowCheckToIF的範圍設為結束條件。

	數值
最小值	0.1
最大值	10

預設：1

FollowCheckToIT 屬性

指定在跟隨的旋轉方向上，設為結束條件的扭力容許範圍。

將±FollowCheckToIT的範圍設為結束條件。

	數值
最小值	1
最大值	10000

預設：100

HoldTimeThresh 屬性

指定力相關結束條件判定前的持續時間。

當指定的條件持續了在HoldTimeThresh中指定的時間後，即判定為已滿足結束條件。

	數值 (單位：[sec])
最小值	0
最大值	10

預設：0.1

DistCheckTol 屬性

作業結束時，指定從動作起始點移動的距離成功條件範圍。

將ApproachDist + InsertDepth ± DistCheckTol的範圍設為成功條件。

	數值
最小值	0.01
最大值	10

預設：1

Timeout 屬性

指定力覺引導物件的逾時期間。

即使超出Timeout中指定的時間，若未滿足InsertForce、InsertCheckTolF、FollowCheckTolF、FollowCheckTolT中指定的條件，則Insert物件將判定為失敗。判定後，請依AbortSeqOnFail結束力覺引導序列，或繼續進行下一個力覺引導物件。

	數值 (單位：[sec])
最小值	0.1
最大值	60

預設：10

4.6.3.3 Insert物件結果的詳細資訊

EndStatus 結果

此為執行結果。

若滿足「4.6.3 Insert 物件」開頭記載的「成功條件」，將會成功。

數值	說明
Passed	力覺引導物件執行成功。
Failed	力覺引導物件執行失敗。
NoExec	力覺引導物件未執行。
Aborted	力覺引導物件在執行期間停止。

Time 結果

執行所需時間。

單位：[sec]

TimedOut 結果

是否已達 Timeout 屬性中指定的逾時期間。

數值	說明
True	已達逾時期間。
False	到達逾時期間前已結束。

EndForces 結果

力覺引導物件結束時的力和扭力。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

EndPos 結果

力覺引導物件結束時的位置姿態。將取得 X、Y、Z、U、V、W 各自的值。

單位：X、Y、Z [mm] / U、V、W [deg]

AvgForces 結果

力覺引導物件執行期間的力和扭力平均值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導物件執行期間的力和扭力峰值。峰值為最大絕對值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

ForceCondOK 結果

是否已滿足力相關結束條件。

數值	說明
True	已滿足力相關結束條件。
False	未滿足力相關結束條件。

TriggeredForces 結果

已滿足力相關結束條件時的力和扭力。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

TriggeredPos 結果

已滿足力相關結束條件時的位置姿態。將取得 X、Y、Z、U、V、W 各自的值。

單位：X、Y、Z [mm] / U、V、W [deg]

PosCondOK 結果

是否已滿足位置相關結束條件。

數值	說明
True	已滿足位置相關結束條件。
False	未滿足位置相關結束條件。

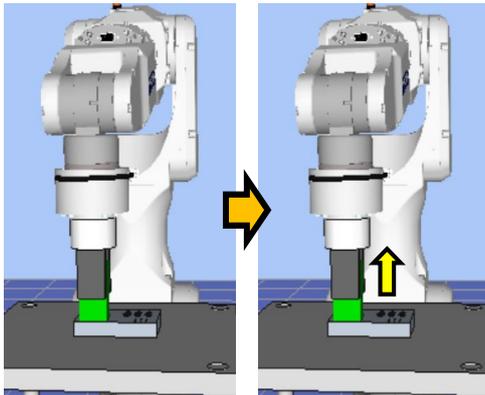
PosLimited 結果

是否超出位置的限制範圍。

數值	說明
True	已超出位置的限制範圍。
False	未超出位置的限制範圍。

4.6.4 TensileTest物件

TensileTest 物件為對指定方向施加指定力，並維持此狀態的物件。



上圖為 TensileTest 物件的示意圖。如黃色箭頭所示，將會朝向 Insert 物件插入方向的反方向，維持在施加特定力的狀態。

TensileTest 物件在指定時間內滿足結束條件時，將會成功或失敗。TensileTest 物件可使用力與位置相關結束條件。

各結束條件均必定被使用。

滿足各結束條件的所有成功條件時：結束 TensileTest 物件執行並判定為成功，繼續進行下一個力覺引導物件。

滿足各結束條件的至少一個失敗條件時：結束 TensileTest 物件執行並判定為失敗，中斷執行力覺引導序列。

結束條件	成功條件
力相關結束條件	在Timeout的指定時間內，在HoldTimeThresh指定的時間內持續滿足以下所有條件。 在Fx、Fy、Fz之中，InsertOrient中指定軸的力在 $TestForce \pm TestTolF$ 的範圍內
位置相關結束條件	在Timeout的指定時間內，滿足以下條件 從InsertOrient中指定軸的反方向的力覺引導物件起始點所移動的距離不超過Clearance

結束條件	失敗條件
位置相關結束條件	在Timeout的指定時間內，滿足以下條件 從InsertOrient中指定軸的反方向的力覺引導物件起始點所移動的距離超過Clearance

4.6.4.1 TensileTest物件屬性方針

Step 1. 設定基本資訊

設定基本資訊相關屬性(Name、Description、Enabled、StepID、AbortSeqOnFail)。

屬性	說明、設定指南
Name	設定力覺引導物件名稱。 設定特定名稱。
Description	設定力覺引導物件的說明。 描述動作說明等。設定任意字串。
Enabled	設定是否執行力覺引導物件。 True：正常 False：不執行力覺引導物件時，例如改為執行其他力覺引導物件等情形
StepID	力覺引導物件執行期間的StepID。 設定任意ID。 StepID為記錄於記錄資料中的ID。協助您了解記錄資料對應哪個工程。 力覺引導序列的AutoStepID為False時適用。
AbortSeqOnFail	設定是否在力覺引導物件失敗時結束或繼續執行力覺引導序列。 True：正常 結束力覺引導序列。 False：包含力覺引導序列中失敗時的復原動作時，或失敗後仍可繼續執行力覺引導序列時

Step 2. 設定力控制功能

設定力控制功能相關屬性(TestForce)。

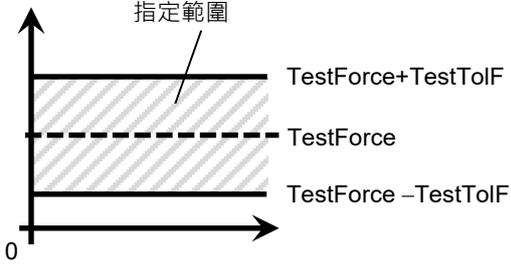
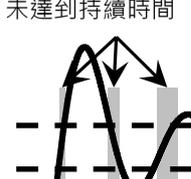
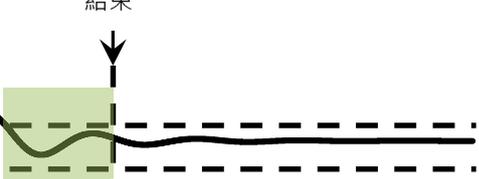
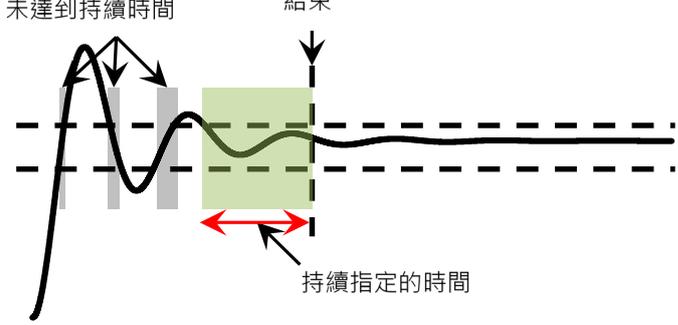
屬性	說明、設定指南
TestForce	設定往拉拔測試方向施加的測試力。 InsertOrient為正方向時：輸入正值。 InsertOrient為負方向時：輸入負值。 請配合您所使用的工件設定數值。 若數值過大，插入的工件可能會脫落。 若數值過小，機器人可能不會移動。

Step 3. 設定結束條件的基本資訊

設定逾時相關屬性(Timeout)。

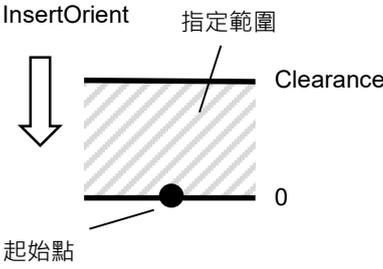
屬性	說明、設定指南
Timeout	設定逾時期間。 未設定結束條件時： 為執行時間。 設定結束條件時： 未在指定時間內滿足結束條件時，將會失敗。

Step 4. 設定力相關結束條件

屬性	說明、設定指南
TestTolF	與力相關結束條件的拉拔測試方向範圍。設定做為結束條件的範圍。 TestTolF將適用於Fx、Fy、Fz。 監控Fx、Fy、Fz在InsertOrient中指定方向的力位於TestForce±TestTolF的範圍內。 下圖為TestTolF的示意圖。 
HoldTimeThresh	設定判定為滿足結束條件的持續時間。 如下圖，當指定的條件持續了在HoldTimeThresh中指定的時間後，即判定為已滿足結束條件。 HoldTimeThresh:  未達到持續時間  結束   持續指定的時間 一般會設定接近「0」的短時間。 建議依實際結果來決定時間。

Step 5. 設定位置相關結束條件

設定位置結束條件相關屬性(Clearance)。

屬性	說明、設定指南
Clearance	<p>設定位置相關結束條件的拉拔測試方向範圍。</p> <p>針對從InsertOrient中指定方向的反方向之動作起始點所移動的距離，監控其未超過Clearance。</p> <p>下圖為Clearance的示意圖。</p> 

4.6.4.2 TensileTest物件屬性的詳細資訊

Name 屬性

設定指派至力覺引導物件的特定名稱。建立 Insert 序列後，會自動指派名稱。自動指派的名稱會在 TensileTest 後加上數字，例如 TensileTest01。

可變更名稱。最多可設定 16 個字元。請使用半形英數字元及「_」(底線)。起始字元不得為數字字元。

Description 屬性

設定力覺引導物件的說明。

任意字串最多可設定 255 個字元。

Enabled 屬性

指定是否執行力覺引導物件。

數值	說明
True	執行力覺引導物件。
False	不執行力覺引導物件。

預設：True

StepID 屬性

指定力覺引導物件執行期間的StepID。

僅限AutoStepID為False時使用。

	數值
最小值	0
最大值	32767

預設：將依力覺引導序列與力覺引導物件的編號自動設定。

AbortSeqOnFail 屬性

指定力覺引導物件執行失敗時進行的處理。

若指定True，則力覺引導物件失敗時程式會結束力覺引導序列，並繼續進行下一個SPEL陳述式。若指定False，程式會繼續進行下一個力覺引導物件，即使力覺引導物件失敗也不會結束力覺引導序列。

欲繼續執行力覺引導序列時使用，例如力覺引導序列中加入失敗時的復原處理等情形。

數值	說明
True	力覺引導物件執行失敗時，結束序列。
False	力覺引導物件執行失敗時，開始下一個力覺引導序列。

預設：True

TestForce 屬性

指定在力覺引導物件動作中與Insert物件的InsertOrient中指定動作相反方向的拉力。

當InsertOrient為+Fx、+Fy、+Fz時

	數值 (單位：[N])
最小值	0
最大值	50

預設：5

當InsertOrient為-Fx、-Fy、-Fz時

	數值 (單位：[N])
最小值	-50
最大值	0

預設：5

TestTolF 屬性

針對力覺引導物件的TestForce中指定之拉力，指定設為其結束條件的力容許範圍。將TestForce ± TestTolF的範圍設為結束條件。

	數值
最小值	0.1
最大值	10

預設：1

Clearance 屬性

針對從力覺引導物件的動作開始至力覺引導物件的動作結束，指定其移動距離的成功條件。若移動距離比指定距離更短，將為成功。

	數值
最小值	0.01
最大值	10

預設：1

HoldTimeThresh 屬性

指定力相關結束條件判定前的持續時間。

當指定的條件持續了在HoldTimeThresh中指定的時間後，即判定為已滿足結束條件。

	數值 (單位：[sec])
最小值	0
最大值	10

預設：0.1

Timeout 屬性

指定力覺引導物件的逾時期間。

即使超出Timeout中指定的時間，若未滿足TestForce、TestTolF中指定的條件，則TensileTest物件將判定為失敗。

判定後，依AbortSeqOnFail結束力覺引導序列，或繼續進行下一個力覺引導物件。

	數值 (單位 : [sec])
最小值	0.1
最大值	60

預設：5

4.6.4.3 TensileTest物件結果的詳細資訊

EndStatus 結果

此為執行結果。

若滿足「4.6.3 Insert 物件」開頭記載的「成功條件」，將會成功。

數值	說明
Passed	力覺引導物件執行成功。
Failed	力覺引導物件執行失敗。
NoExec	力覺引導物件未執行。
Aborted	力覺引導物件在執行期間停止。

Time 結果

執行所需時間。

單位：[sec]

TimedOut 結果

是否已達 Timeout 屬性中指定的逾時期間。

數值	說明
True	已達逾時期間。
False	到達逾時期間前已結束。

EndForces 結果

力覺引導物件結束時的力和扭力。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

EndPos 結果

力覺引導物件結束時的位置姿態。將取得 X、Y、Z、U、V、W 各自的值。

單位：X、Y、Z [mm] / U、V、W [deg]

AvgForces 結果

力覺引導物件執行期間的力和扭力平均值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

PeakForces 結果

力覺引導物件執行期間的力和扭力峰值。峰值為最大絕對值。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

ForceCondOK 結果

是否已滿足力相關結束條件。

數值	說明
True	已滿足力相關結束條件。
False	未滿足力相關結束條件。

TriggeredForces 結果

已滿足力相關結束條件時的力和扭力。將取得 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz 各自的值。

單位：Fx、Fy、Fz [N] / Tx、Ty、Tz [N·mm]

TriggeredPos 結果

已滿足力相關結束條件時的位置姿態。將取得 X、Y、Z、U、V、W 各自的值。

單位：X、Y、Z [mm] / U、V、W [deg]

PosLimited 結果

是否超出位置的限制範圍。

數值	說明
True	已超出位置的限制範圍。
False	未超出位置的限制範圍。

4.6.5 Insert序列與物件的屬性調整方針

以下說明使用Insert序列與物件時的調整方法。

當FailedStatus結果顯示為GeneralObjectFailed時：

表示配置於 Insert 序列中的通用物件執行失敗。LastExecObject 結果中會顯示最後執行的物件。請參考顯示出的物件屬性設定方針或調整方針，來調整屬性。

當FailedStatus結果顯示為ForceConditionFailed時：

表示在序列執行期間，力已超出物件中設定的力成功條件範圍，故執行失敗。

當LastExecObject結果中顯示Insert物件時：

將插入方向或跟隨方向的 Firmness 值設定小一點。
但，動作有可能容易發生振動。請調整為可容許的狀態。
建議在調整 Firmness 時，以階段性的變化來調整，例如由目前的值減少 10%等方式。

當LastExecObject結果中顯示TensileTest物件時：

將 Insert 物件的 InsertFirmnessF 設定小一點。
但，動作有可能容易發生振動。請調整為可容許的狀態。
建議在調整 Firmness 時，以階段性的變化來調整，例如由目前的值減少 10%等方式。

當FailedStatus結果顯示為PosConditionFailed時：

表示在 TensileTest 物件執行期間，位置已超出物件中設定的位置成功條件範圍，故執行失敗。
可能是在執行了 Insert 物件之後，作業才失敗。請按步驟執行力覺引導序列，並在 Insert 物件結束時，確認插入作業是否已正常完成。
若正常完成，請確認設定的 TestForce 與 Clearance 是否為工件的規格。TestForce 若太大，即使插入作業成功也會脫落。Clearance 若太小，則不滿足位置的成功條件，TensileTest 物件將會失敗。

當FailedStatus結果顯示為Overrun時：

表示在 Insert 物件執行期間，當位置超過物件中設定的位置成功條件範圍後，力仍未滿足力的成功條件而持續動作，故判定為超過位置而失敗。
請確認 ApproachDist 與 InsertDepth 是否設定得比實際環境還短。

當FailedStatus結果顯示為Jammed時：

表示在 Insert 物件執行期間，當力已滿足物件中設定的力成功條件時，位置尚未滿足位置的成功條件，故判定為阻塞而失敗。

可能是工件相對於孔的角度過於傾斜。請確認動作起始點的工件姿態後，再次執行教導。

若教導沒有問題，請確認 ApproachDist 與 InsertDepth 是否設定得比實際工件還長。

動作發生振動時：

將Firmness設定大一點。但機器人的反應會變得遲鈍。請調整為可容許的狀態。建議在調整Firmness時，以階段性的變化來調整，例如由目前的值增加10%等方式。

往按壓方向大幅彈跳時：

若重複發生每隔數秒即大幅彈跳一次的情形，可能是動作受到力覺引導序列的LimitAccelS限制。

此外，以低功率模式執行時亦可能會發生此情形。

若以高功率模式執行仍未改善，請調大LimitAccelS。

若調大LimitAccelS仍未改善，請將按壓方向的Firmness調小。

未到達目的力時：

將插入方向的Firmness值設定小一點。

但，動作有可能容易發生振動。請調整為可容許的狀態。

建議在調整Firmness時，以階段性的變化來調整，例如由目前的值減少10%等方式。

未往插入方向移動時：

請確認InsertOrient已設定為欲插入的方向。

若已設定為欲插入的方向，請確認InsertForce是否為「0」。

往反方向移動時：

請確認InsertOrient未設定為反方向。

若已設定為預設方向，請確認力覺引導序列的ForceOrient、RobotLocal，以及目前使用的工具座標系及本地座標系。

未到達目標地點時：

未啟用力控制功能的方向未到達目標地點時，可能是已受到力覺引導序列的LimitAccel及LimitSpeed的影響。將數值設定大一點。

此外，在低功率模式下，不論LimitSpeed及LimitAccel的設定值多大，都會受限於低功率模式的最高速度及最高加速度。請以高功率模式執行。

5. 力覺功能的SPEL+程式

以下說明使用力覺功能的SPEL編程。

力覺功能是透過新增至SPEL+語言的特殊命令執行。

藉由將新增至Force Guide 7.0的特殊命令與現有的SPEL+語言結合，即可使用力覺功能執行各種應用。

5.1 Force Guide 7.0的SPEL+命令

以下說明使用新增至Force Guide 7.0的SPEL+命令時需具備的概念。

5.1.1 力覺物件

力覺物件為使用力覺功能時所需之各功能的屬性組。

定義此物件並執行每項力覺功能。可使用「Robot Manager」等GUI或SPEL+命令來定義力覺物件。

力覺物件的類型如下。

- 用於力控制功能的「力覺控制物件」
- 用於力覺觸發功能的「力覺觸發物件」
- 用於力覺監控功能的「力覺監控物件」
- 用於力覺動作限制功能的「力覺動作限制物件」
- 通常用於力覺功能的「力覺座標物件」

5.1.2 屬性

屬性為包含在力覺物件中的參數。可設定及取得屬性。

可在執行程式前使用「力覺編輯器」設定屬性，或可使用程式中的SPEL+命令動態變更屬性。

FSet陳述式用於設定屬性。FGet陳述式用於取得屬性。載入專案時，由FSet設定的屬性會複製到力覺檔案中。設定值可使用FSave陳述式儲存至檔案。

5.1.3 狀態

狀態為執行力覺功能後傳回且包含於力覺物件中的值。

狀態可在程式中透過SPEL+命令取得，且可根據狀態進行分支處理。FGet陳述式用於取得狀態。各狀態會在特定時間點清除。如需各狀態初始化時間的詳細資訊，請參閱下列手冊中所述的各狀態。

EPSON RC+ 7.0 選配 Force Guide 7.0 SPEL+ Language Reference

5.2 力控制功能的SPEL+程式

5.2.1 概觀

力控制功能係指使用力覺感應器控制機器人達到指定目標力及扭力的功能。

力控制功能的編程是依據下列程序執行。

1. 設定要執行的座標系
2. 設定參數
3. 執行力控制功能

5.2.2 力控制功能的座標系

力控制功能會在力覺座標系中執行。

力控制功能會計算感應器偵測到的力、扭力施加至力覺座標系的力以及扭力，並在根據計算結果移動及旋轉力覺座標系時控制機器人。

在實際進行接觸及產生力的點中指定力覺座標系的原點。(範例: 工件端點)

此外，力覺座標系的方向會因應用內容而異。在固定方向中執行力控制功能時(如永遠以垂直向下方向施加力的情況)，無論機器人的姿態為何，請指定基礎座標系及本地座標系。

在依機器人的姿態而改變的方向中執行力控制功能時(如以機器人抓握工件方向施加力的情況)，請指定工具座標系及自訂座標系。

可在力覺座標系中指定的6軸(Fx至Tz)上執行力控制功能。

5.2.3 力控制功能參數

力控制功能的參數定義於力覺控制物件的屬性內。

執行程式前，可在GUI中進行設定。如需GUI設定的詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 3.5.1 [Robot Manager](工具功能表)

-[Tools]-[Robot Manager]-[Force]面板

若需在執行程式期間動態變更參數，可使用FSet陳述式進行設定。

CoordinateSystem屬性

為已執行的力控制功能指定力覺座標物件。

僅變更 **CoordinateSystem** 屬性可使具備相同控制特性的力控制功能在其他座標系中執行。

Enabled屬性

在已執行的力控制功能上指定軸(Fx 至 Tz)。

您可只啟動應用所需的軸;例如,您可啟動 Fx 至 Fz 並停用 Tx 至 Tz,以僅在轉換方向中執行力控制功能。

TargetForce屬性

為各軸設定力控制功能的目標力及扭力。

機器人會移動以偵測設定力。請注意,若設定值為正值,機器人會以負方向移動,以在力覺座標系的正方向中施加力。

若需在力覺座標系的正方向執行按壓操作,請設定負目標力。

若 **TargetForce** 屬性設為 0,則機器人移動時不會施加力。機器人可在跟隨外力時移動。

Spring屬性

設定力控制功能的虛擬彈性係數。

設定 **Spring** 屬性可使力控制功能在如同有虛擬彈性存在的情況下運作,若有施加外力,機器人會移動至可抵銷力的位置;若施加的外力已消除,則機器人會返回原來位置。

增加數值會使機器人在如同有提供較硬彈性的情況下移動。若設定為「0」,則無虛擬彈性,因此機器人會根據力移動至最遠距離。

Damper屬性

設定力控制功能的虛擬阻尼係數。

減少 **Damper** 值會提升力控制功能對力變化的反應速度,但可能會因為姿態、夾具與工件的環境,會使機器人在動作時振動。若要調整 **Damper** 屬性值,請逐漸減少預設值。

Mass屬性

設定力控制功能的虛擬質量係數。

設定較大的 Mass 屬性值會在達到目標力前持續增加過衝，且會增加搜尋時間。設定 Mass 及 Damper 屬性值，使其在轉換方向中約為 1:1 至 10:1，且在旋轉中約為 1:1 至 1000:1，以便進行穩定控制。

不過，請注意，動作時可能會振動，或大於上述之比例可能適合部分應用或操作條件。

若 Mass 屬性值過低(與 Damper 屬性值相比)，執行力控制功能時可能會發生錯誤。

TargetForcePriorityMode屬性

設定力控制功能的目標力優先模式。在經過部分操作條件(如機械剛性)所需的充裕時間後，可能無法達到目標力。在此情況下，啟動目標力優先模式會增加達到目標力的移動量，且會減少執行時間。不過，移動量會視虛擬彈性係數, 虛擬阻尼係數, 虛擬質量係數所指定的值而異。一般而言，會停用目標力優先模式，且在完全理解特性的情況下，僅在必要時使用該模式。

LimitSpeed屬性

設定力控制功能執行期間機器人末端夾具運作速度的最大值。

針對平移速度、旋轉速度及關節速度指定三個數值。力控制功能執行期間，會自動將速度限制為指定的最大值。此屬性非常實用，例如，需要在高功率模式下移動機器人，使其以強力執行按壓操作，但需以慢速移動機器人時。

LimitAccel屬性

設定力控制功能執行期間機器人機械臂末端運作加速度的最大值。

針對平移加速度, 旋轉加速度, 關節加速度指定三個數值。力控制功能執行期間，會自動將加速度限制為指定的最大值。

5.2.4 執行力控制功能

力控制功能是以操作命令的方式單獨執行，也可以將修改參數新增至位置控制的操作命令，同時執行位置控制及力控制功能。執行力控制功能時，操作每次會依力覺感應器輸出而變更，因此機器人不會達到位置控制的目標位置，但即使執行相同命令，操作每次皆會在不同位置結束。

若只要執行力控制功能，請執行FCKeep陳述式。下列操作命令可與力控制功能結合使用: Move, BMove, TMove, CVMove, FCSMove, Arc, Arc3陳述式。

若要執行力控制功能，將力控制功能作為修改參數新增至各陳述式。

力控制功能及Move的結合範例:

```
Move P1 FC1
```

如需各陳述式的詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 SPEL+ Language Reference

EPSON RC+ 7.0 選配 Force Guide 7.0 SPEL+ Language Reference

如需啟動力控制功能時之操作命令的詳細資訊，請參閱下列手冊。

*EPSON RC+ 7.0 選配 Force Guide 7.0 SPEL+ Language Reference
- Move*

力控制功能會與操作命令同時啟動，並在經過從操作命令開始時所計算的行程時間後停止。操作命令結束後，新增CF修改參數即可繼續執行力控制功能。不過，若其他力控制功能未在60秒內執行有效的操作命令或可停止力控制功能的命令，則會發生錯誤。

例如，執行操作命令後，在啟動力控制功能的情況下，在待機模式中持續使用FCKeep陳述式一段時間。

力控制功能的操作結束條件(例如，力控制功能會在達到指定力前持續運作)可與Till修改參數或力覺觸發功能共同設定。

此外，由於力覺感應器的漂移會累積錯誤，因此必須在重設力覺感應器後的10分鐘內執行力控制功能。

NOTE



應重設力覺感應器後，在無外力施加至感應器的情況下立即使用力控制功能，且應盡快執行。

NOTE



無法在機器人的奇異點附近執行力控制功能。執行力控制功能時，應避開奇異點的周遭區域。若機器人在執行力控制功能時接近奇異點的周遭區域，則會發生錯誤。

5.3. 力覺觸發功能的SPEL+程式

5.3.1 概觀

力覺觸發功能係指偵測使用力覺感應器測量的力及扭力是否達到設定值的功能。

可使用結果來啟動、結束及分支程序。

力覺觸發功能的編程是依據下列程序執行。

1. 設定要執行的座標系
2. 設定參數
3. 執行力覺觸發功能
4. 取得結果

5.3.2 力覺觸發功能的座標系

力覺觸發功能會在力覺座標系中執行。

力覺觸發功能會計算力覺感應器偵測到的力、扭力施加至力覺座標系的力以及扭力，並監控值是否符合設定條件。

在實際進行接觸及產生力的點中指定力覺座標系的原點。(範例: 工件端點)

此外，力覺座標系的方向會因應用內容而異。監控固定方向的力時，無論機器人的姿態為何，請指定基礎座標系及本地座標系。

在依機器人的姿態而改變的方向中監控力時，請指定工具座標系及自訂座標系。

力覺觸發功能可監控下列力覺座標系中指定的8維資料。

6軸Fx至Tz

Fmag: 平移力的合力

Tmag: 力矩的合力矩

5.3.3 力覺觸發功能參數

力覺觸發功能的參數設定於力覺觸發物件的屬性內。

執行程式前，可在GUI中進行設定。如需GUI設定的詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 3.5.1 [Robot Manager](工具功能表)

-[Tools]-[Robot Manager]-[Force] 面板

若需在執行程式期間動態變更參數，可使用FSet陳述式進行設定。

ForceSensor屬性

指定力覺感應器編號以執行力覺觸發功能。

CoordinateSystem屬性

為已執行的力覺觸發功能指定力覺座標物件。

Operator屬性

指定符合力覺觸發功能條件的標準; 具體來說，是否符合各軸的所有條件或特定軸的條件。

TriggerMode屬性

指定是否監控力與扭力，或監控力與扭力的變化。

若指定變化值，則會監控每秒的變化值。由於力覺感應器容易受到雜訊的影響，請使用低通濾波器。

Fmag_Axes屬性

從要結合的軸(Fx 至 Fz)指定軸以計算 Fmag 值。

若要監控施加至 X-Y 平面的力，請指定要監控的方向; 例如，指定 X 及 Y 軸。

Tmag_Axes屬性

從要結合的軸(Tx 至 Tz)指定軸以計算 Tmag 值。

Enabled屬性

在已執行的力覺觸發功能上指定軸(Fx 至 Tmag)。

僅可為應用所需的軸啟動力覺觸發功能。

Polarity屬性

指定符合條件的標準，即各軸的力及扭力是否位於或超出上/下閾值範圍。

若要偵測是否施加超出閾值範圍的力，請指定外側(Outside)。

若要偵測是否施加位於閾值範圍內的力，請指定內側(Inside)。

UpperLevel屬性

設定力覺觸發功能的上限值。

此功能會監控數值是否低於或高於設定值。

LowerLevel屬性

設定力覺觸發功能的下限值。

此功能會監控數值是否高於或低於設定值。

LPF_Enabled屬性

指定在力覺觸發功能中執行低通濾波器的軸(Fx 至 Tmag)。

使用此屬性可減少雜訊，或在忽略力覺感應器值(如脈衝)時使用此屬性。

LPF_TimeConstant屬性

指定要在力覺觸發功能中執行低通濾波器的時間常數。

增加數值會降低雜訊，但也會降低對力覺感應器值的反應。

5.3.4 執行力覺觸發功能

可透過Till, Wait, Trap, Find指定力覺觸發功能。

如需命令基礎功能的資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 SPEL+ Language Reference

以下說明力覺觸發功能。每部機器人最多可同時設定15個用於監控的力覺觸發。請勿在一部機器人上同時使用超過16個力覺觸發。

Till

在 Till 陳述式的事件運算式中指定力覺觸發物件，可設定操作力覺觸發功能時的結束條件。因此，達到力指定值時會結束操作。

使用範例:

```
Till FT1  
Move P1 FC1 Till
```

力覺觸發是由 Till 陳述式設定為 Till 條件。在 Move 操作期間，若符合在力覺觸發物件 FT1 中設定的條件，即使已執行部分操作及下一個陳述式，Move 操作也會停止。

Trap

在 Trap 陳述式的事件運算式中指定力覺觸發物件，可設定力覺觸發功能開始中斷處理的條件。因此，力會永遠受到監控，且會在達到力指定值時開始中斷程序。

使用範例:

```
Trap 1, FT1 Goto TrapLabel
```

力覺觸發功能是由 Trap 陳述式執行以開始監控條件。符合在力覺觸發物件 FT1 中設定的條件時，則會轉換至指定標籤。

Wait

在 Wait 陳述式的事件運算式中指定力覺觸發物件，可設定力覺觸發功能結束待機狀態的條件。因此，力覺觸發功能在達到力指定值前會維持待機狀態。

使用範例:

```
Wait FT1
```

力覺觸發功能是由 Wait 陳述式執行以開始監控條件。未符合在力覺觸發物件 FT1 中設定的條件前，程式會停止執行，並在符合條件時重新開始執行。

Find

在 **Find** 陳述式的事件運算式中指定力覺觸發物件，可設定在力覺觸發功能運作時儲存座標的條件。因此，會記錄達到指定力的位置。

使用範例:

```
Find FT1
P0=FindPos
```

力覺觸發功能是由 **Find** 陳述式執行以開始監控條件。控制器會記憶符合在力覺觸發物件 **FT1** 中設定之條件的位置，並使用 **FindPos** 功能取得該位置。

力覺觸發功能可使用 **TriggeredPos** 狀態取得符合條件的位置。因此，指定結合多項條件的事件運算式時，**Find** 非常實用。**TriggeredPos** 狀態可用於取得符合在力覺觸發物件中設定之條件的位置。**FindPos** 功能可用於取得符合結合多項條件之事件運算式的位置。

請勿刪除使用 **FDel** 陳述式開始監控的力覺觸發物件。在多項工作中建立程式時，請注意勿同時執行指定力覺觸發物件的 **Till**, **Wait**, **Trap**, **Find**。

5.3.5 取得力覺觸發功能的結果

執行力覺觸發功能後，使用 **FGet** 陳述式指定力覺觸發物件的狀態可取得結果。已擷取的結果可用於判定操作通過或失敗，或執行條件式分支。

執行力覺觸發功能時會將狀態初始化，且力覺觸發功能結束時會設定結果。再次執行力覺觸發功能或載入專案前，會持續保留設定結果。

Triggerd狀態

傳回達到力覺觸發條件的狀態。

若在前一個力覺觸發條件中達到條件，則會傳回「**True**」。此結果可用於判定力是否超過指定值，並進行分支處理。

TriggerdAxes狀態

傳回達到各軸力覺觸發條件的狀態。

其可判定更詳細的條件; 例如，判定力超過指定值的軸，並進行分支處理。

TriggeredPos狀態

傳回達到力覺觸發條件的座標。

其可判定達到條件的位置是否在指定範圍內，並根據該位置進行分支處理。

5.4 力覺監控功能的SPEL+程式

5.4.1 概觀

力覺監控功能係指使用力覺感應器測量力及扭力的功能。

結果可用於在建立應用時調整參數，或記錄及管理在操作期間施加到各工件的力。

力覺監控功能的編程是依據下列程序執行。

1. 設定要執行的座標系
2. 設定參數
3. 執行力覺監控功能並採取措施

5.4.2 力覺監控功能的座標系

力覺監控功能會在力覺座標系中執行。

力覺監控功能會計算力覺感應器偵測到的力、扭力施加至力覺座標系的力以及扭力、取得數值及計算平均值及峰值。

在實際進行接觸及產生力的點中指定力覺座標系的原點。(範例: 工件邊緣點等)

此外，力覺座標系的方向會因應用內容而異。測量固定方向的力時，無論機器人的姿態為何，請指定基礎座標系及本地座標系。在依機器人的姿態而改變的方向中測量力時(如在機器人抓握工件的前方)，請指定工具座標系及自訂座標系。

力覺監控功能可測量下列力覺座標系中指定的8維資料。

6軸Fx至Tz

Fmag: 平移力的合力

Tmag: 力矩的合力矩

5.4.3 力覺監控功能參數

力覺監控功能的參數設定於力覺監控物件的屬性內。執行程式前，可在GUI中進行設定。如需GUI設定的詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 3.5.1 [Robot Manager](工具功能表)

-[Tools]-[Robot Manager]-[Force]面板

若需在執行程式期間動態變更參數，可使用FSet陳述式進行設定。

ForceSensor屬性

指定力覺感應器編號以執行力覺監控功能。

CoordinateSystem屬性

為已執行的力覺監控功能指定力覺座標物件。

Fmag_Axes屬性

從要結合的 Fx 至 Fz 指定軸以計算 Fmag 值。

若要測量水平施加至 X-Y 平面的力，請指定要測量的方向; 例如，指定 X 及 Y 軸。

Tmag_Axes屬性

從要結合的 Tx 至 Tz 指定軸以計算 Tmag 值。

LPF_Enabled屬性

指定在力覺監控功能中執行低通濾波器的軸(Fx 至 Tmag)。

使用此屬性可減少雜訊，或在忽略力覺感應器值(如脈衝)時使用此屬性。

LPF_TimeConstant屬性

指定要在力覺監控功能中執行低通濾波器的時間常數。

增加數值會降低雜訊，但也會降低對力覺感應器值的反應。

5.4.4 執行力覺監控功能

可透過力覺監控功能執行下列操作。

- 取得力覺感應器值
- 記錄力覺感應器值
- 取得平均值
- 取得峰值

取得力覺感應器值

執行力覺監控物件的 **Force** 屬性以取得力覺感應器值。

使用範例:

```
FGet FM1.Forces, rVar()
```

在實際陣列變數 **rVar** 中取得 **Fx** 至 **Tmag** 的 8 維力覺感應器值。要擷取的力覺感應器值為最新值。

取得平均值

執行力覺監控物件的 **AvgForceClear** 屬性以開始計算力覺感應器平均值。

開始程序後，使用 **AvgForce** 狀態可擷取平均值。

使用範例:

```
FSet FM1.AvgForceClear, True, True, True, True, True,  
True, True, True  
FGet FM1.AvgForces, rVar()
```

在實際陣列變數 **rVar** 中取得 **Fz** 至 **Tmag** 的 8 維力覺感應器平均值。

執行 **AvgForce** 狀態前，務必使用 **AvgForceClear** 屬性開始計算平均值。若未開始計算，則會擷取「0」。

執行 **AvgForce** 狀態會停止計算平均值。若要連續取得平均值，每次擷取平均值後，再次開始計算平均值並取得平均值。

開始計算平均值後，若在超過一分鐘後才執行 **AvgForce** 狀態，則會發生錯誤。在一分鐘內執行 **AvgForce** 狀態，或再次開始計算平均值。

取得峰值

執行力覺監控物件的 **PeakForceClear** 屬性以開始計算力覺感應器峰值。

開始程序後，使用 **PeakForce** 狀態可擷取峰值。

使用範例:

```
FSet FM1.PeakForceClear, True, True, True, True, True, True, True,  
    True, True  
FGet FM1.PeakForces, rVar()
```

在實際陣列變數 **rVar** 中取得 **Fx** 至 **Tmag** 的 8 維力覺感應器峰值。

執行 **PeakForce** 狀態前，務必使用 **PeakForceClear** 屬性開始計算峰值。若未開始計算，則會擷取「0」。

執行 **PeakForce** 狀態會停止計算峰值。若要連續取得峰值，每次擷取峰值後，再次開始計算峰值並取得峰值。

記錄力覺感應器值

執行力覺監控物件的 **LogStart** 屬性，以將力覺感應器值記錄在檔案內。

這可將每個操作的資訊儲存在檔案中。

使用範例:

```
WOpen "test.txt" As #30  
FSet FM1.LogStart, 30, 0.1, #30
```

使用 **WOpen** 陳述式開啟檔案編號 30 的檔案，並執行 **LogStart** 屬性，即可以 30 秒或 0.1 秒的間隔，開始將力覺感應器值等資料記錄在檔案編號 30 的檔案中。開始記錄後，程式會前往下一個陳述式。

5.5 力覺動作限制功能的SPEL+編程

5.5.1 概述

力覺動作限制功能為用於偵測機器人的位置或姿態是否符合設定條件之功能。

可利用結果執行開始、結束、分支等處理。

力覺動作限制功能的編程將依下列步驟執行。

1. 設定參數
2. 執行力覺動作限制功能
3. 取得結果

5.5.2 力覺動作限制功能的參數

力覺動作限制功能的參數在力覺動作限制物件的各屬性中設定。

設定將於執行程式前在GUI進行。如需GUI設定的詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇 3.5.1 [Robot Manager] (工具功能表) - [Tools]-[Robot Manager]-[Force]面板

此外，若需在執行程式期間動態變更參數，可使用FSet陳述式進行設定。

ForceSensor屬性

指定在達到力覺動作限制功能之條件時作為記錄力和扭力之對象的力覺感應器編號。

CoordinateSystem屬性

指定在達到力覺動作限制功能之條件時用於指定記錄力和扭力之力覺座標系的力覺座標系物件。

Operator屬性

指定於達成各軸所有條件時或達成哪一軸條件時達成力覺動作限制功能之條件。

RobotLocal屬性

指定作為力覺動作限制功能監控位置基準的本地座標系。

RobotTool屬性

指定作為力覺動作限制功能監控位置基準的工具座標系。

TriggerMode屬性

指定進行監控的對象位置。

如需各模式的詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 選配 Force Guide 7.0 SPEL+ Language Reference

DatumPoint屬性

指定在 TriggerMode 指定 RelativePoint 時作為基準的點。

Dist_Axes屬性

指定以 X、Y、Z 中的哪一軸計算距離。

Rot_Axes屬性

指定以 X、Y、Z 中的哪一軸計算角度。

Enabled屬性

針對 PosX~J6 指定執行力覺動作限制功能的軸。

可在應用程式中，僅啟用所需軸的力覺動作限制功能。

Polarity屬性

指定達成條件的標準是各位置、角度、間接位置位於上/下限值的範圍內時，或超出範圍時。

若要偵測位置及姿態是否移動至規定範圍外，請指定為範圍外。

若要偵測位置及姿態是否在預定範圍內，請指定為範圍內。

UpperLevel屬性

設定力覺動作限制功能的上限值。

監控數值是否為設定值以下或超出設定值。

LowerLevel屬性

設定力覺動作限制功能的下限值。

監控數值是否為設定值以上或小於設定值。

5.5.3 執行力覺動作限制功能

透過Till、Wait、Trap、Find指定力覺動作限制功能。

關於各命令的基本功能，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 SPEL+ Language Reference

以下說明力覺動作限制功能。各機器人最多可同時監控15個力覺動作限制。1台機器人無法同時使用16個以上。

Till

透過在 Till 陳述式的事件運算式中指定力覺動作限制物件，即可將力覺動作限制功能設定為動作的結束條件。藉此即可在達到指定條件的位置時結束動作。

使用範例：

```
Till FMR1  
Move P1 FC1 Till
```

透過 Till 陳述式在 Till 條件中設定力覺動作限制，並在 Move 動作途中達力覺動作限制物件 FMR1 中設定的條件時，Move 動作即使為動作途中仍會停止，並執行下一個陳述式。

Trap

透過在 Trap 陳述式的事件運算式中指定力覺動作限制物件，將力覺動作限制功能設定為插斷處理的開始條件。藉此即可隨時監控位置姿態，並在符合指定條件的位置姿態時，開始插斷程序。

使用範例：

```
Trap l, FMR1 Goto TrapLabel
```

透過 Trap 陳述式執行力覺動作限制功能，開始監控條件。已達到力覺動作限制物件 FMR1 中設定的條件時，移動至指定標籤。

Wait

透過在 Wait 陳述式的事件運算式中指定力覺動作限制物件，將力覺動作限制功能設定為待機的結束條件。藉此待機至符合指定條件的位置姿態為止。

使用範例：

```
Wait FMR1
```

透過 Wait 陳述式執行力覺動作限制功能，開始監控條件。在達到力覺動作限制物件 FMR1 中設定的條件前暫停程式，並於達到條件時重新啟動該程式。

Find

透過在 **Find** 陳述式的事件運算式中指定力覺動作限制物件，將力覺動作限制功能設定為在動作中儲存座標的條件。藉此即可記錄達到指定位置姿態的位置。

使用範例：

```
Find FMR1
Move P1 FC1 Find
P0=FindPos
```

透過 **Find** 陳述式在 **Find** 條件中設定力覺動作限制，並在 **Move** 動作途中達致力覺動作限制物件 **FMR1** 中設定的條件時，控制器會記憶達成條件的位置，並以 **FindPos** 函數取得該位置。

力覺動作限制功能可使用 **TriggeredPos** 狀態取得達到條件時的位置。因此在指定結合多項條件的事件運算式時，**Find** 非常實用。**TriggeredPos** 狀態可取得達成該力覺動作限制物件設定條件的位置。**FindPos** 函數可取得達成結合條件之事件運算式的位置。

請勿以 **FDe1** 陳述式刪除開始監控的力覺動作限制物件。另外，在多工處理下建立程式時，請注意避免讓指定力覺動作限制物件的 **Till**、**Wait**、**Trap**、**Find** 同時執行。

5.5.4 取得力覺動作限制功能的結果

執行力覺動作限制功能後，使用FGet陳述式指定力覺動作限制物件的狀態，即可取得其結果。使用取得結果即可判定作業成功與否，或執行條件式分支。

執行力覺動作限制功能時會將狀態初始化，並在力覺動作限制功能結束時設定結果。設定結果會持續保留至力覺動作限制功能再次執行，或專案讀入為止。

Triggered狀態

傳回力覺動作限制條件的達成狀態。

若在前一個力覺動作限制功能中達到條件，將傳回「True」。此結果可用於判定位置姿態是否達到指定條件，並進行分支處理。

TriggeredAxes狀態

依各軸傳回力覺動作限制條件的達成狀態。

可判定更詳細的條件(例如哪一軸的力是否超出指定範圍等)，並進行分支處理。

TriggeredPos狀態

傳回達到力覺動作限制條件的座標。

可判定達成條件的位置是否在指定範圍內等，並根據位置進行詳細分支處理。

TriggeredForces狀態

傳回達到力覺動作限制條件時的力與扭力。

可判定達成條件時的力是否在指定範圍內等，並根據力進行分支處理。

5.6 力覺功能程式範例

以下說明結合力覺功能之簡易操作的範例。



注意

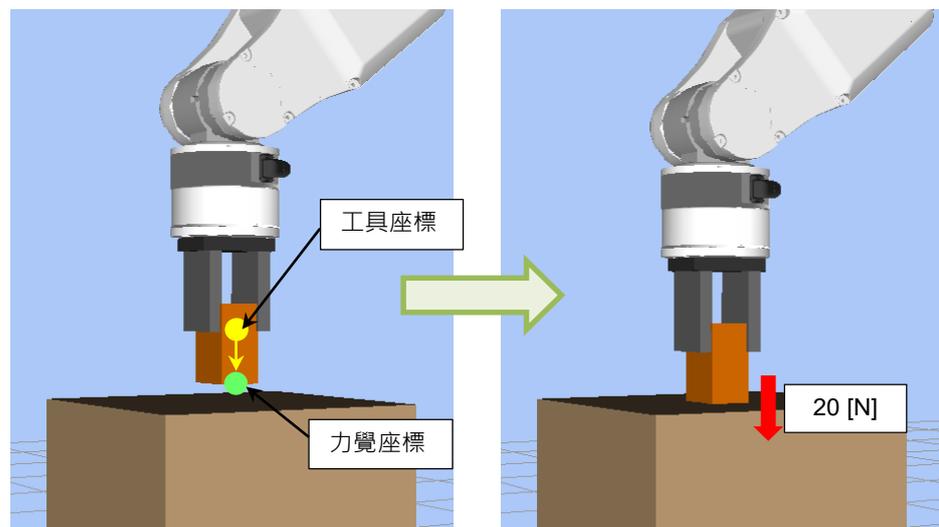
- 本範例中所述的參數僅為參考值。

請注意，已使用相對穩定的參數，但操作可能不會成功，或在特定操作條件下動作時可能會發生振動，且可能需要調整參數。

此外，為了方便說明，會使用緩慢穩定的參數。如需加快操作速度，參數需進行調整。

按壓操作

以下說明使用目標力在固定方向中執行按壓操作的程式範例。



此範例操作將工件移動至接觸位置上方 10 [mm] 的位置，並使用力控制功能以 20 [N] 的力將機械臂握持的工件按壓至工作台上。

同時，使用力覺觸發功能以在操作期間監控過度力(100 [N] 以上)，並偵測過度力是否導致錯誤發生。

使用力動作限制功能，在作業中進行意外移動(20 [mm] 以上)時，作為工作臺不存在的異常狀態，停止機器人的動作。

此外，使用力覺監控功能以在操作完成後測量力覺感應器值，並測量操作期間的最大施加力。

工具座標系設定於末端夾具，末端夾具的前方為 T1z 軸方向。

範例編程

```

Function PressSample_Main
  Real rVar(8)
  Integer iVar
  Motor On
  Go P0                                '前往操作開始位置
  PressSample_PropertySetting          '設定屬性
  FSet FS1.Reset                        '重設力覺感應器
  Trap 1, FT1 Call PressSample_EHandle '開始監控過度力
  FSet FM1.PeakForceClear, True, True, True, False, False, False, True, False
                                          '開始計算峰值
  Till FMR1                             '若超出預期移動範圍時動作停止條件
  FCKeep FC1 Till, 10                   '執行力控制功能 10 秒
  Print "Motion End"
  FGet FM1.Forces, rVar()                '取得力覺感應器值
  Print "Force Fz: ", rVar(FG_FZ), ", Fmag: ", rVar(FG_FMAG)
  FGet FM1.PeakForces, rVar()           '取得峰值
  Print "PeakForce Fz: ", rVar(FG_FZ), ", Fmag: ", rVar(FG_FMAG)
Fend

```

```

Function PressSample_PropertySetting
  FSet FCS1.Position, 0, 0, 30          '力覺座標系的原點為 Z30 mm
  FSet FCS1.Orientation, FG_TOOL       '方向與工具座標系一致
  FSet FC1.CoordinateSystem, FCS1      '指定已定義的力覺座標 No.1
  FSet FC1.Enabled, False, False, True, False, False, False
                                          '僅為 Fz 方向啟動力控制功能。
  FSet FC1.Fz_TargetForce, -20         '按壓 20 N
  FSet FC1.Fz_Spring, 0                 '虛擬彈性係數為 0
  FSet FC1.Fz_Damper, 10                '虛擬阻尼係數為 10
  FSet FC1.Fz_Mass, 10                  '虛擬質量係數為 10

  FSet FT1.ForceSensor, 1               '指定力覺感應器 No.1
  FSet FT1.CoordinateSystem, FCS1       '指定已定義的力覺座標 No.1
  FSet FT1.TriggerMode, FG_FORCE        '監控力
  FSet FT1.Fmag_Axes, FG_XYZ
  FSet FT1.Enabled, False, False, False, False, False, False, True, False
                                          '僅啟動 Fmag
  FSet FT1.Fmag_Polarity, FG_OUT
                                          '觸發偵測超出閾值範圍的時間
  FSet FT1.Fmag_Levels, 0, 100          'Fmag 的範圍為 0 至 100

  FSet FM1.ForceSensor, 1               '指定力覺感應器 No.1
  FSet FM1.CoordinateSystem, FCS1       '指定已定義的力覺座標 No.1

  FSet FMR1.TriggerMode, FG_REL_TOOL    '指定工具相對模式
  FSet FMR1.PosEnabled, False, False, True, False, False '僅 Z 方向有效
  FSet FMR1.PosZ_Levels, -20, 20        'Z 的範圍時-20mm~20mm
  FSet FMR1.PosZ_Polarity, FG_OUT       '若超過閾值範圍時的限制有效
  FSet FMR1.ForceSensor, 1              '指定力覺感應器 No.1

```

```
FSet FMR1.CoordinateSystem, FCS1      '指定已定義的力覺座標 No. 1

Fend

Function PressSample_EHandle
  Real rVar(8)
  FGet FM1.PeakForces, rVar()          '取得峰值
  Print "Error Handle"
  Print "PeakForce Fz: ", rVar(FG_FZ), ", Fmag: ", rVar(FG_FMAG)
  AbortMotion All                      '中止機器人動作，並將其視為錯誤狀態
Fend
```

說明

- (1) 執行 `PressSample_Main` 功能會將機器人移動至操作開始位置。
- (2) 呼叫 `PressSample_PropertySetting` 並執行該屬性設定。
不過，也可在 GUI 的「力覺編輯器」中預先進行屬性設定。如需進行此操作，您需呼叫 `PressSample_PropertySetting`。
 - (a) 設定力覺座標物件。
如為力覺座標系，請在範例中指定 `Z30 [mm]` 位置，以指定工具座標系中的工件邊緣位置。方向與工具座標系的方向相同。
 - (b) 設定力覺控制物件。
指定設為座標系且執行力控制功能的 `FCS1`。因在正 `FZ` 方向上執行按壓操作，因此請指定目標力的負值。設定虛擬彈性係數、虛擬阻尼係數及虛擬質量係數。
在此範例中，虛擬彈性係數的設定值為「0」，因此機器人未具備虛擬彈性，且會在達到目標力前繼續移動。
此外，針對虛擬阻尼係數及虛擬質量係數使用穩定參數。如需使操作速度較快，請逐漸減少數值以進行調整。不過，減少數值會增加力過衝。
 - (c) 設定力覺觸發物件。
指定要使用的力覺感應器編號及執行力覺觸發功能的座標系。在 `TriggerMode` 屬性中指定力值以監控過度力。因使用所有 `Fx` 至 `Fz` 來計算要監控的合力，因此請指定 `X`、`Y` 及 `Z`。在 `Fmag` 範圍中指定 0 至 100 [N]，將過度力設為 100 [N]，並設定監控數值是否超出此範圍。
 - (d) 設定力覺監控物件。
指定用於測量的力覺感應器編號及座標系。
 - (e) 設定力覺動作限制物件。
機器人通過 (a) 和 (b) 設置沿工具座標系的 +`Z` 方向移動。在此範例中，如果移動超過 20mm，則運行以沒有檢測到要按壓物件的設置。為 `TriggerMode` 模式指定工具相對模式以檢測工具座標系的移動距離。僅啟用 `Enabled` 的 `PosZ` 以檢測 `Z` 方向。將 -20~20[mm] 指定為 `Z` 方向範圍，並將其設置為監視超出此範圍的範圍。
- (3) 請在使用力覺功能前重設力覺感應器。
- (4) 在 `Trap` 中指定力覺觸發物件並執行力覺觸發功能。
因此，可監控過度力。
- (5) 在 `Till` 條件中指定力覺動作限制物件。
- (6) 開始計算操作期間已施加力的峰值。
- (7) 執行力控制功能 10 秒。
執行過程中，如果滿足為 `Till` 條件指定的力動作限制條件，則中斷動作。
- (8) 取得並顯示力覺感應器的目前值及峰值。
在此範例中，僅會顯示數值。這些數值可用於判定操作通過或失敗，並進行分支處理。
- (9) 獲取力運動限制的結果。
在此範例中，如果滿足條件，則只會將錯誤顯示為溢出，但可以執行恢復過程等。
- (10) 若在操作期間偵測到過度力，則會中止程式並中斷執行 `PressSample_EHandle` 功能。
擷取並顯示操作期間應用的峰值，中止機器人動作，並輸入錯誤狀態。在此範例中，已輸入錯誤狀態，但也可在發生錯誤時進行重試等其他處理方式。

6. 教學

本教學透過以下操作或動作，說明Force Guide 7.0的基本操作步驟。

力覺引導功能的教學

通用序列教學

- 6.2.1 簡易按壓(垂直向下按壓)
- 6.2.2 USB接頭插入
- 6.2.3 插配孔洞
- 6.2.4 螺絲鎖付

專用序列教學

- 6.3.1 Paste序列
- 6.3.2 ScrewTighten序列
- 6.3.3 HeightInspect序列
- 6.3.4 Insert序列

SPEL+命令的教學

6.4 命令版本(簡易按壓)

開始教學前，務必確認已正確完成以下連接或設定：

- 使用 Epson 感應器凸緣
- 力覺感應器已安裝於機器人
- 力覺感應器已連接至力覺感應器 I/F 裝置或電路板的感應器 1
- 力覺感應器 I/F 裝置已連接至控制器
或力覺感應器 I/F 電路板已正確連接至控制器
- EPSON RC+可與控制器進行通訊
- 已連接機器人及控制器
- 機器人已登錄為機器人 1

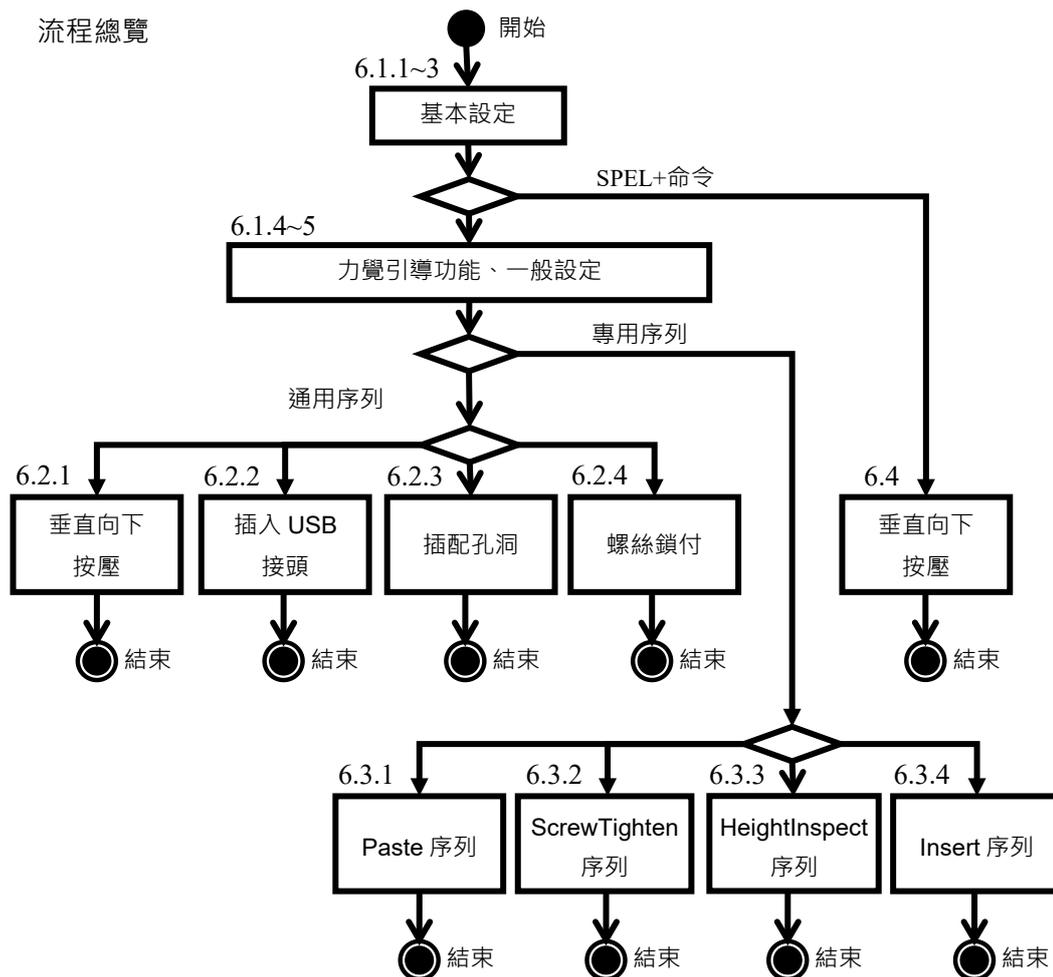
如需關於連接或設定的詳細資訊，請參閱下一章及下列手冊：

硬體篇: 6. 安裝方法

EPSON RC+ 7.0 User's Guide

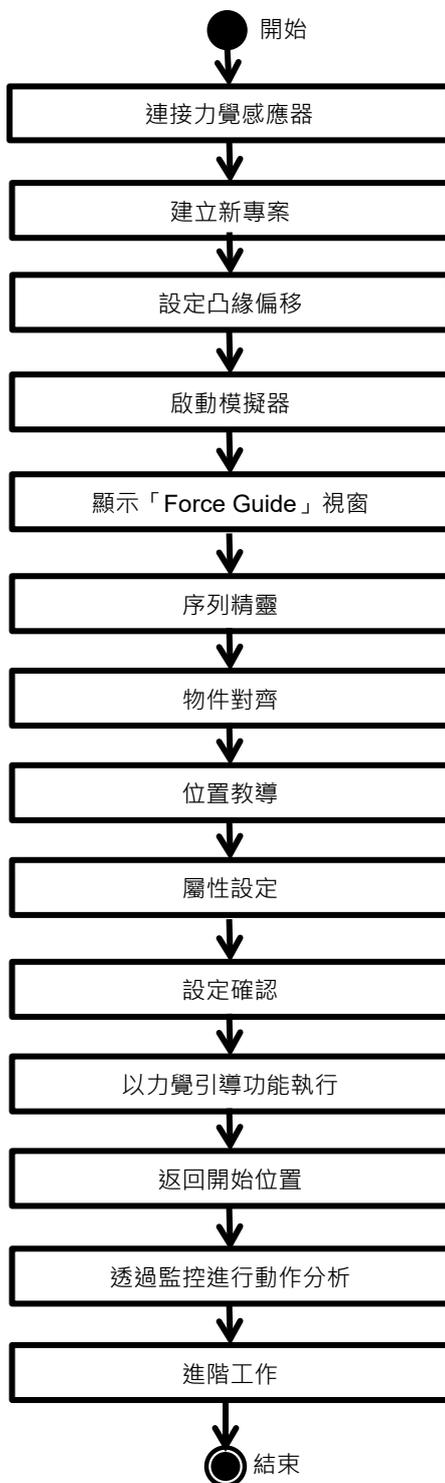
- 3. 使用者入門
- 10. 機器人設定

流程總覽

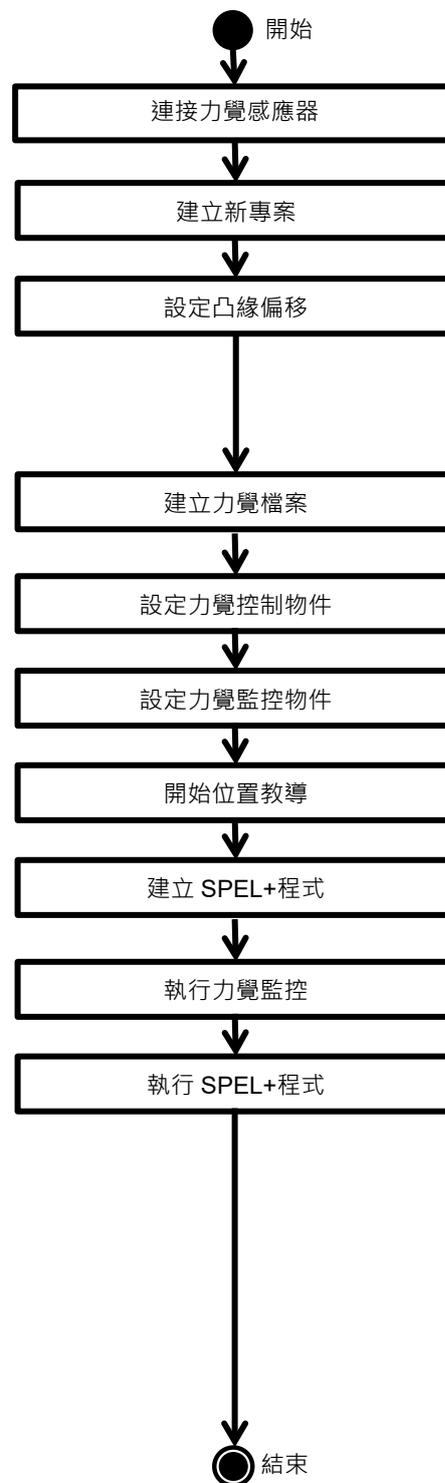


教學流程及詳細資訊

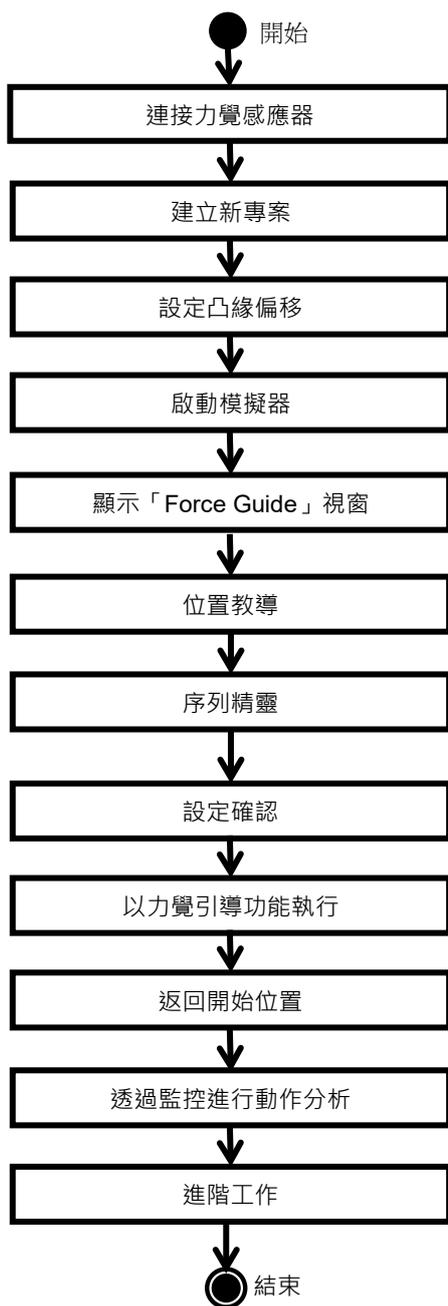
力覺引導功能 (通用序列)



SPEL+命令功能



力覺引導功能 (專用序列)



6.1 一般設定

說明利用 EPSON RC+使用此選配時的必要設定。

首先，將力覺感應器安裝至機器人。然後，請參閱下列章節以完成設定。僅需在初次使用本選配時進行設定。

不需每次設定。

6.1.1 力覺感應器的連接設定

6.1.2 建立新專案

6.1.3 設定凸緣偏移

6.1.4 啟動模擬器

若已完成 6.1.1 至 6.1.4 的設定，請參閱下列章節並顯示[Force Guide]視窗。

6.1.5 顯示[Force Guide]視窗

然後，繼續以下教學：

6.2.1 簡易按壓(垂直向下按壓)

6.2.2 USB接頭插入

6.2.3 插配孔洞

6.2.4 螺絲鎖付

6.3.1 Paste序列

6.3.2 ScrewTighten序列

6.3.3 HeightInspect序列

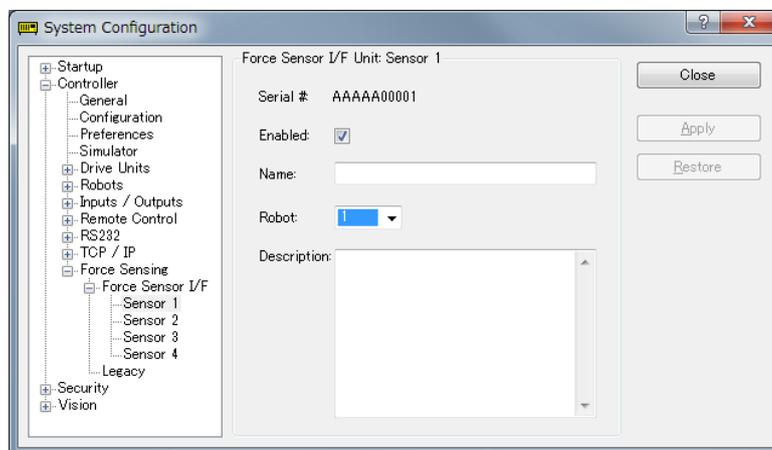
6.3.4 Insert序列

6.4 命令版本(簡易按壓)

6.1.1 力覺感應器的連接設定

以下說明如何將執行力功能的機器人連接至力覺感應器。

- (1) 選擇「EPSON RC+」功能表-[System Configuration]-[Controller]-[Force Sensing]-[Force Sensor I/F]-[Sensor 1]。

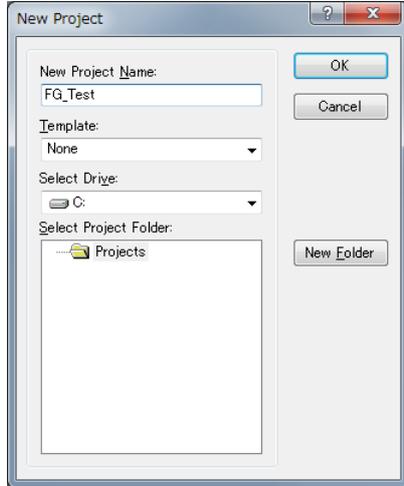


- (2) 勾選[Enabled]核取方塊。
- (3) 在[Robot]內選擇「1」。
- (4) 等待機器人控制器重新啟動。

6.1.2 建立新專案

以下說明如何建立執行力功能的專案。

- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Project]-[New Project]。
[New Project]對話方塊會隨即顯示。

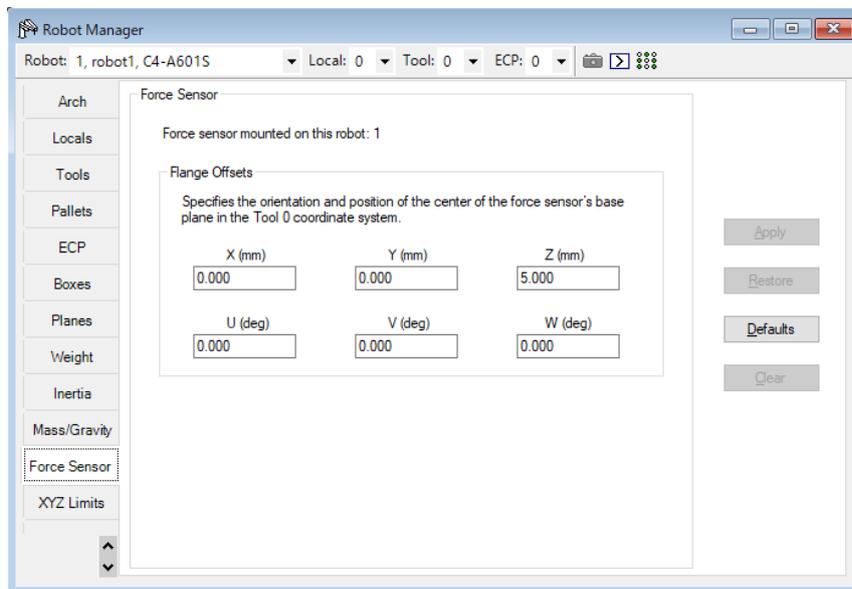


- (2) 在[New Project Name]輸入「FG_Test」。
- (3) 按一下<OK>按鈕。

6.1.3 設定凸緣偏移

以下說明如何設定凸緣偏移。

- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Robot Manager]。
[Robot Manager]對話方塊會隨即顯示。
- (2) 選擇[Force Sensor]標籤。



(3) 設定凸緣偏移。

使用 Epson 感應器凸緣時:

按一下<Defaults>按鈕，然後按一下<Apply>按鈕。

數值會因目前使用的機器人而異。

如有必要，請參閱下列章節。

軟體篇: 2.2 座標轉換

使用自備的感應器凸緣時:

輸入各數值，並按一下<Apply>按鈕。

第 6.1.4 節後的內容為力覺引導功能設定。

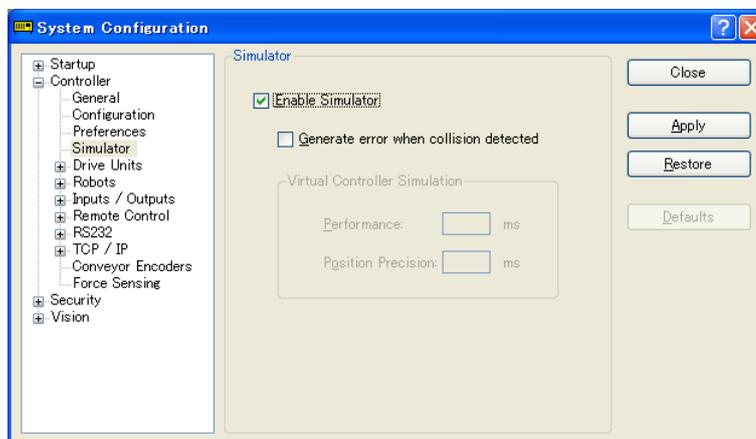
如需 SPEL+命令功能的設定，請前往以下章節:

6.4 命令版本(簡易按壓)

6.1.4 啟動模擬器

以下說明如何啟動模擬器功能。

- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Setup]-[System Configuration]。
[System Configuration]對話方塊會隨即顯示。

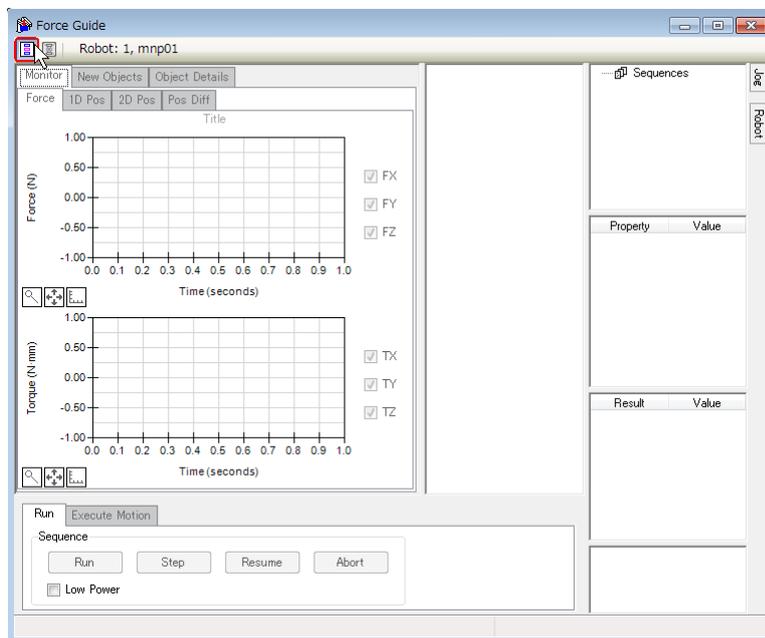


- (2) 選擇[Controller]-[Simulator]。
- (3) 勾選[Enable Simulator]核取方塊。
- (4) 按一下<Apply>按鈕。
- (5) 等待機器人控制器重新啟動。

6.1.5 顯示[Force Guide]視窗

以下說明如何啟動力覺引導功能。

- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Force Guide ]。
[Force Guide]視窗會隨即顯示。
- (2) 按一下<New Sequence >按鈕。



- (3) 「Sequence Wizard」會隨即顯示。



6.2 通用力覺序列教學

6.2.1 力覺引導功能 (垂直向下按壓)

「按壓」為最簡單的操作，本教學說明此操作為垂直向下。

若將力覺感應器的頂板直接按壓至堅硬台面或具有不規則邊緣的物體上，則頂板將會受損或彎曲。

執行「按壓」操作時，務必採取下列動作：

- 將橡膠片或氣墊滑入「按壓」物件及力覺感應器之間。
- 安裝棒狀末端夾具以進行練習。



注意

- 本教學中所述的參數僅為參考值。

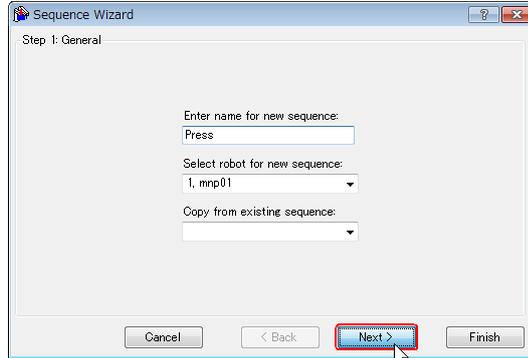
請注意，已使用相對穩定的參數，但操作可能不會成功，或在特定操作條件下動作時可能會發生震動，且可能需要調整參數。

此外，為了方便說明，會使用緩慢穩定的參數。如需加快操作速度，參數需進行調整。

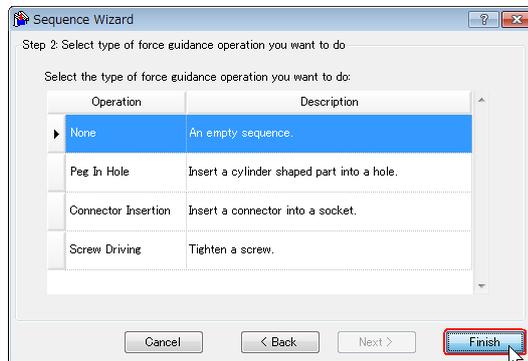
6.2.1.1 序列精靈

以下說明如何建立「垂直向下按壓」的力覺引導序列。

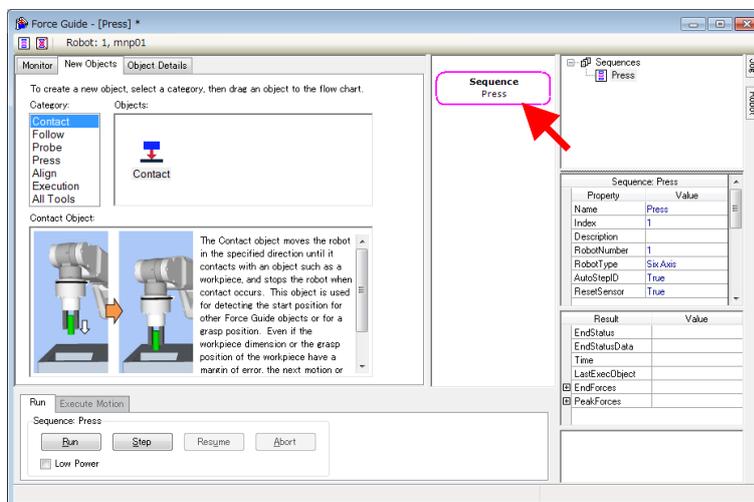
- (1) 在[Enter name for new sequence]方塊內輸入「Press」。
按一下<Next>按鈕。



- (2) [Step 2: Select type of force guidance operation you want to do]對話方塊會隨即顯示。
選擇[None]。
按一下<Finish>按鈕。



- (3) 確認已建立[Press]序列。



[Press]序列為空序列。沒有對齊的物件。
繼續下一部分。

6.2.1.2 物件對齊

以下說明如何在流程途中將力覺引導物件對齊。

僅可使用「按壓」物件執行按壓操作。不過，提升操作品質及改善循環時間時，將「接觸操作」從「按壓操作」中分隔，可有效執行操作。

在本教學中，將「接觸」從「按壓」中分隔，並建立力覺引導序列。

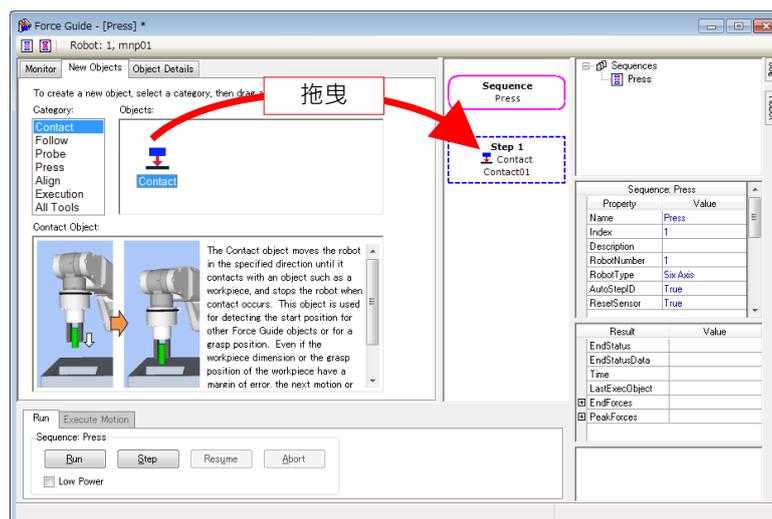
(1) 選擇[Force Guide]視窗-[New Objects]標籤。

在[Category]選擇「Contact」。

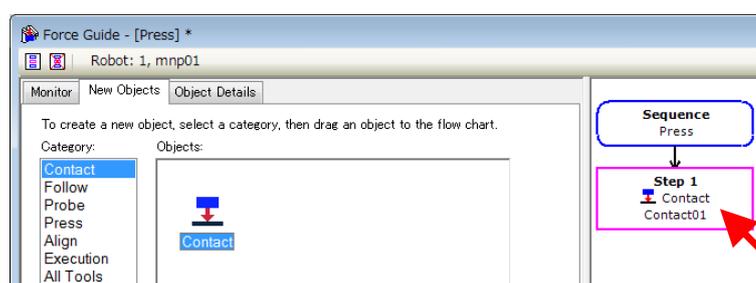
按一下[Objects]-<Contact>圖示。

說明會隨即顯示在視窗的下半部。

將<Contact>圖示拖曳至流程圖。

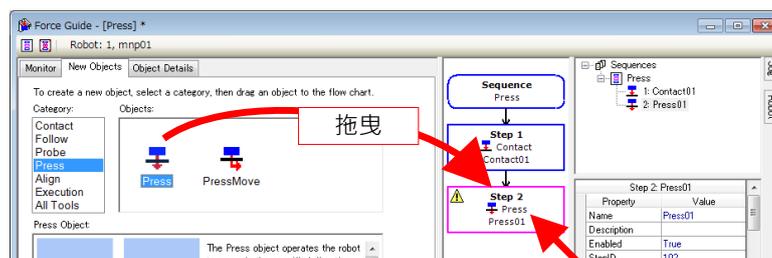


「Contact」物件已登錄為[Contact01]物件。



(2) 在[Category]內選擇「Press」。

將[Objects]-<Press>圖示拖曳至流程圖。



「Press」物件已登錄為[Press01]物件。

現在，已完成物件設定。下一部分將說明屬性設定。

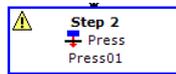
6.2.1.3 屬性設定

以下說明如何針對按壓操作所需的屬性進行設定。

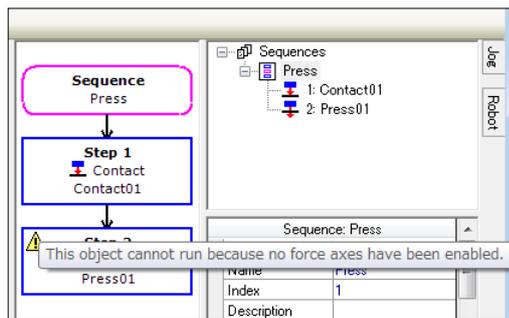
數值如下所示:

- 結束Contact物件的閾值 : 4 [N]
- 按壓力 : 4 [N]
- 按壓時間 : 1.0 [s]

(1) 預設情況下， 標誌會顯示在流程圖上。您必須設定屬性。

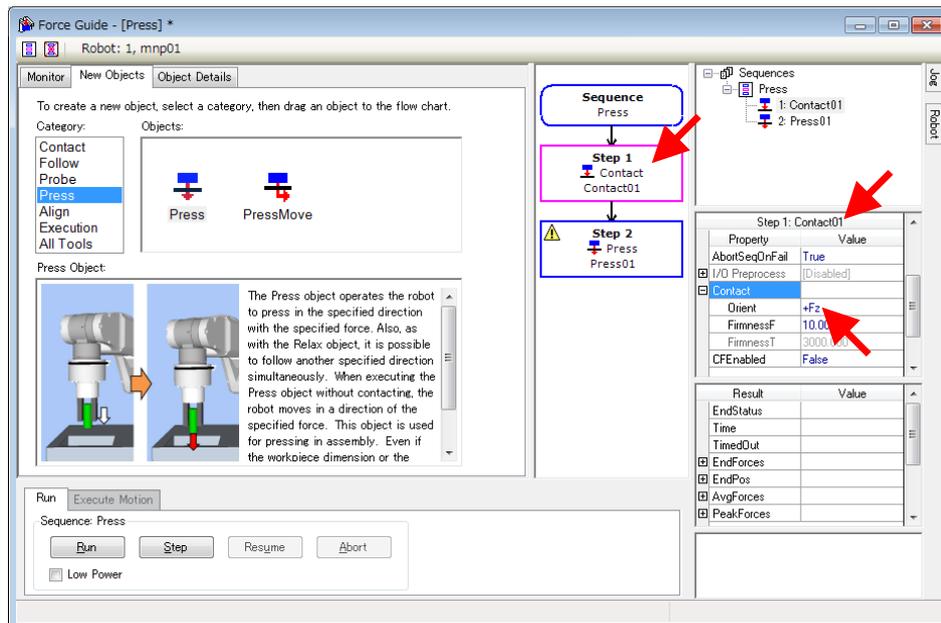


將滑鼠指標移至  標誌上以顯示工具提示。工具提示會顯示需要修改的設定或內容。



(2) 按一下[Contact01]的物件流程。

屬性及結果會隨即顯示。

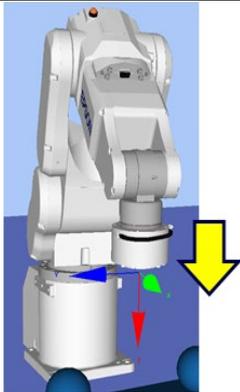


- (3) 確認[Contact]-[Orient]屬性值為「+Fz」。
 接觸方向與工具設定方向相同，皆為「+Fz」。
 其設定為 6 軸機器人的「向下按壓」。此時，[ContactForceThresh]屬性值僅可輸入負(-)值。

「按壓」方向會依工具設定方向而設定。

在 6 軸及 SCARA 機器人中，安裝類型為標準型(臺架式安裝)時，感應器頂板的工具設定將會相反。設定如下所示。

[參考]

	6 軸機器人	SCARA 機器人
機器人動作影像 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin: 10px;">按壓</div>		
(Press/Contact) Orient	+Fz	-Fz
Force 符號 (包含監控顯示器)	-	+

(4) 變更[Contact01]屬性。

不需變更未顯示在以下清單的項目。

按一下各項目，以在右下角的快速說明中顯示屬性總覽或設定範圍。

如需設定項目的詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 4.2.2.1 Contact 物件

項目	數值	說明
ContactOrient	+Fz	設定要接觸的方向。 機器人會往指定方向移動。
ContactFirmnessF	2	設定力控制功能硬度。 設定較大值時: 力控制功能會增強。但對力變化的反應速度較慢。 設定較小值時: 力控制功能會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易產生震動。 設定較小絕對值時: 接觸動作的移動速度將加快。 在不損壞工件或機器人的情況下，設定速度提升限制。
Force End Conditions - ContactForceThresh	- 4	決定接觸力的閾值。 在 Timeout 的指定時間內，Fz 方向中的力絕對值大於 ContactForceThresh 的力絕對值。 機器人完全接觸物件時，接近物件的速度會影響力道。務必將因過衝而發生載重施加至工件或機器人的可能性納入考量。
Timeout	10	若 10 秒內未符合結束條件，則會發生錯誤。 此可避免接觸偵測的目標過遠等意外動作或不當設定的動作。

(5) 按一下[Press01]物件。

屬性會隨即顯示。

Step 2: Press01	
Property	Value
Tz	Disabled
CFEnable	False
EndCheck	AND
Force End	[Disabled]
Pos End	
I/O End	[Disabled]
Timeout	10.000 sec

(6) 變更[Press01]屬性。

不需變更未顯示在以下清單的項目。

按一下各項目，以在右下角的快速說明中顯示屬性總覽或設定範圍。

項目	數值	說明
Fz - ControlMode	Press+	Fz 方向的力控制功能模式。 Press+: 機器人會往各軸的正方向移動並按壓。
Fz - Force	-4	設定按壓力。(負值) 如為裝配或組裝工作，通常會將 Fx、Fy 及 Fz 的力設為 3 至 5 [N]或-3 至-5 [N]。 但正確數值會因工作或工件而有所不同。
Fz - Firmness	2	設定 Fz 方向的力控制功能硬度。 設定較大值時: 力控制功能會增強。但對力變化的反應速度較慢。 設定較小值時: 力控制功能會減弱。對力變化的反應速度較快，但容易產生震動。
Timeout	1	設定逾時期間。 此並非力達到[PressForce]的時間長度，而是按壓力控制的時間長度。

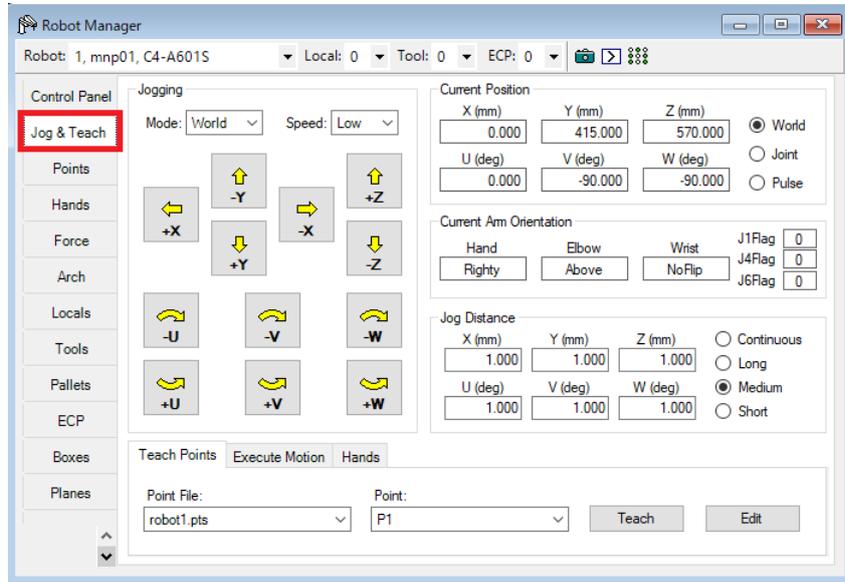
(7) 按一下「EPSON RC+」功能表-[File]-[Save File]。

已修改的屬性已儲存在專案中。

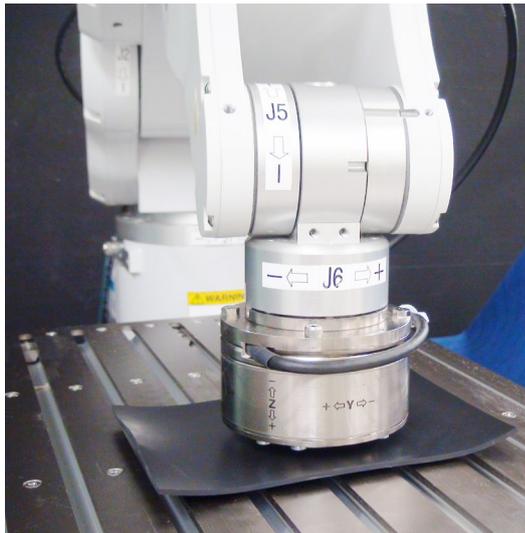
6.2.1.4 位置教導

以下說明如何教導「按壓」動作的起始點。

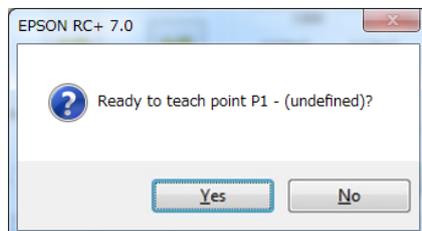
- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Robot Manager]。
[Robot Manager]對話方塊會隨即顯示。
- (2) 選擇[Jog & Teach]標籤。



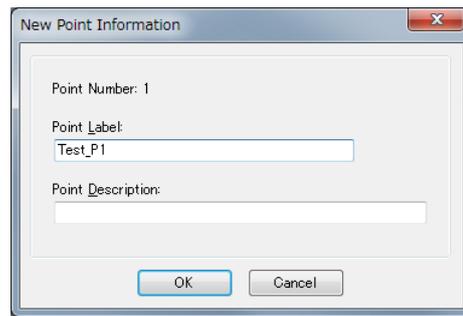
- (3) 按一下「Jog」按鈕，並將機器人移動到要按壓的目標物件上方 3 mm 處。



- (4) 在[Point]內選擇「P1」。
- (5) 按一下<Teach>按鈕。
下列訊息會隨即顯示。確認訊息並按一下<Yes>按鈕。



- (6) [New Point Information]對話方塊會隨即顯示。
在[Point Label]中輸入「Test_P1」，並按一下<OK>按鈕。

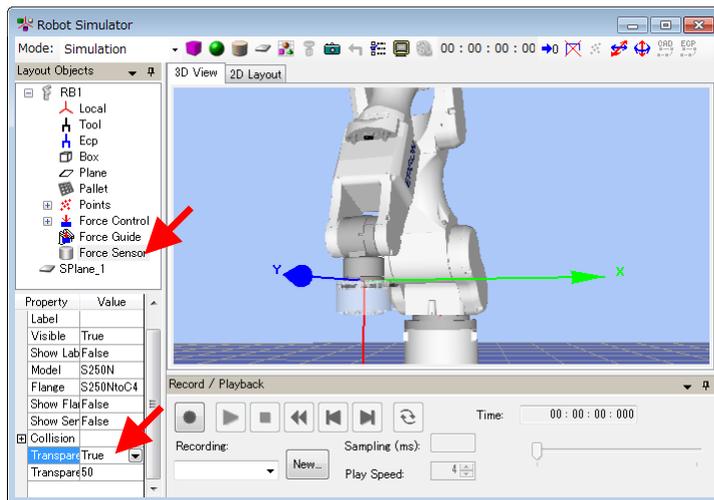


- (7) 按一下「EPSON RC+」功能表-[File]-[Save All]。
已設定內容將會儲存在檔案中。

6.2.1.5 檢查設定

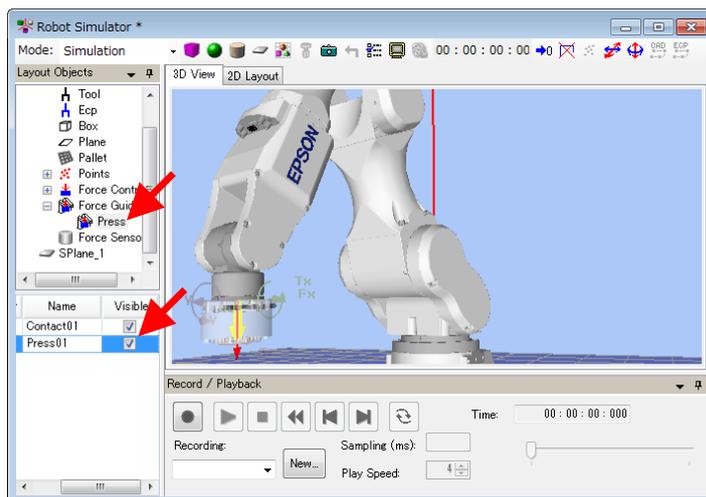
以下說明如何使用模擬器來檢查「按壓」方向設定是否正確。

- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Simulator]。
顯示[Simulator]視窗。
- (2) 按一下物件樹狀結構-[Tool]。
- (3) 在「No.0」勾選[Visible]核取方塊。「Tool 0」箭頭會隨即顯示。
- (4) 按一下物件樹狀結構-[Force Sensor]。
- (5) 將[Transparent]屬性設為「True」。
「Tool 0」箭頭原點會隨即顯示。



- (6) 在「No.0」勾選[Visible]核取方塊。
「Tool 0」箭頭會隨即隱藏。
- (7) 選擇物件樹狀結構-[Force]-[Force Guide]-[Press]。
在「Contact01」及「Press01」勾選[Visible]核取方塊。
黃色箭頭會隨即顯示 Contact 及 Press 物件的動作方向。
若箭頭方向不是向下，表示下列設定不正確。
請參閱引導功能的參考說明以變更設定。

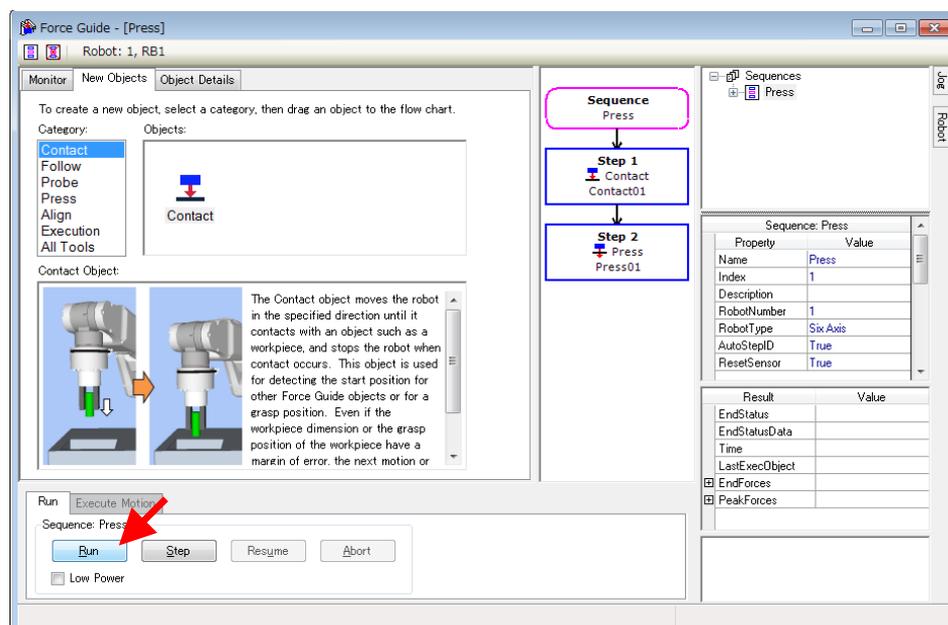
軟體篇: 6.2.1.3 屬性設定



6.2.1.6 透過力覺引導功能動作

以下說明如何執行力覺引導序列，使其透過EPSON RC+執行「按壓」操作。

(1) 顯示[Force Guide]視窗。



(2) 按一下<Run>按鈕。

編輯會隨即執行。編程會傳送至機器人控制器。若此設定不正確，則會發生錯誤。若發生錯誤，請檢查到目前為止的設定，並根據錯誤訊息修改參數。

6.2.1.7 回復非接觸狀態

以下說明如何回復非接觸狀態。

即使「按壓」操作已完成，機器人和按壓目標物件之間的力仍會持續施加。為避免機器人和末端夾具發生故障或受到損害，操作結束時請立即將機器人移離該物件，且必須確保沒有外力施加於該物件。若沒有明確外力施加於該物件，則可略過此步驟。

回復非接觸狀態的步驟如下所示：

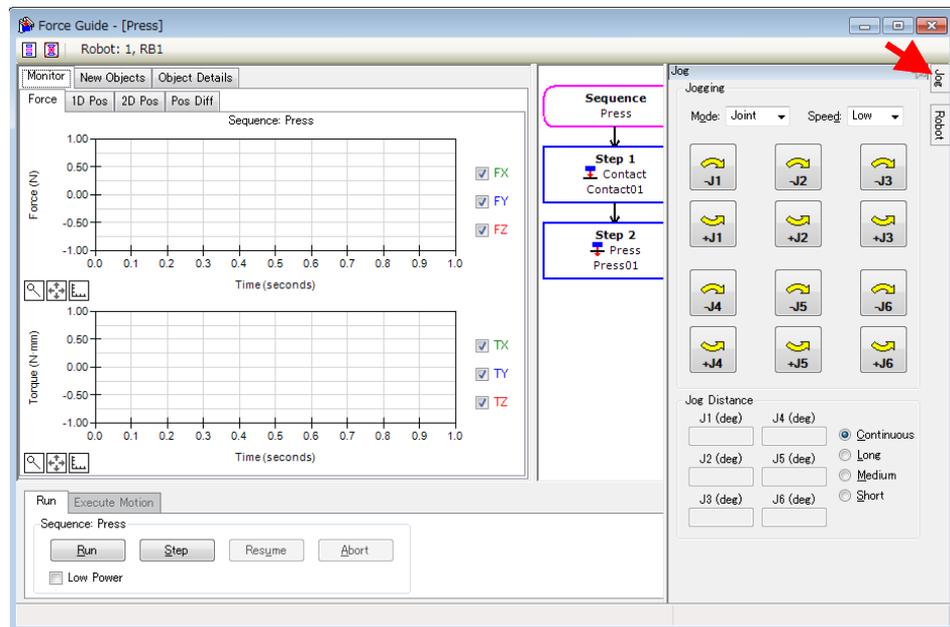
- 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Robot Manager]-[Jog & Teach]面板-[Jog]群組，並手動執行步進動作，將機器人移離該物件。
- 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Robot Manager]-[Jog & Teach]面板-[Execute Motion]標籤，並將機器人移離該物件。
- 在[Command Window]執行 Move 命令，並將機器人移離該物件。
- 在 Press 物件後新增 SPELFunc 物件，並在力覺引導序列結束時自動將機器人移離該物件。

以下說明如何透過按一下[Robot Manager]-[Jog & Teach]來回復非接觸狀態。

- (1) 顯示[Robot Manager]對話方塊。
- (2) 選擇[Jog & Teach]標籤。
- (3) 選擇[Execute Motion]標籤。
- (4) 在[Command]內選擇「Move」。
- (5) 在[Destination]內選擇「P1」。
- (6) 按一下<Execute>按鈕。
 機器人移動至起始點:「P1」。現在，機器人為非接觸狀態。

[參考]

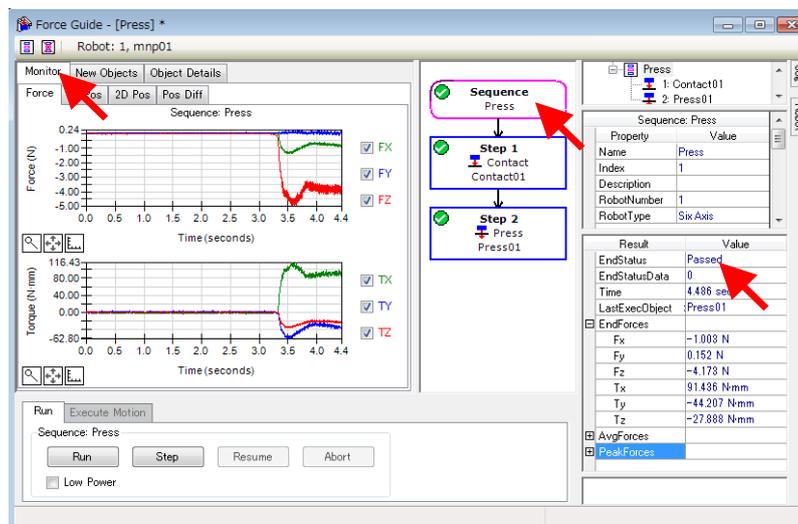
[Jog]標籤會顯示在[Force Guide]視窗的右上方。
 選擇[Jog]標籤時，[Jog]視窗會隨即顯示。按一下「Jog」按鈕或輸入數值，機器人將會移動並設定為非接觸狀態。



6.2.1.8 透過監控進行動作分析

以下說明如何檢查EPSON RC+執行之力覺引導序列的動作結果。

(1) 顯示[Force Guide]視窗。



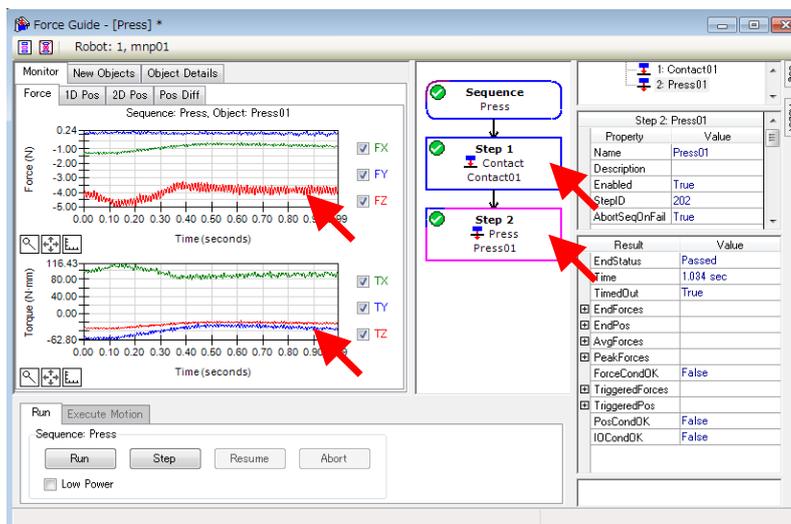
(2) 按一下[Press]的序列流程。

(3) 操作結果(Passed / Failed)、在機器人結束時偵測到的力值及所需時間將會顯示於[Result]。

[Monitor]標籤:

執行[Press]序列期間的力及位置會顯示在圖表中。

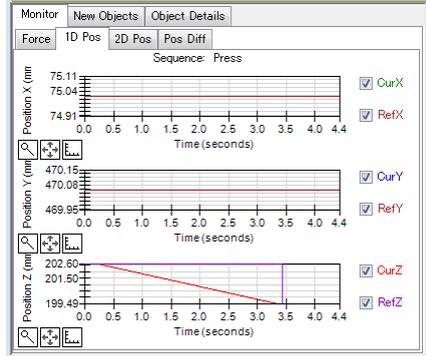
按一下[Step1]及[Step2]的物件流程，可顯示執行所選力覺引導物件期間的力及位置。



[1D Pos]標籤

此為分析圖表。(水平軸: 時間, 垂直軸: 位置)

機器人會往位置 Z 圖中 CurZ 變低(小)的方向移動。由於「Step 1」在大約 3.4 秒時結束, 且已完成力覺控制, 您會發現 RefZ(參考位置)值直接降至(跳至)CurZ(目前位置)。



[2D Pos]標籤

此為分析圖表。(水平軸, 垂直軸: 位置)

由於機器人不會往 X-Y 方向移動, 因此不需對 Z 方向進行簡易按壓操作。

執行下列操作並檢查圖表。

軟體篇: 6.2.1.9 進階工作 中的「3」

[Pos Diff]標籤

顯示因力覺控制產生的位置相對變化。

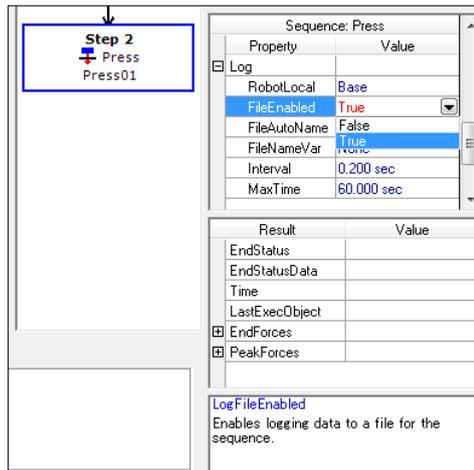
變更圖表的單位, 並檢查力或位置的變化。

6.2.1.9 進階工作

現在執行下列工作。

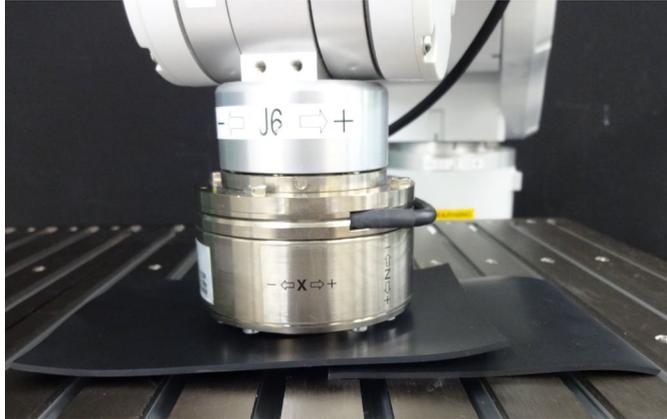
1. 首先，在 3 秒內將按壓力設定為 1 [N]。
接著，執行連續動作，並在 3 秒內將力增加至 10 [N]。
提示: 您需要新增物件。總共需要三個物件。
2. 依照下列方式設定力覺引導序列屬性，並記錄記錄檔。
在預設設定中，其會以 csv 格式與正在進行的專案記錄在相同的資料夾中。
在試算表軟體中開啟檔案並建立圖表。

	項目	數值	說明
Log	RobotLocal	Base	若為執行力覺引導序列期間記錄的機器人位置方向，請設定參考本地座標系編號。 設定基礎座標系以記錄機器人位置。
	FileEnabled	True	設定是否儲存在檔案中。 啟動記錄檔建立程序。
	FileAutoName	True	設定是否自動設定要記錄的檔案名稱。
	Interval	0.05	針對要記錄的檔案設定取樣期間。 將記錄間隔設定為 0.05 秒。



3. 跟隨 X 及 Y 軸方向，並確保僅對 Z 方向執行「按壓」。
提示: 選擇「Follow」，X 及 Y 軸會執行跟隨動作。

透過將工具設定設為接觸位置的中心，可透過扭力假設接觸平面或接觸位置發生傾斜，或沿著平面執行跟隨動作。

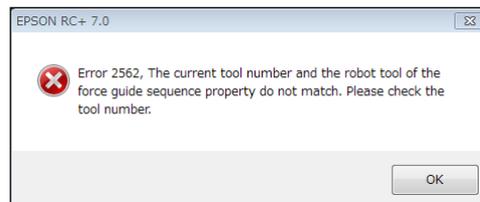


- 3-1 僅力覺感應器安裝至 C4 系列機器人時，接觸位置的中心厚度為 49 mm。設定並選擇 Tool 1。
透過命令視窗執行下列命令。

```
> TLSet 1, XY(0, 0, 49, 0, 0, 0)
```

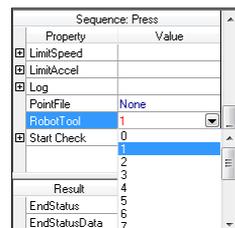
```
> Tool 1
```

- 3-2 按一下[Force Guide]視窗-<Run>按鈕。
此時會發生下列錯誤。



若未正確執行工具設定，將無法正確操作機器人動作，或末端夾具或工件將會受損。為避免發生上述問題，因此會出現此錯誤。

- 3-3 顯示[Press]序列的屬性。
在[RobotTool]內選擇「1」。

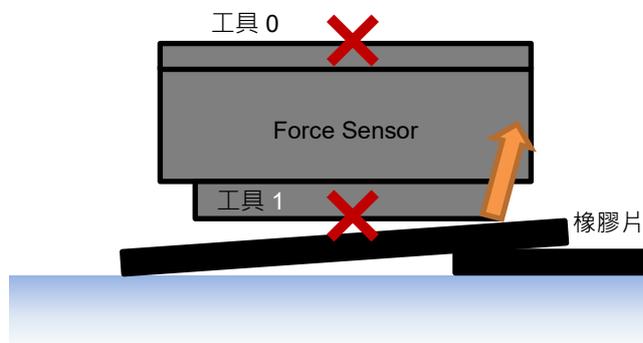


3-4 由於工具設定已變更，即使使用相同的點位資料，機器人的實際機械臂關節角度也會不同。

請參閱下列章節以重新教導示教位置。

軟體篇: 6.2.1.4 位置教導

3-5 偵測到與「工具 0」及「工具 1」相對應的不同扭力值。(見下圖)。移動力值相同。

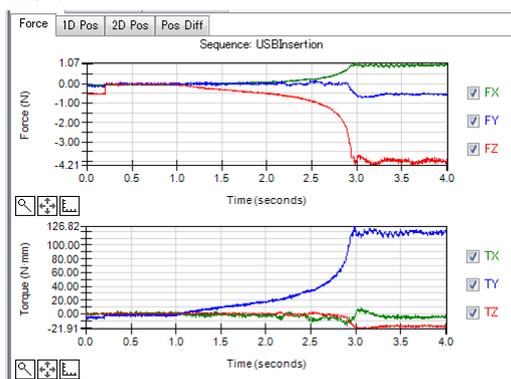


扭力計算方式

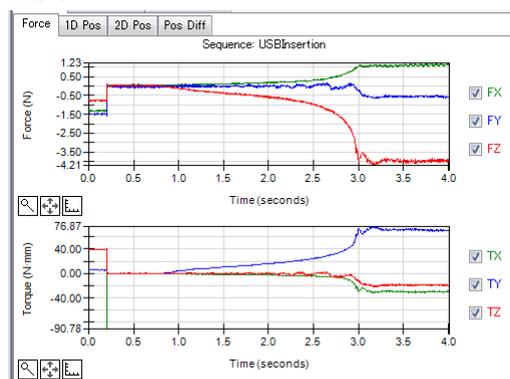
從力覺座標系原點檢視的接觸位置距離(通常會與工具座標系相符) \times 力=扭力。

如下圖所示，移動力的波形皆相同。不過，扭力的波形會因接觸位置距離而異，且「工具 0」可測量到更大的值。

工具 0



工具 1



現在，垂直向下按壓的教學已結束。

6.2.2 力覺引導功能 (插入USB接頭)

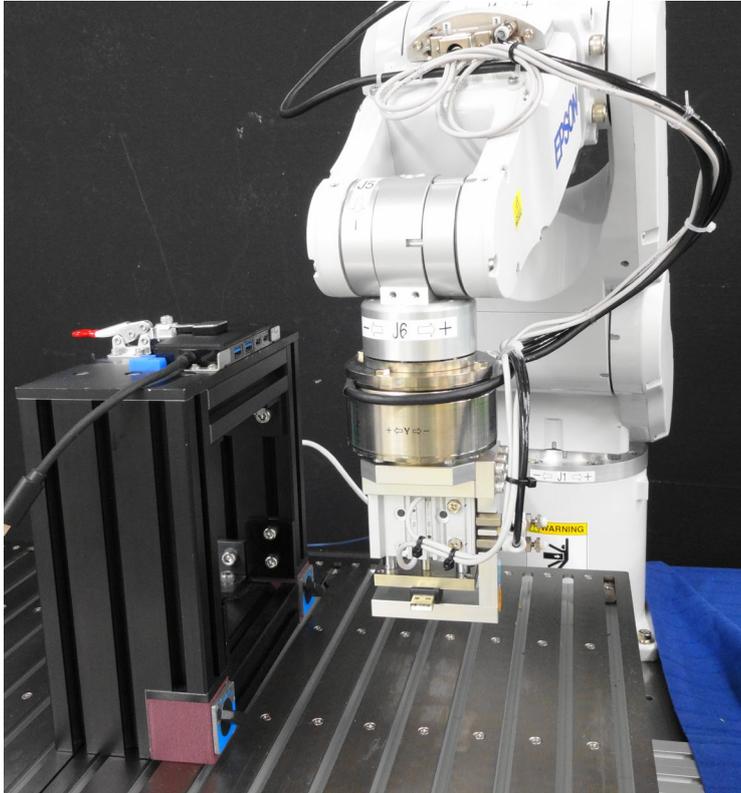
以下說明如何插入 USB 接頭。

市售 USB 纜線及 USB 集線器可用於工件。

請自行備妥用於固定或抓握工件的夾子。若設定不正確，工件可能會受損。務必備妥可接受發生損壞的 USB 裝置。此外，使用非通電狀態的工件以繼續本教學。

務必使工件位置或插入方向的設定與下圖相同。

在本教學中，若要抓取 USB 接頭，可使用「螺絲」來固定 USB 接頭。



注意

- 本教學中所述的參數僅為參考值。

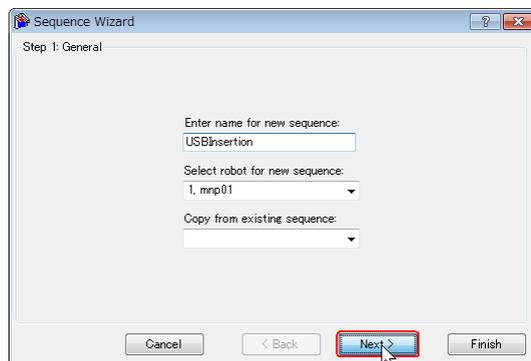
請注意，已使用相對穩定的參數，但操作可能不會成功，或在特定操作條件下動作時可能會發生震動，且可能需要調整參數。

此外，為了方便說明，會使用緩慢穩定的參數。如需加快操作速度，參數需進行調整。

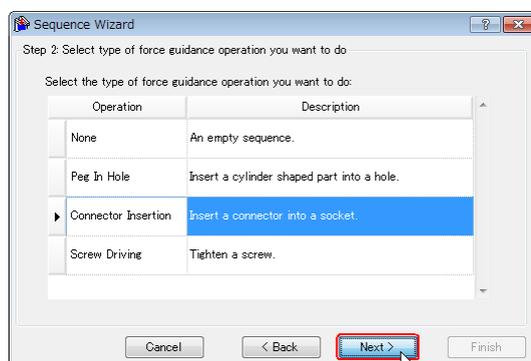
6.2.2.1 序列精靈

以下說明如何建立「插入USB接頭」的力覺引導序列。

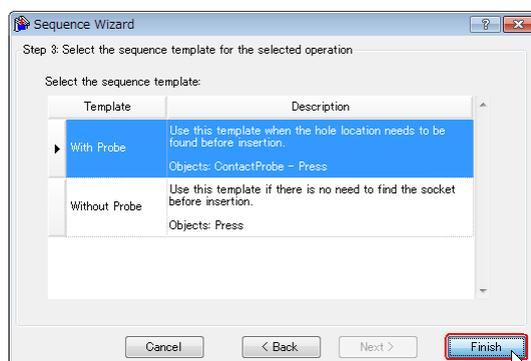
- (1) 在[Enter name for new sequence]方塊內輸入「USBInsertion」。
按一下<Next>按鈕。



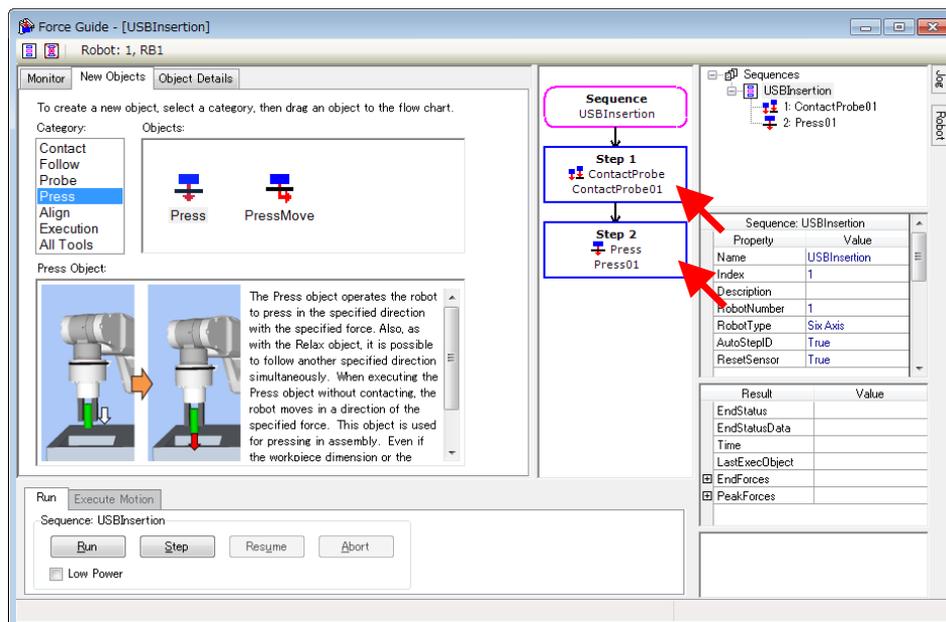
- (2) [Step 2: Select type of force guidance operation you want to do]對話方塊會隨即顯示。
選擇[Connector Insertion]。
按一下<Next>按鈕。



- (3) [Step 3: Select the sequence template for the selected operation]對話方塊會隨即顯示。
選擇[With Probe]。
按一下<Finish>按鈕。



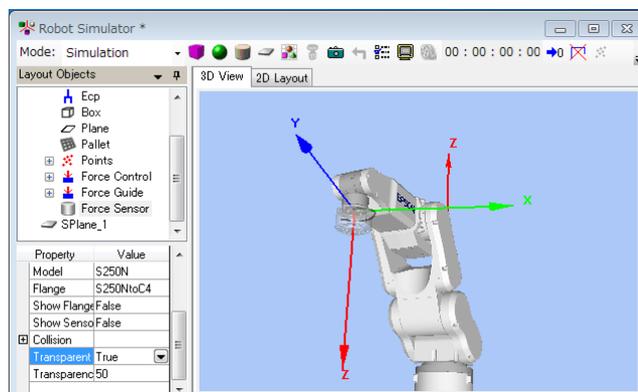
- (4) 確認已建立[USBInsertion]序列。
 ContactProbe - Press



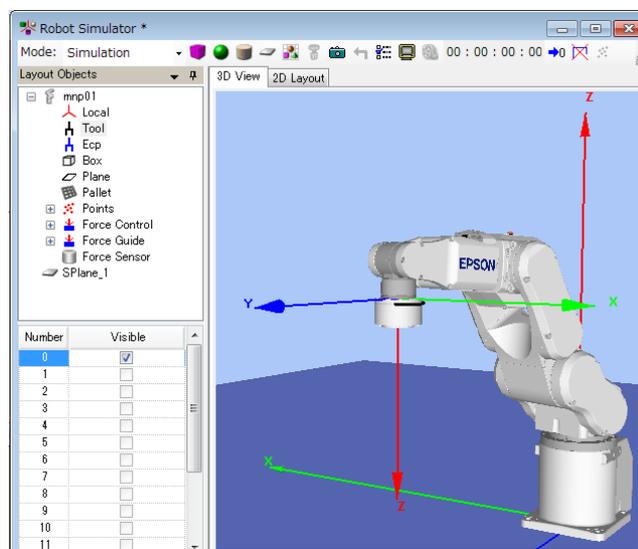
6.2.2.2 確認工具設定

插入接頭時，需注意實際接頭的插入方向及目前使用工具的設定。以下說明如何使用模擬器功能確認設定。

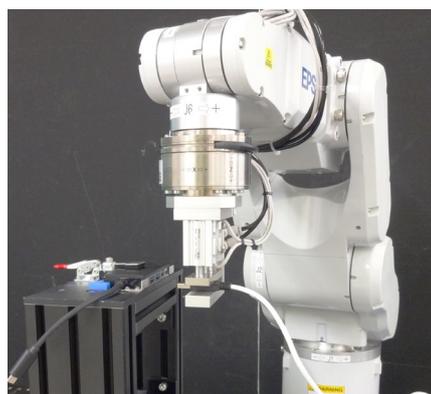
- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Simulator]。
[Simulator]視窗會隨即顯示。



- (2) 按一下物件樹狀結構-[Manipulator Name]-[Tool]。



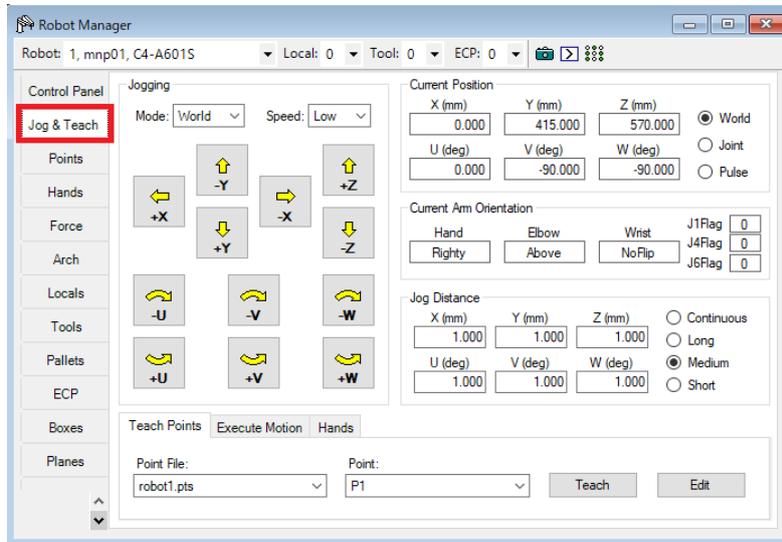
- (3) 在「No.0」勾選[Visible]核取方塊。「工具 0」即會選擇。
與實際機器人相比，可在本教學中看見機器人插入工具的「-X」方向。
若要正確偵測旋轉方向的力，請執行工具設定、定位並進行抓取或接觸。
在本教學中，僅會在轉換方向中使用力控制功能。因此，若您略過此設定，動作將會保持相同。
在本教學中，使用「工具 0」繼續操作。



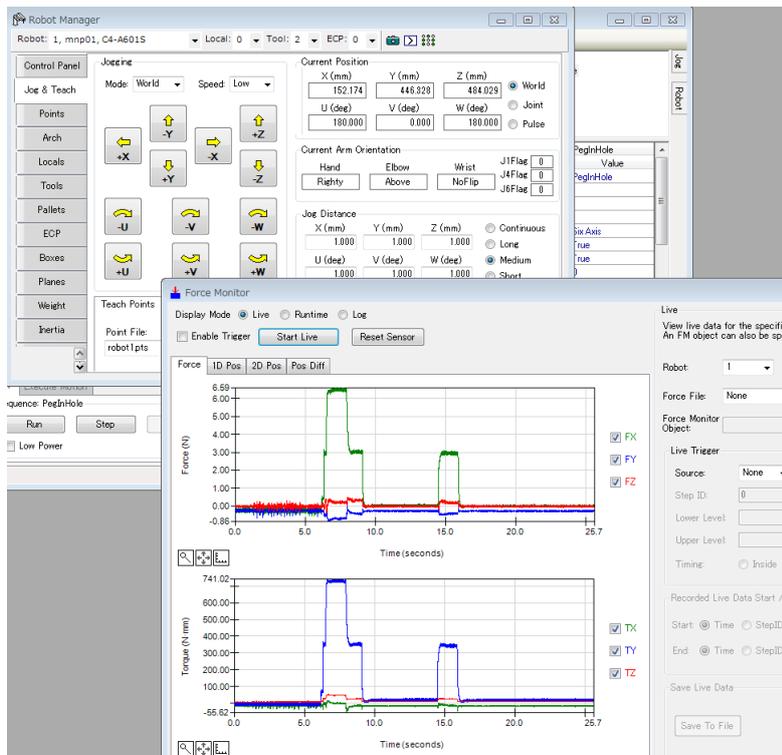
6.2.2.3 點位教導

以下說明如何教導接頭插入動作的開始位置。

- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Robot Manager]。
[Robot Manager]對話方塊會隨即顯示。
- (2) 選擇[Jog & Teach]。



- (3) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Force Monitor]。
[Force Monitor]對話方塊會隨即顯示。

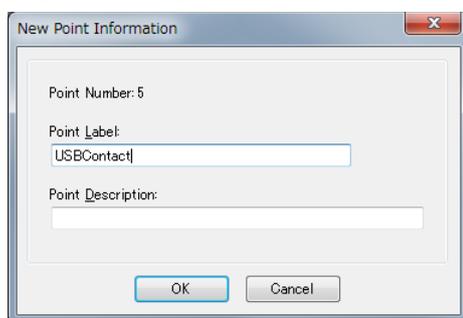


- (4) 按一下<Start Live>按鈕。
開始顯示目前使用之力覺感應器的輸出值。
- (5) 按一下「Jog」按鈕，並將機器人移動至兩個 USB 接頭互相平行面對的位置。
- (6) 按一下<Reset Sensor>按鈕。
因已消除重力影響及感應器值漂移，目前的值將位於「零」位置。

- (7) 選擇[Jog & Teach]-[Jog Distance]，然後按一下<Short>按鈕。
將機器人往轉換方向移動。在移動機器人的同時按數下「Jog」按鈕，直到 USB 接頭觸及 USB 連接埠。
接頭觸及連接埠時，力覺感應器的輸出值會發生變化。根據步進動作的時間點檢查監控值的變化。



- (8) 在[Point]中選擇「P5」。
(9) 按一下<Teach>按鈕。
(10)[New Point Information]對話方塊會隨即顯示。
在[Point Label]中輸入「USBContact」，並按一下<OK>按鈕。



- (11)在[Jog Distance]選擇<Medium>。
將機器人往 USB 接頭不會接觸 USB 連接埠的方向移動 3 mm(按三下「Jog」按鈕)。此外，目視確認機器人是否從接頭中央往+Y 方向移動約 1 mm。將此位置設為插入接頭的起始點。



- (12)在[Point]中選擇「P4」。
(13)[New Point Information]對話方塊會隨即顯示。
在[Point Label]輸入「USBStart」，然後按一下<OK>按鈕。
(14)按一下「EPSON RC+」功能表-[File]-[Save All]。
檔案已儲存。

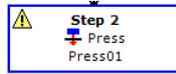
6.2.2.4 屬性設定

以下說明如何設定插入接頭時所需的屬性。

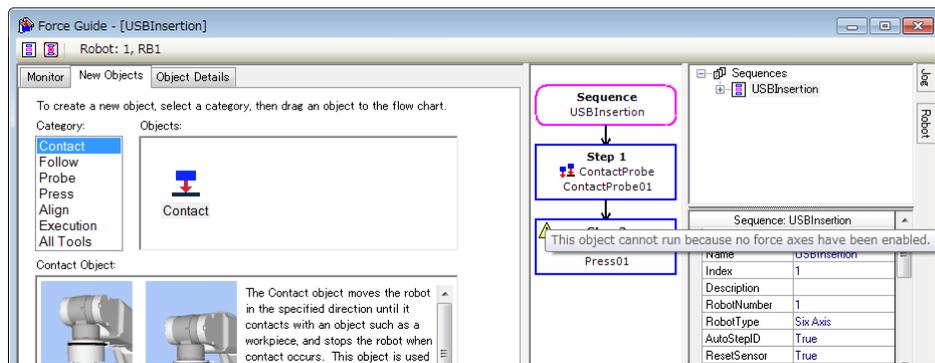
USB TypeA接頭規格如下:

插入力: 35 N以下

- (1) 預設情況下， 標誌會顯示在流程圖上。您必須設定屬性。

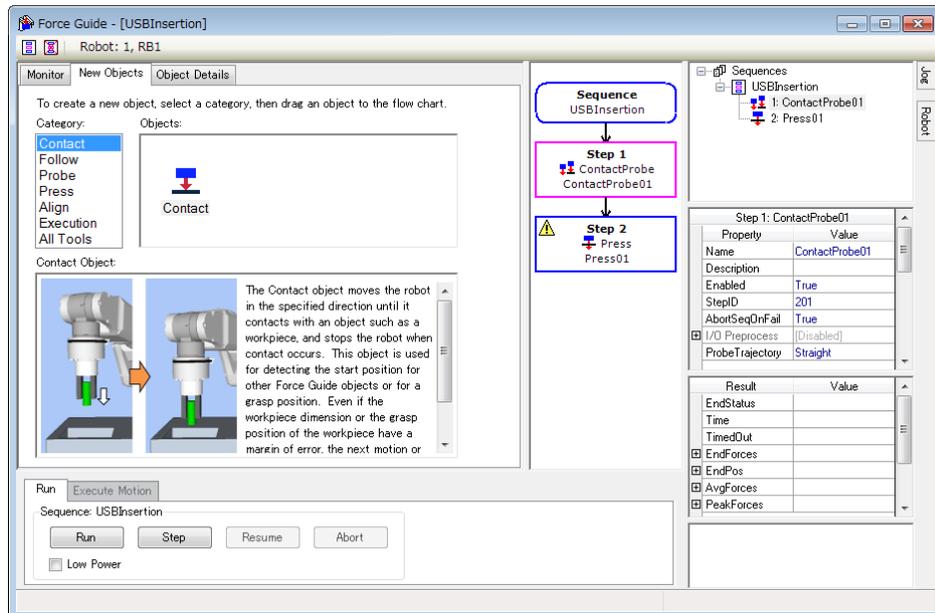


滑鼠指標移動至  標誌上時，會隨即顯示工具提示。工具提示會顯示需要設定或修改的內容。



從 Step 1 依序設定。

- (2) 選擇[ContactProbe01]物件。屬性及結果會隨即顯示。



- (3) 將[Contact]-[Orient]屬性值設為「-Fx」。

(4) 依下表設定其他屬性。

如需詳細資訊，請參閱下列章節：

軟體篇: 4.2.2.6 ContactProbe 物件

項目		數值	說明
ProbeTrajectory		Straight	設定直線探測動作。 機器人以固定間隔接近平面(由[Interval]設定)。
AccelS		200	設定移動的平移加速度。
SpeedS		50	設定移動的平移速度。 離開動作或平移時的速度。
Destination	DestRelativeX	0	設定各方向從起始點至目的地點的相對移動量。 機器人不會偏移至 X 方向。
	DestRelativeY	-3	機器人最多向-Y 方向偏移 3 mm 並進行探測。
	DestRelativeZ	0	機器人不會偏移至 Z 方向。
Contact	ContactInterval	0.5	設定接觸動作的間隔。 設定 0.5 mm。
	Orient	-Fx	設定要接觸的方向。 機器人會往指定方向移動。
	Dist	3	設定起始點至目標接觸點的距離。
	DistMargin	0.5	設定起始點至目標接觸點的邊界距離。 將一側設為 0.5 mm。
	FirmnessF	2	設定力控制功能硬度。 ContactProbe 物件會影響接觸速度。下列算式可計算接觸速度的參考值: [ContactForceThresh] / [ContactFirmnessF]
ForceEnd Conditions	Contact ForceThresh	3	設定閾值以判定是否有接觸。 設定 3 [N]。 在[ContactDist]的目標接觸點外偵測到力(大於 3 N)時，機器人會判定探測動作失敗，並向-Y 方向偏移 0.5 mm 並重複相似操作。
PosEnd Conditions	PosCheckType	Relative Plane	選擇與位置相關結束條件的類型。 以機器人從開始位置移動相對量為條件來設定 Plane。 此由[ContactDist]+[ContactDistMargin]自動產生。
	PlaneNumber	1	設定用於位置結束條件的 Plane 編號。 覆寫 Plane 1。
	PlaneEndCond	Inside	將進入平面(Inside)的狀態設定為結束條件。 機器人移動至指定狀態時，判定為符合結束條件。
Timeout		30	設定接觸動作的逾時期間。 最大逾時期間為 30 秒。

(5) 按一下「EPSON RC+」功能表-[File]-[Save File]以儲存設定。

(6) 依下表設定[Press01]物件的屬性:

	項目	數值	說明
Fx	ControlMode	Press-	力控制功能模式。 Press: 機器人會往軸的負方向移動並按壓。
	PressForce	20	插入時施加力。設定 20 N。
	Firmness	2	設定 X 方向的力控制功能硬度。
Fy	ControlMode	Follow	透過力控制功能執行跟隨動作。
	Firmness	2	設定 Y 方向的力控制功能硬度。
Fz	ControlMode	Follow	透過力控制功能執行跟隨動作。
	Firmness	2	設定 Z 方向的力控制功能硬度。
ForceEnd Conditions	ForceCheckEnabled	True	啟用與力相關的結束條件。
	ForceCheckMode	Press	Press: 僅按壓為判定目標。
	ForceCheckPolarity	Inside	與力相關的結束條件極性。 進入指定範圍(Inside)時為結束條件。
	PressCheckToIF	10	與力相關結束條件的按壓方向範圍。 設定結束條件的範圍。 X 軸: 維持力值介於 20 ± 10 N 範圍的狀態。
	FollowCheckToIF	1	Y、Z 軸: 維持力值介於 0 ± 1 N 範圍的狀態。
	HoldTimeThresh	0.1	設定用於判定是否已符合結束條件的持續時間。 設定 0.1 秒。
Timeout		2	若未符合結束條件 2 秒以上(如無工件存在), 則會視為失敗結束。

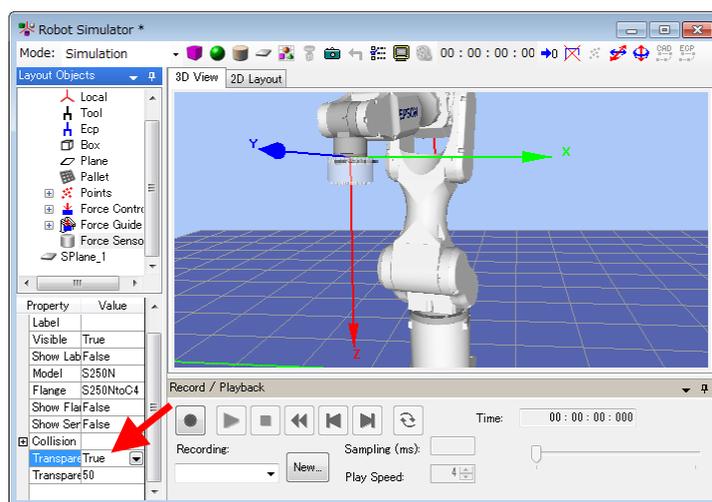
(7) 按一下「EPSON RC+」功能表-[File]-[Save File]。

已修改的屬性已儲存至專案。

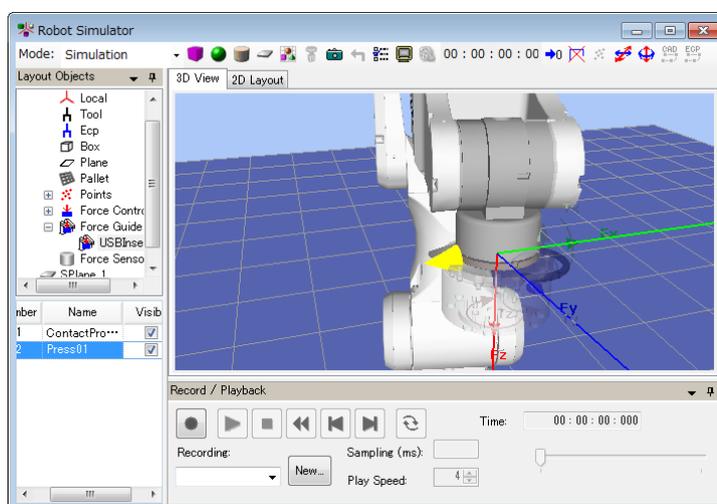
6.2.2.5 設定確認

以下說明如何使用模擬器確認下列設定。

1. 插入時的按壓方向
 2. 判定是否開始插入的接近偵測平面(Plane)
- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Simulator]。
[Simulator]視窗會隨即顯示。
 - (2) 按一下物件樹狀結構-[Tool]。
在「No.0」勾選[Visible]核取方塊。顯示「Tool 0」箭頭。
 - (3) 按一下物件樹狀結構-[Force Sensor]。
將[Transparent]屬性設為「True」。
「Tool 0」箭頭原點會隨即顯示。

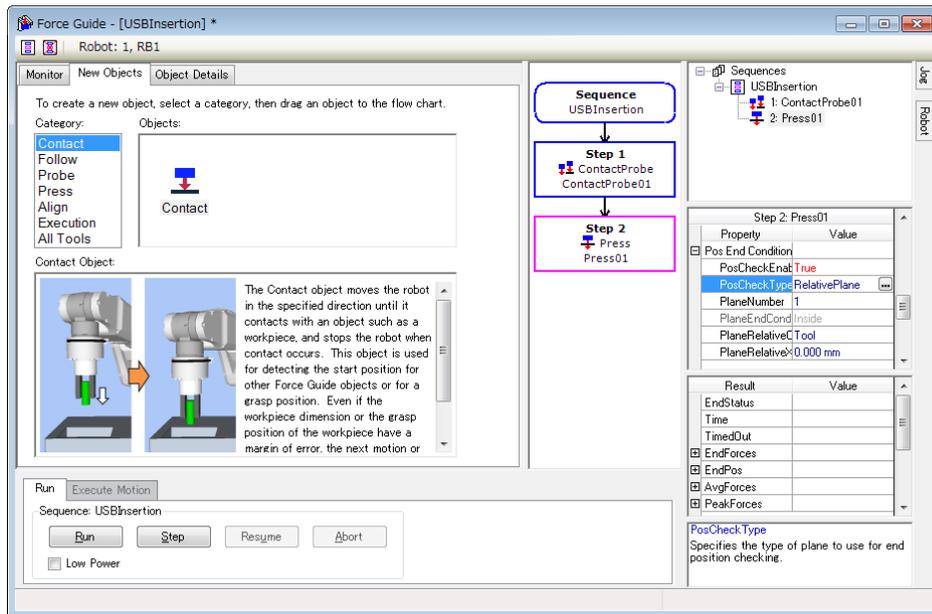


- (4) 選擇物件樹狀結構-[Force]-[Force Guide]-[USBInsertion]。
在「ContactProbe01」及「Press01」勾選[Visible]核取方塊。

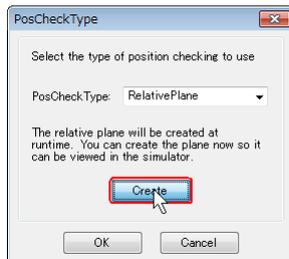


- (5) 檢查 Plane 設定。
若要隱藏黃色箭頭以更清楚看見影像，取消勾選在步驟(4)中勾選的[Visible]核取方塊。

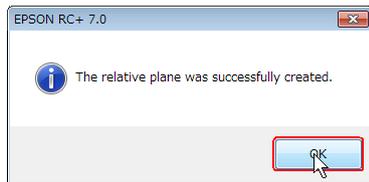
- (6) 按一下[Force Guide]視窗-[ContactProbe01]屬性-[Pos End Condition]，並將[PosCheckEnabled]設定為「True」。



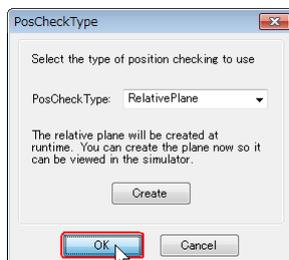
- (7) 按一下[Force Guide]視窗-[ContactProbe01]屬性-[Pos End Condition]-[PosCheckType]，然後按一下[PosCheckType]值「RelativePlane」右側的圖示。
- (8) 以下對話方塊會隨即顯示。
檢查[PosCheckType:]的值为「RelativePlane」。
按一下<Create>按鈕。



- (9) 下列訊息會隨即顯示。
按一下<OK>按鈕。



- (10) 按一下[PosCheckType]對話方塊上的<OK>按鈕。



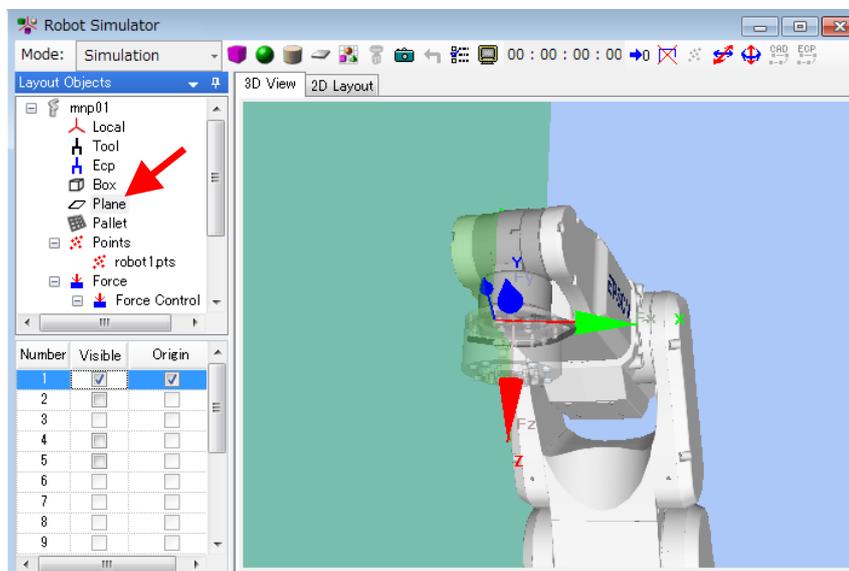
(11)顯示[Simulator]視窗。

按一下物件樹狀結構-[Plane]。

在「Number 1」勾選[Visible]及[Origin]核取方塊。

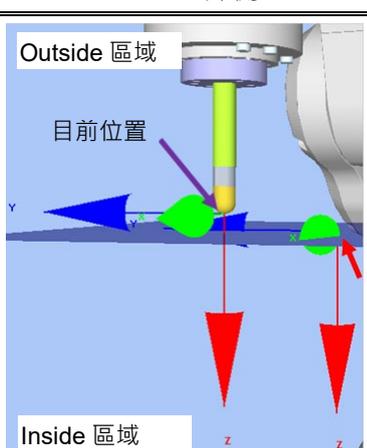
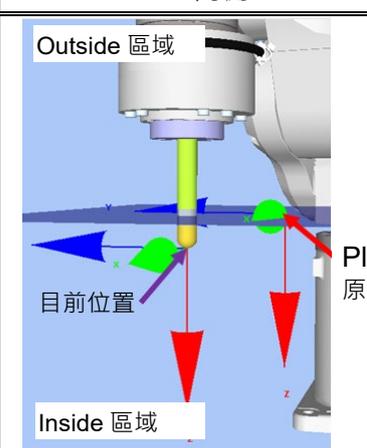
Plane 1 為 ContactProbe 接近偵測位置。若工具存在表示原點的紅色箭頭(Z 方向)範圍內，則 Plane 的傳回值會設定為 True。

若工具不在該範圍內，則傳回值會設定為 False。



[參考]與 Plane 的位置關係

機器人目前位置與 Plane 的位置關係如下所示。若機器人的目前位置位於 Plane 原點的+Z 方向區域，則其將為「內側(Inside)」。

	外側	內側
與 Plane 的位置關係 6 軸機器人	 <p>Outside 區域</p> <p>目前位置</p> <p>Plane 原點</p> <p>Inside 區域</p>	 <p>Outside 區域</p> <p>目前位置</p> <p>Plane 原點</p> <p>Inside 區域</p>
Plane 的判定值 (GetRobotInsidePlane)	0 = Outside	1 = Inside

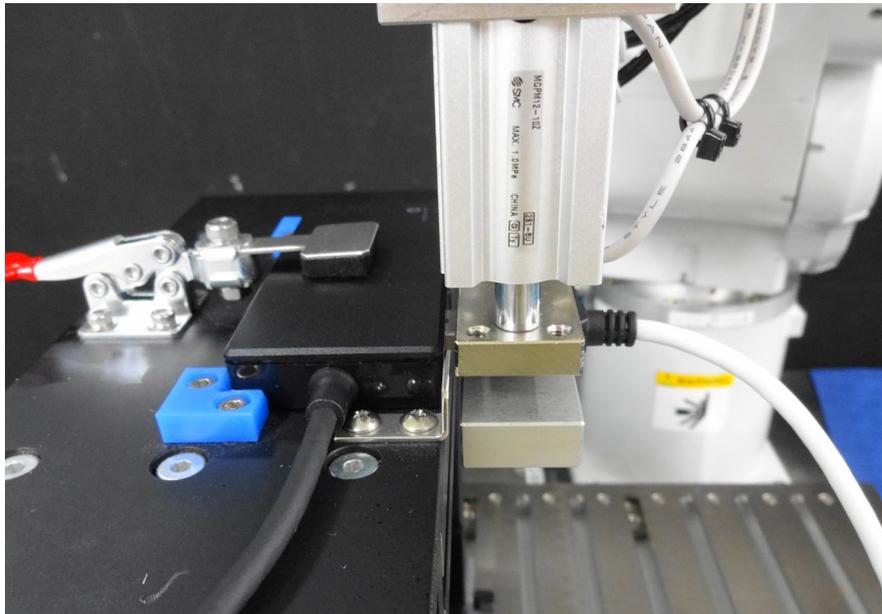
(12)若 Plane 或 Plane 的 Z 軸方向(結束判定條件)的顯示位置與插入方向不同，請參閱下列章節並變更設定。

軟體篇: 6.2.2.4 屬性設定

6.2.2.6 透過力覺引導功能動作

以下說明如何執行力覺引導序列，使其透過EPSON RC+插入USB接頭。

- (1) 顯示[Force Guide]視窗。
- (2) 選擇[Robot]標籤。
- (3) 按一下<POWER HIGH>按鈕。
若機器人可能會使工件破損，請考慮以「低功率模式」操作。
(不過，由於速度及加速度設定在低功率模式中受限，因此力覺控制動作所執行的機器動作可能與使用高功率模式操作時不同。因此，施加至工件的力可能會大於高功率模式下的力。)
- (4) 按一下<Run>按鈕。
編程已編輯並傳送至機器人控制器。若設定不正確，會發生錯誤。檢查到目前為止的設定，並依照錯誤訊息修改參數。
- (5) 若操作正常執行，表示已完全連接 USB 接頭。



若接頭插入失敗，可分析成因。

如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 6.2.2.8 透過監控進行動作分析

6.2.2.7 回復非接觸狀態

以下說明如何回復非接觸狀態。

即使已連接接頭，機器人和USB裝置之間的力仍會持續施加。為避免機器人和末端夾具發生故障或受到損害，操作結束時請立即將機器人移離該物件，且必須確保沒有外力施加於該物件。若沒有明確外力施加於該物件，則可略過此步驟。

下列方式可使機器人回復非接觸狀態：

- 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Robot Manager]-[Jog & Teach]面板-[Jog]群組，並手動執行步進動作，將機器人移離該物件。
- 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Robot Manager]-[Jog & Teach]面板-[Execute Motion]標籤，並將機器人移離該物件。
- 在[Command Window]執行 Move 命令，並將機器人移離該物件。
- 在 Press 物件後新增 SPELFunc 物件，並在力覺引導序列結束時自動將機器人移離該物件。

本節說明如何透過按一下[Robot Manager]-[Jog & Teach]來將機器人設定至非接觸狀態。

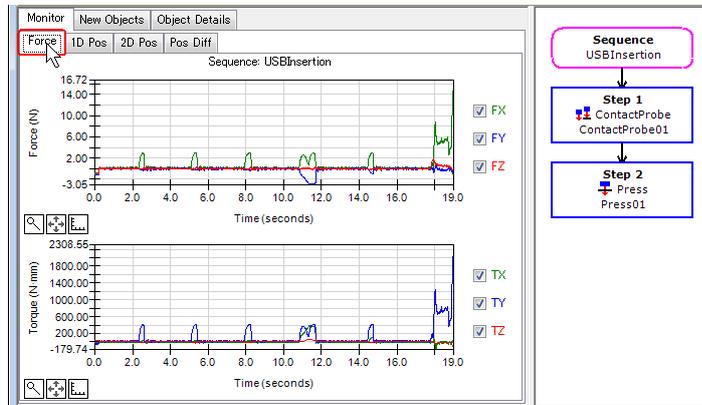
- (1) 顯示[Robot Manager]對話方塊。
- (2) 選擇[Jog & Teach]面板。
將「Jog Distance」設為<Continuous>或低於「1 mm」。
若選擇<Long>並移動機器人，按一下錯誤方向的按鈕時可能會使工件受損。
- (3) 使用「Jog」按鈕使機器人向+X 方向(與插入方向相反)移動。

現在，機器人為非接觸狀態。

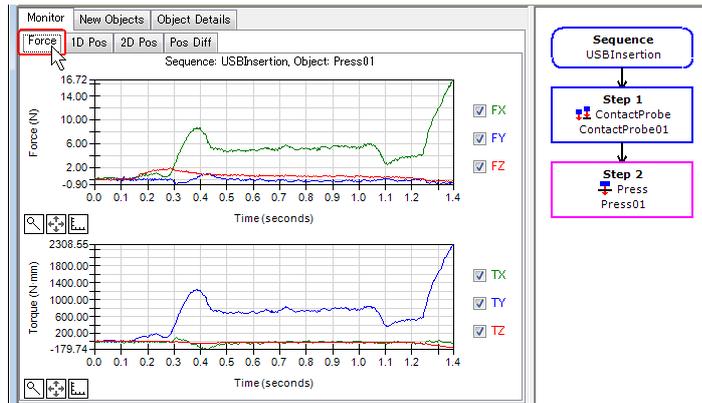
6.2.2.8 透過監控進行動作分析

以下說明如何檢查EPSON RC+執行之力覺引導序列的操作結果。下列為成功操作序列動作時的視窗畫面。

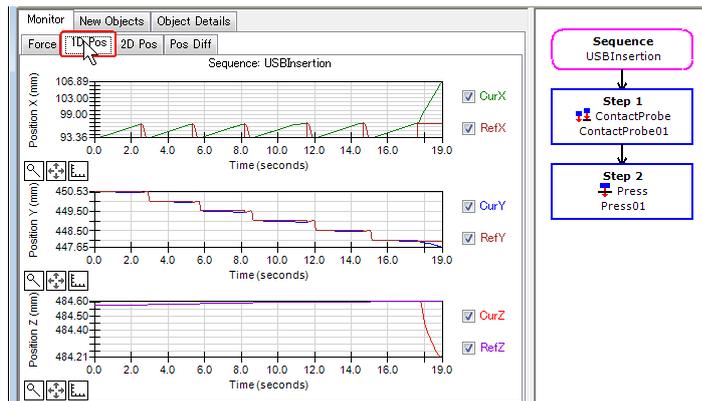
- (1) 顯示[Force Guide]視窗。
- (2) 按一下[USBInsertion]的序列流程。
- (3) 選擇[Monitor]標籤。選擇[Force]標籤。
執行[USBInsertion]序列期間的力及位置會顯示在圖表中。



- (4) 按一下[Step1]及[Step2]的物件流程，可顯示執行所選力覺引導物件期間的力及位置。



- (5) 按一下[USBInsertion]序列。
選擇[Monitor]標籤。選擇[1D Pos]標籤。
分析圖表會隨即顯示。(水平軸: 時間, 垂直軸: 位置)



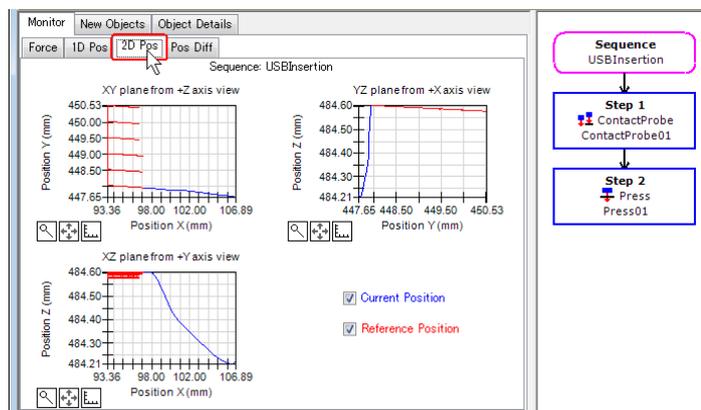
(6) 選擇[2D Pos]標籤。

分析圖表會隨即顯示。(水平軸，垂直軸: 位置)

此有助於想像 Y 及 Z 平面的跟隨軌道。

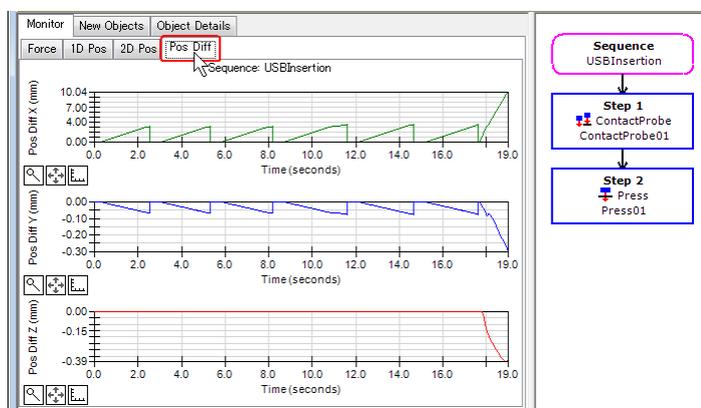
紅線: 探測動作剖面軌道

藍線: 透過力控制功能將插入軌道往+X 方向移動



(7) 選擇[Pos Diff]標籤。

記錄力覺控制偏移與位置變化的相對關係。此與[1D Pos]標籤顯示的圖表不同。



(8) 變更圖表的單位，並檢查力或位置的變化。

若接頭未正確連接，設定可能會不正確。請參閱下列項目，並再次檢查教學程序。

- 按壓力方向是否正確
- Plane 設定是否正確
(以工具或基礎座標為根據的相對位置)
- 開始位置是否正確
或高度 Z 的位置是否重合
- [TimeOut]的設定時間是否過短。
- 機器人在低功率模式中是否緩慢運作

6.2.2.9 進階工作

現在執行下列操作。

1. 若因「插入接頭時力已符合條件」狀況而結束操作，接頭可能會卡在孔洞中，且無法完全插入。

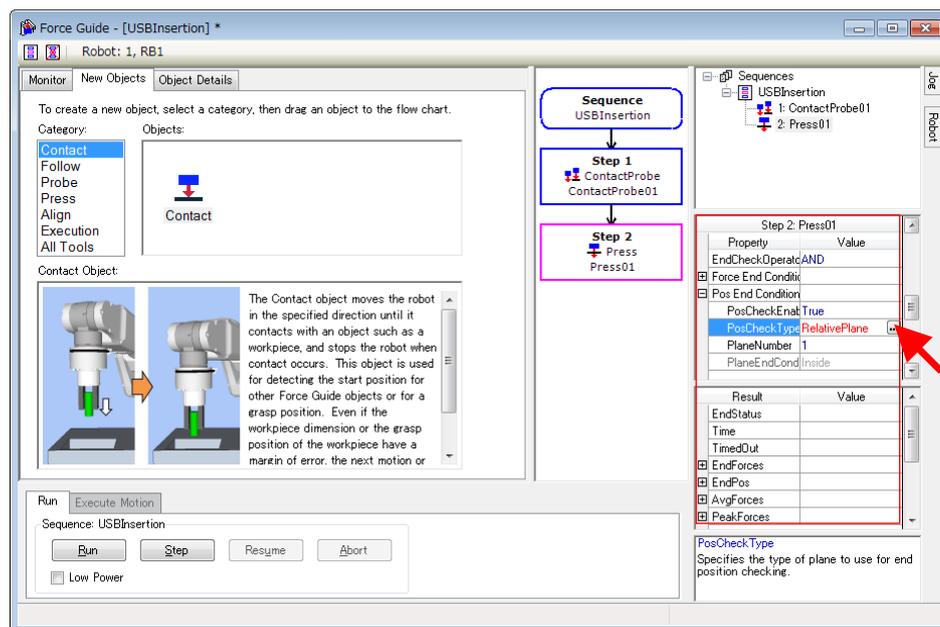
可新增位置條件作為解決辦法。

依下表所示變更並執行[Press01 (Press)]屬性。

檢查此次與上次執行後的差異。(請參閱: 軟體篇: 4.2.2.7 Press 物件)

項目	數值	說明
EndCheckOperator	AND	將 AND 設為與力、位置及 I/O 相關的結束條件。
PosCheckEnabled	TRUE	啟用與位置相關的結束條件。
PosCheckType	Relative Plane	與位置相關結束條件的類型。 使其成為機器人從起始點移動相對量的結束條件。
PlaneNumber	2	覆寫 Plane 編號 2，並將其用作位置的結束條件。
PlaneRelativeOrg	Tool	根據工具座標系方向表示平面原點的偏移量。
PlaneRelativeX	-10	從目前位置將各方向的偏移量設定為平面原點。
PlaneRelativeY	0	位置是機器人根據工具座標向 X 方向偏移-10 mm 的位置。
PlaneRelativeZ	0	
PlaneRelativeOrient	Tool	根據平面方向設定座標系。 使用工具座標系。
PlaneAxes	YZ	設定工具座標中與 YZ 平面平行的平面方向。 一般來說，設定與機器人動作方向垂直的平面。

使用模擬器檢查[Plane]設定。



2. 在 USB 接頭的接觸位置中央執行工具設定並執行教學。
此時測得的力及扭力值會根據工具位置顯示。USB 接頭的右或左側接觸到 USB 連接埠時，可假設末端夾具透過正極和負極抓取 USB 連接器時的傾斜程度。
3. 增加動作速度。
下列屬性會對速度造成影響。
 - 增加[PressForce]。
(不過，接頭的插入力已設為規定值。請在範圍內變更力。)
 - 減少[Firmness]。
 - 提升[SpeedS]或[AccelS]等探測動作，此類動作會對離開或移動至其他探測位置的行程時間造成影響。

現在，「插入 USB 接頭」的教學已結束。

6.2.3 力覺引導功能 (插配孔洞)

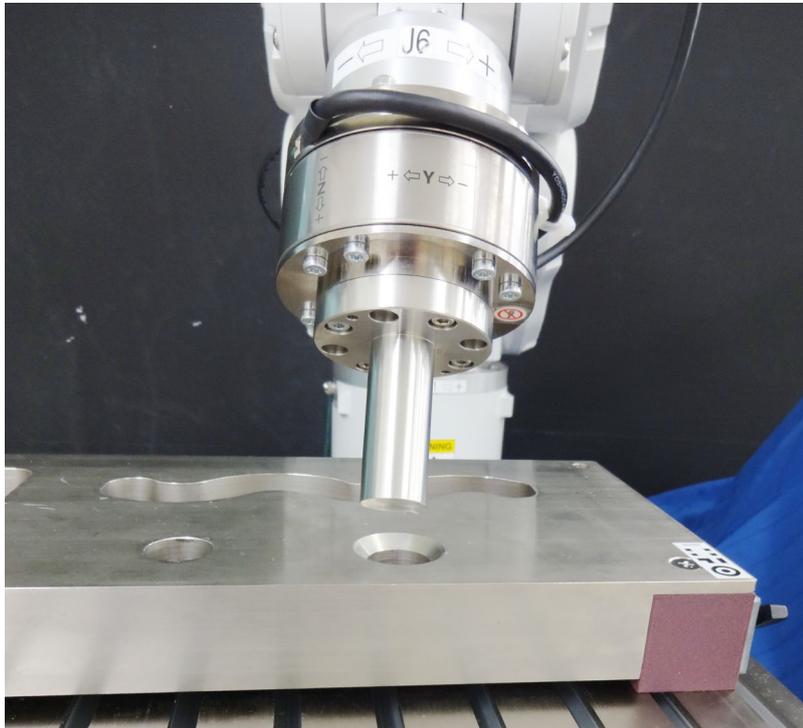
以下說明如何操作「插配孔洞」工作，此工作會使用圓柱體以螺旋軌跡接觸表面並探測孔洞。

請自行準備工件。

此圖中所使用的工件為訓練用套件。若需要圖面，請洽詢當地供應商。

末端夾具側的圓柱體 直徑: 20 mm，長度: 40 mm

孔洞側 直徑: 約 20 mm，C 平面: 約 7 mm



若沒有上圖所示的工件或工具，可使用圓柱木材、軟木塞及塑膠瓶進行簡單操作。不過，請勿使用玻璃等有破碎風險的工件。碎片會散落，且可能會造成受傷。此外，進行此教學時，需注意周遭環境。



注意

- 本教學中所述的參數僅為參考值。

請注意，已使用相對穩定的參數，但操作可能不會成功，或在特定操作條件下動作時可能會發生震動，且可能需要調整參數。

此外，為了方便說明，會使用緩慢穩定的參數。如需加快操作速度，參數需進行調整。

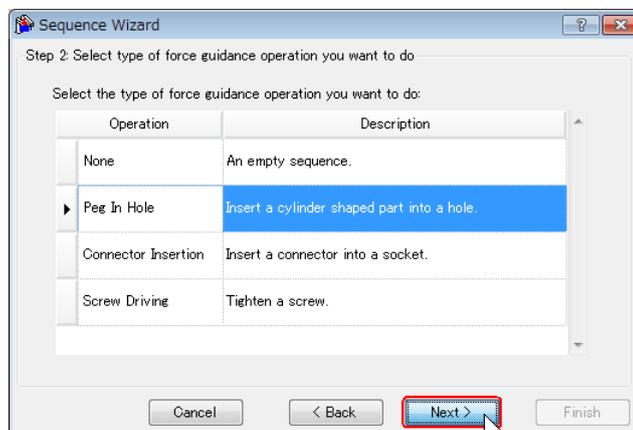
6.2.3.1 序列精靈

以下說明如何建立「插配孔洞」的力覺引導序列。

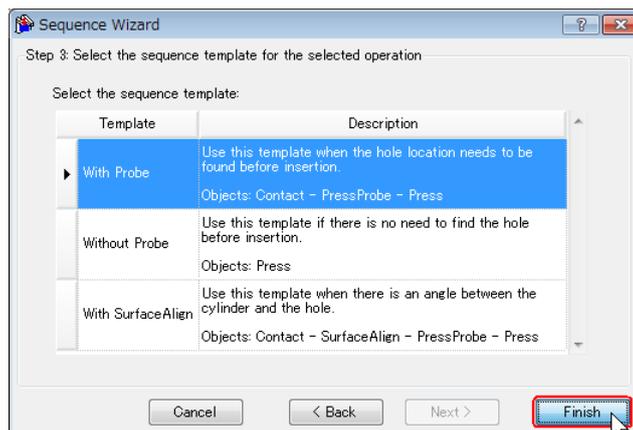
- (1) 在[Enter name for new sequence]輸入「PegInHole」。
按一下<Next>按鈕。



- (2) [Step 2: Select type of force guidance operation you want to do]對話方塊會隨即顯示。
選擇[Peg In Hole]。
按一下<Next>按鈕。

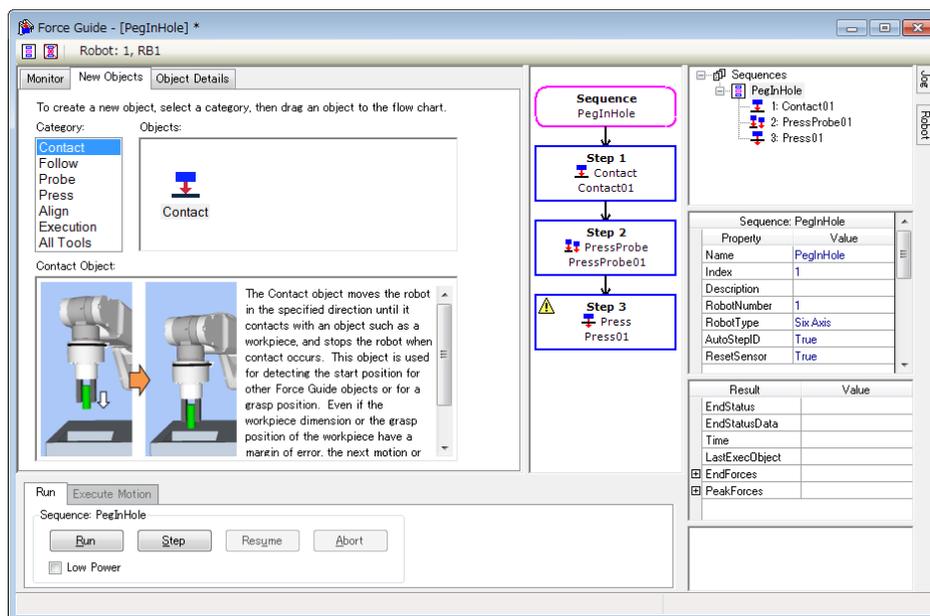


- (3) [Step 3: Select the sequence template for the selected operation]對話方塊會隨即顯示。
選擇[With Probe]。
按一下<Finish>按鈕。



(4) 確認已建立[PegInHole]序列。

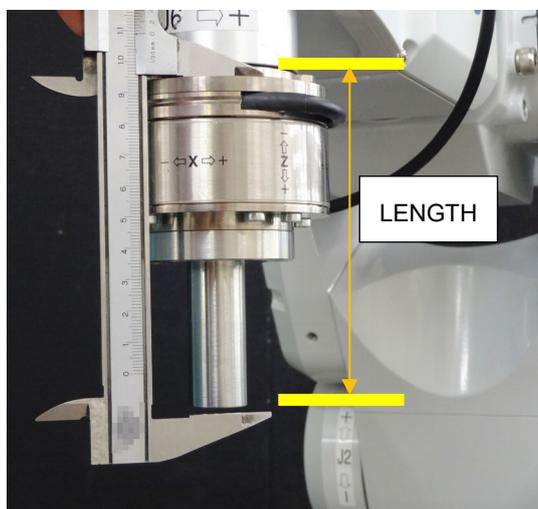
Contact-PressProbe-Press



6.2.3.2 工具設定

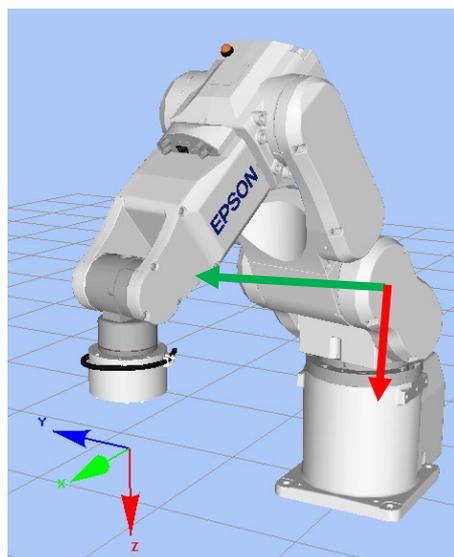
在「插配孔洞」工作期間，機器人會跟隨各旋轉方向並往 X、Y 及 Z 方向移動。
操作「插配孔洞」工作時，務必完成工具設定。操作表面對齊工作時，必須同時進行設定。

- (1) 使用測徑器測量 J6 凸緣平面到圓柱體末端的距離。
下圖情況中，距離為 109 mm。
(力覺感應器: 49 mm，末端夾具: 60 mm)



- (2) 在[Command Window]執行下列命令。
在「LENGTH」輸入在步驟(1)中測得的值。(單位: mm)
設定並選擇 Tool 2。

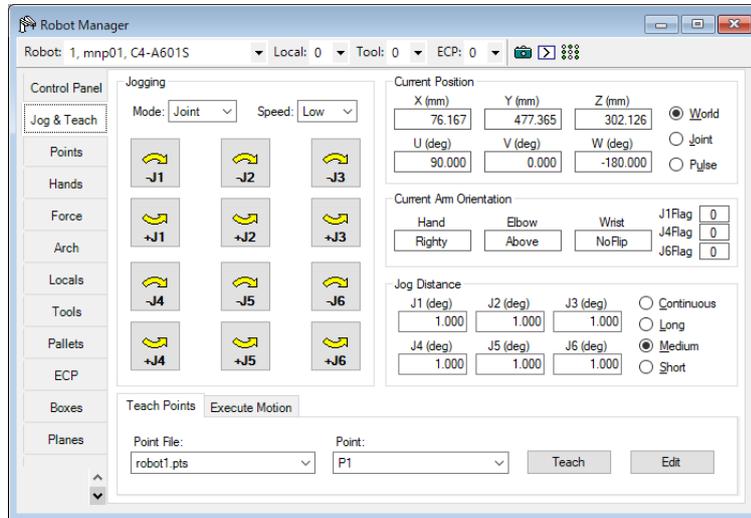
```
> TLSet 2, XY( 0, 0, LENGTH, 0, 0, 0)
> Tool 2
```
- (3) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Simulator]。
[Simulator]視窗會隨即顯示。
- (4) 按一下物件樹狀結構-[Tool]。
- (5) 在「No.2」勾選[Visible]核取方塊。
- (6) 同時使用模擬器及實際機器人，確認 Tool 2 的位置及方向。
若有不同之處，請檢查設定並重設 Tool 2。



6.2.3.3 位置教導

以下說明如何教導「插配孔洞」工作的開始位置及圓柱體開始執行插入的平面。

- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Robot Manager]。
[Robot Manager]對話方塊會隨即顯示。
- (2) 選擇[Jog & Teach]以顯示面板。



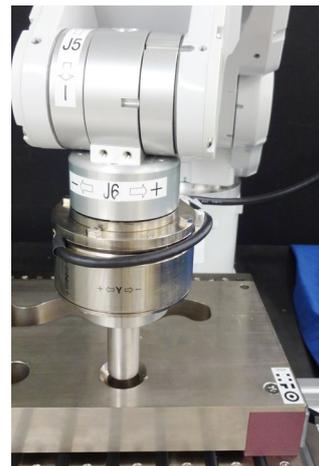
- (3) 按一下「EPSON RC+ 7.0」功能表-[Tools]-[Force Monitor]。
[Force Monitor]對話方塊會隨即顯示。
- (4) 按一下[Force Monitor]對話方塊上的<Start Live>按鈕。
開始顯示目前使用之力覺感應器的輸出值。
- (5) 在[Jog & Teach]視窗按一下「Jog」按鈕，將機器人移動至圓柱體面對孔洞的位置。
如有必要，在命令視窗中執行下列命令。

> Go Align(Here)

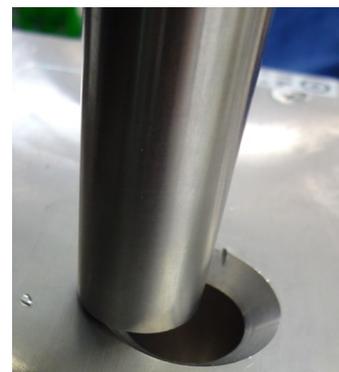
執行以上命令後，機器人會根據目前位置與基礎座標系呈現平行，使機器人更容易移動至圓柱體面對孔洞的位置。

如需詳細資訊，請參閱下列手冊：

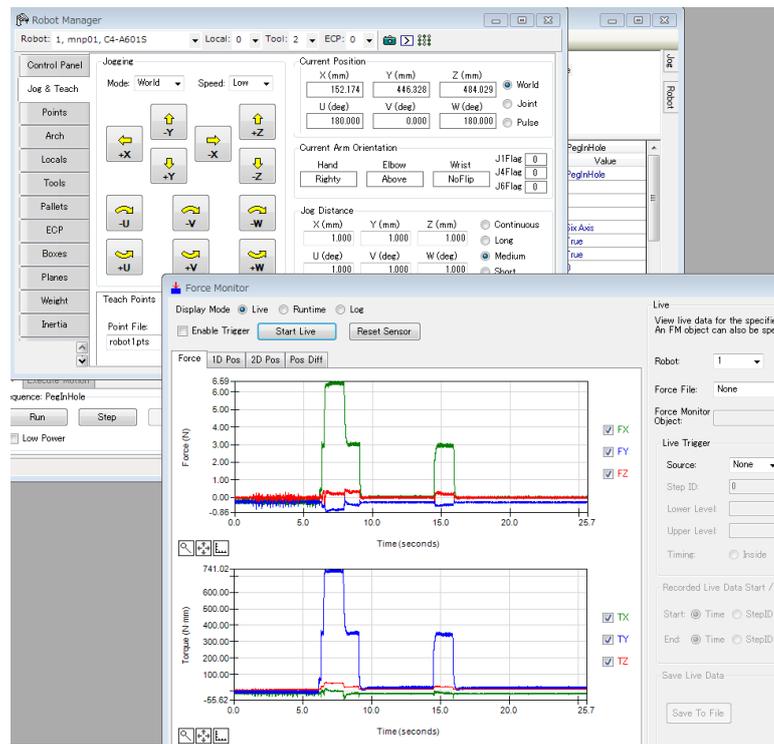
EPSON RC+ SPEL+ Language Reference
Align Function



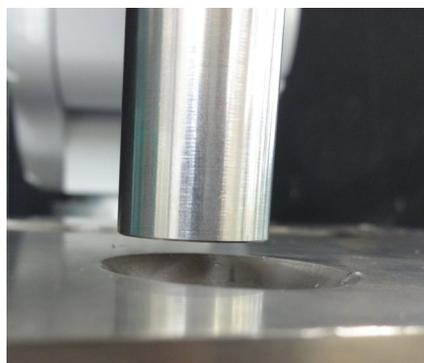
- (6) 按一下[Force Monitor]對話方塊上的<Reset Sensor>按鈕。
消除重力影響及感應器值漂移，並將目前位置設為「零」。
- (7) 在[Jog & Teach]視窗按一下「Jog」按鈕，將機器人移動至稍微偏離插入中心的位置。
若要執行按壓及探測動作，將機器人移動至稍微超出錐體(C平面)的位置。



- (8) 在[Jog Distance]選擇<Short>按鈕。
 按數下「Jog」按鈕以將機器人往-Z方向移動，直到其接觸靠近孔洞的物件。
 機器人接觸物件時，力覺感應器的輸出值會發生變化。
 根據步進動作的時間點檢查監控值的變化。



- (9) 在[Point]內選擇「P9」。
 (10) 按一下<Teach>按鈕。
 (11) [New Point Information]對話方塊會隨即顯示。
 在[Point Label]中輸入「PegInHolePlane」，並按一下<OK>按鈕。
 (12) 在[Jog Distance]中選擇<Medium>按鈕。
 按三下「Jog」按鈕，並將機器人往+Z方向移動 3 mm。
 圓柱體將為非接觸狀態。



此為插入的開始位置，且為重設力覺感應器的位置。

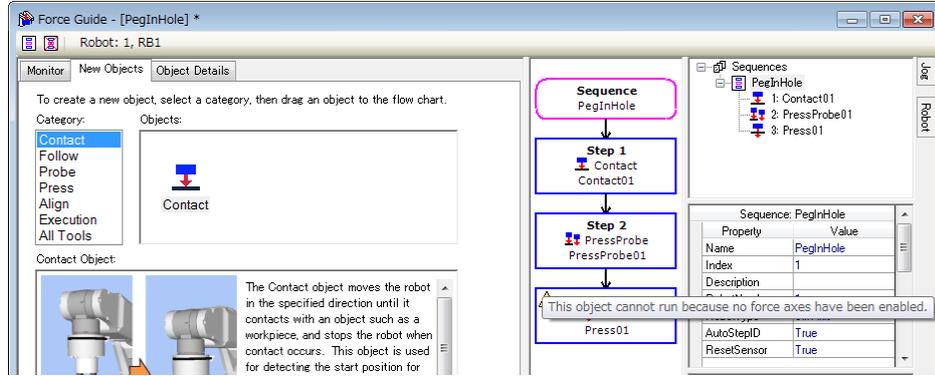
- (13) 在[Point]中選擇「P8」。
 (14) [New Point Information]對話方塊會隨即顯示。
 在[Point Label]輸入「PegInHoleStart」。
 按一下<OK>按鈕。
 (15) 按一下「EPSON RC+」功能表-[File]-[Save All]。
 檔案已儲存。

6.2.3.4 屬性設定

以下說明如何針對「插配孔洞」所需的屬性進行設定。

- (1) 預設情況下， 標誌會顯示在流程圖上。
您必須設定屬性。

滑鼠指標移動至  標誌上時，會隨即顯示工具提示。工具提示會顯示需要設定或修改的內容。



- (2) 選擇[PegInHole]序列。屬性及結果會隨即顯示。
- (3) 變更下列屬性。

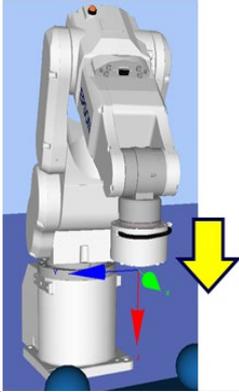
項目	數值	說明
RobotTool	2	選擇 Tool 2

- (4) 按一下「EPSON RC+」功能表-[File]-[Save File]。
設定會隨即儲存。
- (5) 選擇[Contact01]的物件流程以顯示屬性。

(6) 變更下列屬性:

項目	數值	說明
Contact - Orient *1	+Fz	設定要接觸的方向。 機器人會往+Fz方向移動。
Contact - FirmnessF	2	設定力控制功能硬度。
Force End Condition - ContactForceThresh	- 5	將-5 N設為閾值以判定是否有接觸。 請確認為工件設定適當閾值。
Timeout	10	設定接觸動作的逾時期間。 若在機器人接觸前已經過 10 秒，則視為失敗。

*1[參考]

	6 軸機器人	SCARA 機器人
機器人動作影像 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; font-size: 2em; font-weight: bold;">按壓</div>		
(Press/Contact) Orient	+Fz	-Fz
Force 符號 (包含監控顯示器)	-	+

(7) 按一下「EPSON RC+」功能表-[File]-[Save File]。
已修改的屬性已儲存至專案。

(8) 選擇[PressProbe01]的物件流程以顯示屬性。

(9) 變更下列屬性:

項目		數值	說明
ProbeTrajectory		Spiral	設定探測軌跡。 設定「Spiral」軌跡值。
ProbeDetectType		Hole	設定欲偵測的目標。 設定「Hole」值。
AccelS		100	設定移動的平移加速度。 實際平移加速度是由力控制功能調整。 需設定夠大的數值，如SpeedS的十倍
SpeedS		10	設定移動的平移速度。 實際平移速度會由力控制功能調整。 設定約為 10 mm/s 的值。
SpiralDiam		30	設定螺旋軌跡的直徑。 設定30 mm。
SpiralPitch		3	設定螺旋軌跡的間距。繞中心旋轉十次。 設定3 mm。
Press *1	Orient	+Fz	按壓方向。 設定探測平面的垂直方向。*
	Force	-3	設定按壓力。 PressOrient為正方向時: 輸入負值。 PressOrient為負方向時: 輸入正值。 一般而言，設定值約為3至5 N。但請為工件設定適當數值。 若數值過小，機器人可能會遠離探測平面。
	FirmnessF	1	設定按壓方向的力控制功能硬度。
PosEnd Conditions *2	PosCheckEnabled	True	設定是否啟動與位置相關的結束條件。
	PosCheckType	Relative Plane	選擇與位置相關結束條件的類型。 每次執行力覺引導序列時，從目前位置的相對位置建立平面，並設為位置結束條件。
	PlaneNumber	3	覆寫位置結束條件的Plane編號3。
	PlaneRelativeOrg	Tool	根據工具座標系方向表示平面原點的偏移量。
	PlaneRelativeZ	0.5	在工具座標系往Fz方向設定 0.5 mm，並將其作為目前位置至平面原點的偏移量。
	PlaneRelativeOrient	Tool	設定平面方向
	PlaneAxes	XY	在工具座標系的 XY 平面中建立一個Plane。

(10)按一下「EPSON RC+」功能表-[File]-[Save File]。
已修改的屬性已儲存至專案。

(11)選擇[Press01]的物件流程以顯示屬性。

(12)變更下列屬性:

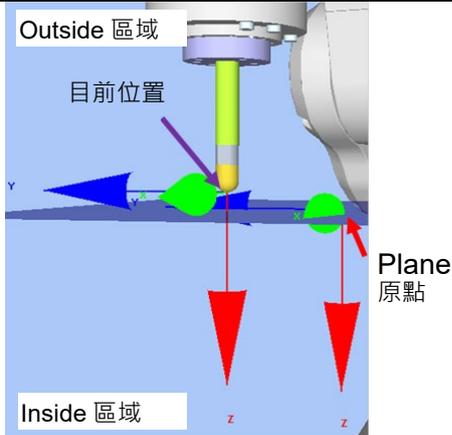
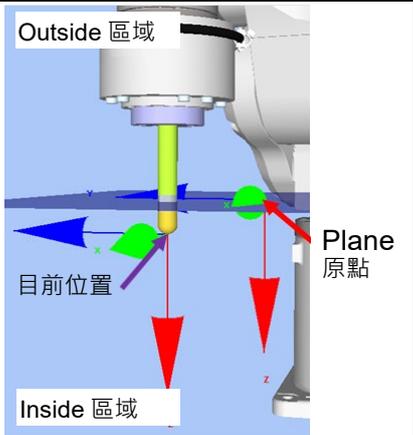
	項目	數值	說明
Fx	ControlMode	Follow	透過力控制功能執行跟隨動作。
	Firmness	2	設定 X 方向的力控制功能硬度。
Fy	ControlMode	Follow	透過力控制功能執行跟隨動作。
	Firmness	2	設定 Y 方向的力控制功能硬度。
Fz *1	ControlMode	Press+	力控制功能模式。 Press+: 機器人會往 Fz 軸的正方向移動並按壓。
	Force	-10	設定插入時的施加力。 設定 10 N。
	Firmness	2	設定 Z 方向的力控制功能硬度。
PosEnd Condition2 *2	PosCheckEnabled	True	啟用與位置相關的結束條件。
	PosCheckType	Relative Plane	與位置相關結束條件的類型。 每次執行力覺引導序列時，從目前位置的相對位置建立 Plane，並設為位置結束條件。
	PlaneNumber	3	將 Plane3 設為位置的結束條件。
	PlaneRelativeOrg	Tool	根據工具座標系方向表示平面原點的偏移量。
	PlaneRelativeZ	10	從目前位置將 Z 方向的偏移量設定為平面原點。 方向將為 PlaneRelativeOrg 指定的工具座標系方向。
	PlaneRelativeOrient	Tool	根據平面方向將座標系設定為工具座標系。
PlaneAxes	XY	將 XY 平面設定為平面方向。	
TimeOut		20	此屬性可設定逾時期間。 若 20 秒內不符合結束條件(移動 10 mm)，則視為失敗。

(13)按一下「EPSON RC+」功能表-[File]-[Save File]。

已修改的屬性已儲存至專案。

*2 [參考]與 Plane 的位置關係

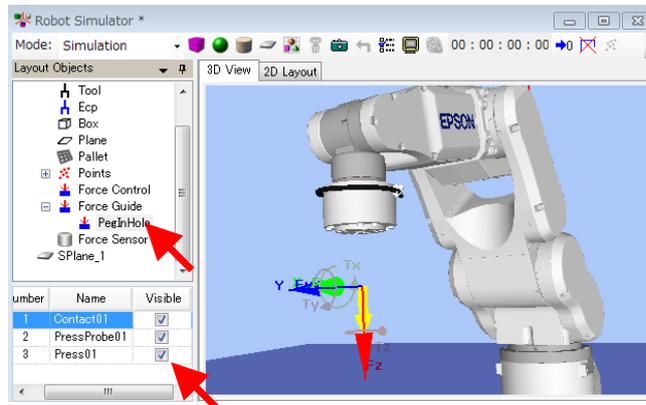
機器人目前位置與 Plane 的位置關係如下所示。若機器人的目前位置位於 Plane 原點的 +Z 方向區域，則其將為「內側(Inside)」。

	外側	內側
與 Plane 的位置關係 6 軸機器人		
Plane 的判定值 (GetRobotInsidePlane)	0 = Outside	1 = Inside

6.2.3.5 設定確認

以下說明如何檢查按壓方向等設定是否正確。

- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Simulator]。
[Simulator]視窗會隨即顯示。
- (2) 按一下物件樹狀結構-[Force]-[Force Guide]-[PegInHole]。
- (3) 勾選下列核取方塊。
[Contact01]-[Visible], [PressProbe01]-[Visible], [Press01]-[Visible]

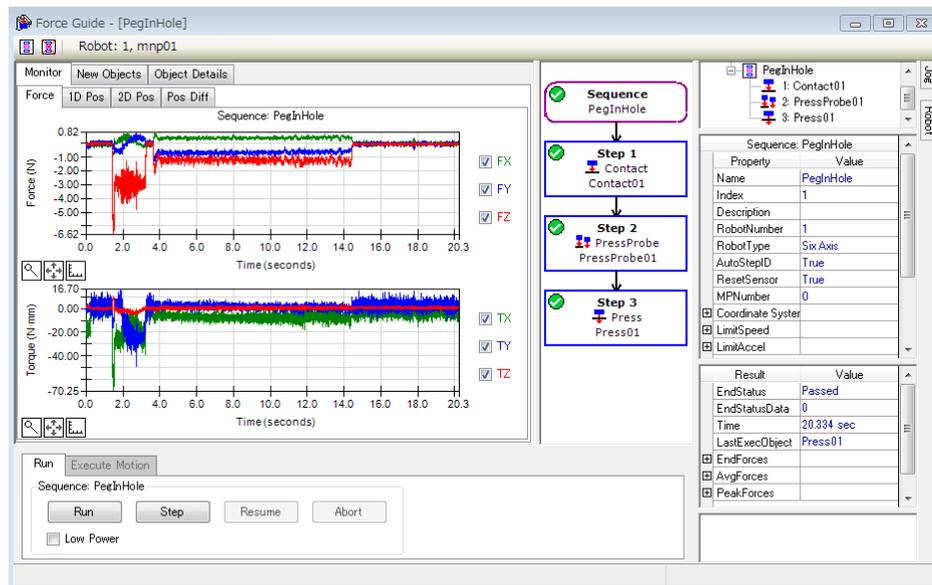


- (4) 確認黃色箭頭方向與圓柱體插入方向相同。
若方向不同，請參閱下列章節並檢查設定。
軟體篇: 6.2.3.4 屬性設定

6.2.3.6 透過力覺引導功能動作

以下說明如何在[Force Guide]視窗執行可進行「插配孔洞」工作的序列。

- (1) 顯示[Force Guide]視窗。
- (2) 按一下<Run>按鈕。
編程已編輯並傳送至機器人控制器。若設定不正確，會發生錯誤。檢查到目前為止的設定，並依照錯誤訊息修改參數。
- (3) 編程符合屬性中設定的條件且可完整執行時，流程圖左上角會顯示「」，且機器人動作會停止。



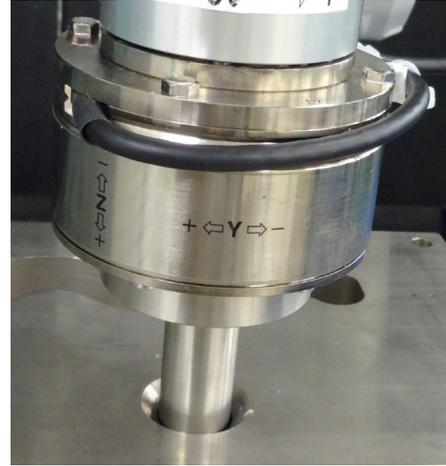
6.2.3.7 回復非接觸狀態

以下說明如何回復非接觸狀態。

即使「插配孔洞」工作已結束，仍然會施加執行工作的力。

若操作精準的「插配孔洞」工作(如幾十微米的間隔)，即使工作處於結束狀態，也可能會施加很大的力。

為避免機器人和末端夾具發生故障或受到損害，操作結束時請立即將機器人移離該物件，且必須確保沒有外力施加於該物件。若沒有明確外力施加於該物件，則可略過此步驟。



- 以 0.1 mm 的小間隔操作步進動作，並將機器人設定為非插入狀態。
- 使圓柱體處於非抓取狀態。
- 建立可個別執行「拉動」(以與插入方向相反的方向按壓)的力覺引導序列，並將棒桿拉出。

完成插入工作五分鐘後，偵測值會因為力覺感應器發生漂移而偏移，因此可能無法將棒桿拉出。

如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 6.2.3.9 進階工作 -2

在本教學中，在透過步進動作將棒桿拉出的同時檢查力覺監控。

- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Force Monitor]。
[Force Monitor]對話方塊會隨即顯示。
- (2) 按一下<Start Live>按鈕。
顯示目前選擇的力覺監控物件圖表。
- (3) 顯示[Robot Manager]對話方塊。
- (4) 選擇[Jog & Teach]面板。
- (5) 按一下[Jogging]-[Mode]並選擇「Tool」。
執行跟隨動作期間，若需針對傾斜孔洞執行「插配孔洞」工作，此為消除與孔洞間垂直情況的適當設定。
- (6) 在[Jog Distance]按一下<Short>按鈕。

(7) 往-Z 方向移動 0.1 mm。

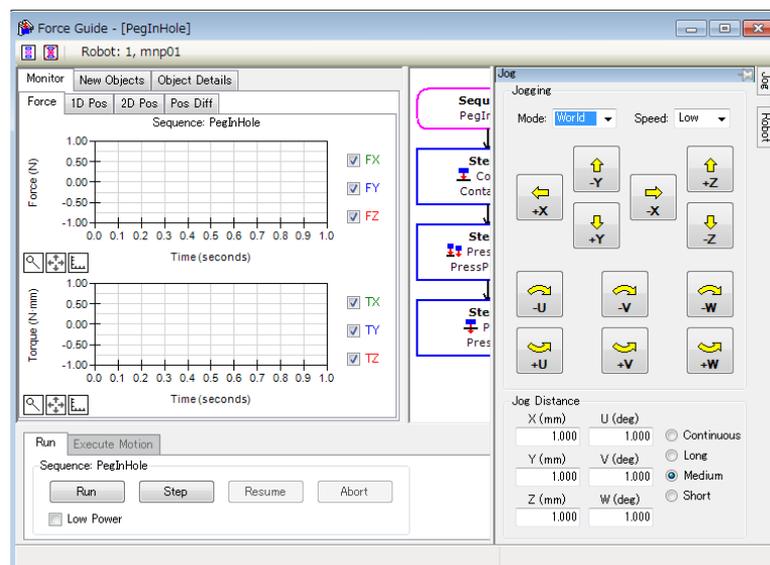
因力覺感應器的漂移特性，輸出值會隨時間偏離「0」。力值的相對變化會正確反映接觸狀態的變化。

檢查要顯示的圖表數值時，按一下「Jog」按鈕以將機器人往 X、Y 方向移動。機器人將為非接觸狀態。

參考: 軟體篇: 2.1 重設力覺感應器

[參考]

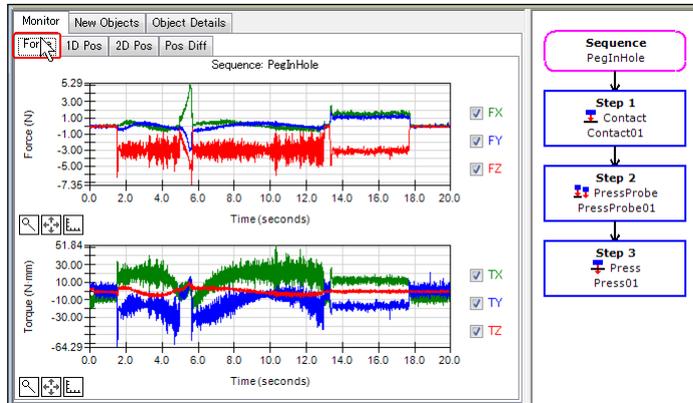
[Jog]標籤位於[Force Guide]視窗。選擇該標籤時，[Jog]視窗會隨即顯示。按一下「Jog」按鈕，可移動機器人，並將其設為非接觸狀態。



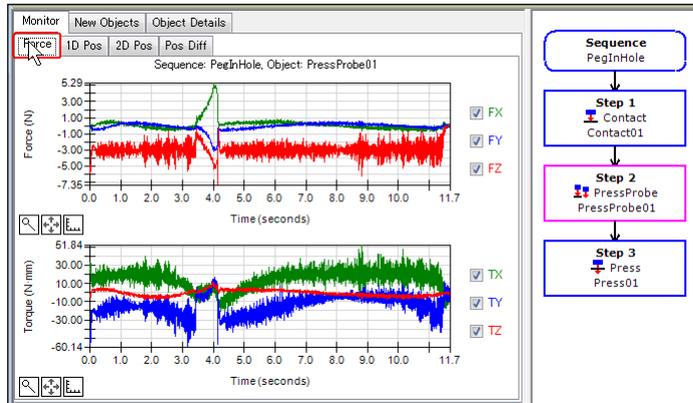
6.2.3.8 透過監控進行動作分析

以下說明如何檢查EPSON RC+執行之力覺引導序列的操作結果。

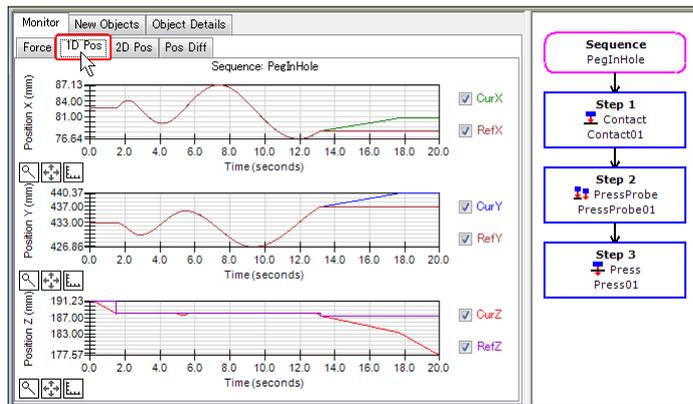
- (1) 顯示[Force Guide]視窗。
- (2) 按一下[PegInHole]的序列流程。
- (3) 選擇[Monitor]標籤。選擇[Force]標籤。
執行[PegInHole]序列期間的力及位置會顯示在圖表中。



- (4) 按一下[Step1]、[Step2]及[Step3]的物件流程，可顯示執行所選力覺引導物件期間的力及位置。



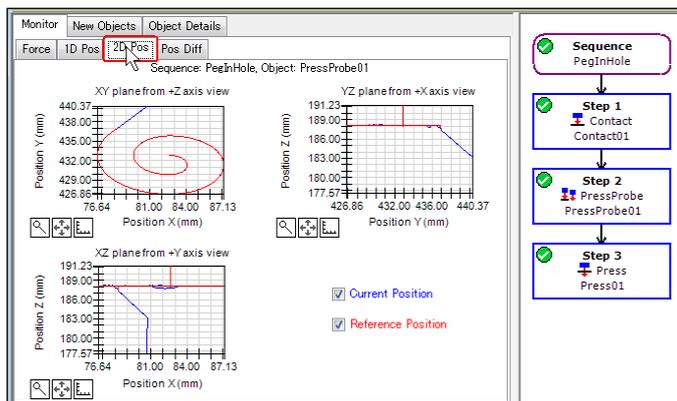
- (5) 按一下[PegInHole]的序列流程。
選擇[Monitor]標籤。選擇[1D Pos]標籤。
分析圖表會隨即顯示。(水平軸: 時間, 垂直軸: 位置)



(6) 選擇[2D Pos]標籤。

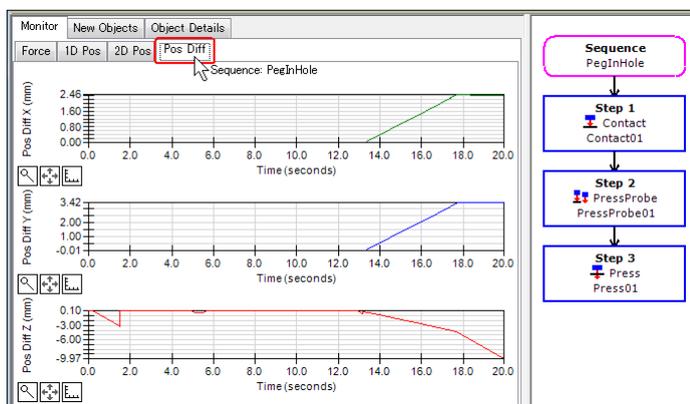
分析圖表會隨即顯示。(水平軸，垂直軸: 位置)

注意藍線。您可看見機器人在旋轉探測動作期間進入孔洞，並將動作切換成按壓動作。然後，機器人會往-Z方向移動，並在 X、Y 平面內移動(跟隨)。



(7) 選擇[Pos Diff]標籤。

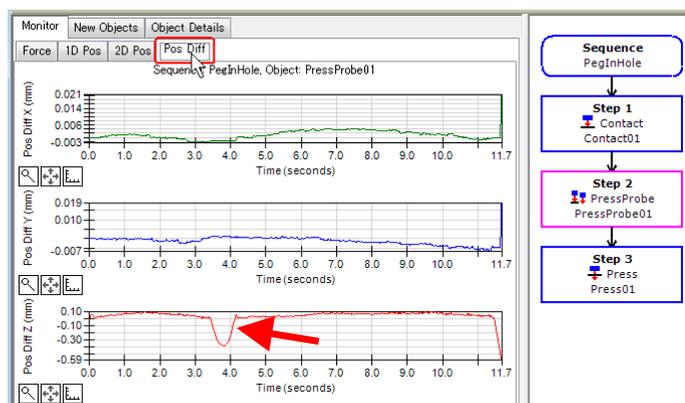
記錄力覺控制偏移與位置變化的相對關係。此與[1D Pos]標籤顯示的圖表不同。



(8) 變更圖表的單位，並檢查力或位置的變化。

(9) 觀察教學中顯示的監控畫面，並檢查動作結果。

由於機器人在[Step2]中幾乎要插入孔洞，因此可假設探測動作會持續進行。不過，其不可向下移動超過0.5 mm(此已在[Plane Z]的位置設定中設定)。



6.2.3.9 進階工作

現在執行下列操作。

1. 執行探測動作時，由於加入了探測動作的時間，因此工作需要花費更長的時間。
若可略過探測動作，則可縮短工作時間。
依照下列步驟來嘗試操作。
 - (1) 將工作開始位置(已教導點位: PegInHoleStart)變更為錐體(C 平面)內側。
 - (2) 在[Step2: PressProbe]上按右鍵並選擇[Delete]。
 - (3) 請參閱下列章節並執行力控制功能。
軟體: 6.2.3.6 透過力覺引導功能動作
2. 執行數十公釐距離的步進動作時需花費較長時間，如「軟體篇: 6.2.3.7 回復非接觸狀態」中所述。
可嘗試在「插配孔洞」工作後，立即使用力控制功能將棒桿拉出。
此時，切勿按下[Sequences]-[Property]重設力覺感應器。



注意

- 在「插配孔洞」工作完成約五分鐘後，機器人無法偵測正確值，且因為力覺感應器的漂移特性而無法將棒桿拉出。此時，可能會有很大的力施加於工件，且導致工件受損。務必在執行力覺引導序列後立即將棒桿拉出。
若在接觸狀態下重設力覺感應器，此時的力及數值將皆為「0」。在此情況下，無法正確執行力覺控制系統，且機器人可能無法將棒桿拉出，或工件可能會受損。務必將[ResetSensor]屬性設為「False」。此外，若要重設力覺感應器(例如，按一下<Reset Sensor>按鈕或重新啟動控制器)，請在不執行力控制功能的情況下使用步進動作移動機器人，並將其設為非插入狀態/非抓取狀態。

- (1) 建立與[PegInHole]不同的空力覺引導序列。
範例: PullFromHole
- (2) 僅新增 Press 物件並設定屬性。
如為 6 軸機器人，請參閱下列設定，並調整[Firmness]等屬性。
 - 在[Fz_ControlMode]中設定「Press-」方向。
 - 在[Fx_ControlMode]、[Fy_ControlMode]中設定「Follow」。
 - 在[Fz_ControlMode]中設定小於 10 N 的力。
(若力值過大，機器人將會卡在孔洞中。)
 - 在[Timeout]中設定較大數值，如 60sec。
(即使已執行「拉動」工作，機器人仍會持續移動。按一下<Abort>按鈕以停止機器人。)
 - 將[Fx_Firmness]、[Fy_Firmness]及[Fz_Firmness]設為與[PegInHole]的[Press01]相同的物件。
- (3) 按一下流程圖上的序列流程。
- (4) 將[ResetSensor]屬性設為「False」。
- (5) 請參閱下列章節並執行力控制功能。
6.2.3.6 透過力覺引導功能動作

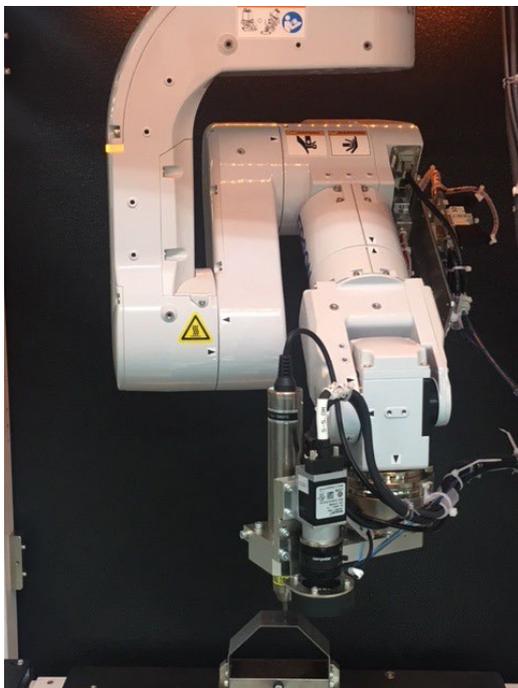
現在，「插配孔洞」的教學已結束。

6.2.4 力覺引導功能 (螺絲鎖付)

以下說明如何執行螺絲鎖付工作。

請自行備妥電動起子、螺絲及用於固定螺絲的工件。不當設定可能會使工件等受損。要準備的這些工件即使發生受損也不能有問題，準備好了之後再繼續教學內容。

務必使工件位置或螺絲鎖付方向的設定與下圖相同。



注意

■ 本教學中所述的參數僅為參考值。

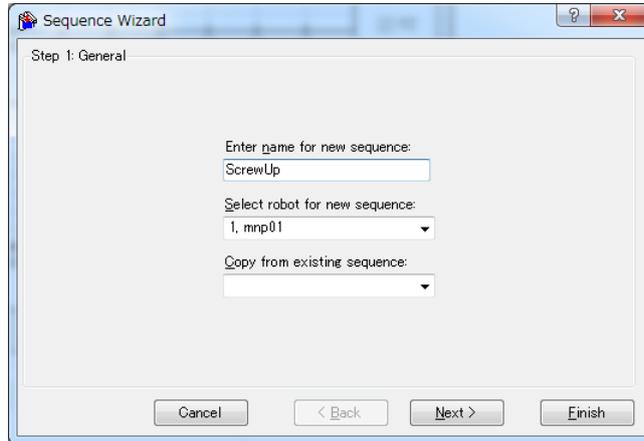
請注意，已使用相對穩定的參數，但操作可能不會成功，或在特定操作條件下動作時可能會發生震動，且可能需要調整參數。

此外，為了方便說明，會使用緩慢穩定的參數。如需加快操作速度，參數需進行調整。

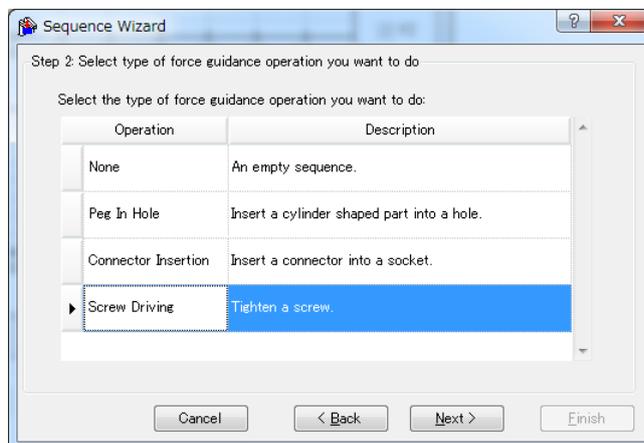
6.2.4.1 序列精靈

以下說明如何建立「螺絲鎖付」的力覺引導序列。

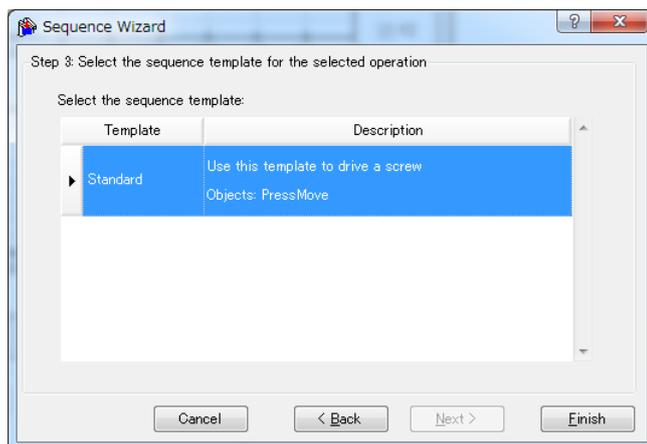
- (1) 在[Enter name for new sequence]輸入「ScrewUp」。
按一下<Next>按鈕。



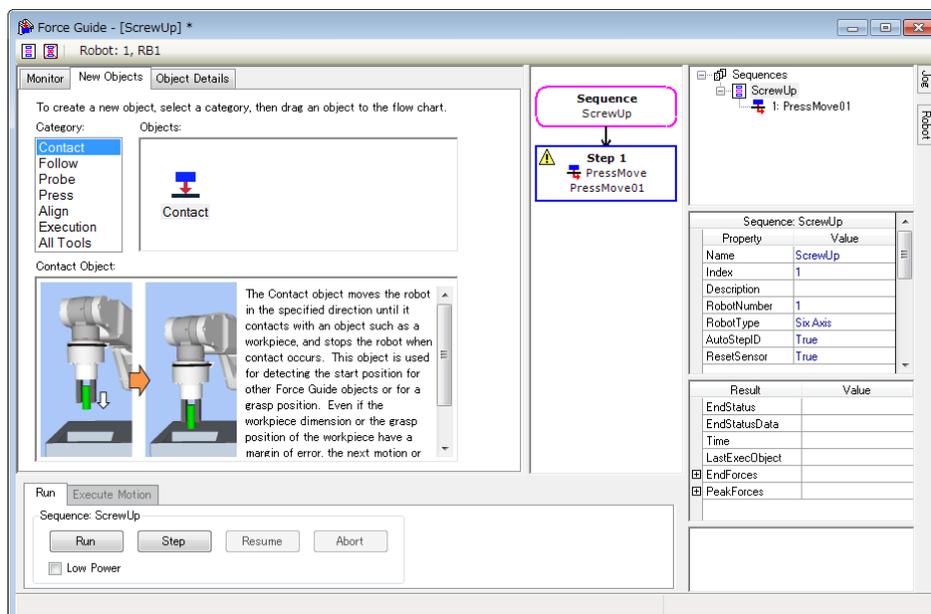
- (2) [Step 2: Select type of force guidance operation you want to do]對話方塊會隨即顯示。
選擇[Screw Driving]。
按一下<Next>按鈕。



- (3) [Step 3: Select the sequence template for the selected operation]對話方塊會隨即顯示。
選擇[Standard]。
按一下<Finish>按鈕。



- (4) 確認已建立[ScrewUp]序列。



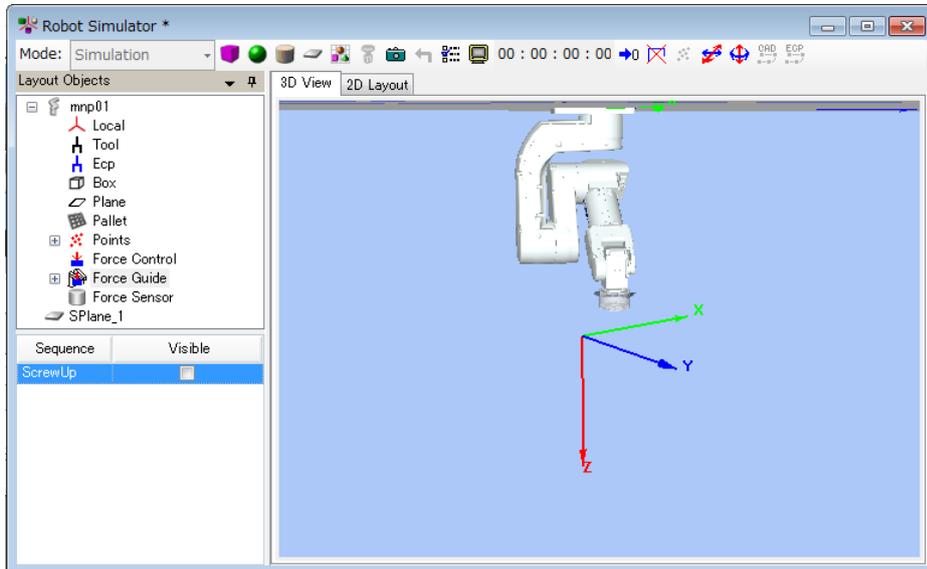
6.2.4.2 工具設定確認

以下說明工具設定程序。

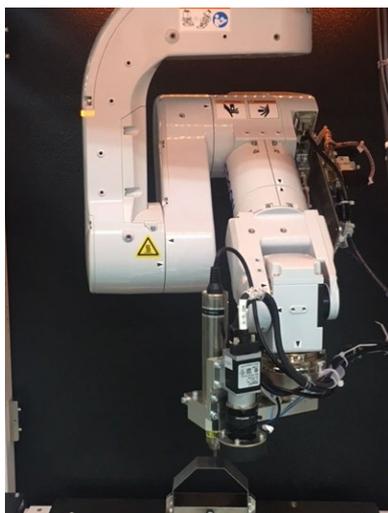
關於「螺絲鎖付」，需注意實際螺絲鎖付方向及目前工具設定之間的對應關係。

- (1) 使用測徑器測量 J6 凸緣平面到電動起子末端的 X、Y 及 Z 距離。
- (2) 在[Command Window]執行下列命令。
在「**LengthX, LengthY, LengthZ**」輸入在程序(1)中測得的值。

```
> Tlset 1,XY(LengthX,LengthY,LengthZ, 0, 0, 0)
```
- (3) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Simulator]。
[Simulator]視窗會隨即顯示。
- (4) 選擇物件樹狀結構-[Manipulator Name]-[Tool]。
- (5) 在「No.1」勾選[Visible]核取方塊。
- (6) 若要確認工具設定是否正確，請將[Simulator]視窗畫面及實際機器人的方向進行比較。



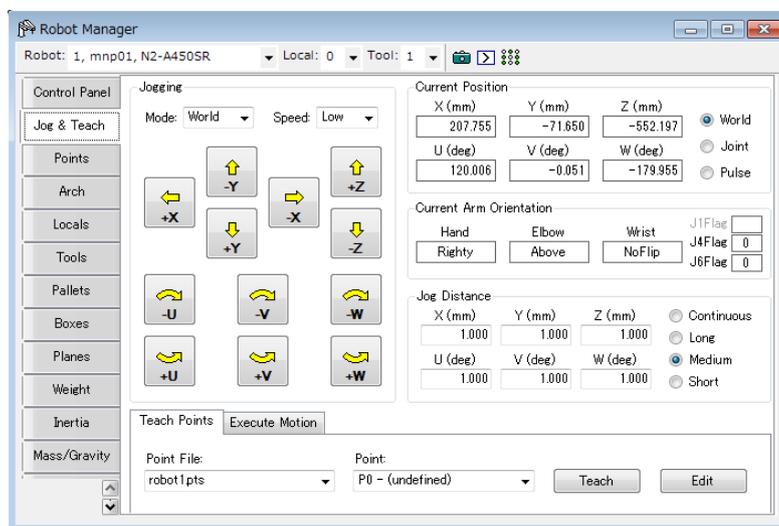
根據[Simulator]視窗的畫面內容，您將會看到機器人向工具的+Z 方向執行螺絲鎖付。



6.2.4.3 開始位置教導

以下說明如何教導「螺絲鎖付」動作的開始位置。

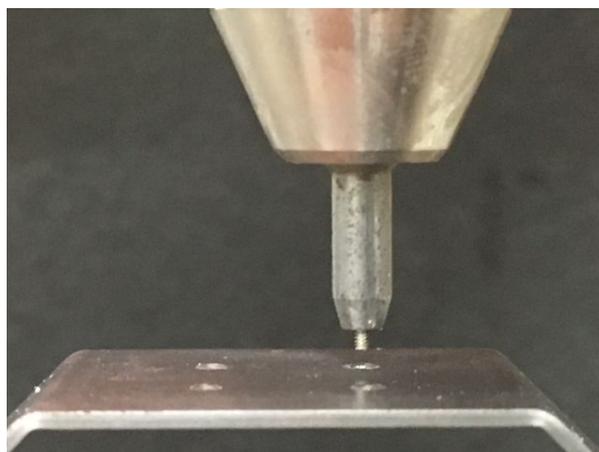
- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Robot Manager]。
[Robot Manager]對話方塊會隨即顯示。
- (2) 選擇[Jog & Teach]面板以顯示面板。
- (3) 在[Tool]選擇「1」。



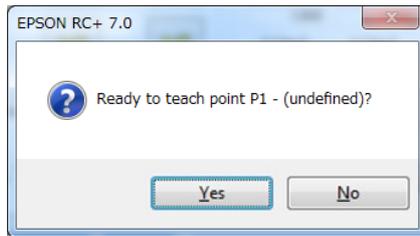
- (4) 將螺絲吸附至電動起子。
- (5) 使用「Jog」按鈕使機器人往下列方向移動。

XY 方向：螺絲的末端位於螺絲孔的錐形部分內

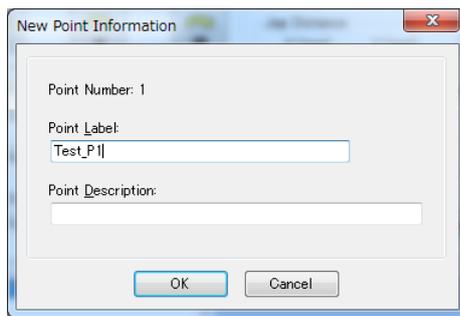
Z 方向：螺絲的末端位於螺絲孔上方 1 mm 處



- (6) 在[Point]中輸入「P1」。
- (7) 按一下<Teach>按鈕。下列訊息會隨即顯示。
確認訊息並按一下<Yes>按鈕。



- (8) [New Point Information]對話方塊會隨即顯示。
在[Point Label]輸入「Test_P1」。
按一下<OK>按鈕。



- (9) 按一下「EPSON RC+」功能表-[File]-[Save All]。
檔案已儲存。

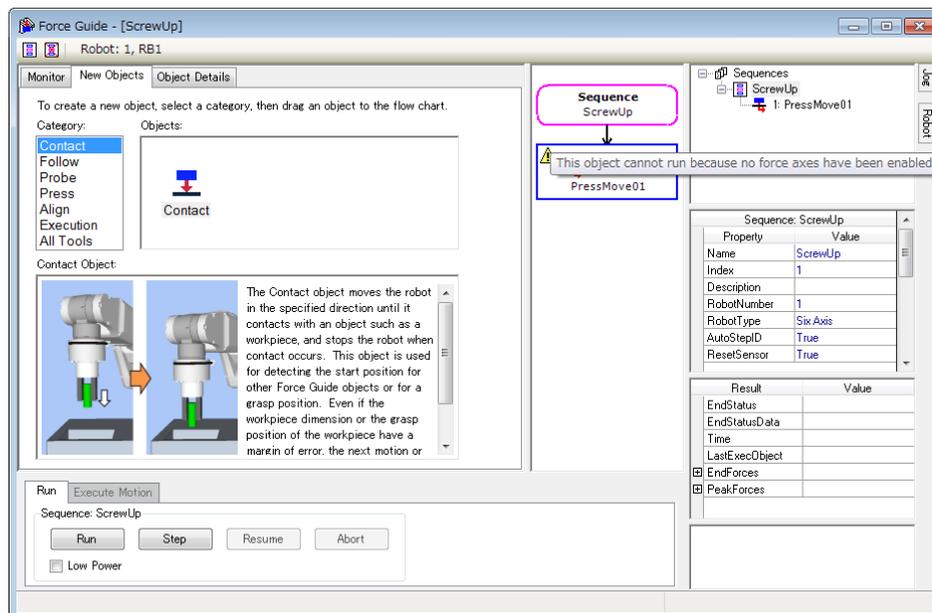
6.2.4.4 屬性設定

以下說明如何設定「螺絲鎖付」所需的屬性。

- (1) 預設情況下， 標誌會顯示在流程圖上。您必須設定屬性。

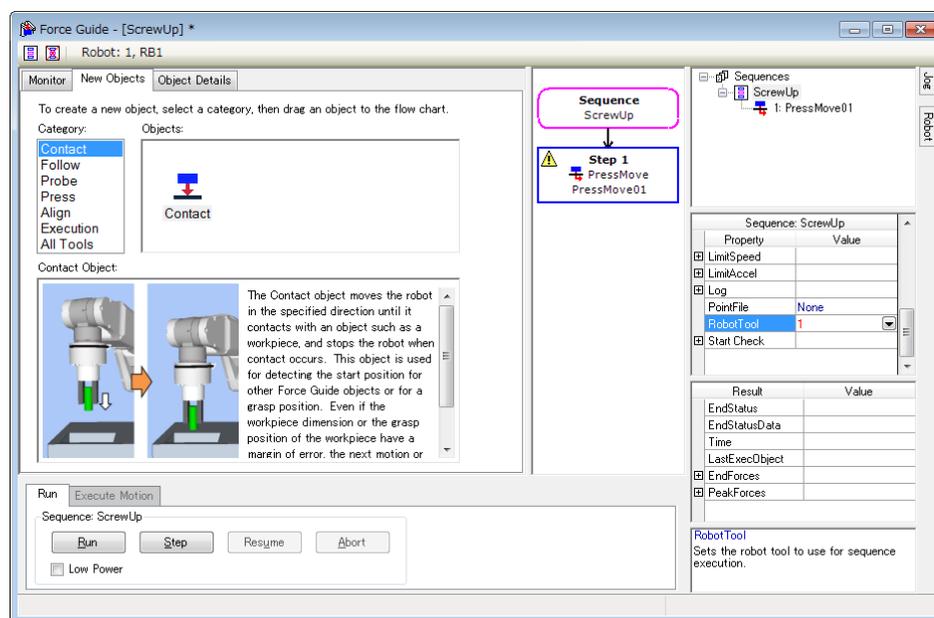


將滑鼠指標移至  標誌上以顯示工具提示。工具提示會顯示需要修改的設定或內容。



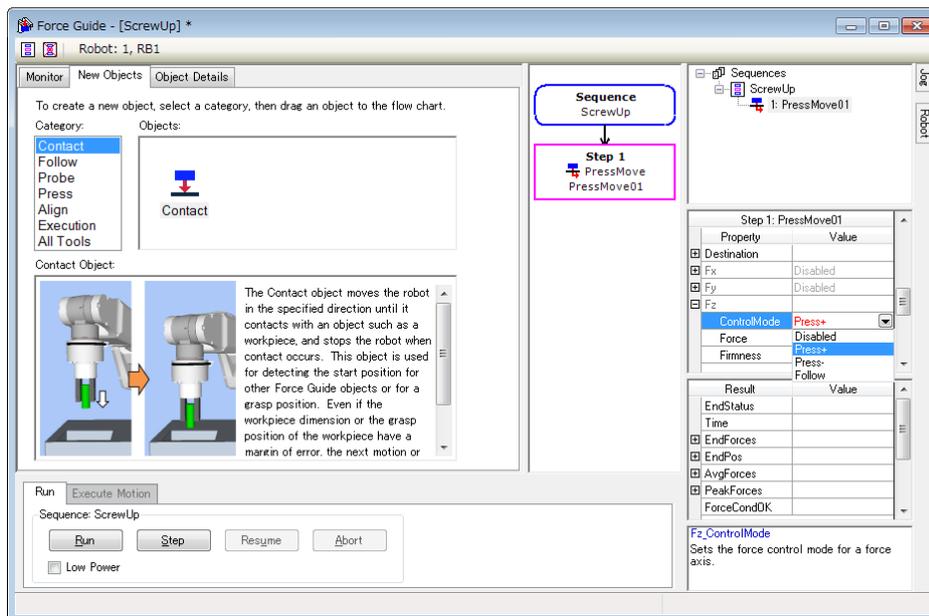
- (2) 選擇[ScrewUp]的序列流程。屬性及結果會隨即顯示。

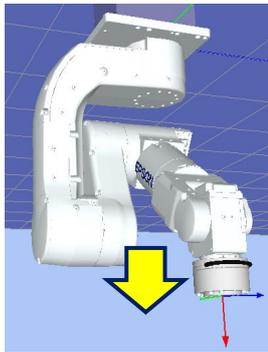
- (3) 在[RobotTool]屬性選擇「1」。
已設定「Tool 1」。



- (4) 選擇[PressMove01]的物件流程。
屬性及結果會隨即顯示。

- (5) 按一下[Fz]-[ControlMode]屬性，並選擇「Press+」。
 向下按壓會隨即設定至 6 軸機器人。此時，僅可在[Force]輸入負值。



	6 軸機器人	SCARA 機器人
機器人動作影像 		
(Press/Contact) Orient	+Fz	-Fz
Force 符號 (包含監控顯示器)	-	+

(6) 變更下列屬性:

項目	數值	說明	
I/O PreProcess	Enabled	True	在物件啟動時操作指定位元。
	OutputBit	Electric screwdriver rotation output bit	設定電動起子在物件啟動時旋轉。
	OutputStatus	On	在物件啟動時啟動指定位元。
Destination	DestType	Relative	根據相對距離，從起始點設定目的地點。
	RelativeOrient	Tool	根據工具座標系上的相對距離，從起始點設定目的地點。
Fx	ControlMode	Follow	透過力控制功能執行跟隨動作。
	Firmness	1	設定 X 方向的力控制功能硬度。
Fy	ControlMode	Follow	透過力控制功能進行跟隨。
	Firmness	1	設定 Y 方向的力控制功能硬度。
Fz	ControlMode	Press+	力控制功能模式。 Press+: 機器人會往 Fz 軸的正方向移動並按壓。
	Force	-1	在 Z 方向中設定施加力
	Firmness	1	設定 Z 方向的力控制功能硬度。
I/O End Conditions	Enabled	True	設定 I/O 相關的結束條件。
	InputBit	Completion of screw driving Input bit	透過螺絲鎖付的完成訊號將物件設定為結束。
	InputStatus	On	將輸入 Bit 為「On」設為結束條件。

(7) 為避免螺絲孔受損，務必使用電動起子以合適速度鎖緊螺絲。計算下列公式並設定合適速度。

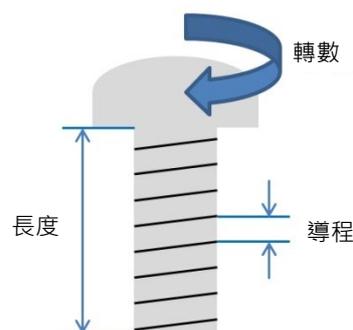
$$\text{SpeedS(mm/sec)} = \text{電動起子每秒轉數(rps)} \times \text{螺紋導程(mm)}$$

$$\text{AccelS(mm/sec}^2\text{)} = \text{SpeedS} \times 10$$

若設定螺絲鎖付的距離=螺絲長度，由於螺絲碰觸螺絲孔，因此鎖緊動作可能會在螺絲鎖付期間停止。

須增加餘裕，如下所示:

$$\text{DestRelativeZ(mm)} = \text{螺絲長度(mm)} + 5 \text{ (mm)}$$

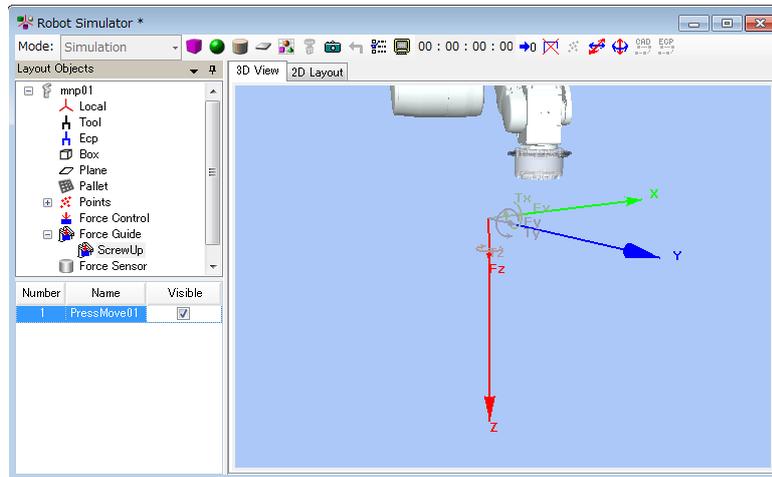


(8) 按一下「EPSON RC+」功能表-[File]-[Save All]以儲存檔案。

6.2.4.5 設定確認

以下說明如何使用模擬器來檢查按壓方向設定是否正確。

- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Simulator]。
[Simulator]視窗會隨即顯示。
- (2) 按一下物件樹狀結構-[Tool]。
在「No.1」勾選[Visible]核取方塊。「Tool 1」箭頭會隨即顯示。
- (3) 按一下物件樹狀結構-[Force]-[Force Guide]-[ScrewUp]。
在[PressMove01]勾選[Visible]核取方塊。

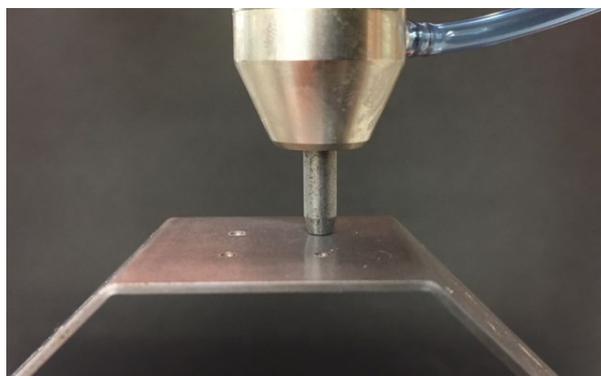
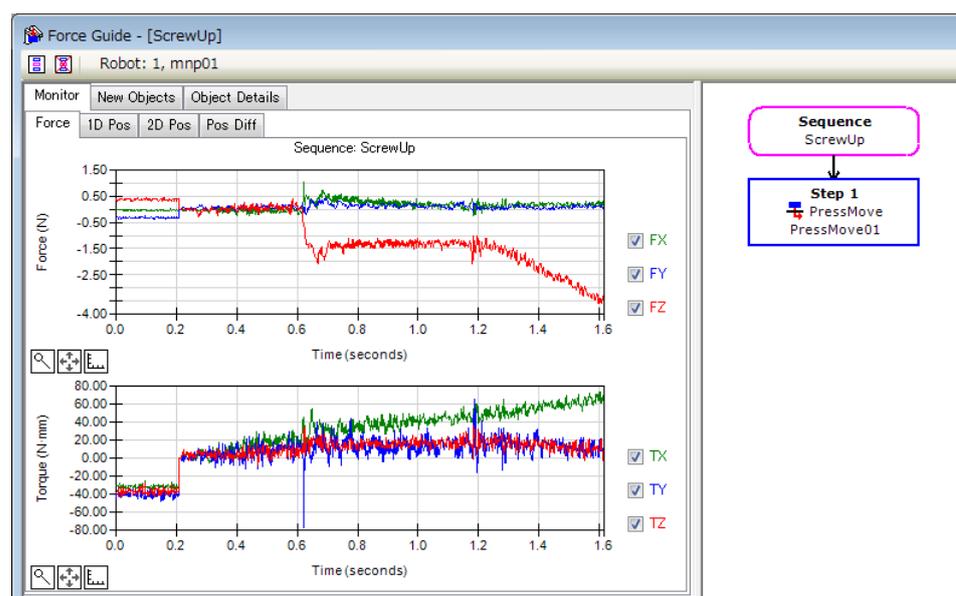


6.2.4.6 透過力覺引導功能動作

以下說明如何執行序列，使其透過EPSON RC+執行「螺絲鎖付」。

- (1) 顯示[Force Guide]視窗。
- (2) 選擇[Robot]標籤。
- (3) 按一下<POWER HIGH>按鈕。
若工件會受損，請以低功率模式執行。
- (4) 按一下<Run>按鈕。
編程已編輯並傳送至機器人控制器。若設定不正確，會發生錯誤。檢查到目前為止的設定，並依照錯誤訊息修改參數。

正確執行操作時，表示已完成螺絲鎖付。



6.2.4.7 回復非接觸狀態

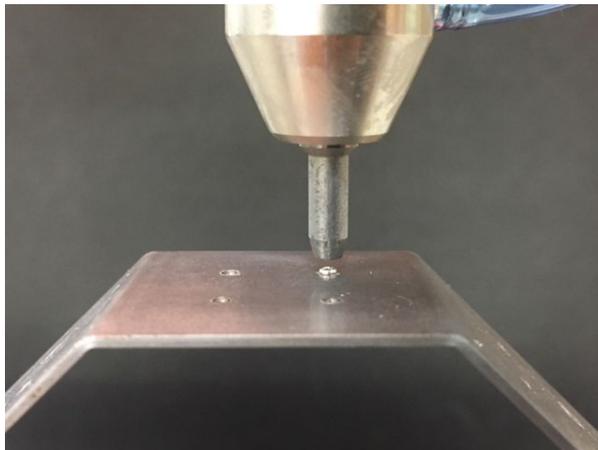
即使已完成「螺絲鎖付」，機器人和工件之間的力仍會持續施加。為避免機器人和末端夾具發生故障或受到損害，操作結束時請立即將機器人移離該物件，且必須確保沒有外力施加於該物件。若沒有明確外力施加於該物件，則可略過此步驟。

下列方式可將機器人設定為非接觸狀態：

- 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Robot Manager]-[Jog & Teach]面板-[Jog]群組，並手動執行步進動作，將機器人移離該物件。
- 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Robot Manager]-[Jog & Teach]面板-[Execute Motion]標籤，並將機器人移離該物件。
- 在[Command Window]執行 Move 命令，並將機器人移離該物件。
- 在 Press 物件後新增 SPELFunc 物件，並在力覺引導序列結束時自動將機器人移離該物件。

以下說明如何透過按一下[Robot Manager]-[Jog & Teach]-[Execute Motion]標籤來回復非接觸狀態。

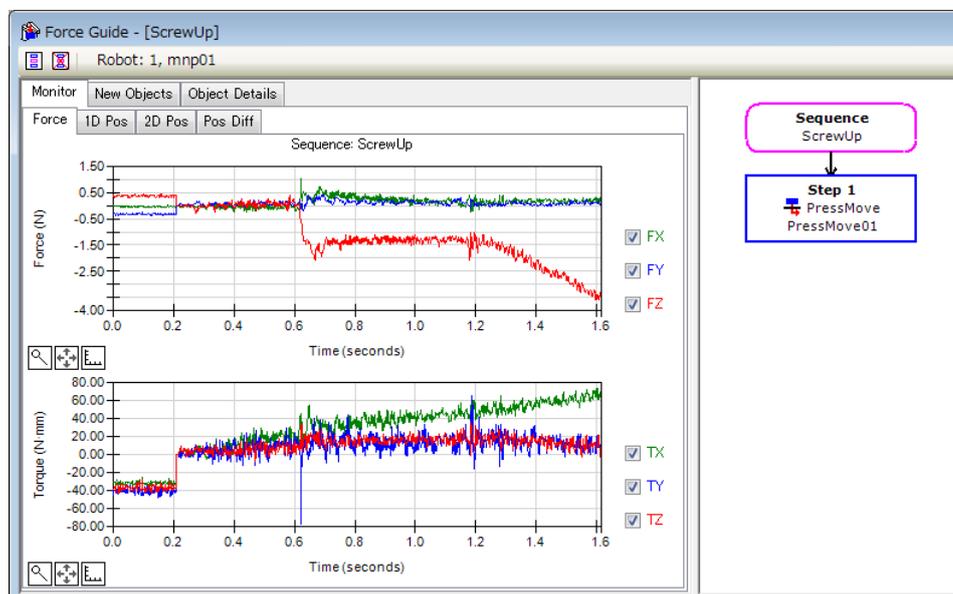
- (1) 顯示[Robot Manager]對話方塊。
- (2) 選擇[Jog & Teach]標籤。
- (3) 選擇[Execute Motion]標籤。
- (4) 在[Command]內選擇「Move」
- (5) 在[Destination]內選擇「P1」。
- (6) 按一下<Execute>按鈕。
機器人移動至起始點: P1。現在，機器人為非接觸狀態。



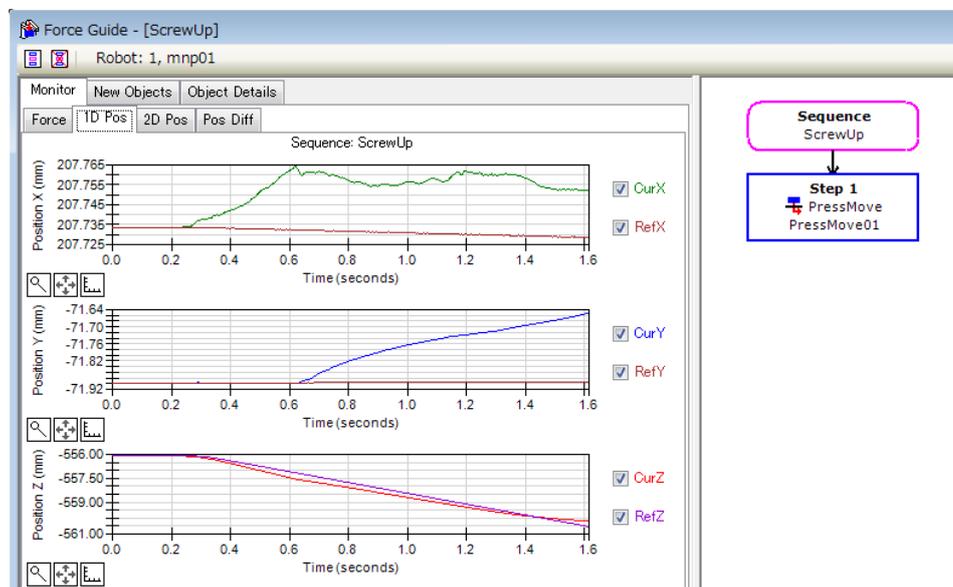
6.2.4.8 確認動作結果

說明如何在[Force Guide]視窗檢查結果。

- (1) 開啟[Force Guide]視窗。
- (2) 按一下[ScrewUp]的序列流程。
- (3) 選擇[Monitor]標籤。選擇[Force]標籤。
執行[ScrewUp]序列期間的力及位置會顯示在圖表中。



- (4) 選擇[1D Pos]標籤。
分析圖表會隨即顯示。(水平軸: 時間, 垂直軸: 位置)
機器人往 Z 方向移動時, 可看見機器人會透過力覺控制跟隨 X、Y 方向。
仔細觀察位置 Z 圖, 會發現 CurZ(目前位置)下降約 3 mm。這表示機器人往螺絲的插入方向移動。
此外, 在位置 X 及位置 Y 圖中, 即使 RefPos(參考位置)為固定位置, CurPos 仍會在範圍內移動約 0.1 mm。這表示機器人沿著螺絲插入的表面移動。

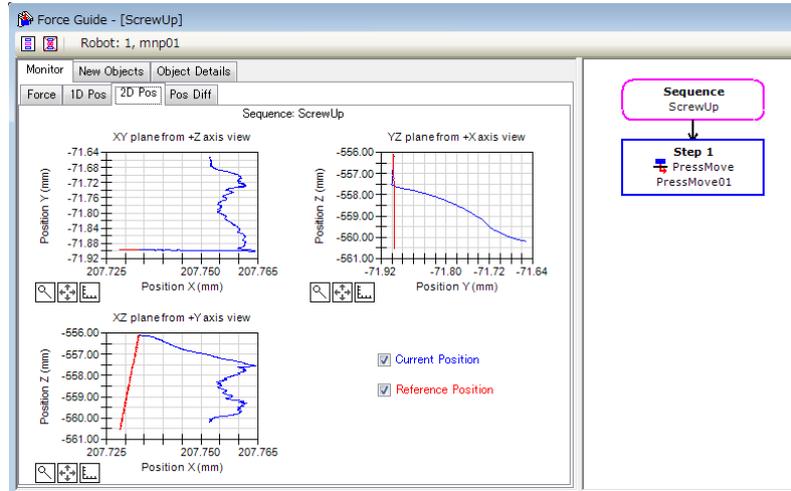


(5) 選擇[2D Pos]標籤。

分析圖表會隨即顯示。(水平軸，垂直軸: 位置)

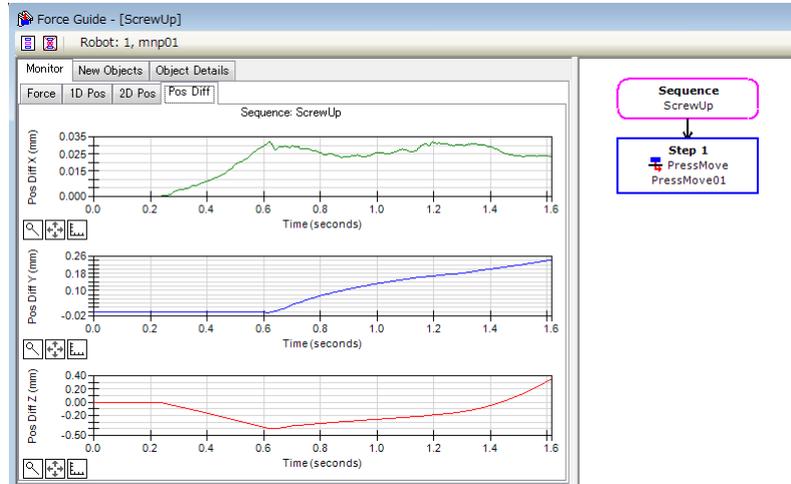
您可在[1D Pos]標籤上查看已檢查的內容，此標籤會顯示每個平面資料的圖表。

查看圖表時，請注意水平軸及垂直軸的標度差異。



(6) 選擇[Pos Diff]標籤。

記錄力覺控制偏移與位置變化的相對關係。此與[1D Pos]標籤顯示的圖表不同。



(7) 變更圖表的單位，並檢查力或位置的變化。

若未正確插入，可能是設定不正確。請參閱下列項目並檢查教學程序。

- 按壓力方向是否正確
- 起始點是否距離孔洞過遠
- AccelS 及 SpeedS 的設定是否正確
- DestRelativeZ 的設定值是否過短

現在，「螺絲鎖付」的教學已結束。

6.3 使用專用力覺引導序列的教學

6.3.1 Paste序列

以下說明如何使用專用力覺引導序列的 **Paste** 序列，進行黏貼作業。

請您自行準備所需工件。錯誤設定可能會導致工件等發生破損。請備妥破損也無妨的工件等，以進行本教學。

請依照下圖配置工件及黏貼方向。

圖中抓取工件的規格如下。

角柱 黏貼面：30mm×30mm



注意

- 本教學中所述的參數僅為參考值。

雖已使用相對穩定的參數，仍可能出現因動作環境使作業未能成功，或動作發生振動等情形。此外，亦可能需要調整參數。敬請注意。

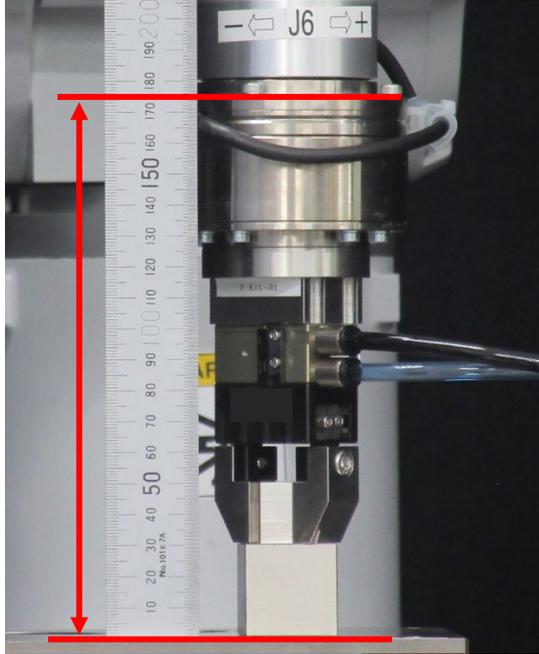
為了方便說明，會使用低速且穩定的參數。如需進行更高速的動作，則需要調整參數。

6.3.1.1 確認工具設定

以下說明如何進行工具設定。

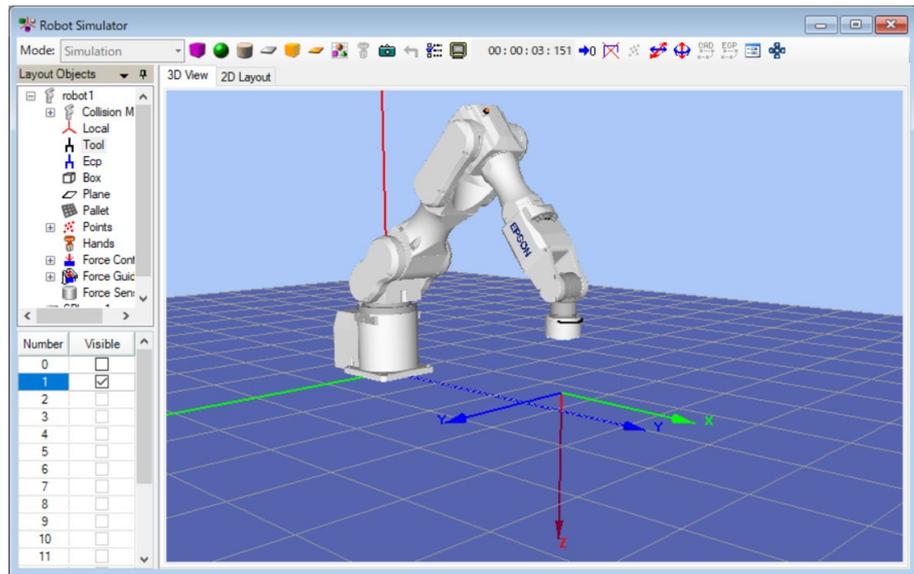
使用 **Paste** 序列時，必須意識到實際黏貼方向與目前工具設定的對應關係。

- (1) 使用角尺等工具，測量從 **J6** 凸緣平面至黏貼面之間的距離。



- (2) 在[Command Window]執行下列內容。
「**Length**」請輸入步驟(1)的測量值。
> Tlset 1,XY(0,0,**Length**,0,0,0)
- (3) 選擇 EPSON RC+ 功能表-[Tools]-[Simulator]。
[Simulator]視窗會隨即顯示。
- (4) 選擇物件樹狀結構-[Manipulator Name]-[Tool]。
- (5) 勾選「No.1」-[Visible]核取方塊。

(6) 將[Simulator]視窗的顯示內容與實際的機器人比較，確認工具設定無誤。



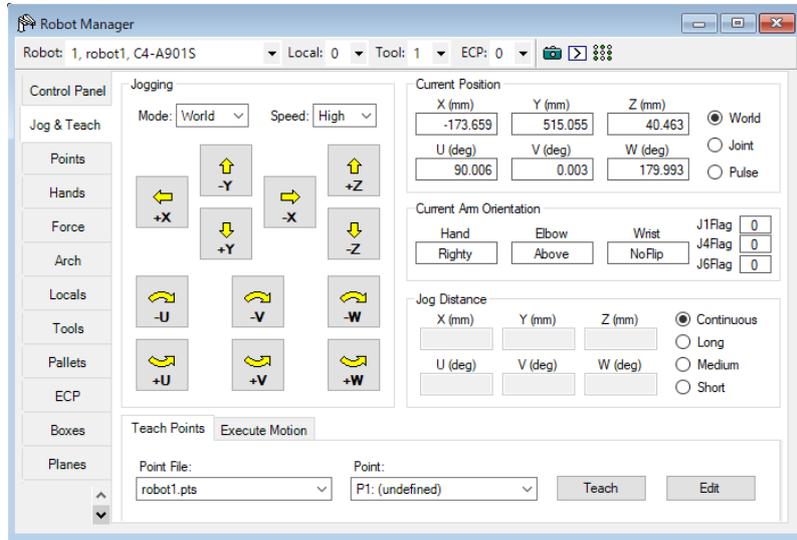
可從[Simulator]視窗的顯示內容得知將對工具的+Z 方向進行黏貼。



6.3.1.2 位置教導

以下說明如何教導Paste序列的起始點。

- (1) 按一下 EPSON RC+功能表-[Tools]-[Robot Manager]。
[Robot Manager]對話方塊會隨即顯示。
- (2) 選擇[Jog & Teach]以顯示面板。
- (3) 在[Tool]選擇「1」。



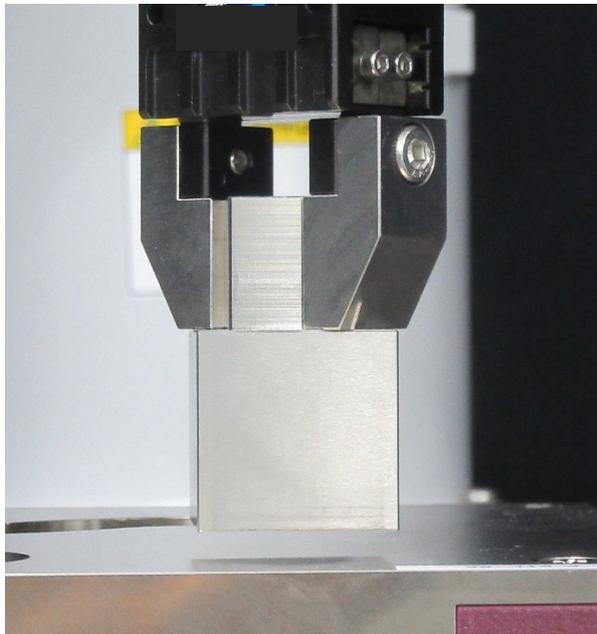
- (4) 使用 Jogging 按鈕，將機器人移動至黏貼位置上方約 2mm 處。
如有必要，在命令視窗中執行下列命令。

> Go Align(Here)

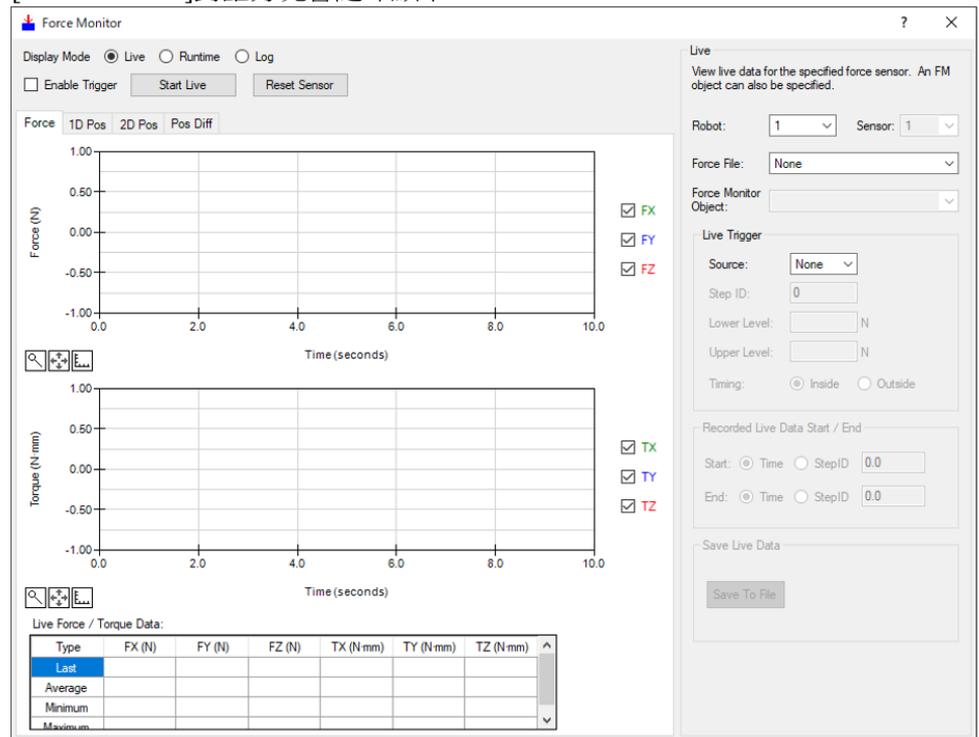
機器人會以目前位置為基準，與 Base 座標系呈現平行姿態。可使機器人在面對的狀態下輕鬆移動。

如需的詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ SPEL+ Language Reference Align 函數



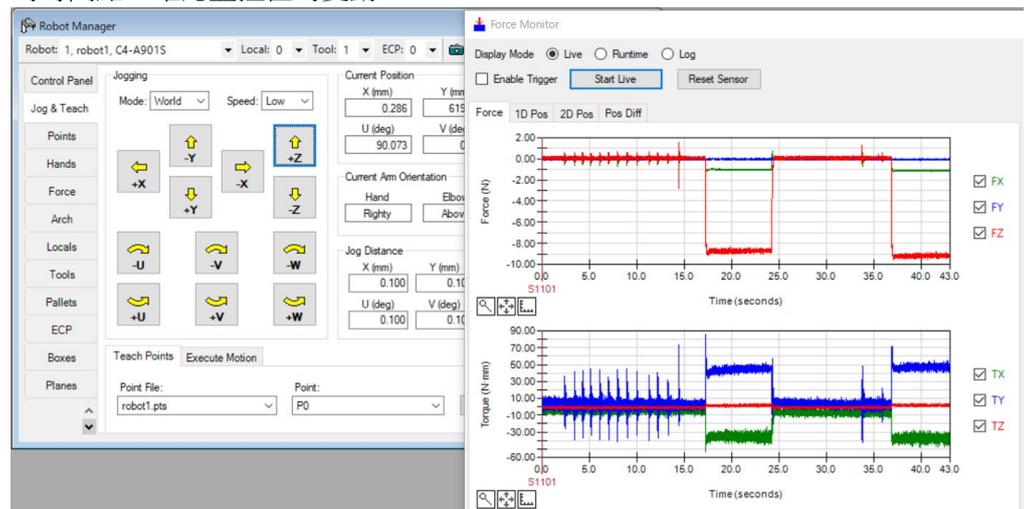
- (5) 按一下 EPSON RC+功能表-[Tools]-[Force Monitor]。
[Force Monitor]對話方塊會隨即顯示。



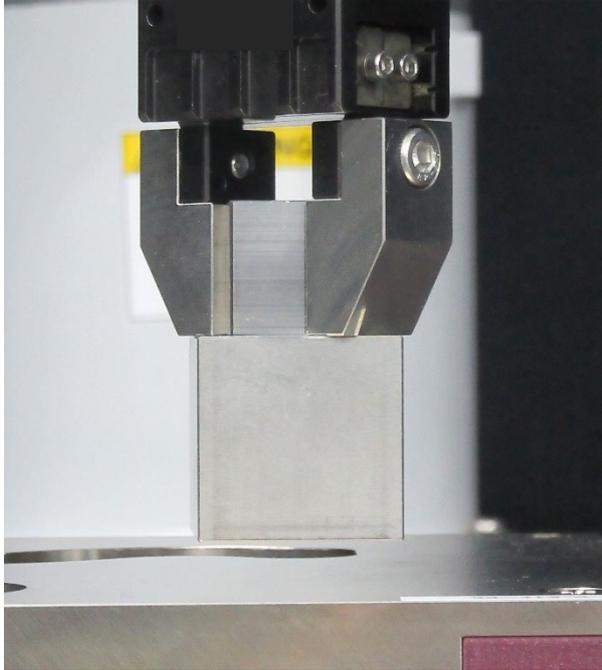
- (6) 選擇[Jog Distance]-<Short>按鈕。

按下數次 Jogging 按鈕，將機器人往 -Z 方向移動，直到黏貼面接觸黏貼側的工件為止。

機器人接觸到對象物件時，力覺感應器的輸出值會發生變化。請配合步進移動的時間點，確認監控值的變動。



- (7) 選擇[Jog Distance]-<Medium>按鈕。
按下 5 次 Jogging 按鈕，使機器人往+Z 方向移動 5mm，使工件呈現未接觸狀態。



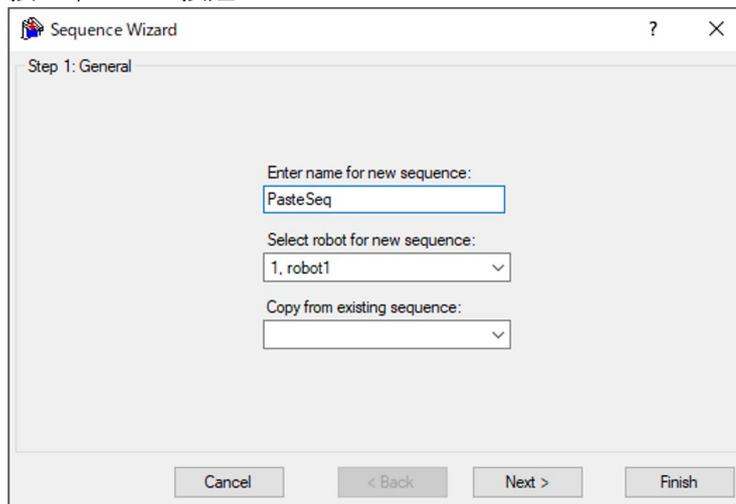
此位置將為序列起始點及力覺感應器的重置位置。

- (8) 在[Point]選擇「P1」。
- (9) 在[Point Label]輸入「PasteStart」。
按一下<OK>按鈕。
- (10) 按一下 EPSON RC+功能表-[File]-[Save All]。
即完成儲存檔案。

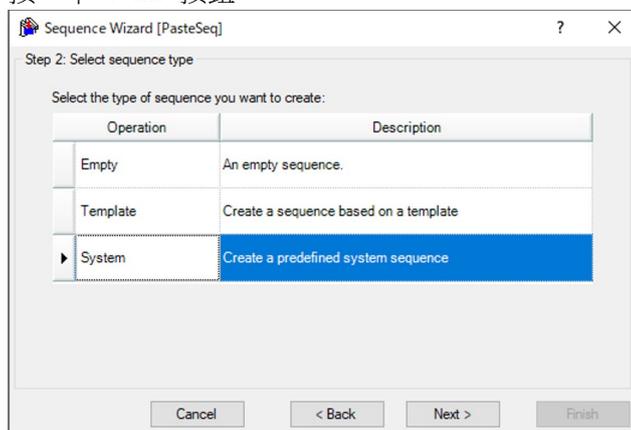
6.3.1.3 序列精靈

以下說明如何建立專用力覺引導序列的Paste序列。

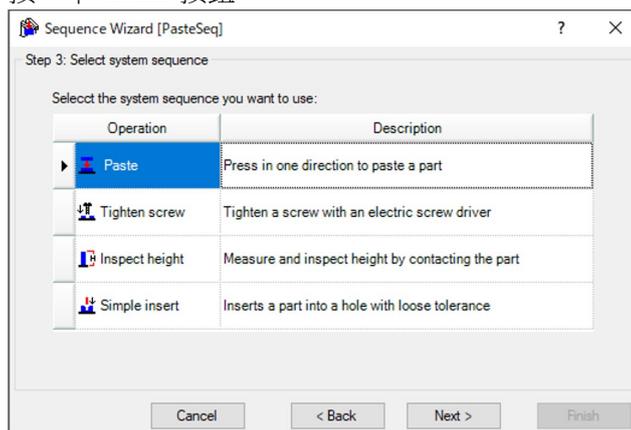
- (1) 在[Enter name for new sequence]中輸入「PasteSeq」。
按一下<Next>按鈕。



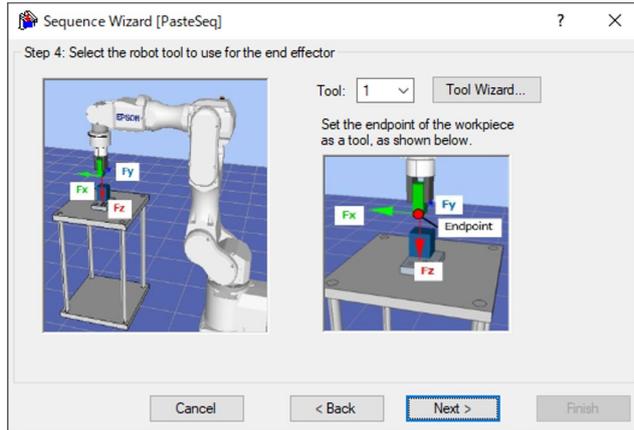
- (2) [Step 2: Select sequence type]對話方塊會隨即顯示。
選擇[System]。
按一下<Next>按鈕。



- (3) [Step 3: Select system sequence]對話方塊會隨即顯示。
選擇[Paste]。
按一下<Next>按鈕。

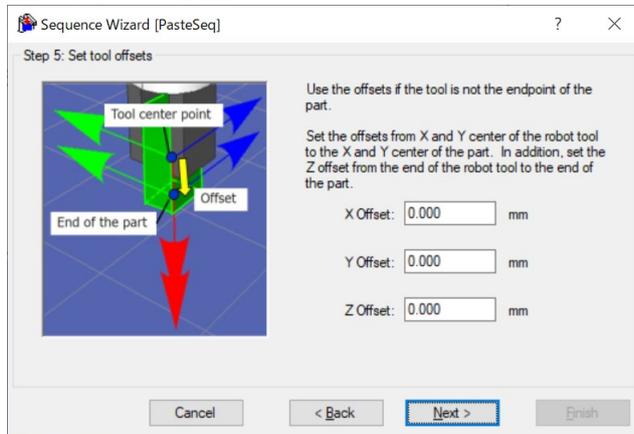


- (4) [Step 4: Select the robot tool to use for the end effector]對話方塊會隨即顯示。
變更下表的屬性。
按一下<Next>按鈕。

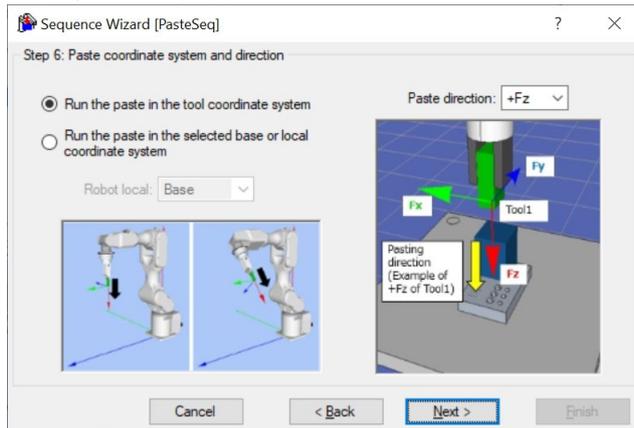


項目	設定值	說明
Tool	1	指定要在此序列中使用的工具編號。

- (5) [Step 5: Set tool offsets]對話方塊會隨即顯示。
設定工具偏移值，維持初始值無需變更。
按一下<Next>按鈕。

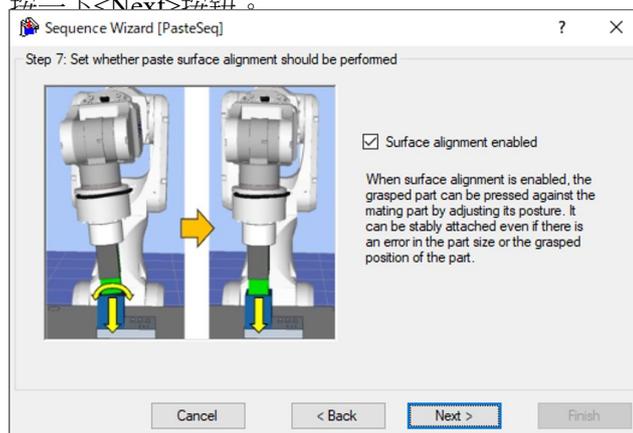


- (6) [Step 6: Paste coordinate system and direction]對話方塊會隨即顯示。
黏貼方向為工具座標系的+Fz 方向，因此維持初始值無需變更。
按一下<Next>按鈕。



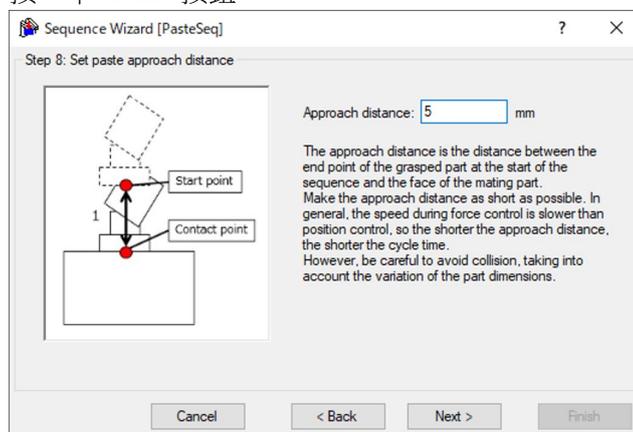
- (7) [Step 7: Set whether paste surface alignment should be performed]對話方塊會隨即顯示。

設定是否啟用對齊面動作。由於執行對齊面動作，因此維持初始值無需變更。
按一下<Next>按鈕。



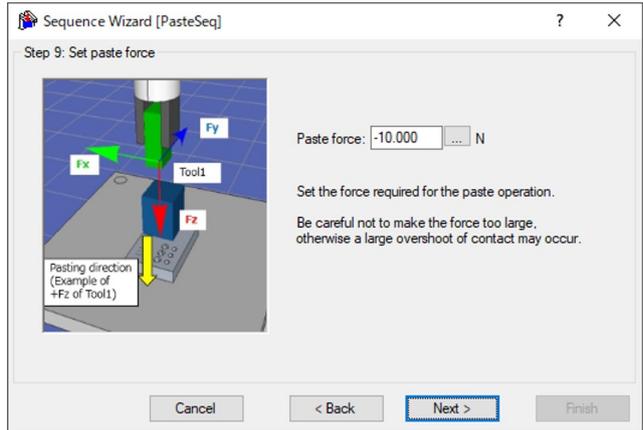
- (8) [Step 8: Set paste approach distance]對話方塊會隨即顯示。

變更下表的屬性。
按一下<Next>按鈕。



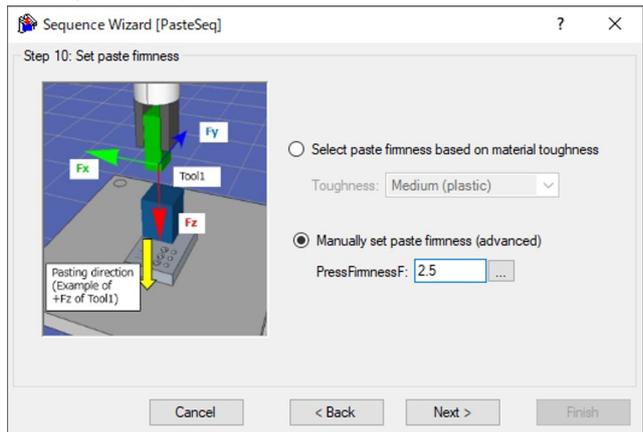
項目	設定值	說明
Approach distance	5	設定從抓取工件末端到黏貼對象上面的距離。 設為 5mm。

- (9) [Step 9: Set paste force]對話方塊會隨即顯示。
 變更下表的屬性。
 按一下<Next>按鈕。



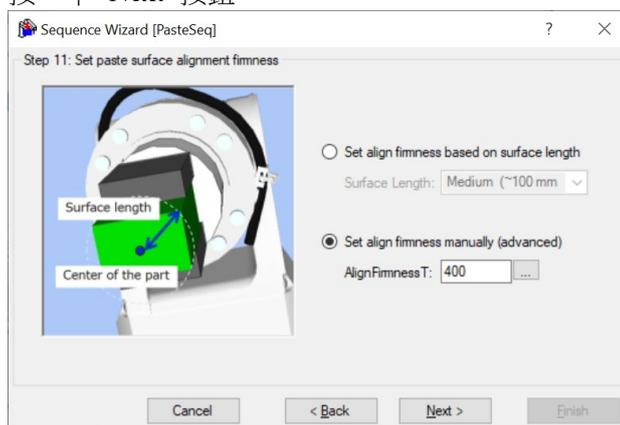
項目	設定值	說明
Paste force	-10	設定黏貼力。 設為-10N。 請設定您的工件可容許的數值。

- (10)[Step 10: Set paste firmness]對話方塊會隨即顯示。
 選擇[Manually set paste firmness (advanced)]。
 變更下表的屬性。
 按一下<Next>按鈕。



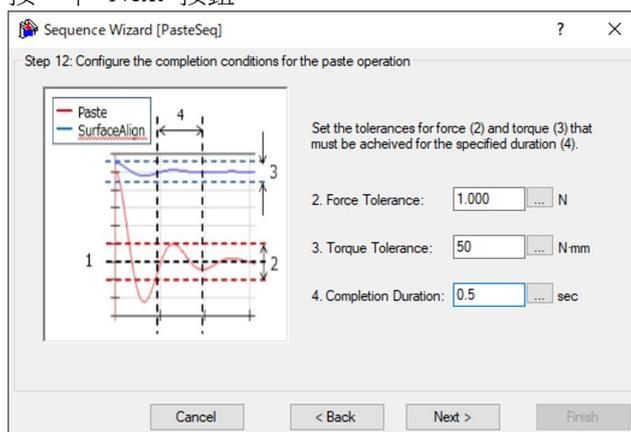
項目	設定值	說明
PressFirmnessF	2.5	設定黏貼方向的力控制功能硬度。 設為 2.5。

- (11)[Step 11: Set paste surface alignment firmness]對話方塊會隨即顯示。
 選擇[Manually set paste firmness (advanced)]。
 變更下表的屬性。
 按一下<Next>按鈕。



項目	設定值	說明
AlignFirmnessT	400	設定對齊面方向的力控制功能硬度。 設為 400。

- (12)[Step 12: Configure the completion conditions for the paste operation]對話方塊會隨即顯示。
 變更下表的屬性。
 按一下<Next>按鈕。

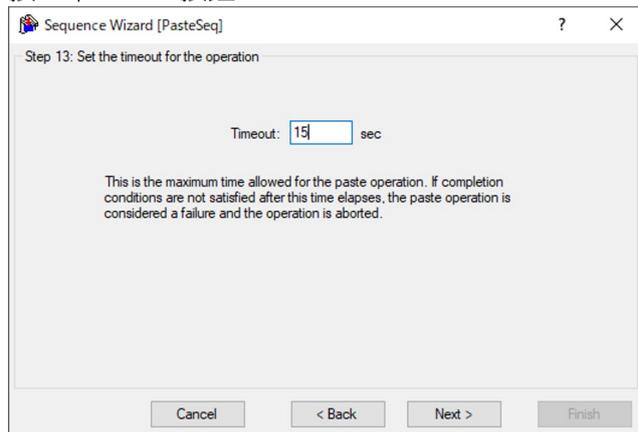


項目	設定值	說明
Force Tolerance	1	設定力相關結束條件的範圍。 設為 1N。
Torque Tolerance	50	設定扭力相關結束條件的範圍。 設為 50Nmm。
Completion Duration	0.5	設定判斷為滿足結束條件的持續時間。 設為 0.5sec。

(13)[Step 13: Set the timeout for the operation]對話方塊會隨即顯示。

變更下表的屬性。

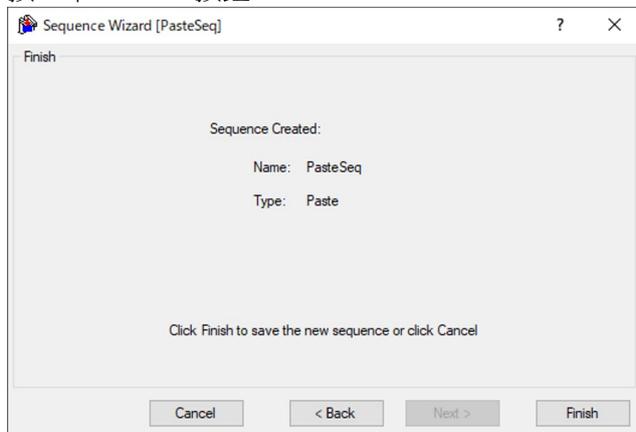
按一下<Next>按鈕。



項目	設定值	說明
Timeout	15	設定逾時期間。 設為 15sec。

(14)[Finish]對話方塊會隨即顯示。

按一下<Finish>按鈕。

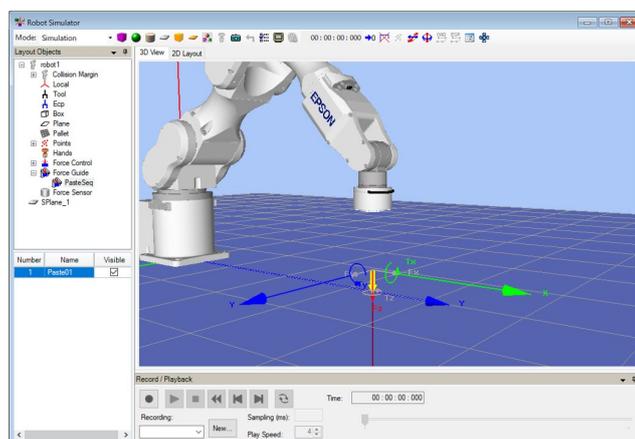


(15)確認已建立[PasteSeq]序列。

6.3.1.4 確認設定

以下使用模擬器說明如何確認黏貼方向等的設定是否正確。

- (1) 按一下 EPSON RC+ 功能表-[Tools]-[Simulator]。
[Simulator]視窗會隨即顯示。
- (2) 按一下物件樹狀結構-[Tool]。
勾選「No.1」-[Visible]核取方塊。「工具 1」的箭頭會隨即顯示。
- (3) 按一下物件樹狀結構-[Force]-[Force Guide]-[PasteSeq]。
勾選「Paste01」-[Visible]核取方塊。

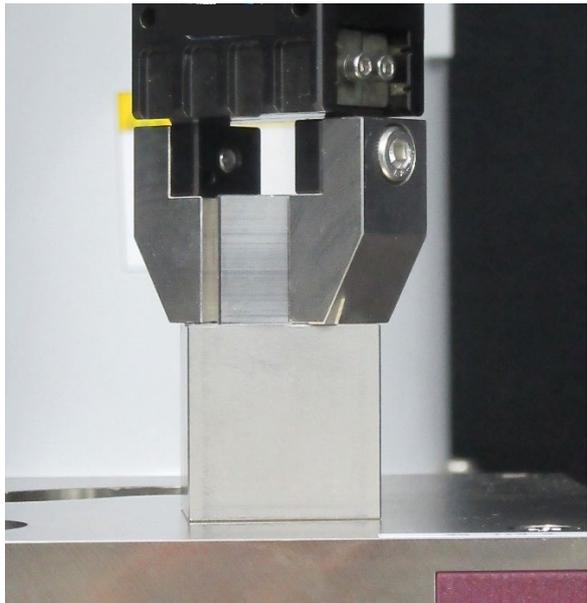
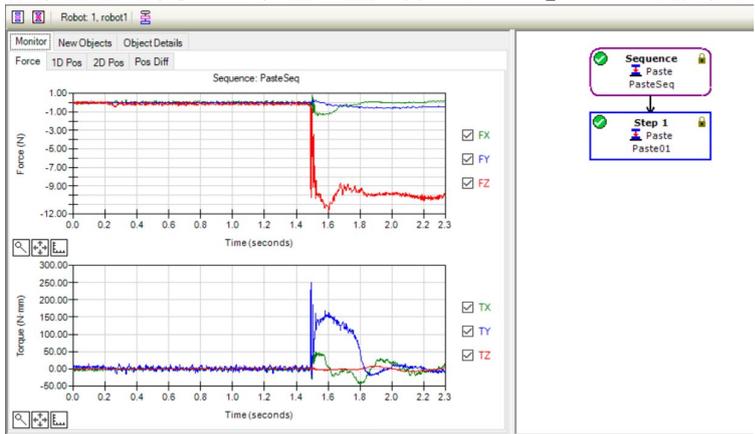


請確認顯示黃色箭頭的方向為黏貼方向。

6.3.1.5 透過力覺引導功能執行

以下說明如何在EPSON RC+執行已建立的Paste序列。

- (1) 顯示[ForceGuide]視窗。
- (2) 選擇[Robot]標籤。
- (3) 按一下<POWER HIGH>按鈕。
若工件可能發生破損，請以低功率模式進行動作。
- (4) 按一下<Execute>按鈕。
系統將執行編譯，並將程式傳送至機器人控制器。
若設定有誤，將會發生錯誤。請重新確認目前為止的設定內容，並依照錯誤訊息修改參數。
- (5) 作業正確結束後，流程圖左上角會顯示「」，表示已完成黏貼。



6.3.1.6 回復至未接觸狀態

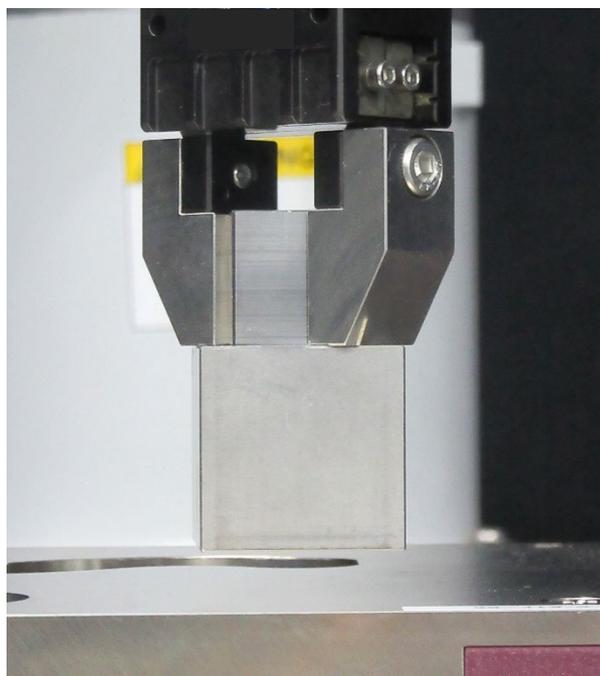
Paste序列完成後，機器人與工件之間的力仍會持續施加。為避免機器人及端效器等發生故障或破損，作業後請務必儘速將其回復至未受力的狀態。若對象物件明顯未受力，則可省略此步驟。

以下為回復至未接觸狀態的方法。

- 在 EPSON RC+功能表-[Tools]-[Robot Manager]-[Jog & Teach]面板-[Jog]群組中手動執行步進動作，將機器人移離對象物件。
- 操作 EPSON RC+功能表-[Tools]-[Robot Manager]-[Jog & Teach]面板-[Execute Motion]標籤，將機器人移離對象物件。
- 在[Command Window]執行 Move 命令，將機器人移離對象物件。
- 在 Press 物件後新增 SPEL 函數物件，使力覺引導序列在最後自動將機器人移離對象物件。

本項說明如何操作[Robot Manager]-[Jog & Teach]-[Execute Motion]標籤，以回復至未接觸狀態。

- (1) 顯示[Robot Manager]。
- (2) 選擇[Jog & Teach]標籤。
- (3) 選擇[Execute Motion]標籤。
- (4) 在[Command]選擇「Move」。
- (5) 在[Destination]選擇「P1」。
- (6) 按一下<Execute>按鈕。
機器人會移動至起始點「P1」。至此即回復為未接觸狀態。

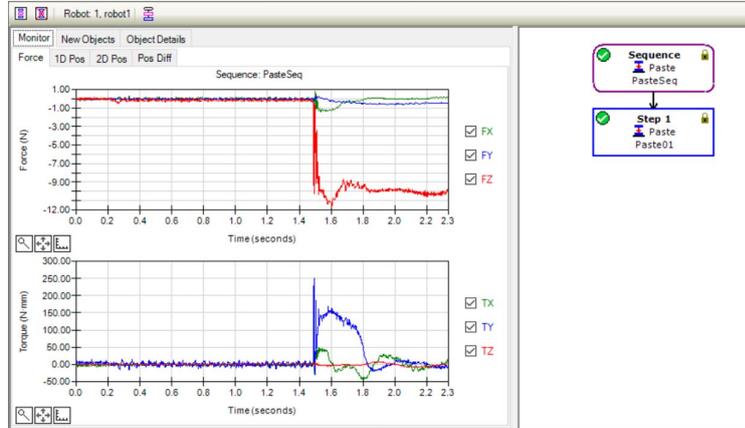


6.3.1.7 透過監控進行動作分析

以下說明如何在EPSON RC+確認力覺引導序列的動作結果。

- (1) 顯示[ForceGuide]視窗。
- (2) 按一下[PasteSeq]的序列流程。
- (3) 選擇[Monitor]標籤。選擇[Force]標籤。

圖表中會顯示[PasteSeq]序列執行期間的力及位置。



- (4) 選擇[1D Pos]標籤。

用於解析的圖表會隨即顯示。(橫軸：時間、縱軸：位置)

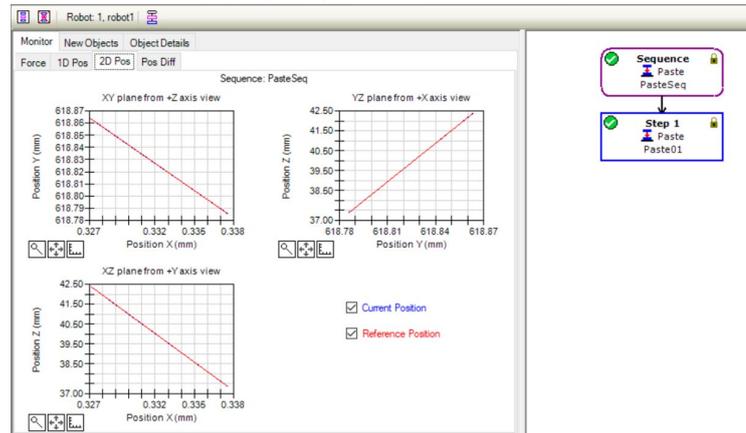
從位置 Z 的圖表可看出 CurZ(目前位置)約下降了 5mm。代表其已往黏貼方向前進接近距離的 5mm。



(5) 選擇[2D Pos]標籤。

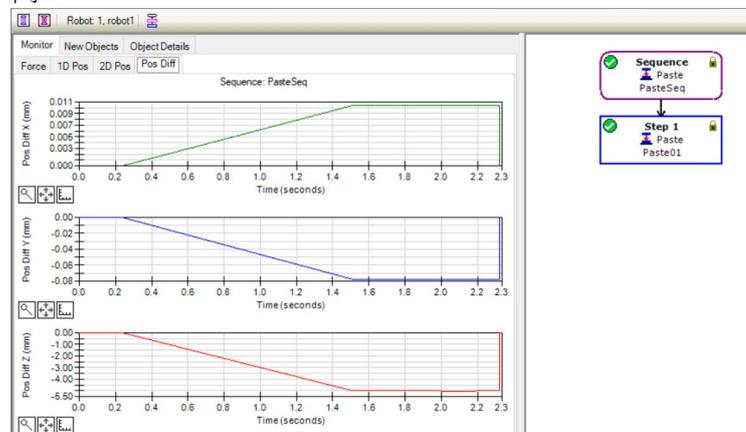
用於解析的圖表會隨即顯示。(縱軸、橫軸：位置)

在[1D Pos]標籤中已確認的資訊，可確認其投影至各平面的圖表。確認時，敬請注意縱軸與橫軸的比例差異。



(6) 選擇[Pos Diff]標籤。

此圖表以相對位置變化記錄力控制造成的偏移。與[1D Pos]標籤的圖表有所不同。



(7) 您可嘗試變更圖表的顯示單位等，確認力及位置的變化狀態。

若未能正確黏貼，可能是設定有誤。請參考下列項目，並重新確認本教學的步驟。

- 按壓力的方向是否正確
- 接近距離的設定是否正確
- Tool 設定是否正確

6.3.1.8 進階工作

現在執行下列操作。

Paste 序列位置結束條件的預設設定為，從 Paste 物件開始的位置是否在「接近距離±1mm」以內。若變更位置結束條件，可能會偵測出工件的尺寸異常等。未能達到位置結束條件時，將判定序列執行失敗，並結束動作。

您可以嘗試設定失敗條件。

(1) 變更[Paste01]屬性如下。

項目	設定值	說明
DistCheckTol	0.1	指定從動作起始點移動的距離成功條件範圍。 將成功條件範圍設為「接近距離±0.1mm」。

(2) 在[Jog & Teach]標籤移動至起始點「P1」。

(3) 為模擬抓取工件的高度尺寸為小 0.5mm 的狀態，在[Jog & Teach]標籤將機器人從起始點「P1」往+Z 方向移動 0.5mm。

(4) 嘗試執行序列。

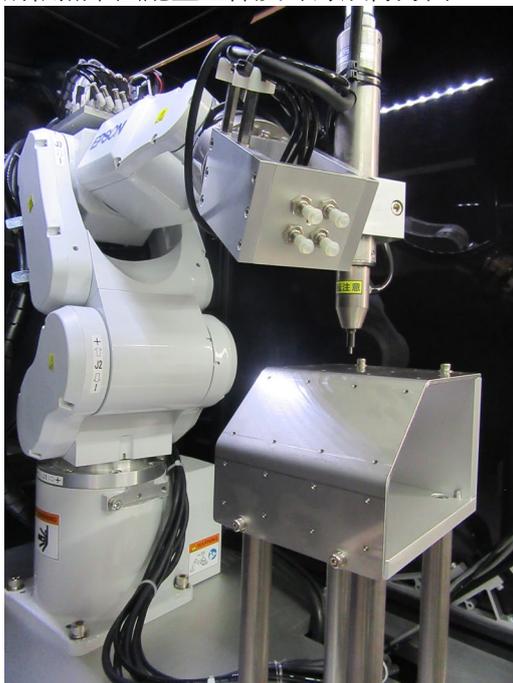
Paste 序列的教學至此結束。

6.3.2 ScrewTighten序列

以下說明如何使用專用力覺引導序列的 ScrewTighten 序列，進行螺絲鎖付作業。

請您自行準備電動螺絲起子、螺絲，以及固定螺絲的工件。錯誤設定可能會導致工件等發生破損。請備妥破損也無妨的工件等，以進行本教學。

本教學以使用 M2、螺絲長度 5mm、導程長度 0.4mm 的螺絲進行的螺絲鎖付為例進行說明。進行教學時，需要配合您自行準備的電動螺絲起子與螺絲，進行參數變更。請依照下圖配置工件及螺絲鎖付方向。



注意

- 本教學中所述的參數僅為參考值。

雖已使用相對穩定的參數，仍可能出現因動作環境使作業未能成功，或動作發生振動等情形。此外，亦可能需要調整參數。敬請注意。

為了方便說明，會使用低速且穩定的參數。如需進行更高速的動作，則需要調整參數。

6.3.2.1 確認工具與末端夾具設定

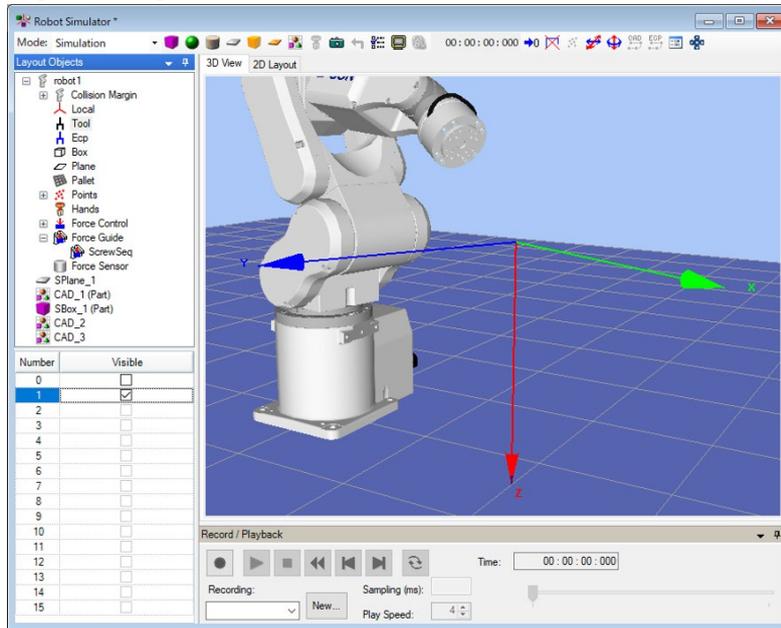
以下說明如何進行工具設定。

使用 ScrewTighten 序列時，必須意識到實際螺絲鎖付方向與目前工具設定的對應關係。

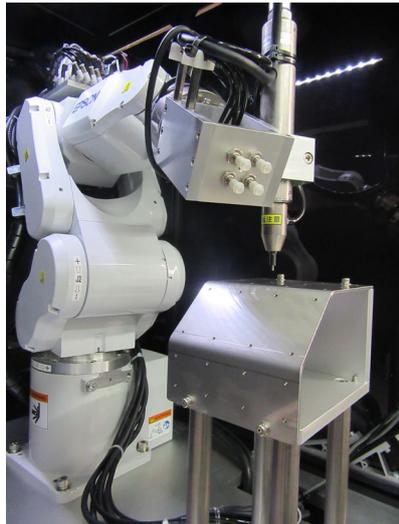
- (1) 使用卡尺等工具，測量從 J6 凸緣平面至電動螺絲起子末端之間的 X、Y、Z 距離。
- (2) 在[Command Window]執行下列內容。「LengthX、LengthY、LengthZ」請輸入步驟(1)的測量值。

```
> Tlset 1,XY (LengthX,LengthY,LengthZ, 0, 0, 0)
```

- (3) 選擇 EPSON RC+ 功能表-[Tools]-[Simulator]。[Simulator]視窗會隨即顯示。
- (4) 選擇物件樹狀結構-[Manipulator Name]-[Tool]。
- (5) 勾選「No.1」-[Visible]核取方塊。
- (6) 將[Simulator]視窗的顯示內容與實際的機器人比較，確認工具設定無誤。



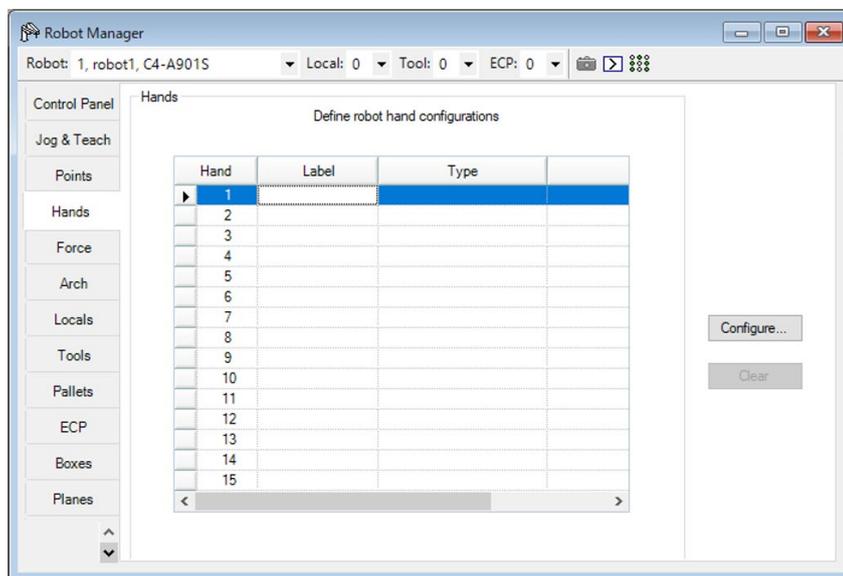
可從[Simulator]視窗的顯示內容得知將對工具的+Z 方向進行螺絲鎖付。



以下說明如何進行末端夾具設定。

請將實際使用的電動螺絲起子之螺絲起子正反轉指派至控制器 I/O 的輸出位元，並將螺絲鎖付完成信號指派至控制器 I/O 的輸入位元。

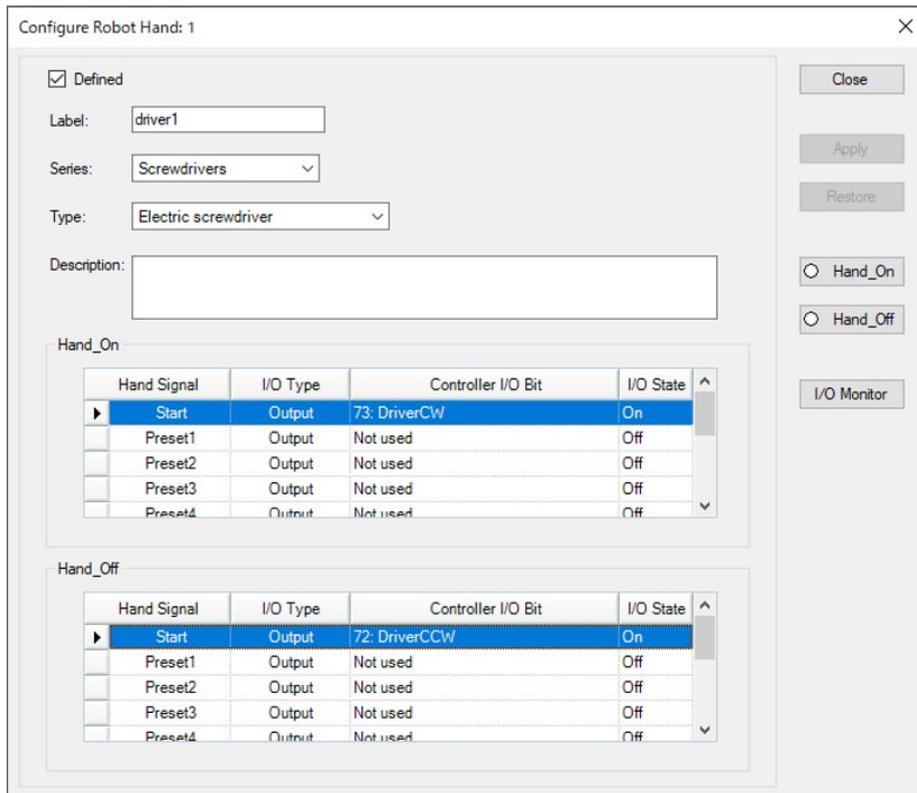
- (1) 按一下 EPSON RC+功能表-[Tools]-[Robot Manager]。[Robot Manager]對話方塊會隨即顯示。
- (2) 選擇[Hands]以顯示面板。



- (3) 檢查「Hand 1」，並按一下<Configure...>按鈕。
末端夾具 1 的設定畫面會隨即開啟。

(4) 勾選[Defined]的核取方塊，並變更下列項目。

項目	設定值	說明	
Label	driver1	請輸入任意標籤名稱。	
Series	Screwdrivers	在要使用的末端夾具種類中，請選擇電動螺絲起子。	
Hand_On	Start_Controller I/O Bit	Driver forward rotation bit	請指定已指派為用於螺絲起子正轉的輸出位元。
	Start_I/O State	On	螺絲起子進行正轉時的螺絲起子正轉位元狀態。
	Complete_Controller I/O Bit	Screw tightening completion bit	請指定已指派為用於螺絲鎖付完成信號的輸入位元。
	Complete_I/O State	On	螺絲起子提高扭力時的螺絲鎖付完成位元狀態。
Hand_Off	Start_Controller I/O Bit	Driver reverse rotation bit	請指定已指派為用於螺絲起子反轉的輸出位元。
	Start_I/O State	On	螺絲起子進行反轉時的螺絲起子反轉位元狀態。

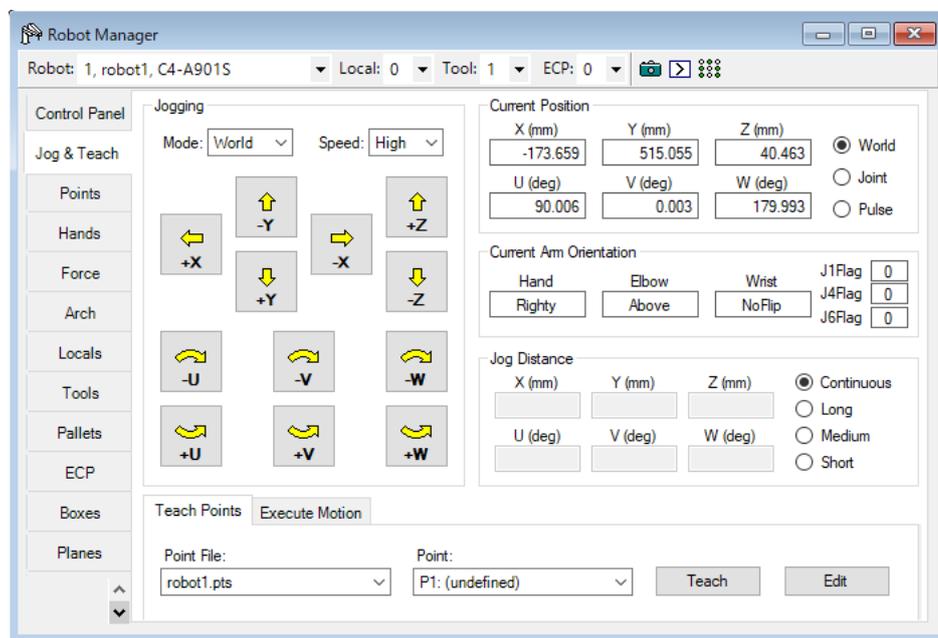


(5) 按一下<Apply>按鈕儲存設定，再按一下<Close>按鈕關閉末端夾具 1 的設定畫面。

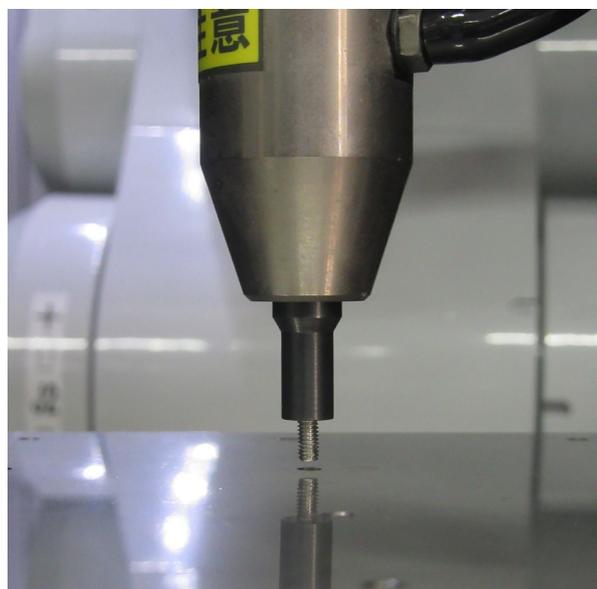
6.3.2.2 位置教導

以下說明如何教導ScrewTighten序列的起始點。

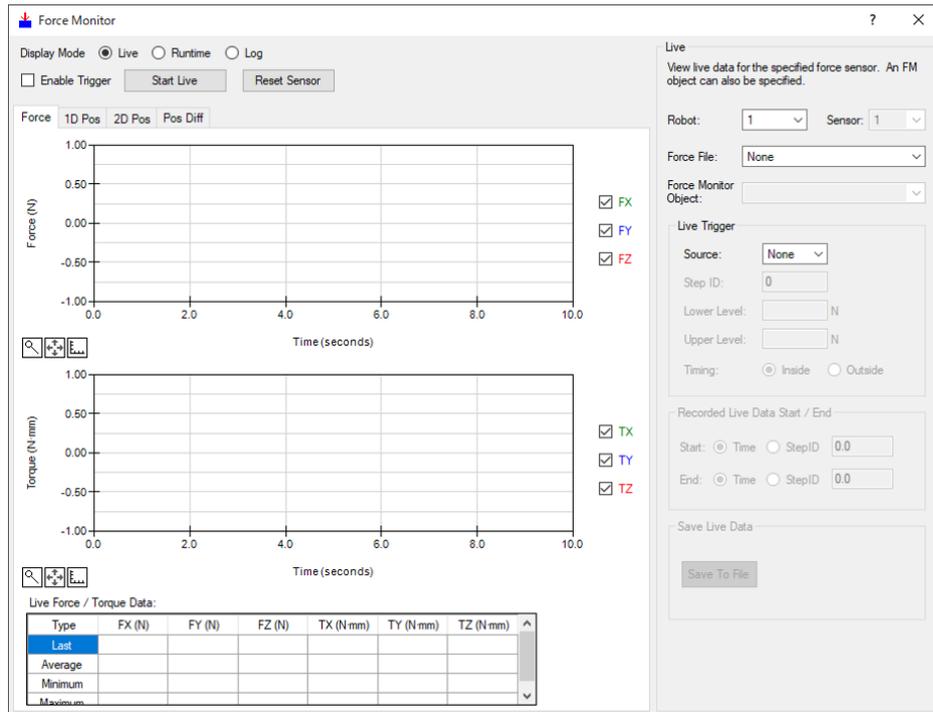
- (1) 按一下 EPSON RC+功能表-[Tools]-[Robot Manager]。[Robot Manager]對話方塊會隨即顯示。
- (2) 選擇[Jog & Teach]以顯示面板。
- (3) 在[Tool]選擇「1」。



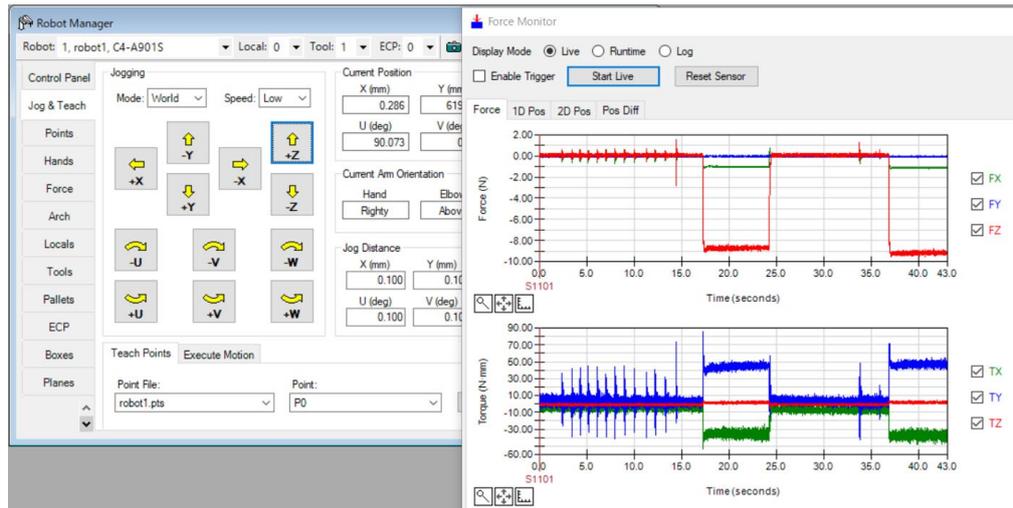
- (4) 使螺絲吸附於電動螺絲起子。
- (5) 使用 Jogging 按鈕，將機器人移動至下列位置。
 XY 方向：螺絲的末端位於螺絲孔的錐形部分內
 Z 方向：螺絲的末端位於螺絲孔上方約 1mm 處



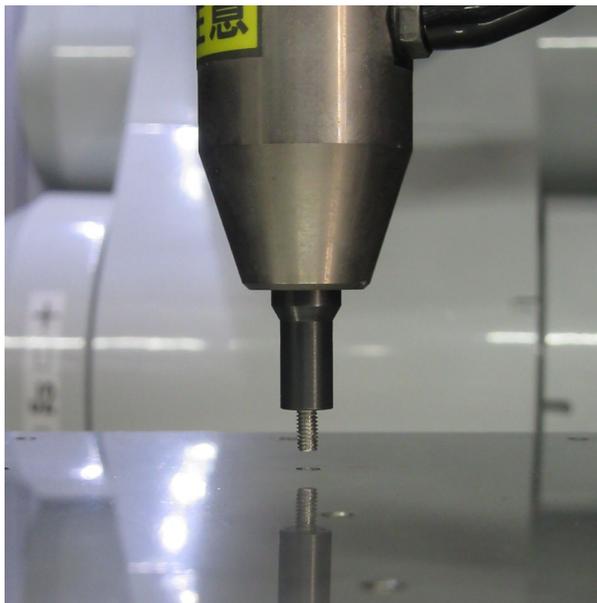
- (6) 按一下 EPSON RC+功能表-[Tools]-[Force Monitor]。[Force Monitor]對話方塊會隨即顯示。



- (7) 選擇[Jog Distance]-<Short>按鈕。按下數次 Jogging 按鈕，將機器人往 -Z 方向移動，直到螺絲末端接觸螺絲孔為止。機器人接觸到對象物件時，力覺感應器的輸出值會發生變化。請配合步進移動的時間點，確認監控值的變動。



- (8) 選擇[Jog Distance]-<Medium>按鈕。按下 2 次 Jogging 按鈕，將機器人往+Z 方向移動 2mm，使螺絲呈現未接觸狀態。



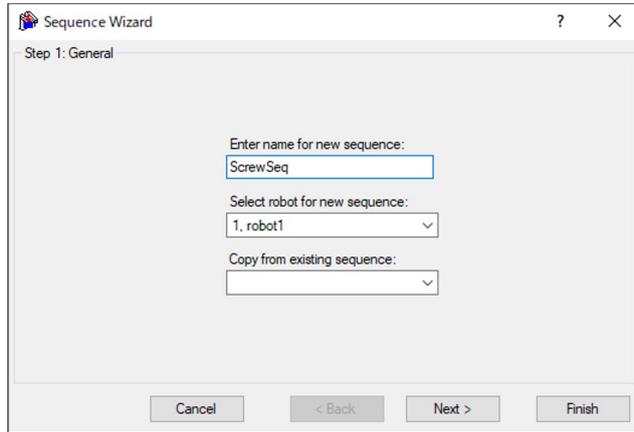
此位置將為序列起始點及力覺感應器的重置位置。

- (9) 在[Point]選擇「P1」。
- (10)在[Point Label]輸入「ScrewStart」。
按一下<OK>按鈕。
- (11)按一下 EPSON RC+功能表-[File]-[Save All]。即完成儲存檔案。

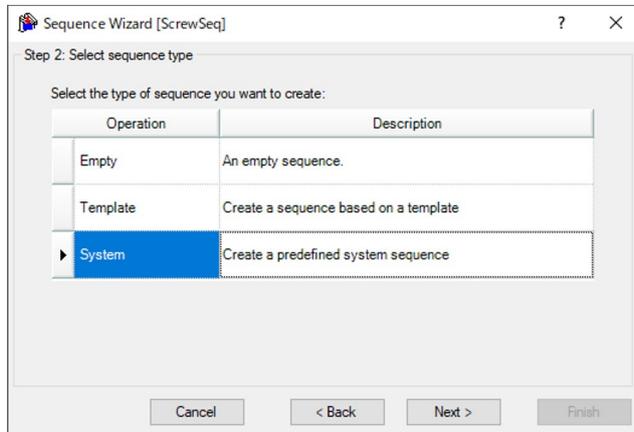
6.3.2.3 序列精靈

以下說明如何建立專用力覺引導序列的ScrewTighten序列。

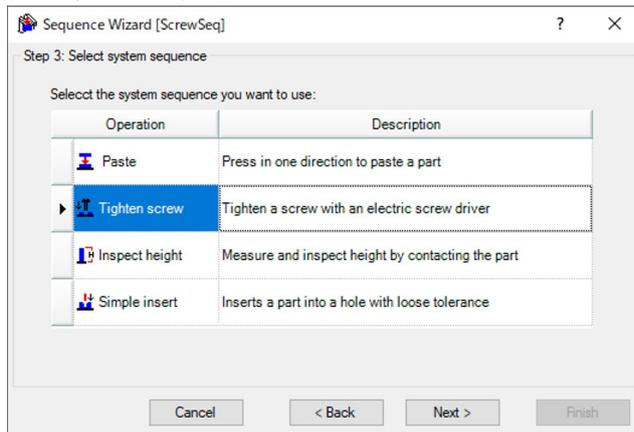
- (1) 在[Enter name for new sequence]中輸入「ScrewSeq」。
按一下<Next>按鈕。



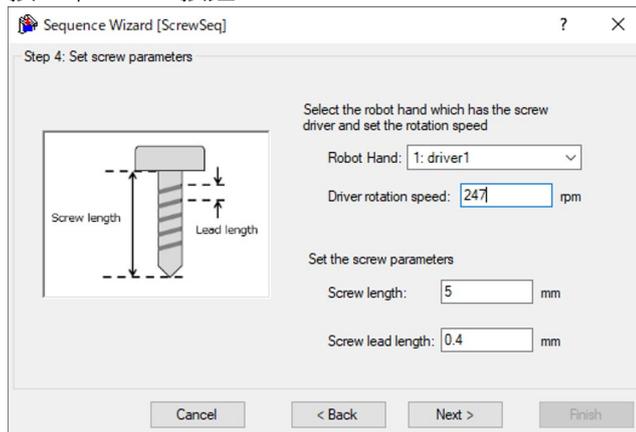
- (2) [Step 2: Select sequence type]對話方塊會隨即顯示。
選擇[System]。
按一下<Next>按鈕。



- (3) [Step 3: Select system sequence]對話方塊會隨即顯示。
選擇[Tighten screw]。
按一下<Next>按鈕。

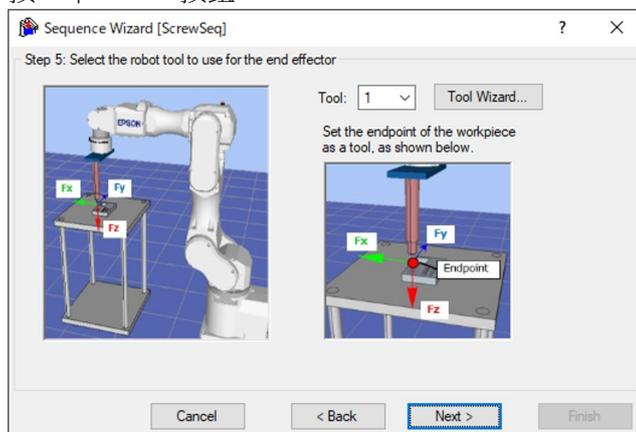


- (4) [Step 4: Set screw parameters]對話方塊會隨即顯示。
變更下表的屬性。
按一下<Next>按鈕。



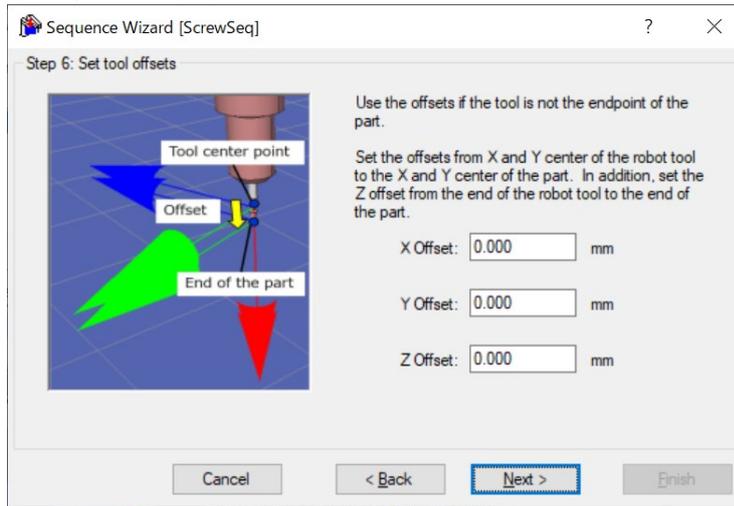
項目	設定值	說明
Robot Hand	1	指定要在此序列中使用的末端夾具設定編號。 已進行末端夾具設定的編號，會在末端夾具編號後面顯示標籤名稱。
Driver rotation speed	247	設定電動螺絲起子的轉速。 請設定您所準備的電動螺絲起子轉速。
Screw length	5	設定螺絲的長度。 請設定您所準備的螺絲長度。
Screw lead length	0.4	設定螺絲的導程長度。 請設定您所準備的螺絲導程長度。

- (5) [Step 5: Select the robot tool to use for the end effector]對話方塊會隨即顯示。
變更下表的屬性。
按一下<Next>按鈕。

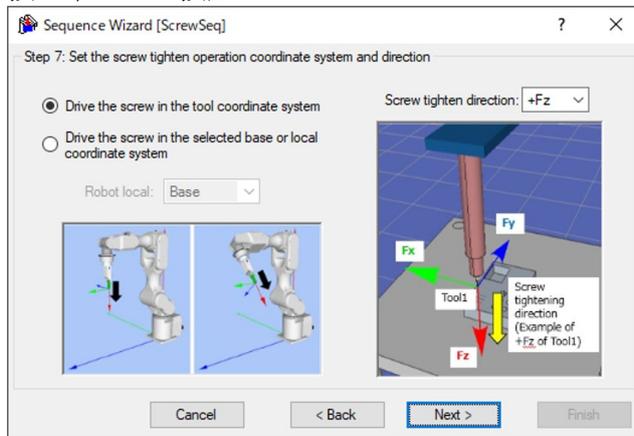


項目	設定值	說明
Tool	1	指定要在此序列中使用的工具編號。

- (6) [Step 6: Set tool offsets]對話方塊會隨即顯示。
設定工具偏移值，維持初始值無需變更。
按一下<Next>按鈕。

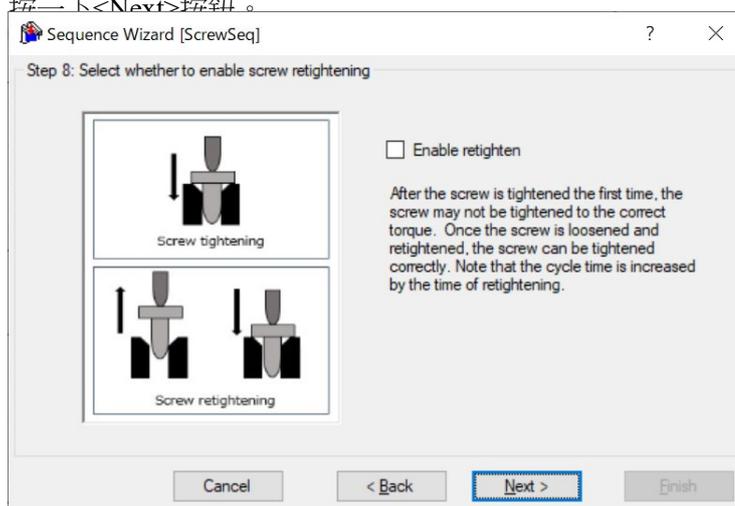


- (7) [Step 7: Set the screw tighten operation coordinate system and direction]對話方塊會隨即顯示。
螺絲鎖付方向為工具座標系的+Fz 方向，因此維持初始值無需變更。
按一下<Next>按鈕。



- (8) [Step 8: Select whether to enable screw retightening]對話方塊會隨即顯示。
設定是否啟用螺絲重新鎖付動作。由於不執行螺絲重新鎖付動作，因此維持初始值無需變更。

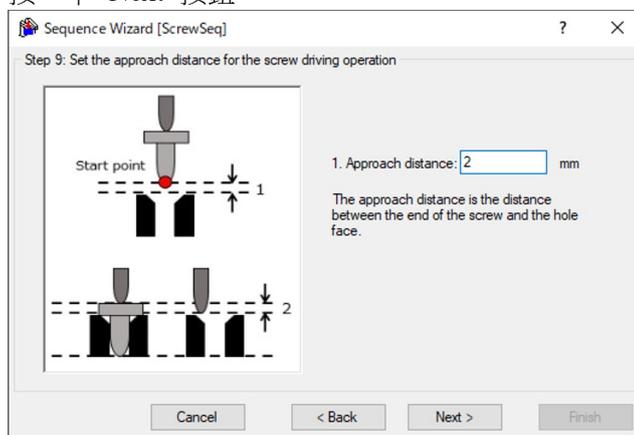
按一下<Next>按鈕。



- (9) [Step 9: Set the approach distance for the screw driving operation]對話方塊會隨即顯示。

變更下表的屬性。

按一下<Next>按鈕。



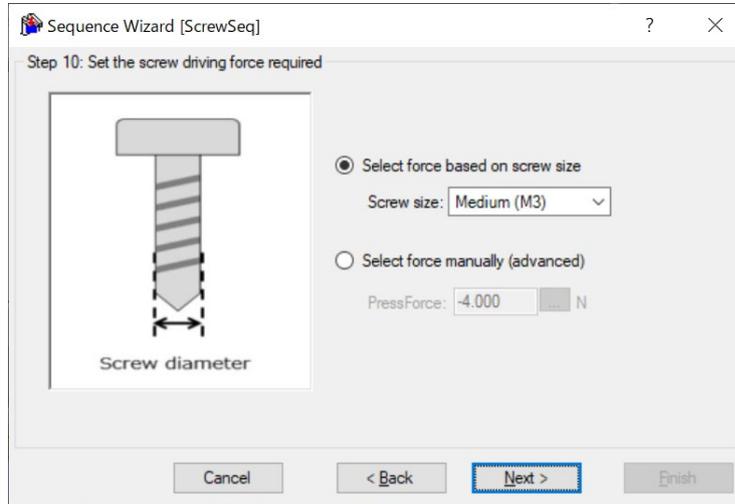
項目	設定值	說明
Approach distance	2	設定從螺絲末端到螺絲孔上面的距離。 設為 2mm。

(10)[Step 10: Set the screw driving force required]對話方塊會隨即顯示。

選擇[Select force based on screw size]。

變更下表的屬性。

按一下<Next>按鈕。

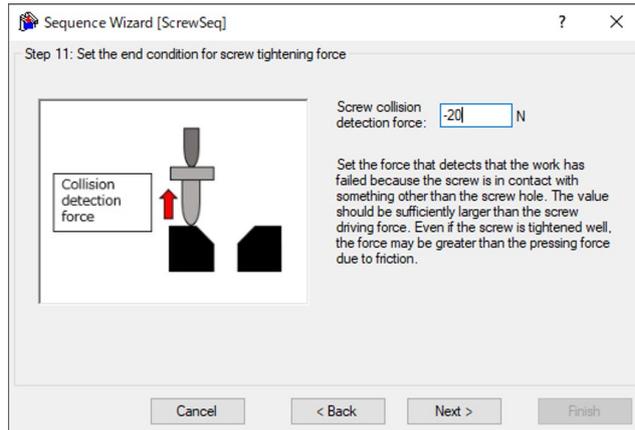


項目	設定值	說明
Screw size	Medium (M3)	依螺絲的大小來設定按壓力。 選擇 Medium (M3)時的按壓力為-4N。

(11)[Step 11: Set the end condition for screw tightening force]對話方塊會隨即顯示。

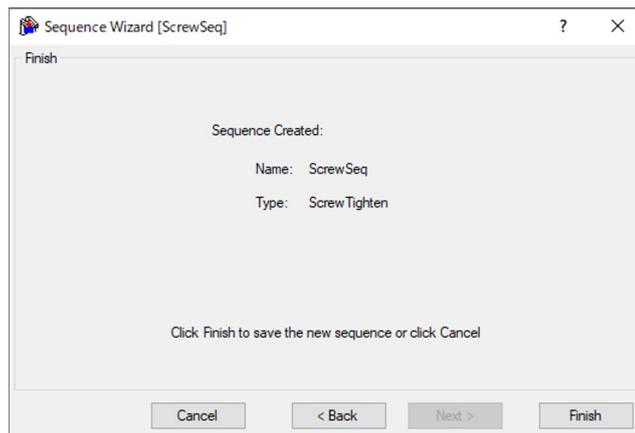
變更下表的屬性。

按一下<Next>按鈕。

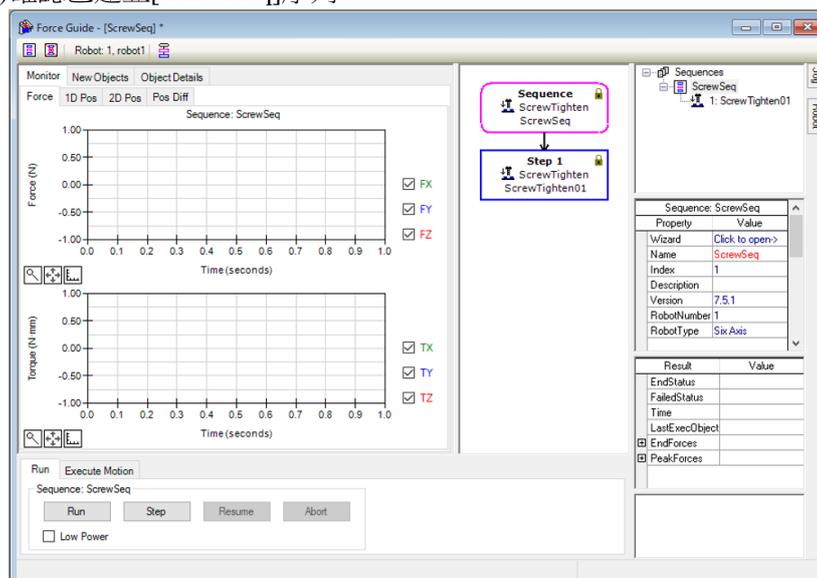


項目	設定值	說明
Screw collision detection force	-20	設定螺絲接觸到螺絲孔以外，判定為碰撞的力。請設定為遠大於螺絲按壓力。 設為-20N。 請設定您的工件可容許的數值。

- (12)[Finish]對話方塊會隨即顯示。
按一下<Finish>按鈕。



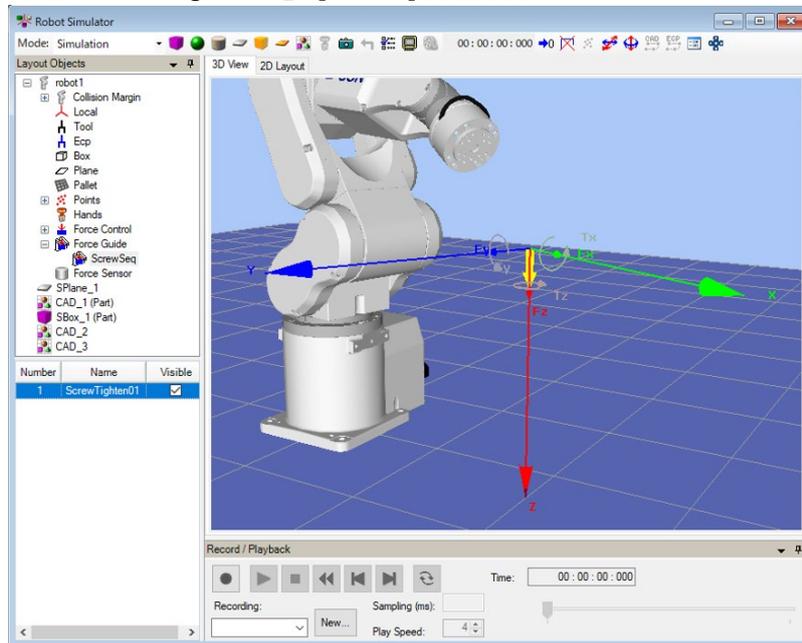
- (13)確認已建立[ScrewSeq]序列。



6.3.2.4 確認設定

以下使用模擬器說明如何確認螺絲鎖付方向等的設定是否正確。

- (1) 按一下 EPSON RC+ 功能表-[Tools]-[Simulator]。[Simulator]視窗會隨即顯示。
- (2) 按一下物件樹狀結構-[Tool]。勾選「No.1」-[Visible]核取方塊。「工具 1」的箭頭會隨即顯示。
- (3) 按一下物件樹狀結構-[Force]-[Force Guide]-[ScrewSeq]。勾選「ScrewTighten01」-[Visible]核取方塊。

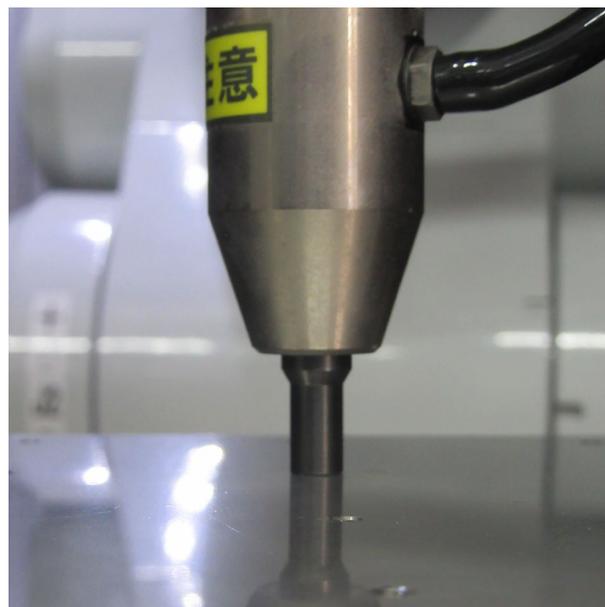
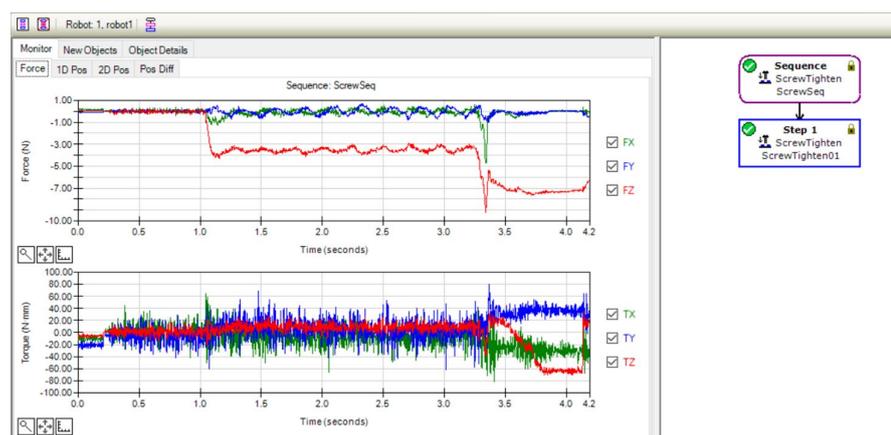


- (4) 請確認顯示黃色箭頭的方向為螺絲鎖付方向。

6.3.2.5 透過力覺引導功能執行

以下說明如何在EPSON RC+執行已建立的ScrewTighten序列。

- (1) 顯示[ForceGuide]視窗。
- (2) 選擇[Robot]標籤。
- (3) 按一下<POWER HIGH>按鈕。
若工件可能發生破損，請以低功率模式進行動作。
- (4) 按一下<Execute>按鈕。
系統將執行編譯，並將程式傳送至機器人控制器。若設定有誤，將會發生錯誤。請重新確認目前為止的設定內容，並依照錯誤訊息修改參數。
- (5) 作業正確結束後，流程圖左上角會顯示「」，表示已完成螺絲鎖付。



6.3.2.6 回復至未接觸狀態

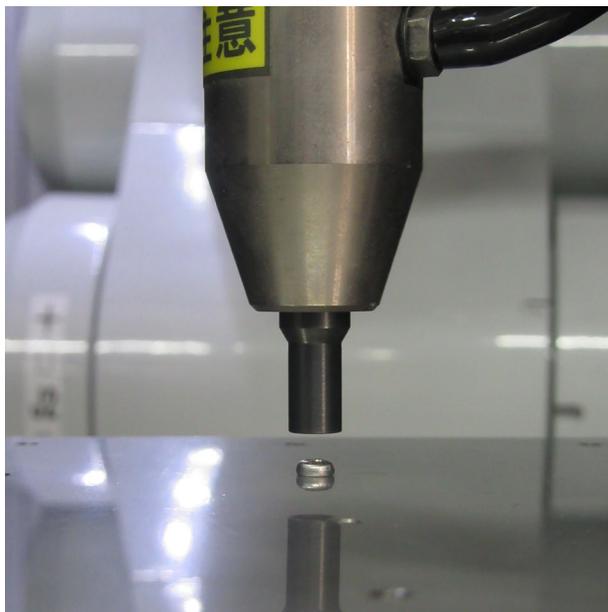
ScrewTighten序列完成後，機器人與工件之間的力仍會持續施加。為避免機器人及端效器等發生故障或破損，作業後請務必儘速將其回復至未受力的狀態。若對象物件明顯未受力，則可省略此步驟。

以下為回復至未接觸狀態的方法。

- 在 EPSON RC+功能表-[Tools]-[Robot Manager]-[Jog & Teach]面板-[Jog]群組中手動執行步進動作，將機器人移離對象物件。
- 操作 EPSON RC+功能表-[Tools]-[Robot Manager]-[Jog & Teach]面板-[Execute Motion]標籤，將機器人移離對象物件。
- 在[Command Window]執行 Move 命令，將機器人移離對象物件。
- 在 ScrewRetighten 物件後新增 SPEL 函數物件，使力覺引導序列在最後自動將機器人移離對象物件。

本項說明如何操作[Robot Manager]-[Jog & Teach]-[Execute Motion]標籤，以回復至未接觸狀態。

- (1) 顯示[Robot Manager]。
- (2) 選擇[Jog & Teach]標籤。
- (3) 選擇[Execute Motion]標籤。
- (4) 在[Command]選擇「Move」。
- (5) 在[Destination]選擇「P1」。
- (6) 按一下<Execute>按鈕。
機器人會移動至起始點「P1」。至此即回復為未接觸狀態。

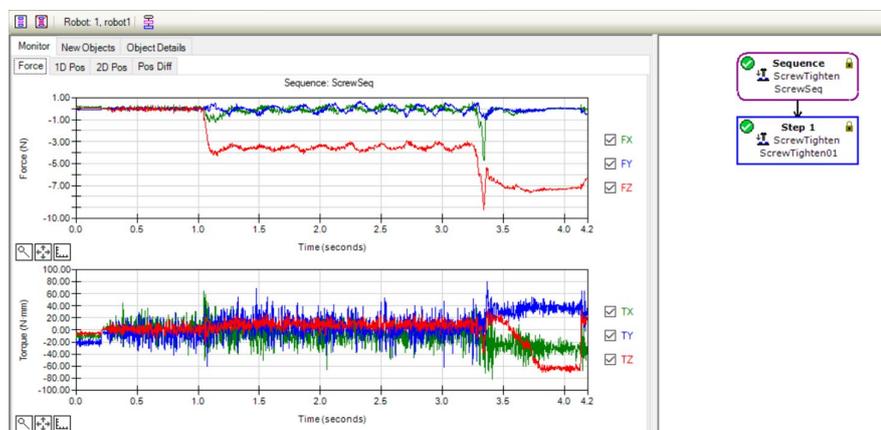


6.3.2.7 透過監控進行動作分析

以下說明如何在EPSON RC+確認力覺引導序列的動作結果。

- (1) 顯示[ForceGuide]視窗。
- (2) 按一下[ScrewSeq]的序列流程。
- (3) 選擇[Monitor]標籤。選擇[Force]標籤。

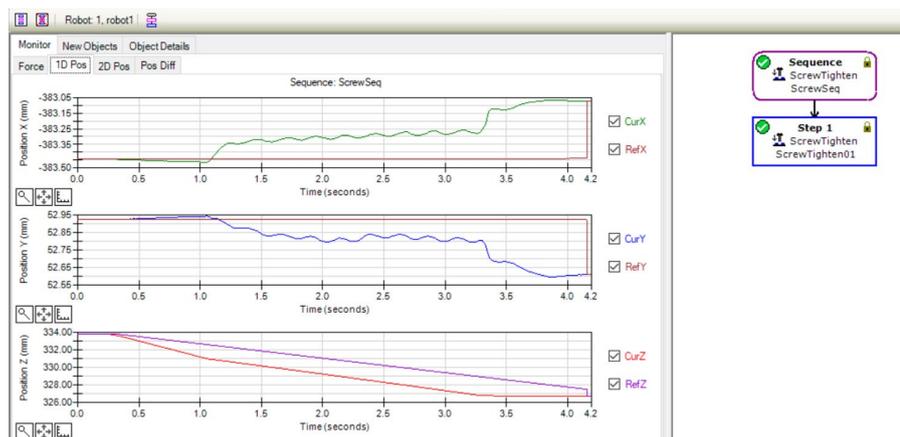
圖表中會顯示[ScrewSeq]序列執行期間的力及位置。



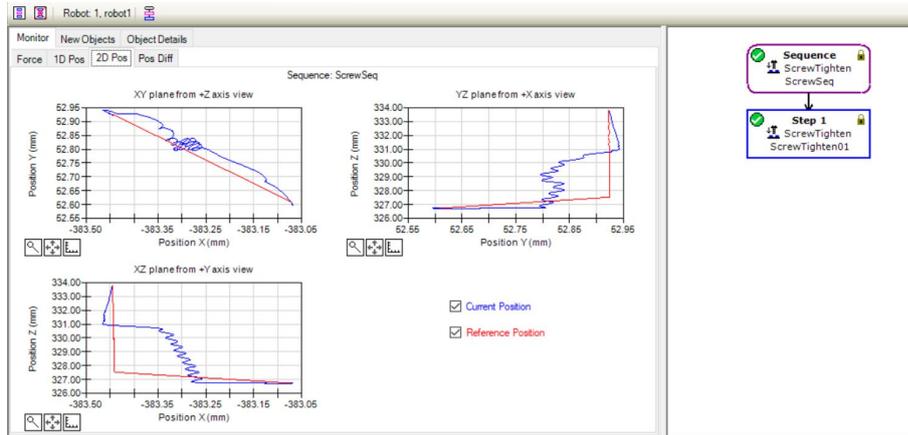
- (4) 選擇[1D Pos]標籤。

用於解析的圖表會隨即顯示。(橫軸：時間、縱軸：位置)

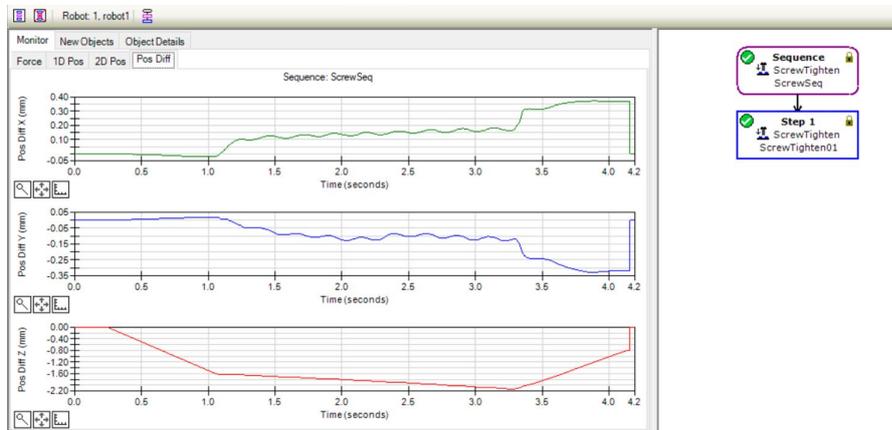
從位置 Z 的圖表可看出 CurZ(目前位置)約下降了 7mm。代表其已往螺絲的插入方向前進了接近距離的 2mm，與螺絲長度的 5mm。



- (5) 選擇[2D Pos]標籤。
 用於解析的圖表會隨即顯示。(縱軸、橫軸：位置)
 在[1D Pos]標籤中已確認的資訊，可確認其投影至各平面的圖表。確認時，敬請注意縱軸與橫軸的比例差異。



- (6) 選擇[Pos Diff]標籤。
 此圖表以相對位置變化記錄力控制造成的偏移。與[1D Pos]標籤的圖表有所不同。



- (7) 您可嘗試變更圖表的顯示單位等，確認力及位置的變化狀態。

若未能正確完成螺絲鎖付，可能是設定有誤。請參考下列項目，並重新確認本教學的步驟。

- 按壓力的方向是否正確
- 起始點是否大幅偏離孔的位置
- 接近距離的設定是否正確
- 螺絲起子旋轉速度、螺絲長度及導程長度的設定是否正確

6.3.2.8 進階工作

現在執行下列操作。

ScrewTighten 序列的位置結束條件，預設為“從開始 ScrewRetighten 物件算起的位置是否在「接近距離+螺絲長度±1mm」以內”。此條件下，即使在螺絲鎖付中途卡住，未能正確進行螺絲鎖付，仍可能被判定為螺絲鎖付成功。

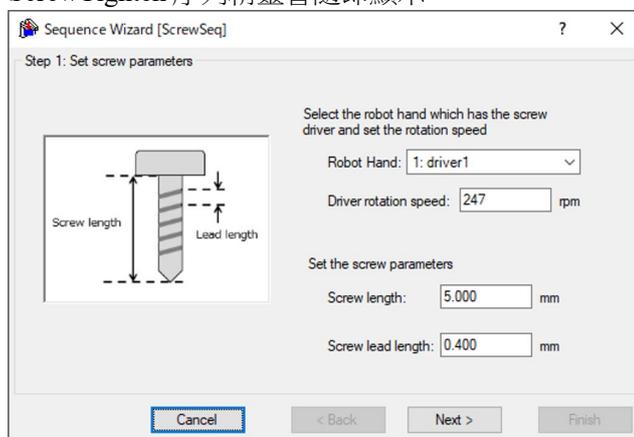
因應對策是設定較嚴格的位置結束條件，並新增未滿足結束條件時先鬆開螺絲再重新鎖付的動作。

(1) 變更[ScrewTighten01]屬性如下。

項目	設定值	說明
DistCheckTol	0.1	指定從動作起始點移動的距離成功條件範圍。 將成功條件範圍設為「接近距離+螺絲長度±0.1mm」。

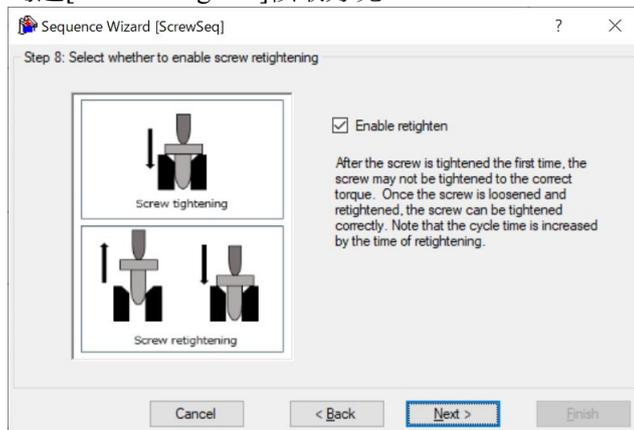
(2) 在流程圖的[Sequence ScrewTighten]按一下滑鼠右鍵，再按一下[Sequence Wizard]。

ScrewTighten 序列精靈會隨即顯示。

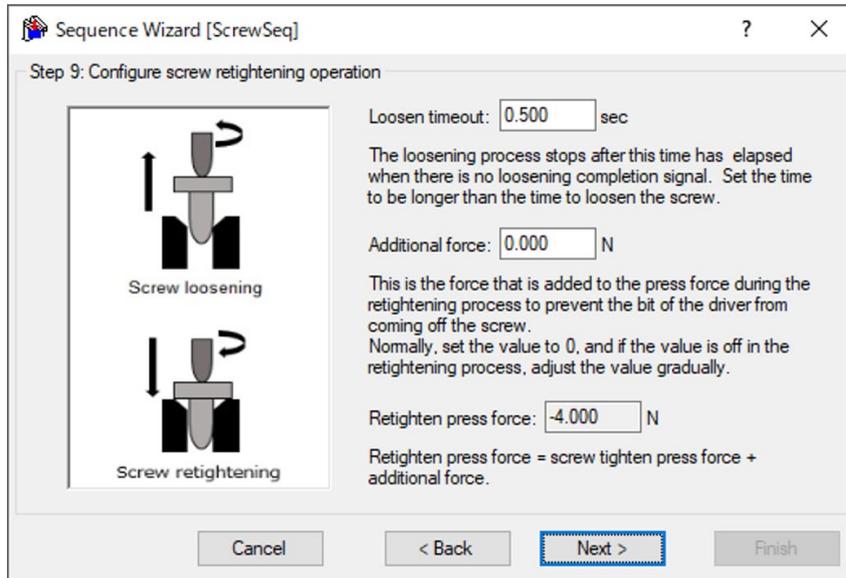


(3) 請勿變更設定，連續按下<Next>按鈕直到顯示[Step 8: Select whether to enable screw retightening]對話方塊為止。

勾選[Enable retighten]核取方塊。

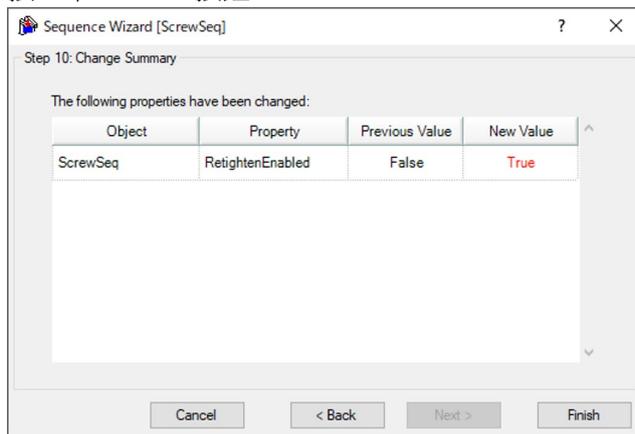


- (4) 連續按下<Next>按鈕直到顯示[Step 9: Configure screw retightening operation]對話方塊為止。
 變更下表的屬性。
 按一下<Next>按鈕。

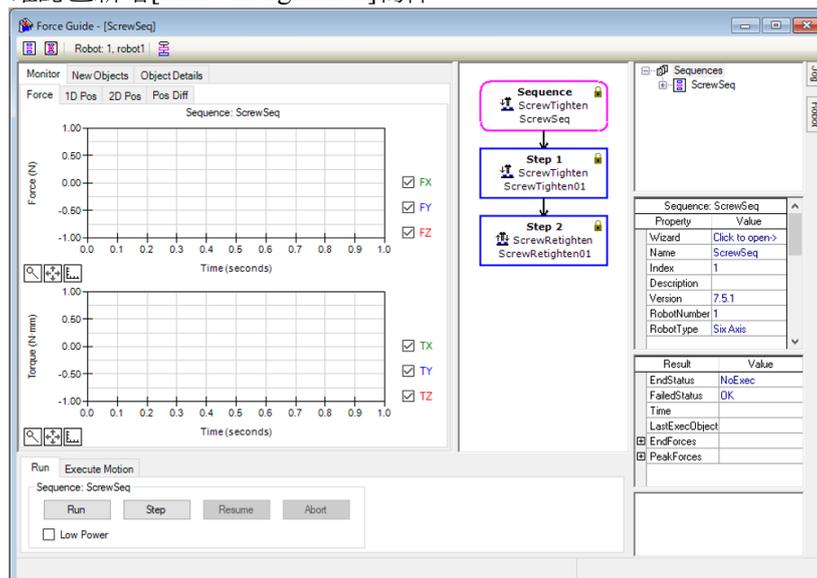


項目	設定值	說明
Loosen timeout	0.5	設定鬆開螺絲的時間。 設為 0.5sec。
Additional force	0	設定螺絲重新鎖付時添加的按壓力。 設為 0 N。

- (5) [Step 10: Change Summary]對話方塊會隨即顯示。
 按一下<Finish>按鈕。



(6) 確認已新增[ScrewRetighten01]物件。



(7) 嘗試執行已建立的序列。

ScrewTighten 序列的教學至此結束。

6.3.3 HeightInspect序列

以下說明如何使用專用力覺引導序列的 HeightInspect 序列，進行檢查高度的作業。

本教學說明如何檢查機器人接觸到檢查對象物件時的位置。

請您自行準備所需工件。錯誤設定可能會導致工件等發生破損。請備妥破損也無妨的工件等，以進行本教學。

請依照下圖配置工件及檢查方向。



注意

- 本教學中所述的參數僅為參考值。

雖已使用相對穩定的參數，仍可能出現因動作環境使作業未能成功，或動作發生振動等情形。此外，亦可能需要調整參數。敬請注意。

為了方便說明，會使用低速且穩定的參數。如需進行更高速的動作，則需要調整參數。

6.3.3.1 確認工具設定

以下說明如何進行工具設定。

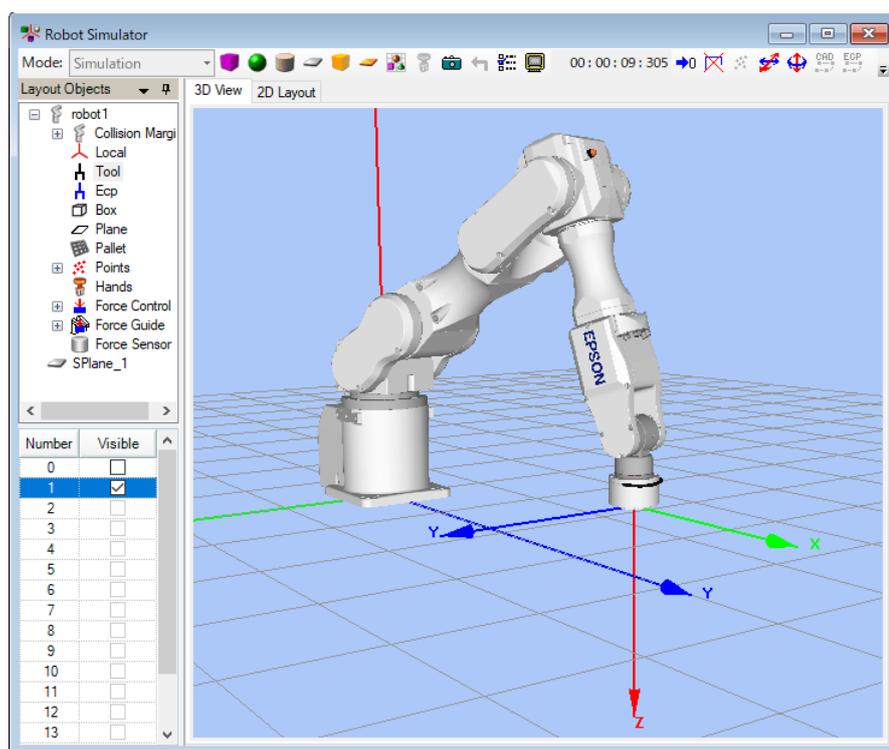
使用 HeightInspect 序列時，必須意識到實際檢查方向與目前工具設定的對應關係。

- (1) 使用卡尺等工具，測量從 J6 凸緣平面至檢查高度時安裝的工件接觸位置之間的距離。

在[Command Window]執行下列內容。「Length」請輸入步驟(1)的測量值。

```
> Tlset 1,XY(0,0,Length,0,0,0)
```

- (2) 選擇 EPSON RC+ 功能表-[Tools]-[Simulator]。[Simulator]視窗會隨即顯示。
- (3) 選擇物件樹狀結構-[Manipulator Name]-[Tool]。
- (4) 勾選「No.1」-[Visible]核取方塊。
- (5) 將[Simulator]視窗的顯示內容與實際的機器人比較，確認工具設定無誤。

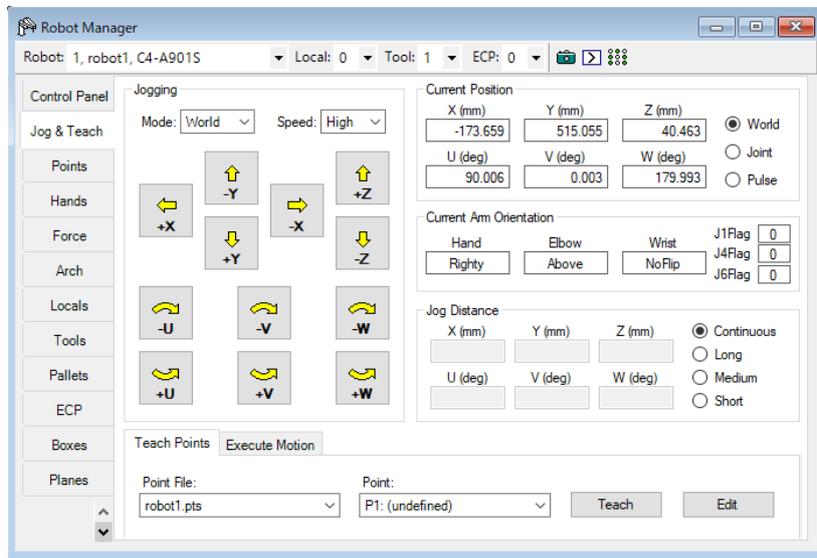


可從[Simulator]視窗的顯示內容得知將對工具的正Z方向檢查高度。

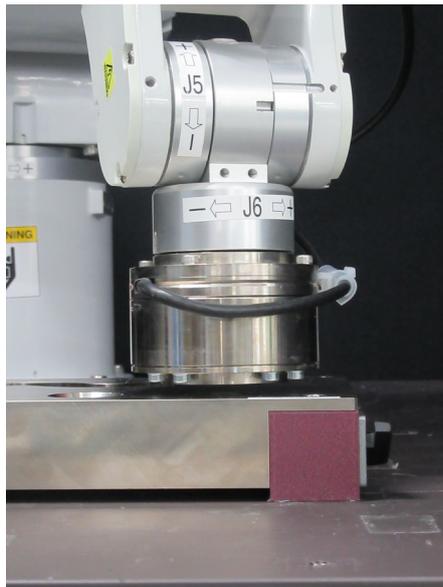
6.3.3.2 位置教導

以下說明如何教導HeightInspect序列的起始點。

- (1) 按一下 EPSON RC+功能表-[Tools]-[Robot Manager]。[Robot Manager]對話方塊會隨即顯示。
- (2) 選擇[Jog & Teach]以顯示面板。
- (3) 在[Tool]選擇「1」。



- (4) 按一下 Jogging 按鈕，將機器人移動至與檢查對象物件的接觸位置上方約 3mm 處。



如有必要，在命令視窗中執行下列命令。

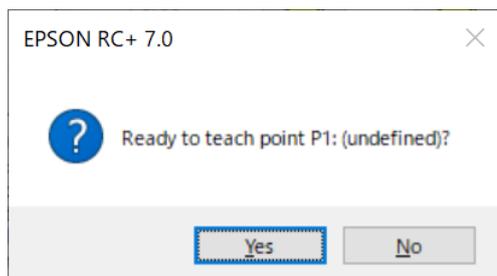
> Go Align(Here)

機器人會以目前位置為基準，與 Base 座標系呈現平行姿態。使機器人更容易移動至面對的狀態。

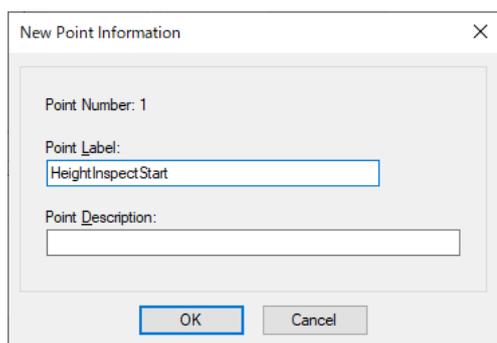
如需的詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ SPEL+ Language Reference Align 函數

- (5) 在[Point]選擇「P1」。
- (6) 按一下<Teach>按鈕。
以下訊息會隨即顯示。確認訊息內容後，按一下<Yes>按鈕。



- (7) [New Point Information]對話方塊會隨即顯示。
在[Point Label]輸入「HeightInspectStart」後，按一下<OK>按鈕。

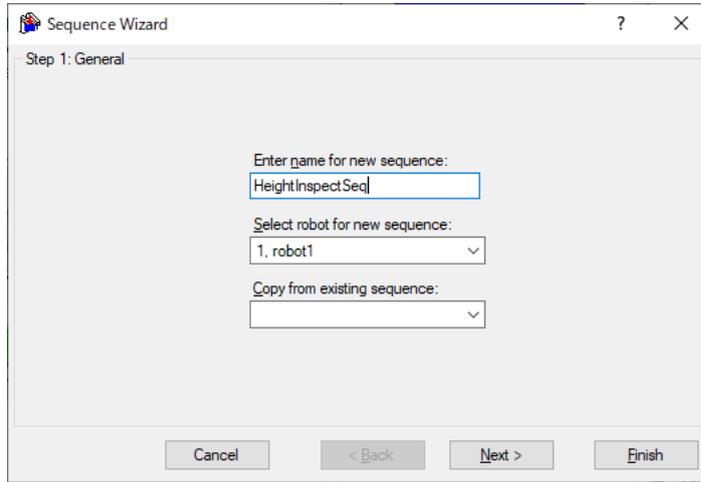


- (8) 按一下 EPSON RC+功能表-[File]-[Save All]。設定內容即會儲存至檔案中。

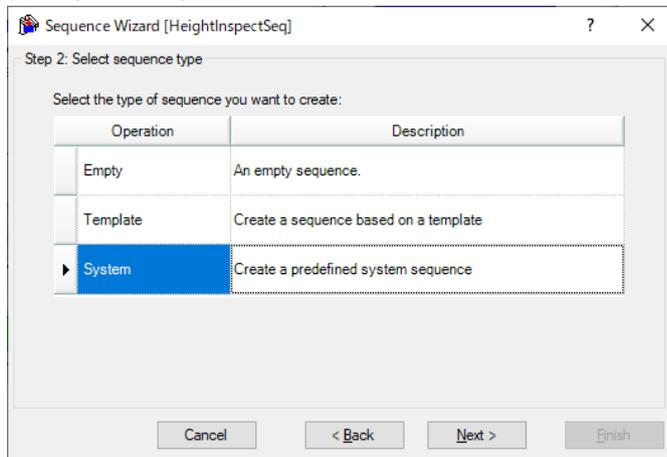
6.3.3.3 序列精靈

以下說明如何建立專用力覺引導序列的HeightInspect序列。

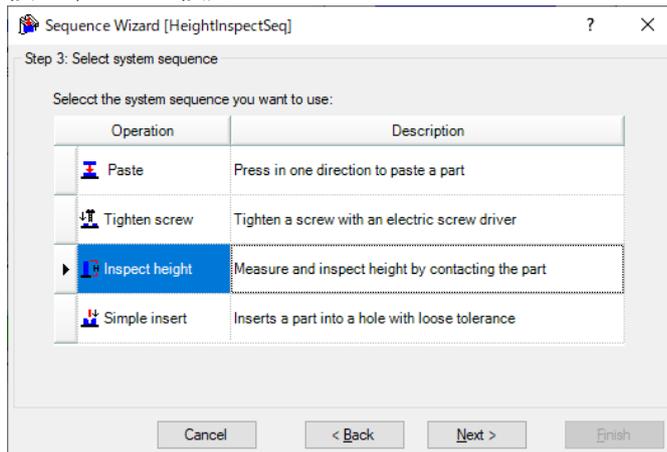
- (1) 在[Enter name for new sequence]中輸入「HeightInspectSeq」。
按一下<Next>按鈕。



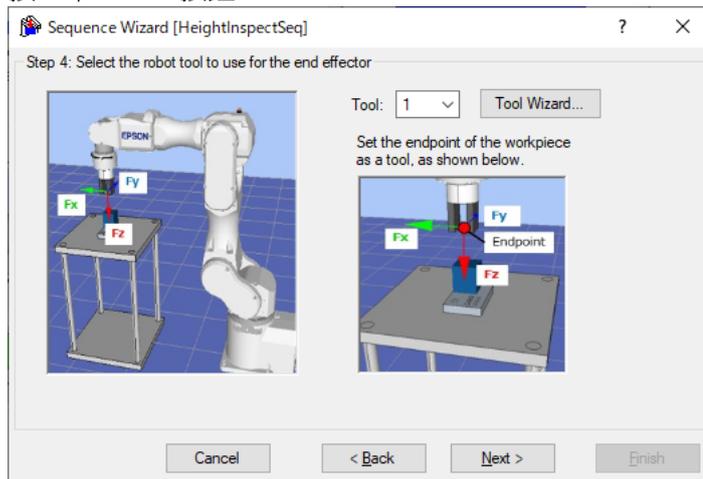
- (2) [Step 2: Select sequence type]對話方塊會隨即顯示。
選擇[System]。
按一下<Next>按鈕。



- (3) [Step 3: Select system sequence]對話方塊會隨即顯示。
選擇[Inspect height]。
按一下<Next>按鈕。

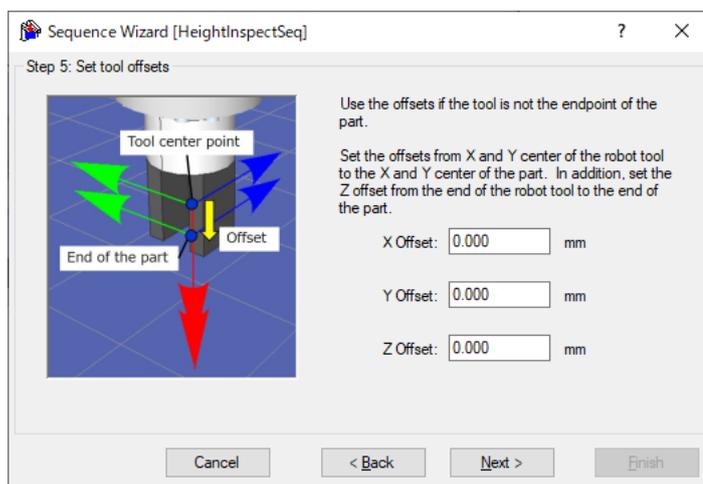


- (4) [Step 4: Select the robot tool to use for the end effector]對話方塊會隨即顯示。
變更下表的屬性。
按一下<Next>按鈕。



項目	設定值	說明
Tool	1	指定要在此序列中使用的工具編號。

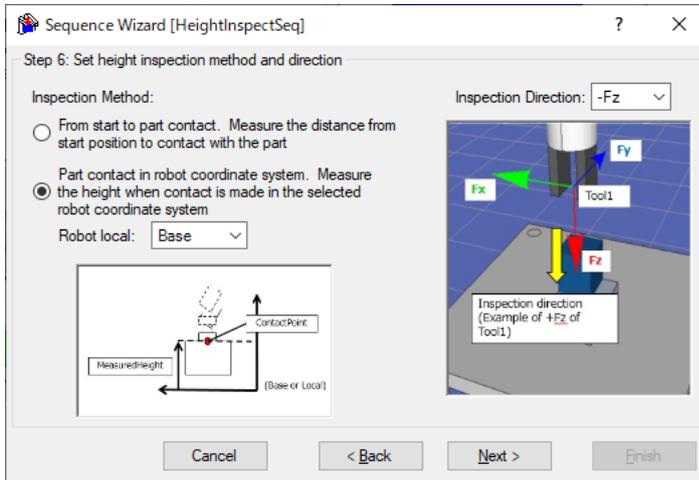
- (5) [Step 5: Set tool offsets]對話方塊會隨即顯示。
設定工具偏移值，維持初始值無需變更。
按一下<Next>按鈕。



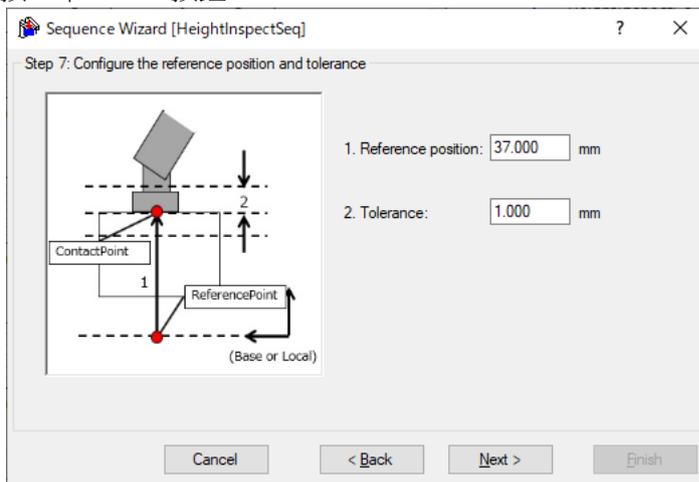
- (6) [Step 6: Set height inspection method and direction]對話方塊會隨即顯示。
 檢查方法選擇[Part contact in robot coordinate system.]，座標系選擇 Base。

本教學將檢查工具的+Z 方向高度。工具座標系的 Z 軸為垂直向下方向時，會與基礎座標系的 Z 軸呈現平行且反方向，故檢查方向將選擇為基礎座標系的-Fz 方向。

按一下<Next>按鈕。

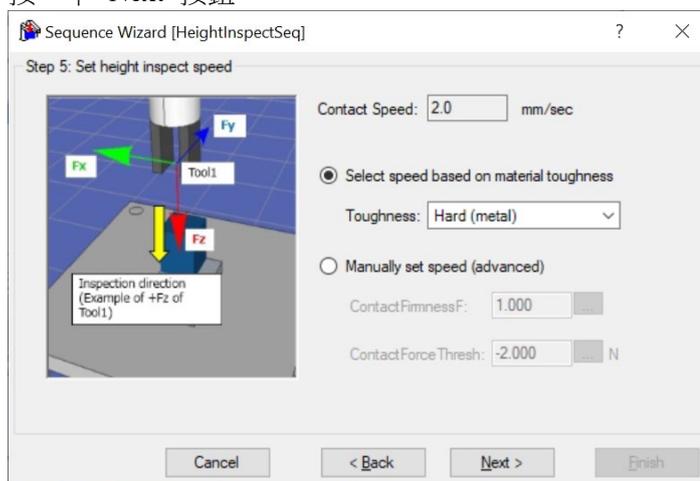


- (7) [Step 7: Configure the reference position and tolerance]對話方塊會隨即顯示。
 變更下表的屬性。
 按一下<Next>按鈕。



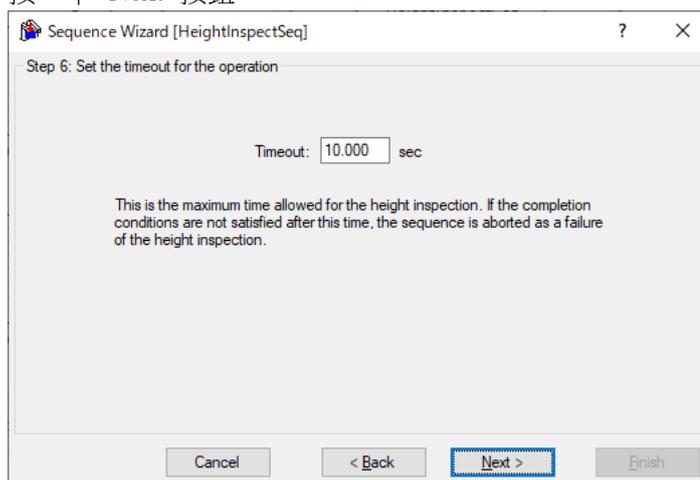
項目	設定值	說明
Reference position	37	設定在工具座標系設為 1 時，基礎座標系會判定檢查高度成功的 Z 座標位置。請配合客戶的使用環境設定 Z 座標位置。教學中將以 37mm 為例。
Tolerance	1	設定檢查高度可成功的位置容許誤差。設為 1mm。

- (8) [Step 8: Set height inspect speed]對話方塊會隨即顯示。
 選擇[Select speed based on material toughness]。
 變更下表的屬性。
 按一下<Next>按鈕。



項目	設定值	說明
Toughness	Hard (metal)	依工件的堅固程度設定接觸速度。 選擇 Hard (metal)時，接觸速度將為 2mm/sec。

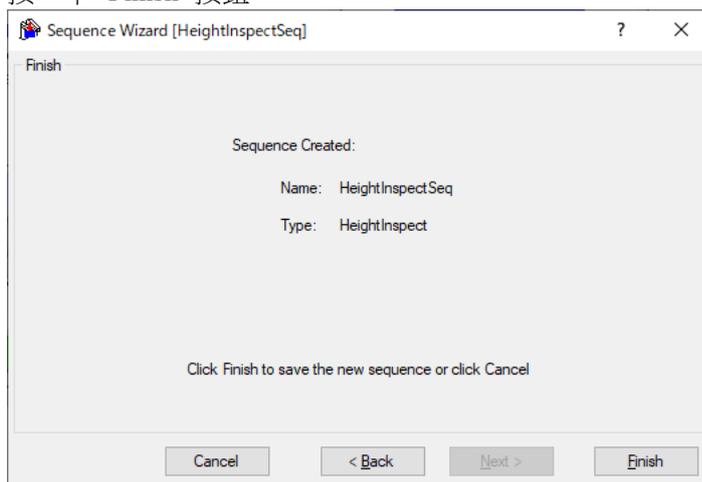
- (9) [Step 9: Set the timeout for the operation]對話方塊會隨即顯示。
 變更下表的屬性。
 按一下<Next>按鈕。



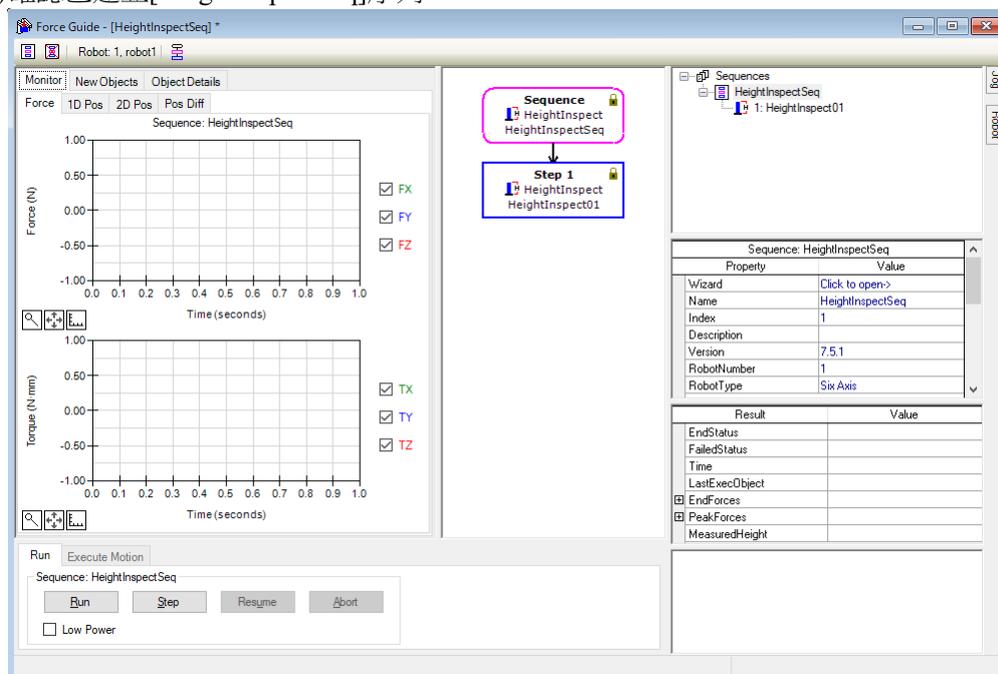
項目	設定值	說明
Timeout	10	設定逾時期間。 設為 10sec。

(10)[Finish]對話方塊會隨即顯示。

按一下<Finish>按鈕。



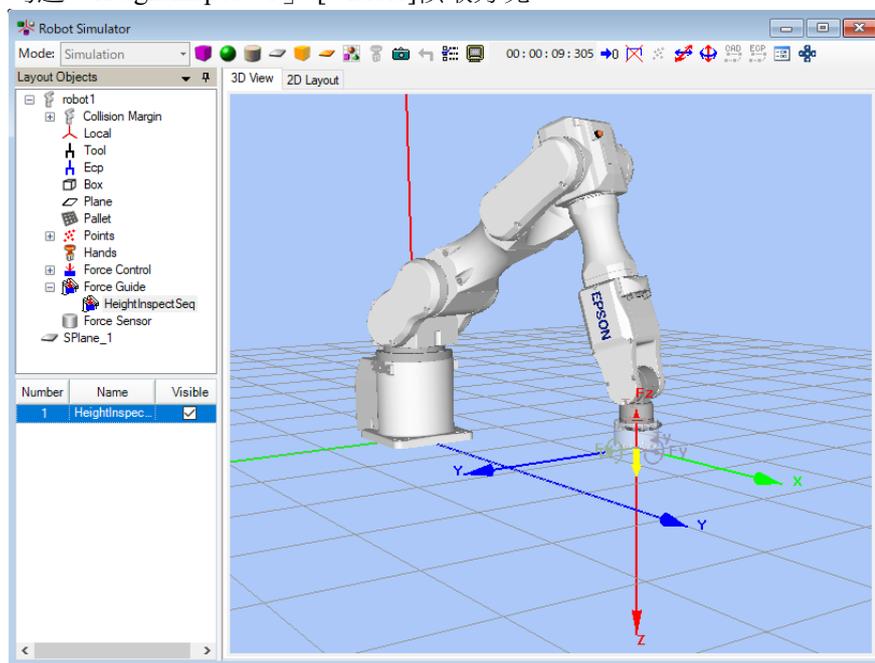
(11)確認已建立[HeightInspectSeq]序列。



6.3.3.4 確認設定

以下使用模擬器說明如何確認檢查方向等的設定是否正確。

- (1) 按一下 EPSON RC+ 功能表-[Tools]-[Simulator]。[Simulator]視窗會隨即顯示。
- (2) 按一下物件樹狀結構-[Tool]。勾選「No.1」-[Visible]核取方塊。「工具 1」的箭頭會隨即顯示。
- (3) 按一下物件樹狀結構-[Force]-[Force Guide]-[HeightInspectSeq]。勾選「HeightInspect01」-[Visible]核取方塊。



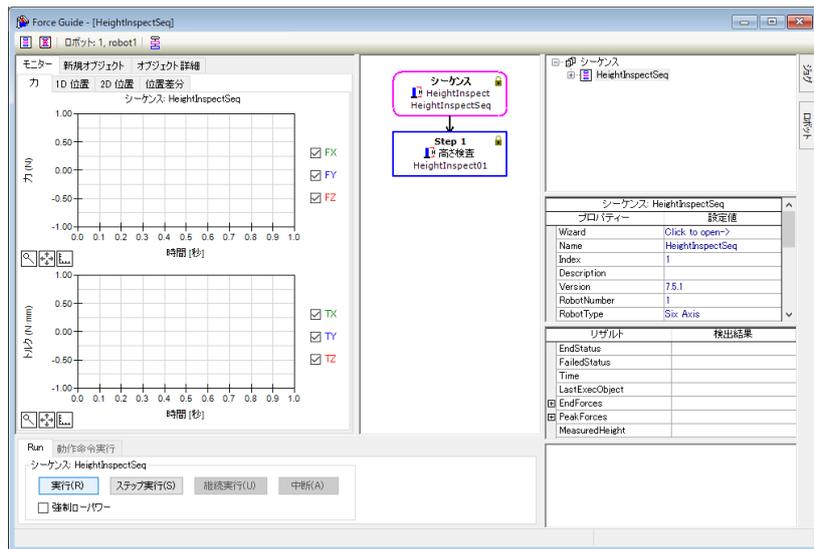
請確認顯示黃色箭頭的方向為檢查方向。

6.3.3.5 透過力覺引導功能執行

以下說明如何在EPSON RC+執行已建立的HeightInspect序列。

- (1) 顯示[ForceGuide]視窗。
- (2) 選擇[Robot]標籤。
- (3) 按一下<POWER HIGH>按鈕。
若工件可能發生破損，請以低功率模式進行動作。

- (4) 按一下<Execute>按鈕。
系統將執行編譯，並將程式傳送至機器人控制器。若設定有誤，將會發生錯誤。請重新確認目前為止的設定內容，並依照錯誤訊息修改參數。



- (5) 作業正確結束後，流程圖左上角會顯示「」，表示已完成檢查高度。



6.3.3.6 回復至未接觸狀態

HeightInspect序列完成後，機器人與工件之間的力仍會持續施加。為避免機器人及端效器等發生故障或破損，作業後請務必儘速將其回復至未受力的狀態。若對象物件明顯未受力，則可省略此步驟。

以下為回復至未接觸狀態的方法。

- 在 EPSON RC+功能表-[Tools]-[Robot Manager]-[Jog & Teach]面板-[Jog]群組中手動執行步進動作，將機器人移離對象物件。
- 操作 EPSON RC+功能表-[Tools]-[Robot Manager]-[Jog & Teach]面板-[Execute Motion]標籤，將機器人移離對象物件。
- 在[Command Window]執行 Move 命令，將機器人移離對象物件。
- 在 HeightInspect 物件後新增 SPEL 函數物件，使力覺引導序列在最後自動將機器人移離對象物件。

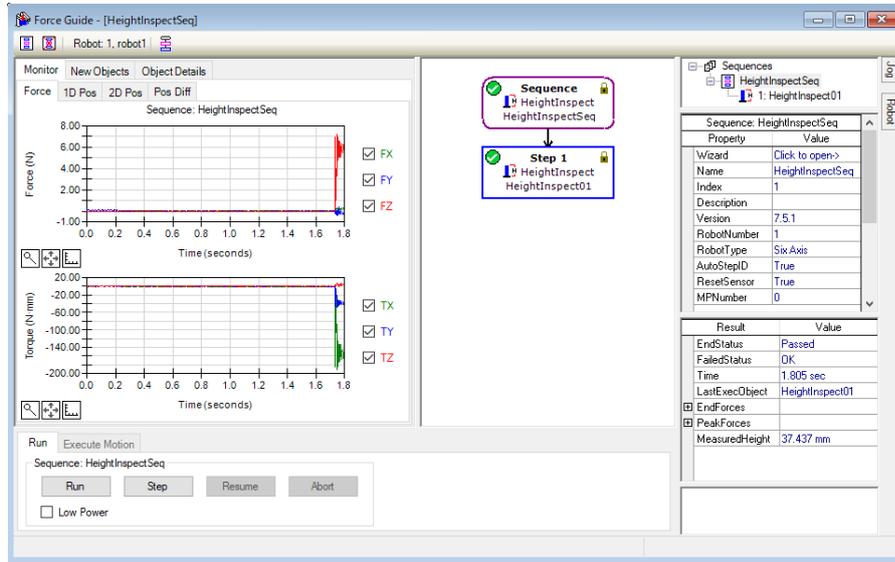
本項說明如何操作[Robot Manager]-[Jog & Teach]-[Execute Motion]標籤，以回復至未接觸狀態。

- (1) 顯示[Robot Manager]。
- (2) 選擇[Jog & Teach]標籤。
- (3) 選擇[Execute Motion]標籤。
- (4) 在[Command]選擇「Move」。
- (5) 在[Destination]選擇「P1」。
- (6) 按一下<Execute>按鈕。
機器人會移動至起始點「P1」。至此即回復為未接觸狀態。

6.3.3.7 透過監控進行動作分析

以下說明如何在EPSON RC+確認力覺引導序列的動作結果。

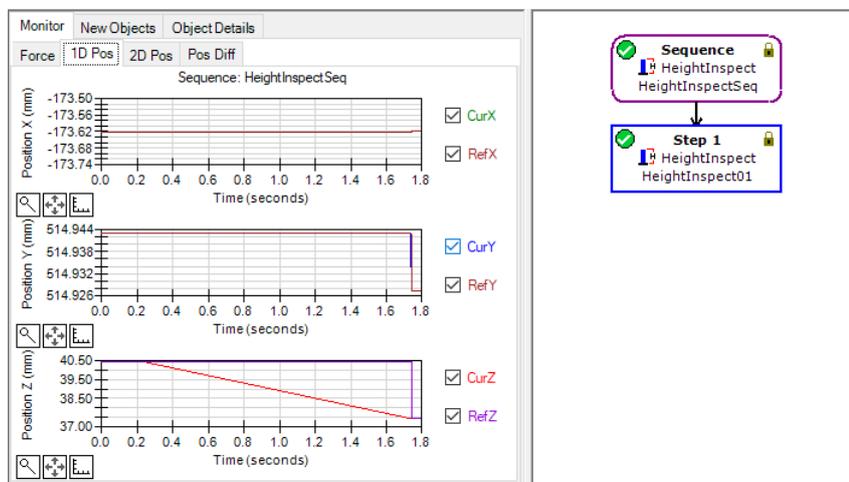
- (1) 顯示[ForceGuide]視窗。
- (2) 按一下[HeightInspect]的序列流程。
- (3) [Result]中會顯示作業結果(Passed / Failed)及在結束時間點偵測到的力值、所需時間等。
- (4) [Monitor]中會顯示[HeightInspect]序列執行期間的力及位置之圖表。



[1D Pos]標籤

用於解析的圖表。(橫軸：時間、縱軸：位置)

位置 Z 圖的 CurZ 往降低(變小)方向移動，並在 1.7 秒附近結束「Step 1」。您可以觀察到因力控制已暫時完成，導致 RefZ(基準位置)值往 CurZ(目前位置)直線下降(跳躍)的變化。



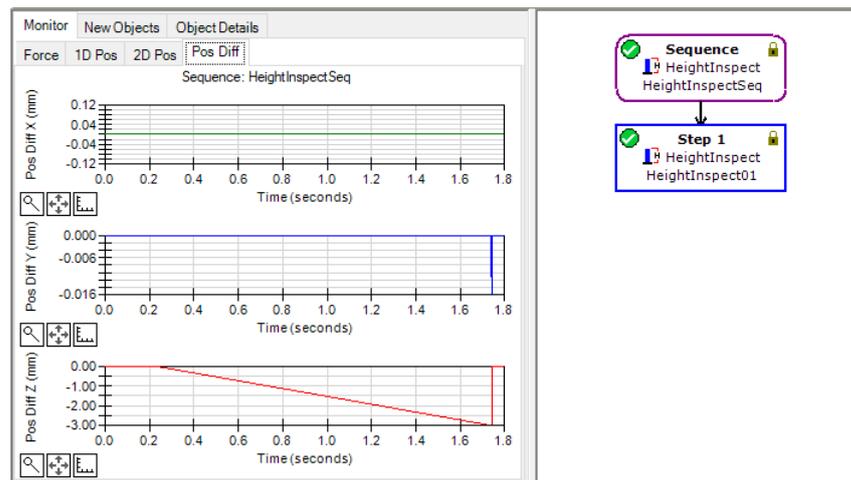
[2D Pos]標籤

用於解析的圖表。(縱軸、橫軸：位置)

由於不會往 X-Y 方向移動，本教學進行的高度檢查無需此圖表。

[Pos Diff]標籤

顯示力控制造成的相對位置變化。



您可嘗試變更圖表的顯示單位等，確認力及位置的變化狀態。

若未能正確檢查，可能是設定有誤。請參考下列項目，並重新確認本教學的步驟。

- 接觸方向是否正確
- 設定的檢查基準位置是否大幅偏離機器人與檢查對象物件的接觸位置

HeightInspect 序列的教學至此結束。

6.3.4 Insert序列

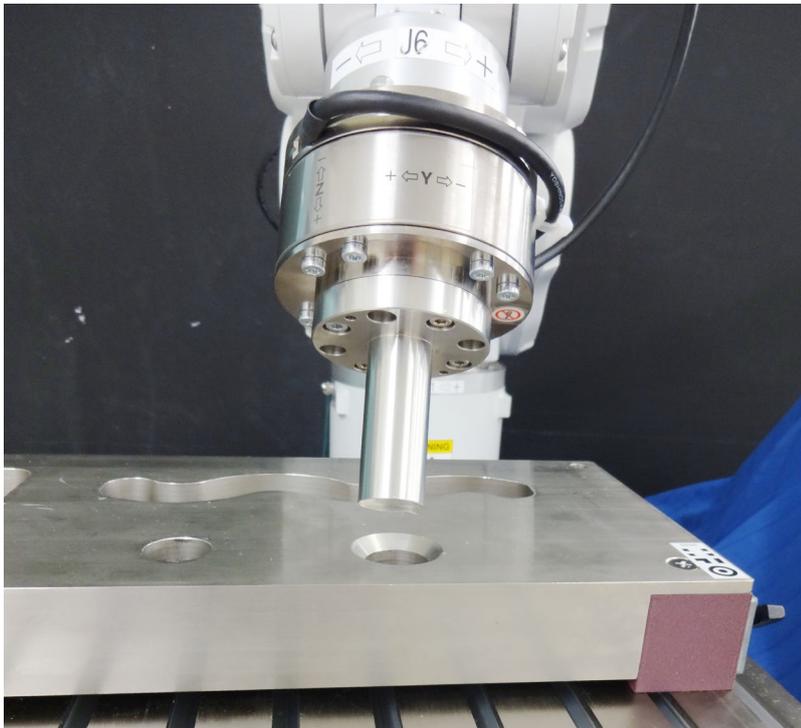
以下說明如何使用專用力覺引導序列的 **Insert** 序列，進行插配孔洞作業。

請您自行準備所需工件。錯誤設定可能會導致工件等發生破損。請備妥破損也無妨的工件等，以進行本教學。

此圖中所使用的工件為訓練用套件。若需要圖面，請聯繫您所在地區的供應商。

規格如下所示。

- 端效器側圓柱 直徑 20mm、長度 40mm
- 孔側 直徑約 20mm、C 面約 7mm



若沒有上述的工件或工具，亦可使用圓柱木材、軟木塞及寶特瓶等進行簡易嘗試。不過，請避免使用玻璃等破碎時會造成危險的工件。碎片可能會飛濺並造成人員受傷。此外，進行此教學時，亦請注意周遭環境。



注意

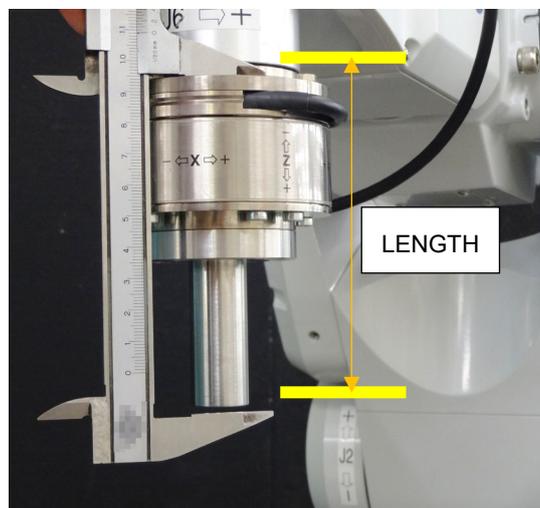
- 本教學中所述的參數僅為參考值。
雖已使用相對穩定的參數，仍可能出現因動作環境使作業未能成功，或動作發生振動等情形。此外，亦可能需要調整參數。敬請注意。
為了方便說明，會使用低速且穩定的參數。如需進行更高速的動作，則需要調整參數。

6.3.4.1 確認工具設定

在「插配孔洞」作業中，作業時幾乎需同時跟隨 X、Y、Z 的前進方向，以及各個旋轉方向。

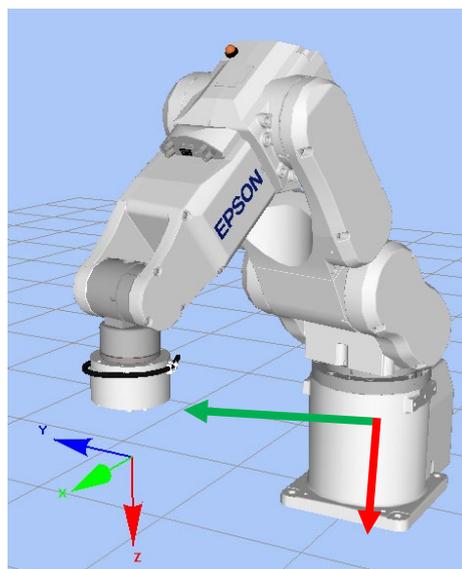
操作「插配孔洞」作業時，請務必進行工具設定。

- (1) 使用卡尺等工具，測量從 J6 凸緣平面至圓柱末端之間的距離。
下圖情形為 109mm。(力覺感應器：49mm、端效器：60mm)



- (2) 在[Command Window]執行下列命令。
「LENGTH」請輸入步驟(1)的測量值。(單位：公釐)
已設定並選擇工具 1。

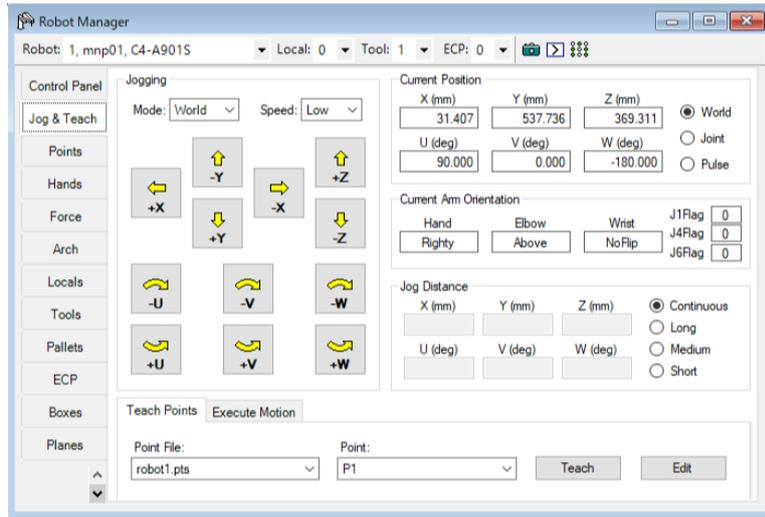
```
> TLSet 1, XY( 0, 0, LENGTH, 0, 0, 0)
> Tool 1
```
- (3) 按一下 EPSON RC+ 功能表-[Tools]-[Simulator]。[Simulator]視窗會隨即顯示。
- (4) 按一下物件樹狀結構-[Manipulator Name]-[Tool]。
- (5) 勾選「No.1」-[表示]Visible]核取方塊。
- (6) 配合畫面與實際機台，確認工具 1 的位置、姿態(方向)。
若有相異處，請重新正確設定。



6.3.4.2 位置教導

以下說明如何教導「插配孔洞」作業的起始點。

- (1) 按一下 EPSON RC+功能表-[Tools]-[Robot Manager]。[Robot Manager]對話方塊會隨即顯示。
- (2) 選擇[Jog & Teach]以顯示面板。



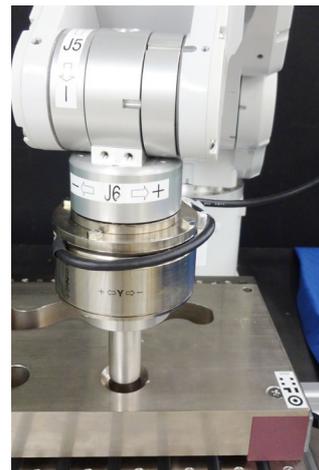
- (3) 按一下 EPSON RC+功能表-[Tools]-[Force Monitor]。[Force Monitor]對話方塊會隨即顯示。
- (4) 按一下[Force Monitor]對話方塊的<Start Live>按鈕。目前的力覺感應器將開始顯示輸出值。
- (5) 按一下[Jogging & Teach]視窗的 Jogging 按鈕，將機器人移動至圓柱面對孔的位置。如有必要，在命令視窗中執行下列命令。

> Go Align (Here)

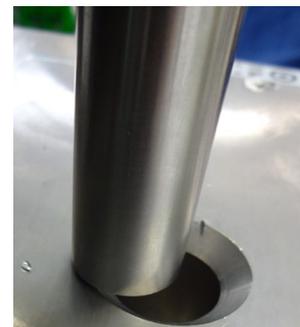
機器人會以目前位置為基準，與 Base 座標系呈現平行姿態。使機器人更容易移動至面對的狀態。

如需的詳細資訊，請參閱下列手冊。

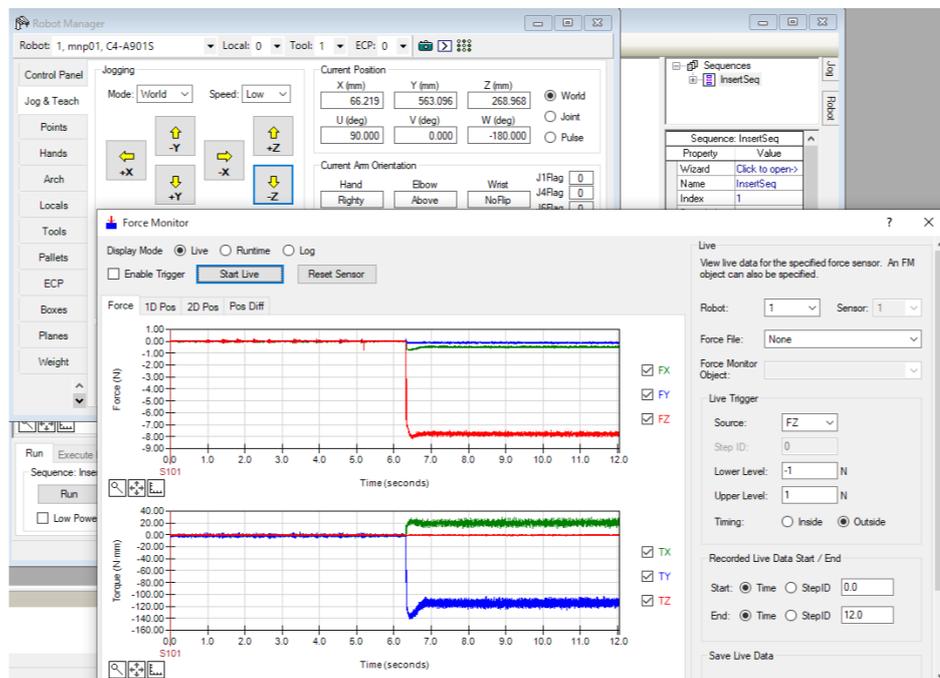
EPSON RC+ SPEL+ Language Reference
Align 函數



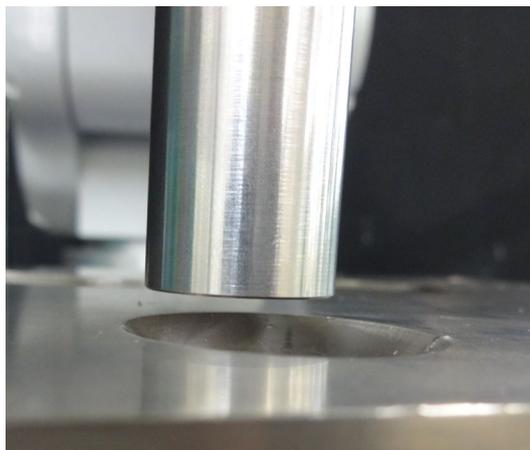
- (6) 按一下[Force Monitor]對話方塊-<Reset Sensor>按鈕。消除重力與感應器值的漂移影響，將目前值歸零。
- (7) 使用[Jogging & Teach]視窗的 Jogging 按鈕，將機器人移動至稍微偏離插入中心的位置。為決定從動作開始位置至孔上面的距離，將移動至錐形範圍(C 面)中稍微靠外側的位置。



- (8) 選擇[Jog Distance]-<Short>按鈕。按下數次 Jogging 按鈕，將機器人往 -Z 方向移動，直到接觸對象物件為止。
 機器人接觸到對象物件時，力覺感應器的輸出值會發生變化。請配合步進移動的時間點，確認監控值的變動。



- (9) 選擇[Jog Distance]-<Medium>按鈕。
 按下 3 次 Jogging 按鈕，將機器人往 +Z 方向移動 3mm，使圓柱呈現未接觸狀態。往 XY 方向也按下數次 Jogging 按鈕，將機器人移動至往 +Z 方向插入時圓柱會接觸到錐形範圍的位置。



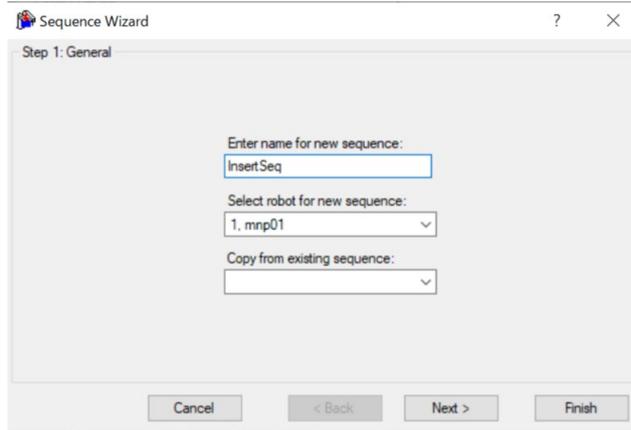
此位置將為插入起始點及力覺感應器的重置位置。

- (10) 在[Point]選擇「P8」。
 (11) 在[Point Label]輸入「InsertStart」。
 按一下<OK>按鈕。
 (12) 按一下 EPSON RC+功能表-[File]-[Save All]。即完成儲存檔案。

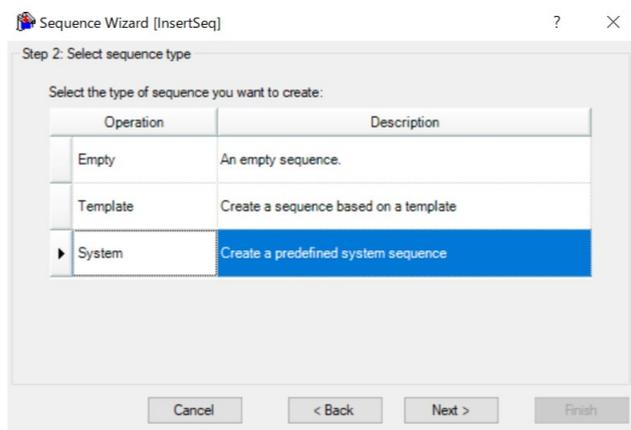
6.3.4.3 序列精靈

以下說明如何建立專用力覺引導序列的Insert序列。

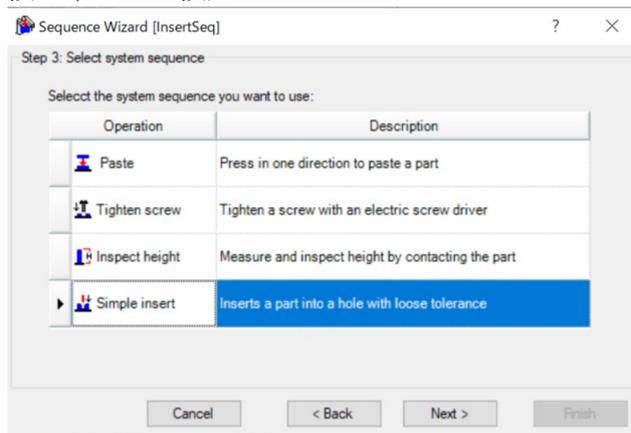
- (1) 在[Enter name for new sequence]中輸入「InsertSeq」。
按一下<Next>按鈕。



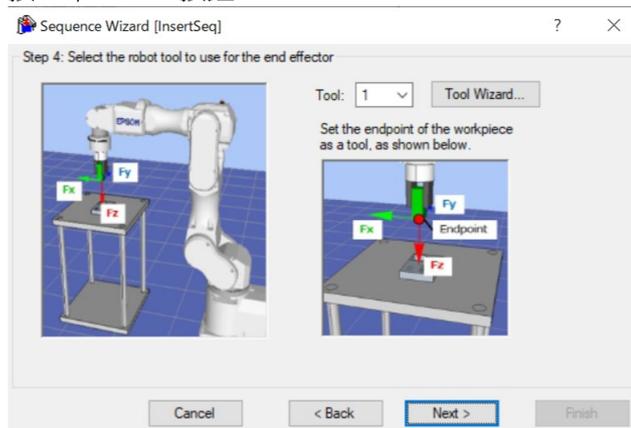
- (2) [Step 2: Select sequence type]對話方塊會隨即顯示。
選擇[System]。
按一下<Next>按鈕。



- (3) [Step 3: Select system sequence]對話方塊會隨即顯示。
選擇[Simple insert]。
按一下<Next>按鈕。

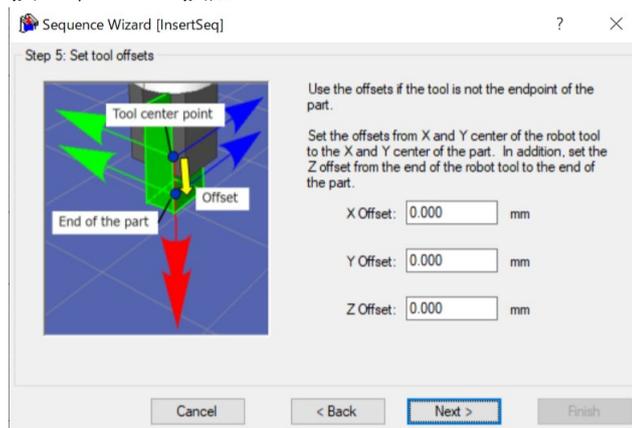


- (4) [Step 4: Select the robot tool to use for the end effector]對話方塊會隨即顯示。
變更下表的屬性。
按一下<Next>按鈕。



項目	設定值	說明
Tool	1	指定要在此序列中使用的工具編號。

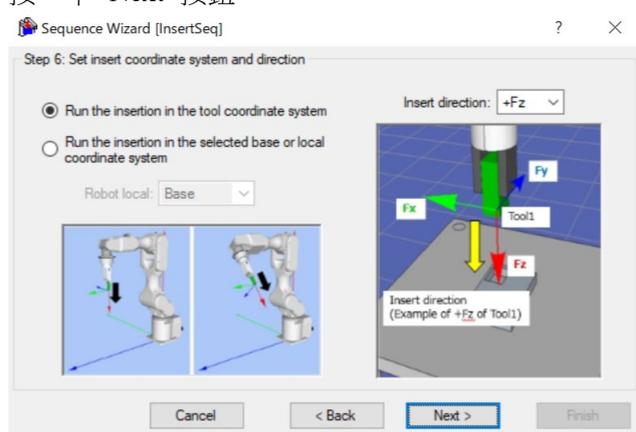
- (5) [Step 5: Set tool offsets]對話方塊會隨即顯示。
設定工具偏移值，維持初始值無需變更。
按一下<Next>按鈕。



(6) [Step 6: Set insert coordinate system and direction]對話方塊會隨即顯示。

本教學將往工具座標系的+Fz 方向進行插入。(*1)

作為初始值，已將座標系設定為工具，將插入方向設定為+Fz，因此無需變更。
按一下<Next>按鈕。



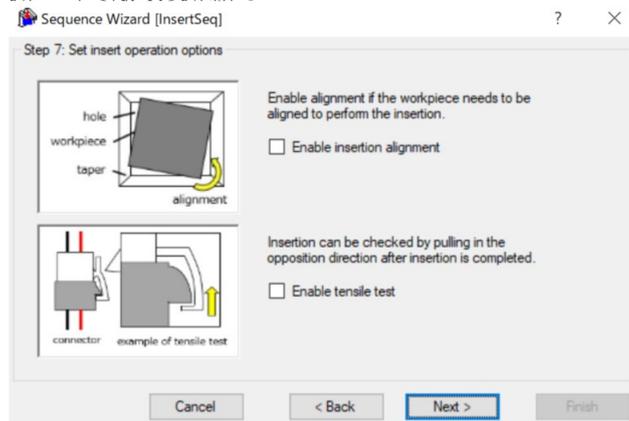
*1 【參考】

	6 軸機器人	SCARA 機器人
機器人動作示意圖 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; font-size: 2em;">插入</div>		
(Press/Contact) Orient	+Fz	-Fz
Force 符號 (包含監控)	-	+

(7) [Step 7: Set insert operation options]對話方塊會隨即顯示。

變更下表的屬性。

按一下<Next>按鈕。

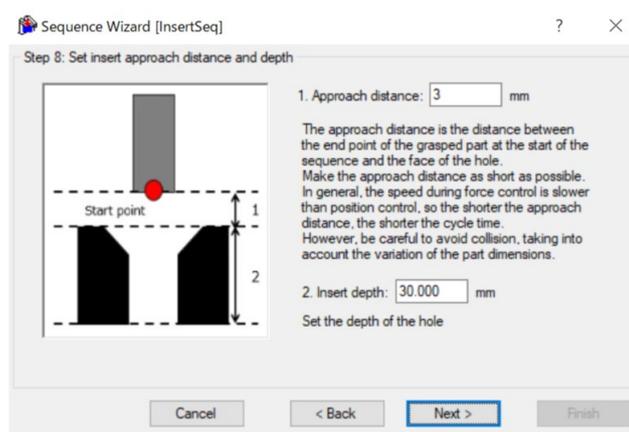


項目	設定值	說明
Enable insertion alignment	Disable	停用相位對齊。 因本教學使用圓柱工件，故無需進行相位對齊。

(8) [Step8: Set insert approach distance and depth]對話方塊會隨即顯示。

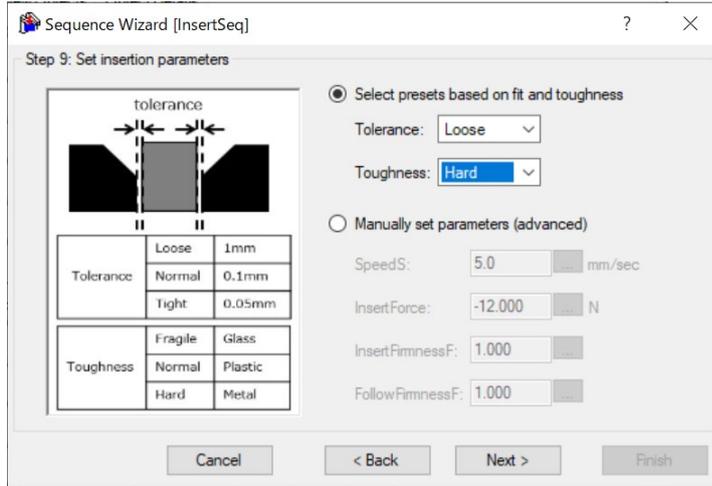
變更下表的屬性。

按一下<Next>按鈕。



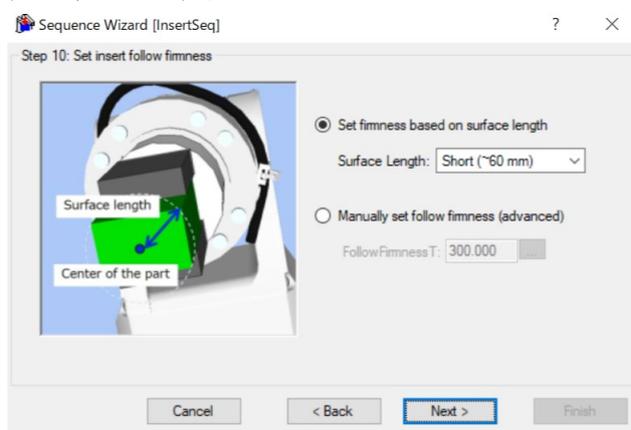
項目	設定值	說明
Approach distance	3	設定從圓柱末端至孔上面的距離。 設為 3mm。
Insert depth	30	設定孔的深度。 設為 30mm。

- (9) [Step 9: Set insertion parameters]對話方塊會隨即顯示。
 變更下表的屬性。
 按一下<Next>按鈕。



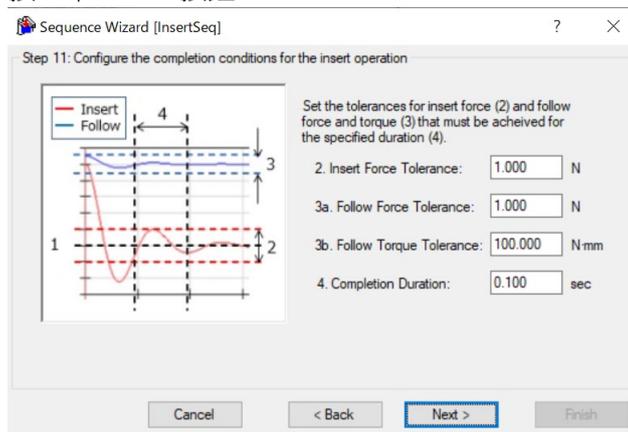
項目	設定值	說明
Tolerance	Loose	根據圓柱與孔的公差，設定插入速度與插入力。 請配合您所使用的工件之公差進行選擇。 選擇 Loose 時，插入速度將為 5mm/sec。 選擇 Loose 且 Toughness 選擇 Hard 時，插入力將為-12N。
Toughness	Hard	根據圓柱與孔的堅固程度，設定插入力與插入方向的力控制功能硬度。 請配合您所使用的工件之材質進行選擇。 選擇 Hard 時，插入方向的力控制功能硬度將為 1。

- (10)[Step 10: Set insert follow firmness]對話方塊會隨即顯示。
 變更下表的屬性。
 按一下<Next>按鈕。

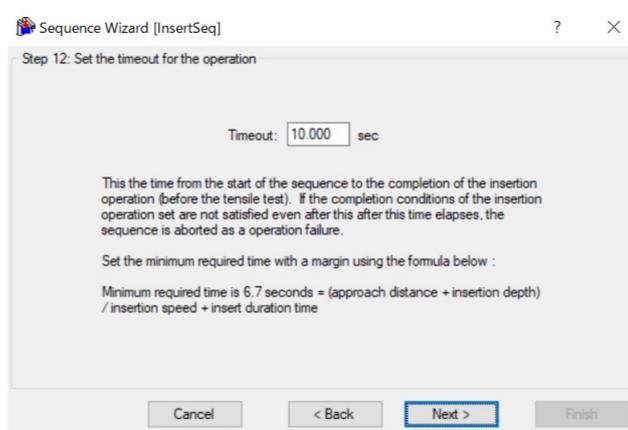


項目	設定值	說明
Surface Length	Short (~60 mm)	根據從 TCP 至工件端點的長度，設定跟隨方向的力控制功能硬度。 請配合您所使用的工件之公差進行選擇。 選擇 Short(~60 mm)時，跟隨方向的力控制功能硬度將為 300。

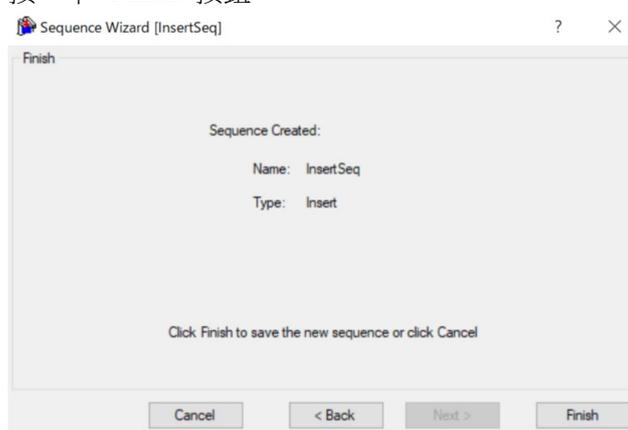
- (11)[Step 11: Configure the completion conditions for the insert operation]對話方塊會隨即顯示。
變更各屬性會連帶變更插入作業的完成條件，但本教學無需變更初始值。
按一下<Next>按鈕。



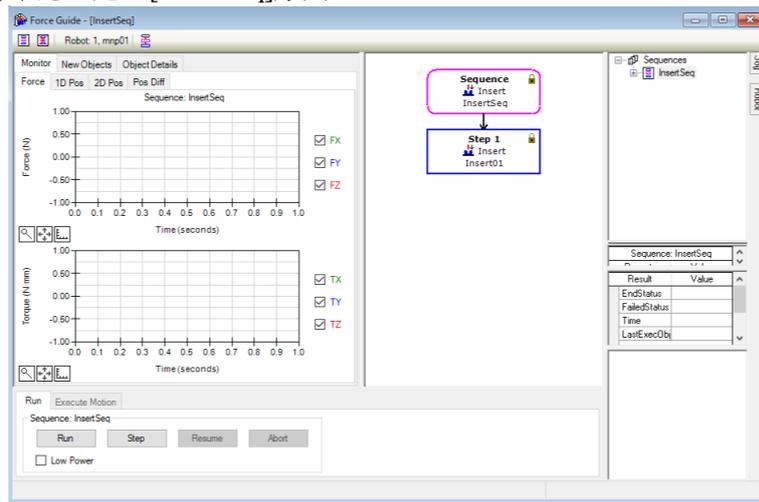
- (12)[Step 12: Set the timeout for the operation]對話方塊會隨即顯示。
無需變更初始值。
按一下<Next>按鈕。



- (13)[Finish]對話方塊會隨即顯示。
按一下<Finish>按鈕。



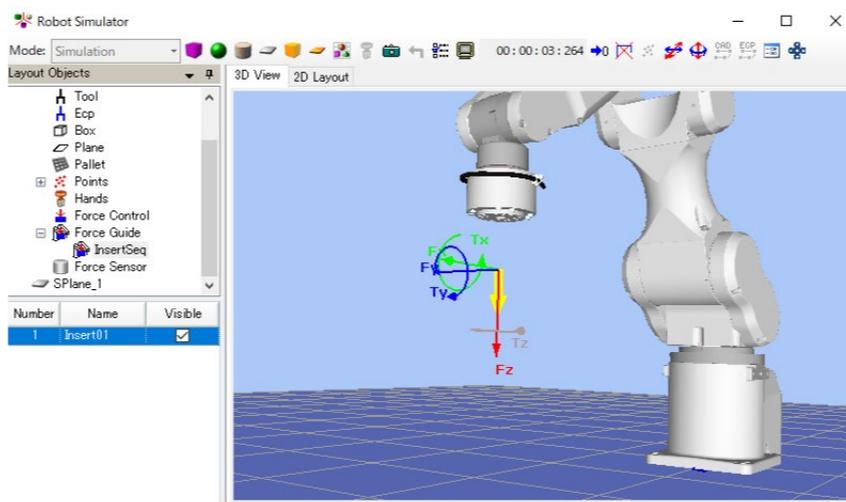
(14) 確認已建立[InsertSeq]序列。



6.3.4.4 確認設定

以下使用模擬器說明如何確認插入方向等的設定是否正確。

- (1) 按一下 EPSON RC+ 功能表-[Tools]-[Simulator]。[Simulator]視窗會隨即顯示。
- (2) 選擇物件樹狀結構-[Force]-[Force Guide]-[InsertSeq]。
- (3) 勾選下列核取方塊。
[Insert01]-[Visible]



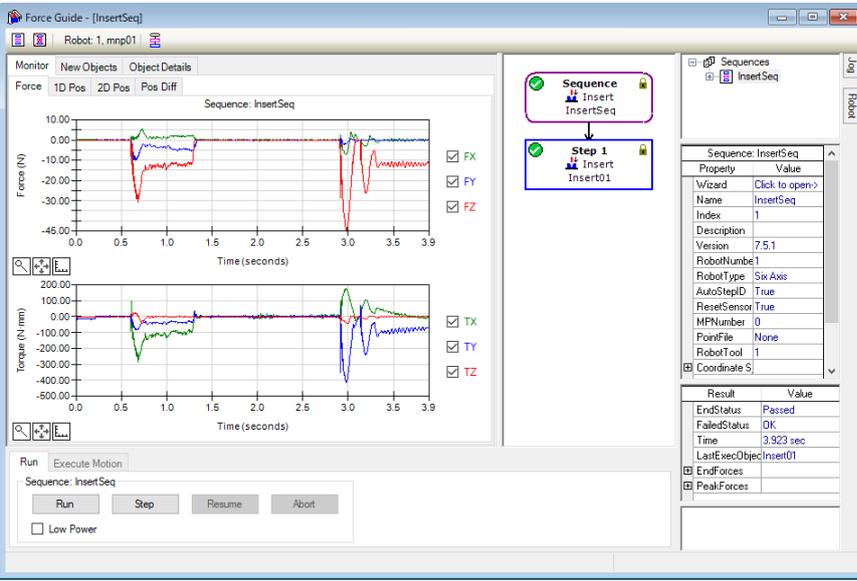
- (4) 請確認顯示黃色箭頭的方向為圓柱插入方向。
方向不同時請參閱下列內容，並確認設定。
軟體篇 6.2.1.3 設定屬性

6.3.4.5 透過力覺引導功能執行

以下說明如何在[Force Guide]視窗執行用於「插配孔洞」的序列。

- (1) 顯示[ForceGuide]視窗。
- (2) 按一下<Execute>按鈕。
系統將執行編譯，並將程式傳送至機器人控制器。若設定有誤，將會發生錯誤。請重新確認目前為止的設定內容，並依照錯誤訊息修改參數。
- (3) 達成屬性設定條件並執行至最後時，流程圖左上角會顯示「」，並停止動作。

(4)



The screenshot displays the Force Guide - [InsertSeq] window. It features two line graphs: the top one shows Force (N) vs. Time (seconds) with axes for FX, FY, and FZ; the bottom one shows Torque (N mm) vs. Time (seconds) with axes for TX, TY, and TZ. A sequence diagram on the right shows a 'Sequence' box containing 'Insert InsertSeq' and a 'Step 1' box containing 'Insert Insert01', both with green checkmarks. A properties table on the far right lists various parameters for the 'Sequence: InsertSeq'.

Property	Value
Wizard	Click to open->
Name	InsertSeq
Index	1
Description	
Version	7.5.1
RobotNumber	
RobotType	Six Axis
AutoStepID	True
ResetSensor	True
MFNumber	0
PointFile	None
RobotTool	1
Coordinate S	
Result	
EndStatus	Passed
FailedStatus	OK
Time	3.923 sec
LastExecObjec	Insert01
EndForces	
PeakForces	

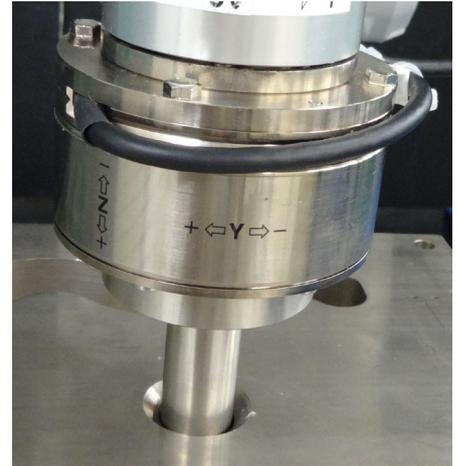
6.3.4.6 回復至未接觸狀態

以下說明如何回復至未接觸狀態。

完成作業後，用於插配孔洞的力仍會持續。

若進行間隙僅幾十微米的精密插配孔洞作業，則即使作業已是結束狀態，也可能仍正在施加很大的力。

為避免機器人及端效器等發生故障及破損，作業後請務必儘速將機器人移離對象物件，使其回復至未受力的狀態。若對象物件明顯未受力，則可省略此步驟。



- 以約 0.1mm 的小幅間隔進行步進動作，直到達成未插入狀態。
 - 使圓柱呈現未抓取狀態。
 - 另外建立進行「拉動」的力覺引導序列(往插入方向的反方向進行按壓)，以拉出棒桿。
- 插入作業後約經過 5 分鐘，可能會因力覺感應器的偵測值受到漂移影響而開始位移，導致無法取出。
- 如需的詳細資訊，請參閱下列資料。

軟體篇 6.2.3.9 進階工作 - 2

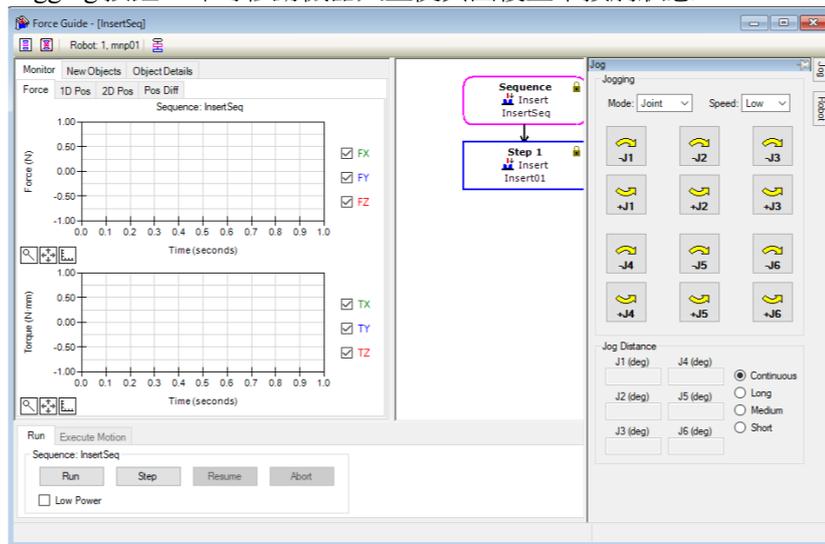
本教學內容為確認力覺監控，並同時使用步進動作拉出棒桿。

- (1) 按一下 EPSON RC+功能表-[Tools]-[Force Monitor]。
[Force Monitor]對話方塊會隨即顯示。
- (2) 按一下<Start Live>按鈕。
目前選擇的力覺監控物件圖表會隨即顯示。
- (3) 顯示[Robot Manager]。
- (4) 選擇[Jog & Teach]面板。
- (5) 在[Jog]-[Mode]選擇「Tool」。
對有傾斜的孔同時進行跟隨及插入時，為能從孔中垂直拉出，此設定最為適當。
- (6) 選擇[Jog Distance]-<Short>按鈕。
- (7) 以每次 0.1 公釐的方式往-Z 方向移動。
因力覺感應器的漂移特性影響，輸出值將會隨時間經過逐漸偏離「0」值。力值的相對變化可正確反映出接觸狀態的變化。
確認顯示的圖表值並同時按下 Jogging 按鈕，使機器人往 X、Y 方向移動，回復至未接觸狀態。

參考：軟體篇 2.1 重置力覺感應器

[參考]

在[Force Guide]視窗有[Jog]標籤。選擇此標籤後，[Jog]視窗會隨即顯示。按一下 Jogging 按鈕，即可移動機器人並使其回復至未接觸狀態。

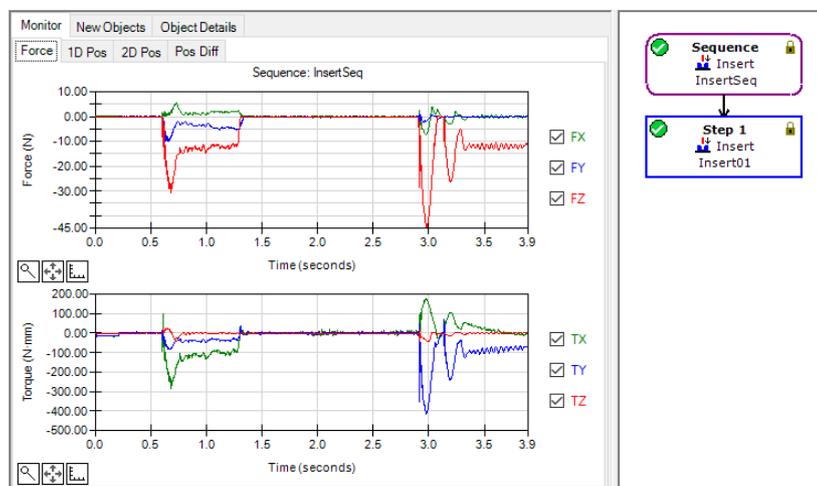


6.3.4.7 透過監控進行動作分析

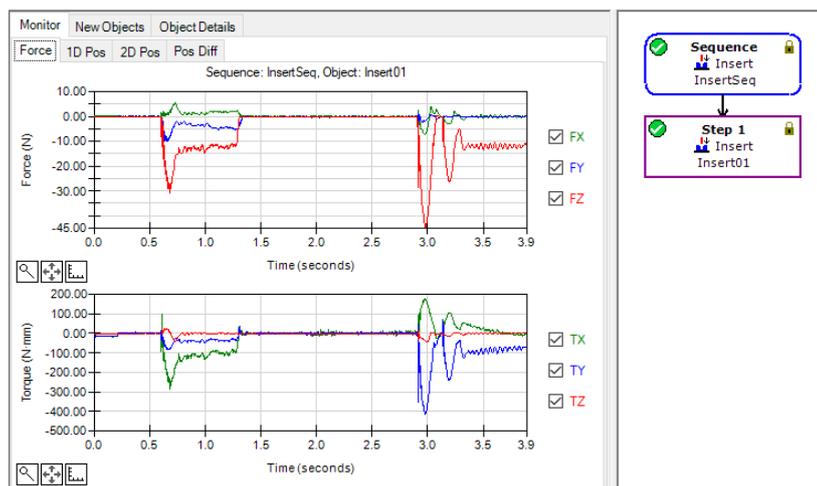
以下說明如何在EPSON RC+確認力覺引導序列的動作結果。

- (1) 顯示[ForceGuide]視窗。
- (2) 按一下[InsertSeq]的序列流程。
- (3) 選擇[Monitor]標籤。選擇[Force]標籤。

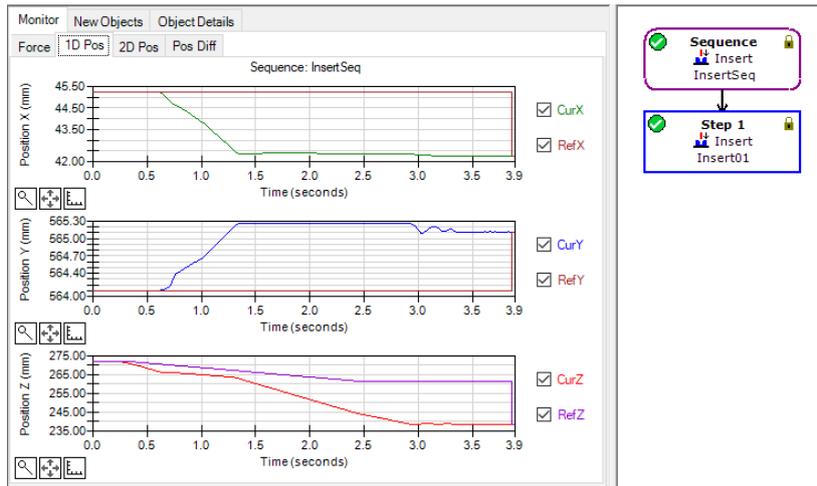
圖表中會顯示[InsertSeq]序列執行期間的力及位置。



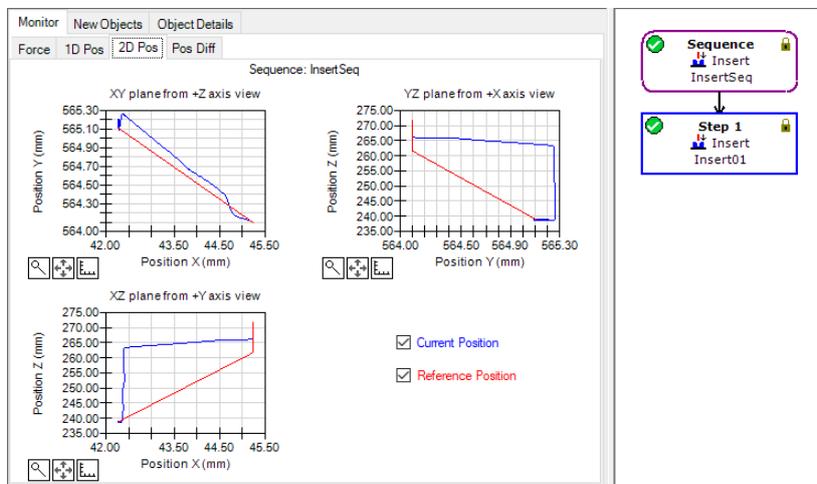
- (4) 按一下[Step1]的物件流程後，圖表中會顯示已選擇的力覺引導物件執行期間的力及位置。



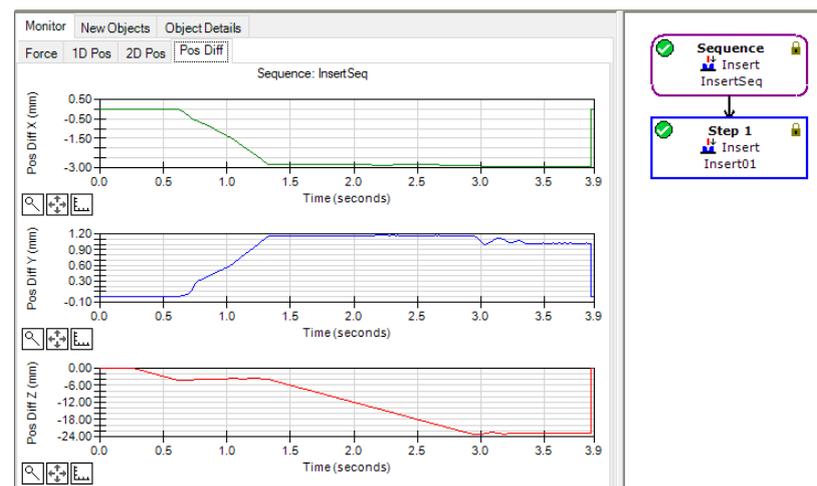
- (5) 按一下[InsertSeq]的序列流程。
 選擇[Monitor]標籤。選擇[1D Pos]標籤。
 用於解析的圖表會隨即顯示。(橫軸：時間、縱軸：位置)



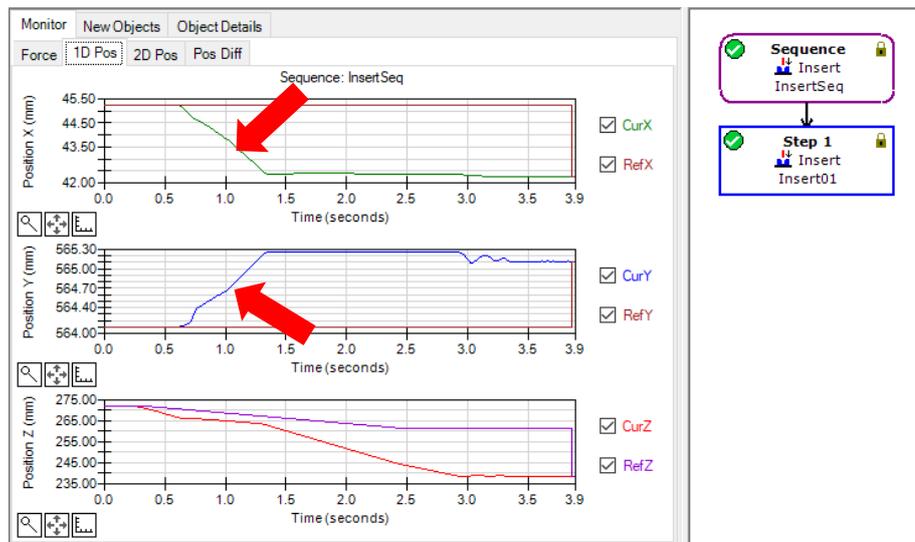
- (6) 選擇[2D Pos]標籤。
 用於解析的圖表會隨即顯示。(縱軸、橫軸：位置)



- (7) 選擇[Pos Diff]標籤。
 此圖表以相對位置變化記錄力控制造成的偏移。與[1D Pos]標籤的圖表有所不同。



- (8) 您可嘗試變更圖表的顯示單位等，確認力及位置的變化狀態。
- (9) 您可嘗試觀察本教學所示的監控，並同時確認動作結果。
如紅色箭頭所示，可以得知跟隨插入方向以外的方向移動並插入的動作已完成。



若未能正確插入，可能是設定有誤。請參考下列項目，並重新確認本教學的步驟。

- 插入方向是否正確
- 起始點是否大幅偏離孔的位置
- 接近距離與插入長度的設定是否正確

6.3.4.8 進階工作

現在執行下列操作。

1. 如「軟體篇 6.2.3.7 回復至未接觸狀態」以步進方式移動數十公釐的作法，相當耗時費力。
您可以在插配孔洞完成後，立即嘗試使用力控制功能進行拉出的方法。
此時，必須先在[Sequence]-[Property]設定為不重置力覺感應器。



- 插入後約經過5分鐘，可能會因力覺感應器的漂移特性而無法偵測出正確的值，導致拉出失敗。另外，此時也可能會因對工件施力過大，導致破壞工件。請在執行力覺引導序列後立即執行。

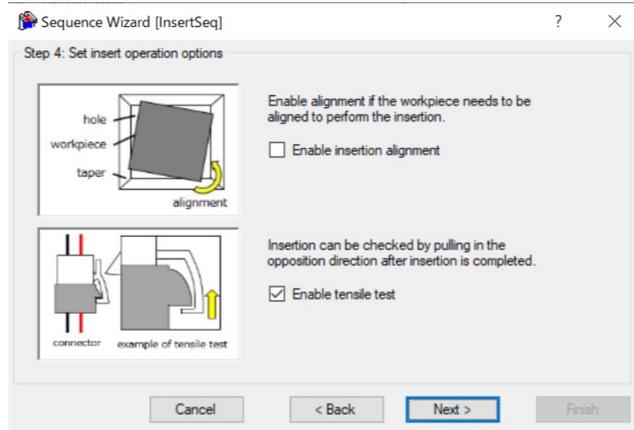
在接觸狀態下重置力覺感應器後，此時的力與扭力將為「0」。此狀態下將無法正確執行力控制功能，可能會導致拉出失敗或工件破損。請務必將[ResetSensor]屬性設為「False」。此外，若您在力覺監控按一下<Reset Sensor>按鈕，或執行控制器重啟等造成力覺感應器重置，請使用步進來進行移動，或者回復至非抓取狀態或非插入狀態，切勿執行力控制功能。

- (1) 新增[InsertSeq]之外的空白力覺引導序列。
範例：PullFromHole
- (2) 僅新增 Press 物件並設定屬性。
若為 6 軸機器人，請以下列設定為基準，調整[Firmness]等的屬性。
 - 在[Fz_ControlMode]設定「Press-」方向
 - 將[Fx_ControlMode]、[Fy_ControlMode]設為「Follow」
 - 將[Fz_ControlMode]的力設為 10N 以下
(力過強時，可能會使機器人卡住。)
 - 將[Timeout]設為 60sec 等較大的值
(即使已完成拉出，在時間內機器人仍會持續動作。請按一下<Abort>按鈕以停止機器人。)
 - 將[Fz_Firmness]設為與[InsertSeq]中[Insert01]的 InsertFirmnessF 相同值
 - 將[Fx_Firmness]、[Fy_Firmness]設為與[InsertSeq]中[Insert01]的 FollowFirmnessF 相同值
- (3) 按一下流程圖的序列流程以選擇。
- (4) 將[ResetSensor]屬性設為「False」。
- (5) 請參閱下列章節並執行力控制功能。
6.3.4.5 透過力覺引導功能動作

2. 本教學是進行插配孔洞，此外也有利用形狀像接頭那樣，插入後拉拔不會脫落的工件，在插入後往插入方向的反方向拉拔確認不會脫落的功能。
請依照下列步驟來實際嘗試操作。

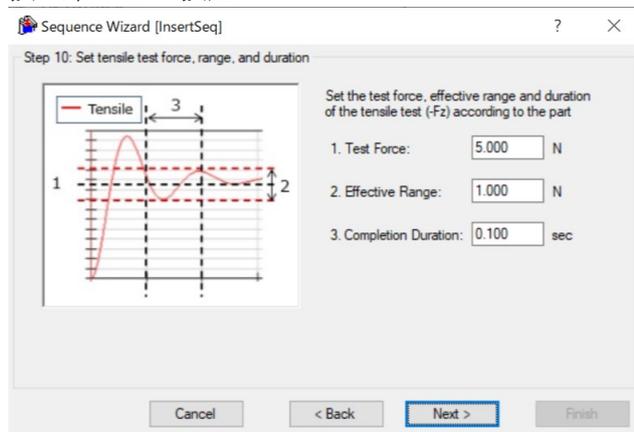
- (1) 顯示[ForceGuide]視窗。
- (2) 在[InsertSeq]的序列流程按一下滑鼠右鍵，再按一下序列精靈。「Sequence Wizard」會隨即顯示。

- (3) 按<Next>按鈕 3 次，顯示[Step 4: Set insert operation options]對話方塊。
變更下表的屬性。
按<Next>按鈕 6 次。



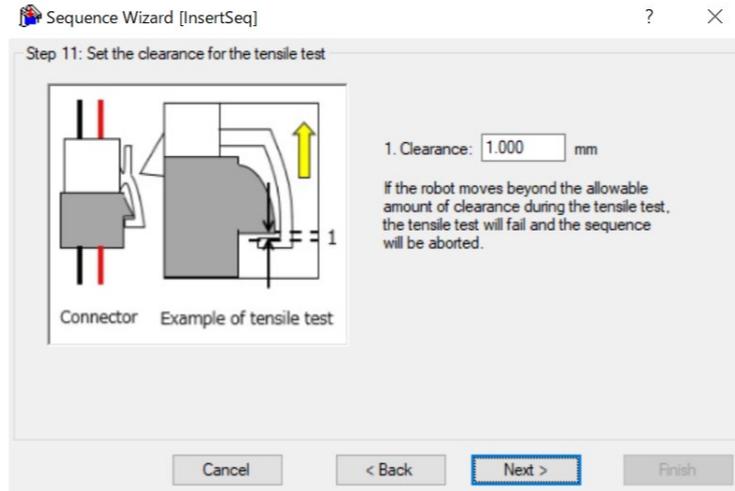
項目	設定值	說明
Enable tensile test	啟用	插入作業完成後，往插入方向的反方向施力，確認不會脫落。

- (4) [Step 10: Set tensile test force, range, and duration]對話方塊會隨即顯示。
配合您的工件變更下表屬性。若維持初始值即可，便無需變更。
按一下<Next>按鈕。



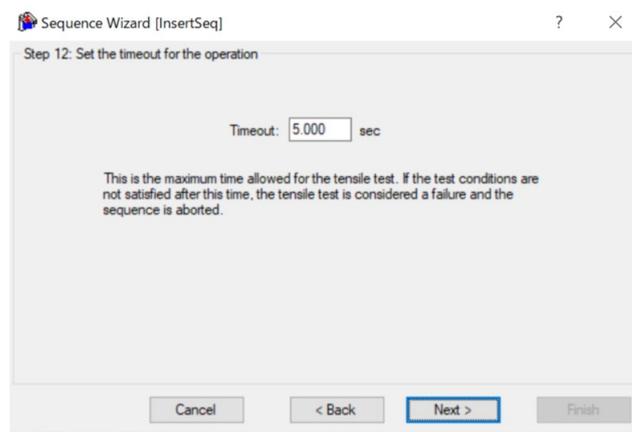
項目	設定值	說明
Test Force	5	設定拉拔測試中的拉拔測試力。 請配合您所使用的工件進行設定。 設定為 5N。
Effective Range	1	此為測試力相關完成條件的容許誤差。 設定拉拔測試完成條件的容許誤差。 Z 軸：維持力值介於 $5\pm 1N$ 範圍的狀態
Completion Duration	0.1	設定用於判定是否已符合完成條件的持續時間。 設定為 0.1sec。

- (5) [Step 11: Set the clearance for the tensile test]對話方塊會隨即顯示。配合您的工件變更下表屬性。若維持初始值即可，便無需變更。按一下<Next>按鈕。

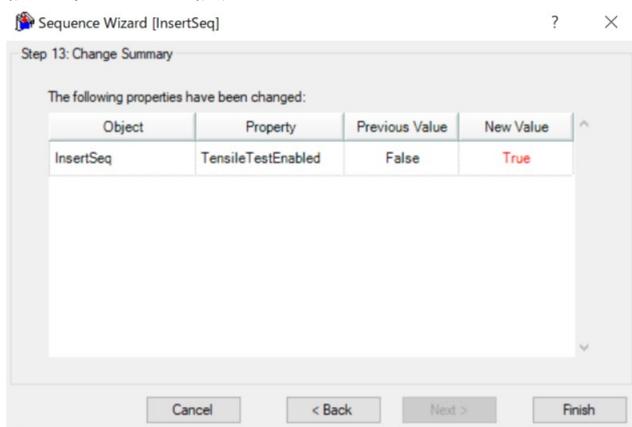


項目	設定值	說明
Clearance	1	拉拔測試中判定為失敗的間隙範圍。請配合您所使用的工件進行設定。設定為 1mm。

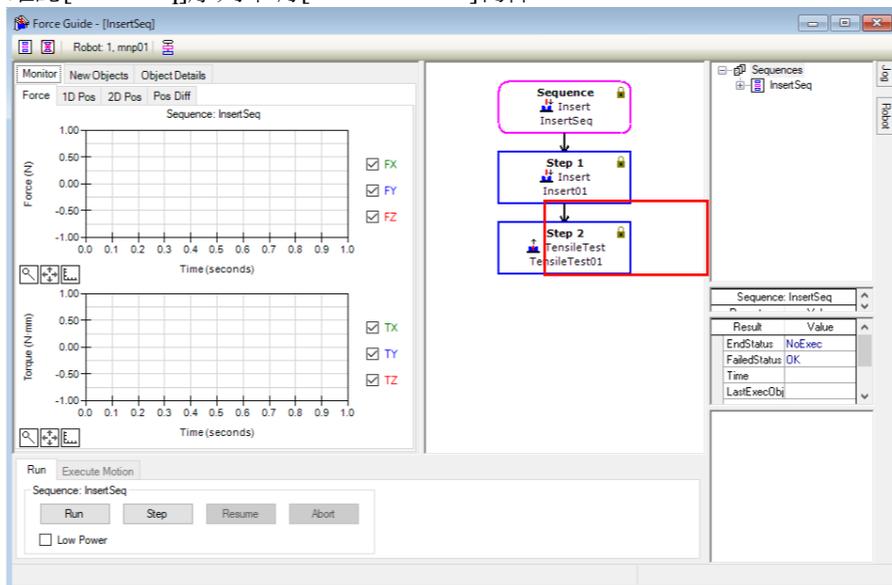
- (6) [Step 12: Set the timeout for the operation]對話方塊會隨即顯示。無需變更初始值。按一下<Next>按鈕。



- (7) [Step 13: Change Summary]對話方塊會隨即顯示。
顯示有變更屬性的物件、屬性名稱、變更前後的數值。
下圖為啟用拉拔測試時的對話方塊。若有在 Step 10、11 變更數值時，也會顯示該屬性。
按一下<Finish>按鈕。



- (8) 確認[InsertSeq]序列中有[TensileTest01]物件。



- (9) 請參閱下列章節並執行力控制功能。
6.3.4.5 透過力覺引導功能動作

Insert 序列的教學至此結束。

6.4 命令版本(簡易按壓)

以下說明如何透過命令執行簡易按壓。

本教學中的按壓操作係指機器人的末端夾具尖端往工具 0 座標系 Z (TLZ)的正方向移動，並施加 20 [N]的力按壓物件約 10 秒。

欲按壓的物件會固定在基台上，且假設按壓表面為平坦金屬塊。

若以末端夾具執行操作，請確保末端夾具可承受以下負載: 在 TLZ 負方向中的 20 [N]。



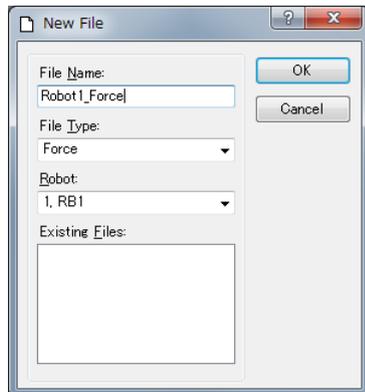
注意

- 以下頁面的範例所描述的參數為參考值。
請注意，已使用相對穩定的參數，但操作可能不會成功，或在特定操作條件下動作時可能會發生震動，且可能需要調整參數。此外，為了方便說明，會使用緩慢穩定的參數。如需加快操作速度，參數需進行調整。

6.4.1 建立力覺檔案

以下說明如何建立力覺檔案，並將其新增至專案列表。

- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[File]-[New File]。
[New File]對話方塊會隨即顯示。



- (2) 在[File Type]選擇「Force」。
- (3) 檢查機器人為「1」。
- (4) 在[File Name]內輸入「Robot1_Force」。
- (5) 按一下<OK>按鈕。

6.4.2 設定力覺控制物件

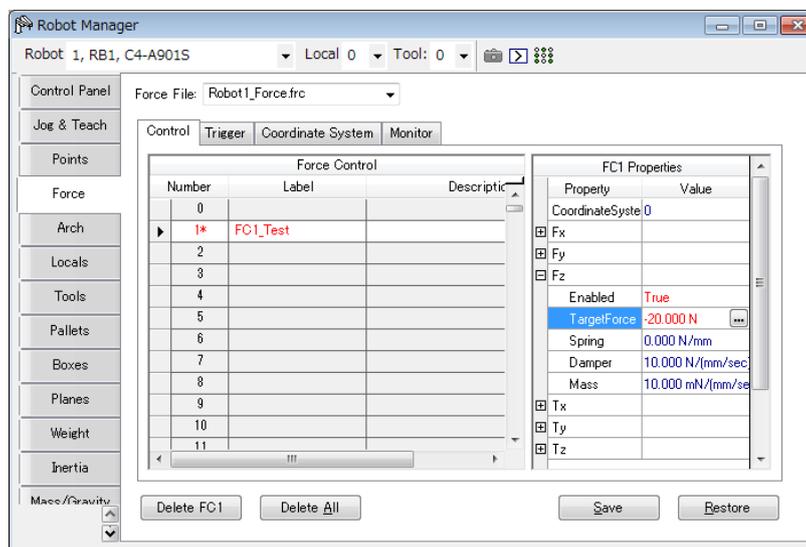
以下說明如何設定力覺控制物件。

- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Robot Manager]。
[Robot Manager]對話方塊會隨即顯示。

- (2) 選擇[Force]標籤。

- (3) 選擇[Control]標籤。

以下面板會隨即顯示。



- (4) 針對力覺控制物件「FC1」設定下列資料。

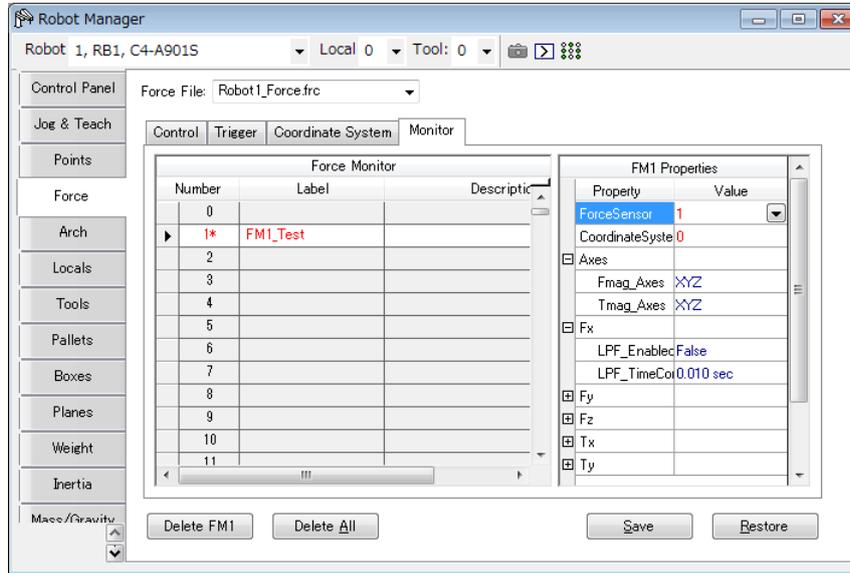
項目	數值
Label	FC1_Test
CoordinateSystem	0
Fx_Enabled	False
Fy_Enabled	False
Tx_Enabled	False
Ty_Enabled	False
Tz_Enabled	False
Fz_Enabled	True
Fz_TargetForce	-20
Fz_Spring	0
Fz_Damper	10
Fz_Mass	10
TargetForcePriorityMode	False
LimitSpeedS	50
LimitSpeedR	25
LimitSpeedJ	50
LimitAccelS	200
LimitAccelR	100
LimitAccelJ	100

- (5) 按一下<Save>按鈕。

6.4.3 設定力覺監控物件

以下說明如何設定力覺監控物件。

- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Robot Manager]。
[Robot Manager]對話方塊會隨即顯示。
- (2) 選擇[Force]標籤。
- (3) 選擇[Monitor]標籤。
以下面板會隨即顯示。



- (4) 針對力覺監控物件「FM1」設定下列資料。

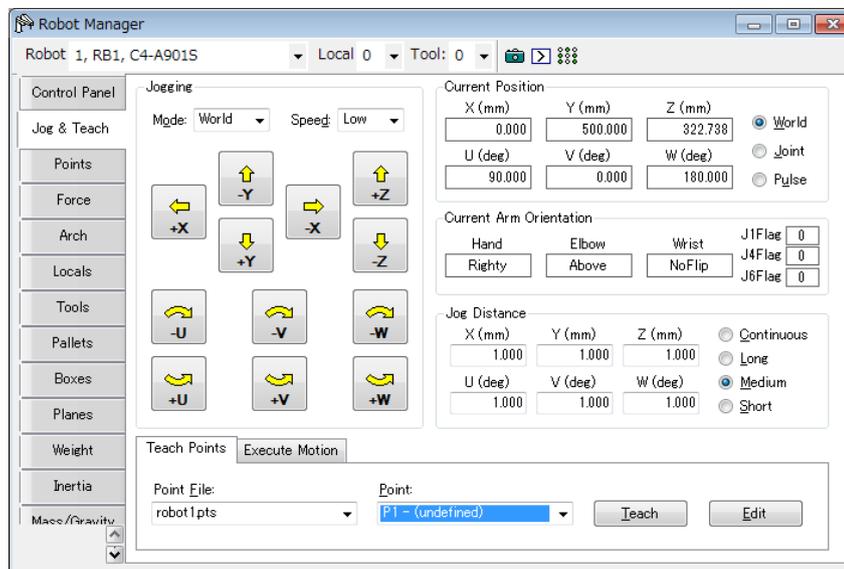
項目	數值
Label	FM1_Test
ForceSensor	1
CoordinateSystem	0
Fmag_Axes	XYZ
Tmag_Axes	XYZ
Fx-Tmag_LPF_Enabled	False
Fx-Tmag_LPF_TimeConstant	0.01

- (5) 按一下<Save>按鈕。

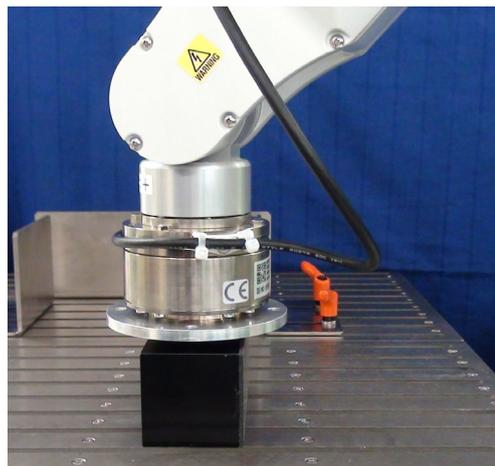
6.4.4 教導起始點

以下說明如何教導「按壓」操作的開始位置。

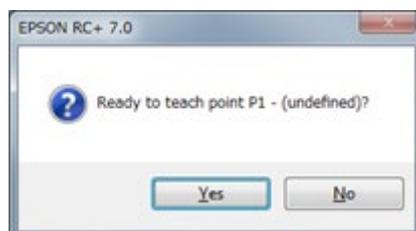
- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Robot Manager]。
[Robot Manager]對話方塊會隨即顯示。
- (2) 按一下[Jog & Teach]標籤。



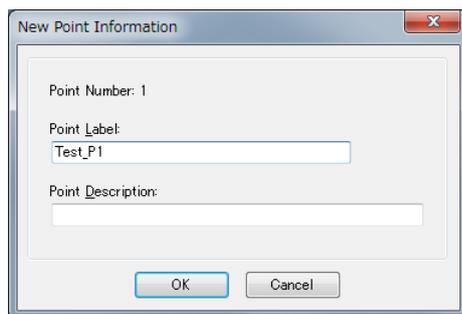
- (3) 使用「Jog」按鈕將力覺感應器或末端夾具移動至要按壓物件的上方約 3 mm 處。



- (4) 在[Point]內選擇「P1」。
- (5) 按一下<Teach>按鈕。下列訊息會隨即顯示。
確認訊息並按一下<Yes>按鈕。



- (6) [New Point Information]對話方塊會隨即顯示。
在[Point Label]輸入「Test_P1」，並按一下<OK>按鈕。

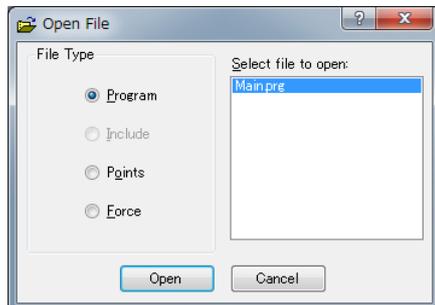


- (7) 按一下「EPSON RC+」功能表-[File]-[Save All]以儲存檔案。

6.4.5 建立SPEL+程式

以下說明如何建立SPEL+程式以執行「按壓」操作。

- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[File]-[Open File]。
[Open File]對話方塊會隨即顯示。



- (2) 在[File Type]選擇「Program」。
- (3) 在[Select file to open]選擇「Main.prg」
- (4) 按一下<Open>按鈕。
「Main.prg」畫面會隨即顯示。



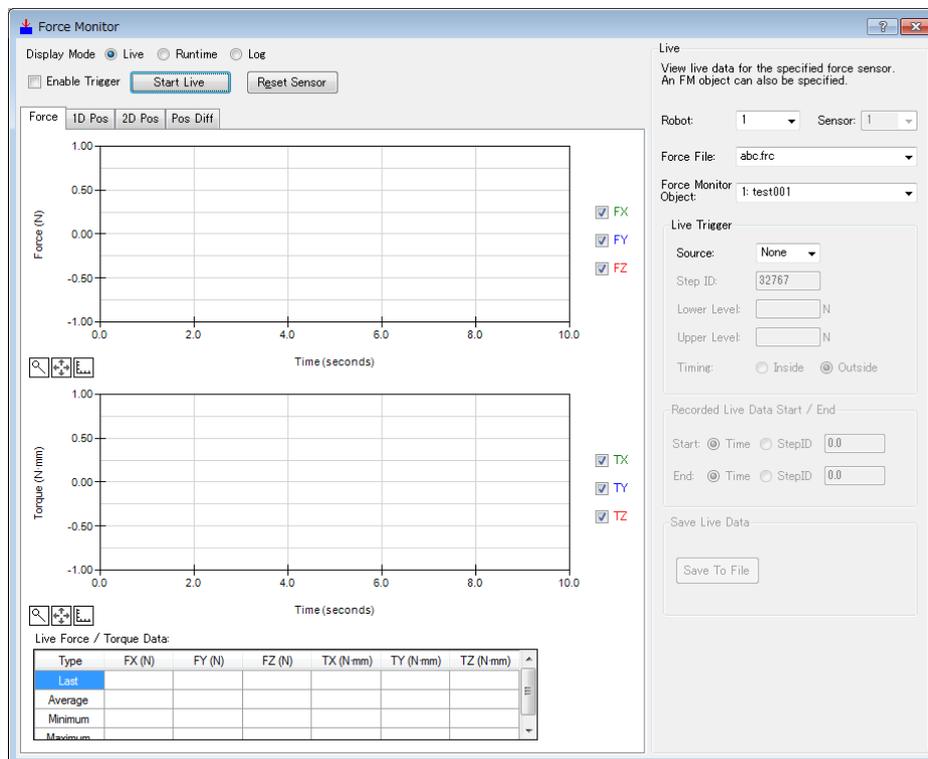
- (5) 在主要函數中輸入下列範例編程。

```
Function main
  Motor On
  Go P1           '前往操作起始點
  FSet FS1.Reset '重設力覺感應器
  FCKeep FC1, 10 '執行按壓操作 10 秒
Fend
```

6.4.6 執行力覺監控

為顯示「按壓」操作的圖表，以下說明如何執行力覺監控。

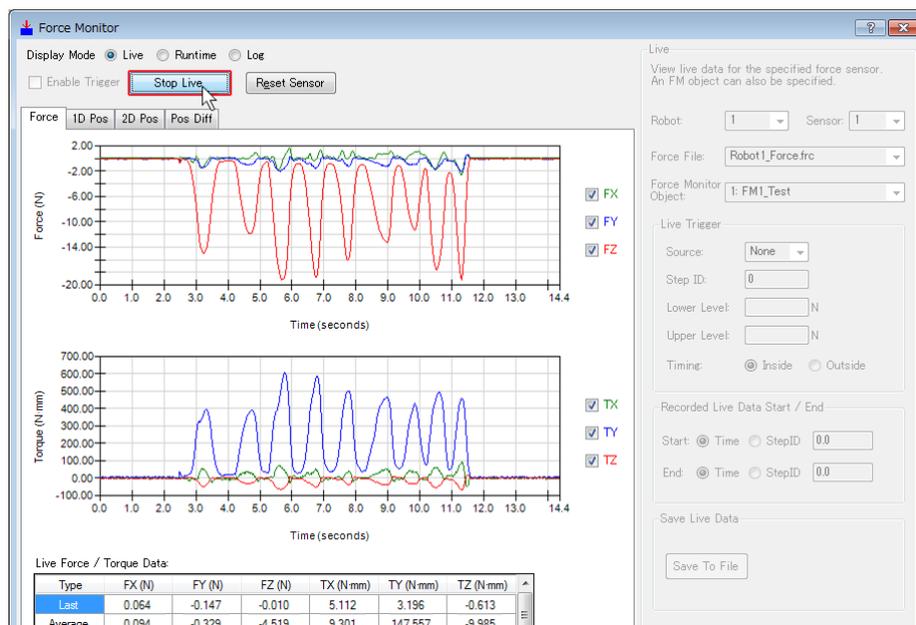
- (1) 選擇「EPSON RC+」功能表-[Tools]-[Force Monitor]。
[Force Monitor]對話方塊會隨即顯示。



- (2) 在[Live]中設定下列項目。

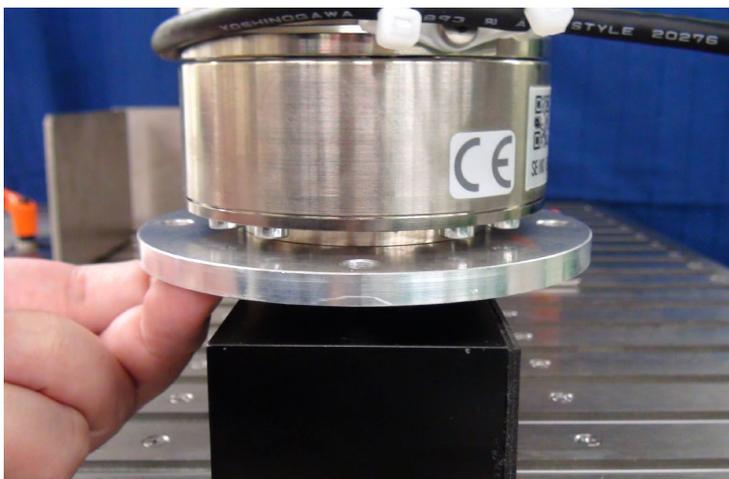
項目	數值
Robot	1
Force File	Robot1_Force.frc
Force Monitor Object	FM1_Test

- (3) 按一下<Start Live>按鈕。
力覺感應器值會隨即顯示在圖表中。



在按壓方向施加力時，請檢查Fz值的變化。若Fz值未變更，但其他軸值變更，請參閱下列章節並檢查力覺座標系的設定。

軟體篇: 2. 力覺感應器修正



注意

- 進入防護區以對力覺感應器施力時，請透過將機器人設為禁止操作狀態等安全措施來確保安全。

如需安全詳細資訊，請參閱下列手冊。

EPSON RC+ 7.0 User's Guide

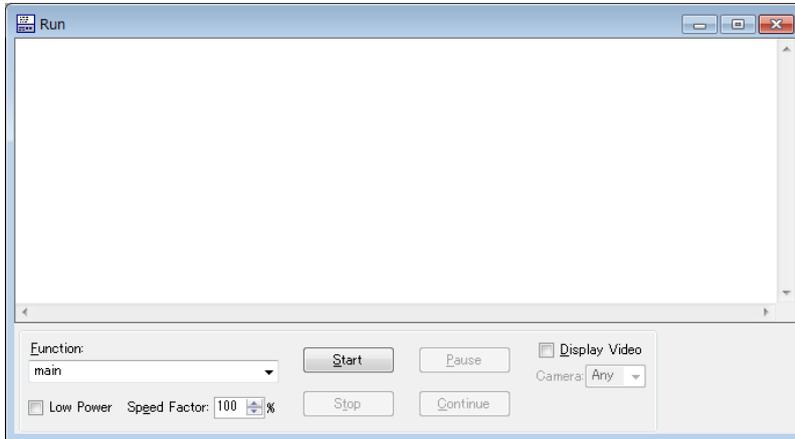
6.4.7 執行SPEL+程式

以下說明如何執行SPEL+程式以執行「按壓」操作。

- (1) 按一下「EPSON RC+」功能表-[Run]-[Run Window]。

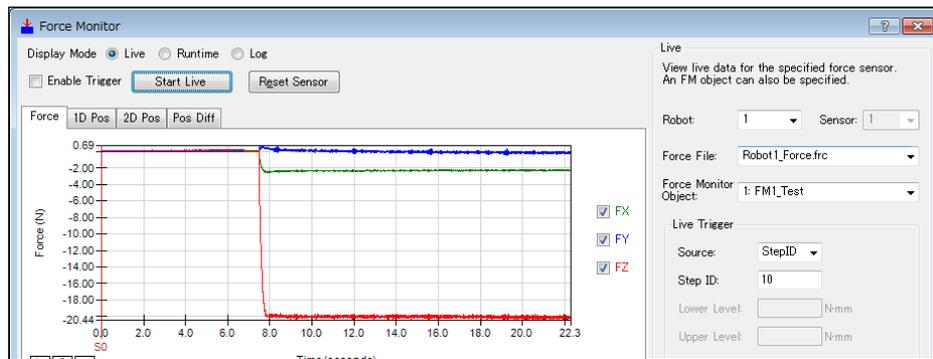
[Run]視窗會隨即顯示。

建置專案，且程式及專案檔會傳送至控制器。若執行建置程序時未發生錯誤，[Run]視窗會隨即顯示。



- (2) 按一下<Start>按鈕以執行程式。

機器人會在執行程式時開始「按壓」操作。您可在[Force Monitor]對話方塊的圖表上檢查力是否設定為 20 N。



7. 疑難排解

無法辨識力覺感應器 I/F 裝置

請參閱下列章節並檢查接線。

硬體篇: 3. 連接範例

請特別留意下列項目。

- 連接 IN 接頭
- 連接 24 V 電源供應器

無法辨識力覺感應器

請參閱下列章節並檢查接線。

硬體篇: 3. 連接範例

請特別留意下列項目。

- 力覺感應器纜線
- 力覺感應器 M/I 纜線

檢查硬體連接情況，然後參閱下列章節並啟動力覺感應器。

軟體篇: 1. 檢查連接狀況

力覺感應器輸出值與實際力方向不同

請參閱下列章節並檢查座標系。

安裝篇: 5. 座標系

下列所有項目皆會對力覺座標系造成影響。

- Base, Local, Tool 座標系的設定
- FlangeOffset 的設定
- 力覺座標物件(FCS#)的設定

力覺感應器輸出值與實際力大小不同

重設力覺感應器時，其力及扭力輸出會設定為「0」。因此，若在重設力覺感應器時施加力，即使在消除外力後沒有實際施加的力，力覺感應器仍會偵測到力。為避免發生此情況，請在無施加外力時重設力覺感應器。再者，由於偵測位置位於力覺感應器結構的中央，因此會根據機器人的姿態施加力覺感應器的重量。

此外，若力覺感應器的姿態與重設時的姿態不同，則力覺感應器的輸出值也會因為重力影響而變更。若力覺感應器的姿態在使用力功能(力覺控制、力覺觸發及力覺監控)的操作中沒有改變，請立即重設力覺感應器，再使用力功能。

若在執行力功能期間姿態改變，則可透過重力補償減少重力的影響。如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 2.3 重力補償

力覺感應器的輸出值隨時間變化

Epson 力覺感應器具備漂移特性。若變化介於下列章節中所述的時間範圍內，則為正常情況。

硬體篇: 4.1 規格

若要避免時間漂移造成的影響，請立即重設力覺感應器，再使用力功能。力覺感應器重設後，請在 10 分鐘內使用力功能。

力覺感應器發生異常

若力覺感應器發生錯誤，請參閱下列手冊，並採取措施以避免該錯誤發生。

EPSON RC+ 7.0 SPEL+ Language Reference
- SPEL+ Error Messages

若長時間使用力覺感應器而未重設，則誤差會因漂移而不斷累積。這可能會導致力覺感應器發生元件錯誤。若發生錯誤，請執行力覺感應器物件的 **Reboot** 屬性。

此外，力覺感應器受到周邊設備撞擊或力覺感應器發生錯誤時，可能會發生力覺感應器的精度異常。在此情況下，請檢查力覺感應器是否正確運作。如需詳細資訊，請參閱下列章節。

軟體篇: 1.3 檢查力覺感應器精度

無法使用力覺引導物件執行預期動作

如需使用力覺引導物件執行動作，若無法執行預期動作(如實際施加的力大於預期施加的力)，請參閱下列章節並調整屬性。

軟體篇: 4.2.2 通用力觉向导对象

4.2.2.1~4.2.2.10 中針對各通用物件描述的 調整方針

軟體篇: 4.3.4 Paste 序列和物件的屬性調整方針

軟體篇: 4.4.5 ScrewTighten 序列和物件的屬性調整方針

軟體篇: 4.5.4 HeightInspect 序列和物件的屬性調整方針

軟體篇: 4.6.5 Insert 序列和物件的屬性調整方針

發生5546錯誤

外部裝置產生振動施加在力覺感應器上的狀態下執行 **Reset** 屬性時，可能會發生 5546 錯誤。若振動斷斷續續，對 **Reset** 屬性指定

「**FG_RESET_WAIT_VIBRATION**」有時可避免發生錯誤。

在持續施加振動的環境下，除了發生 5546 錯誤之外，也可能造成力控制功能精度變差等影響。請在裝置的腳座鋪設橡膠片等，去除對機器人施加的外部振動。

機器人往預期方向的反方向移動

本公司的力覺感應器會偵測施加的力。請注意，機器人動作方向與要設定的按壓力及偵測力永遠保持相反方向。

例如，若在 **Press** 物件中的 **Fx_ControlMode** 指定 **Press+**(往正方向按壓)，需在 **Fx_PressForce** 設定負值。記錄為動作結果的力也是負值。

此外，使用 **ForceControl** 物件執行力控制功能時也一樣。若要讓機器人往+Fx 方向移動並執行按壓動作，需在 **Fx_TargetForce** 設定負值。

接觸很耗時間

若想要於接觸時控制在某個過衝量以下，必須降低移動速度。如此可能會使循環時間變長。

該情況下，將開始接觸動作的接近點盡量設定在靠近接觸位置，便可縮短接觸動作的時間。但，請先考慮工件等的差異後，再設定移動至接近點時不會碰撞的位置。

另外，若要使用 **Till FT** 來執行接觸動作時，在 **TillStopMode** 中設定 **FG_SOFT_STOP** 即可改善。

未到達目標地點

若只啟用某一方向的力控制功能便執行 **Move** 等動作命令時，停用力控制功能的軸可能會無法到達目標地點。這是因為移動所需的速度和加速度，受到力覺控制物件的 **LimitSpeedSRJ** 屬性和 **LimitAccelSRJ** 屬性限制所致。

可透過 **MotionLimited** 狀態確認是否受到限制。

受到限制時，將 **LimitSpeedSRJ** 屬性和 **LimitAccelSRJ** 屬性設定大一點，動作便不會受限，可到達目標地點。但，力控制功能會讓速度和加速度與施加的力成比例增加。請在可容許的範圍內調整。

LimitSpeedSRJ 屬性和 **LimitAccelSRJ** 屬性若無法調整時，將指定了 **Move** 等動作命令的 **SpeedS** 和 **AccelS** 設定小一點，動作便不會受限，可到達目標地點。

而在低功率模式下，**LimitSpeedSRJ** 屬性和 **LimitAccelSRJ** 屬性將自動被限制在低功率的範圍內。若將 **LimitSpeedSRJ** 屬性和 **LimitAccelSRJ** 屬性設定大一點仍然沒有效果時，請確認是否處於低功率模式。

機器人在按壓時大幅彈跳

若 **LimitSpeedSRJ** 屬性和 **LimitAccelSRJ** 屬性的數值較小時，回應施加的力所需的速度和加速度可能會受到限制，使機器人的動作出現大幅彈跳。

該情況下，請增加 **LimitSpeedSRJ** 屬性和 **LimitAccelSRJ** 屬性的數值。

而在低功率模式下，**LimitSpeedSRJ** 屬性和 **LimitAccelSRJ** 屬性將自動被限制在低功率的範圍內。若將 **LimitSpeedSRJ** 屬性和 **LimitAccelSRJ** 屬性設定大一點仍然沒有效果時，請確認是否處於低功率模式。

未顯示特定的屬性

控制器韌體版本無法支援的屬性將不會顯示。請更新控制器的韌體。