



滾柱排

THK 綜合產品目錄

A 產品解說

特徵與類型.....	A11-2
滾柱排的特徵.....	A11-2
・ 結構與特徵	A11-2
滾柱排的類型.....	A11-3
・ 類型與特徵	A11-3
選定要點.....	A11-4
額定負荷與額定壽命.....	A11-4
精度規格.....	A11-7
尺寸圖、尺寸表	
FT型.....	A11-8
FTW型.....	A11-9
設計範例.....	A11-10
滾動面.....	A11-10
安裝滾柱排.....	A11-11
型號.....	A11-13
・ 型號組成.....	A11-13
使用注意事項.....	A11-14

B 技術支援書（另一冊）

特徵與類型.....	B11-2
滾柱排的特徵.....	B11-2
・ 結構與特徵	B11-2
滾柱排的類型.....	B11-3
・ 類型與特徵	B11-3
選定要點.....	B11-4
額定負荷與額定壽命.....	B11-4
安裝步驟.....	B11-8
型號.....	B11-10
・ 型號組成.....	B11-10
使用注意事項.....	B11-11

特徵與類型

滾柱排

滾柱排的特徵

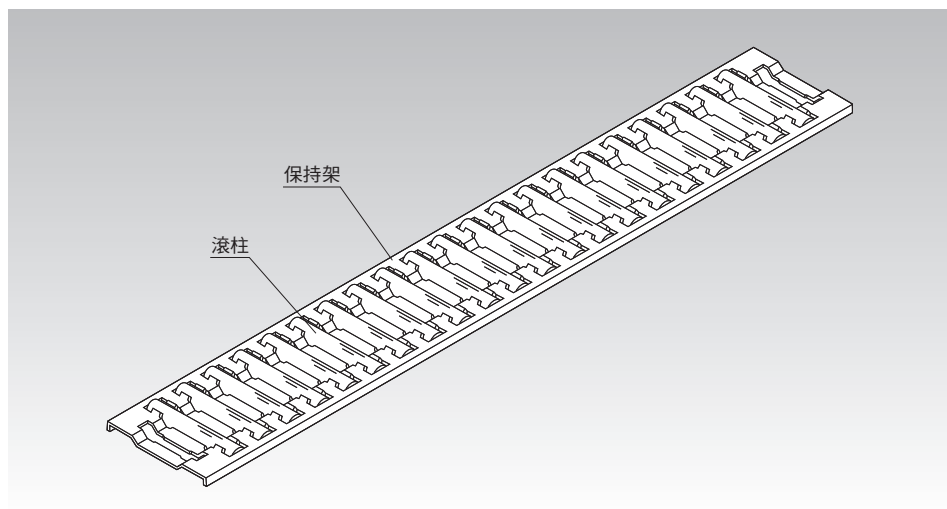


圖1 FT型滾柱排的構造

結構與特徵

對於滾柱排，在保持架內槽中安裝了符合JIS B 1506標準的精密滾柱，保持架則是由薄鋼板沖壓成M形（在剖面上）製成，這樣可提高其剛性，並實現輕量化。由於在結構設計上，滾柱容納於保持架內槽中，因而不會掉落。該滾柱排夾在兩個滾動面之間，當工作臺移動時，滾柱排將在相同的方向上移動，距離為工作臺所移動距離的一半。例如，如果工作臺移動500mm，滾柱排將在相同的方向上移動250mm。

該滾柱排對於大型機械，例如刨床、龍門銑床和外圓磨床，以及需要高精密度的地方，例如平面磨床、外圓磨床和光學測量機，均是較佳的選定。

【大負荷能力】

由於滾柱以較短的間距安裝，該滾柱排具有較大的負荷能力；並且根據情況，它還可以在未經過淬火硬化的滾動面上使用。此外，工作臺與滑動表面的彎曲剛度也幾乎相同。

【90°V形表面和平面用的組合精度作為標準】

滾柱排的設計結構，使它可安裝到90°的V形滑動表面上，該滑動表面是在具有狹窄型導軌和滑動座架的機械中最常用的結構。這允許產品在使用時無需作重大設計上的變動。

【滾柱型直線運動系統中摩擦最低】

由於滾柱在重量輕而且剛性好的保持器中均勻排列，因而消除了滾柱之間的摩擦並且將滾柱的歪斜度亦降低到最低程度。因此，摩擦係數小至 $\mu=0.001\sim0.0025$ ，也不會造成滑動表面的黏滯滑動的問題。

【保持器的連接快速方便】

在大型機械上安裝滾柱排時，很容易在床身上連接，因此甚至能夠在最大規格的機械上安裝滾柱排。

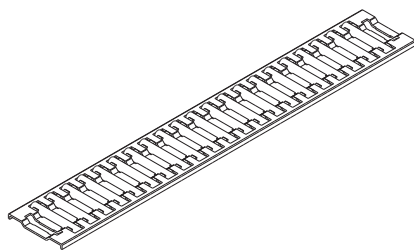
滾柱排的類型

類型與特徵

FT和FT-V型

尺寸表⇒ **A11-8**

這些型號擁有單排滾柱，它們主要用於平表面上。

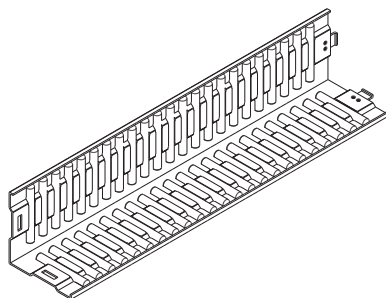


FT和FT-V型

FTW/FTW-V型

尺寸表⇒ **A11-9**

這些型號擁有2排滾柱，並且它們的保持架的形狀為彎曲90°。與平表面的FT/FT-V型搭配使用時，安裝於90°V型表面的滾柱直徑要為使用在平表面滾柱的0.7071倍，才能達到同樣的組裝高度。



FTW/FTW-V型

選定要點

滾柱排

額定負荷與額定壽命

【靜態安全係數 f_s 】

滾柱排在靜止或運行時，可能受到因衝擊或啟動停止造成的慣性等意想不到的外力作用，有必要考慮對作用負荷的靜態安全係數。

$$f_s = \frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C \cdot C_0}{P_c}$$

f_s : 靜態安全係數

f_H : 硬度係數(請參閱 **A11-6**上的 圖1)

f_T : 溫度係數(請參閱 **A11-7**上的 圖2)

f_C : 接觸係數(參閱**A11-5**上的【額定負荷】和【額定壽命】)

C_0 : 基本靜額定負荷 (kN)

P_c : 徑向負荷計算值 (kN)

●靜態安全係數的基準值

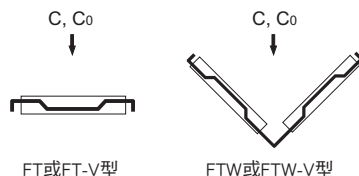
表1中所示的是各使用條件下的靜態安全係數的基準值下限。

表1 靜態安全係數的參考值 (f_s)

使用直線運動系統的機械	負荷條件	下限 f_s
綜合工業機械	無振動或衝擊	1~1.3
	有振動或衝擊	2~3
工具機	無振動或衝擊	1~1.5
	有振動或衝擊	2.5~7

【額定負荷】

尺寸表中的額定負荷是單位長度(ℓ)在如右圖所示的方向的值。



使用的滾柱排的有效負荷範圍與單位長度(ℓ)不同時，利用以下等式算出額定負荷(C_ℓ 和 $C_{0\ell}$)的近似值。

$$C_\ell = \left(\frac{\ell_0}{\ell} \right)^{\frac{3}{4}} \times C$$

$$C_{0\ell} = \frac{\ell_0}{\ell} \cdot C_0$$

C_ℓ : 在有效負荷範圍的基本動額定負荷 (kN)

ℓ_0 : 有效負荷範圍的長度 (mm)

ℓ : 單位長度 (參閱尺寸表) (mm)

$C_{0\ell}$: 在有效負荷範圍的基本靜額定負荷 (kN)

C : 基本動額定負荷 (kN)

C_0 : 基本靜額定負荷 (kN)

注)如果滾動面的硬度比58HRC低時，額定負荷會降低。(參閱A11-6圖1)

【額定壽命】

從上式求得有效負荷範圍內滾柱排的基本動額定負荷(C_ℓ)後，可按下式計算額定壽命。

●計算額定壽命

THK對滾柱排的額定壽命是以100km來定義，額定壽命(L_{10})是以基本動額定負荷(C)和滾柱排承受的負荷(P_c)，用下方算式求得。

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P_c} \right)^{\frac{10}{3}} \times 100 \quad \cdots \cdots (1)$$

L_{10} : 額定壽命 (km)

C : 基本動額定負荷 (N)

P_c : 徑向負荷計算值 (N)

比較額定壽命(L_{10})時，需考量是以50km還是100km來定義基本動額定負荷，必要時可根據ISO 14728-1的規定進行基本動額定負荷的換算。

於ISO中規定的基本動額定負荷之換算公式：

$$C_{100} = \frac{C_{50}}{1.23}$$

C_{50} : 額定壽命為50km的基本動額定負荷

C_{100} : 額定壽命為100km的基本動額定負荷

●在考量使用條件下計算所得的額定壽命

由於在實際使用下，運行中較常伴隨著振動與衝擊，對滾柱排作用的負荷會有所變化，難以正確把握額定壽命。此外，滾動面的硬度、使用環境溫度，及將滾柱排在幾乎緊靠的狀態下使用時，也會大幅影響壽命。

考量到這些條件，可透過以下的算式(2)算出考量使用條件的額定壽命(L_{10m})。

●考量使用條件的係數 α

$$\alpha = \frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C}{f_W}$$

α : 考量使用條件的係數

f_H : 硬度係數 (參閱圖1)

f_T : 溫度係數 (參閱A11-7上的圖2)

f_C : 接觸係數^{注)}

f_W : 負荷係數 (參閱A11-7上的表2)

●考量使用條件的額定壽命 L_{10m}

$$L_{10m} = \left(\alpha \times \frac{C}{P_c} \right)^{\frac{10}{3}} \times 100 \quad \cdots \cdots (2)$$

L_{10m} : 考量到使用條件的額定壽命 (km)

C : 基本動額定負荷 (N)

P_c : 徑向負荷計算值 (N)

注)接觸係數根據滾柱運行的2個平面的接觸狀態來決定。2個平面的接觸比率是50%時，因安全的緣故，將額定負荷設定為 $f_c=0.5$ 。

【計算工作壽命時間】

已經取得額定壽命(L_{10})後，如果行程長度和每分鐘往返次數固定不變，則使用以下等式計算工作壽命時間。

$$L_h = \frac{L_{10} \times 10^6}{2 \times \ell_s \times n_1 \times 60}$$

L_h : 工作壽命時間 (h)

ℓ_s : 行程長度 (mm)

n_1 : 每分鐘往返次數 (min^{-1})

● f_H :硬度係數

要最大程度地提高直線運動系統的負荷能力，滾動面的硬度需要在58至64HRC之間。如果硬度低於這個範圍，則基本靜額定負荷和基本動額定負荷均下降。因此，有必要將每個額定值乘以各自的硬度係數(f_H)。

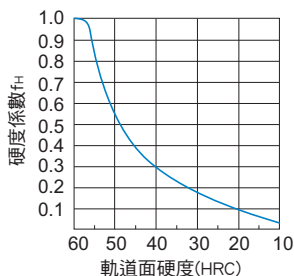


圖1 硬度係數(f_H)

● f_t :溫度係數

如果滾柱排的使用環境溫度超過100℃時,要考慮高溫的不良影響,基本額定負荷乘以圖2中表示的溫度係數。

注)如果環境溫度超過100℃,請與THK聯繫。

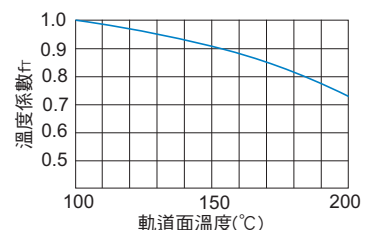


圖2 溫度係數(f_t)

● f_w :負荷係數

通常作往復運動的機械在運轉中大都伴隨著振動或衝擊,特別是高速運轉時產生的振動或者經常反復啟動停止時的衝擊等,全部正確地算出是很困難的。因此,當不能得到實際施加負荷時,或者速度和衝擊有顯著的影響,則將基本額定動態負荷(C)除以表2中相應的經驗負荷係數。

表2 負荷係數(f_w)

振動／衝擊	速度(V)	f_w
微小	微速時 $V \leq 0.25\text{m/s}$	1~1.2
小	低速時 $0.25 < V \leq 1\text{m/s}$	1.2~1.5
中	中速時 $1 < V \leq 2\text{m/s}$	1.5~2
大	高速時 $V > 2\text{m/s}$	2~3.5

精度規格

滾柱排的精度根據單個保持架中裝配的滾柱直徑相互差,分為普通級、高級和精密級。因要求的精度或組合的原因有必要指定滾柱直徑的容許尺寸公差時,請從表3中選定要求的精度,並指定相應的精度標記。

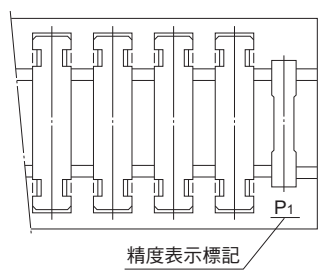


圖3

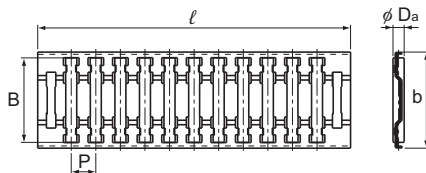
表3 滾柱直徑的選定分類

單位: μm

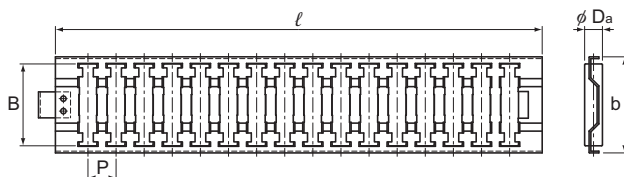
精度等級	直徑相互差	直徑的容許尺寸公差	精度表示標記
普通級	3	0~3	無標記
高級	2	0~2	H2
		-2~-4	H4
		-4~-6	H6
精密級	1	0~-1	P1

注)精度表示標記如圖3所示,標記在保持器的端部。

FT型



FT2010-32~FT5030V-250
FT10060V-500



FT10054-400
FT10080-500

單位: mm

型號	主要尺寸		滾柱尺寸				基本動額 定負荷	基本靜 額定負荷	質量
	寬度 b	長度 ℓ	直徑 D _s	長度 B	滾柱數量 Z	滾柱間距 P	C kN	C ₀ kN	g
FT 2010-32	10	32	2	7.8	7	4	5.2	10.4	1.9
FT 2515-45	15	45	2.5	11.8	7	4.75	10.9	25.2	5.6
FT 3020-60	20	60	3	15.8	8	5.51	17.4	42.8	12.5
FT 3525-75	25	75	3.5	19.8	8	7	27.4	72.7	23
FT 4030-150	30	150	4	25.8	18	7.3	55.7	176	73
FT 4035-150	35	150	4	30.8	18	7.3	64.2	212	86
FT 4026V-150	26	150	2.828	22.8	22	6	45.1	155	45
FT 5038-250	38	250	5	32.8	21	11	109	387	195
FT 5043-250	43	250	5	37.8	21	11	122	449	200
FT 5030V-250	30	250	3.535	26.8	33	7	78	290	103
FT 10054-400	54	400	10	46	24	15.8	279	1000	870
FT 10080-500	80	500	10	71.8	30	16	459	1900	1610
FT 10060V-500	60	500	7.071	52.8	35	13.5	301	1270	870

型號組成

FT5038 P1 -750L

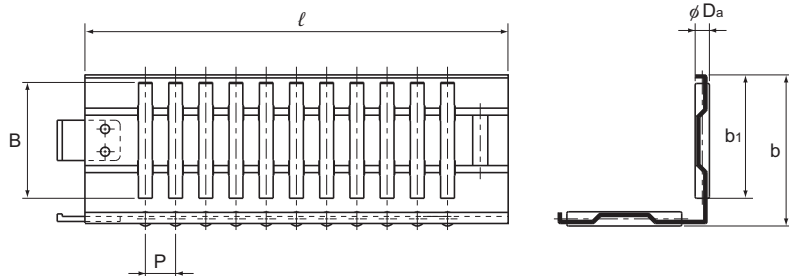
公稱型號

精度表示
標記(*1)

保持架總長
(單位mm)

(*1) 參閱A11-7。

FTW型



單位: mm

型號	主要尺寸			滾柱尺寸				基本動額 定負荷	基本靜 額定負荷	質量
	寬度 b	b ₁	長度 ℓ	直徑 D _a	長度 B	滾柱數量 Z	滾柱間距 P	C kN	C ₀ kN	g
FTW 4030V-150	30	24.5	150	2.828	22.8	22×2	6	59	220	94
FTW 5045-250	45	35.5	250	5	32.8	21×2	11.1	142	548	410
FTW 5050-250	50	40.5	250	5	37.8	23×2	10	160	634	460
FTW 5035V-250	35	29	250	3.535	26.8	33×2	7	102	411	220
FTW 6022.4-320	22.4	14.4	320	6	12.8	16×2	19	53	141	180
FTW 10036V-380	36	26.6	380	7.071	25	23×2	16	149	507	700
FTW 10043.5V-380	43.5	34	380	7.071	31.8	23×2	16	182	660	845
FTW 10070V-500	70	56.5	500	7.071	52.8	35×2	13.5	394	1804	1790

型號組成

FTW5050 P1 -750L

公稱型號

精度表示
標記(*1)保持架總長
(單位mm)

(*1) 參閱A11-7。

滾柱排

設計要點

滾柱排

滾動面

為了最大程度地發揮滾柱排的性能，在製造與滾柱配合的滾動面時要必須注意其硬度、表面粗糙度及精度。特別是，因硬度對壽命有很大影響，請慎重考慮使用的材質及熱處理的方法。

【硬度】

建議表面硬度為58HRC($\approx$ 653HV)或更高。硬化層的深度根據滾柱排的尺寸來決定；一般建議2mm左右。滾動面的硬度較低時，或不能淬火時，請在額定負荷上乘以**A11-6圖1**中相應的硬度係數。

【材質】

下列材料通常被用作通過感應淬火和火焰淬火進行表面硬化的材料。

- SUJ2 (JIS G 4805:高碳鉻軸承鋼)
- SK3~6 (JIS G 4401:碳素工具鋼)
- S55C (JIS G 4051:機械結構用碳鋼)

如果機器主體是鑄件時，可根據使用條件，不使用淬火鋼板，而對鑄件本身進行表面淬火。

【表面粗糙度】

為了達到平滑的運動，表面粗糙度最好是Ra0.4或更低。如能接受些許初期磨耗的話，也可以使用Ra0.8的表面粗糙度。

【精度】

需要高精度時，如果將淬火鋼板用螺絲擰緊在機器主體上，滾動面會產生彎曲起伏。為了避免彎曲起伏，可以對淬火鋼板進行研磨加工時，用與安裝時同樣的螺絲擰緊滾柱排，或者將淬火鋼板固定在機器主體上後，再進行研磨精加工，這樣能獲得良好的結果。

安裝滾柱排

【90°V形表面和平表面的組合】

滾柱排可直接安裝到90°V形表面和平表面上的導軌面上。表1表示它們的組合實例。

注) 在末尾包含符號V的型號的滾柱直徑(Da)，是不包含此符號的相同的型號的滾柱直徑的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍。

要與90°V形表面組合使用的滾柱直徑，將是平表面上的滾柱直徑的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍。

例如，在平表面上使用FT4035型，滾柱直徑 $\phi 4$ ；在V形表面上使用FTW4030V型，滾柱直徑 $\phi 2.828$ 。滾柱排的性能，受到上滾動面和下滾動面的接觸狀態很大的影響。

可在通過如圖1所示設計滾動面以安裝滾柱排之前，檢查其配合。

表1 組合例

90°V形表面		平表面	
型號	滾柱直徑 Da	型號	滾柱直徑 Da
FTW 4030V	2.828	FT 4030	4
FTW 4030V	2.828	FT 4035	4
FTW 5035V	3.535	FT 5038	5
FTW 5035V	3.535	FT 5043	5
FTW 5045	5	FT 10060V	7.071
FTW 5050	5	FT 10060V	7.071
FTW 10070V	7.071	FT 10080	10

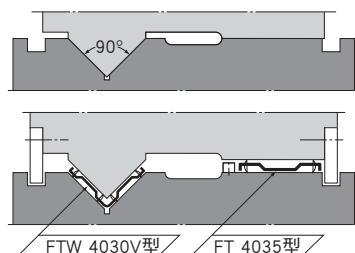


圖1 組合例

【其他安裝例】

在有上拉負荷或懸吊負荷作用的地方，可如圖2所示安裝滾柱排。

關於側面的間隙調整的詳細內容，請參閱

A7-29上關於交叉滾柱導軌的間隙調整例。

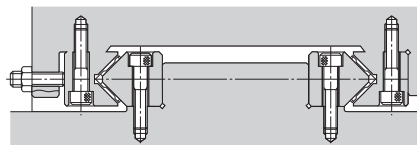


圖2 使用在上拉負荷作用的地方

【決定滾柱排的長度】

滾柱排移動的距離是工作臺所移動距離的1/2，方向相同。因此，必須如下所示計算行程長度和滾柱排的長度。

為保持滾柱排位於工作臺之下，按下式求滾柱排長度 ℓ_s 。

$$\ell_s \leq L_B - L_T$$

滾柱排長度:

$$\ell = L_T + \frac{\ell_s}{2} = 0.5(L_B + L_T)$$

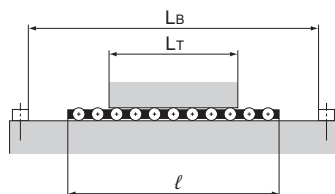


圖3

【滾柱排的連接方法】

當必須連接滾柱排單元時，使用如圖4所示的連接板在底座上將它們連接在一起。在訂購時指明實際使用時的總長度。FT10054型、FT10080型、FTW型可將連接零件安裝到本體上，因此不需要使用連接板。

但請注意，FT2010型單元無法連接在一起。

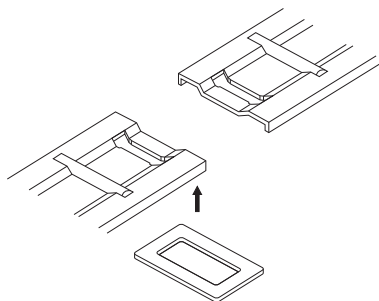
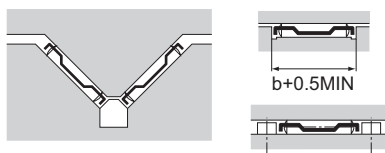


圖4 FT型的連接

【滾柱排的導引】

為引導FT型或FT-V型，請遵循圖5所示的說明。



關於“b”，參閱尺寸表。

圖5 滾柱排的導引

型號

滾柱排

型號組成

公稱型號的構成因各型號的特點而異，因此請參考對應的公稱型號的構成例。

【滾柱排】

●FT、FT-V、FTW和FTW-V型

FT5038	P1	-750L
型號	精度表示 標記(*1)	保持架總長 (單位mm)

(*1) 參閱 **A11-7**。

使用注意事項

滾柱排

【處置】

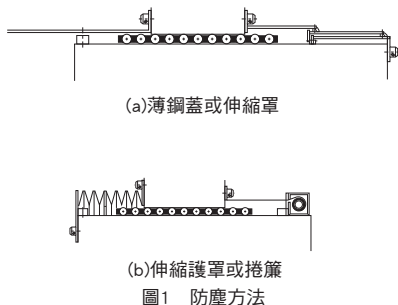
- (1) 請勿分解各部分。否則，可能導致功能的損失。
- (2) 請不要讓滾柱排掉落或者敲擊。否則，可能導致劃傷、破損。另外，受到了衝擊時，即使外觀上看不見破損，也可能導致功能的損失。
- (3) 使用產品時，請在必要時穿著防護手套、安全鞋等以確保安全。

【使用注意事項】

- (1) 請注意防止切削屑、冷卻劑等異物的流入。否則，可能導致破損。
- (2) 要在切削屑、冷卻劑、具有腐蝕性的溶劑、水等可能流入產品內部的環境下使用時，請用軟式伸縮護套或防塵蓋等以避免流入產品。
- (3) 切削屑等異物附著時，請清潔後重新封入潤滑劑。
- (4) 請避免在超過100°C的條件下使用。
- (5) 滾柱排不能作為滾筒輸送機使用。
- (6) 請注意，在有力矩、垂直使用或不均勻接觸，甚至是有機器振動的情況下，會造成保持架錯位。有保持架錯位問題的情況時，建議採用能無限運動的直線運動系統LM導軌。
- (7) 如果安裝構件的剛性及精度不足，軸承的負荷集中在局部，將顯著降低軸承性能。因此，請充分考慮支撐座、底座的剛性和精度以及固定用螺絲的強度。

【防塵和潤滑】

- (1) 因不完全防塵而侵入滾柱排滾動面的異物很難除去，而且會嚴重損傷滾動面或滾柱排，因此在防塵上要特別當心。通常滾柱排的防塵，如圖1所示，適合使用覆蓋全滑動表面的軟式伸縮護罩或伸縮防護蓋。
- (2) 需要的潤滑劑量比滑動金屬更少，容易管理潤滑。
滾柱排擁有很好的潤滑劑保持性，適合用潤滑脂潤滑。最好使用鋰皂基潤滑脂2號潤滑脂、較高粘性滑動面油或渦輪油。



- (3) 對產品進行潤滑時，直接將潤滑劑塗抹於滾動面，並進行數次的行程磨合運行。
- (4) 請避免將不同的潤滑劑混合在一起使用。即使是同種類增稠劑的潤滑脂，由於添加劑等不同，也可能導致相互之間造成影響。

- (5) 微行程時，滾動面和滾動體的接觸面難以形成油膜，可能發生微動磨損，因此請使用高耐微動磨損性的潤滑脂。此外，建議定期通過施加長行程移動，使得滾動面和滾動體之間形成油膜。
- (6) 要在經常產生振動的場所、無塵室、真空、低溫或高溫等特殊環境下使用時，請使用符合規格和環境的潤滑脂。
- (7) 潤滑脂的稠度因溫度不同而變化。由於稠度變化，滾柱排的滑動阻力也發生變化，因此請加以注意。
- (8) 添加潤滑脂後，潤滑脂的攪拌阻力可能導致滾柱排的滑動阻力增大。務必進行試車運行，請在充分適應潤滑脂後，進行機械的運行。
- (9) 添加潤滑脂後，多餘的潤滑脂可能飛散到周圍，因此在必要時請拭擦乾淨後使用。
- (10) 潤滑脂隨著使用時間推移，性狀將惡化潤滑性能將降低，因此根據使用頻率需要進行潤滑脂檢查和補充。
- (11) 潤滑間隔因使用條件和使用環境的不同而有異。最終的潤滑間隔/量請根據實際機器來設定。

【安裝擋塊】

雖然滾柱排進行極其精確的運動，但由於負荷的分布不均或接觸不均，也會引起運行誤差。因此，建議在底座或工作臺的端面裝上擋塊。

【工作臺端面的倒角】

如果滾柱排比總工作臺長度更長，請在工作臺端面設計平滑的倒角，以便讓滾柱容易進入。

【安裝精度】

為了最大限度地發揮滾柱排的性能，安裝該產品時必須使負荷分佈得儘量均勻些。關於圖2所示的容許傾斜量，建議每1000mm在0.1mm以下。

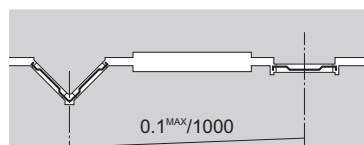


圖2 安裝精度

【儲存】

儲存滾柱排時，將它裝入THK指定的封套並於水平放置在室內以避免高溫、低溫和高高度潮濕。

【廢棄】

請將產品作為工業廢棄物進行適當的廢棄處置。



滾柱排

THK 綜合產品目錄

B 技術支援書

特徵與類型.....	B11-2
滾柱排的特徵.....	B11-2
・ 結構與特徵	B11-2
滾柱排的類型.....	B11-3
・ 類型與特徵	B11-3
選定要點.....	B11-4
額定負荷與額定壽命.....	B11-4
安裝步驟.....	B11-8
型號.....	B11-10
・ 型號組成.....	B11-10
使用注意事項.....	B11-11

A 產品解說（另一冊）

特徵與類型.....	A11-2
滾柱排的特徵.....	A11-2
・ 結構與特徵	A11-2
滾柱排的類型.....	A11-3
・ 類型與特徵	A11-3
選定要點.....	A11-4
額定負荷與額定壽命.....	A11-4
精度規格.....	A11-7
尺寸圖・尺寸表	
FT型.....	A11-8
FTW型.....	A11-9
設計範例.....	A11-10
滾動面.....	A11-10
安裝滾柱排.....	A11-11
型號.....	A11-13
・ 型號組成.....	A11-13
使用注意事項.....	A11-14

特徵與類型

滾柱排

滾柱排的特徵

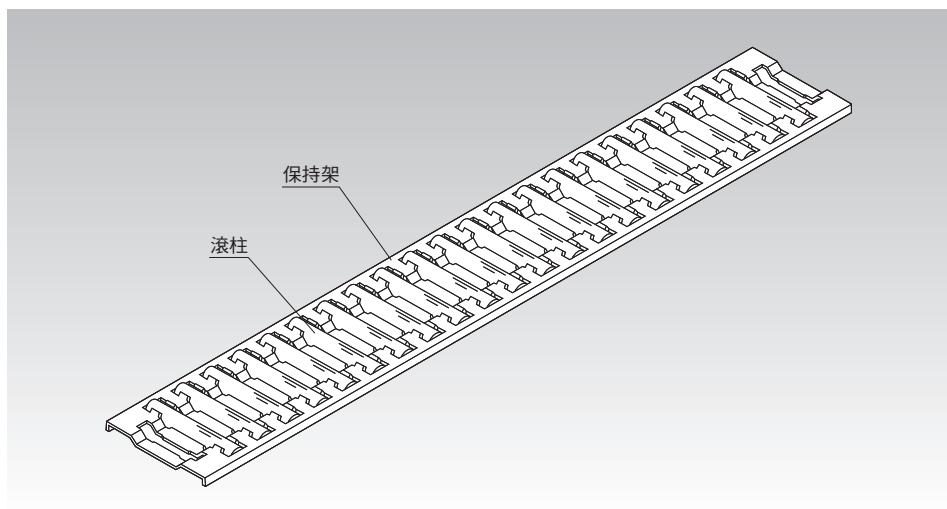


圖1 FT型滾柱排的構造

結構與特徵

對於滾柱排，在保持架內槽中安裝了符合JIS B 1506標準的精密滾柱，保持架則是由薄鋼板沖壓成M形（在剖面上）製成，這樣可提高其剛性，並實現輕量化。由於在結構設計上，滾柱容納於保持架內槽中，因而不會掉落。該滾柱排夾在兩個滾動面之間，當工作臺移動時，滾柱排將在相同的方向上移動，距離為工作臺所移動距離的一半。例如，如果工作臺移動500mm，滾柱排將在相同的方向上移動250mm。

該滾柱排對於大型機械，例如刨床、龍門銑床和外圓磨床，以及需要高精密度的地方，例如平面磨床、外圓磨床和光學測量機，均是較佳的選定。

【大負荷能力】

由於滾柱以較短的間距安裝，該滾柱排具有較大的負荷能力；並且根據情況，它還可以在未經過淬火硬化的滾動面上使用。此外，工作臺與滑動表面的彎曲剛度也幾乎相同。

【90°V形表面和平面用的組合精度作為標準】

滾柱排的設計結構，使它可安裝到90°的V形滑動表面上，該滑動表面是在具有狹窄型導軌和滑動座架的機械中最常用的結構。這允許產品在使用時無需作重大設計上的變動。

【滾柱型直線運動系統中摩擦最低】

由於滾柱在重量輕而且剛性好的保持器中均勻排列，因而消除了滾柱之間的摩擦並且將滾柱的歪斜度亦降低到最低程度。因此，摩擦係數小至 $\mu=0.001\sim0.0025$ ，也不會造成滑動表面的黏滯滑動的問題。

【保持器的連接快速方便】

在大型機械上安裝滾柱排時，很容易在床身上連接，因此甚至能夠在最大規格的機械上安裝滾柱排。

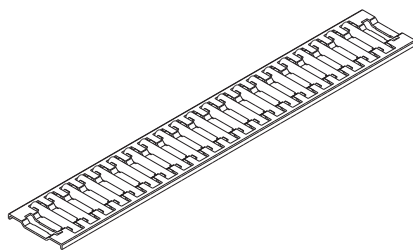
滾柱排的類型

類型與特徵

FT和FT-V型

尺寸表⇒ **A11-8**

這些型號擁有單排滾柱，它們主要用於平表面上。

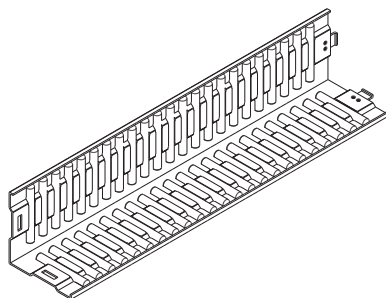


FT和FT-V型

FTW/FTW-V型

尺寸表⇒ **A11-9**

這些型號擁有2排滾柱，並且它們的保持架的形狀為彎曲90°。與平表面的FT/FT-V型搭配使用時，安裝於90°V型表面的滾柱直徑要為使用在平表面滾柱的0.7071倍，才能達到同樣的組裝高度。



FTW/FTW-V型

選定要點

滾柱排

額定負荷與額定壽命

【靜態安全係數 f_s 】

滾柱排在靜止或運行時，可能受到因衝擊或啟動停止造成的慣性等意想不到的外力作用，有必要考慮對作用負荷的靜態安全係數。

$$f_s = \frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C \cdot C_0}{P_c}$$

f_s : 靜態安全係數

f_H : 硬度係數(請參閱 B11-6上的 圖1)

f_T : 溫度係數(請參閱 B11-7上的 圖2)

f_C : 接觸係數(參閱B11-5上的【額定負荷】和【額定壽命】)

C_0 : 基本靜額定負荷 (kN)

P_c : 徑向負荷計算值 (kN)

●靜態安全係數的基準值

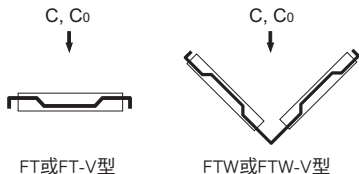
表1中所示的是各使用條件下的靜態安全係數的基準值下限。

表1 靜態安全係數的參考值 (f_s)

使用直線運動系統的機械	負荷條件	下限 f_s
綜合工業機械	無振動或衝擊	1~1.3
	有振動或衝擊	2~3
工具機	無振動或衝擊	1~1.5
	有振動或衝擊	2.5~7

【額定負荷】

尺寸表中的額定負荷是單位長度(ℓ)在如右圖所示的方向的值。



使用的滾柱排的有效負荷範圍與單位長度(ℓ)不同時，利用以下等式算出額定負荷(C_ℓ 和 $C_{0\ell}$)的近似值。

$$C_\ell = \left(\frac{\ell_0}{\ell} \right)^{\frac{3}{4}} \times C$$

$$C_{0\ell} = \frac{\ell_0}{\ell} \cdot C_0$$

C_ℓ : 在有效負荷範圍的基本動額定負荷 (kN)

ℓ_0 : 有效負荷範圍的長度 (mm)

ℓ : 單位長度 (參閱尺寸表) (mm)

$C_{0\ell}$: 在有效負荷範圍的基本靜額定負荷 (kN)

C : 基本動額定負荷 (kN)

C_0 : 基本靜額定負荷 (kN)

注)如果滾動面的硬度比58HRC低時，額定負荷會降低。(參閱B11-6圖1)

【額定壽命】

從上式求得有效負荷範圍內滾柱排的基本動額定負荷(C_ℓ)後，可按下式計算額定壽命。

●計算額定壽命

THK對滾柱排的額定壽命是以100km來定義，額定壽命(L_{10})是以基本動額定負荷(C)和滾柱排承受的負荷(P_c)，用下方算式求得。

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P_c} \right)^{\frac{10}{3}} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

L_{10} : 額定壽命 (km)

C : 基本動額定負荷 (N)

P_c : 徑向負荷計算值 (N)

比較額定壽命(L_{10})時，需考量是以50km還是100km來定義基本動額定負荷，必要時可根據ISO 14728-1的規定進行基本動額定負荷的換算。

於ISO中規定的基本動額定負荷之換算公式：

$$C_{100} = \frac{C_{50}}{1.23}$$

C_{50} : 額定壽命為50km的基本動額定負荷

C_{100} : 額定壽命為100km的基本動額定負荷

●在考量使用條件下計算所得的額定壽命

由於在實際使用下，運行中較常伴隨著振動與衝擊，對滾柱排作用的負荷會有所變化，難以正確把握額定壽命。此外，滾動面的硬度、使用環境溫度，及將滾柱排在幾乎緊靠的狀態下使用時，也會大幅影響壽命。

考量到這些條件，可透過以下的算式(2)算出考量使用條件的額定壽命(L_{10m})。

●考量使用條件的係數 α

$$\alpha = \frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C}{f_W}$$

α : 考量使用條件的係數

f_H : 硬度係數 (參閱圖1)

f_T : 溫度係數 (參閱B11-7上的圖2)

f_C : 接觸係數^{注)}

f_W : 負荷係數 (參閱B11-7上的表2)

●考量使用條件的額定壽命 L_{10m}

$$L_{10m} = \left(\alpha \times \frac{C}{P_c} \right)^{\frac{10}{3}} \times 100 \quad \cdots \cdots (2)$$

L_{10m} : 考量到使用條件的額定壽命 (km)

C : 基本動額定負荷 (N)

P_c : 徑向負荷計算值 (N)

注)接觸係數根據滾柱運行的2個平面的接觸狀態來決定。2個平面的接觸比率是50%時，因安全的緣故，將額定負荷設定為 $f_c=0.5$ 。

【計算工作壽命時間】

已經取得額定壽命(L_{10})後，如果行程長度和每分鐘往返次數固定不變，則使用以下等式計算工作壽命時間。

$$L_h = \frac{L_{10} \times 10^6}{2 \times \ell_s \times n_1 \times 60}$$

L_h : 工作壽命時間 (h)

ℓ_s : 行程長度 (mm)

n_1 : 每分鐘往返次數 (min^{-1})

● f_H :硬度係數

要最大程度地提高直線運動系統的負荷能力，滾動面的硬度需要在58至64HRC之間。如果硬度低於這個範圍，則基本靜額定負荷和基本動額定負荷均下降。因此，有必要將每個額定值乘以各自的硬度係數(f_H)。

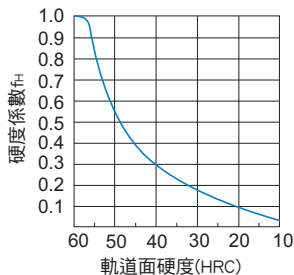


圖1 硬度係數(f_H)

● f_t :溫度係數

如果滾柱排的使用環境溫度超過100℃時,要考慮高溫的不良影響,基本額定負荷乘以圖2中表示的溫度係數。

注)如果環境溫度超過100℃,請與THK聯繫。

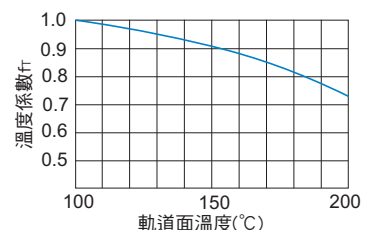


圖2 溫度係數(f_t)

● f_w :負荷係數

通常作往復運動的機械在運轉中大都伴隨著振動或衝擊,特別是高速運轉時產生的振動或者經常反復啟動停止時的衝擊等,全部正確地算出是很困難的。因此,當不能得到實際施加負荷時,或者速度和衝擊有顯著的影響,則將基本額定動態負荷(C)除以表2中相應的經驗負荷係數。

表2 負荷係數(f_w)

振動／衝擊	速度(V)	f_w
微小	微速時 $V \leq 0.25\text{m/s}$	1~1.2
小	低速時 $0.25 < V \leq 1\text{m/s}$	1.2~1.5
中	中速時 $1 < V \leq 2\text{m/s}$	1.5~2
大	高速時 $V > 2\text{m/s}$	2~3.5

滾柱排

安裝步驟

滾柱排

【90°V形表面和平表面的組合】

滾柱排可直接安裝到90°V形表面和平表面上的導軌面上。表1表示它們的組合實例。

注) 在末尾包含符號V的型號的滾柱直徑(Da)，是不包含此符號的相同的型號的滾柱直徑的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍。

要與90°V形表面組合使用的滾柱直徑，將是平表面上的滾柱直徑的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍。

例如，在平表面上使用FT4035型，滾柱直徑 $\phi 4$ ；在V形表面上使用FTW4030V型，滾柱直徑 $\phi 2.828$ 。滾柱排的性能，受到上滾動面和下滾動面的接觸狀態很大的影響。可在通過如圖1所示設計滾動面以安裝滾柱排之前，檢查其配合。

表1 組合例

90°V形表面		平表面	
型號	滾柱直徑 Da	型號	滾柱直徑 Da
FTW 4030V	2.828	FT 4030	4
FTW 4030V	2.828	FT 4035	4
FTW 5035V	3.535	FT 5038	5
FTW 5035V	3.535	FT 5043	5
FTW 5045	5	FT 10060V	7.071
FTW 5050	5	FT 10060V	7.071
FTW 10070V	7.071	FT 10080	10

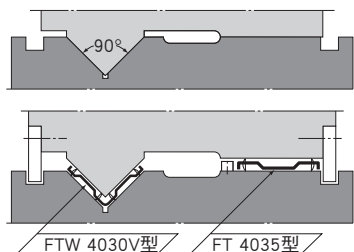


圖1 組合例

【其他安裝例】

在有上拉負荷或懸吊負荷作用的地方，可如圖2所示安裝滾柱排。

關於側面的間隙調整的詳細內容，請參閱A7-29上關於交叉滾柱導軌的間隙調整例。

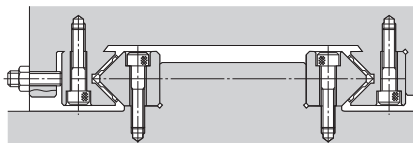


圖2 使用在上拉負荷作用的地方

【決定滾柱排的長度】

滾柱排移動的距離是工作臺所移動距離的1/2，方向相同。因此，必須如下所示計算行程長度 and 滾柱排的長度。

為保持滾柱排位於工作臺之下，按下式求滾柱排長度 ℓ_s 。

$$\ell_s \leq L_B - L_T$$

滾柱排長度:

$$\ell = L_T + \frac{\ell_s}{2} = 0.5(L_B + L_T)$$

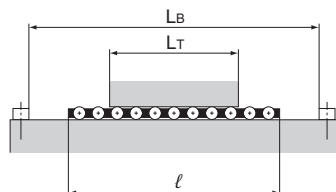


圖3

【滾柱排的連接方法】

當必須連接滾柱排單元時，使用如圖4所示的連接板在底座上將它們連接在一起。在訂購時指明實際使用時的總長度。FT10054型、FT10080型、FTW型可將連接零件安裝到本體上，因此不需要使用連接板。

但請注意，FT2010型單元無法連接在一起。

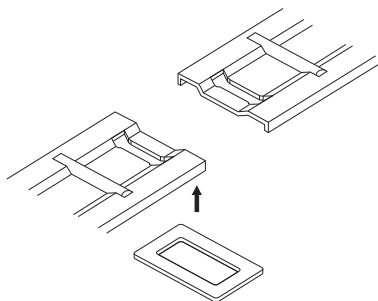
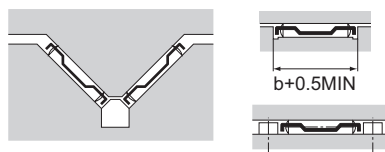


圖4 FT型的連接

【滾柱排的導引】

為引導FT型或FT-V型，請遵循圖5所示的說明。



關於“b”，參閱尺寸表。

圖5 滾柱排的導引

型號

滾柱排

型號組成

公稱型號的構成因各型號的特點而異，因此請參考對應的公稱型號的構成例。

【滾柱排】

●FT、FT-V、FTW和FTW-V型

FT5038	P1	-750L
型號	精度表示	保持架總長
	標記(*1)	(單位mm)

(*1) 參閱**圖11-7**。

使用注意事項

滾柱排

【處置】

- (1) 請勿分解各部分。否則，可能導致功能的損失。
- (2) 請不要讓滾柱排掉落或者敲擊。否則，可能導致劃傷、破損。另外，受到了衝擊時，即使外觀上看不見破損，也可能導致功能的損失。
- (3) 使用產品時，請在必要時穿著防護手套、安全鞋等以確保安全。

【使用注意事項】

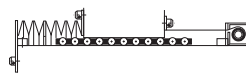
- (1) 請注意防止切削屑、冷卻劑等異物的流入。否則，可能導致破損。
- (2) 要在切削屑、冷卻劑、具有腐蝕性的溶劑、水等可能流入產品內部的環境下使用時，請用軟式伸縮護套或防塵蓋等以避免流入產品。
- (3) 切削屑等異物附著時，請清潔後重新封入潤滑劑。
- (4) 請避免在超過 100°C 的條件下使用。
- (5) 滾柱排不能作為滾筒輸送機使用。
- (6) 請注意，在有力矩、垂直使用或不均勻接觸，甚至是有機器振動的情況下，會造成保持架錯位。有保持架錯位問題的情況時，建議採用能無限運動的直線運動系統LM導軌。
- (7) 如果安裝構件的剛性及精度不足，軸承的負荷集中在局部，將顯著降低軸承性能。因此，請充分考慮支撐座、底座的剛性和精度以及固定用螺絲的強度。

【防塵和潤滑】

- (1) 因不完全防塵而侵入滾柱排滾動面的異物很難除去，而且會嚴重損傷滾動面或滾柱排，因此在防塵上要特別當心。通常滾柱排的防塵，如圖1所示，適合使用覆蓋全滑動表面的軟式伸縮護罩或伸縮防護蓋。
- (2) 需要的潤滑劑量比滑動金屬更少，容易管理潤滑。
滾柱排擁有很好的潤滑劑保持性，適合用潤滑脂潤滑。最好使用鋰皂基潤滑脂2號潤滑脂、較高粘性滑動面油或渦輪油。



(a) 薄鋼蓋或伸縮罩



(b) 伸縮護罩或捲簾
圖1 防塵方法

- (3) 對產品進行潤滑時，直接將潤滑劑塗抹於滾動面，並進行數次的行程磨合運行。
- (4) 請避免將不同的潤滑劑混合在一起使用。即使是同種類增稠劑的潤滑脂，由於添加劑等不同，也可能導致相互之間造成影響。

- (5) 微行程時，滾動面和滾動體的接觸面難以形成油膜，可能發生微動磨損，因此請使用高耐微動磨損性的潤滑脂。此外，建議定期通過施加長行程移動，使得滾動面和滾動體之間形成油膜。
- (6) 要在經常產生振動的場所、無塵室、真空、低溫或高溫等特殊環境下使用時，請使用符合規格和環境的潤滑脂。
- (7) 潤滑脂的稠度因溫度不同而變化。由於稠度變化，滾柱排的滑動阻力也發生變化，因此請加以注意。
- (8) 添加潤滑脂後，潤滑脂的攪拌阻力可能導致滾柱排的滑動阻力增大。務必進行試車運行，請在充分適應潤滑脂後，進行機械的運行。
- (9) 添加潤滑脂後，多餘的潤滑脂可能飛散到周圍，因此在必要時請拭擦乾淨後使用。
- (10) 潤滑脂隨著使用時間推移，性狀將惡化潤滑性能將降低，因此根據使用頻率需要進行潤滑脂檢查和補充。
- (11) 潤滑間隔因使用條件和使用環境的不同而有異。最終的潤滑間隔/量請根據實際機器來設定。

【安裝擋塊】

雖然滾柱排進行極其精確的運動，但由於負荷的分布不均或接觸不均，也會引起運行誤差。因此，建議在底座或工作臺的端面裝上擋塊。

【工作臺端面的倒角】

如果滾柱排比總工作臺長度更長，請在工作臺端面設計平滑的倒角，以便讓滾柱容易進入。

【安裝精度】

為了最大限度地發揮滾柱排的性能，安裝該產品時必須使負荷分佈得儘量均勻些。關於圖2所示的容許傾斜量，建議每1000mm在0.1mm以下。

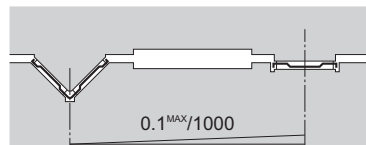


圖2 安裝精度

【儲存】

儲存滾柱排時，將它裝入THK指定的封套並於水平放置在室內以避免高溫、低溫和高高度潮濕。

【廢棄】

請將產品作為工業廢棄物進行適當的廢棄處置。