

HarmonicPlanetary[®]

HPF中空軸模組型

尺寸

型號：25、32

2
種類

峰值轉矩

型號：25=100N·m

型號：32=220N·m

減速比

1/11

小背隙

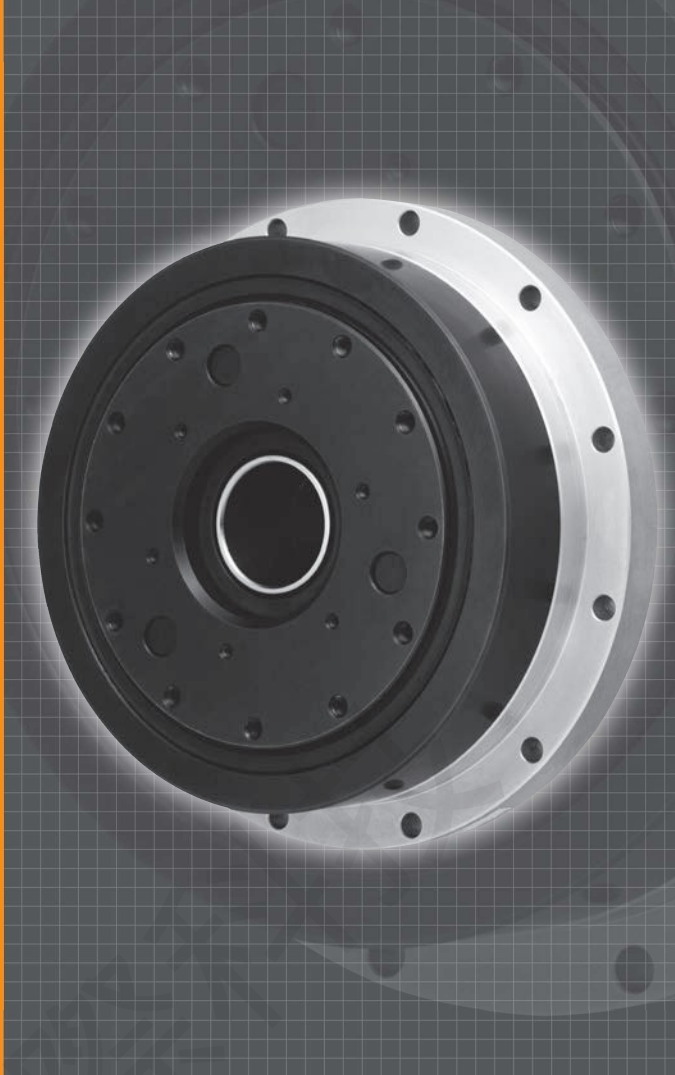
標準：3分以下

中空軸內徑

型號：25=Φ 25mm

型號：32=Φ 30mm

開發了以HarmonicPlanetary[®]為基礎的中空結構型模組。繼承了HPG系列的優異性能、規格，具有中空結構的形狀等優點。由於輸入輸出軸為同軸上的貫穿孔，可精巧設計裝置，將管路、線路及雷射光通過貫穿孔，或與滾珠螺桿組合，滿足客戶多樣化的需求。

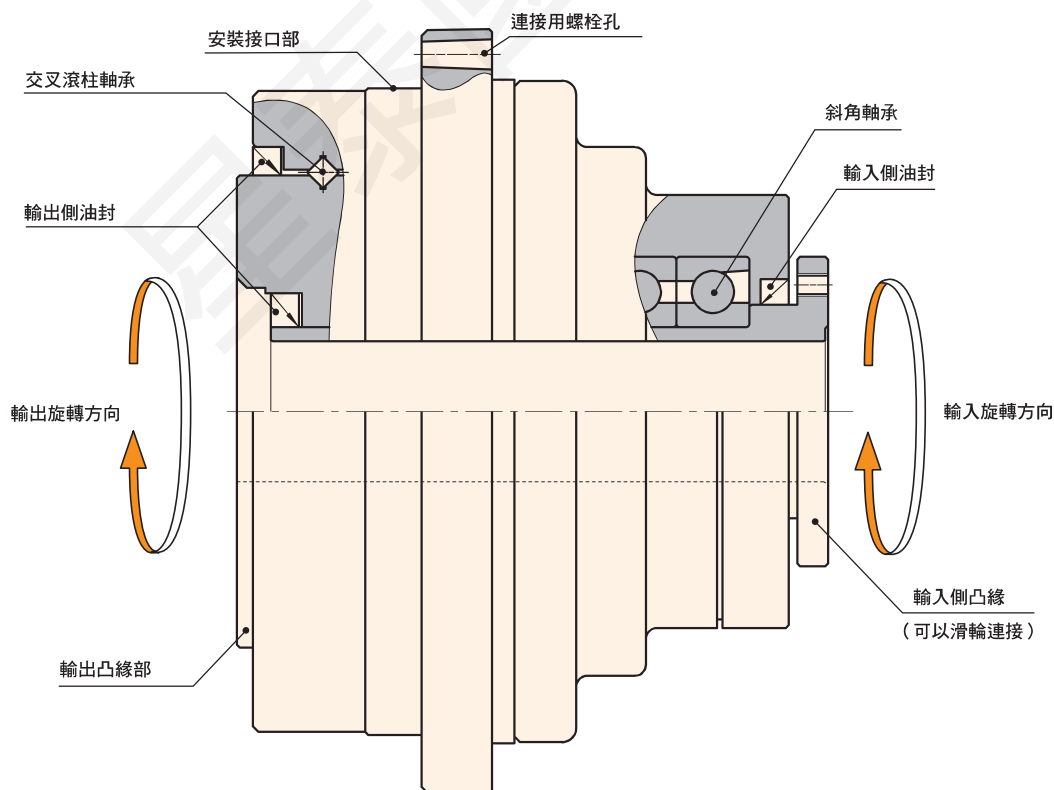


模組型
HPF系列(中空軸型)

模組型
HPG系列(輸入軸型)

結構圖

圖 079-1



選擇型號

為充分發揮 HarmonicPlanetary®HPF 系列擁有的優異性能，請在確認使用條件及參考選擇流程圖後再選擇型號。

一般來說，伺服系統幾乎不會出現連續固定負載的狀態。負載轉矩會隨輸入轉速的變動而產生變化，在起動或停止時會施加較大的轉矩。

此外，還可能會施加非預期的衝擊轉矩。

關於上述的使用條件，請參閱下圖確認負載轉矩模式後，依據右側的流程圖選擇型號。

選擇時亦請確認交叉滾柱軸承及輸入端軸承（僅輸入軸型）的使用壽命及靜態安全係數。

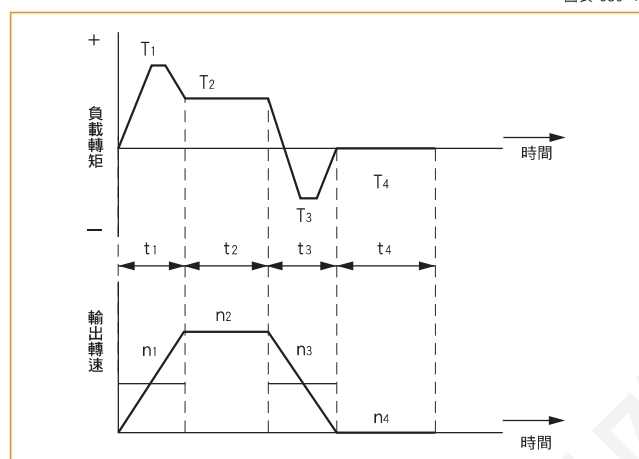
（請參閱 114 頁～119 頁輸出軸承及輸入端軸承的規格）

■ 確認負載轉矩模式

首先必須掌握負載轉矩模式。

請檢查下圖所示的各項規格。

圖表 080 -1



計算各運轉模式時的條件

負載轉矩	$T_1 \sim T_n$ (N·m)
時間	$t_1 \sim t_n$ (sec)
輸出轉速	$n_1 \sim n_n$ (r/min)

<一般運轉模式>

起動時	T_1, t_1, n_1
正常運轉時	T_2, t_2, n_2
停止（減速）時	T_3, t_3, n_3
休止時	T_4, t_4, n_4

<最高轉速>

輸出最高轉速	$n_{o \max} \geq n_1 \sim n_n$
輸入最高轉速	$n_{i \max} \geq n_1 \times R \sim n_n \times R$
（因馬達等而受限）	R ：減速比

<衝擊轉矩>

施加衝擊轉矩時	T_s
---------	-------

<需求壽命>

$$L_{10} = L(H)$$

■ 型號選擇流程圖

選擇型號時，請依據下列流程圖進行。

只要超過任一額定表數值，便請重新檢討使用高一級的型號，或是降低負載轉矩等條件。

依據負載轉矩模式，計算施加在輸出端上的平均負載轉矩： T_{av} (N·m)

$$T_{av} = \sqrt[10/3]{\frac{|n_1| \cdot t_1 \cdot |T_1|^{10/3} + |n_2| \cdot t_2 \cdot |T_2|^{10/3} + \dots + |n_n| \cdot t_n \cdot |T_n|^{10/3}}{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + \dots + n_n \cdot t_n}}$$

依據負載轉矩模式計算平均輸出轉速： $n_{o \text{ av}}$ (r/min)

$$n_{o \text{ av}} = \frac{|n_1| \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \dots + |n_n| \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

以下條件暫定型號。

$T_{av} \leq$ 平均負載轉矩（參閱 082 頁額定表）

OK

依據輸出最高轉速 ($n_{o \max}$) 及輸入最高轉速 ($n_{i \max}$) 決定減速比 (R)。

$$\frac{n_{i \max}}{n_{o \max}} \geq R$$

($n_{i \max}$ 會因馬達等而受限。)

依據輸出最高轉速 ($n_{o \max}$) 及減速比 (R)

計算輸入最高轉速 ($n_{i \max}$)

$$n_{i \max} = n_{o \max} \cdot R$$

OK

依據平均輸出轉速 ($n_{o \text{ av}}$) 及減速比 (R) 計算平均輸入轉速 ($n_{i \text{ av}}$)：

$$n_{i \text{ av}} = n_{o \text{ av}} \cdot R \leq \text{容許平均輸入轉速} (n_r)$$

OK

確認輸入最高轉速是否在額定表的數值範圍內。

$$n_{i \max} \leq \text{最高輸入轉速} (r_{\min})$$

OK

確認 T_1 、 T_3 的數值是否在額定表的起動、停止時的峰值轉矩 (N·m) 數值範圍內。

OK

確認 T_s 的數值是否在額定表的瞬間最大轉矩 (N·m) 數值範圍內。

OK

計算壽命時間，確認是否符合需求。

T_r ：額定輸出轉矩

n_r ：容許平均輸入轉速

$$L_{10} = 20,000 \cdot \left(\frac{T_r}{T_{av}} \right)^{10/3} \cdot \left(\frac{n_r}{n_{i \text{ av}}} \right) \quad (\text{小時})$$

OK

決定型號

注意

下述狀況請確認減速機溫度上升、加減速時的振動等影響。
需考量安全時，請考慮「提高減速機尺寸」、「重新審視運轉條件」等。接近連續運轉時需特別注意。

平均負載轉矩 (T_{av}) > 平均負載轉矩的容許最大值 (082 頁)
計算輸入平均轉速 ($n_{i \text{ av}}$) > 容許平均輸入轉速 (n_r)

確認注意（下述）的內容

重新檢討運轉條件或型號、速比

■ 型號選擇範例

各負載轉矩模式的數值

負載轉矩 T_n (N·m)時間 t_n (sec)輸出轉速 n_n (r/min)

<一般運轉模式>

起動時 $T_1=70\text{N}\cdot\text{m}$ $t_1=0.3\text{sec}$ $n_1=60\text{r/min}$ 正常運轉時 $T_2=18\text{N}\cdot\text{m}$ $t_2=3\text{sec}$ $n_2=120\text{r/min}$ 停止(減速)時 $T_3=35\text{N}\cdot\text{m}$ $t_3=0.4\text{sec}$ $n_3=60\text{r/min}$ 休止時 $T_4=0\text{N}\cdot\text{m}$ $t_4=5\text{sec}$ $n_4=0\text{r/min}$

<最高轉速>

輸出最高轉速 $n_o \max = 120\text{r/min}$ 輸入最高轉速 $n_i \max = 5,000\text{r/min}$: 因馬達等而受限

<衝擊轉矩>

施加衝擊轉矩時 $T_s = 120\text{N}\cdot\text{m}$

<需求壽命>

 $L_{10} = 30,000$ (小時)依據負載轉矩模式，計算施加在輸出端上的平均負載轉矩： T_{av} (N·m)

$$T_{av} = \frac{10/3 \sqrt{|60\text{r/min}| \cdot 0.3\text{sec} \cdot |70\text{N}\cdot\text{m}|^{10/3} + |120\text{r/min}| \cdot 3\text{sec} \cdot |18\text{N}\cdot\text{m}|^{10/3} + |60\text{r/min}| \cdot 0.4\text{sec} \cdot |35\text{N}\cdot\text{m}|^{10/3}}{|60\text{r/min}| \cdot 0.3\text{sec} + |120\text{r/min}| \cdot 3\text{sec} + |60\text{r/min}| \cdot 0.4\text{sec}}$$

依據負載轉矩模式計算平均輸出轉速： $n_o \text{ av}$ (r/min)

$$n_o \text{ av} = \frac{|60\text{r/min}| \cdot 0.3\text{sec} + |120\text{r/min}| \cdot 3\text{sec} + |60\text{r/min}| \cdot 0.4\text{sec} + |0\text{r/min}| \cdot 5\text{sec}}{0.3\text{sec} + 3\text{sec} + 0.4\text{sec} + 5\text{sec}}$$

依據下列條件暫定型號。 $T_{av}=30.2\text{N}\cdot\text{m} \leq 48\text{N}\cdot\text{m}$ (型號25、減速比11的平均負載轉矩(參閱082頁額定表) HPF-25A-11)

OK

依據輸出最高轉速($n_o \max$)及輸入最高轉速($n_i \max$)決定減速比(R)。

$$\frac{5,000\text{r/min}}{120\text{r/min}} = 41.7 \geq 11$$

依據輸出最高轉速($n_o \max$)及減速比(R)計算輸入最高轉速($n_i \max$): $n_i \max = 120\text{r/min} \cdot 11 = 1,320\text{r/min}$

OK

依據平均輸出轉速($n_o \text{ av}$)及減速比(R)計算平均輸入轉速($n_i \text{ av}$):

$$n_i \text{ av} = 46.2\text{r/min} \cdot 11 = 508\text{r/min} \leq \text{型號25的容許平均輸入轉速 } 3,000 (\text{r/min})$$

OK

確認輸入最高轉速是否在額定表的數值範圍內。 $n_i \max = 1,320\text{r/min} \leq 5,600\text{r/min}$ (型號25的最高輸入轉速)

OK

確認 T_1 、 T_3 的數值是否在額定表的起動、停止時的峰值轉矩(N·m)數值範圍內。 $T_1 = 70\text{N}\cdot\text{m} \leq 100\text{N}\cdot\text{m}$ (型號25的起動、停止時峰值轉矩) $T_3 = 35\text{N}\cdot\text{m} \leq 100\text{N}\cdot\text{m}$ (型號25的起動、停止時峰值轉矩)

OK

確認 T_s 的數值是否在額定表的瞬間最大轉矩(N·m)數值範圍內。 $T_s = 120\text{N}\cdot\text{m} \leq 170\text{N}\cdot\text{m}$ (型號25的瞬間最大轉矩)

OK

計算壽命時間，確認是否符合需求。

$$L_{10} = 20,000 \cdot \left(\frac{21\text{N}\cdot\text{m}}{30.2\text{N}\cdot\text{m}} \right)^{10/3} \cdot \left(\frac{3,000 \text{ r/min}}{508 \text{ r/min}} \right) = 35,182 (\text{小時}) \geq 30,000 (\text{小時})$$

OK

依據上述結果，決定為HPF-25A-11

確認注意
(P 080
下)的內容重新檢討
運轉條件
或型號、
速比

額定表

HPF 系列 中空軸模組型是唯一能夠在輸入輸出同軸型式中使用中空軸的低減速 1 / 11 高精度減速模組。

表 082-1

型號	減速比	額定轉矩 (註) 1		平均負載轉矩的容許最大值 (註) 2		起動、停止時的容許峰值轉矩 (註) 3		瞬間容許最大轉矩 (註) 4		容許平均輸入轉速 (註) 5	容許最高輸入轉速 (註) 6	慣性力矩	質量
		N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	r/min	r/min	×10 ⁻⁴ ·kg·m ²	kg
25	11	21	2.1	48	4.9	100	10.2	170	17.3	3000	5600	1.63	3.8
32	11	44	4.5	100	10.2	220	22.4	450	45.9	3000	4800	3.84	7.2

- (註) 1. 本數值是以輸入轉速為一般伺服馬達的額定轉速 3000r/min 時，壽命時間 L₁₀=20000 小時為依據所設定之額定輸出轉矩。
 2. 此為依據負載轉矩模式 (080 頁) 所計算出的平均負載轉矩的容許最大值，並以「輸入轉速為 2000r/min 時，壽命可達 2000 小時以上」為設定時的參考標準。
 3. 此為在設備的運轉週期中，在起動、停止時所施加轉矩的容許最大值。
 4. 此為緊急停止時的衝擊轉矩以及來自外部的衝擊轉矩之容許最大值。
 若超過此轉矩可能會使減速機受損。
 5. 之所以設定容許平均輸入轉速，是為了限制因減速機發熱所造成的溫度上升現象。
 溫度上升值會因客戶自行準備的減速機安裝零件 (機殼) 的散熱條件及環境溫度的影響而不同，請把減速機表面溫度 70℃ 當作上限參考標準。
 尤其是型號 32，請確實注意發熱所造成的溫度上升數值，並在必要時進行冷卻，或設定會降低平均輸入轉速的運轉模式。
 6. 此為非連續運轉條件下的容許最高輸入轉速。

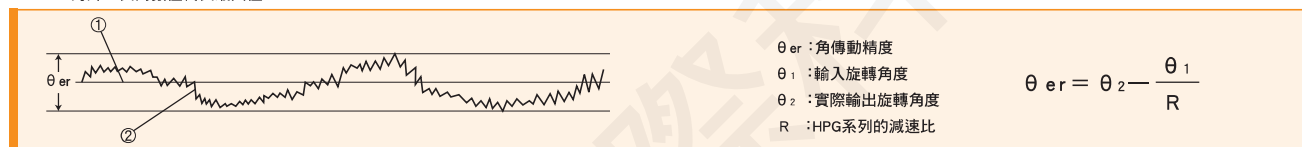
性能表

表 082-2

型號	減速比	角傳動精度 (註) 1		反覆定位精度 (註) 2		起動轉矩 (註) 3		加速起動轉矩 (註) 4		無負載運轉轉矩 (註) 5	
		arc·min	×10 ⁻⁴ ·rad	arc·sec		cN·m	kgf·cm	N·m	kgf·m	cN·m	kgf·cm
25	11	4	11.6	±15		59	6.0	6.5	0.66	78	8.0
32	11	4	11.6	±15		75	7.7	8.3	0.85	105	10.7

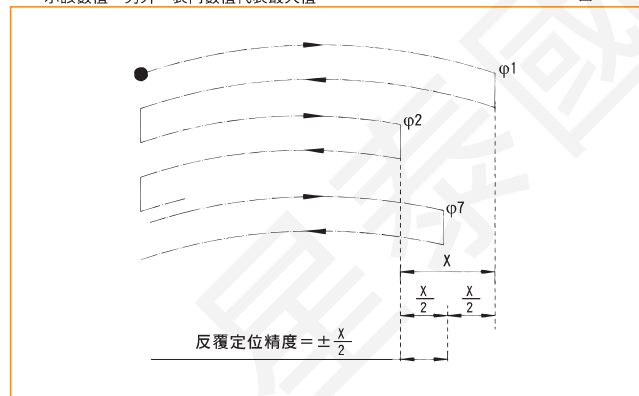
- (註) 1. 角傳動精度係指任意旋轉角進行輸入時，①理論上旋轉的輸出旋轉角度和②實際上旋轉的輸出旋轉角度之間的差值。
 另外，表內數值代表最大值。

圖 082-1



2. 反覆定位精度係指從相同方向上針對任意位置反覆執行 7 次定位後，測量輸出軸的停止位置並求出最大差值。測量數值以角度表示，並以最大差值的 1 / 2 加上 ± 符號表示該數值。另外，表內數值代表最大值。

圖 082-2



負載	無負載
HPF 減速機表面溫度	25℃

表 082-3

4. 加速起動轉矩係指由輸出端施加轉矩時，輸入端開始旋轉瞬間的「開始起動轉矩」。另外，表內數值代表最大值。

表 082-4

負載	無負載
HPF 減速機表面溫度	25℃

5. 無負載運轉轉矩係指在無負載狀態下，為驅動減速機所必要的輸入端轉矩。另外，表內數值代表平均值。

表 082-5

輸入轉速	3000r/min
負載	無負載
HPF 減速機表面溫度	25℃

轉矩—扭轉特性

■中空軸模組型標準品

表 083-1

型號	減速比	背隙		Tr×0.15 時的單側扭轉量		扭轉剛性	
		arc-min	×10 ⁻⁴ rad	arc-min	×10 ⁻⁴ rad	kgf-m/arc-min	×100N-m/rad
25	11	3.0	8.7	2.0	5.8	1.7	570
32	11	3.0	8.7	1.7	4.9	3.5	1173

■扭轉剛性（彎曲曲線）

若固定住減速機的輸入及護殼，並對輸出部位施加轉矩，輸出部位便會隨轉矩產生扭轉現象。若讓轉矩值依據①正轉額定輸出轉矩→②零→③反轉額定輸出轉矩→④零→⑤正轉額定輸出轉矩的順序逐漸變化，便可描繪出如圖 083-1「轉矩 - 扭轉角度線圖」的①→②→③→④→⑤（回到①）循環。

從「0.15×額定輸出轉矩」到「額定輸出轉矩」的範圍內的斜率較低，HPF 系列的扭轉剛性值便是此斜率的平均值。

從「零轉矩」到「0.15×額定輸出轉矩」的範圍內的斜率較高，是因為咬合部位的輕微接觸不均，以及輕微負載時行星齒輪載重等間距不均衡等所造成的現象。

■總扭轉量（彎曲）的計算方法

以下為減速機從無負載狀態進入施加負載狀態時的單側扭轉量計算方法（平均值）。

公式 083-1

●公式

$$\theta = D + \frac{T - T_L}{\frac{A}{B}}$$

公式的記號

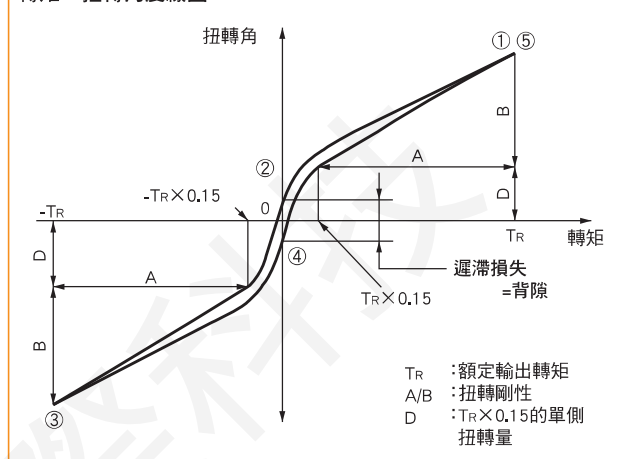
θ	總扭轉量	——
D	額定輸出轉矩×0.15轉矩的單側扭轉量	參閱圖083-1、表083-1
T	負載轉矩	——
T _L	額定輸出轉矩×0.15轉矩（=T _R ×0.15）	參閱圖083-1
A/B	扭轉剛性	參閱圖083-1、表083-1

■背隙（遲滯損失）

圖 083-1「轉矩 - 扭轉角度線圖」的零轉矩範圍②④稱為遲滯損失。HPF 系列的背隙被定義為從「正轉額定輸出轉矩」到「反轉額定輸出轉矩」時的遲滯損失。HPF 系列的背隙在出廠時預設為 3 分以下。

圖 083-1

轉矩—扭轉角度線圖



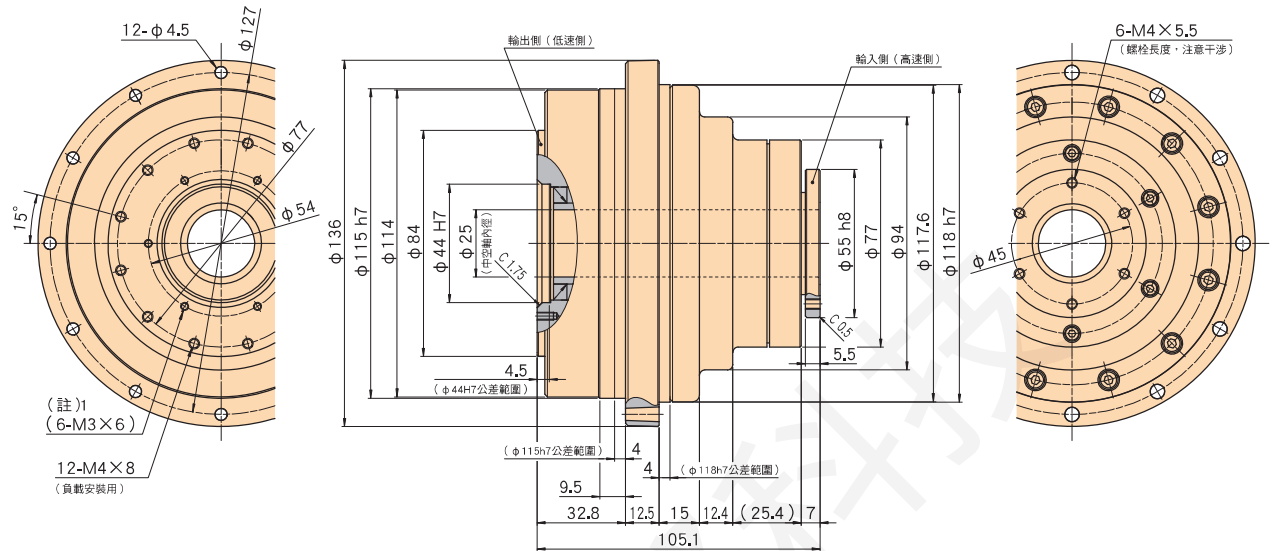
外觀尺寸圖

本尺寸圖記載主要尺寸。關於尺寸及形狀的詳細內容，請參閱本公司提供的交貨規格圖。
關於中空軸模組型的輸入端軸承的規格，請參閱 118 頁。
本產品的 CAD 數據可由本公司官網下載。URL：<https://www.hds.co.jp/>

■外觀尺寸圖—型號 25

圖 084-1

(單位:mm)



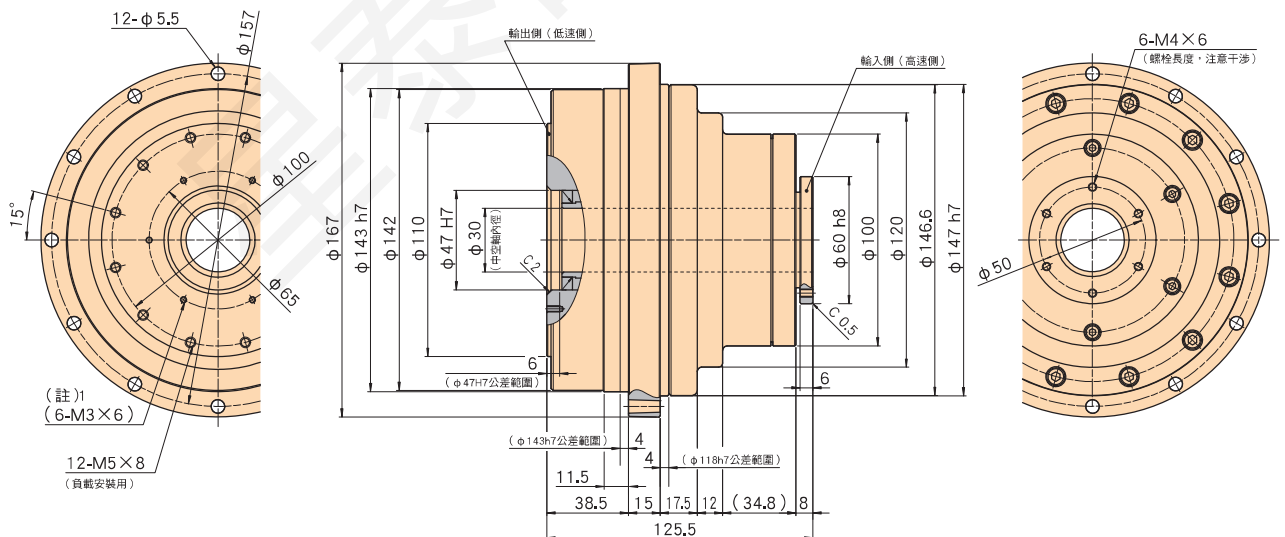
(註) 1：中空軸內徑與輸入軸同步旋轉。
請於由輸出側向輸入側設置內徑套管時使用。(非負載安裝用)

※公差會因零件的製作方式(鑄造品、機械加工品)而異。對於未標註公差的尺寸，請洽詢本公司。

■外觀尺寸圖—型號 32

圖 084-2

(單位:mm)



(註) 1：中空軸內徑與輸入軸同步旋轉。
請於由輸出側向輸入側設置內徑套管時使用。(非負載安裝用)

※公差會因零件的製作方式(鑄造品、機械加工品)而異。對於未標註公差的尺寸，請洽詢本公司。