

HarmonicDrive®

FINE MECHANICS & TOTAL *Motion* CONTROL

HarmonicDrive®

精密制御用減速機

ハーモニックドライブ® 綜合型録

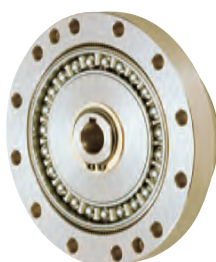
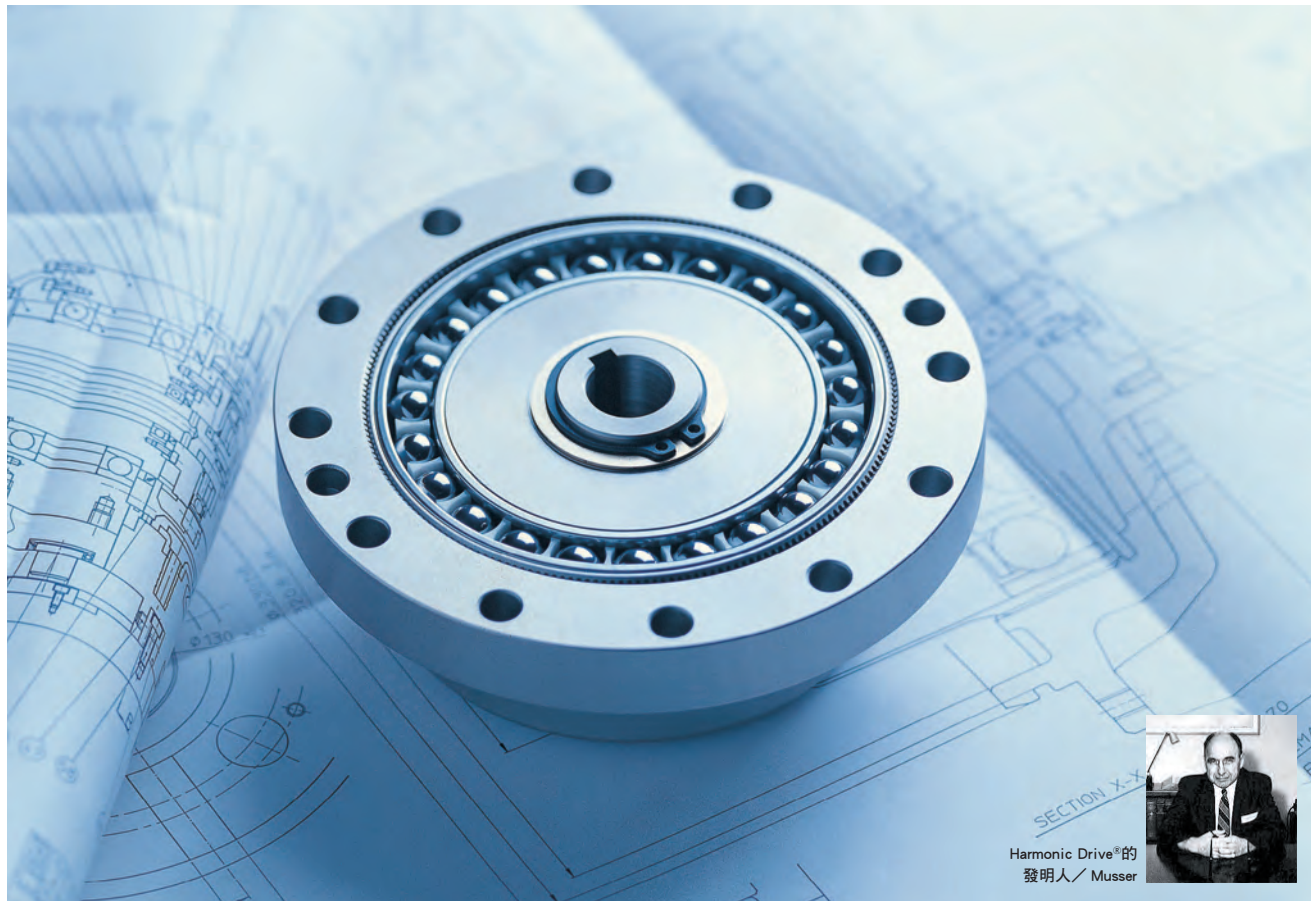


ISO14001
ISO9001

一項發明，改變了運動控制的世界

諧波齒輪傳動機構「Harmonic Drive（註冊商標）」的嶄新構想及獨特原理皆來自於美國的天才發明家 C. W. Musser。

Musser 此項運用金屬彈性變形、顛覆以往常識的發明，在當時為一種劃時代的傳動方式，一舉受到世界的注目。而在當時將夢想賭在此項技術的商品化可能性上，勇於挑戰未來的企業，便是美國的 USM（United Shoe Machinery）公司及本公司的前身——株式會社長谷川齒輪。



Musser所發明的諧波齒輪傳動機構，在當時所發表的名稱為「Strain wave gearing」。

Musser在發表的同時以此名稱取得專利。其後Harmonic Drive Systems Inc.成功地將此技術實用化。本裝置在學術及一般通俗上稱為「諧波齒輪傳動機構」，「Harmonic Drive®」是僅限於本公司所製造銷售的產品才可使用的註冊商標。

1964 年 Harmonic Drive® 的實用化

1964 年，本公司的前身株式會社長谷川齒輪 HD 事業部在和 USM Co.,Ltd 的技術合作下，首次在日本成功將 Harmonic Drive® 實用化，並在 1970 年於兩企業的共同出資下成立了本公司。

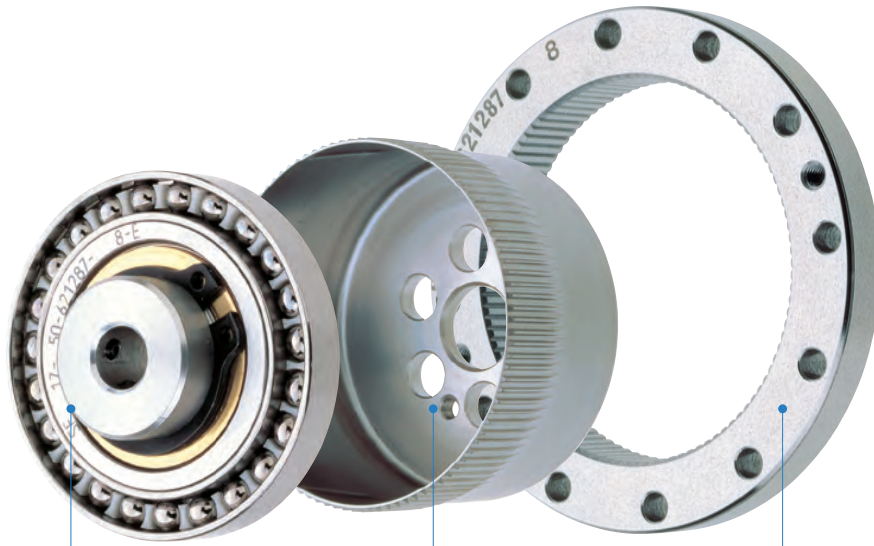
自 1979 年起，改組為現在的株式會社 Harmonic Drive Systems Inc。

以小型、輕量的規格，實現高轉矩及準確定位。

諧波齒輪傳動機構「Harmonic Drive（註冊商標）」的最大特徵，在於僅由 3 種基本零件所組成，易於小型化及輕量化。此外，由於齒槽的嚙合數量高，因此能夠產生更強的轉矩並進行非常準確的定位。

本公司在「更為小型輕量化」的開發理念之下，一邊活用產品原有的特性，一邊推動Harmonic Drive®的精巧化。目前本公司備有多達31種形狀、轉矩容量從0.5Nm~9180Nm（#3~#100）的豐富產品類型，可滿足不同客戶的使用需求。本公司透過獨自研究的齒形理論，研發出IH齒形，可降低齒根的彎曲應力及因齒面負重而產生的齒根應力，此外亦投入了本公司至今所累積的所有高精度加工技術，提高了產品的強度及性能。

Harmonic Drive® 今後仍將持續進化。



波產生器

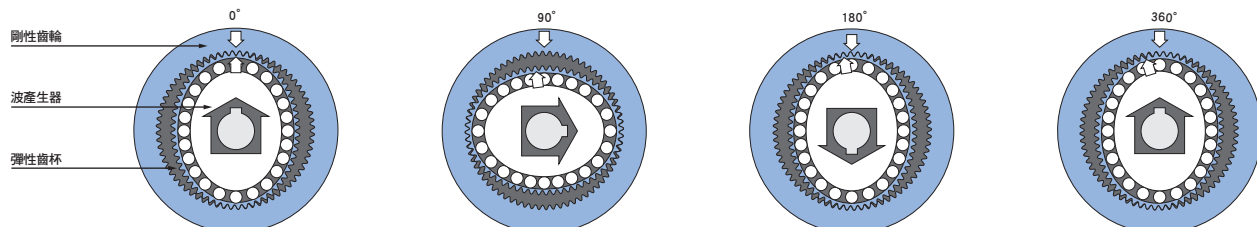
本零件是將薄型滾珠軸承組合進橢圓狀凸輪外圍內的零件。軸承的內輪雖固定在凸輪上，但外輪可透過滾珠產生彈性變形。一般會安裝在輸入軸上。

彈性齒杯

本零件為薄型杯狀的彈性金屬零件。在開口部的外圍刻有齒槽。彈性齒杯的底部（杯狀底部）稱之為隔板，一般會安裝在輸出軸上。

剛性齒輪

本零件為剛性環狀零件。在內圈刻有齒槽，齒輪數較彈性齒杯多 2 個。一般會固定在護殼上。



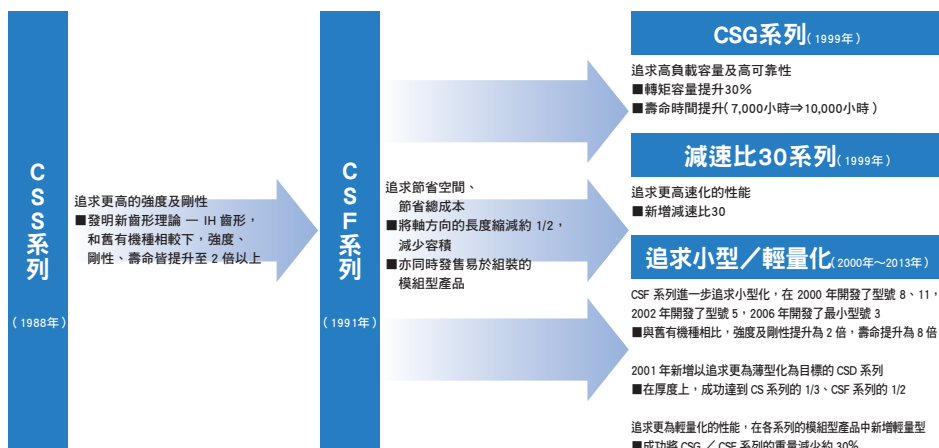
彈性齒杯會受波產生器拉寬為橢圓狀。因此在長軸部位上，彈性齒杯的齒槽會和剛性齒輪互相嚙合；但在短軸部位上，齒槽則是呈完全分離的狀態。

將剛性齒輪固定，並使波產生器朝順時針方向旋轉後，彈性齒杯會產生彈性變形，並逐漸移動至能夠和剛性齒輪的齒槽嚙合的位置。

當波產生器朝順時針方向移動 180 度後，彈性齒杯會朝逆時針方向移動 1 片齒槽的距離。

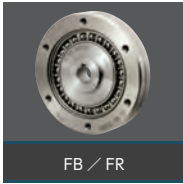
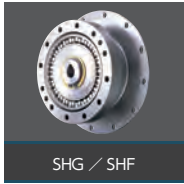
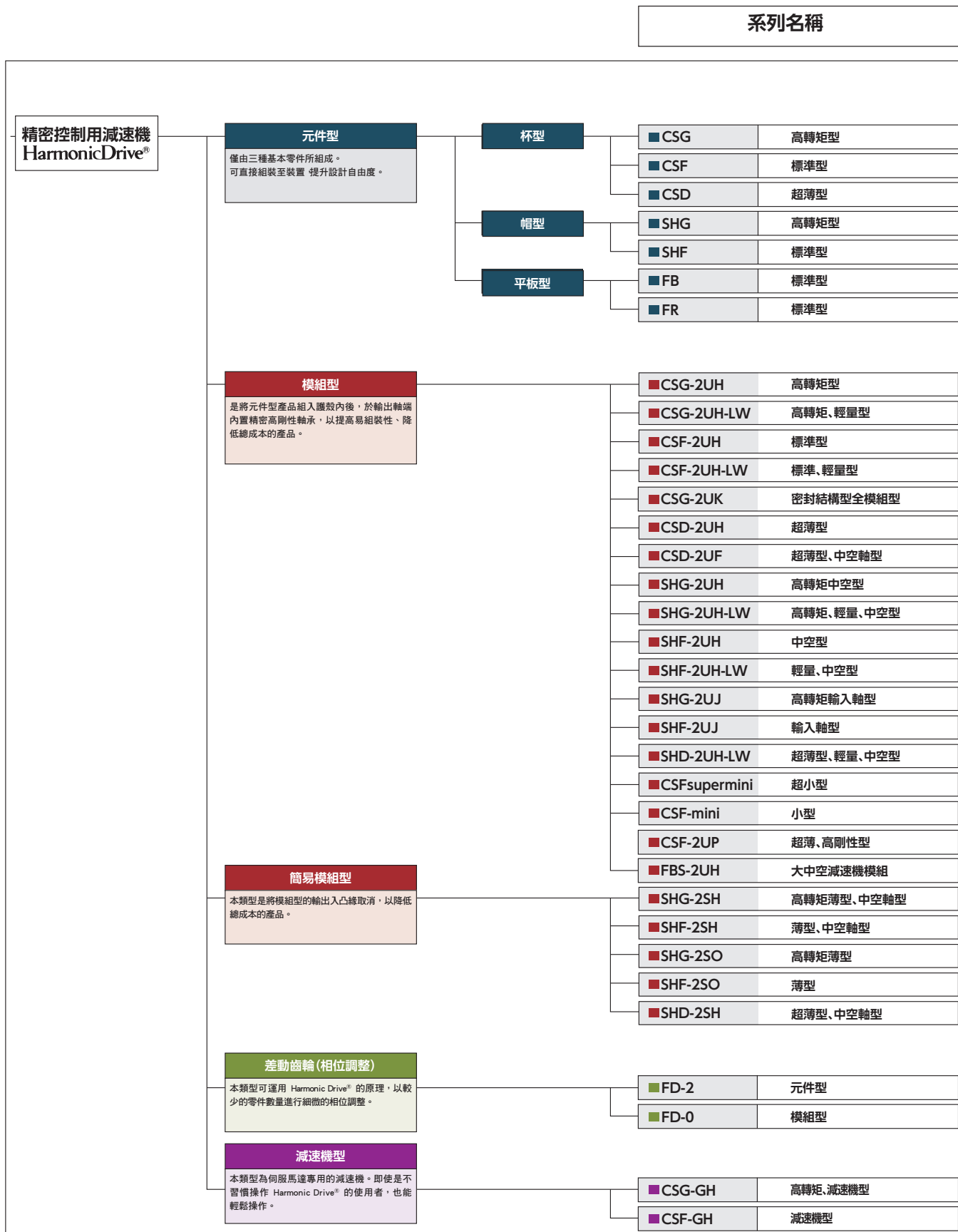
當波產生器旋轉 1 圈（360 度）後，由於彈性齒杯的齒槽數量比剛性齒輪還少 2 片，因此會朝逆時針方向移動 2 片齒槽的距離。在一般狀態下，會將此動作作為輸出進行利用。

■ Harmonic Drive®的進化



Harmonic Drive® 自從誕生以來，便持續進化。與 1981 年的 CS 系列相比，目前主力商品 CSF 系列的厚度降為 5 分之 3，動力傳動亦達到 2 倍。在次世代的 CSD 系列上，更是將厚度縮減到 CS 系列的 3 分之 1，並成功達到高轉矩及高旋轉精度的高性能。

產品系統圖

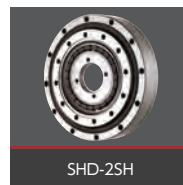


產品特徵

凡例 ◎:最優 ○:優良 △:良

種類		轉矩、重量比	扭轉剛性 力矩剛性	旋轉精度	輕 量	薄型	中空結構	自訂	壽 命	刊載 頁數
峰值轉矩(N·m)	減 速 比									
23~3400	50~160	◎	◎	◎	○	○	△	◎	◎	035
1.8~9200	30~160	○	◎	◎	○	○	△	◎	○	035
12~820	50~160	○	○	○	◎	◎	○	◎	○	061
23~3400	50~160	◎	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	079
9.0~1840	30~160	○	◎	◎	○	○	◎	◎	○	079
7.8~330	50~160	△	△	△	◎	◎	◎	◎	△	103
9.8~4000	50~320	△	△	△	△	△	◎	◎	△	111
種類		轉矩、重量比	扭轉剛性 力矩剛性	旋轉精度	輕 量	薄型	中空結構	自訂	壽 命	刊載 頁數
峰值轉矩(N·m)	減 速 比									
23~3400	50~160	◎	○	◎	○	○	△	○	◎	123
23 ~ 3400	50 ~ 160	◎	○	◎	◎	○	△	○	◎	123
9.0~2600	30~160	○	○	◎	○	○	△	○	○	123
9.0~2600	30 ~ 160	◎	○	◎	◎	○	△	○	○	123
127~3419	50 ~ 160	○	○	◎	△	○	—	○	○	145
12~823	50~160	◎	◎	◎	○	◎	○	○	○	157
12~453	50~160	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	○	157
23~3400	50~160	◎	◎	◎	△	△	◎	○	◎	177
23 ~ 3400	50 ~ 160	◎	◎	◎	○	△	◎	○	◎	177
9.0~1800	30~160	○	◎	◎	△	△	◎	○	○	177
9.0~1800	30 ~ 160	◎	◎	◎	○	△	◎	○	○	177
23~3400	50~160	◎	◎	◎	△	△	—	○	◎	177
9.0~1800	30~160	○	◎	◎	△	△	—	○	○	177
12 ~ 450	50 ~ 160	◎	○	◎	◎	◎	◎	○	○	213
0.13~0.30	30~100	○	△	◎	◎	○	—	○	○	235
0.5~28	30~100	○	△	◎	◎	○	—	○	○	249
1.8~28	50~100	○	◎	◎	○	◎	—	○	◎	275
25~106	30~100	○	◎	◎	○	○	◎	○	◎	289
23~3400	50~160	◎	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	177
9.0~1800	30~160	○	◎	◎	○	○	◎	◎	○	177
23~3400	50~160	◎	◎	◎	○	○	—	◎	◎	177
9.0~1800	30~160	○	◎	◎	○	◎	—	◎	○	177
12~450	50~160	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	213
種類		轉矩、重量比	扭轉剛性 力矩剛性	旋轉精度	輕 量	薄型	中空結構	自訂	壽 命	刊載 頁數
峰值轉矩(N·m)	減 速 比									
23~3400	50~160	△	△	△	○	◎	◎	○	△	301
9.0~1800	30~160	△	△	△	△	○	—	△	△	301
種類		轉矩、重量比	扭轉剛性 力矩剛性	旋轉精度	輕 量	薄型	中空結構	自訂	壽 命	刊載 頁數
峰值轉矩(N·m)	減 速 比									
23 ~ 3400	50 ~ 160	◎	◎	◎	△	△	—	△	◎	317
18~2600	50~160	○	◎	◎	△	△	—	△	○	317

※產品優劣為本公司產品比較結果。



精密控制用減速機

HarmonicDrive®

綜合型錄

■ 技術資料 ————— 008

Component Type

■ 元件型 ————— 035

- CSG/CSF系列 035
- CSD系列 061
- SHG / SHF系列 079
- FB系列 103
- FR系列 111

Unit Type

■ 模組型 ————— 123

- CSG/CSF系列 123
- CSD系列 157
- SHG / SHF系列 177
- SHD系列 213
- CSF supermini系列 235
- CSF-mini系列 249
- FBS-2UH 系列 289

Differential Gear

■ 差動齒輪 ————— 301

- FD系列 301

Gear Head Type

■ 減速機型 ————— 317

- CSG-GH / CSF-GH系列 317

■ 保固、商標 320

■ Harmonic Drive®使用安全注意事項 321

技術資料

Engineering Data

齒形	009
旋轉方向與減速比	010
杯型	010
帽型	011
平板型	011
額定表用語	012
壽命	012
強度	013
選擇型號	014
潤滑劑	016
潤滑脂潤滑劑	016
Harmonic潤滑脂® 4B No.2的 使用注意事項	018
潤滑油	018
特殊環境用潤滑劑	019
剛性	020
角度伝達精度	021
震動	021
起動轉矩	022
加速起動轉矩	022
無負載運轉轉矩	023
効率特性	023
設計注意事項	024
設計指南	024
輸入及輸出軸的軸承支撐	025
波產生器	026
組裝注意事項	028
密封機構	028
組裝注意事項	028
空轉狀態	029
檢查主軸承	030
確認步驟	030
最大負載力矩負重計算方法	030
平均負載的計算方法	031
徑向負載係數 (X)、 推力負載係數 (Y) 的計算方法	031
壽命的計算方法	032
振盪運動時的壽命計算方法	033
靜態安全係數的計算方法	034

齒形

■ IH 齒形的機構

IH 齒形是一種為滿足 Harmonic Drive® 的要求所獨創的齒形機構。IH 齒形獨具的特殊曲線，能讓同類齒形相互連續接觸。此外，針對齒厚擴大了相應的齒溝寬度以及齒根的 R 角，緩和了應力集中的情況。圖為相對於固定的剛性齒輪齒，彈性齒杯反覆發生彈性變形並進行移動的示意圖。

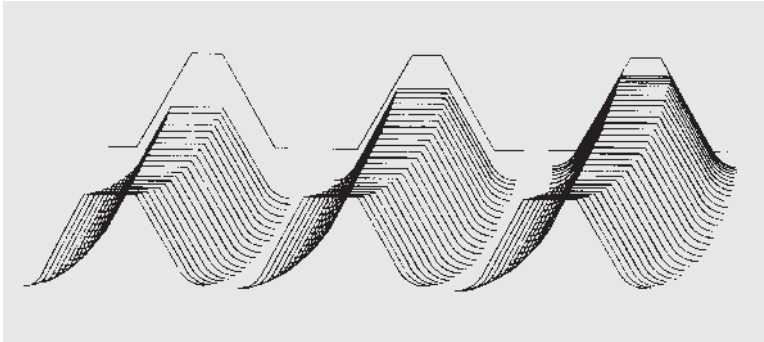
齒與齒的接觸從嚙合初期就一直持續進行。而這種齒與齒的連續接觸，能讓同時嚙合齒數幾近達到總齒數的 30%。使用 IH 齒形的 Harmonic Drive® 既保持了使用漸開線齒形的傳統機型的流暢性，並在精度、強度、剛性、使用壽命等方面達到飛越性的技術革新。

※ 已獲專利

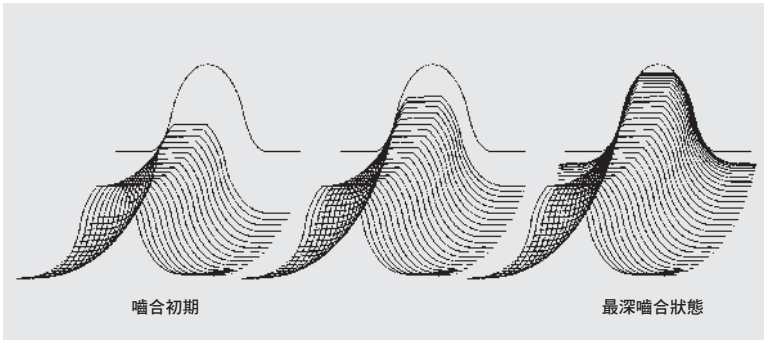
齒嚙合路徑

圖 009 - 1

以往的齒形

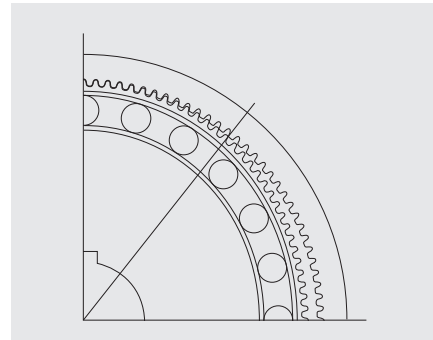
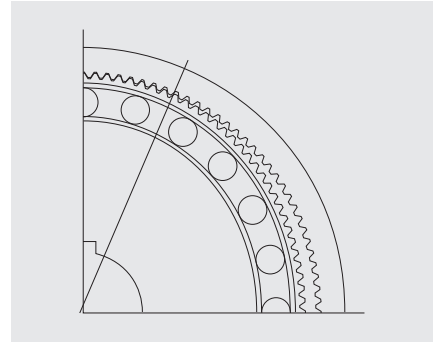


IH齒形



齒嚙合區域

圖 009 - 2



旋轉方向與減速比

杯型

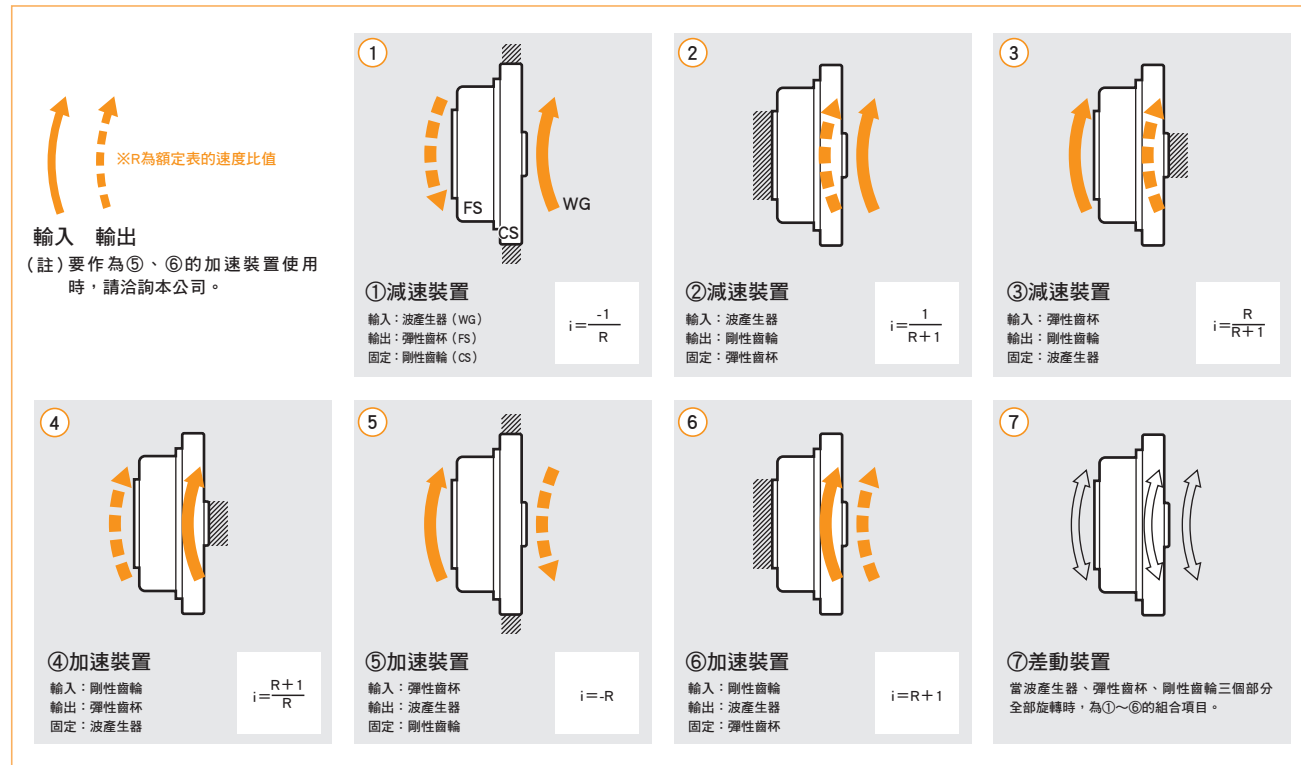
杯型 Harmonic Drive® 的旋轉方向與減速比如下所示。

杯型 Harmonic Drive® 包括下列系列產品。

CSG、CSF、CSD、CSF-mini、CSF-GH

■ 旋轉方向

圖 010-1



※ 用作加速機時，將發生轉矩脈動。詳情請洽詢本公司。

■ 減速比

Harmonic Drive® 的減速比，由彈性齒杯與剛性齒輪的齒數決定。

彈性齒杯的齒輪數：Zf

剛性齒輪的齒輪數：Zc

「例」彈性齒杯的齒輪數：200

剛性齒輪的齒輪數：202

▶ 輸入：波產生器
輸出：彈性齒杯
固定：剛性齒輪

$$\left. \begin{array}{l} \text{輸入：波產生器} \\ \text{輸出：彈性齒杯} \\ \text{固定：剛性齒輪} \end{array} \right\} \text{減速比 } i_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{Z_f - Z_c}{Z_f}$$

▶ 輸入：波產生器
輸出：彈性齒杯
固定：剛性齒輪

$$\left. \begin{array}{l} \text{輸入：波產生器} \\ \text{輸出：彈性齒杯} \\ \text{固定：剛性齒輪} \end{array} \right\} \text{減速比 } i_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{200 - 202}{200} = \frac{-1}{100}$$

▶ 輸入：波產生器
輸出：剛性齒輪
固定：彈性齒杯

$$\left. \begin{array}{l} \text{輸入：波產生器} \\ \text{輸出：剛性齒輪} \\ \text{固定：彈性齒杯} \end{array} \right\} \text{減速比 } i_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{Z_c - Z_f}{Z_c}$$

▶ 輸入：波產生器
輸出：剛性齒輪
固定：彈性齒杯

$$\left. \begin{array}{l} \text{輸入：波產生器} \\ \text{輸出：剛性齒輪} \\ \text{固定：彈性齒杯} \end{array} \right\} \text{減速比 } i_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{202 - 200}{202} = \frac{1}{101}$$

■ 額定表的減速比數值以R₁表示。

帽型

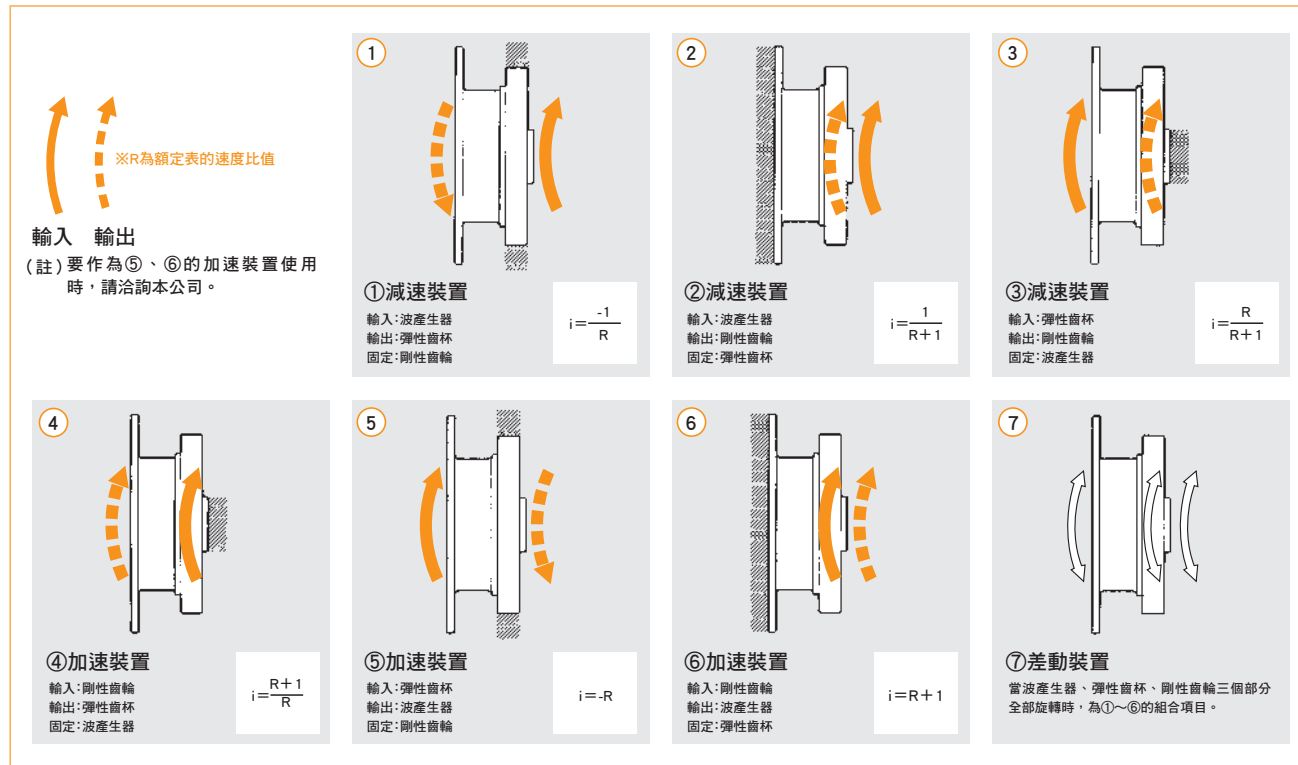
帽型 Harmonic Drive® 的旋轉方向與減速比如下所示。

帽型 Harmonic Drive® 包括下列系列產品。

SHG、SHF、SHD

■ 旋轉方向

圖 011-1



※用作加速機時，將發生轉矩脈動。詳情請洽詢本公司。

■ 減速比

Harmonic Drive® 的減速比，由彈性齒杯與剛性齒輪的齒數決定。

彈性齒杯的齒輪數: Z_f

剛性齒輪的齒輪數: Z_c

「例」彈性齒杯的齒輪數: 200

剛性齒輪的齒輪數: 202

▶ 輸入:波產生器
輸出:彈性齒杯
固定:剛性齒輪

$$\left. \begin{array}{l} \text{輸入:波產生器} \\ \text{輸出:彈性齒杯} \\ \text{固定:剛性齒輪} \end{array} \right\} \text{減速比 } i_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{Z_f - Z_c}{Z_f}$$

▶ 輸入:波產生器
輸出:彈性齒杯
固定:剛性齒輪

$$\left. \begin{array}{l} \text{輸入:波產生器} \\ \text{輸出:彈性齒杯} \\ \text{固定:剛性齒輪} \end{array} \right\} \text{減速比 } i_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{200 - 202}{200} = \frac{-1}{100}$$

▶ 輸入:波產生器
輸出:剛性齒輪
固定:彈性齒杯

$$\left. \begin{array}{l} \text{輸入:波產生器} \\ \text{輸出:剛性齒輪} \\ \text{固定:彈性齒杯} \end{array} \right\} \text{減速比 } i_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{Z_c - Z_f}{Z_c}$$

▶ 輸入:波產生器
輸出:剛性齒輪
固定:彈性齒杯

$$\left. \begin{array}{l} \text{輸入:波產生器} \\ \text{輸出:剛性齒輪} \\ \text{固定:彈性齒杯} \end{array} \right\} \text{減速比 } i_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{202 - 200}{202} = \frac{1}{101}$$

■ 額定表的減速比數值以R表示。

平板型

平板型 Harmonic Drive® 的旋轉方向與減速比請參閱各系列相關頁數內容。平板型 Harmonic Drive® 包括下列系列產品。

FB、FR

額定表用語

Harmonic Drive® 額定表內容包括 6 項數值以及慣性力矩。
額定表的數值，請參閱各系列相關頁數內容。

■ 額定轉矩

輸入轉速為 2000r/min 時的容許連續負載轉矩。

■ 起動、停止時的容許峰值轉矩（參閱圖表 012-1）

起動、停止時，將因負載慣性力矩導致 Harmonic Drive® 承受較恆定轉矩更大的負載。

額定表中的數值，為此時的峰值轉矩容許值。

■ 平均負載轉矩的容許最大值

當負載轉矩或輸入轉速變化時，需要另外求出負載轉矩的平均值。

額定表中的數值，為此一平均負載轉矩的容許值。

當平均負載轉矩（公式：014 頁）超過額定表中數值時，將因發熱導致潤滑劑提早劣化，或是齒磨耗加劇。務請注意。

■ 瞬間容許最大轉矩（參閱圖表 012-1）

除了通常負載轉矩、起動或停止時負載轉矩外，也會有來自外部無法預期的衝擊轉矩。但衝擊轉矩的最大值不得超過額定表的瞬間最大轉矩。

另外，衝擊轉矩的施加頻率設有限制。請參閱「壽命」、「強度」等項目。

若有可能施加此種轉矩時，請參閱各系列的「如何以螺栓鎖緊彈性齒杯」相關內容。

■ 容許最高輸入轉速、容許平均輸入轉速

使用時，輸入轉速請勿超過額定表所示容許值的範圍。

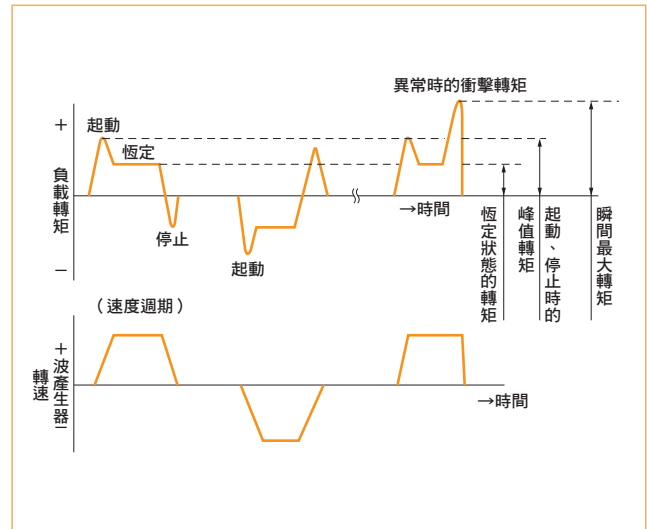
（平均輸入轉速公式：014 頁）

■ 慣性力矩

表示各型號波產生器軸上的慣性力矩。

負載轉矩模式範例

圖表 012-1



壽命

■ 波產生器的壽命

Harmonic Drive® 的使用壽命，由波產生器軸承的壽命決定。和一般滾珠軸承相同，由轉速與負載轉矩計算求出。

表 012-1

壽命時間		
系列名稱	CSF, CSD, SHF, SHD, CSF-mini, CSF-GH	CSG, SHG
L ₁₀ (10% 受損機率)	7,000 小時	10,000 小時
L ₅₀ (平均壽命)	35,000 小時	50,000 小時

※ 額定表記載之額定轉速、額定轉矩下的運轉壽命。

依據實際運轉條件的壽命時間 (L_h) 公式

公式 012-1

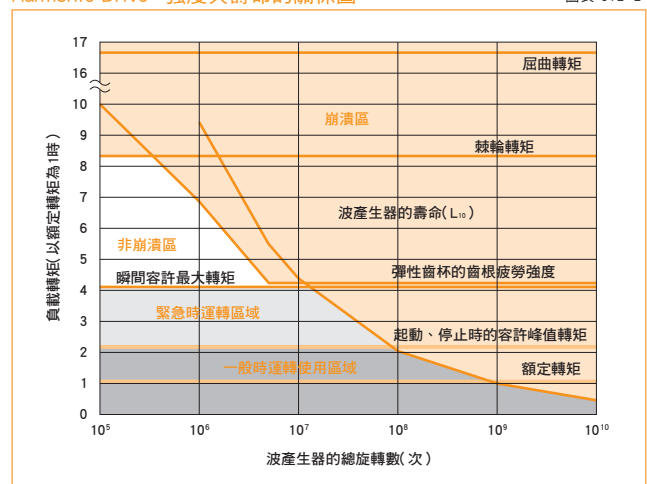
$$L_h = L_n \cdot \left(\frac{T_r}{T_{av}} \right)^3 \left(\frac{N_r}{N_{av}} \right)$$

表 012-2

L _n	L ₁₀ 或 L ₅₀ 時的壽命時間
T _r	額定轉矩
N _r	額定轉速
T _{av}	輸出端的平均負載轉矩 (公式：014 頁)
N _{av}	平均輸入轉速 (公式：014 頁)

Harmonic Drive® 強度與壽命的關係圖

圖表 012-2



(注)

Harmonic Drive® 請維持在「一般時運轉使用區域」中使用。若超出「一般時運轉使用區域」使用範圍，將加速 Harmonic Drive® 的損壞。

※ 上述圖表未考慮齒面磨耗等潤滑壽命。

※ 請以上述圖表作為參考值。

強度

■彈性齒杯的強度

彈性齒杯會反覆發生彈性變形，所以 Harmonic Drive® 的傳動轉矩以彈性齒杯的齒根疲勞強度為基準。
額定轉矩、起動與停止時的容許峰值轉矩等數值，為彈性齒杯的齒根疲勞極限之內的數值。
若施加超過起動或停止峰值轉矩的衝擊轉矩，恐將產生疲勞破壞。為了避免產生疲勞破壞，設有衝擊轉矩的施加次數限制。但衝擊轉矩的最大值不得超過瞬間容許最大轉矩。

在波產生器承受衝擊轉矩時，彈性齒杯的彈性變形次數限制：
 1.0×10^4 (次)

基於此一彈性變形次數限制，可求出衝擊轉矩施加的容許次數。

公式 013-1

$$N = \frac{1.0 \times 10^4}{2 \times \frac{n}{60} \times t}$$

表 013-1

容許次數	N 次
衝擊轉矩的施加時間	t sec
當時的波產生器轉速	n r/min
波產生器旋轉 1 次，將使彈性齒杯產生 2 次彈性變形。	

注意 當衝擊轉矩超過容許次數，彈性齒杯可能產生疲勞破壞。

■屈曲轉矩

波產生器為固定狀態下，對彈性齒杯（輸出）施加過度轉矩時，將引起彈性齒杯的塑性變形，並將導致彈性齒杯胴部發生屈曲，進而破壞。
此時的轉矩，稱為屈曲轉矩。
※ 屈曲轉矩的數值，請參閱各系列相關頁數內容。

警告 Harmonic Drive® 無法在彈性齒杯產生屈曲的狀態下使用，請特別注意。

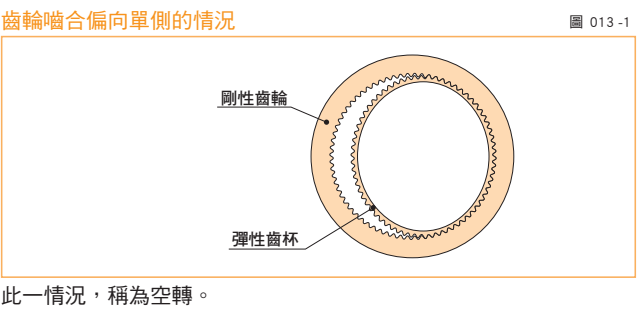
■棘輪轉矩

運轉中若施加過度的衝擊轉矩，可能出現彈性齒杯未破損，但剛性齒輪與彈性齒杯的啮合瞬間脫開的情況。此一現象稱為棘輪效應，此時的轉矩稱為棘輪轉矩（數值請參閱各系列相關頁數內容）。如果發生棘輪效應卻繼續運轉，將受到棘輪效應發生時產生的磨屑影響，導致齒輪早期磨耗或縮短波產生器軸承的使用壽命。

※ 棘輪轉矩的數值，請參閱各系列相關頁數內容。
※ 棘輪轉矩受到剛性齒輪安裝之外殼剛性的影響。詳情請洽詢本公司。

注意 發生棘輪效應時，無法正常啮合，可能如圖 013-1 般偏向單側。如在此狀態下運轉，將因產生振動引起彈性齒杯破損，務請注意。

注意 一旦發生棘輪效應，齒尖將會磨耗，第二次以後的棘輪效應發生轉矩值將會降低。這一點也務請注意。



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況。輸入轉速或負載轉矩會發生變化，起動或停止時會施加較大的轉矩。此外，還可能會承受非預期的衝擊轉矩。將這些變動負載轉矩換算成平均負載轉矩後，再選擇型號。此外，模組型在外部負載的直接支撐（輸出凸緣部）組裝了精密交叉滾柱軸承，請一併檢查最大負載力矩負重、交叉滾柱軸承壽命以及靜態安全係數。（參閱 030 頁「檢查主軸承」）

■ 型號選擇流程圖

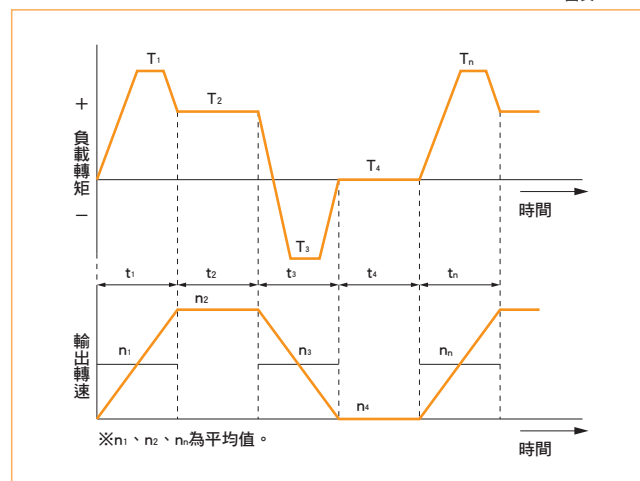
選擇型號時，請依下列流程圖進行。

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

■ 確認負載轉矩模式

首先要掌握負載轉矩的模式。請檢查下圖所示的各項規格。

圖表 014-1



求出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 、 t_1 、 n_1
恆定運轉時	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 >

最高輸出轉速	$no\ max$
最高輸入轉速	$ni\ max$
（會因馬達等而受限。）	

< 衝擊轉矩 >

施加衝擊轉矩時	T_s 、 t_s 、 n_s
---------	-----------------------

< 需求壽命 >

$$L_{10} = L \text{ (小時)}$$

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

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

根據下列條件暫定型號。 $T_{av} \leq$ 平均負載轉矩的容許最大值

（參閱各系列額定表）

計算平均輸出轉速：

$$no\ av \text{ (r/min)} \quad no\ av = \frac{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + \dots + n_n \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

決定減速比(R)。

$ni\ max$ 會因馬達等而受限。

$$\frac{ni\ max}{no\ max} \geq R$$

依據平均輸出轉速($no\ av$)與減速

比(R)計算平均輸入轉速：

$$ni\ av = no\ av \cdot R$$

依據最高輸出轉速($no\ max$)與減

速比(R)計算最高輸入轉速：

$$ni\ max = no\ max \cdot R$$

NG

確認暫定型號的數值是否在 $ni\ av \leq$ 容許平均輸入轉速 (r/min) 額定表的數值範圍內。

OK

NG

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

OK

NG

確認 T_s 的數值是否在額定表的瞬間容許最大轉矩 (N·m) 數值範圍內。

OK

NG

依據施加衝擊轉矩時的輸出轉速 n_s 與時間 t_s ，計算容許次數 (N_s)，並確認是

$$N_s = \frac{104}{2 \cdot \frac{n_s \cdot R}{60} \cdot t} \text{ (次)} \dots\dots N_s \leq 1.0 \times 10^4 \text{ (次)}$$

OK

計算壽命時間。

$$L_{10} = 7000 \cdot \left(\frac{Tr}{T_{av}} \right)^3 \cdot \left(\frac{nr}{niav} \right) \text{ (小時)}$$

NG

檢查計算的壽命時間是否超過波產生器的壽命時間。（參閱 013 頁）

OK

決定型號

■ 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)

< 最高轉速 >

最高輸出轉速	$no_{max} = 14$ r/min
最高輸入轉速	$ni_{max} = 1800$ r/min
(會因馬達等而受限。)	

< 一般運轉模式 >

起動時	$T_1 = 400$ N·m	$t_1 = 0.3$ sec	$n_1 = 7$ r/min
恆定運轉時	$T_2 = 320$ N·m	$t_2 = 3$ sec	$n_2 = 14$ r/min
停止 (減速) 時	$T_3 = 200$ N·m	$t_3 = 0.4$ sec	$n_3 = 7$ r/min
休止時	$T_4 = 0$ N·m	$t_4 = 0.2$ sec	$n_4 = 0$ r/min

< 衝擊轉矩 >

施加衝擊轉矩時	$T_s = 500$ N·m	$t_s = 0.15$ sec	$n_s = 14$ r/min
---------	-----------------	------------------	------------------

< 需求壽命 >

$L_{10} = 7000$ (小時)

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

$$T_{av} = \sqrt[3]{\frac{7 \text{ r/min} \cdot 0.3 \text{ sec} \cdot 1400 \text{ N} \cdot \text{m}^3 + 14 \text{ r/min} \cdot 3 \text{ sec} \cdot 1320 \text{ N} \cdot \text{m}^3 + 7 \text{ r/min} \cdot 0.4 \text{ sec} \cdot 1200 \text{ N} \cdot \text{m}^3}{7 \text{ r/min} \cdot 0.3 \text{ sec} + 14 \text{ r/min} \cdot 3 \text{ sec} + 7 \text{ r/min} \cdot 0.4 \text{ sec}}}$$

根據下列條件暫定型號。 $T_{av} = 319$ N·m ≤ 451 N·m (型號CSF-40-120的平均負載轉矩容許最大值：參閱額定表 0399頁)
故暫定為**CSF-40-120-2A-GR**

計算平均輸出轉速： no_{av} (r/min)

$$no_{av} = \frac{7 \text{ r/min} \cdot 0.3 \text{ sec} + 14 \text{ r/min} \cdot 3 \text{ sec} + 7 \text{ r/min} \cdot 0.4 \text{ sec}}{0.3 \text{ sec} + 3 \text{ sec} + 0.4 \text{ sec}} = 12 \text{ r/min}$$

決定減速比 (R)。

$$\frac{1800 \text{ r/min}}{14 \text{ r/min}} = 128.6 \geq 120$$

依據平均輸出轉速 (no_{av}) 與減速比 (R)

計算平均輸入轉速： ni_{av} (r/min)

$$ni_{av} = 12 \text{ r/min} \cdot 120 = 1440 \text{ r/min}$$

依據最高輸出轉速 (no_{max}) 與減速比 (R)

計算最高輸入轉速： ni_{max} (r/min)

$$ni_{max} = 14 \text{ r/min} \cdot 120 = 1680 \text{ r/min}$$

確認暫定型號的數值是否在額定表的數值範圍內。

$$ni_{av} = 1440 \text{ r/min} \leq 3600 \text{ r/min} \text{ (型號40的容許平均輸入轉速)}$$

$$ni_{max} = 1680 \text{ r/min} \leq 5600 \text{ r/min} \text{ (型號40的容許最高輸入轉速)}$$

NG

OK

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

$$T_1 = 400 \text{ N} \cdot \text{m} \leq 617 \text{ N} \cdot \text{m} \text{ (型號40的起動、停止時容許峰值轉矩)}$$

$$T_3 = 200 \text{ N} \cdot \text{m} \leq 617 \text{ N} \cdot \text{m} \text{ (型號40的起動、停止時容許峰值轉矩)}$$

NG

OK

確認 T_s 的數值是否在額定表的瞬間容許最大轉矩 (N·m) 數值範圍內。 $T_s = 500$ N·m ≤ 1180 N·m (型號40的瞬間容許最大轉矩)

NG

OK

依據施加衝擊轉矩時的輸出轉速 n_s 與時間 t_s ，計算容許次數 (N)，並確認是否符合使用條件。

$$N_s = \frac{10^4}{2 \cdot \frac{14 \text{ r/min} \cdot 120}{60} \cdot 0.15 \text{ sec}} = 1190 \leq 1.0 \times 10^4 \text{ (次)}$$

NG

OK

計算壽命時間。

$$L_{10} = 7000 \cdot \left(\frac{294 \text{ N} \cdot \text{m}}{319 \text{ N} \cdot \text{m}} \right)^3 \cdot \left(\frac{2000 \text{ r/min}}{1440 \text{ r/min}} \right) \text{ (小時)}$$

NG

檢查計算的壽命時間是否超過波產生器的壽命時間。(參閱012頁)

$$L_{10} = 7610 \text{ 小時} \geq 7000 \text{ (波產生器的壽命時間：} L_{10} \text{)}$$

OK

根據上述結果，決定為**CSF-40-120-2A-GR**

重新檢討運轉條件或型號

潤滑劑

元件型產品的潤滑方式分為潤滑脂潤滑以及潤滑油潤滑等 2 種。模組型、減速機型的潤滑方式則以潤滑脂潤滑為標準。出貨前已封入潤滑脂，組裝時無需另行注入、塗佈。但是，簡易模組型並未灌入潤滑脂，務請注意。

右列溫度範圍以外的潤滑劑，請參閱 019 頁內容。

※ 若因維修需要，希望使用稠度 0 (NLGI No.0) 的油品時，請洽詢本公司營業據點。

潤滑劑名稱

表 016-1

潤滑脂	Harmonic 潤滑脂® SK-1A
	Harmonic 潤滑脂® SK-2
	Harmonic 潤滑脂® 4B No.2
	Harmonic 潤滑脂® HFL-1
潤滑油	工業用 2 種齒輪油 (極壓) ISO VG68

使用環境溫度範圍

表 016-2

潤滑脂	SK-1A 0℃～+40℃
	SK-2 0℃～+40℃
	4B No.2 -10℃～+70℃
	HFL-1 0℃～+40℃
潤滑油	ISO VG68 0℃～+40℃

(註) 高溫側請於環境溫度溫升 40℃ 以內使用。

潤滑脂潤滑劑

■ 潤滑脂種類

Harmonic 潤滑脂® SK-1A

專為 Harmonic Drive® 使用而開發的潤滑脂，在耐久性、效率特性上較市售通用黃油更為優異。

Harmonic 潤滑脂® SK-2

專為小型 Harmonic Drive® 使用而開發，將極壓添加劑液化，確保波產生器旋轉時的優異順暢性的潤滑脂。

Harmonic 潤滑脂® 4B No.2

專為 CSF、CSG 系列使用而開發，具有適於較長使用壽命的流動特性，並可於廣泛溫度範圍內使用的潤滑脂。

Harmonic 潤滑脂® HFL-1

專為 Harmonic Drive® 使用而開發的食品機械用 (登錄為 NSF H1 等級) 潤滑脂。

- (註) 1. 潤滑脂潤滑需具備密封機構。
對於旋轉部分與連結接觸面，請採取下列對策。
尤其是使用 Harmonic 潤滑脂® 4B No.2、HFL-1 時，必須嚴格採用密封機構。
旋轉部…請使用帶彈簧的油封。
連結接觸部…注意平面不均整或損傷，使用 O 型環或密封劑。
2. 4B No.2 在運轉初期，承受剪力部位 (波產生器附近處) 的潤滑脂也會變得柔軟。其硬度雖然要看各種運轉條件而定，但 NLGI 稠度會在 No.0 至 00 左右。

表 016-3

NLGI 稠度 No.	混合稠度範圍
0	355 ~ 385
00	400 ~ 430

潤滑脂規格

表 016-6

潤滑脂	SK-1A	SK-2	4B No.2	HFL-1
基礎油	精煉礦物油	精煉礦物油	合成烴油	精煉礦物油
增稠劑	鋰皂基	鋰皂基	尿素	磷酸鈣
添加劑	極壓添加劑、其他	極壓添加劑、其他	極壓添加劑、其他	極壓添加劑、其他
NLGI 稠度 No.	No.2	No.2	No.1.5	No.0
稠度 (25℃)	265 ~ 295	265 ~ 295	290 ~ 320	355 ~ 385
滴點	197℃	198℃	247℃	280℃以上
外觀	黃色	綠色	淡黃色	淡褐色
保存壽命	密封狀態下 5 年	密封狀態下 5 年	密封狀態下 5 年	密封狀態下 2 年

潤滑脂特性

表 016-7

潤滑脂	SK-1A	SK-2	4B No.2	HFL-1
耐久性	○	○	◎	○
耐磨耗	○	○	◎	○
低溫性	△	△	◎	△
潤滑脂滲漏	◎	◎	△	△

※ 性能優異：◎
性能適用：○
需注意：△

■ 機種別適用潤滑脂

根據型號、速度比，適用不同的潤滑脂。請參閱下列適用表。一般情況，建議使用 SK-1A 及 SK-2。

減速比 30 的適用潤滑脂

表 016-4

型號	8	11	14	17	20	25	32
SK-1A	—	—	—	—	○	○	○
SK-2	○	○	○	○	—	—	—
4B No.2	△	△	△	△	□	□	□

減速比 50 以上的適用潤滑脂

表 016-5

型號	8	11	14	17	20	25	32
SK-1A	—	—	—	—	○	○	○
SK-2	○	○	○	○	△	△	△
4B No.2	—	—	□	□	□	□	□

型號	40	45	50	58	65	80	90	100
SK-1A	○	○	○	○	○	○	○	○
SK-2	△	—	—	—	—	—	—	—
4B No.2	□	□	□	□	□	□	□	□

※ ○：標準潤滑脂
△：次標準潤滑脂
□：長使用壽命以及高負載情況的建議潤滑脂

■ 潤滑脂更換時期

潤滑脂的性能會大幅影響 Harmonic Drive® 各個滑動部的磨耗。
潤滑脂性能會隨溫度而變化，越高溫劣化越劇烈，需要儘早更換。
下方圖表 017-1 是根據平均負載轉矩低於額定轉矩時，潤滑脂溫度與波產生器總旋轉數關連性所表示的更換時期基準。
當平均負載轉矩超過額定轉矩，可依下列公式計算更換時期。

平均負載轉矩超過額定轉矩時的公式

公式 017 -1

$$L_{GT} = L_{GTn} \times \left(\frac{Tr}{Tav} \right)^3$$

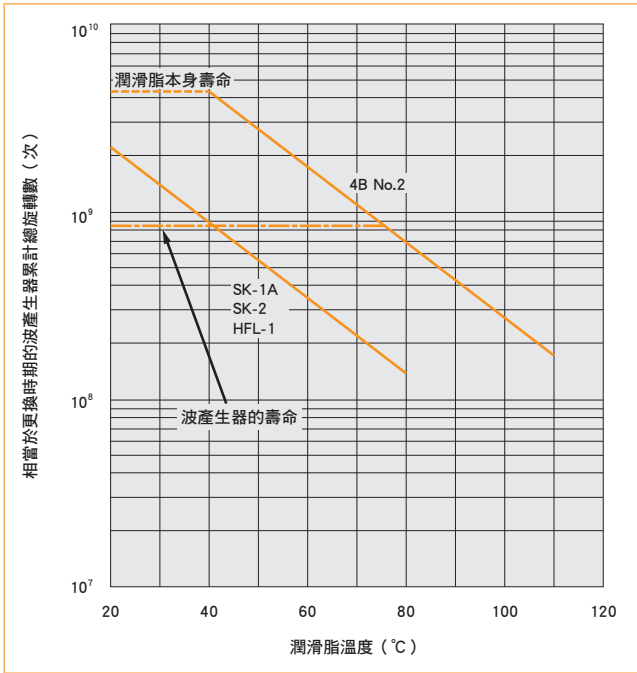
公式的記號

表 017 -1

L_{GT}	超過額定轉矩的更換時期	轉數	—————
L_{GTn}	未超過額定轉矩的更換時期	轉數	參閱圖表 017-1
Tr	額定轉矩	N·m,kgf·m	參閱各系列「額定表」
Tav	輸出端的平均負載轉矩		公式：參閱 014 頁

潤滑脂更換時期： L_{GTn} （平均負載轉矩低於額定轉矩時）

圖表 017 -1



※ 波產生器的壽命，係指受損機率 10%。

■ 其他注意事項

1. 切忌與其他潤滑脂混用。此外，Harmonic Drive® 應先安裝至單獨機殼後再組裝至裝置。
2. 用於固定負載、固定方向連續運轉時，可能引發潤滑不良。如需用於此種情形，請洽詢本公司營業據點。
3. 模組型的潤滑脂滲漏
模組型雖已於結構上慮及潤滑脂滲漏對策，但仍請依據所使用的環境強化密封機構。

■ 「機殼內壁建議尺寸」、「塗佈要領」、「塗佈量」請參閱各系列的設計指南相關頁數內容。

Harmonic 潤滑脂® 4B No.2 的使用注意事項

Harmonic 潤滑脂® 4B No.2 活用了適於 Harmonic Drive® 的流動特性（因剪力的軟化與均勻性），並於實施下列項目後提升潤滑壽命。

- ① 運轉初期讓潤滑脂確實流入各接觸部
- ② 去除各接觸部磨合階段的初期磨屑
- ③ 為接觸部補充潤滑脂

■ 而為確實執行前述各項機制，使用上須留意幾點**① 填充潤滑脂時**

儲存容器內的 4B No.2 潤滑脂稠度，會隨靜置時間的加長而變硬。
填充之前，應充分攪拌儲存容器內的潤滑脂直到軟化，再進行填充。

② 關於燒機（磨合運轉）

正式運轉前先燒機，能讓填充的潤滑脂軟化，流往 Harmonic Drive® 的各接觸部，可獲得更具效果的潤滑性能。
因此，建議以下列方式進行燒機。

- ・ 內部溫度維持在 80℃ 以下（不可進行急速高溫燒機）。
- ・ 輸入轉數：1000r/min ~ 3000r/min，但前述範圍內的轉數越低，越有效果。
- ・ 燒機時間：20 分鐘以上。
- ・ 燒機動作範圍：盡可能拉大輸出旋轉角度。

如對上述說明有任何不清楚之處，敬請洽詢本公司。

潤滑油**■ 潤滑油種類**

標準指定的潤滑油為「工業用 2 種齒輪油（極壓）ISO VG68」。
市售潤滑油則建議使用下列品牌。

表 018-1

標準	美孚石油	埃索	昭和殼牌石油	Cosmo 石油	日本能源	ENEOS	出光興產	通用石油	NOK 克魯勃
工業用 2 種齒輪油（極壓）ISO VG68	Mobil gear 600XP68	Spartan EP68	Omala Oil 68	Cosmo gear SE68	ES gear G68	BONNOC TS68 BONNOC AX68	Daphne super gear LW68	General Oil SP gear roll 68	SYNTHESO D-68EP

■ 潤滑油更換時期

第 1 次 開始運轉後 100 小時

第 2 次起 每運轉 1000 小時或每 6 個月

但若使用環境狀況嚴苛，應考慮提早更換。

■ 「油面位置」、「彈性齒杯油槽加工尺寸」、「油量」請參閱各系列的設計指南相關頁數內容。

■ 其他注意事項

1. 切忌與其他潤滑油混用。此外，Harmonic Drive® 應先安裝至單獨機殼後再組裝至裝置。
2. 型號 50 以上且用於額定表容許輸入轉速附近時，可能因為使用條件而發生潤滑不良，請洽詢本公司。

特殊環境用潤滑劑

環境溫度特殊時（表 016-2「使用環境溫度範圍」以外情形），請考慮下列所示潤滑劑使用溫度範圍以及使用條件，選擇合適的潤滑劑。

Harmonic 潤滑脂® 4B No.2

表 019-1

潤滑種類	使用溫度範圍	可使用溫度範圍
潤滑脂	-10°C~+110°C	-50°C~+130°C

· Harmonic 潤滑脂® 4B No.2 的使用溫度範圍，為考慮 Harmonic Drive® 的性能與特性之下的潤滑部溫度（非環境溫度）。

· 可使用溫度範圍為潤滑劑單獨的溫度，應為 Harmonic Drive® 的運轉條件（負載轉矩、轉速、運轉週期等）設限。此外，環境溫度為極低溫或極高溫時，也需要檢討 Harmonic Drive® 各部分的材質，請洽詢本公司。

· 如能考量到 Harmonic 潤滑脂® 4B No.2 低溫時黏度上升造成 Harmonic Drive® 運轉轉矩增加，以及高溫氧化劣化時的潤滑脂壽命，也可以在可使用溫度範圍內使用。

高溫用潤滑劑

表 019-2

潤滑種類	潤滑劑及其製造商	可使用溫度範圍
潤滑脂	Mobil grease 28：美孚石油	-5°C~+160°C
潤滑油	Mobil SHC-626：美孚石油	-5°C~+140°C

低溫用潤滑劑

表 019-3

潤滑種類	潤滑劑及其製造商	可使用溫度範圍
潤滑脂	Multemp SH-K II：協同油脂	-30°C~+50°C
	ISOFLX LDS-18 SPECIAL A：NOK 克魯勃	-25°C~+80°C
潤滑油	SH-200-100CS：Toray Silicone	-40°C~+140°C
	SYNTHESO D-32EP：NOK 克魯勃	-25°C~+90°C

食品機械用潤滑劑

Harmonic 潤滑脂® HFL-1

- 與 SK-1A、SK-2 具備同等的壽命／效率特性
- 取得 NSF H1 認證
- 類別：Non-Foodcompound H-1
- 登錄編號：156753

※ 若考慮於 Harmonic Drive® 使用食品機械用潤滑脂時，請洽詢本公司營業據點。

剛性

就伺服系統而言，驅動系的剛性與背隙將大幅影響系統性能。設計裝置以及選擇型號時，應就前述各項進行詳細檢討。

■剛性

固定輸入端（波產生器）並對輸出端（彈性齒杯）施加轉矩，輸出端將產生與轉矩幾乎等比例的扭轉。

圖 020-1 是將施加於輸出端的轉矩，從 0 開始向正方向以及負方向分別增減 $+T_0$ 至 $-T_0$ 時的輸出端扭轉角度量後繪製而成。這張圖稱為「轉矩 — 扭轉角度線圖」，一般情況會描繪出 0 — A — B — A' — B' — A 的循環。Harmonic Drive® 的剛性，將「轉矩 — 扭轉角度線圖」的斜率表示為彈簧常數。（單位：N·m/rad）

如圖 020-2 所示，此一「轉矩 — 扭轉角度線圖」可分為 3 部分，各區域的彈簧常數各以 K_1 、 K_2 、 K_3 表示。

K_1 ……轉矩從「0」至「 T_1 」為止的彈簧常數

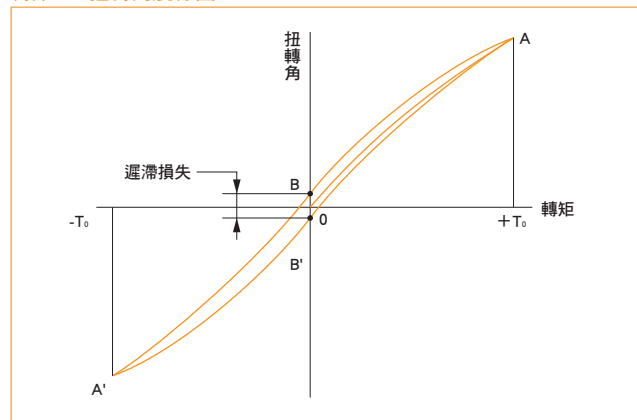
K_2 ……轉矩從「 T_1 」至「 T_2 」為止的彈簧常數

K_3 ……轉矩在「 T_2 」以上的彈簧常數

■各彈簧常數（ K_1 、 K_2 、 K_3 ）以及轉矩—扭轉角（ T_1 、 T_2 、 θ_1 、 θ_2 ）的數值，請參閱各系列相關頁數內容。

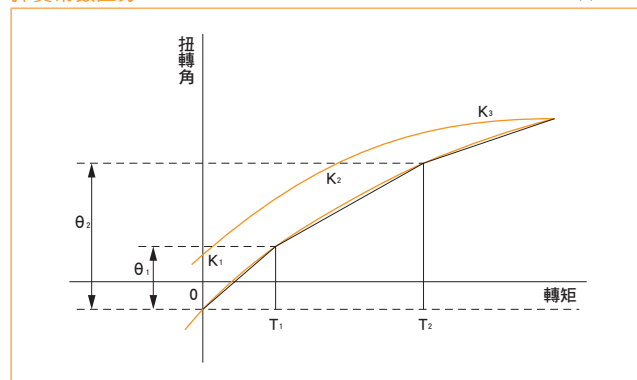
轉矩 — 扭轉角度線圖

圖 020 - 1



彈簧常數區分

圖 020 - 2



■扭轉量計算範例

以 CSF-25-100-2A-GR 為例，計算扭轉量（ θ ）。

負載轉矩極小， $T_{L1}=2.9\text{N}\cdot\text{m}$ 時

轉矩在 T_1 以下，因此扭轉量 θ_{L1} 為

$$\begin{aligned}\theta_{L1} &= T_{L1}/K_1 \\ &= 2.9/3.1 \times 10^4 \\ &= 9.4 \times 10^{-5} \text{rad} \quad (0.33 \text{ arc-min})\end{aligned}$$

負載轉矩為 $T_{L2}=39\text{N}\cdot\text{m}$ 時

轉矩在 T_1 與 T_2 之間，扭轉量 θ_{L2} 為

$$\begin{aligned}\theta_{L2} &= \theta_1 + (T_{L2}-T_1)/K_2 \\ &= 4.4 \times 10^{-4} + (39-14)/5.0 \times 10^4 \\ &= 9.4 \times 10^{-4} \text{rad} \quad (3.2 \text{ arc-min})\end{aligned}$$

此外，負載若加上正逆方向，其總扭轉量值將是前述求出數值的 2 倍加上背隙量。

※ 該扭轉量為元件單體的數值。
並不包含輸出軸等的扭轉量，務請注意。

■遲滯損失

如圖 020-1 的線圖，轉矩加至額定後恢復為「0」，扭轉角並不會完全為「0」，仍然殘留些許餘量（B — B'）。這稱為遲滯損失。

■遲滯損失量請參閱各系列相關頁數內容。

■背隙

遲滯損失主要因內部摩擦而產生，轉矩極小時則幾乎不存在，線圖上只會顯示細小的背隙。這個量即顯示為背隙量。

Harmonic Drive® 將齒嚙合部的背隙量抑制在「0」，因此背隙量是由波產生器的 Oldham 聯結器（自動校準機構）間隙所導致。剛性型則無間隙。固定輸入端後測量輸出端的數值極小，如各系列相關頁數所載。

※ 背隙量請參閱各系列相關頁數內容。

角度傳達精度

角傳動精度為任意旋轉角進行輸入時，理論旋轉的輸出旋轉角度與實際旋轉的輸出旋轉角度之間的差，並以角傳動誤差表示。
 ■ 角傳動精度的數值，請參閱各系列相關頁數內容。

測量範例

圖表 021 -1

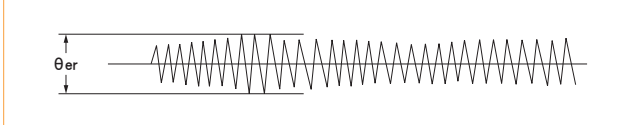


表 021 -1

θ_{er}	角傳動誤差
θ_1	輸入旋轉角度
θ_2	實際輸出旋轉角度
R	Harmonic Drive® 的減速比 ($i = 1:R$)

公式 021 -1

$$\theta_{er} = \theta_2 - \frac{\theta_1}{R}$$

震動

Harmonic Drive® 帶有的角傳動誤差成分，有時會顯現為負載端的慣性旋轉振動。
 尤其是包含 Harmonic Drive® 的振動系固有振動數與機體或負載慣性固有振動數重疊時，將形成共振狀態，Harmonic Drive® 的角傳動誤差成分將會增幅，因此請嚴格遵守各系列的設計指南。

另外，Harmonic Drive® 的角傳動誤差成分主要來源，是由於 Harmonic Drive® 結構上輸入軸旋轉 1 次會出現 2 次誤差成分。因此，誤差主要成分的頻率是輸入頻率的 2 倍。

假設包含 Harmonic Drive® 的振動系固有振動數為 $f=15\text{Hz}$ ，此時的輸入轉速 (N) 為

公式 021 -2

$$N = \frac{15}{2} \cdot 60 = 450\text{r/min}$$

，且於該轉速帶 (450r/min) 發生共振。

包含 Harmonic Drive® 的振動系固有振動數的計算方法 (概述) 公式 021 -3

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{J}}$$

公式的記號

表 021 -2

f	包含 Harmonic Drive® 的振動系固有振動數	Hz	
K	Harmonic Drive® 的彈簧常數	N·m/rad	參閱各系列相關頁數內容
J	負載慣性	kg·m ²	

起動轉矩

起動轉矩係指 Harmonic Drive® 組裝入機殼，並由輸入端（高速端）施加轉矩時，輸出端（低速端）開始旋轉瞬間的「開始起動轉矩」。各系列表中數值為最大值，下限值則為最大值的約 1/2 ～ 1/3 左右。

測量條件 無負載，環境溫度：+20℃

■ 起動轉矩的數值，請參閱各系列相關頁數內容。

※ 各系列表中數值會因使用條件不同而異，僅作參考值之用。

加速起動轉矩

加速起動轉矩係指 Harmonic Drive® 組裝入機殼，並由輸出端（低速端）施加轉矩時，輸入端（高速端）開始旋轉瞬間的「開始起動轉矩」。各系列表中數值為最大值，下限值則為最大值的約 1/2 左右。

測量條件 無負載，環境溫度：+20℃

■ 加速起動轉矩的數值，請參閱各系列相關頁數內容。

※ 各系列表中數值會因使用條件不同而異，僅作參考值之用。

無負載運轉轉矩

無負載運轉轉矩係指無負載狀態下，驅動 Harmonic Drive® 所需之輸入端（高速軸端）必要轉矩。
本型錄所示的無負載運轉轉矩圖表，係基於表 023-1 的測量條件。
關於減速比 100 以外的減速比，請加上各系列所示修正量後計算。

■無負載運轉轉矩的數值，請參閱各系列相關頁數內容。

測量條件

表 023-1

減速比 100			
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A
			Harmonic 潤滑脂® SK-2
		塗佈量	適當塗佈量（參閱各系列相關頁數內容）
轉矩值為輸入 2000r/min 經 2 小時以上磨合運轉後的數值			

※ 如為潤滑油潤滑，請洽詢本公司。

效率特性

效率將因下列條件而異。

- 減速比
- 輸入轉速
- 負載轉矩
- 溫度
- 潤滑條件（潤滑種類與使用量）

本型錄所示的各系列效率特性，係基於表 023-2 的測量條件。

■效率數值，請參閱各系列相關頁數內容。

測量條件

表 023-2

組裝	以建議組裝精度組裝後測量		
負載轉矩	額定表所示的額定轉矩（參閱各系列相關頁數內容）		
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A
			Harmonic 潤滑脂® SK-2
		塗佈量	適當塗佈量（參閱各系列相關頁數內容）

※ 如為潤滑油潤滑，請洽詢本公司。

效率修正係數

當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。
請依據各系列效率修正係數圖表求出修正係數 K_e ，並參考下列計算範例計算效率。

計算例

以 CSF-20-80-2A-GR 為例，計算下列條件下的效率 η （%）。

輸入轉速：1000r/min

負載轉矩 19.6N·m

潤滑方式：潤滑脂潤滑（Harmonic 潤滑脂® SK-1A）

潤滑劑溫度：20°C

型號 20、減速比 80 的額定轉矩為 34N·m（額定表：039 頁），轉矩比 α 為 0.58。（ $\alpha=19.6/34=0.58$ ）

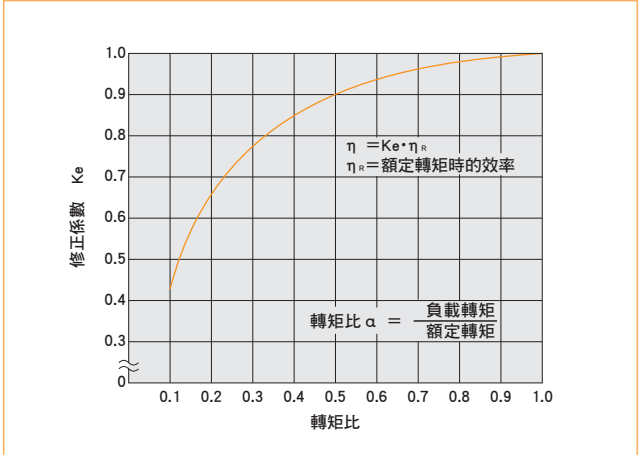
■依據圖表 023-1，得知效率修正係數 $K_e=0.93$

■負載轉矩 19.6N·m 時的效率 η 為

$\eta=K_e \cdot \eta_R=0.93 \times 78=73\%$ 。

效率修正係數（CSF 系列）

圖表 023-1



※ 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e=1$ 。

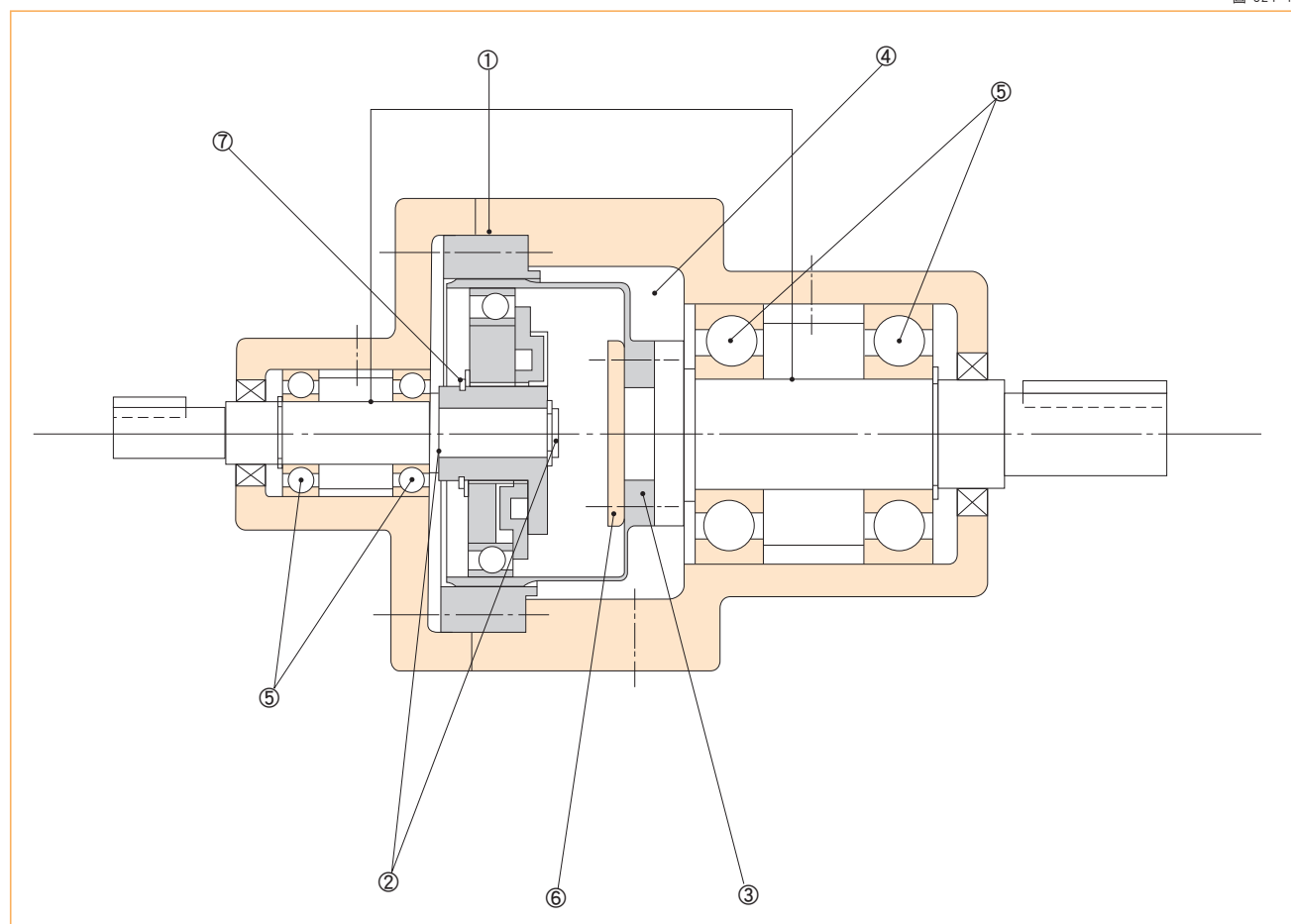
設計注意事項

設計指南

為充分發揮 Harmonic Drive® 性能，敬請注意下列各點。

- ①輸入軸、剛性齒輪、輸出軸及機殼應對正同心。
- ②波產生器會產生推力。輸入軸應採用可支撐該力的結構。關於推力，請參閱 027 頁。
- ③ Harmonic Drive® 雖為小型體積卻能傳動大轉矩，連結彈性齒杯與輸出軸的螺栓部分應以相應鎖緊轉矩加以鎖緊。
- ④彈性齒杯會彈性變形，機殼內壁尺寸應按照建議尺寸。
- ⑤輸入軸與輸出軸必須為合適軸承間隔的 2 點支撐結構，可完全承受作用於軸的徑向負載、推力負載，且不會為波產生器與彈性齒杯施加多餘力量。
- ⑥安裝彈性齒杯用凸緣的直徑不得超過彈性齒杯凸軸直徑，密接隔板的凸緣部分應取「R」面。各部分尺寸應符合建議尺寸。
- ⑦波產生器殼使用 C 形固定環進行固定，固定環鉤不得與機殼干涉。

圖 024 - 1



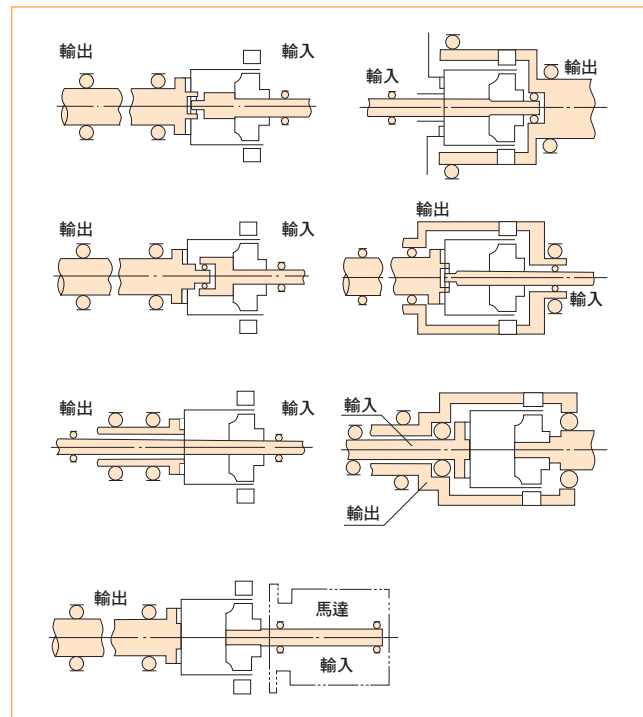
輸入及輸出軸的軸承支撐

元件型產品為承受來自外部的負載，輸入軸與輸出軸必須為合適軸承間隔的 2 點支撐結構，可完全承受作用於軸的徑向負載、推力負載，且不會為波產生器與彈性齒杯施加多餘力量。

此外，為了去除軸承間隙，請對徑向及推力方向使用已預載的軸承。

圖 025-1 為軸承配置例示意圖。

圖 025 -1



波產生器

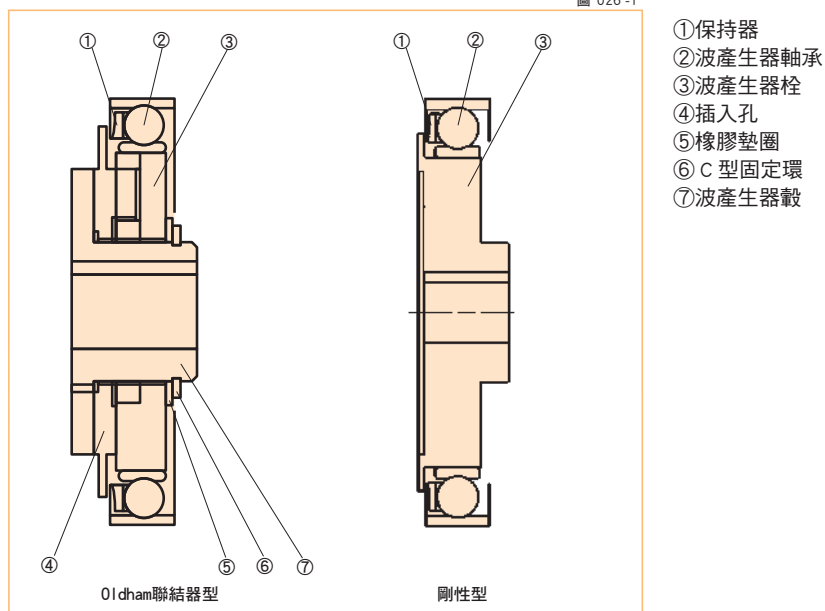
■波產生器的結構

Harmonic Drive® 的波產生器，可分具自動校準機構的 Oldham 聯結器型以及不具自動校準結構的一體型剛性型，各系列各有不同。

詳情請參閱各系列外觀圖。

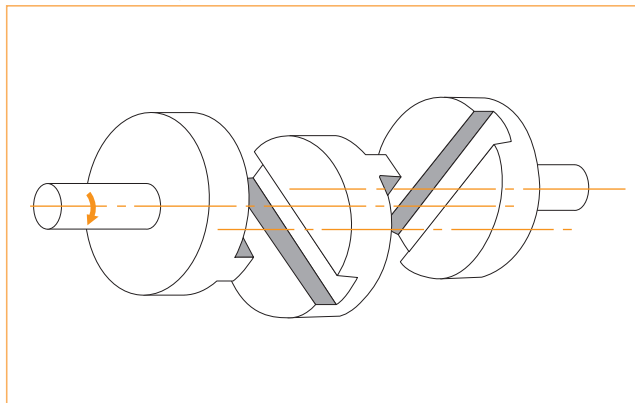
波產生器的基本結構以及形狀顯示如下。

圖 026 -1



Oldham 聯結器結構

圖 026 -2



■ 元件型的最大孔徑尺寸

波產生器的標準孔徑如各型號外觀尺寸圖，但可在表中所示的最大尺寸範圍內變更。

此時的鍵槽尺寸，建議為 JIS 規格。鍵槽的有效長度尺寸，應可充分承受傳動轉矩。

※ 亦可為圓錐孔等特殊形狀。

如果要讓孔徑大於最大尺寸，亦有取消 Oldham 聯結器機構的使用方式。

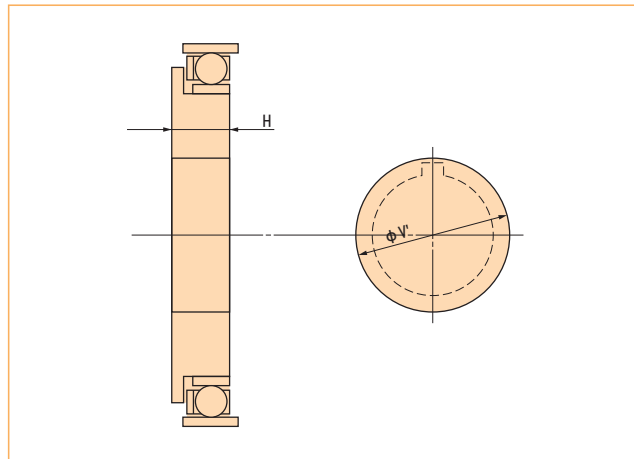
此時的最大孔徑，考慮負載轉矩造成波產生器栓變形等情況，最大僅能至下表所示的值。

（該值為包含鍵槽深度尺寸等的數值。）

若希望為其他孔徑，請洽詢本公司。

波產生器孔徑

圖 027-1



波產生器殼孔徑

表 027-1

單位：mm

型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
標準尺寸 (H7)	3	5	6	8	9	11	14	14	19	19	22	24	28	28	28
下孔尺寸	—	—	3	4	5	6	6	10	10	10	13	16	16	19	22
最大尺寸	—	—	8	10	13	15	15	20	20	20	25	30	35	37	40

將波產生器栓直接安裝至輸入軸時的最大栓孔徑

表 027-2

單位：mm

型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
最大孔徑 φV'	10	14	17	20	23	28	36	42	47	52	60	67	72	84	95
最小栓厚 ⁰ _{-0.1}	5.7	6.7	7.2	7.6	11.3	11.3	13.7	15.9	17.8	19	21.4	23.5	28.5	31.3	34.9

■ 波產生器的推力與軸固定

Harmonic Drive® 因為彈性齒杯彈性變形，運轉中會對波產生器施加推力。

用於減速機（010 頁①、②、③）時，推力將對彈性齒杯隔板方向作用。（圖 027-2）

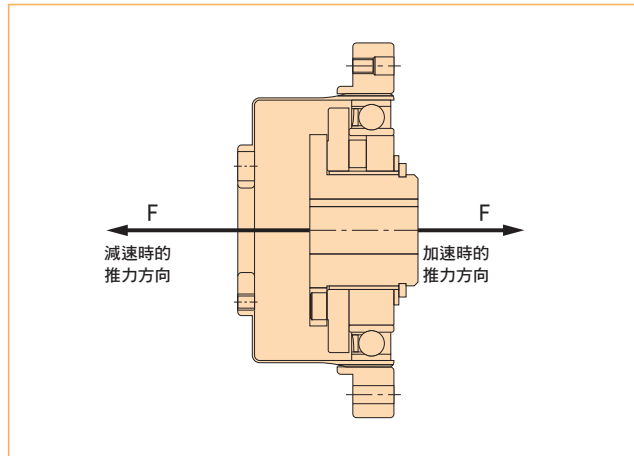
此外，用於加速機（010 頁④、⑤、⑥）時，其推力作用方向與減速時的方向相反。（圖 027-2）

波產生器的推力（最大值）可由下列公式求出。此外，推力會隨運轉條件而改變。高轉矩時、極低速時、固定連續旋轉時有增大的傾向，幾乎如同公式求出的值。無論任何情況，設計時務必採用阻止波產生器推力的結構。

（註）若希望於波產生器載加裝固定螺絲以固定輸入軸時，請務必洽詢本公司。

波產生器的推力方向

圖 027-2



推力計算公式

表 027-3

減速比	公式
30	$F = 2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 32^\circ$
50	$F = 2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 30^\circ$
80 以上	$F = 2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 20^\circ$

公式的記號

表 027-4

F	推力	N	參閱圖 027-2
D	(型號) × 0.00254	m	
T	輸出轉矩	N·m	

計算例

公式 027-1

機種名稱：CSF 系列

型號：32

減速比：50

輸出轉矩：382N·m（瞬間容許最大轉矩）

$$F = 2 \times \frac{382}{(32 \times 0.00254)} \times 0.07 \times \tan 30^\circ$$

$$F = 380N$$

組裝注意事項

密封機構

為防止潤滑脂滲漏並維護 Harmonic Drive® 的高度耐久性，需要下列密封機構。

- 旋轉滑動部……………油封（含彈簧）。此時請注意勿使軸側出現損傷等不良。
- 凸緣重合面、嵌合……………O 型環、密封劑。此時請注意平面不均整、O 型環遭咬入等情形。
- 螺孔部……………具封止效果的螺絲固定劑（建議使用 LOCTITE 242）或密封膠帶。

（註）尤其是使用 Harmonic 潤滑脂 #4B No.2 時，必須嚴格採用前述機構。

模組型的密封處與建議密封方式

表 028 -1

需要密封處		建議密封方式
輸出端	輸出凸緣中央的貫穿孔，以及輸出凸緣重合面	使用 O 型環（本公司產品隨附）
	安裝螺絲處	具封止效果的螺絲固定劑（建議使用 LOCTITE 242）
輸入端	凸緣重合面	使用 O 型環（本公司產品隨附）
	馬達輸出軸	請選擇附油封的型號。如果沒有油封，必須採用馬達安裝凸緣可安裝油封的結構。

組裝注意事項

Harmonic Drive® 可能因組裝時的不良，產生震動或異音。組裝時，請務必注意下列各點。

■波產生器注意事項

- 組裝時，應避免對波產生器軸承過度施力。旋轉波產生器，即可順利插入。
- 沒有 Oldham 機構的波產生器，尤應注意讓偏心、垂直的影響落在建議值範圍內（參閱各系列「組裝精度」）。

■剛性齒輪注意事項

- 檢查安裝面平整度是否不佳、有否歪斜。
- 檢查螺孔有無隆起、殘留毛邊、咬入異物。
- 檢查外殼組裝部是否針對剛性齒輪彎角部進行倒角或離隙加工，以避免干涉。
- 檢查剛性齒輪組裝進外殼後是否可旋轉，有無干涉卡住。
- 檢查螺絲插入安裝用螺絲孔時，是否因螺絲孔位不準、螺絲孔倒著加工等原因造成螺絲與剛性齒輪干涉，導致螺絲旋轉困難。
- 切勿以規定轉矩將螺絲一次鎖緊。請先以規定轉矩一半的力量暫時鎖緊，再用規定轉矩鎖緊。此外，請務必按照對角線的順序將螺絲鎖緊。
- 盡量避免釘扎剛性齒輪，以免降低旋轉精度。

■彈性齒杯注意事項

- 檢查安裝面平整度是否不佳、有否歪斜。
- 檢查螺孔有無隆起、殘留毛邊、咬入異物。
- 檢查外殼組裝部是否針對彈性齒杯彎角部進行倒角或離隙加工，以避免干涉。
- 檢查螺絲插入安裝用螺絲孔時，是否因螺絲孔位不準、螺絲孔倒著加工等原因造成螺絲與彈性齒杯干涉，導致螺絲旋轉困難。
- 切勿以規定轉矩將螺絲一次鎖緊。請先以規定轉矩一半的力量暫時鎖緊，再用規定轉矩鎖緊。此外，請務必按照對角線的順序將螺絲鎖緊。
- 檢查彈性齒杯與剛性齒輪組合時，有無極度偏往單側、嚙合不良的情形。如果偏往單側，應為該兩個零件出現偏心或垂直。
- 組裝彈性齒杯時，避免敲打開口部齒尖或過度用力壓入。

■防鏽對策

Harmonic Drive® 表面並無防鏽處理。
如需防鏽，應塗佈防鏽劑。
另外，如需本公司進行防鏽表面處理，請洽詢本公司。

※ 另請參閱 321 頁的“HarmonicDrive® 元件 & 模組使用安全注意事項”。

空轉狀態

彈性齒杯與刚性齒輪如圖 029-1 般呈現對稱嚙合，為正常現象。但如 013 頁所述，當發生棘輪效應或三項零件勉強壓入組裝的情況下，齒輪可能如圖 029-2 般偏向單邊嚙合。這就稱為空轉狀態。發生空轉卻依舊繼續運轉，將提早引發彈性齒杯疲勞破壞，務請注意。

■空轉的檢查方法

請用下列方法檢查是否發生空轉。

①以轉動波產生器時的轉矩差異進行判別的方法

- 1) 無負載狀態下，請徒手輕轉輸入軸。若以平均力量旋轉，為正常現象。若發現極端差異，就有可能發生空轉。
- 2) 波產生器已安裝至馬達時，請以無負載使其旋轉。馬達的平均電流值如果與正常嚙合時數值相比為 2 ~ 3 倍，就有可能發生空轉。

②測量彈性齒杯胴部振幅進行判別的方法

正常組裝時，針盤量規的振幅應如圖表 029-1 的實線所示描繪出正弦波，但發生空轉時，因為彈性齒杯偏向一側，將以虛線描繪出振幅。

正常嚙合狀態

圖 029 -1

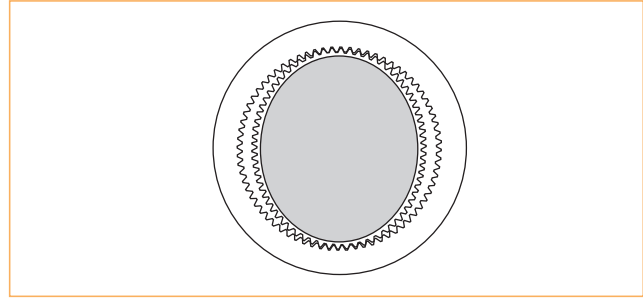
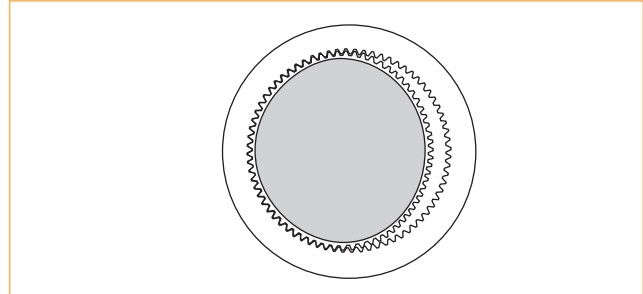
**空轉狀態**

圖 029 -2

**針盤量規振幅**

圖表 029 -1

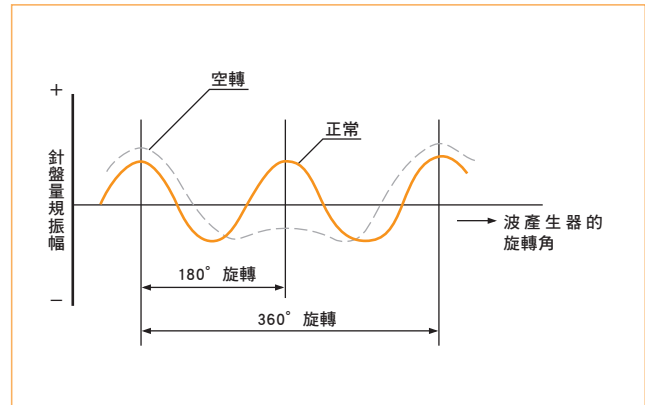
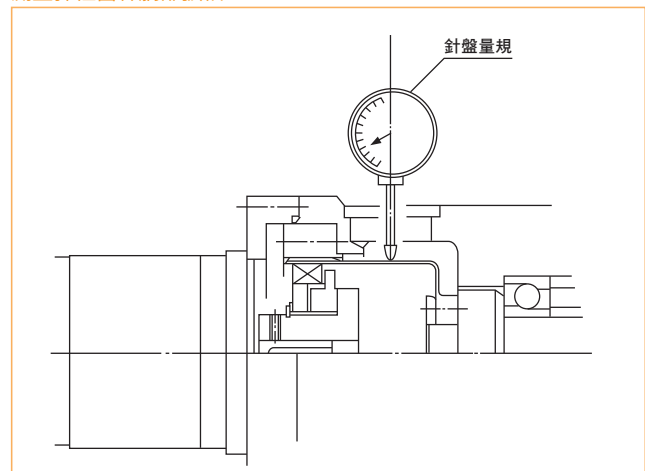
**測量彈性齒杯胴部振幅**

圖 029 -3



檢查主軸承

模組型以及減速機型在外部負載（輸出凸緣部）的直接支撐組裝了精密交叉滾柱軸承。（CSF-mini 系列為精密 4 點接觸滾珠軸承）為充分發揮模組型的性能，請檢查最大負載力矩負重、軸承壽命以及靜態安全係數。

■主軸承的規格，請參閱各系列相關頁數內容。

確認步驟

①確認最大負載力矩負重(M_{max})

求出最大負載力矩負重(M_{max})

最大負載力矩負重(M_{max}) ≤ 容許力矩(M_c)

②確認壽命

求出平均徑向負載(F_{rav})、平均軸向負載(F_{aav})

求出徑向負載係數(X)、軸向負載係數(Y)

計算並確認壽命

③確認靜態安全係數

求出靜態等價徑向負載(P_o)

確認靜態安全係數(f_s)

最大負載力矩負重計算方法

最大負載力矩負重(M_{max})的計算方法如下所示。
請確認 $M_{max} \leq M_c$ 。

公式 030-1

$$M_{max} = F_{rmax}(L_r + R) + F_{amax} \cdot L_a$$

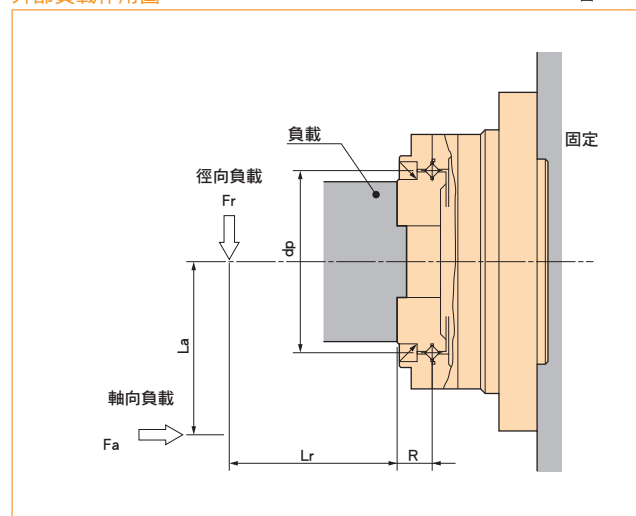
公式 030-1 的記號

表 030-1

F_{rmax}	最大徑向負載	N (kgf)	參閱圖 030-1
F_{amax}	最大軸向負載	N (kgf)	參閱圖 030-1
L_r, L_a	—	m	參閱圖 030-1
R	偏移量	m	參閱圖 030-1、各系列「主軸承規格」

外部負載作用圖

圖 030-1



平均負載的計算方法

(平均徑向負載、平均軸向負載、平均輸出轉數)

徑向負載、軸向負載如有變化，則換算為平均負載確認軸承使用壽命。

平均徑向負載 (F_{rav}) 的計算方法

公式 031 -1

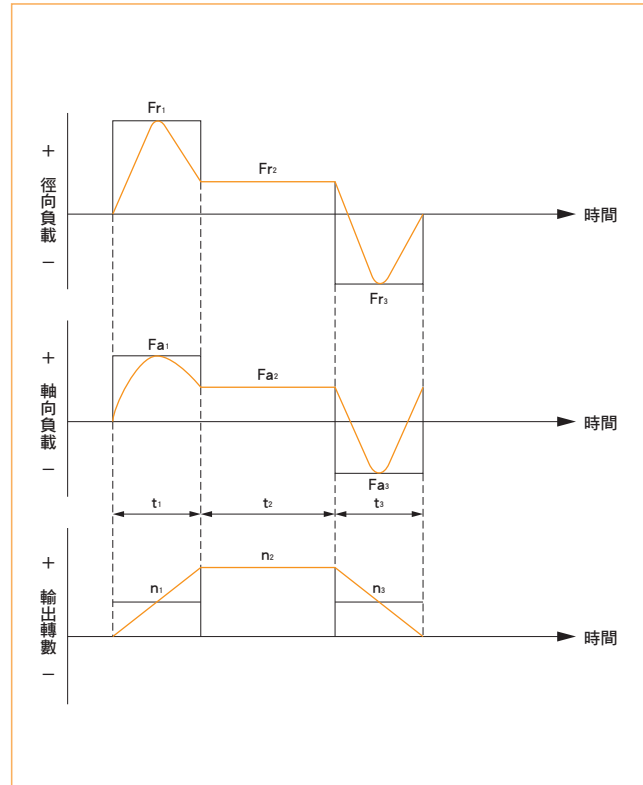
圖表 031 -1

(交叉滾柱軸承)

$$F_{rav} = \sqrt[10/3]{\frac{n_1 t_1 (IFr_1)^{10/3} + n_2 t_2 (IFr_2)^{10/3} \dots + n_n t_n (IFr_n)^{10/3}}{n_1 t_1 + n_2 t_2 \dots + n_n t_n}}$$

(4點接觸軸承)

$$F_{rav} = \sqrt[3]{\frac{n_1 t_1 (IFr_1)^3 + n_2 t_2 (IFr_2)^3 \dots + n_n t_n (IFr_n)^3}{n_1 t_1 + n_2 t_2 \dots + n_n t_n}}$$

但在 t_1 區間內的最大徑向負載為 Fr_1 ， t_3 區間內的最大徑向負載為 Fr_3 。平均軸向負載 (F_{aav}) 的計算方法

公式 031 -2

(交叉滾柱軸承)

$$F_{aav} = \sqrt[10/3]{\frac{n_1 t_1 (IFa_1)^{10/3} + n_2 t_2 (IFa_2)^{10/3} \dots + n_n t_n (IFa_n)^{10/3}}{n_1 t_1 + n_2 t_2 \dots + n_n t_n}}$$

(4點接觸軸承)

$$F_{aav} = \sqrt[3]{\frac{n_1 t_1 (IFa_1)^3 + n_2 t_2 (IFa_2)^3 \dots + n_n t_n (IFa_n)^3}{n_1 t_1 + n_2 t_2 \dots + n_n t_n}}$$

但在 t_1 區間內的最大軸向負載為 Fa_1 ， t_3 區間內的最大軸向負載為 Fa_3 。平均輸出轉數 (N_{av}) 的計算方法

公式 031 -3

$$N_{av} = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 \dots + n_n t_n}{t_1 + t_2 \dots + t_n}$$

徑向負載係數(X)、推力負載係數(Y)的計算方法

公式 031 -4

負載係數的計算方法	X	Y
$\frac{F_{aav}}{F_{rav} + 2 (F_{rav} (L_r + R) + F_{aav} \cdot L_a) / d_p} \leq 1.5$	1	0.45
$\frac{F_{aav}}{F_{rav} + 2 (F_{rav} (L_r + R) + F_{aav} \cdot L_a) / d_p} > 1.5$	0.67	0.67

公式 031-4 的記號

表 031 -1

F_{rav}	平均徑向負載	N (kgf)	參閱「平均負載的計算方法」 (參閱公式 031-1)
F_{aav}	平均軸向負載	N (kgf)	參閱「平均負載的計算方法」 (參閱公式 031-2)
L_r, L_a	——	m	參閱圖 030-1
R	偏移量	m	參閱圖 030-1、各系列「主軸承規格」
d_p	轉子節圓直徑	m	參閱圖 030-1、各系列「主軸承規格」

壽命的計算方法

軸承的使用壽命，可由公式 032-1 求出。
動態等價徑向負載（Pc），可由公式 032-2 求出。

公式 032 -1

(交叉滾柱軸承)

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \times N_{av}} \times \left(\frac{C}{f_w \cdot P_c} \right)^{10/3}$$

(4點接觸軸承)

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \times N_{av}} \times \left(\frac{C}{f_w \cdot P_c} \right)^3$$

公式 032 -2

$$P_c = X \cdot \left(F_{rav} + \frac{2(F_{rav}(L_r + R) + F_{aav} \cdot L_a)}{d_p} \right) + Y \cdot F_{aav}$$

公式 032-2 的記號

表 032 -2

F _{rav}	平均徑向負載	N (kgf)	參閱「平均負載的計算方法」 (參閱公式 031-1)
F _{aav}	平均軸向負載	N (kgf)	參閱「平均負載的計算方法」 (參閱公式 031-2)
d _p	轉子節圓直徑	m	參閱圖 030-1、各系列 「主軸承規格」
X	徑向負載係數	——	參閱公式 031-4
Y	軸向負載係數	——	參閱公式 031-4
L _r ,L _a	——	m	參閱圖 030-1
R	偏移量	m	參閱圖 030-1、各系列 「主軸承規格」

公式 032-1 的記號

表 032 -1

L ₁₀	壽命	hour	——
N _{av}	平均輸出轉速	r/min	參閱「平均負載的計算方法」
C	基本動定格荷重	N (kgf)	參閱各系列「主軸承規格」
P _c	動態等價徑向負載	N (kgf)	參閱公式 032-2
f _w	負載係數	——	參閱表 032-3

負載係數

表 032 -3

負載狀態	f _w
平順無衝擊、振動的運轉時	1 ～ 1.2
一般運轉時	1.2 ～ 1.5
有衝擊、振動的運轉時	1.5 ～ 3

振盪運動時的壽命計算方法

振盪運動時的軸承使用壽命，可由公式 033-1 求出。

公式 033 - 1

(交叉滾柱軸承)

$$Loc = \frac{10^6}{60 \times n1} \times \frac{90}{\theta} \times \left(\frac{C}{fw \cdot Pc} \right)^{10/3}$$

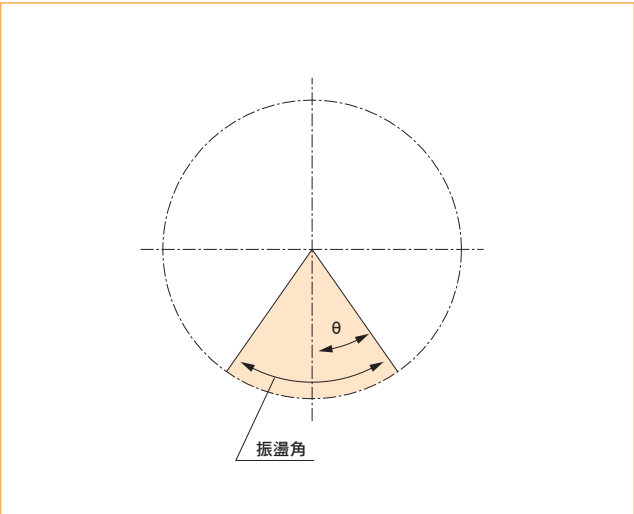
(4點接觸軸承)

$$Loc = \frac{10^6}{60 \times n1} \times \frac{90}{\theta} \times \left(\frac{C}{fw \cdot Pc} \right)^3$$

公式 033-1 的記號

表 033 - 1

Loc	振盪運動時的額定壽命	hour	—
n1	每分鐘來回振盪次數	cpm	—
C	基本動定格荷重	N (kgf)	參閱各系列「主軸承規格」
Pc	動態等價徑向負載	N (kgf)	參閱公式 032-2
fw	負載係數	—	參閱表 032-3
θ	振盪角 / 2	度	參閱圖 033-1



(註) 振盪角較小 (5° 以下) 時，軌道輪與轉動體的接觸面不易形成油膜，會產生磨耗，此情況請洽詢本公司。

靜態安全係數的計算方法

一般會將基本靜額定負載（Co）視為靜態等價負載的容許限制，但要依據使用條件或要求條件求出限制。
此時，軸承的靜態安全係數（fs）可由公式 034-1 求出。
使用條件的一般數值，如表 034-3 所示。靜態等價徑向負載（Po），可由公式 034-2 求出。

公式 034 -1

$$f_s = \frac{C_o}{P_o}$$

公式 034 -2

$$P_o = F_{rmax} + \frac{2M_{max}}{d_p} + 0.44F_{amax}$$

公式 034-1 的記號

表 034 -1

Co	基本靜額定負載	N (kgf)	參閱各系列「主軸承規格」
Po	靜態等價徑向負載	N (kgf)	參閱公式 034-2

公式 034-2 的記號

表 034 -2

F _{rmax}	最大徑向負載	N (kgf)	030 頁 參閱「最大負載力矩負重的 計算方法」
F _{amax}	最大軸向負載	N (kgf)	
M _{max}	最大負載力矩負重	Nm (kgfm)	
d _p	轉子節圓直徑	m	參閱圖 030-1、各系列 「主軸承規格」

靜態安全係數

表 034 -3

軸承使用條件	f _s
需要高旋轉精度時	≧3
有振動、衝擊時	≧2
一般運轉條件時	≧1.5



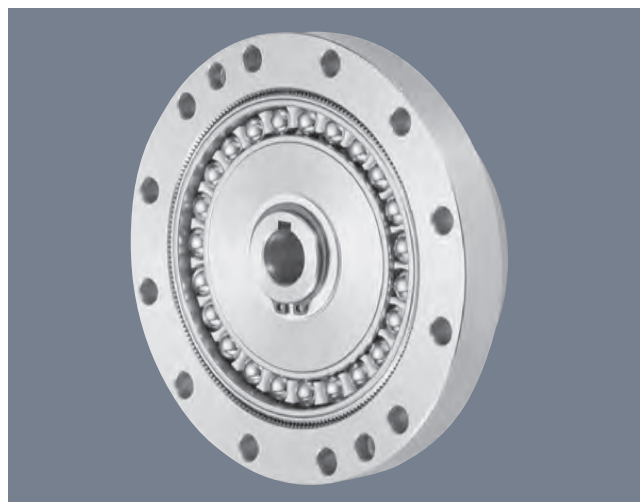
CSG	035
CSF	035
CSD	061
SHG	079
SHF	079
FB	103
FR	111

CSG/CSF 系列

Component Type CSG/CSF

特 徵	036
型式、記號	037
技術資料	038
額定表	038
外觀圖	040
尺寸表	041
角傳動精度	042
遲滯損失	042
最大背隙量	042
剛性 (彈簧常數)	042
起動轉矩	043
加速起動轉矩	043
鬆脫轉矩	044
屈曲轉矩	044
無負載運轉轉矩	044
效率特性	046
設計指南	048
潤 滑	048
組裝精度	051
密封機構	051
基本三零件之組裝	052
應用案例	059

特徵



■ CSG / CSF 系列元件型

CSG / CSF 系列元件型能夠對應追求高功能化、高速化、高負載容量、高密度化及微小化等加速技術創新的需求，呈現充實的產品陣容，客戶可根據要求選擇最佳機種。

CSG / CSF 系列元件型僅以三項基礎零件組成。可直接組裝至機械、裝置，提升設計自由度。

CSG / CSF 系列的特徵

- 設計輕巧、簡單
- 高轉矩容量
- 高剛性
- 無背隙
- 優異的定位精度及旋轉精度
- 輸出輸入軸位於同軸

新種類

CSG 系列：高轉矩用

- 較 CSF 系列提升 30% 轉矩容量
- 較 CSF 系列延長 43% 使用壽命（10,000 小時）

減速比 30：高速用

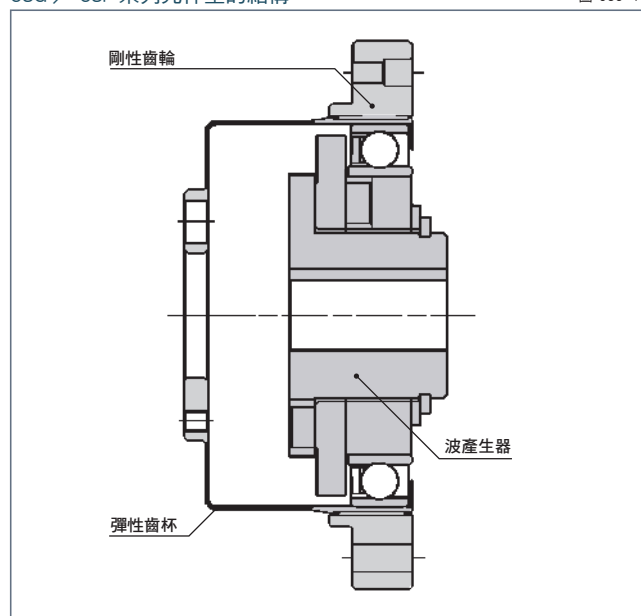
- 保留無背隙 Harmonic Drive® 的優點，實現減速比 30

CSF-8、11 系列：小型化

- 讓 IH 齒形的優勢亦展現於小型型號
- 較舊有 CS 系列提升 30% 轉矩容量
- 較舊有 CS 系列加強 100% 剛性
- 大幅提升使用壽命

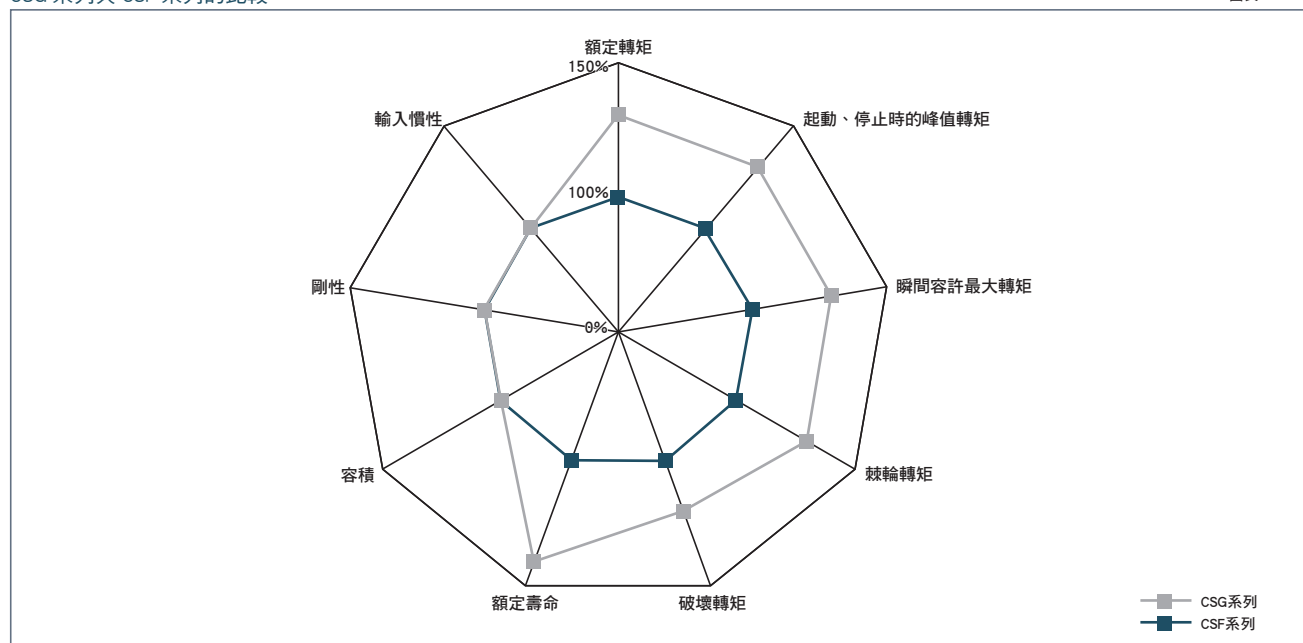
CSG / CSF 系列元件型的結構

圖 036-1



CSG 系列與 CSF 系列的比較

圖表 036-1



型式、記號

CSG - 25 - 100 - 2A - GR - 規格1-規格2

表 037 -1

機種名稱	型號	減速比 (註)						型式	特殊規格
CSG	14	50	80	100	—	—	2A=元件型 2UH=模組型	精度等級 GR= 高精度 Harmonic Drive ※ 型號 14、17 為 R ※ 2UH 上不標示	SP=形狀或性能等特殊規格 無記載=標準品
	17	50	80	100	120	—			
	20	50	80	100	120	160			
	25	50	80	100	120	160			
	32	50	80	100	120	160			
	40	50	80	100	120	160			
	45	50	80	100	120	160			
	50	—	80	100	120	160			
	58	—	80	100	120	160			
	65	—	80	100	120	160			

(註) 減速比表示為輸入：波產生器、固定：剛性齒輪、輸出：彈性齒杯。

CSF - 25 - 100 - 2A - GR - 規格1-規格2

表 037 -2

機種名稱	型號	減速比 (註)						型式	特殊規格	
CSF	8	30	50	—	100	—	—	2A=元件型 2UH=模組型	精度等級 GR= 高精度 Harmonic Drive ※ 型號 8、11、14、17 為 R ※ 2UH 上不標示	SP=形狀或性能等特殊規格 無記載=標準品
	11	30	50	—	100	—	—			
	14	30	50	80	100	—	—			
	17	30	50	80	100	120	—			
	20	30	50	80	100	120	160			
	25	30	50	80	100	120	160			
	32	30	50	80	100	120	160			
	40	—	50	80	100	120	160			
	45	—	50	80	100	120	160			
	50	—	50	80	100	120	160			
	58	—	50	80	100	120	160			
	65	—	50	80	100	120	160			
	80	—	50	80	100	120	160			
	90	—	50	80	100	120	160			
	100	—	50	80	100	120	160			

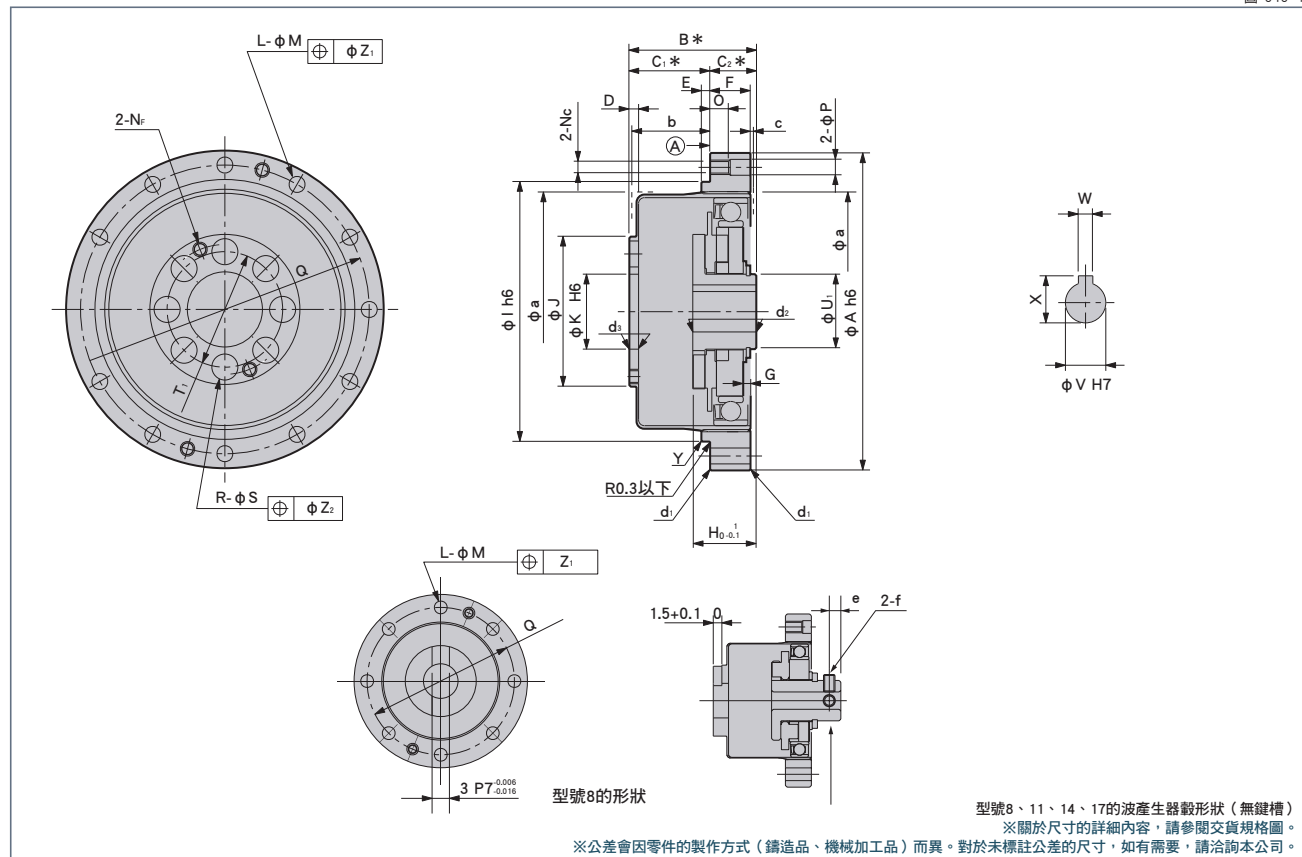
(註) 減速比表示為輸入：波產生器、固定：剛性齒輪、輸出：彈性齒杯。

外觀圖

本產品的 CAD 數據 (DXF) 可由本公司官網下載。

URL : <https://www.hds.co.jp/>

圖 040-1



■彈性齒杯的螺栓與 Pin 併用安裝 (選項)

若預測會施加額定表所示的瞬間容許最大轉矩,則建議併用彈性齒杯鎖緊螺栓與 Pin。Pin 孔為鉸孔加工,孔徑及位置度如圖 040-2。

此外,CSF 系列與 CSG 系列的 Pin 孔數不同。

CSG 系列的詳情,請參閱 056 頁。

圖 040-2

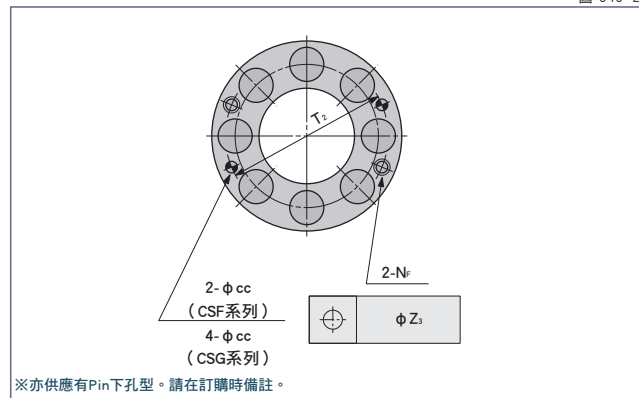
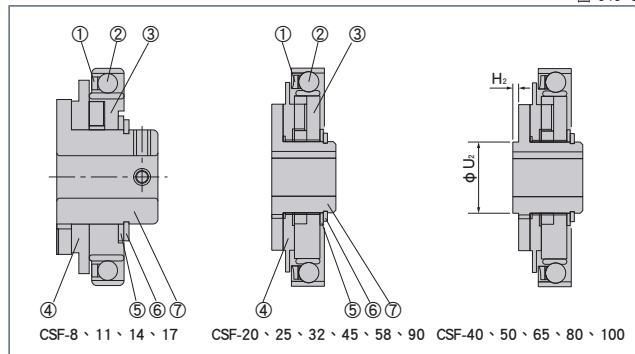


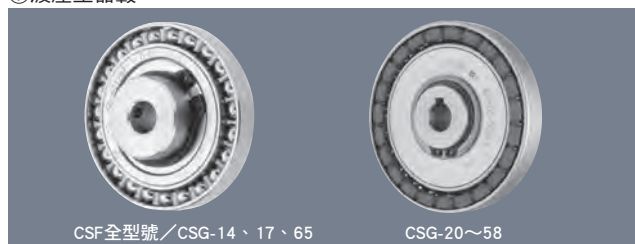
圖 040-3



■波產生器的形狀

波產生器的結構為 Oldham 聯結器結構。

- ①保持器
- ②波產生器軸承
- ③波產生器栓
- ④插入孔
- ⑤橡膠墊圈
- ⑥C型固定環
- ⑦波產生器載



尺寸表

表 041 -1
單位：mm

記號	型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
φA h6		30	40	50	60	70	85	110	135	155	170	195	215	265	300	330
B*	CSG 系列	—	—	28.5 ⁰ _{-0.4}	32.5 ⁰ _{-0.4}	33.5 ⁰ _{-0.4}	37 ⁰ _{-0.5}	44 ⁰ _{-0.6}	53 ⁰ _{-0.6}	58.5 ⁰ _{-0.6}	64 ⁰ _{-0.6}	75.5 ⁰ _{-0.6}	83 ⁰ _{-0.6}	—	—	—
	CSF 系列	22.1 ⁰ _{-0.3}	25.8 ⁰ _{-0.7}	28.5 ⁰ _{-0.8}	32.5 ⁰ _{-0.9}	33.5 ⁰ _{-1.0}	37 ⁰ _{-1.0}	44 ⁰ _{-1.1}	53 ⁰ _{-1.1}	58.5 ⁰ _{-1.2}	64 ⁰ _{-1.3}	75.5 ⁰ _{-1.3}	83 ⁰ _{-1.3}	101 ⁰ _{-1.3}	112.5 ⁰ _{-1.4}	125 ⁰ _{-1.6}
C1*		12.5 ^{+0.2} ₀	14.5 ^{+0.4} ₀	17.5 ^{+0.4} ₀	20 ^{+0.5} ₀	21.5 ^{+0.6} ₀	24 ^{+0.6} ₀	28 ^{+0.6} ₀	34 ^{+0.6} ₀	38 ^{+0.6} ₀	41 ^{+0.6} ₀	48 ^{+0.6} ₀	52.5 ^{+0.6} ₀	64 ^{+0.6} ₀	71.5 ^{+0.8} ₀	79 ^{+1.0} ₀
C2*		9.6	11.3	11	12.5	12	13	16	19	20.5	23	27.5	30.5	37	41	46
D		2.7	2	2.4	3	3	3	3.2	4	4.5	5	5.8	6.5	8	9	10
E		—	2	2	2.5	3	3	3	4	4	4	5	5	6	6	6
F		4.5	5	6	6.5	7.5	10	14	17	19	22	25	29	36	41	46
G	CSG 系列	—	—	1.4	1.6	1.5	3.5	4.2	5.6	6.3	7	8.2	9.5	—	—	—
	CSF 系列	—	—	0.4	0.3	0.1	2.1	2.5	3.3	3.7	4.2	4.8	5.8	6.6	7.5	8.3
H _{1-0.1}	CSG 系列	—	—	18.5	20.7	21.5	21.6	23.6	29.7	30.5	34.8	38.3	44.6	—	—	—
	CSF 系列	12	16	17.6	19.5	20.1	20.2	22	27.5	27.9	32	34.9	40.9	49.1	48.2	56.7
H2		—	—	—	—	—	—	—	0.4	—	0.8	—	2.2	3.1	—	4.5
φI h6	減速比 30 以外	—	31	38	48	54	67	90	110	124	135	156	177	218	245	272
	減速比 30	—	31	38	48	55	68	90	—	—	—	—	—	—	—	—
φJ		12.3	17.8	23	27.2	32	40	52	64	72	80	92.8	104	128	144	160
φK H6		6	6	11	10	16	20	26	32	36	40	46	52	65	72	80
L	CSG 系列	—	—	8	16	16	16	16	16	16	16	16	16	—	—	—
	CSF 系列	8	8	6	12	12	12	12	12	12	12	12	12	16	16	16
φM		2.2	2.9	3.5	3.4	3.5	4.5	5.5	6.6	9	9	11	11	11	14	14
NC		M2	M2.5	M3	M3	M3	M4	M5	M6	M8	M8	M10	M10	M10	M12	M12
NF		—	—	M3	M3	M3	M4	M5	M6	M6	M8	M8	M8	M8	M12	M10
O		3	3	6	6.5	4	6	7	9	12	13	15	15	15	18	20
φP		2.2	2.9	—	—	3.5	4.5	5.5	6.6	9	9	11	11	11	14	14
Q (PCD)		25.5	35	44	54	62	75	100	120	140	150	175	195	240	270	300
R		—	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	10	8	12
φS		—	3.4	4.5	5.5	5.5	6.6	9	11	13.5	15.5	15.5	18	18	22	22
T1 (PCD)		—	12	17	19	24	30	40	50	54	60	70	80	100	110	130
T2 (PCD)		—	15.2	18.5	21.5	27	34	45	56	61	68	79	90	114	120	142
φU1		7	11	14	18	21	26	26	32	32	32	40	48	55	60	65
φU2		—	—	—	—	—	—	—	32	—	—	32	—	48	55	—
φV	標準 (H7)	3	5	6	8	9	11	14	14	19	19	22	24	28	28	28
	最大尺寸	—	—	8	10	13	15	16	20	20	20	25	30	35	37	40
WJs9		—	—	—	—	3	4	5	5	6	6	6	8	8	8	8
X		—	—	—	—	10.4 ^{+0.1} ₀	12.8 ^{+0.1} ₀	16.3 ^{+0.1} ₀	16.3 ^{+0.1} ₀	21.8 ^{+0.1} ₀	21.8 ^{+0.1} ₀	24.8 ^{+0.1} ₀	27.3 ^{+0.2} ₀	31.3 ^{+0.2} ₀	31.3 ^{+0.2} ₀	31.3 ^{+0.2} ₀
Y		—	C0.2	C0.3	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.8	C0.8	C0.8	C0.8	C0.8	C0.8
φZ1		0.1	0.2	0.25	0.20	0.25	0.25	0.25	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0
φZ2		—	0.2	0.25	0.25	0.25	0.3	0.5	0.5	0.75	0.75	0.75	1.0	1.0	1.0	1.0
φZ3		—	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
φa		21.5	30	38	45	53	66	86	106	119	133	154	172	212	239	265
	機殼內壁	11.34	14	17.1	19	20.5	23	26.8	33	36.5	39	46.2	50	61	68.5	76
	c	0.5	0.5	1	1	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2.5	2.5	3	3	3
φccH7	CSG 系列	—	—	3	3	3	4	5	6	6	8	8	8	—	—	—
	CSF 系列	—	2	3	3	3	4	5	6	6	8	8	8	8	12	10
d1		C0.3	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4
d2		C0.3	C0.3	C0.4	C0.5	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4
d3		C0.3	C0.3	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5
e		2	3	2.5	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
f		M2×3	M3×4	M3×4	M3×6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
質量 (kg)		0.026	0.05	0.09	0.15	0.28	0.42	0.89	1.7	2.3	3.2	4.7	6.7	12.4	17.6	23.5

●剛性齒輪的安裝面為圖中Ⓐ面。安裝至機殼等處時，請貼合此面。

●下述尺寸可變更或追加加工。

波產生器：尺寸V
彈性齒杯：尺寸R、S
剛性齒輪：尺寸L、M

●* 記號的尺寸 B、C₁、C₂ 為構成 Harmonic Drive® 三項零件（波產生器、彈性齒杯、剛性齒輪）軸方向的配合位置及容許公差。請務必遵守上述尺寸，以免影響性能、強度。

●由於彈性齒杯會彈性變形，為了避免與機殼接觸，內壁的尺寸請保持在 φa、b、c 以上。

角傳動精度（相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。）

表 042-1

減速比	型號		8	11	14	17	20	25	32	40 ~ 100
	規格									
30	標準品	×10°rad	5.8	5.8	5.8	4.4	4.4	4.4	4.4	—
		arc-min	2	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	—
	特殊品	×10°rad	—	—	—	—	2.9	2.9	2.9	—
		arc-min	—	—	—	—	1	1	1	—
50 以上	標準品	×10°rad	5.8	5.8	4.4	4.4	2.9	2.9	2.9	2.9
		arc-min	2	2	1.5	1.5	1	1	1	1
	特殊品	×10°rad	—	—	2.9	2.9	1.5	1.5	1.5	1.5
		arc-min	—	—	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5

※ 型號 11 的減速比 100 為角傳動精度 4.4×10°rad/1.5arc-min。

遲滯損失（相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。）

表 042-2

減速比	型號	8	11	14	17	20	25	32	40 以上
30	×10°rad	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	—
	arc-min	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	—
50	×10°rad	8.7	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
	arc-min	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
80 以上	×10°rad	5.8	5.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
	arc-min	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

最大背隙量（相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。）

表 042-3

減速比	型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
30	×10°rad	28.6	23.8	29.1	16.0	13.6	13.6	11.2	—	—	—	—	—	—	—	—
	arc-sec	59	49	60	33	28	28	23	—	—	—	—	—	—	—	—
50	×10°rad	17.0	14.1	17.5	9.7	8.2	8.2	6.8	6.8	5.8	5.8	4.8	4.8	4.8	3.9	2.9
	arc-sec	35	24	36	20	17	17	14	14	12	12	10	10	10	8	6
80	×10°rad	—	—	11.2	6.3	5.3	5.3	4.4	4.4	3.9	3.9	2.9	2.9	2.9	2.4	2.4
	arc-sec	—	—	23	13	11	11	9	9	8	8	6	6	6	5	5
100	×10°rad	8.7	7.3	8.7	4.8	4.4	4.4	3.4	3.4	2.9	2.9	2.4	2.4	2.4	1.9	1.5
	arc-sec	18	15	18	10	9	9	7	7	6	6	5	5	5	4	3
120	×10°rad	—	—	—	3.9	3.9	3.9	2.9	2.9	2.4	2.4	1.9	1.9	1.9	1.5	1.5
	arc-sec	—	—	—	8	8	8	6	6	5	5	4	4	4	3	3
160	×10°rad	—	—	—	—	2.9	2.9	2.4	2.4	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0
	arc-sec	—	—	—	—	6	6	5	5	4	4	3	3	3	2	2

剛性（彈簧常數）（相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。）

表 042-4

記號		型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
T ₁		N-m	0.29	0.80	2.0	3.9	7.0	14	29	54	76	108	168	235	430	618	843
		kgf-m	0.03	0.082	0.20	0.40	0.70	1.4	3.0	5.5	7.8	11	17	24	44	63	86
T ₂		N-m	0.75	2.0	6.9	12	25	48	108	196	275	382	598	843	1570	2260	3040
		kgf-m	0.077	0.20	0.7	1.2	2.5	4.9	11	20	28	39	61	86	160	230	310
減速比 30	K ₁	×10°N-m/rad	0.034	0.084	0.19	0.34	0.57	1.0	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—
		kgf-m/arc-min	0.010	0.025	0.056	0.10	0.17	0.30	0.70	—	—	—	—	—	—	—	—
	K ₂	×10°N-m/rad	0.044	0.13	0.24	0.44	0.71	1.3	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—
		kgf-m/arc-min	0.013	0.037	0.07	0.13	0.21	0.40	0.89	—	—	—	—	—	—	—	—
	K ₃	×10°N-m/rad	0.054	0.16	0.34	0.67	1.1	2.1	4.9	—	—	—	—	—	—	—	—
		kgf-m/arc-min	0.016	0.047	0.10	0.20	0.32	0.62	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—
	θ ₁	×10°rad	8.5	9.5	10.5	11.5	12.3	14	12.1	—	—	—	—	—	—	—	—
		arc-min	3.0	3.3	3.6	4.0	4.1	4.7	4.3	—	—	—	—	—	—	—	—
	θ ₂	×10°rad	19	19	31	30	38	40	38	—	—	—	—	—	—	—	—
		arc-min	6.6	6.5	10.7	10.2	12.7	13.4	13.3	—	—	—	—	—	—	—	—
減速比 50	K ₁	×10°N-m/rad	0.044	0.22	0.34	0.81	1.3	2.5	5.4	10	15	20	31	44	81	118	162
		kgf-m/arc-min	0.013	0.066	0.1	0.24	0.38	0.74	1.6	3.0	4.3	5.9	9.3	13	24	35	48
	K ₂	×10°N-m/rad	0.067	0.30	0.47	1.1	1.8	3.4	7.8	14	20	28	44	61	115	162	222
		kgf-m/arc-min	0.020	0.090	0.14	0.32	0.52	1.0	2.3	4.2	6.0	8.2	13	18	34	48	66
	K ₃	×10°N-m/rad	0.084	0.32	0.57	1.3	2.3	4.4	9.8	18	26	34	54	78	145	206	283
		kgf-m/arc-min	0.025	0.096	0.17	0.4	0.67	1.3	2.9	5.3	7.6	10	16	23	43	61	84
	θ ₁	×10°rad	6.6	3.6	5.8	4.9	5.2	5.5	5.5	5.2	5.2	5.5	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
		arc-min	2.3	1.2	2.0	1.7	1.8	1.9	1.9	1.8	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	θ ₂	×10°rad	13	8	16	12	15.4	15.7	15.7	15.4	15.1	15.4	15.1	15.1	15.1	15.4	15.1
		arc-min	4.7	2.6	5.6	4.2	5.3	5.4	5.4	5.3	5.2	5.3	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2

※ 本表數值為參考值。下限值約為標示數值的 80%。

表 043-1

記號		型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
T ₁	N·m		0.29	0.80	2.0	3.9	7.0	14	29	54	76	108	168	235	430	618	843
	kgf·m		0.03	0.082	0.2	0.4	0.7	1.4	3.0	5.5	7.8	11	17	24	44	63	86
T ₂	N·m		0.75	2.0	6.9	12	25	48	108	196	275	382	598	843	1570	2260	3040
	kgf·m		0.077	0.2	0.7	1.2	2.5	4.9	11	20	28	39	61	86	160	230	310
減速比 80 以上	K ₁	X10 ³ N·m/rad	0.091	0.27	0.47	1	1.6	3.1	6.7	13	18	25	40	54	100	145	200
		kgf·m/arc-min	0.027	0.080	0.14	0.3	0.47	0.92	2.0	3.8	5.4	7.4	12	16	30	43	59
	K ₂	X10 ³ N·m/rad	0.10	0.34	0.61	1.4	2.5	5.0	11	20	29	40	61	88	162	230	310
		kgf·m/arc-min	0.031	0.10	0.18	0.4	0.75	1.5	3.2	6.0	8.5	12	18	26	48	68	93
	K ₃	X10 ³ N·m/rad	0.12	0.44	0.71	1.6	2.9	5.7	12	23	33	44	71	98	185	263	370
		kgf·m/arc-min	0.036	0.13	0.21	0.46	0.85	1.7	3.7	6.8	9.7	13	21	29	55	78	110
	θ ₁	X10 ⁻³ rad	3.2	3.0	4.1	3.9	4.4	4.4	4.4	4.1	4.1	4.4	4.1	4.4	4.4	4.4	4.4
		arc-min	1.1	1.0	1.4	1.3	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5
	θ ₂	X10 ⁻³ rad	8	6	12	9.7	11.3	11.1	11.6	11.1	11.1	11.1	11.1	11.3	11.3	11.6	11.3
		arc-min	2.6	2.2	4.2	3.3	3.9	3.8	4.0	3.8	3.8	3.8	3.8	3.9	3.9	4.0	3.9

※ 本表數值為參考值。下限值約為標示數值的 80%。

起動轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異，僅作參考值之用。

表 043-2

單位：cN·m

減速比	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
50	3.6	5.6	7.3	13	29	51	69	—	—	—
80	2.6	3.6	4.5	8.5	18	32	45	59	90	121
100	2.3	3.2	4.1	7.6	17	29	40	53	80	108
120	—	3.0	3.6	6.9	14	26	36	50	74	101
160	—	—	3.2	6.1	13	23	32	43	64	88

表 043-3

單位：cN·m

減速比	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
30	1.3	2.7	4.3	6.5	11	19	45	—	—	—	—	—	—	—	—
50	0.8	1.6	3.3	5.1	6.6	12	26	46	63	86	130	180	320	450	590
80	—	—	2.4	3.3	4.1	7.7	16	29	41	54	82	110	200	280	380
100	0.59	1.1	2.1	2.9	3.7	6.9	15	26	36	48	73	98	180	250	340
120	—	—	—	2.7	3.3	6.3	13	24	33	45	67	92	170	230	310
160	—	—	—	—	2.9	5.5	12	21	29	39	58	80	140	200	270

加速起動轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異，僅作參考值之用。

表 043-4

單位：N·m

減速比	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
50	1.5	2.8	4.4	8.3	18	31	41	—	—	—
80	1.5	2.8	4.6	8.5	18	31	43	58	89	132
100	1.9	3.1	5.0	9.2	20	34	46	63	97	143
120	—	3.4	5.4	10	21	37	52	69	107	154
160	—	—	6.4	12	25	44	63	85	132	187

表 043-5

單位：N·m

減速比	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
30	0.65	1.3	2	3.2	5.5	10	21	—	—	—	—	—	—	—	—
50	0.5	1	1.4	2.5	4	7.5	16	28	37	52	80	110	200	270	360
80	—	—	1.4	2.5	4.2	7.7	16	28	39	53	81	120	200	270	370
100	0.7	1.4	1.7	2.8	4.5	8.4	18	31	42	57	88	130	220	300	400
120	—	—	—	3.1	4.9	9.2	19	34	47	63	97	140	240	330	440
160	—	—	—	—	5.8	11	23	40	57	77	120	170	290	390	540

鬆脫轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。)

■ CSG 系列

表 044-1
單位：N·m

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
50	110	190	280	580	1200	2300	3500	—	—	—
80	140	260	450	880	1800	3600	5000	7000	10000	14000
100	100	200	330	650	1300	2700	4000	5300	8300	12000
120	—	150	310	610	1200	2400	3600	4900	7500	10000
160	—	—	280	580	1200	2300	3300	4600	7200	10000

■ CSF 系列

表 044-2
單位：N·m

減速比 \ 型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
30	11	29	59	100	170	340	720	—	—	—	—	—	—	—	—
50	12	34	88	150	220	450	980	1800	2700	3700	5800	7800	14000	20000	29000
80	—	—	110	200	350	680	1400	2800	3900	5400	8200	11000	22000	30000	44000
100	14	43	84	160	260	500	1000	2100	3100	4100	6400	9400	16000	23000	33000
120	—	—	—	120	240	470	980	1900	2800	3800	5800	8300	15000	21000	30000
160	—	—	—	—	220	450	980	1800	2600	3600	5600	8000	14000	20000	28000

屈曲轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。)

■ CSG 系列

表 044-3
單位：N·m

型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
全減速比	260	500	800	1700	3500	6700	8900	12200	19000	26600

■ CSF 系列

表 044-4
單位：N·m

型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
全減速比	35	90	190	330	560	1000	2200	4300	5800	8000	12000	17000	31000	45000	58000

無負載運轉轉矩

無負載運轉轉矩係指無負載狀態下，驅動 Harmonic Drive® 所必要的輸入端（高速軸端）的轉矩。

※ 詳細數值請洽詢本公司營業據點。

測量條件

表 044-5

減速比 100			
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A
			Harmonic 潤滑脂® SK-2
		塗佈量	適當塗佈量 (049 頁)
		轉矩值為輸入 2000r/min 經 2 小時以上磨合運轉後的數值	

※ 如為潤滑油潤滑，請洽詢本公司。

■ 速度比別修正量

Harmonic Drive® 的無負載運轉轉矩會因減速比而變化。圖表 045-1 ~ 045-4 為減速比 100 時的數值。關於其他減速比，請加上右表 (表 044-6) 所示修正量後計算。

元件型無負載運轉轉矩修正量

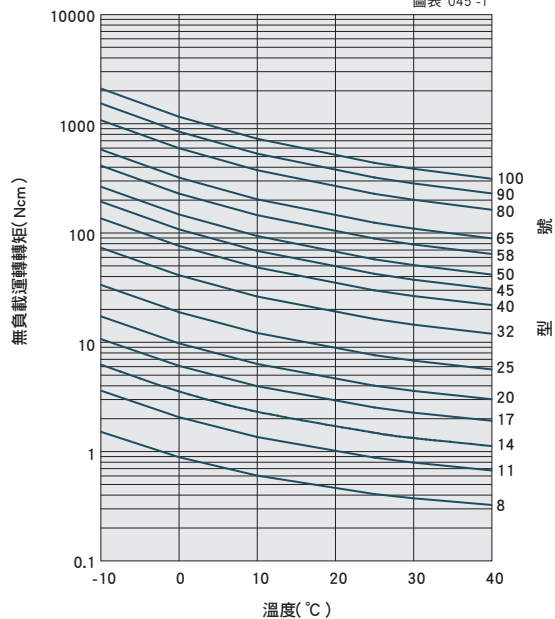
表 044-6
單位：N·cm

型號 \ 減速比	30	50	80	120	160
8	0.4	0.2	—	—	—
11	0.7	0.3	—	—	—
14	1.1	0.5	0.1	—	—
17	1.8	0.8	0.1	-0.1	—
20	2.7	1.2	0.2	-0.1	-0.3
25	5.0	2.2	0.3	-0.2	-0.6
32	10	4.5	0.7	-0.5	-1.2
40	—	8.0	1.2	-0.9	-2.2
45	—	11	1.7	-1.3	-3.0
50	—	15	2.3	-1.7	-4.0
58	—	22	3.4	-2.5	-6.1
65	—	31	4.7	-3.5	-8.4
80	—	55	8.5	-6.2	-15
90	—	77	12	-8.7	-21
100	—	100	16	-12	-28

■減速比 100 的無負載運轉轉矩

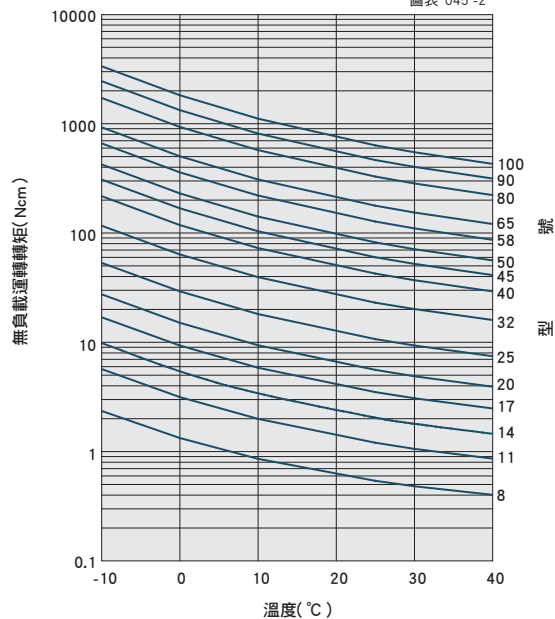
輸入轉速 500r/min

圖表 045 -1



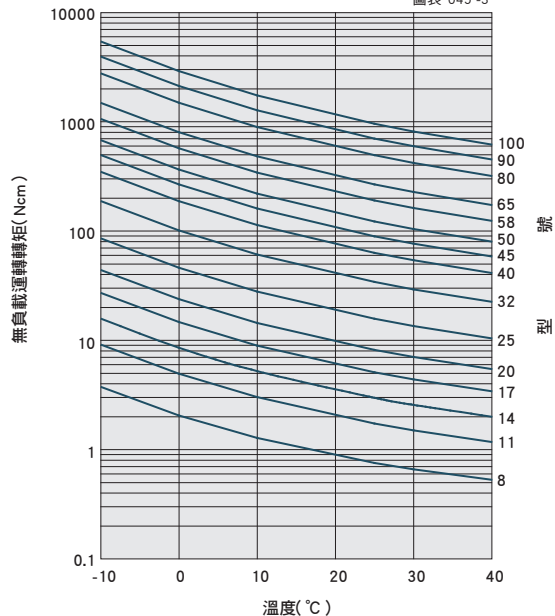
輸入轉速 1000r/min

圖表 045 -2



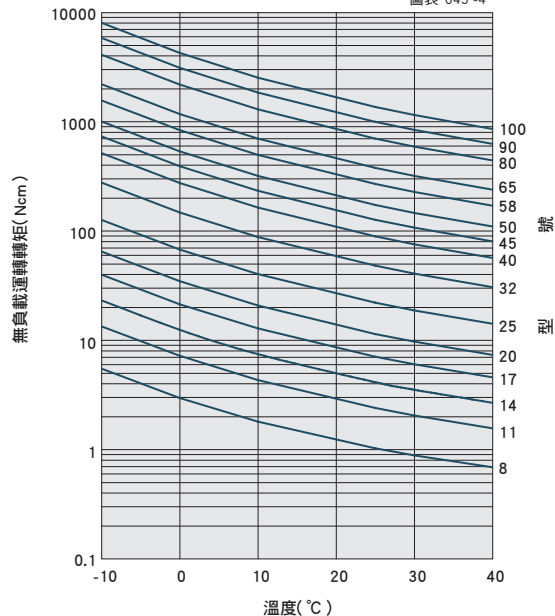
輸入轉速 2000r/min

圖表 045 -3



輸入轉速 3500r/min

圖表 045 -4



※本圖表數值為平均值 $\bar{X} \cdot \sigma \approx \bar{X} \times 0.2$

效率特性

- 效率因下列條件而異。
- 減速比
 - 輸入轉速
 - 負載轉矩
 - 溫度
 - 潤滑條件（潤滑種類與使用量）

效率修正係數

當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。
請依據圖表 046-1 求出修正係數 K_e ，並參考下列計算範例計算效率。

計算例

以 CSF-20-80-2A-GR 為例，計算下列條件下的效率 η （%）。
輸入轉速：1000r/min
負載轉矩 19.6N·m
潤滑方式：潤滑脂潤滑（Harmonic 潤滑脂® SK-1A）
潤滑劑溫度：20℃
型號 20、減速比 80 的額定轉矩為 34N·m（額定表：039 頁），轉矩比 α 為 0.58。（ $\alpha=19.6 / 34=0.58$ ）

- 依據圖表 046-1，得知效率修正係數 $K_e=0.93$
- 負載轉矩 19.6N·m 時的效率 η 為
 $\eta=K_e \cdot \eta_R=0.93 \times 78\%=73\%$ 。

測量條件

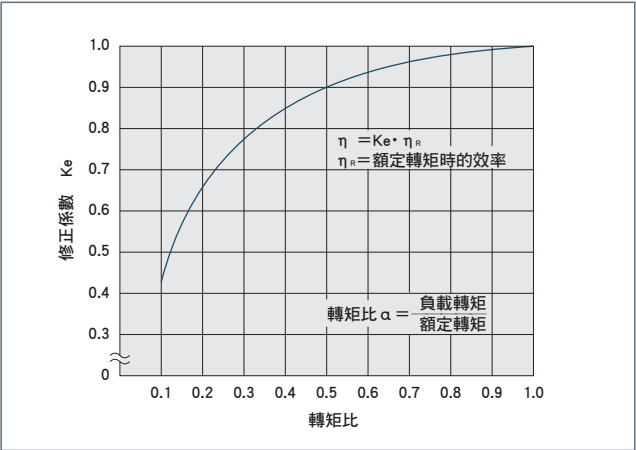
表 046-1

組裝	以建議組裝精度組裝後測量		
負載轉矩	額定表所示的額定轉矩（038、039 頁）		
潤滑條件	潤滑脂潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A
		塗佈量	適當塗佈量（049 頁）

※ 如為潤滑油潤滑，請洽詢本公司。

效率修正係數

圖表 046-1

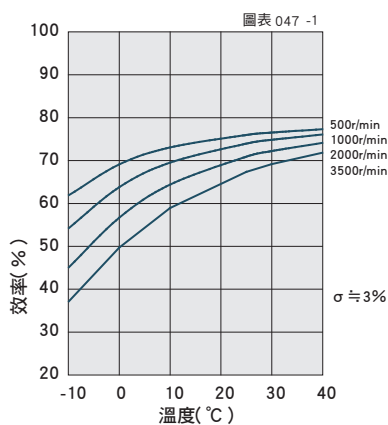


※ 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e=1$ 。

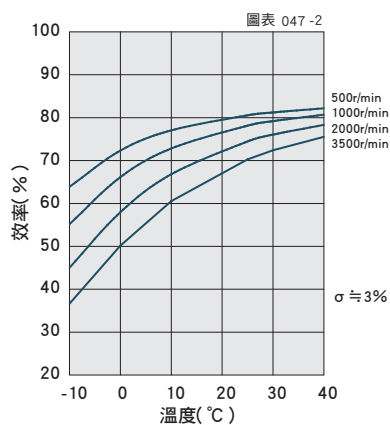
■ 額定轉矩時的效率

型號8、11、14

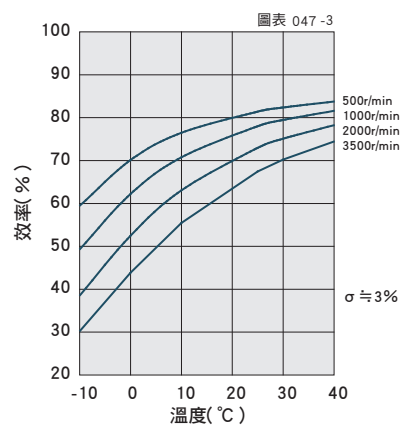
減速比30



減速比50、80

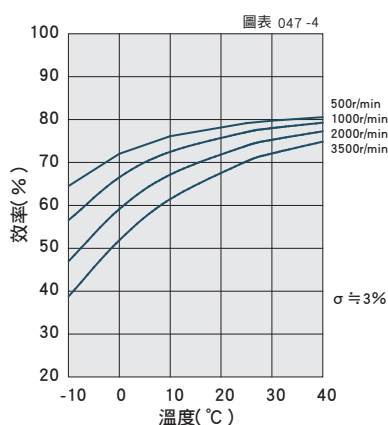


減速比100

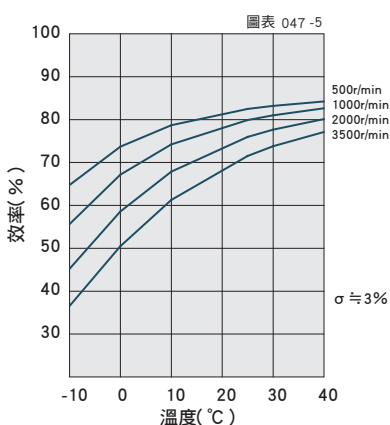


型號17~100

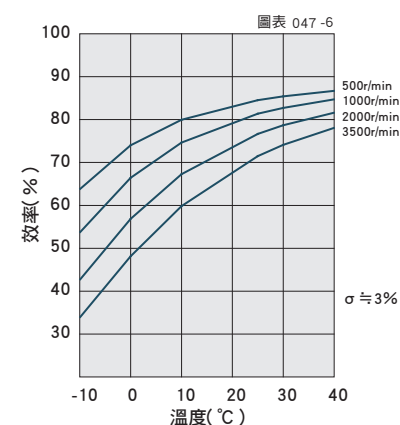
減速比30



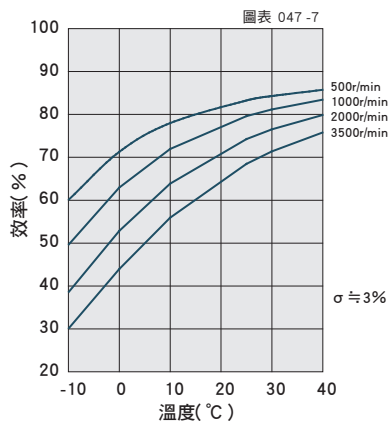
減速比50



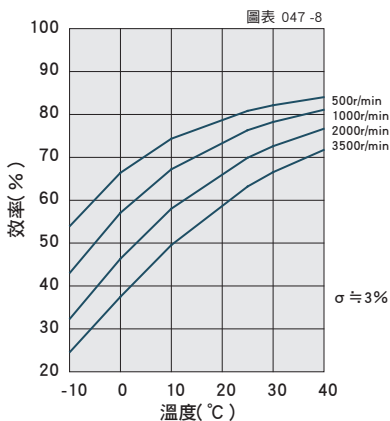
減速比80、100



減速比120



減速比160



設計指南

潤滑

■潤滑脂

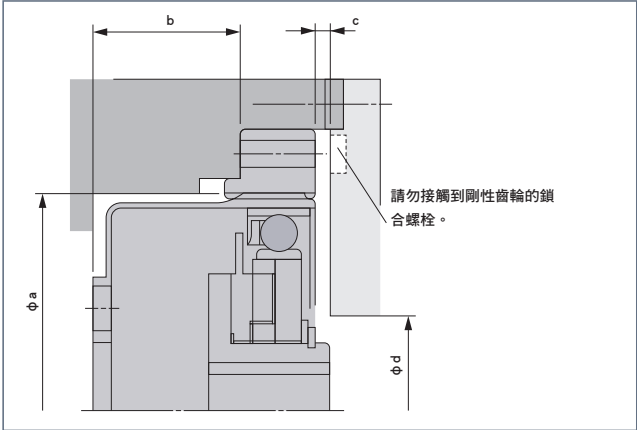
潤滑劑的詳情，請參閱 016 頁「技術資料」內容。

機殼內壁建議尺寸

以潤滑脂潤滑時，為了讓運轉中潤滑脂不致四下飛濺而殘留於 Harmonic Drive® 內部，Harmonic Drive® 與機殼內壁之間應盡可能符合建議尺寸。如果無法確保建議尺寸，請洽詢本公司。

機殼內壁建議尺寸

圖 048-1



機殼內壁建議尺寸

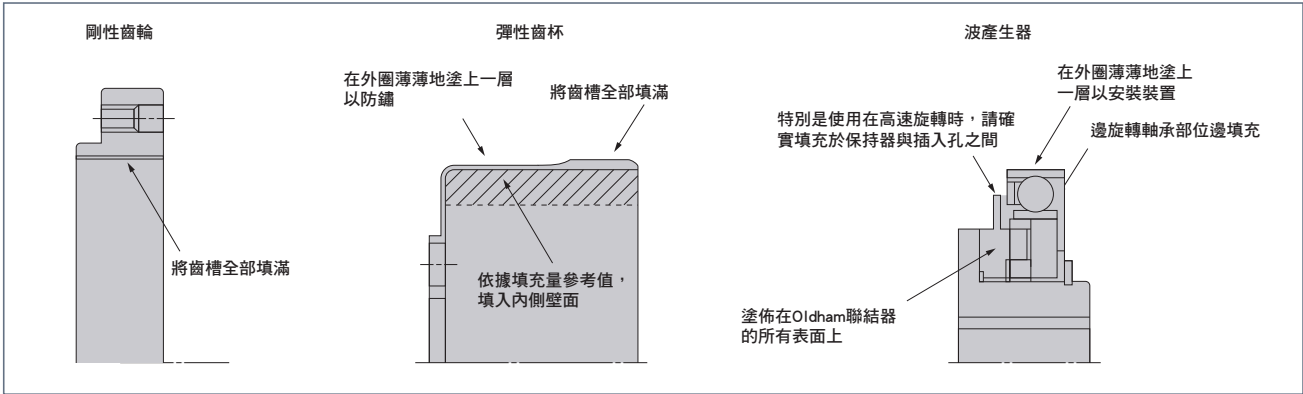
表 048-1
單位：mm

型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
記號															
φa	21.5	30	38	45	53	66	86	106	119	133	154	172	212	239	265
b	11.34	14	17.1	19	20.5	23	26.8	33	36.5	39	46.2	50	61	68.5	76
c	0.5	0.5	1	1	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2.5	2.5	3	3	3
φd	13	16	16	26	30	37	37	45	45	45	56	62	67	73	79

(註) 波產生器朝上使用時，請將尺寸 C 設為 2 倍以上。

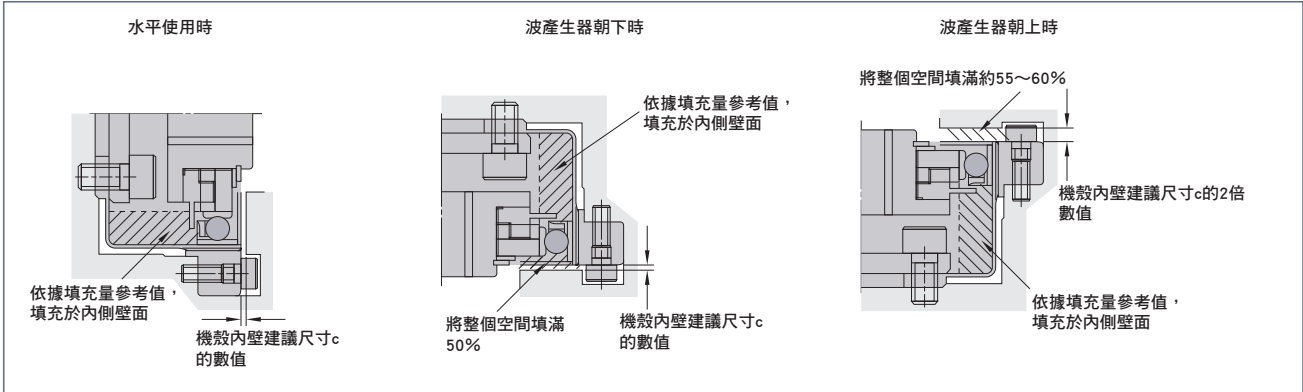
塗佈要領

圖 048-2



不同使用方法的塗佈要領

圖 048-3



塗佈量

表 049-1
單位：g

使用方法	型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
水平使用		1.2	2.9	5.5	10	16	30	60	110	170	220	360	460	850	1150	1500
垂直使用	輸出軸朝上	1.4	3.5	7	12	18	35	70	125	190	240	380	500	900	1300	1700
	輸出軸朝下	1.8	4.4	8.5	14	21	40	80	145	220	275	460	600	1000	1500	1900

更換時期

潤滑脂的性能會大幅影響 Harmonic Drive® 各個滑動部的磨耗。潤滑脂性能會隨溫度而變化，越高溫劣化越劇烈，需要儘早更換。右方圖表是根據平均負載轉矩低於額定轉矩時，潤滑脂溫度與波產生器總旋轉數關連性所表示的更換時期基準。當平均負載轉矩超過額定轉矩，可依下列公式計算更換時期。

平均負載轉矩超過額定轉矩時的公式

公式 049-1

$$L_{GT} = L_{GTn} \times \left(\frac{T_r}{T_{av}} \right)^3$$

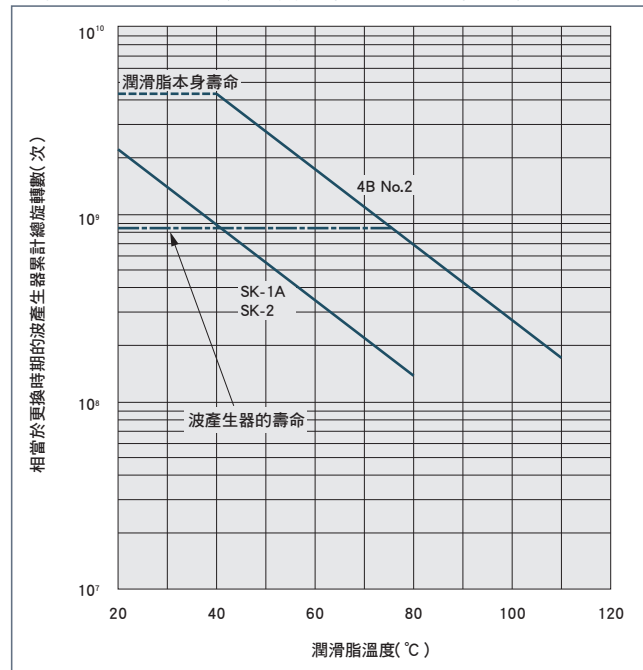
公式 049-1 的記號

表 049-2

L_{GT}	超過額定轉矩的更換時期	轉數	——
L_{GTn}	未超過額定轉矩的更換時期	轉數	參閱右圖
T_r	額定轉矩	N·m, kgf·m	參閱 038、039 頁額定表
T_{av}	輸出端的平均負載轉矩		公式：參閱 014 頁

潤滑脂更換時期： L_{GTn} （平均負載轉矩低於額定轉矩時）

圖表 049-1



※ 波產生器的壽命，係指受損機率 10%。

■其他注意事項

1. 切忌與其他潤滑脂混用。此外，Harmonic Drive® 應先安裝至單獨機殼後再組裝至裝置。
2. Harmonic Drive® 在波產生器朝上（參閱 050 頁圖 050-2）的狀態，且以一定負載往單一方向低速旋轉（輸入轉速：1000r/min 以下）使用時，可能造成潤滑不良，若於此情形下使用時，請洽詢本公司營業據點。
3. 元件型的型號 50 以上、減速比 50 的機種使用潤滑油。如以潤滑脂進行潤滑，請在額定轉矩的 $\frac{1}{2}$ 以內使用。
4. 潤滑脂容積／空間容積在 50% 以上時，可能造成潤滑脂滲漏，此時請洽詢本公司。

■ 潤滑油

潤滑劑的詳情，請參閱 018 頁「技術資料」內容。

使用方向與油面位置

1. 水平方向時

油面位置請如表 050-1 的 A 尺寸。

水平使用的油面位置

表 050-1
單位：mm

型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
A	6	8	10	12	14	17	24	31	35	38	44	50	59	66	74

2. 垂直方向時

波產生器朝上和朝下時，於波產生器的球心注入潤滑油（圖 050-2 的尺寸 B）。

另外，彈性齒杯需要追加加工油槽。

訂購時請備註。

※ 型式在規格 1 以『IV』表示。

垂直使用的油面位置

表 050-2
單位：mm

型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
B	2	2.3	2.5	3	3	5	7	9	10	12	13	15	19	22	25

彈性齒杯的油槽加工尺寸

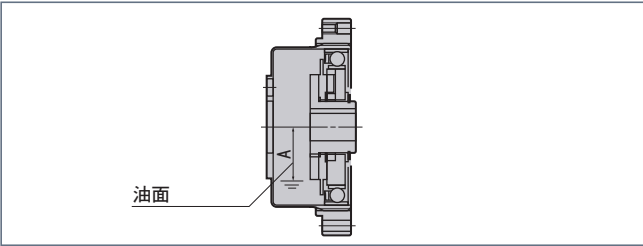
表 050-3
單位：mm

記號	型號	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
T ₂		27	34	45	56	61	68	79	90	114	120	142
B		2.5	2.5	3.5	3.5	3.5	5.5	5.5	5.5	6.5	6.5	6.5
W		2.8	3.5	4.0	4.0	4.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0
t		1.2	1.2	1.4	1.4	1.4	2	2	2	3	3	3

※ 型號 8、11、14、17 無油槽。

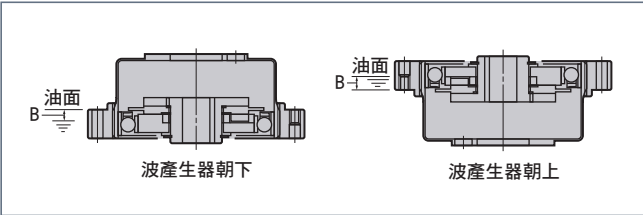
水平使用的油面位置

圖 050-1



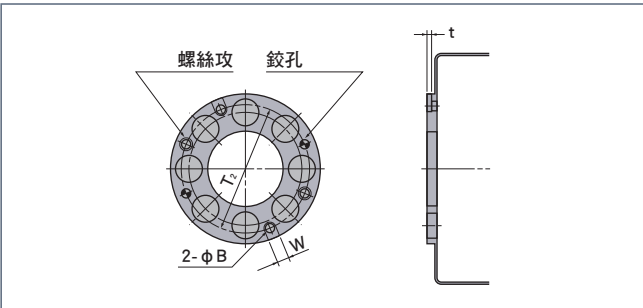
垂直使用的油面位置

圖 050-2



彈性齒杯的油槽加工尺寸

圖 050-3



油 量

表 050-4
單位：l

型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
油量	0.004	0.006	0.01	0.02	0.03	0.07	0.13	0.25	0.32	0.4	0.7	1.0	2.0	2.8	3.8

更換時期

第 1 次 開始運轉後 100 小時

第 2 次起 每運轉 1000 小時或每 6 個月

但若使用環境狀況嚴苛，應考慮提早更換。

其他注意事項

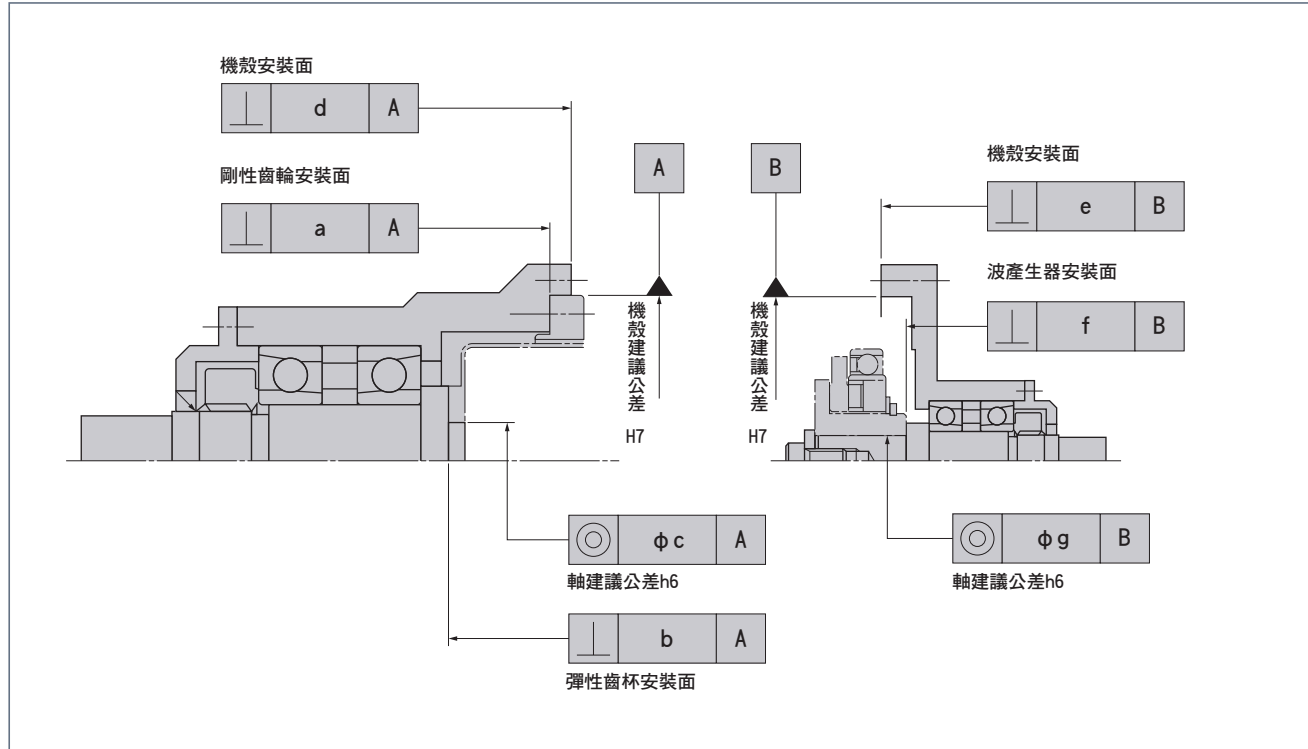
- 切忌與其他潤滑油混用。此外，Harmonic Drive® 應先安裝至單獨機殼後再組裝至裝置。
- 型號 50 以上且用於額定表容許輸入轉速附近時，可能因為使用條件而發生潤滑不良，請洽詢本公司。

組裝精度

在組裝設計方面，為充分發揮 Harmonic Drive® 擁有的優異性能，應確保圖 051-1 及表 051-1 所示之機殼建議精度。

組裝機殼建議精度

圖 051-1



組裝機殼建議精度

表 051-1
單位：mm

記號 \ 型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
a	0.008	0.011	0.011	0.012	0.013	0.014	0.016	0.016	0.017	0.018	0.020	0.023	0.027	0.029	0.031
b	0.006	0.006	0.008	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.028	0.030	0.032	0.035	0.040	0.043	0.045
φc	0.005	0.008	0.015	0.018	0.019	0.022	0.022	0.024	0.027	0.030	0.032	0.035	0.043	0.046	0.049
d	0.010	0.010	0.011	0.015	0.017	0.024	0.026	0.026	0.027	0.028	0.031	0.034	0.043	0.050	0.057
e	0.010	0.010	0.011	0.015	0.017	0.024	0.026	0.026	0.027	0.028	0.031	0.034	0.043	0.050	0.057
f	0.012	0.012	0.017 (0.008)	0.020 (0.010)	0.020 (0.010)	0.024 (0.012)	0.024 (0.012)	0.032 (0.012)	0.032 (0.013)	0.032 (0.015)	0.032 (0.015)	0.032 (0.015)	0.036 (0.015)	0.036 (0.015)	0.036 (0.015)
φg	0.015	0.015	0.030 (0.016)	0.034 (0.018)	0.044 (0.019)	0.047 (0.022)	0.050 (0.022)	0.063 (0.024)	0.065 (0.027)	0.066 (0.030)	0.068 (0.033)	0.070 (0.035)	0.090 (0.043)	0.091 (0.046)	0.092 (0.049)

※ () 內為剛性型波產生器的數值 (沒有 Oldham 聯結器機構。)

密封機構

為防止潤滑脂滲漏並保持 Harmonic Drive® 的高度耐久性，需要下列密封機構。

- 旋轉滑動部……………油封 (含彈簧)。此時請注意勿使軸側出現損傷等不良。
- 凸緣重合面、嵌合處……………O 型環、密封劑。此時請注意平面不均整、O 型環遭咬入等情形。
- 螺孔部……………具封止效果的螺絲固定劑 (建議使用 LOCTITE 242) 或密封劑。

(註) 尤其是使用 Harmonic 潤滑脂®4B No.2 時，必須嚴格採用前述機構。

基本三零件之組裝

■安裝波產生器

最大孔徑尺寸

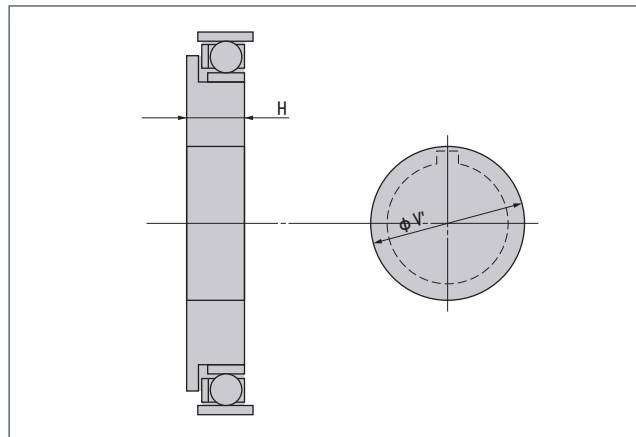
波產生器的標準孔徑如各型號外觀尺寸圖，但可在表中所示的最大尺寸範圍內變更。此時的鍵槽尺寸，建議為 JIS 規格。鍵槽的有效長度尺寸，應可充分承受傳動轉矩。

※ 亦可為圓錐孔等特殊形狀。

如果要讓孔徑大於最大尺寸，亦有取消 Oldham 聯結器機構的使用方式。此時的最大孔徑，考慮負載轉矩造成波產生器栓變形等情況，最大僅能至下表所示的值。（該值為包含鍵槽深度尺寸等的數值。）

波產生器孔徑

圖 052-1



波產生器殼孔徑

表 052-1
單位：mm

尺寸 \ 型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
標準尺寸 (H7)	3	5	6	8	9	11	14	14	19	19	22	24	28	28	28
下孔尺寸	—	—	3	4	5	6	6	10	10	10	13	16	16	19	22
最大尺寸	—	—	8	10	13	15	15	20	20	20	25	30	35	37	40

將波產生器栓直接安裝至輸入軸時的最大栓孔徑與最小厚度

表 052-2
單位：mm

尺寸 \ 型號	8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
最大孔徑 φV'	10	14	17	20	23	28	36	42	47	52	60	67	72	84	95
最小栓厚 H _{0.1}	5.7	6.7	7.2	7.6	11.3	11.3	13.7	15.9	17.8	19	21.4	23.5	28.5	31.3	34.9

波產生器的推力與軸固定

Harmonic Drive® 因為彈性齒杯彈性變形，運轉中會對波產生器施加推力。

用於減速機（010 頁①、②、③）時，推力將對彈性齒杯隔板方向作用。（圖 052-2）

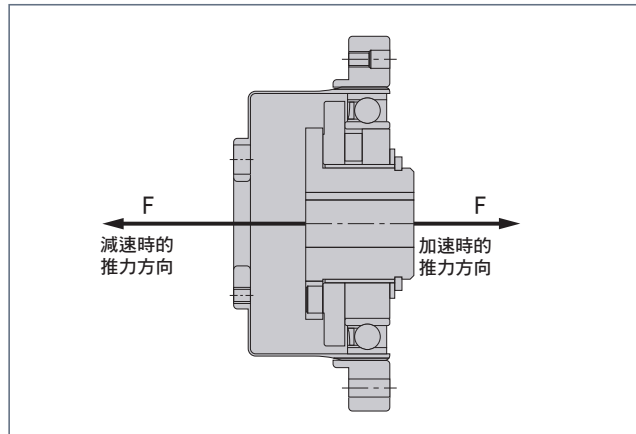
此外，用於加速機（010 頁④、⑤、⑥）時，其推力作用方向與減速機的方向相反。（圖 052-2）

波產生器的推力（最大值）可由下列公式求出。此外，推力會隨運轉條件而改變。高轉矩時、極低速時、固定連續旋轉時有增大的傾向，幾乎如同公式求出的值。無論任何情況，設計時務必採用阻止波產生器推力的結構。

（註）若希望於波產生器殼加裝固定螺絲以固定輸入軸時，請務必洽詢本公司。

波產生器的推力方向

圖 052-2



推力計算公式

表 052-3

減速比	公式
30	$F = 2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 32^\circ$
50	$F = 2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 30^\circ$
80 以上	$F = 2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 20^\circ$

公式的記號

表 052-4

F	推力	N	參閱圖 052-2
D	(型號) × 0.00254	m	
T	輸出轉矩	N·m	

計算例

公式 052-1

機種名稱：CSF 系列

型號：32

減速比：i=50

輸出轉矩：382N·m（瞬間容許最大轉矩）

$$F = 2 \times \frac{382}{(32 \times 0.00254)} \times 0.07 \times \tan 30^\circ$$

$$F = 380N$$

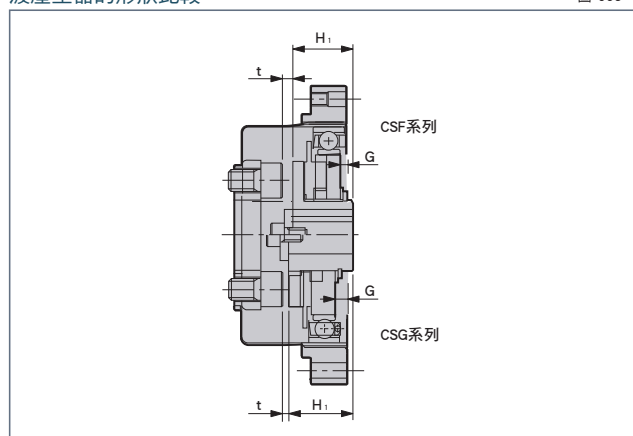
波產生器的形狀與尺寸

CSF 系列與 CSG 系列的波產生器形狀及尺寸不同，請在設計及安裝時多加注意。請注意勿讓波產生器與彈性齒杯的鎖合螺栓干涉。

表 053-1 及圖 053-1 為波產生器形狀及尺寸的比較。

波產生器的形狀比較

圖 053-1



波產生器載尺寸

表 053-1
單位：mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
G	CSG 系列	1.4	1.6	1.5	3.5	4.2	5.6	6.3	7	8.2	9.5
	CSF 系列	0.4	0.3	0.1	2.1	2.5	3.3	3.7	4.2	4.8	5.8
$H_1 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.1 \end{smallmatrix}$	CSG 系列	18.5	20.7	21.5	21.6	23.6	29.7	30.5	34.8	38.3	44.6
	CSF 系列	17.6	19.5	20.1	20.2	22	27.5	27.9	32	34.9	40.9
t	CSG 系列	1.6	1.3	1.5	1.4	2.2	2.3	3.5	2.2	5.4	3.9
	CSF 系列	2.5	2.5	2.9	2.8	3.8	4.5	6.1	5.0	8.8	7.6

(註) t 的尺寸為彈性齒杯安裝用凸緣為表 054-1 尺寸時的數值。

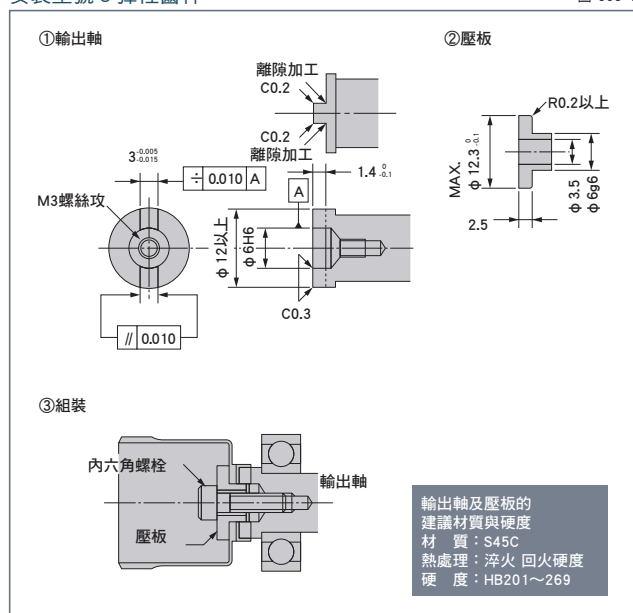
■ 安裝彈性齒杯

型號 8 時

- 由彈性齒杯往輸出軸的傳動是透過凹凸的啮合進行，請如圖 053-2-①所示在輸出軸的彈性齒杯安裝部進行凸部加工。
- 彈性齒杯輸出軸的定位請使用圖 053-2-②所示的壓板，並保持如圖 053-2-③所示組裝所需的精度。
- 建議使用 M3 左右的內六角螺栓以防止彈性齒杯脫落。鎖緊螺栓時請使用 LOCTITE#242。

安裝型號 8 彈性齒杯

圖 053-2



型號 11 以上的安裝用凸緣的建議尺寸

圖 054-1 所示的安裝用凸緣直徑不得超過彈性齒杯的凸軸直徑，且密接隔板的凸緣部分應取「R」面。如直徑過大或未取「R」面，則可能造成隔板損壞，務請嚴格遵守。

安裝凸緣尺寸

表 054-1
單位：mm

型號	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
記號														
$\phi D \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.1 \end{smallmatrix}$	17.8	24.5	29	34	42	55	68	74	83	95.8	106	130	145	162
$R \begin{smallmatrix} +0.1 \\ 0 \end{smallmatrix}$	0.5	1.2	1.2	1.4	1.5	2	2.5	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
t	2	2	2.5	2.5	5	7	7	8	8	12	12	15	20	25

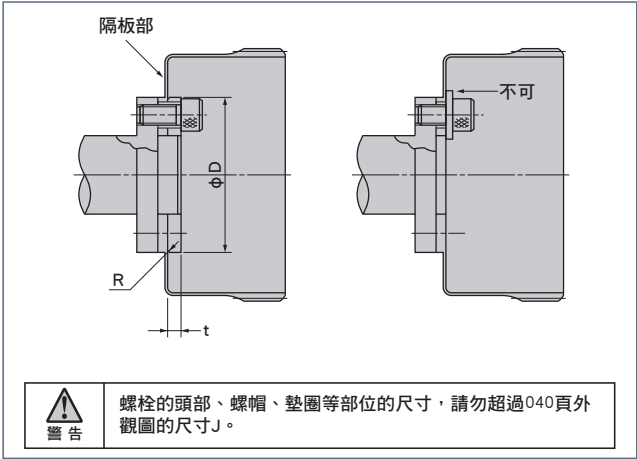
安裝用凸緣的材質與硬度

為了避免發生螺栓座面及凸緣之間面壓造成的螺栓陷落或鬆脫，請使用以下材質及硬度。

材 質：S45C (DINC45)
熱處理：淬火回火
硬 度：HB200～270

安裝用凸緣的建議尺寸

圖 054-1



如何以螺栓鎖緊彈性齒杯

彈性齒杯的安裝使用螺栓鎖緊或併用螺栓鎖緊與 Pin (Pin：選項)。

- 選擇螺栓的強度
- 螺栓鎖緊及鎖緊轉矩
- 螺栓及螺帽的表面狀態
- 接觸面的摩擦係數

以上條件對鎖緊部傳動轉矩的影響很大，因此請配合負載條件進行設計及零件管理。
並請按照不同系列鎖緊。
僅使用螺栓或併用 Pin，請參考以下判斷。

- ①負載轉矩在額定表的「起動、停止時的峰值轉矩」以下時僅使用螺栓安裝 (表 055-1、表 056-1)
- ②負載轉矩可能達到額定表「瞬間最大轉矩」值時併用螺栓與 Pin 安裝 (Pin：表 055-2、圖 055-1、056 頁表 056-2、圖 056-1)

※ 表格數值僅作參考值之用。

CSF 系列 僅使用螺栓安裝

表 055-1

項目	型號	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
螺栓支數		6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	10	8	12
螺栓尺寸		M3	M4	M5	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M14	M16	M16	M20	M20
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	12	17	19	24	30	40	50	54	60	70	80	100	110	130
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.0	4.5	9.0	9.0	15.3	37	74	128	205	205	319	319	622	622
	kgf·m	0.20	0.46	0.92	0.92	1.56	3.8	7.5	13.1	20.9	20.9	32.5	32.5	63.5	63.5
螺栓傳動轉矩	N·m	15	35	64	108	186	460	910	1440	2160	2550	3980	6220	8560	15170
	kgf·m	1.5	3.6	6.5	11	19	47	93	147	220	260	406	635	873	1548

CSF 系列 併用螺栓與 Pin 安裝

表 055-2

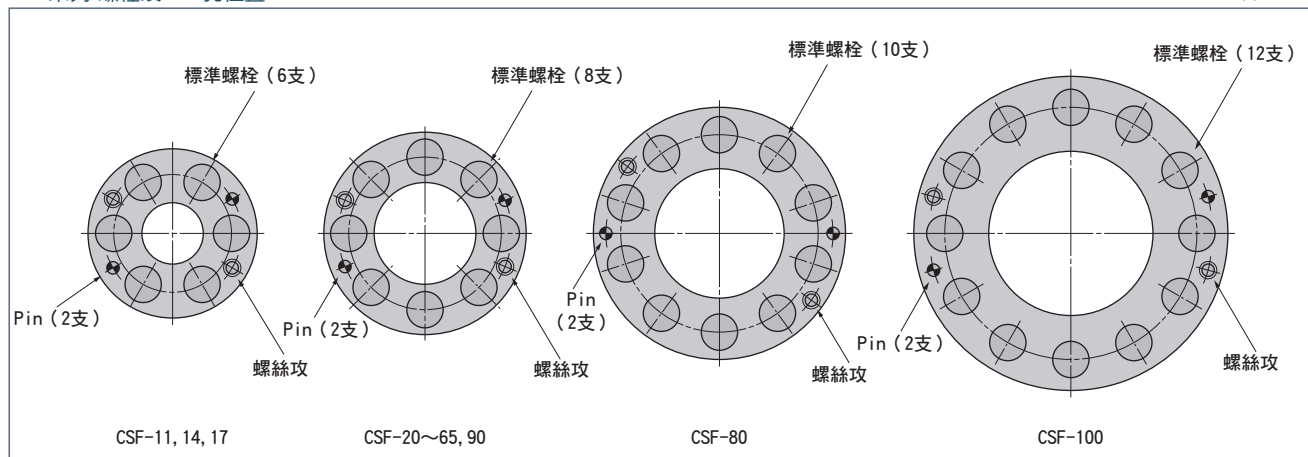
項目	型號	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
Pin 支數		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pin 直徑	mm	2	3	3	3	4	5	6	6	8	8	8	8	12	10
Pin 孔 P.C.D.	mm	15.2	18.5	21.5	27	34	45	56	61	68	79	90	114	120	142
螺栓+Pin 傳動轉矩	N·m	29	74	108	167	314	725	1370	1950	3160	3710	5310	7910	12540	18450
	kgf·m	3.0	7.5	11	17	32	74	140	199	323	379	542	807	1280	1883

(表 055-1、055-2 / 註)

1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
2. 建議螺栓 螺絲名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
3. 轉矩係數：K=0.2
4. 鎖緊係數：A=1.4
5. 接合面摩擦係數 $\mu=0.15$
6. Pin 種類：平行銷、材質：S45C-Q、剪應力： $\tau=30\text{kgf/mm}^2$

CSF 系列 螺栓及 Pin 孔位置

圖 055-1



CSG 系列 僅使用螺栓安裝

表 056 -1

項目 \ 型號		14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓支數		6	6	8	8	8	8	8	8	8	8
螺栓尺寸		M4	M5	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M14	M16
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	17	19	24	30	40	50	54	60	70	80
螺栓鎖緊轉矩	N·m	5.4	10.8	10.8	18.4	44.4	88.8	154	246	246	383
	kgf·m	0.55	1.10	1.10	1.87	4.53	9.06	15.7	25.1	25.1	39.1
螺栓傳動轉矩	N·m	43	77	130	230	555	1110	1728	2636	3075	4785
	kgf·m	4.4	8	13	23	57	113	176	269	314	488

CSG 系列 併用螺栓與 Pin 安裝

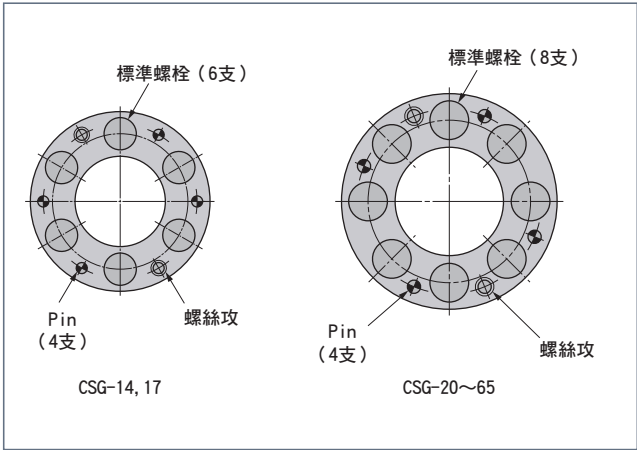
表 056 -2

項目 \ 型號		14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
Pin 支數		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Pin 直徑	mm	3	3	3	4	5	6	6	8	8	8
Pin 孔 P.C.D.	mm	18.5	21.5	27	34	45	56	61	68	79	90
螺栓+Pin 傳動轉矩	N·m	120	166	242	481	1070	2040	2742	4646	5410	7445
	kgf·m	12	17	25	49	110	208	280	474	552	760

- (表 056-1、056-2 / 註)
1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
 2. 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
 3. 轉矩係數：K=0.2
 4. 鎖緊係數：A=1.4
 5. 接合面摩擦係數 $\mu=0.15$
 6. Pin 種類：平行銷、材質：S45C-Q、剪應力： $\tau=30\text{kgf/mm}^2$

CSG 系列 螺栓及 Pin 孔位置

圖 056 -1



■ 安裝剛性齒輪

關於剛性齒輪的安裝，應與彈性齒杯同樣，進行符合負載條件的設計與零件管理。建議螺栓及鎖緊轉矩的傳動轉矩如下所示，若相對於負載轉矩，傳動轉矩較小，請考慮併用 Pin 或增加螺栓。並請按照不同系列予以安裝。

CSG 系列 螺栓安裝

表 057 -1

項目 \ 型號		14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓支數		8	16	16	16	16	16	16	16	16	16
螺栓尺寸		M3	M3	M3	M4	M5	M6	M8	M8	M10	M10
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	44	54	62	75	100	120	140	150	175	195
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3	37	37	74	74
	kgf·m	0.20	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56	3.8	3.8	7.5	7.5
螺栓傳動轉矩	N·m	72	175	196	419	901	1530	3238	3469	6475	7215
	kgf·m	7.3	18	20	43	92	156	330	354	661	736

CSF 系列 螺栓安裝

表 057 -2

項目 \ 型號		8	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	80	90	100
螺栓支數		8	8	6	12	12	12	12	12	12	12	12	12	16	16	16
螺栓尺寸		M2	M2.5	M3	M3	M3	M4	M5	M6	M8	M8	M10	M10	M10	M12	M12
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	25.5	35	44	54	62	75	100	120	140	150	175	195	240	270	300
螺栓鎖緊轉矩	N·m	0.54	1.1	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3	37	37	74	74	74	128	128
	kgf·m	0.055	0.11	0.20	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56	3.8	3.8	7.5	7.5	7.5	13.1	13.1
螺栓傳動轉矩	N·m	17	39	54	131	147	314	676	1150	2440	2620	4820	5370	8820	14450	16050
	kgf·m	1.7	4.0	5.5	13	15	32	69	117	249	267	492	548	900	1474	1638

(表 057-1、057-2 / 註)

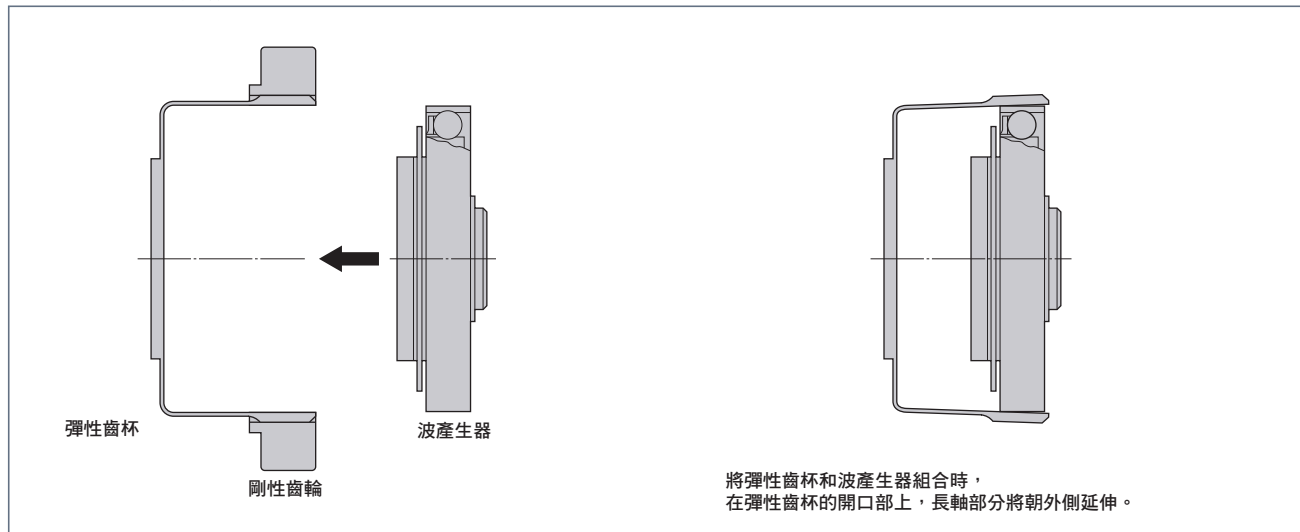
1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
2. 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
3. 轉矩係數：K=0.2
4. 鎖緊係數：A=1.4
5. 接合面摩擦係數 $\mu=0.15$

■基本三項零件之組裝順序

將剛性齒輪及彈性齒杯安裝至裝置後，組裝波產生器。
若用其他方法組裝，可能造成齒輪嚙合空轉狀態（參閱 029 頁），齒面損傷。務請注意。

三項零件的適當組裝順序

圖 058 - 1



■組裝注意事項

Harmonic Drive® 可能因組裝時的不良，產生震動或異音。組裝時，應避免對波產生器軸承過度施力。

波產生器注意事項

1. 組裝時，應避免對波產生器軸承過度施力。旋轉波產生器，即可順利插入。
2. 沒有 Oldham 機構的波產生器，尤應注意讓偏心、垂直的影響保持在建議值範圍內（參閱 051 頁「組裝精度」）。

剛性齒輪注意事項

1. 檢查安裝面平整度是否不佳、有否歪斜。
2. 檢查螺孔有無隆起、殘留毛邊、咬入異物。
3. 檢查外殼組裝部是否針對剛性齒輪彎角部進行倒角或離隙加工，以避免干涉。
4. 檢查剛性齒輪組裝進外殼後是否可旋轉，有無干涉卡住。
5. 檢查螺栓插入安裝用螺栓孔時，是否因螺栓孔位不準、螺栓孔倒著加工等原因造成螺栓與剛性齒輪干涉，導致螺栓旋轉困難。
6. 切勿以規定轉矩將螺栓一次鎖緊。請先以規定轉矩一半的力量暫時鎖緊，再用規定轉矩鎖緊。此外，請務必按照對角線的順序將螺栓鎖緊。
7. 盡量避免釘扎剛性齒輪，以免降低旋轉精度。

彈性齒杯注意事項

1. 檢查安裝面平整度是否不佳、有否歪斜。
2. 檢查螺孔有無隆起、殘留毛邊、咬入異物。
3. 檢查外殼組裝部是否針對剛性齒輪彎角部進行倒角或離隙加工，以避免干涉。
4. 檢查螺栓插入安裝用螺栓孔時，是否因螺栓孔位不準、螺栓孔倒著加工等原因造成螺栓與彈性齒杯干涉，導致螺栓旋轉困難。
5. 切勿以規定轉矩將螺栓一次鎖緊。請先以規定轉矩一半的力量暫時鎖緊，再用規定轉矩鎖緊。此外，請務必按照對角線的順序將螺栓鎖緊。
6. 檢查彈性齒杯與剛性齒輪組合時，有無極度偏往單側、嚙合不良的情形。如果偏往單側，應為該兩個零件出現偏心或垂直。
7. 組裝彈性齒杯時，避免敲打開口部齒尖或過度用力壓入。

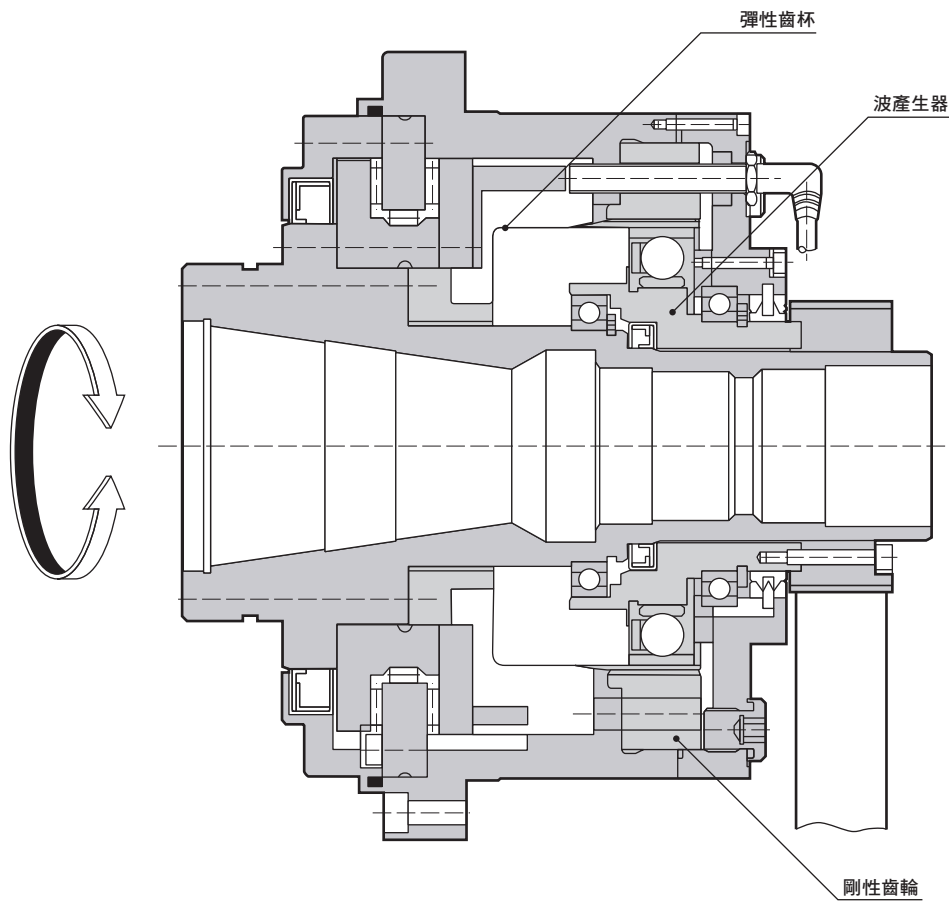
防鏽對策

元件型的表面並無防鏽處理。
如需防鏽，應塗佈防鏽劑。
另外，如需本公司進行防鏽表面處理，請洽詢本公司。

應用案例

工具機的換刀裝置

圖 059 -1



技術資料
Engineering Data

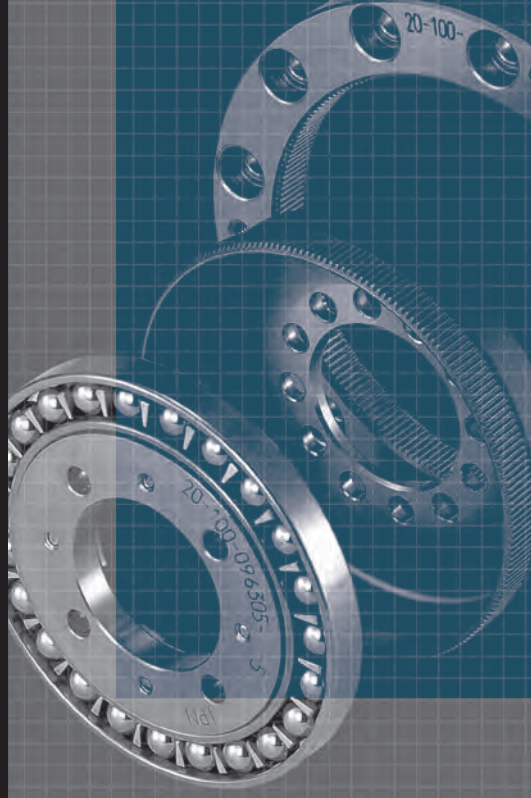
元件型
Component Type

模組型
Unit Type

差動齒輪
Differential Gear

減速機型
Gear Head Type

Engineering Data	技術資料
Component Type	元件型
Unit Type	模組型
Differential Gear	差動齒輪
Gear Head Type	減速機型

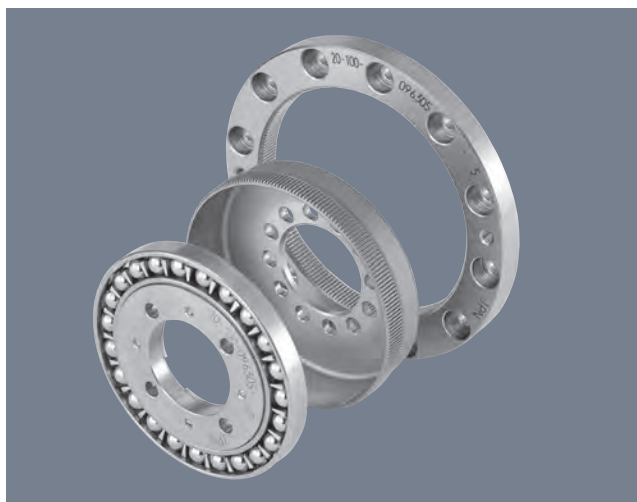


CSD系列

Component Type CSD

特 徵	062
型式、記號	063
技術資料	063
額定表	063
外觀圖	064
尺寸表	065
角傳動精度	066
遲滯損失	066
剛性 (彈簧常數)	066
起動轉矩	067
加速起動轉矩	067
鬆脫轉矩	067
屈曲轉矩	067
無負載運轉轉矩	068
效率特性	069
設計指南	071
潤 滑	071
組裝精度	073
密封機構	073
基本三項零件之組裝	074

特徵



■ CSD 系列元件型

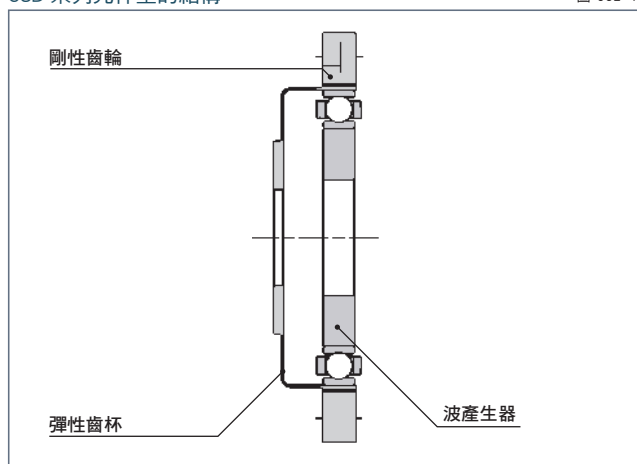
CSD 系列元件型追求極致薄型。相較於 CSG / CSF 系列，軸方向的長度大約縮短 50%。最適合要求平坦設計的應用案例。

CSD 系列的特徵

- 設計輕巧、簡單
- 高轉矩容量
- 高剛性
- 無背隙
- 優異的定位精度及旋轉精度
- 輸出輸入軸位於同軸

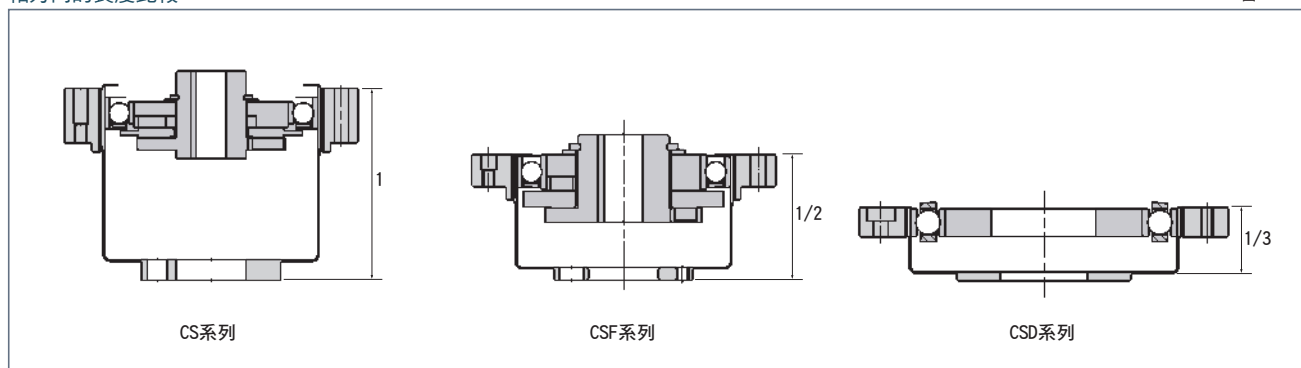
CSD 系列元件型的結構

圖 062 -1



軸方向的長度比較

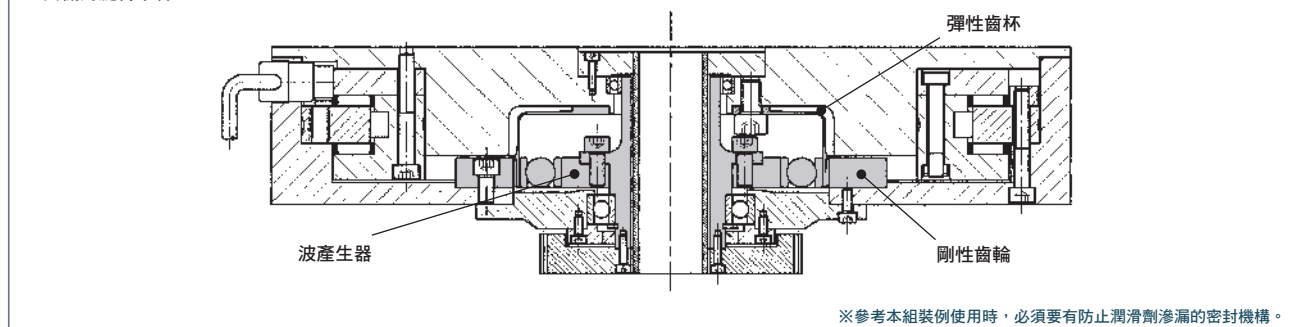
圖 062 -2



CSD 系列的組裝例

圖 062 -3

工具機用旋轉平台



型式、記號

CSD - 20 - 100 - 2A - GR - 規格

表 063 - 1

機種名稱	型號	減速比 (註)					型式	特殊規格
CSD	14	50	80	100	—	—	2A-GR= 元件型 (型號 14、17 為 2A-R)	無記載=標準品 SP=形狀或性能等特殊規格 BB=彈性齒杯的凸起孔為最大直徑時
	17	50	80	100	120	—		
	20	50	80	100	120	160		
	25	50	80	100	120	160		
	32	50	80	100	120	160		
	40	50	80	100	120	160		
	50	50	80	100	120	160		

(註) 減速比表示為輸入：波產生器、固定：剛性齒輪、輸出：彈性齒杯。

技術資料

額定表

表 063 - 2

型號	減速比	輸入 2000r/min 時的額定轉矩		起動、停止時的 容許峰值轉矩		平均負載轉矩的 容許最大值		瞬間容許最大轉矩		容許最高輸入 轉速 r/min		容許平均輸入 轉速 r/min		慣性力矩	
		N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	潤滑油	潤滑脂	潤滑油	潤滑脂	I ×10 ⁻⁴ kg·m ²	J ×10 ⁻⁴ kgf·m ²
14	50	3.7	0.38	12	1.2	4.8	0.49	24	2.4	14000	8500	6500	3500	0.021	0.021
	80	5.4	0.55	16	1.6	7.7	0.79	31	3.2						
	100	5.4	0.55	19	1.9	7.7	0.79	31	3.2						
17	50	11	1.1	23	2.3	18	1.8	48	4.9	10000	7300	6500	3500	0.054	0.055
	80	15	1.5	29	3.0	19	1.9	55	5.6						
	100	16	1.6	37	3.8	27	2.8	55	5.6						
20	120	16	1.6	37	3.8	27	2.8	55	5.6	10000	6500	6500	3500	0.090	0.092
	50	17	1.7	39	4.0	24	2.4	69	7.0						
	80	24	2.4	51	5.2	33	3.4	76 * (65)	7.7 * (6.6)						
	100	28	2.9	57	5.8	34	3.5	76 * (65)	7.7 * (6.6)						
	120	28	2.9	60	6.1	34	3.5	76 * (65)	7.7 * (6.6)						
25	160	28	2.9	64	6.5	34	3.5	76 * (65)	7.7 * (6.6)	7500	5600	5600	3500	0.282	0.288
	50	27	2.8	69	7.0	38	3.9	127	13.0						
	80	44	4.5	96	9.8	60	6.1	152 * (135)	15 * (14)						
	100	47	4.8	110	11	75	7.6	152 * (135)	15 * (14)						
	120	47	4.8	117	12	75	7.6	152 * (135)	15 * (14)						
32	160	47	4.8	123	13	75	7.6	152 * (135)	15 * (14)	7000	4800	4600	3500	1.09	1.11
	50	53	5.4	151	15	75	7.6	268	27						
	80	83	8.5	213	22	117	12	359 * (331)	37 * (34)						
	100	96	9.8	233	24	151	15	359 * (331)	37 * (34)						
	120	96	9.8	247	25	151	15	359 * (331)	37 * (34)						
40	160	96	9.8	261	27	151	15	359 * (331)	37 * (34)	5600	4000	3600	3000	2.85	2.91
	50	96	9.8	281	29	137	14	480	49						
	80	144	15	364	37	198	20	685 * (580)	70 * (59)						
	100	185	19	398	41	260	27	694 * (580)	71 * (59)						
	120	205	21	432	44	315	32	694 * (580)	71 * (59)						
50	160	206	21	453	46	316	32	694 * (580)	71 * (59)	4500	3500	3000	2500	8.61	8.78
	50	172	18	500	51	247	25	1000	102						
	80	260	27	659	67	363	37	1300	133						
	100	329	34	686	70	466	48	1440 * (1315)	147 * (134)						
	120	370	38	756	77	569	58	1440 * (1315)	147 * (134)						
	160	370	38	823	84	590	60	1577 * (1315)	161 * (134)						

(註) 1. 元件型的型號 50 以上、減速比 50 的機種使用潤滑油。如以潤滑脂進行潤滑，請在額定轉矩的 $\frac{1}{2}$ 以內使用。2. 慣性力矩 $I = \frac{1}{2} GD^2$

3. * 記號的瞬間容許最大轉矩數值受到彈性齒杯部的鎖緊轉矩限制。

4. () 內為彈性齒杯凸起孔為最大直徑 (BB 型) 時的數值。

5. 相關用語詳情，請參閱「技術資料：012 頁」。

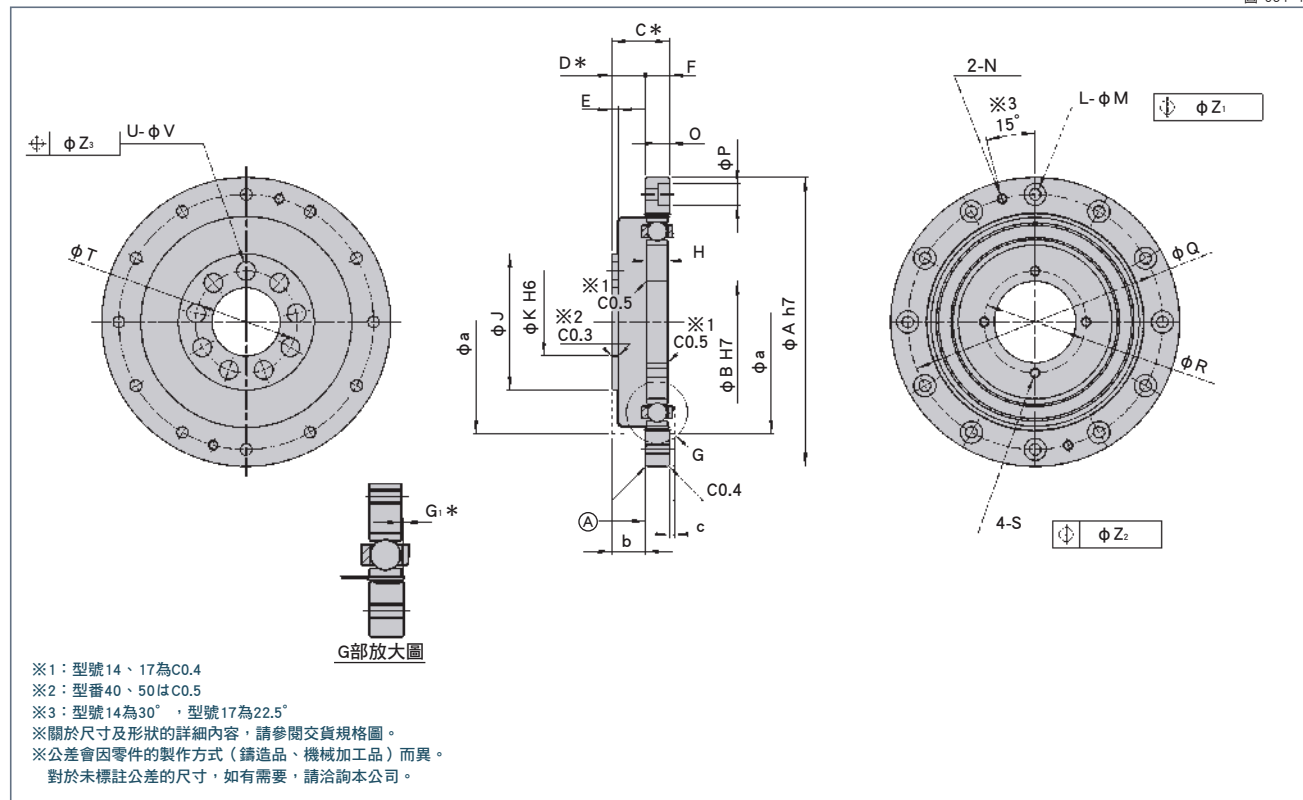
6. 若可能施加瞬間容許最大轉矩，請參閱各系列「如何以螺栓鎖緊彈性齒杯」相關內容。

外觀圖

本產品的 CAD 數據 (DXF) 可由本公司官網下載。

URL : <https://www.hds.co.jp/>

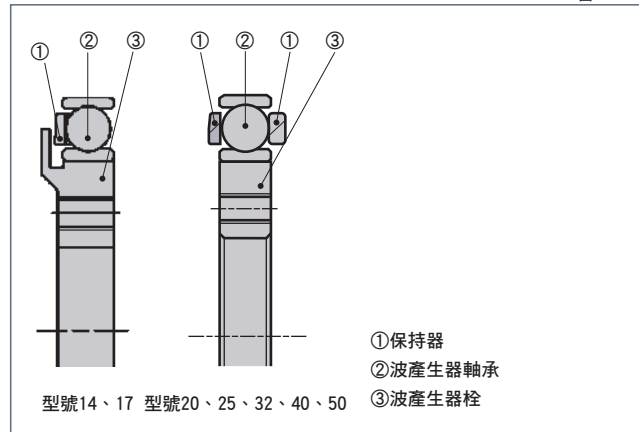
圖 064 - 1



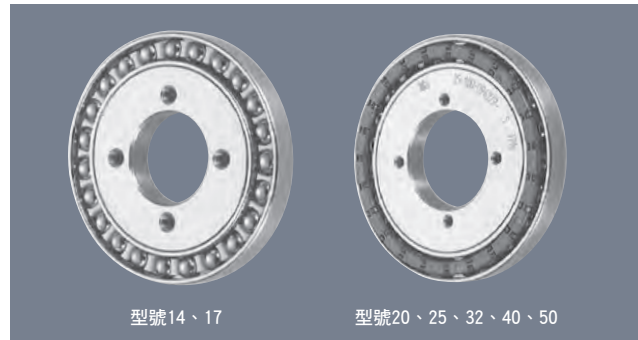
波產生器的結構與形狀

波產生器為一體結構。

圖 064 - 2



保持器的外觀形狀會因型號而異。



尺寸表

表 065 -1
單位：mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40	50
φA h7		50 ⁰ _{-0.025}	60 ⁰ _{-0.030}	70 ⁰ _{-0.030}	85 ⁰ _{-0.035}	110 ⁰ _{-0.035}	135 ⁰ _{-0.040}	170 ⁰ _{-0.040}
φB h7		11 ^{+0.018} ₀	15 ^{+0.018} ₀	20 ^{+0.021} ₀	24 ^{+0.021} ₀	32 ^{+0.025} ₀	40 ^{+0.025} ₀	50 ^{+0.025} ₀
C *		11	12.5	14	17	22	27	33
D *		6.5 ^{+0.2} ₀	7.5 ^{+0.2} ₀	8 ^{+0.3} ₀	10 ^{+0.3} ₀	13 ^{+0.3} ₀	16 ^{+0.3} ₀	19.5 ^{+0.3} ₀
E		1.4	1.7	2	2	2.5	3	3.5
F		4.5	5	6	7	9	11	13.5
G ₁ *		0.3 ^{+0.2} ₀	0.3 ^{+0.2} ₀	0.3 ^{+0.2} ₀	0.4 ^{+0.2} ₀	0.5 ^{+0.2} ₀	0.6 ^{+0.2} ₀	0.8 ^{+0.2} ₀
H		4 ⁰ _{-0.1}	5 ⁰ _{-0.1}	5.2 ⁰ _{-0.1}	6.35 ⁰ _{-0.1}	8.6 ⁰ _{-0.1}	10.3 ⁰ _{-0.1}	12.7 ⁰ _{-0.1}
φJ		23	27.2	32	40	52	64	80
φK H6	標準	11 ^{+0.011} ₀	11 ^{+0.011} ₀	16 ^{+0.011} ₀	20 ^{+0.013} ₀	30 ^{+0.013} ₀	32 ^{+0.016} ₀	44 ^{+0.016} ₀
	BB 規格	11 ^{+0.011} ₀	11 ^{+0.011} ₀	20 ^{+0.013} ₀	24 ^{+0.013} ₀	32 ^{+0.016} ₀	40 ^{+0.016} ₀	50 ^{+0.016} ₀
L		6	8	12	12	12	12	12
φM		3.4	3.4	3.4	3.4	4.5	5.5	6.6
N		M3	M3	M3	M3	M4	M5	M6
O		—	—	3.3	3.3	4.4	5.4	6.5
φP		—	—	6.5	6.5	8	9.5	11
φQ		44	54	62	75	100	120	150
φR		17	21	26	30	40	50	60
S		M3	M3	M3	M3	M4	M5	M6
φT	標準	17	19.5	24	30	41	48	62
	BB 規格	17	19.5	26	32	42	52	65
U	標準	9	8	9	9	11	10	11
	BB 規格	9	8	12	12	14	14	14
φV	標準	3.4	4.5	4.5	5.5	6.6	9	11
	BB 規格	3.4	4.5	3.4	4.5	5.5	6.6	9
φZ ₁		0.2	0.2	0.2	0.2	0.25	0.25	0.3
φZ ₂		0.25	0.25	0.2	0.2	0.25	0.25	0.3
φZ ₃	標準	0.2	0.25	0.25	0.25	0.3	0.5	0.5
	BB 規格	0.2	0.25	0.2	0.25	0.25	0.3	0.5
機殼內壁	φa	38	45	53	66	86	106	133
	b	6.5	7.5	8	10	13	16	19.5
	c	1	1	1.5	1.5	2	2.5	3.5
質量 (kg)		0.06	0.10	0.13	0.24	0.51	0.92	1.9

(註) 型號 14、17 的標準品為最大直徑。

●剛性齒輪的安裝面為圖中Ⓐ面。安裝至機殼等處時，請貼合此面。

●下述尺寸可變更或追加加工。

波產生器：尺寸B
彈性齒杯：尺寸U、V
剛性齒輪：尺寸L、M

●* 記號的尺寸 C、D、G₁ 為構成 Harmonic Drive® 三項零件 (波產生器、彈性齒杯、剛性齒輪) 軸方向的配合位置及容許公差。組裝時請務必遵守上述尺寸，以免影響性能、強度。

●由於彈性齒杯會彈性變形，為了避免與機殼接觸，內壁的尺寸請保持在 φa、b、c 以上。

●產品交貨時，是以三項零件 (波產生器、彈性齒杯、剛性齒輪) 分開的狀態出貨。

角傳動精度（相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。）

表 066 -1

型號		14	17	20	25	32	40	50
角傳動誤差	×10°rad	4.4	4.4	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
	arc-min	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

遲滯損失（相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。）

表 066 -2

減速比		型號	14	17	20	25	32	40	50
50	×10°rad	7.3	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
	arc-min	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
80 以上	×10°rad	5.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
	arc-min	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

剛性(彈簧常數)（相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。）

表 066 -3

記號		型號	14	17	20	25	32	40	50
T ₁	N·m	2.0	3.9	7.0	14	29	54	108	
	kgf·m	0.2	0.4	0.7	1.4	3.0	5.5	11	
T ₂	N·m	6.9	12	25	48	108	196	382	
	kgf·m	0.7	1.2	2.5	4.9	11	20	39	
減速比 50	K ₁	×10 ⁴ N·m/rad	0.29	0.67	1.1	2.0	4.7	8.8	17
		kgf·m/arc-min	0.085	0.2	0.32	0.6	1.4	2.6	5.0
	K ₂	×10 ⁴ N·m/rad	0.37	0.88	1.3	2.7	6.1	11	21
		kgf·m/arc-min	0.11	0.26	0.4	0.8	1.8	3.4	6.3
	K ₃	×10 ⁴ N·m/rad	0.47	1.2	2.0	3.7	8.4	15	30
		kgf·m/arc-min	0.14	0.34	0.6	1.1	2.5	4.5	9
	θ ₁	×10°rad	6.9	5.8	6.4	7.0	6.2	6.1	6.4
		arc-min	2.4	2.0	2.2	2.4	2.1	2.1	2.2
	θ ₂	×10°rad	19	14	19	18	18	18	18
		arc-min	6.4	4.6	6.6	6.1	6.1	5.9	6.2
減速比 80 以上	K ₁	×10 ⁴ N·m/rad	0.4	0.84	1.3	2.7	6.1	11	21
		kgf·m/arc-min	0.12	0.25	0.4	0.8	1.8	3.2	6.3
		×10 ⁴ N·m/rad	0.44	0.94	1.7	3.7	7.8	14	29
	K ₂	kgf·m/arc-min	0.13	0.28	0.5	1.1	2.3	4.2	8.5
		×10 ⁴ N·m/rad	0.61	1.3	2.5	4.7	11	20	37
	K ₃	kgf·m/arc-min	0.18	0.39	0.75	1.4	3.3	5.8	11
		×10°rad	5.0	4.6	5.4	5.2	4.8	4.9	5.1
	θ ₁	arc-min	1.7	1.6	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7
		×10°rad	16	13	15	13	14	14	13
	θ ₂	arc-min	5.4	4.3	5.0	4.5	4.8	4.8	4.6

※ 本表數值為參考值。下限值約為標示數值的 80%。

起動轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異，僅作參考值之用。

表 067 -1
單位：cN·m

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40	50
50	3.7	5.7	7.3	14	28	50	94
80	2.7	3.8	4.8	8.8	19	32	63
100	2.4	3.3	4.3	7.9	18	29	56
120	—	3.1	3.8	7.2	16	27	53
160	—	—	3.4	6.4	14	24	44

加速起動轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異，僅作參考值之用。

表 067 -2
單位：N·m

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40	50
50	2.5	3.8	4.4	8.3	17	30	57
80	2.6	3.7	4.9	8.8	19	32	62
100	3.1	4.1	5.2	9.6	21	35	67
120	—	4.5	5.7	11	22	38	74
160	—	—	6.6	12	28	45	85

鬆脫轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。)

表 067 -3
單位：N·m

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40	50
50	60	105	150	315	685	1260	2590
80	75	140	245	475	980	1960	3780
100	55	110	180	350	700	1470	2870
120	—	80	165	325	685	1330	2660
160	—	—	150	315	685	1260	2520

屈曲轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。)

表 067 -4
單位：N·m

型號	14	17	20	25	32	40	50
全減速比	190	330	560	1000	2200	4300	8000

無負載運轉轉矩

無負載運轉轉矩係指無負載狀態下，驅動 Harmonic Drive® 所必要的輸入端（高速軸端）的轉矩。

測量條件

表 068 -1

減速比 100			
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂 ® SK-1A（型號 20 以上）
			Harmonic 潤滑脂 ® SK-2（型號 14、17）
		塗佈量	適當塗佈量（071 頁）
轉矩值為輸入 2000r/min 經 2 小時以上磨合運轉後的數值			

※ 如為潤滑油潤滑，請洽詢本公司。

速度比別修正量

Harmonic Drive® 的無負載運轉轉矩會因減速比而不同。圖表 068-1 ~ 068-4 為減速比 100 時的數值。
關於其他速度比，請加上表 068-2 所示修正量後計算。

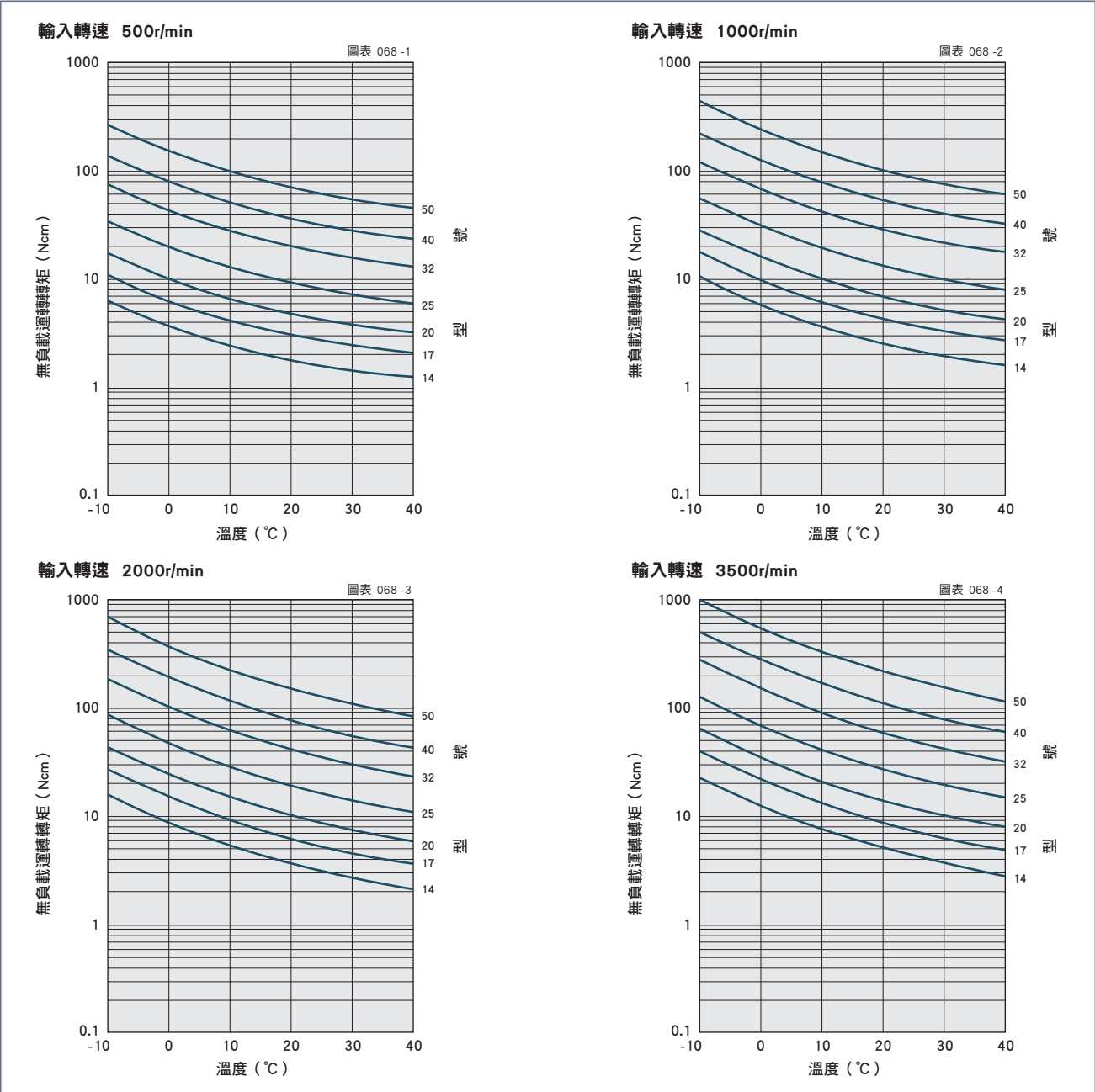
無負載運轉轉矩修正量

表 068 -2

單位：Ncm

型號 \ 減速比	50	80	120	160
14	+0.56	+0.1	—	—
17	+0.95	+0.1	-0.1	—
20	+1.4	+0.2	-0.2	-0.39
25	+2.6	+0.4	-0.3	-0.72
32	+5.4	+0.8	-0.6	-1.5
40	+9.6	+1.5	-1.1	-2.6
50	+18	+2.7	-2.0	-4.8

減速比 100 的無負載運轉轉矩



※ 本圖表數值為平均值 X。

效率特性

效率因下列條件而異。

- 減速比
- 輸入轉速
- 負載轉矩
- 溫度
- 潤滑條件（潤滑種類與使用量）

效率修正係數與效率修正量

效率修正公式

請由公式 069-1 的公式計算出「負載轉矩的效率修正係數」與「型號的效率修正量」產生的效率。

公式

公式 069 -1

$$\text{效率} = K_e \times (\eta_R + \eta_e)$$

依據負載轉矩的效率修正係數

當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。請依據圖表 069-1 計算修正係數 K_e ，參考效率修正公式計算效率。

不同型號的效率修正量

CSD-2A 的輸入端裝有支撐軸承、油封。這些的影響程度會因型號而異。

各型號對額定轉矩時的效率修正量 η_e 以表 069-3 計算。

測量條件

表 069 -1

組裝	以建議組裝精度組裝後測量		
負載轉矩	額定表所示的額定轉矩（063 頁）		
※ 當負載轉矩小於額定轉矩時，效率值將下降。請參照下列效率修正係數。			
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A（型號 20 以上）
		塗佈量	Harmonic 潤滑脂® SK-2（型號 14、17） 適當塗佈量（071 頁）

※ 於 CSD 系列使用潤滑油潤滑時，請洽詢本公司。

公式的記號

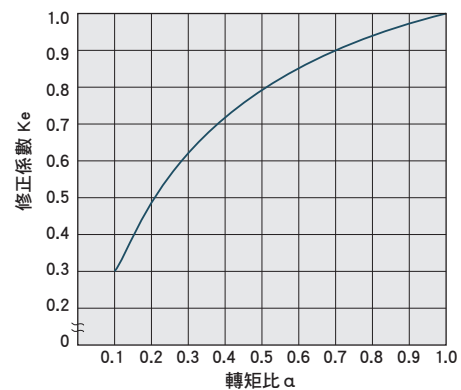
表 069 -2

η	效率	—
K_e	效率修正係數	圖表 069-1
η_R	額定轉矩時的效率	圖表 070-1 ~ 070-6
η_e	效率修正量	表 069-3

效率修正係數

圖表 069 -1

轉矩比 α 為負載轉矩／額定轉矩（額定表：063 頁）的數值。



※ 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e=1$ 。

各型號的效率修正量單位

表 069 -3
單位：%

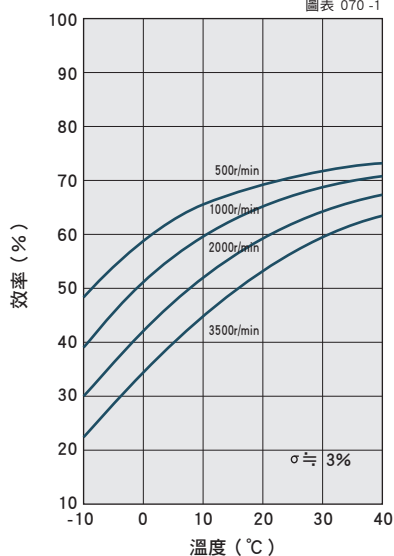
型號 \ 減速比	50	80	100	120	160
14	0.0	3.4	0.0	—	—
17	0.3	4.5	2.4	-0.2	—
20	-0.3	4.4	3.7	1.2	1.7
25	3.0	3.7	1.6	-1.0	-0.6
32	1.4	1.5	0.7	-2.0	-1.6
40	1.2	0.6	1.3	0.3	0.8
50	0.0	-0.5	0.0	-0.8	-0.3

■ 額定轉矩時的效率

減速比 50

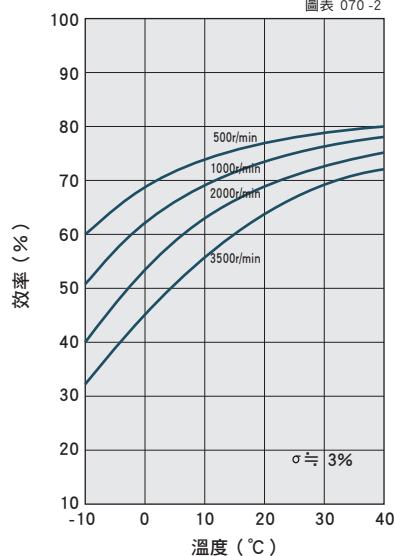
型號 14

圖表 070-1



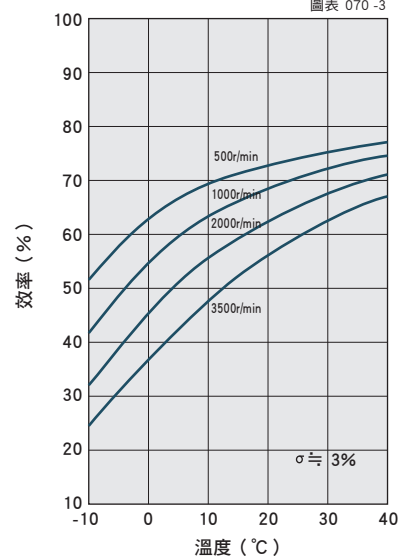
型號 17、20

圖表 070-2



型號 25、32、40、50

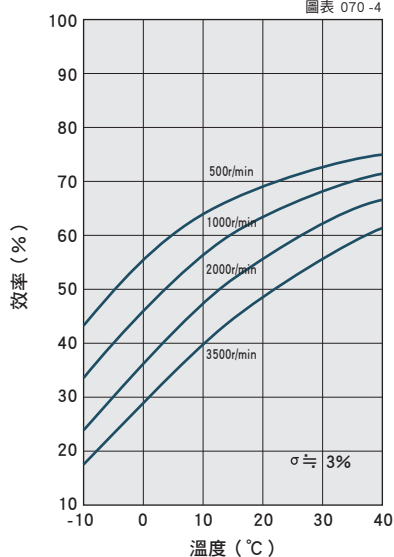
圖表 070-3



減速比 80、100、120

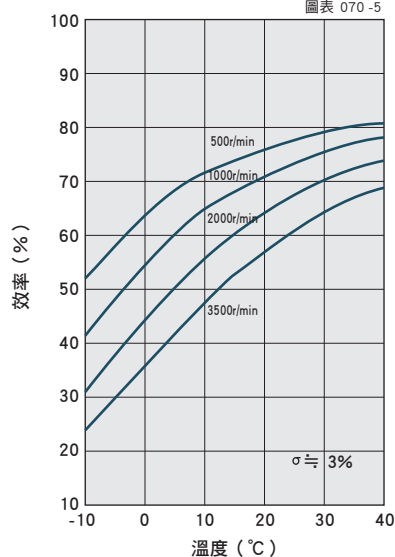
型號 14

圖表 070-4



型號 17、20、25、32、40、50

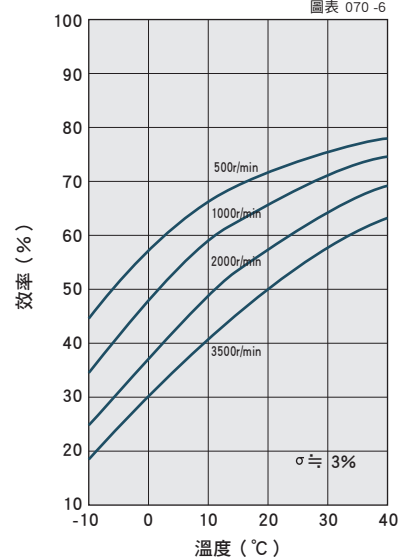
圖表 070-5



減速比 160

型號 20、25、32、40、50

圖表 070-6



設計指南

潤滑

■潤滑脂

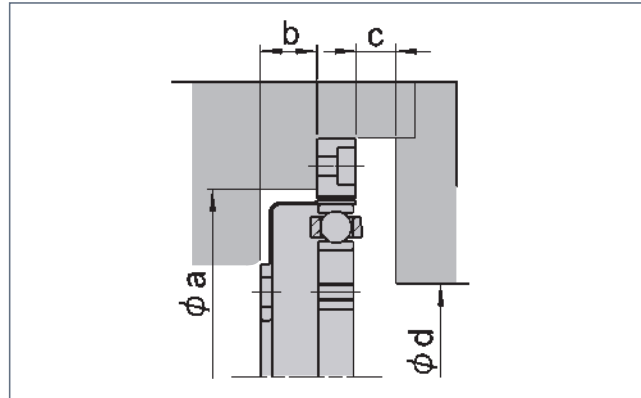
潤滑劑的詳情，請參閱 016 頁「技術資料」內容。

機殼內壁建議尺寸

以潤滑脂潤滑時，為了讓運轉中潤滑脂不致四下飛濺而殘留於 Harmonic Drive® 內部，Harmonic Drive® 與機殼內壁之間應盡可能符合建議尺寸。如果無法確保建議尺寸，請洽詢本公司。

機殼內壁建議尺寸

圖 071 -1



機殼內壁建議尺寸

表 071 -1
單位：mm

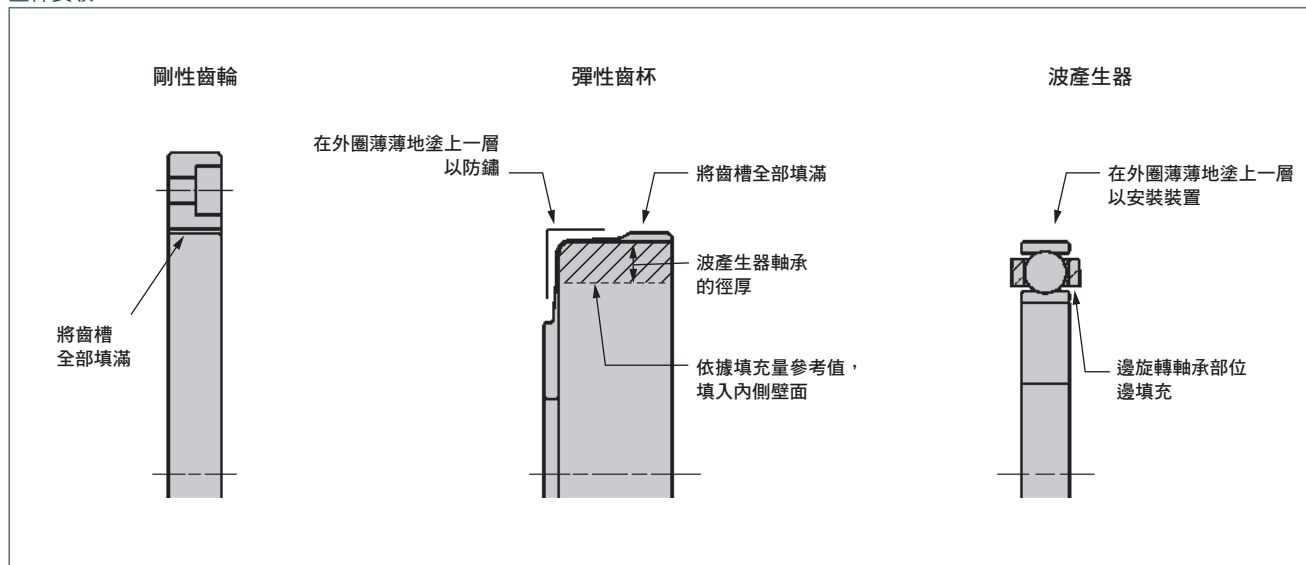
記號 \ 型號	14	17	20	25	32	40	50
φa	38	45	53	66	86	106	133
b	6.5	7.5	8	10	13	16	19.5
c	1 (3)	1 (3)	1.5 (4.5)	1.5 (4.5)	2 (6)	2.5 (7.5)	3.5 (10.5)
φd ^{+0.5} / ₀	16	26	30	37	37	45	45

(註) () 內為波產生器朝上時的數值。

塗佈要領

塗佈要領

圖 071 -2



不同使用方法的塗佈要領

波產生器朝上或朝下時的塗佈要領請參閱 CSF 系列 (048 頁圖 048-3)。

塗佈量

表 071 -2
單位：g

使用方法 \ 型號	14	17	20	25	32	40	50
水平使用	3.5	5.2	9	17	37	68	131
垂直使用	輸出軸朝上	3.9	6	10	19	42	149
	輸出軸朝下	4.6	7.1	12	22	48	175

潤滑脂更換時期

潤滑脂的性能會大幅影響 Harmonic Drive® 各個滑動部的磨耗。潤滑脂性能會隨溫度而變化，越高溫越容易劣化，需要儘早更換。右方圖表是根據平均負載轉矩低於額定轉矩時，潤滑脂溫度與波產生器總旋轉數關連性所表示的更換時期基準。當平均負載轉矩超過額定轉矩，可依下列公式計算更換時期。

平均負載轉矩超過額定轉矩時的公式

公式 072-1

$$L_{GT} = L_{GTn} \times \left(\frac{T_r}{T_{av}} \right)^3$$

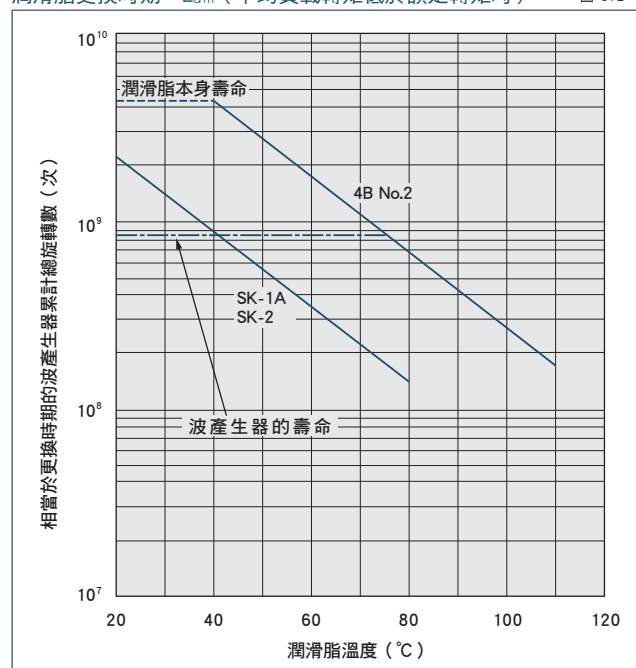
公式的記號

表 072-1

L_{GT}	超過額定轉矩的更換時期	轉數	——
L_{GTn}	未超過額定轉矩的更換時期	轉數	參閱右圖
T_r	額定轉矩	N·m, kgf·m	參閱 063 頁「額定表」
T_{av}	輸出端的平均負載轉矩		公式：參閱 014 頁

潤滑脂更換時期： L_{GTn} （平均負載轉矩低於額定轉矩時）

圖 072-1



※ 波產生器的壽命，係指受損機率 10%。

■ 其他注意事項

1. 切忌與其他潤滑脂混用。此外，Harmonic Drive® 應先安裝至單獨機殼後再組裝至裝置。
2. Harmonic Drive® 在波產生器朝上（參閱 050 頁圖 050-2）的狀態，且一定負載往單方向低速旋轉（輸入轉速：1000r/min 以下）使用時，可能造成潤滑不良，若於此情形下使用時，請洽詢本公司營業據點。

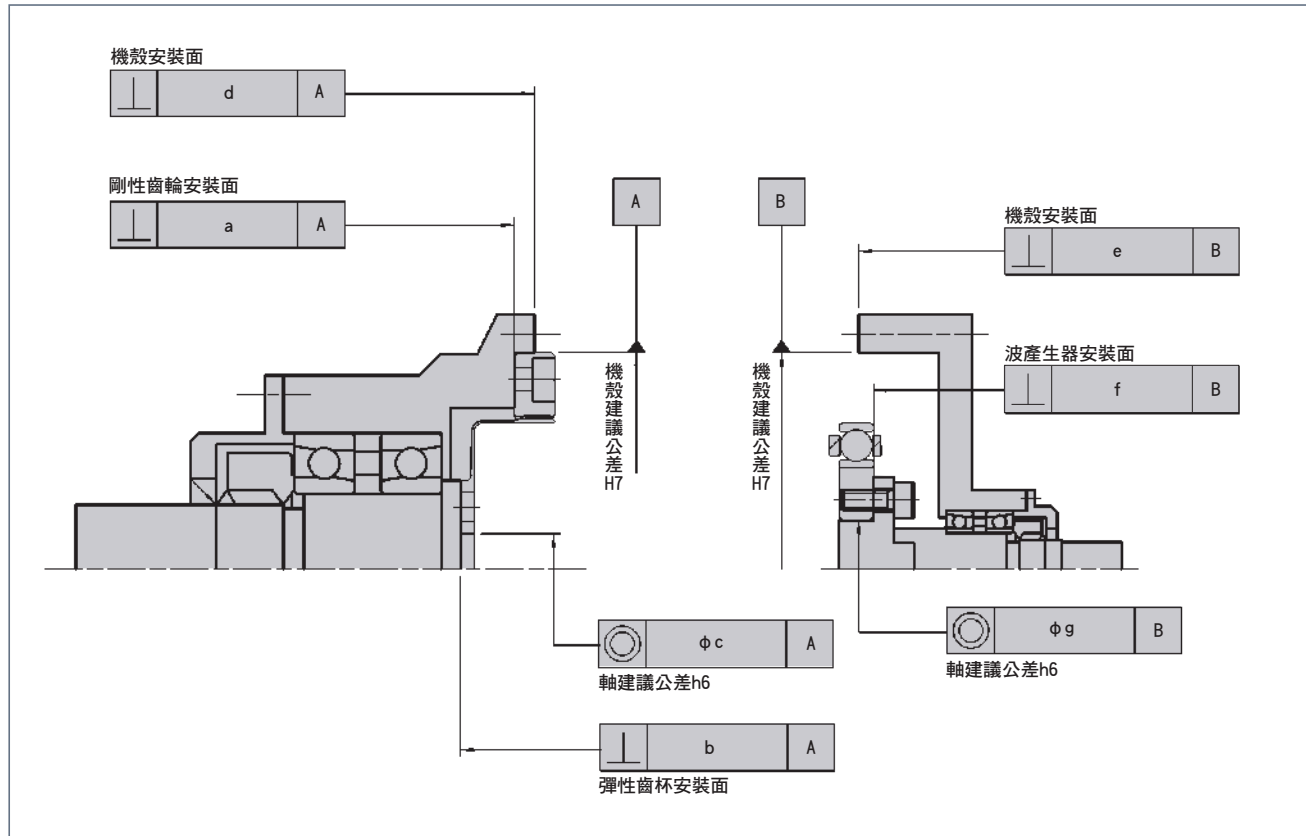
組裝精度

關於組裝設計，若為導致安裝面變形等異常組裝，則可能造成性能降低。
為充分發揮元件型的優異性能，請注意以下事項，保持圖 073-1、表 073-1 的組裝機殼建議精度，並採用不會漏油的設計。

- 安裝面彎曲、變形
- 咬入異物
- 安裝孔螺孔部週邊的毛邊、隆起、位置度異常
- 安裝接口部倒角不足
- 安裝接口部真圓度異常

組裝機殼建議精度

圖 073-1



組裝機殼建議精度

表 073-1
單位：mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40	50
a		0.011	0.012	0.013	0.014	0.016	0.016	0.018
b		0.008	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.030
φc		0.015	0.018	0.019	0.022	0.022	0.024	0.030
d		0.011	0.015	0.017	0.024	0.026	0.026	0.028
e		0.011	0.015	0.017	0.024	0.026	0.026	0.028
f		0.008	0.010	0.010	0.012	0.012	0.012	0.015
φg		0.016	0.018	0.019	0.022	0.022	0.024	0.030

密封機構

為防止潤滑脂滲漏並保持 Harmonic Drive® 的高度耐久性，需要下列密封機構。

- 旋轉滑動部……………油封（含彈簧）。此時請注意勿使軸側出現損傷等不良。
- 凸緣重合面、嵌合處……………O 型環、密封劑。此時請注意平面不均整、O 型環遭咬入等情形。
- 螺孔部……………具封止效果的螺絲固定劑（建議使用 LOCTITE 242）或密封劑。

（註）尤其是使用 Harmonic 潤滑脂®4B No.2 時，必須嚴格採用前述機構。

基本三項零件之組裝

■安裝波產生器

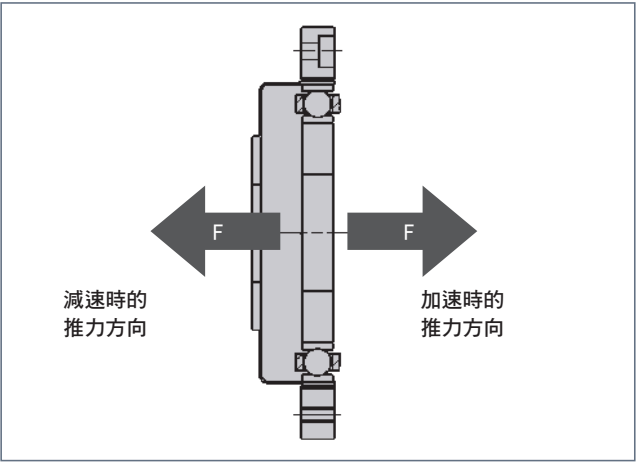
1. 波產生器的推力與軸固定

Harmonic Drive® 因為彈性齒杯彈性變形，運轉中會對波產生器施加推力。
作為減速機（010 頁①、②、③）使用時，推力將對彈性齒杯隔板方向作用。
（圖 074-1）
此外，作為加速機（010 頁④、⑤、⑥）使用時，其推力作用方向與減速機時的方向相反。（圖 074-1）
波產生器的推力（最大值）可由下列公式求出。此外，推力會隨運轉條件而改變。高轉矩時、極低速時、固定連續旋轉時有增大的傾向，幾乎如同公式求出的值。無論任何情況，設計時務必採用阻止波產生器推力的結構。

（註）若希望於波產生器栓加裝固定螺絲以固定輸入軸時，請務必洽詢本公司。

波產生器的推力方向

圖 074 - 1



推力計算公式

表 074 - 1

減速比	公式
50	$F=2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 30^\circ + 2\mu PF$
80 以上	$F=2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 20^\circ + 2\mu PF$

公式的記號

表 074 - 2

F	推力	N	參閱圖 074-1
D	(型號) × 0.00254	m	
T	輸出轉矩	N·m	
2μPF	軸承斥力導致的推力	N	參閱表 074-3

軸承斥力導致的推力

表 074 - 3

機種	型號	型號 2μPF (N)
CSD	14	2.1
	17	4.1
	20	5.6
	25	9.8
	32	16
	40	24
	50	39

計算例

公式 074 - 1

機種名稱: CSD
型號: 32
減速比: i=50
輸出轉矩: 268N·m (瞬間容許最大轉矩)

$$F=2 \times \frac{268}{(32 \times 0.00254)} \times 0.07 \times \tan 30^\circ + 16$$

F=266.5N

■安裝彈性齒杯

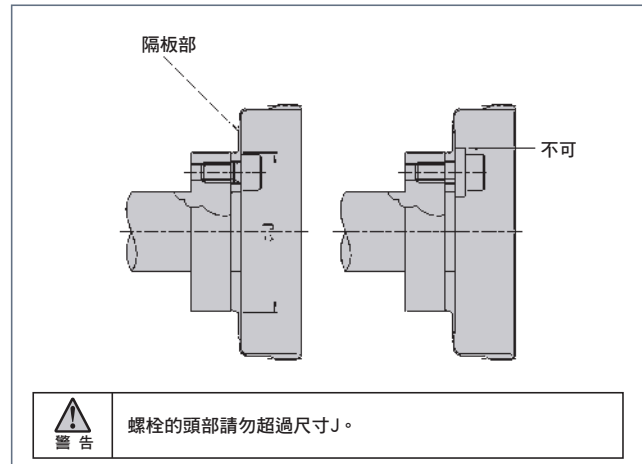
1. 安裝注意事項

彈性齒杯建議使用螺栓直接安裝。

若於彈性齒杯內側使用安裝用凸緣及墊片等，則組裝波產生器時，安裝螺栓會碰撞損壞波產生器，因此請務必使用螺栓直接安裝。如圖 075-1 所示，螺栓頭部請勿超過彈性齒杯凸軸直徑（ ϕJ ）。超過凸軸直徑可能損壞隔板。

安裝彈性齒杯

圖 075 -1



彈性齒杯的凸軸直徑

表 075 -1
單位：mm

型號	14	17	20	25	32	40	50
記號							
ϕJ	23	27.2	32	40	52	64	80

2. 如何以螺栓鎖緊彈性齒杯

彈性齒杯使用螺栓鎖緊。

以下條件對鎖緊部傳動轉矩的影響很大，因此請配合負載條件進行設計及零件管理。

- 選擇螺栓的強度
- 螺栓鎖緊及鎖緊轉矩
- 螺栓及螺帽的表面狀態
- 接觸面的摩擦係數

螺栓鎖固

表 075 -2

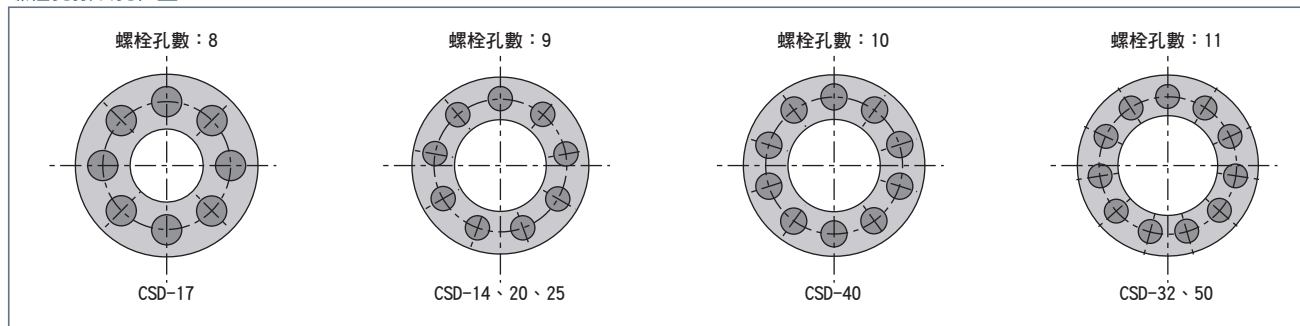
		標準品							BB（彈性齒杯的凸起孔為最大直徑時）				
型號		14	17	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50
項目													
螺栓支數		9	8	9	9	11	10	11	12	12	14	14	14
螺栓尺寸		M3	M4	M4	M5	M6	M8	M10	M3	M4	M5	M6	M8
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	17	19.5	24	30	41	48	62	26	32	42	52	65
螺栓鎖緊 轉矩	N·m	2.0	4.5	4.5	9.0	15.3	37	74	2.0	4.5	9.0	15.3	37
	kgf·m	0.20	0.46	0.46	0.92	1.56	3.8	7.5	0.20	0.46	0.92	1.56	3.8
螺栓 傳動轉矩	N·m	32	55	76	152	359	694	1577	65	135	331	580	1315
	kgf·m	3.3	5.6	7.7	16	37	71	161	6.6	14	34	59	134

（表 075-2 / 註）

1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
2. 建議螺栓 螺絲名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
3. 轉矩係數：K=0.2
4. 鎖緊係數：A=1.4
5. 接合面摩擦係數 $\mu=0.15$
6. BB 規格中，由於螺栓傳動轉矩較標準品小，因此瞬間容許最大轉矩受到限制。（參閱 063 頁「額定表」）

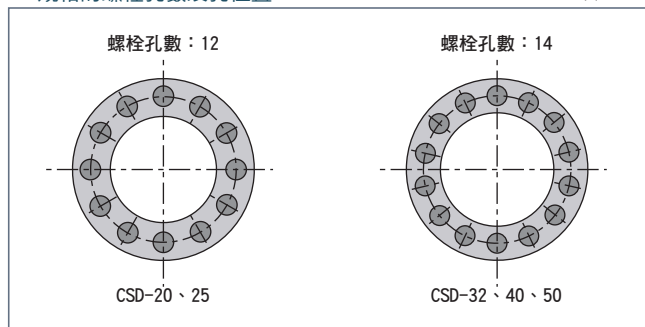
螺栓孔數及孔位置

圖 076 - 1



BB 規格的螺栓孔數及孔位置

圖 076 - 2



■ 安裝剛性齒輪

關於剛性齒輪的安裝，應與彈性齒杯同樣，進行符合負載條件的設計與零件管理。建議螺栓及鎖緊轉矩的傳動轉矩如下（表 077-1）所示，若相對於負載轉矩，傳動轉矩較小，請考慮併用 Pin 或增加螺栓。

螺栓鎖固

表 077 - 1

項目 \ 型號		14	17	20	25	32	40	50
螺栓支數		6	8	12	12	12	12	12
螺栓尺寸		M3	M3	M3	M3	M4	M5	M6
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	44	54	62	75	100	120	150
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.0	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3
	kgf·m	0.20	0.20	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56
螺栓傳動轉矩	N·m	55	90	155	188	422	810	1434
	kgf·m	5.6	9.2	16	19	43	83	146

（表 077-1 / 註）

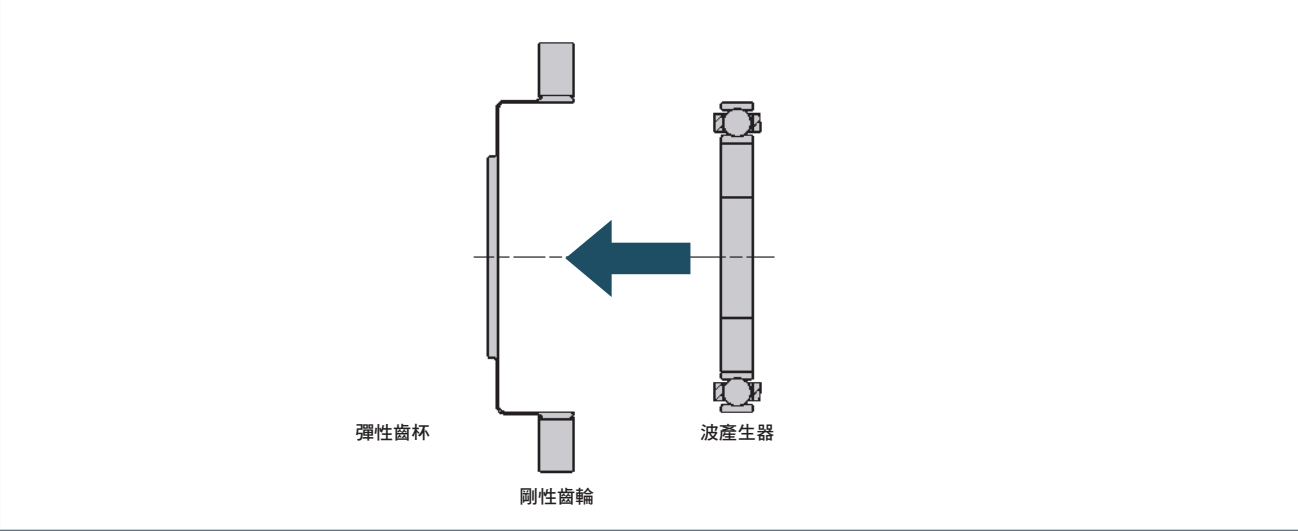
- 1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
- 2. 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
- 3. 轉矩係數：K=0.2
- 4. 鎖緊係數：A=1.4
- 5. 接合面摩擦係數 $\mu=0.15$

■ 基本三項零件之組裝順序

將剛性齒輪及彈性齒杯安裝至裝置後，組裝波產生器。
若用其他方法組裝，可能造成齒輪啮合空轉狀態（參閱 029 頁），齒面損傷。務請注意。

三項零件的適當組裝順序

圖 077 - 1



■組裝注意事項

Harmonic Drive® 可能因組裝時的不良，產生震動或異音。組裝時，應避免對波產生器軸承過度施力。

波產生器注意事項

1. 組裝時，應避免對波產生器軸承過度施力。旋轉波產生器，即可順利插入。
2. 由於 CSD 系列的波產生器沒有 Oldham 機構（自動校準機構），尤應注意讓偏心、垂直的影響保持在建議值範圍內（參閱 073 頁「組裝精度」）。
3. 組裝時請注意勿使波產生器的鎖合螺栓與彈性齒杯的鎖合螺栓干涉。

剛性齒輪注意事項

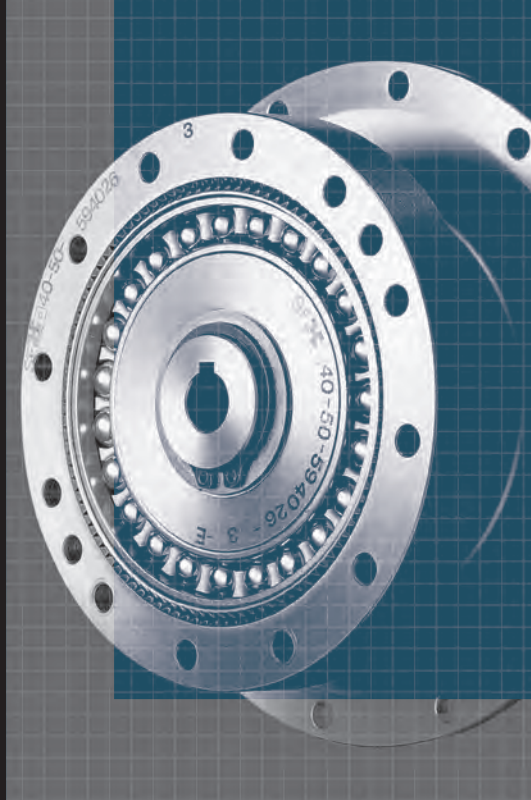
1. 檢查安裝面平整度是否不佳、有否歪斜。
2. 檢查螺孔有無隆起、殘留毛邊、咬入異物。
3. 檢查外殼組裝部是否針對剛性齒輪彎角部進行倒角或離隙加工，以避免干涉。
4. 檢查剛性齒輪組裝進外殼後是否可旋轉，有無干涉卡住。
5. 檢查螺栓插入安裝用螺栓孔時，是否因螺栓孔位不準、螺栓孔倒著加工等原因造成螺栓與剛性齒輪干涉，導致螺栓旋轉困難。
6. 切勿以規定轉矩將螺栓一次鎖緊。請先以規定轉矩一半的力量暫時鎖緊，再用規定轉矩鎖緊。此外，請務必按照對角線的順序將螺栓鎖緊。
7. 盡量避免釘扎剛性齒輪，以免降低旋轉精度。

彈性齒杯注意事項

1. 檢查安裝面平整度是否不佳、有否歪斜。
2. 檢查螺孔有無隆起、殘留毛邊、咬入異物。
3. 檢查外殼組裝部是否針對剛性齒輪彎角部進行倒角或離隙加工，以避免干涉。
4. 檢查螺栓插入安裝用螺栓孔時，是否因螺栓孔位不準、螺栓孔倒著加工等原因造成螺栓與彈性齒杯干涉，導致螺栓旋轉困難。
5. 切勿以規定轉矩將螺栓一次鎖緊。請先以規定轉矩一半的力量暫時鎖緊，再用規定轉矩鎖緊。此外，請務必按照對角線的順序將螺栓鎖緊。
6. 檢查彈性齒杯與剛性齒輪組合時，有無極度偏往單側、嚙合不良的情形。如果偏往單側，應為該兩個零件出現偏心或垂直。
7. 組裝彈性齒杯時，避免敲打開口部齒尖或過度用力壓入。

防鏽對策

CSD 系列表面並無防鏽處理。
如需防鏽，應塗佈防鏽劑。
另外，如需本公司進行防鏽表面處理，請洽詢本公司。



SHG/SHF系列

Component Type SHG/SHF

特徵	080
型式、記號	081
技術資料	082
額定表	082
外觀圖	084
尺寸表	085
角傳動精度	086
遲滯損失	086
最大背隙量	086
剛性 (彈簧常數)	086
起動轉矩	087
加速起動轉矩	087
鬆脫轉矩	088
屈曲轉矩	088
無負載運轉轉矩	088
效率特性	090
設計指南	092
潤滑	092
組裝精度	096
密封機構	096
基本三項零件之組裝	097

特徵



■ SHG / SHF 系列元件型

SHG / SHF 系列元件型以 CSG / CSF 系列為基礎開發，兩系列的基礎性能相同。

兩系列的主要差異在於彈性齒杯的形狀。

SHG / SHF 系列的彈性齒杯呈現向外側打開的形狀。此形狀可以使中央部中空。

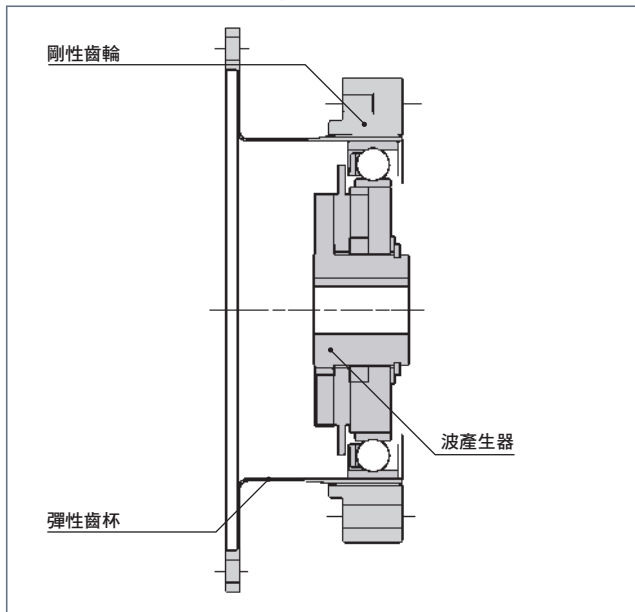
SHG / SHF 系列元件型僅以三項基礎零件組成。可直接組裝至機械、裝置，提升設計自由度。

SHG / SHF 系列的特徵

- 大口徑中空孔、薄型
- 設計輕巧、簡單
- 高轉矩容量
- 高剛性
- 無背隙
- 優異的定位精度及旋轉精度
- 輸出輸入軸位於同軸

SHG / SHF 系列元件型的結構

圖 080-1



新種類

SHG 系列：高轉矩用

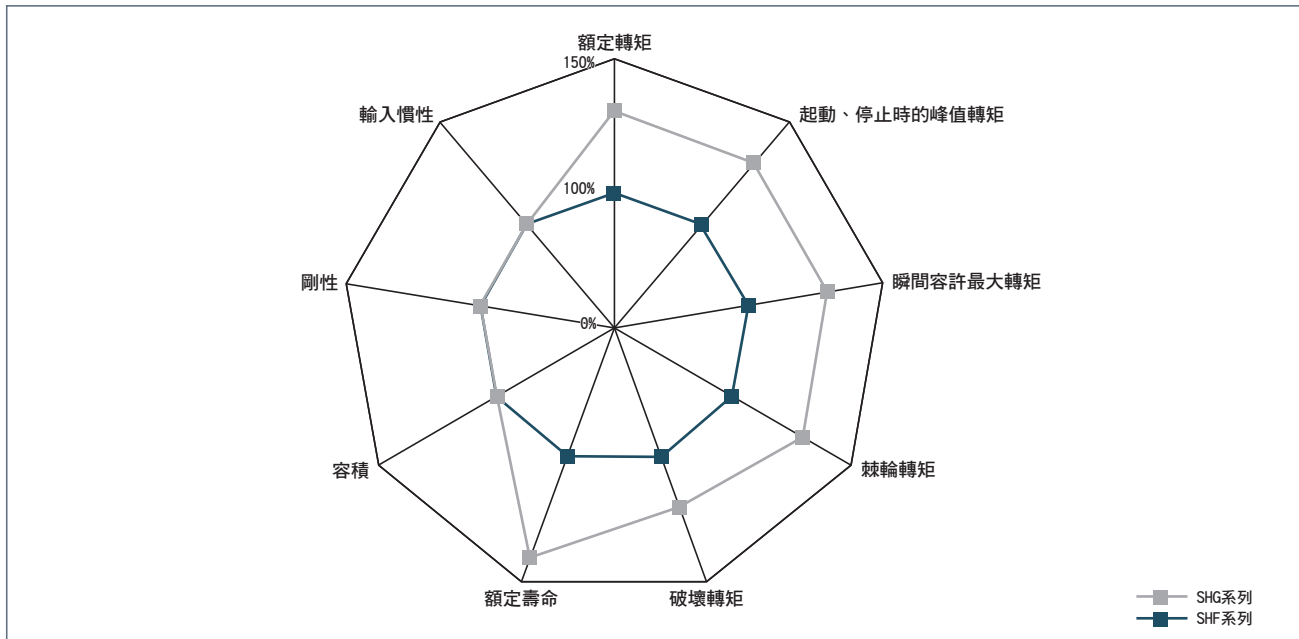
- 較 SHF 系列提升 30% 轉矩容量
- 較 SHF 系列延長 43% 使用壽命（10000 小時）

減速比 30：高速用

- 保留無背隙 Harmonic Drive® 的優點，實現減速比 30

SHG 系列與 SHF 系列的比較

圖表 080-1



型式、記號

SHG - 25 - 100 - 2A - GR - 規格

表 081 -1

機種名稱	型號	減速比 (註)						型式	特殊規格
SHG	14	50	80	100	—	—		2A-GR= 元件型 (型號 14、17 為 2A-R)	SP=形狀或性能等特殊規格 無記載=標準品
	17	50	80	100	120	—			
	20	50	80	100	120	160			
	25	50	80	100	120	160			
	32	50	80	100	120	160			
	40	50	80	100	120	160			
	45	50	80	100	120	160			
	50	—	80	100	120	160			
	58	—	80	100	120	160			
	65	—	80	100	120	160			

(註) 減速比表示為輸入：波產生器、固定：剛性齒輪、輸出：彈性齒杯。

SHF - 25 - 100 - 2A - GR - 規格

表 081 -2

機種名稱	型號	減速比 (註)						型式	特殊規格
SHF	14	30	50	80	100	—	—	2A-GR= 元件型 (型號 14、17 為 2A-R)	SP=形狀或性能等特殊規格 無記載=標準品
	17	30	50	80	100	120	—		
	20	30	50	80	100	120	160		
	25	30	50	80	100	120	160		
	32	30	50	80	100	120	160		
	40	—	50	80	100	120	160		
	45	—	50	80	100	120	160		
	50	—	50	80	100	120	160		
	58	—	50	80	100	120	160		

(註) 減速比表示為輸入：波產生器、固定：剛性齒輪、輸出：彈性齒杯。

技術資料

Engineering Data
技術資料

Component Type
元件型

Unit Type
模組型

Differential Gear
差動齒輪

Gear Head Type
減速機型

額定表

SHG 系列

表 082 -1

型號	減速比	輸入 2000r/min 時的額定轉矩		起動、停止時的 容許峰值轉矩		平均負載轉矩的 容許最大值		瞬間容許最大轉矩		容許最高輸入 轉速 r/min		容許平均輸入 轉速 r/min		慣性力矩	
		N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	潤滑油	潤滑脂	潤滑油	潤滑脂	I ×10 ⁻⁴ kg·m ²	J ×10 ⁻³ kgf·ms ²
14	50	7.0	0.7	23	2.3	9	0.9	46	4.7	14000	8500	6500	3500	0.033	0.034
	80	10	1.0	30	3.1	14	1.4	61	6.2						
	100	10	1.0	36	3.7	14	1.4	70	7.2						
17	50	21	2.1	44	4.5	34	3.4	91	9	10000	7300	6500	3500	0.079	0.081
	80	29	2.9	56	5.7	35	3.6	113	12						
	100	31	3.2	70	7.2	51	5.2	143	15						
	120	31	3.2	70	7.2	51	5.2	112	11						
20	50	33	3.3	73	7.4	44	4.5	127	13	10000	6500	6500	3500	0.193	0.197
	80	44	4.5	96	9.8	61	6.2	165	17						
	100	52	5.3	107	10.9	64	6.5	191	20						
	120	52	5.3	113	11.5	64	6.5	191	20						
	160	52	5.3	120	12.2	64	6.5	191	20						
25	50	51	5.2	127	13	72	7.3	242	25	7500	5600	5600	3500	0.413	0.421
	80	82	8.4	178	18	113	12	332	34						
	100	87	8.9	204	21	140	14	369	38						
	120	87	8.9	217	22	140	14	395	40						
	160	87	8.9	229	23	140	14	408	42						
32	50	99	10	281	29	140	14	497	51	7000	4800	4600	3500	1.69	1.72
	80	153	16	395	40	217	22	738	75						
	100	178	18	433	44	281	29	841	86						
	120	178	18	459	47	281	29	892	91						
	160	178	18	484	49	281	29	892	91						
40	50	178	18	523	53	255	26	892	91	5600	4000	3600	3000	4.50	4.59
	80	268	27	675	69	369	38	1270	130						
	100	345	35	738	75	484	49	1400	143						
	120	382	39	802	82	586	60	1530	156						
	160	382	39	841	86	586	60	1530	156						
45	50	229	23	650	66	345	35	1235	126	5000	3800	3300	3000	8.68	8.86
	80	407	41	918	94	507	52	1651	168						
	100	459	47	982	100	650	66	2041	208						
	120	523	53	1070	109	806	82	2288	233						
	160	523	53	1147	117	819	84	2483	253						
50	80	484	49	1223	125	675	69	2418	247	4500	3500	3000	2500	12.5	12.8
	100	611	62	1274	130	866	88	2678	273						
	120	688	70	1404	143	1057	108	2678	273						
	160	688	70	1534	156	1096	112	3185	325						
58	80	714	73	1924	196	1001	102	3185	325	4000	3000	2700	2200	27.3	27.9
	100	905	92	2067	211	1378	141	4134	422						
	120	969	99	2236	228	1547	158	4329	441						
	160	969	99	2392	244	1573	160	4459	455						
65	80	969	99	2743	280	1352	138	4836	493	3500	2800	2400	1900	46.5	47.8
	100	1236	126	2990	305	1976	202	6175	630						
	120	1236	126	3263	333	2041	208	6175	630						
	160	1236	126	3419	349	2041	208	6175	630						

(注) 1. 元件型的型號 50 以上、減速比 50 的機種使用潤滑油。如以潤滑脂進行潤滑，請在額定轉矩的 $\frac{1}{2}$ 以內使用。
2. 慣性力矩 $I = \frac{1}{4} GD^2$
3. 相關用語詳情，請參閱 012 頁「技術資料」內容。
4. 若可能施加瞬間容許最大轉矩，請參閱各系列「如何以螺栓鎖緊彈性齒杯」相關內容。

SHF 系列

表 083-1

型號	減速比	輸入 2000r/min 時的額定轉矩		起動、停止時的 容許峰值轉矩		平均負載轉矩的 容許最大值		瞬間容許最大轉矩		容許最高輸入 轉速 r/min		容許平均輸入 轉速 r/min		慣性力矩	
		N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	潤滑油	潤滑脂	潤滑油	潤滑脂	I ×10 ⁻⁴ kg·m ²	J ×10 ⁻⁵ kgf·m ²
14	30	4.0	0.41	9.0	0.92	6.8	0.69	17	1.7	14000	8500	6500	3500	0.033	0.034
	50	5.4	0.55	18	1.8	6.9	0.70	35	3.6						
	80	7.8	0.80	23	2.4	11	1.1	47	4.8						
	100	7.8	0.80	28	2.9	11	1.1	54	5.5						
17	30	8.8	0.90	16	1.6	12	1.2	30	3.1	10000	7300	6500	3500	0.079	0.081
	50	16	1.6	34	3.5	26	2.6	70	7.1						
	80	22	2.2	43	4.4	27	2.7	87	8.9						
	100	24	2.4	54	5.5	39	4.0	110	11						
20	120	24	2.4	54	5.5	39	4.0	86	8.8	10000	6500	6500	3500	0.193	0.197
	30	15	1.5	27	2.8	20	2.0	50	5.1						
	50	25	2.5	56	5.7	34	3.5	98	10						
	80	34	3.5	74	7.5	47	4.8	127	13						
25	100	40	4.1	82	8.4	49	5.0	147	15	7500	5600	5600	3500	0.413	0.421
	120	40	4.1	87	8.9	49	5.0	147	15						
	160	40	4.1	92	9.4	49	5.0	147	15						
	30	27	2.8	50	5.1	38	3.9	95	9.7						
32	50	39	4.0	98	10	55	5.6	186	19	7000	4800	4600	3500	1.69	1.72
	80	63	6.4	137	14	87	8.9	255	26						
	100	67	6.8	157	16	108	11	284	29						
	120	67	6.8	167	17	108	11	304	31						
40	160	67	6.8	176	18	108	11	314	32	5600	4000	3600	3000	4.50	4.59
	30	54	5.5	100	10	75	7.7	200	20						
	50	76	7.8	216	22	108	11	382	39						
	80	118	12	304	31	167	17	568	58						
45	100	137	14	333	34	216	22	647	66	5000	3800	3300	3000	8.68	8.86
	120	137	14	353	36	216	22	686	70						
	160	137	14	372	38	216	22	686	70						
	50	137	14	402	41	196	20	686	70						
50	80	206	21	519	53	284	29	980	100	4500	3500	3000	2500	12.5	12.8
	100	265	27	568	58	372	38	1080	110						
	120	294	30	617	63	451	46	1180	120						
	160	294	30	647	66	451	46	1180	120						
58	50	176	18	500	51	265	27	950	97	4000	3000	2700	2200	27.3	27.9
	80	313	32	706	72	390	40	1270	130						
	100	353	36	755	77	500	51	1570	160						
	120	402	41	823	84	620	63	1760	180						
58	160	402	41	882	90	630	64	1910	195	4500	3500	3000	2500	12.5	12.8
	50	245	25	715	73	350	36	1430	146						
	80	372	38	941	96	519	53	1860	190						
	100	470	48	980	100	666	68	2060	210						
58	120	529	54	1080	110	813	83	2060	210	4000	3000	2700	2200	27.3	27.9
	160	529	54	1180	120	843	86	2450	250						
	50	353	36	1020	104	520	53	1960	200						
	80	549	56	1480	151	770	79	2450	250						
58	100	696	71	1590	162	1060	108	3180	325	4000	3000	2700	2200	27.3	27.9
	120	745	76	1720	176	1190	121	3330	340						
	160	745	76	1840	188	1210	123	3430	350						

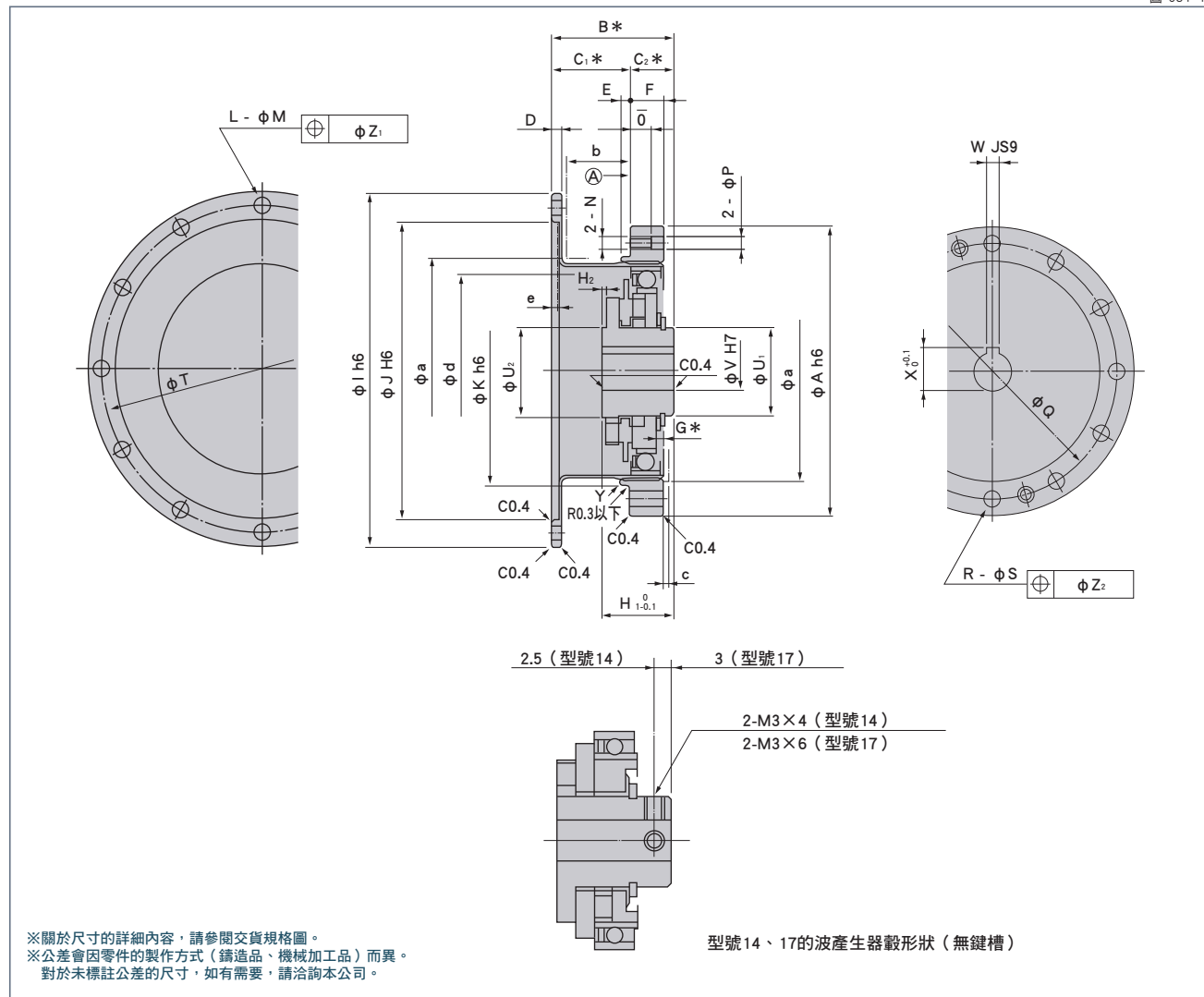
- (注) 1. 元件型的型號 50 以上、減速比 50 的機種使用潤滑油。如以潤滑脂進行潤滑，請在額定轉矩的 $\frac{1}{2}$ 以內使用。
 2. 慣性力矩 $I = \frac{1}{2} GD^2$
 3. 相關用語詳情，請參閱 012 頁「技術資料」內容。
 4. 若可能施加瞬間容許最大轉矩，請參閱各系列「如何以螺栓鎖緊彈性齒杯」相關內容。

外觀圖

本產品的 CAD 數據 (DXF) 可由本公司官網下載。

URL : <https://www.hds.co.jp/>

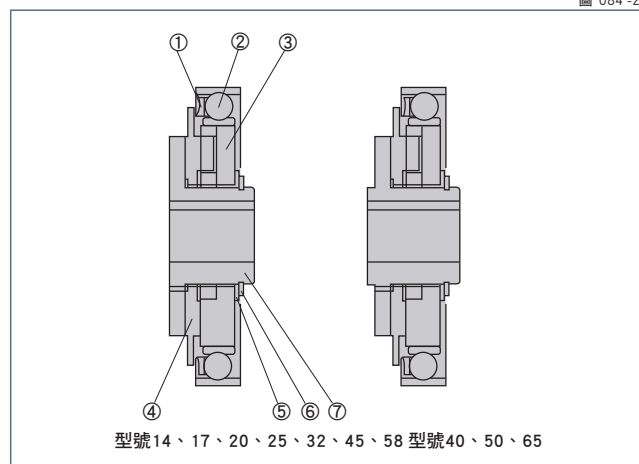
圖 084 - 1



波產生器的形狀

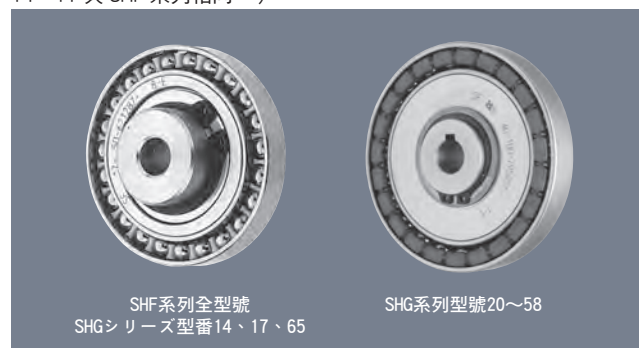
波產生器的結構為 Oldham 聯結器結構。

圖 084 - 2



- ① 保持器
- ② 波產生器軸承
- ③ 波產生器栓
- ④ 插入孔
- ⑤ 橡膠墊圈
- ⑥ C 型固定環
- ⑦ 波產生器殼

SHF 系列與 SHG 系列的保持器外觀形狀不同。（SHG 系列的型號 14、17 與 SHF 系列相同。）



尺寸表

表 085 -1
單位：mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
φA h6		50	60	70	85	110	135	155	170	195	215
B *	SHG 系列	28.5 ⁰ _{-0.4}	32.5 ⁰ _{-0.4}	33.5 ⁰ _{-0.4}	37 ⁰ _{-0.5}	44 ⁰ _{-0.6}	53 ⁰ _{-0.6}	58.5 ⁰ _{-0.6}	64 ⁰ _{-0.7}	75.5 ⁰ _{-0.7}	83 ⁰ _{-0.7}
	SHF 系列	28.5 ⁰ _{-0.8}	32.5 ⁰ _{-0.9}	33.5 ⁰ _{-1.0}	37 ⁰ _{-1.0}	44 ⁰ _{-1.1}	53 ⁰ _{-1.1}	58.5 ⁰ _{-1.2}	64 ⁰ _{-1.3}	75.5 ⁰ _{-1.3}	—
C ₁ *		17.5 ^{+0.4} ₀	20 ^{+0.5} ₀	21.5 ^{+0.8} ₀	24 ^{+0.8} ₀	28 ^{+0.8} ₀	34 ^{+0.6} ₀	38 ^{+0.6} ₀	41 ^{+0.6} ₀	48 ^{+0.6} ₀	52.5 ^{+0.6} ₀
C ₂ *		11	12.5	12	13	16	19	20.5	23	27.5	30.5
D		2.4	3	3	3.3	3.6	4	4.5	5	5.8	6.5
E		2	2.5	3	3	3	4	4	4	5	5
F		6	6.5	7.5	10	14	17	19	22	25	29
G *	SHG 系列	1.4	1.6	1.5	3.5	4.2	5.6	6.3	7	8.2	9.5
	SHF 系列	0.4	0.3	0.1	2.1	2.5	3.3	3.7	4.2	4.8	—
H ₁	SHG 系列	18.5 ⁰ _{-0.1}	20.7 ⁰ _{-0.1}	21.5 ⁰ _{-0.1}	21.6 ⁰ _{-0.1}	23.6 ⁰ _{-0.1}	29.7 ⁰ _{-0.1}	30.5 ⁰ _{-0.1}	34.8 ⁰ _{-0.1}	38.3 ⁰ _{-0.1}	44.6 ⁰ _{-0.1}
	SHF 系列	17.6 ⁰ _{-0.1}	19.5 ⁰ _{-0.1}	20.1 ⁰ _{-0.1}	20.2 ⁰ _{-0.1}	22 ⁰ _{-0.1}	27.5 ⁰ _{-0.1}	27.9 ⁰ _{-0.1}	32 ⁰ _{-0.1}	34.9 ⁰ _{-0.1}	—
H ₂		—	—	—	—	—	0.4	—	0.8	—	2.2
φI h6	SHG 系列	60	72	82	104	134	164	190	214	240	276
	SHF 系列	60	72	82	104	134	164	182	205	233	—
φJ H6		48	60	70	88	114	140	158	175	203	232
φK h6	減速比 30 以外	38	48	54	67	90	110	124	135	156	177
	減速比 30	38	48	55	68	90	—	—	—	—	—
L		8	12	12	12	12	12	18	12	16	16
φM		3.5	3.4	3.5	4.5	5.5	6.6	6.6	9	9	11
N		M3	M3	M3	M4	M5	M6	M8	M8	M10	M10
O		6	6.5	4	6	7	9	12	13	15	15
φP		—	—	3.5	4.5	5.5	6.6	9	9	11	11
φQ		44	54	62	75	100	120	140	150	175	195
R	SHG 系列	8	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	SHF 系列	6	12	12	12	12	12	12	12	12	—
φS		3.5	3.5	3.5	4.5	5.5	6.6	9	9	11	11
φT	SHG 系列	54	66	76	96	124	152	180	200	226	258
	SHF 系列	54	66	76	96	124	152	170	190	218	—
φU ₁		14	18	21	26	26	32	32	32	40	48
φU ₂		—	—	—	—	—	32	—	32	—	48
φV	標準 (H7)	6	8	9	11	14	14	19	19	22	24
	最大尺寸	8	10	13	15	16	20	20	20	25	30
WJs9		—	—	3	4	5	5	6	6	6	8
X		—	—	10.4 ^{+0.1} ₀	12.8 ^{+0.1} ₀	16.3 ^{+0.1} ₀	16.3 ^{+0.1} ₀	21.8 ^{+0.1} ₀	21.8 ^{+0.1} ₀	24.8 ^{+0.1} ₀	27.3 ^{+0.2} ₀
Y		C0.3	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.8	C0.8	C0.8
φZ ₁		0.25	0.20	0.25	0.25	0.25	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
φZ ₂		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5
機殼內壁	φa	38	45	53	66	86	106	119	133	154	172
	b	14.6	16.4	17.8	19.8	23.2	28.6	31.9	34.2	40.1	43
	c	1	1	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2.5	2.5
	φd	31	38	45	56	73	90	101	113	131	150
	e	1.7	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	2.5	2.9	3.5
質量 (kg)		0.11	0.18	0.31	0.48	0.97	1.87	2.64	3.53	5.17	7.04

●剛性齒輪的安裝面為圖中A面。
安裝至機殼等處時，請貼合此面。

●下述尺寸可變更或追加加工。

波產生器：尺寸V
彈性齒杯：尺寸L、M
剛性齒輪：尺寸R、S

●由於 SHF 系列與 SHG 系列的部份尺寸及形狀不同，設計、安裝時請多加注意。

- * 記號的尺寸 B、C₁、C₂、G 為構成 Harmonic Drive® 三項零件（波產生器、彈性齒杯、剛性齒輪）軸方向的配合位置及容許公差。組裝時請務必遵守上述尺寸，以免影響性能、強度。
- 由於彈性齒杯會彈性變形，為了避免與機殼接觸，內壁的尺寸請保持在 φa、b、c 以上，且勿超過尺寸 φd、e。
- 產品交貨時，是以三項零件（波產生器、彈性齒杯、剛性齒輪）分開的狀態出貨。

表 087-1

型號		14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
T ₁	N·m	2.0	3.9	7.0	14	29	54	76	108	168	235
	kgf·m	0.2	0.4	0.7	1.4	3.0	5.5	7.8	11	17	24
T ₂	N·m	6.9	12	25	48	108	196	275	382	598	843
	kgf·m	0.7	1.2	2.5	4.9	11	20	28	39	61	86
減速比 80 以上	K ₁	×10 ³ N·m/rad	0.47	1	1.6	3.1	6.7	13	18	25	54
		kgf·m/arc-min	0.14	0.3	0.47	0.92	2.0	3.8	5.4	7.4	16
	K ₂	×10 ³ N·m/rad	0.61	1.4	2.5	5.0	11	20	29	40	88
		kgf·m/arc-min	0.18	0.4	0.75	1.5	3.2	6.0	8.5	12	26
	K ₃	×10 ³ N·m/rad	0.71	1.6	2.9	5.7	12	23	33	44	98
		kgf·m/arc-min	0.21	0.46	0.85	1.7	3.7	6.8	9.7	13	29
	θ ₁	×10 ³ rad	4.1	3.9	4.4	4.4	4.4	4.1	4.4	4.1	4.4
		arc-min	1.4	1.3	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5
	θ ₂	×10 ³ rad	12	9.7	11.3	11.1	11.6	11.1	11.1	11.1	11.3
		arc-min	4.2	3.3	3.9	3.8	4.0	3.8	3.8	3.8	3.9

※ 本表數值為參考值。下限值約為標示數值的 80%。

起動轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異，僅作參考值之用。

表 087-2

單位：cN·m

減速比	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
50	3.7	5.7	7.3	14	28	50	70	94	140	—
80	2.8	3.8	4.8	8.9	19	33	47	63	94	128
100	2.4	3.3	4.3	7.9	18	29	41	56	83	114
120	—	3.1	3.9	7.3	15	27	37	51	76	104
160	—	—	3.4	6.4	14	24	33	44	68	94

表 087-3

單位：cN·m

減速比	14	17	20	25	32	40	45	50	58
30	4.8	7.2	12	18	50	—	—	—	—
50	3.7	5.7	7.3	14	28	50	70	94	140
80	2.8	3.8	4.8	8.9	19	33	47	63	94
100	2.4	3.3	4.3	7.9	18	29	41	56	83
120	—	3.1	3.9	7.3	15	27	37	51	76
160	—	—	3.4	6.4	14	24	33	44	68

加速起動轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異，僅作參考值之用。

表 087-4

單位：N·m

減速比	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
50	2.2	3.4	4.4	8.2	17	30	42	56	84	—
80	2.7	3.7	4.6	8.6	18	32	45	60	90	123
100	2.8	4	5.2	9.5	21	35	49	67	100	137
120	—	4.5	5.6	10	21	40	54	73	110	151
160	—	—	6.6	12	26	45	64	85	130	180

表 087-5

單位：N·m

減速比	14	17	20	25	32	40	45	50	58
30	2.3	3.5	6.1	11	23	—	—	—	—
50	2.2	3.4	4.4	8.2	17	30	42	56	84
80	2.7	3.7	4.6	8.6	18	32	45	60	90
100	2.8	4	5.2	9.5	21	35	49	67	100
120	—	4.5	5.6	10	21	40	54	73	110
160	—	—	6.6	12	26	45	64	85	130

鬆脫轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。)

SHG 系列

表 088-1
單位：N·m

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
50	110	190	280	580	1200	2300	3500	—	—	—
80	140	260	450	880	1800	3600	5000	7000	10000	14000
100	100	200	330	650	1300	2700	4000	5300	8300	12000
120	—	150	310	610	1200	2400	3600	4900	7500	10000
160	—	—	280	580	1200	2300	3300	4600	7200	10000

SHF 系列

表 088-2
單位：N·m

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58
30	59	100	170	340	720	—	—	—	—
50	88	150	220	450	980	1800	2700	3700	5800
80	110	200	350	680	1400	2800	3900	5400	8200
100	84	160	260	500	1000	2100	3100	4100	6400
120	—	120	240	470	980	1900	2800	3800	5800
160	—	—	220	450	980	1800	2600	3600	5600

屈曲轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。)

SHG 系列

表 088-3
單位：N·m

型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
全減速比	180	350	590	1100	2400	4400	6300	8600	13400	18800

SHF 系列

表 088-4
單位：N·m

型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58
全減速比	140	270	440	890	1750	3750	5400	7500	11800

無負載運轉轉矩

無負載運轉轉矩係指無負載狀態下，驅動 Harmonic Drive® 所必要的輸入端（高速軸端）的轉矩。

測量條件

表 088-5

減速比 100			
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A
			Harmonic 潤滑脂® SK-2
		塗佈量	適當塗佈量（092 頁）
轉矩值為輸入 2000r/min 經 2 小時以上磨合運轉後的數值			

※ 如為潤滑油潤滑，請洽詢本公司。

速度比別修正量

Harmonic Drive® 的無負載運轉轉矩會因減速比而不同。圖表 089-1 ~ 089-4 為減速比 100 時的數值。

關於其他減速比，請加上表 089-1 所示修正量後計算。

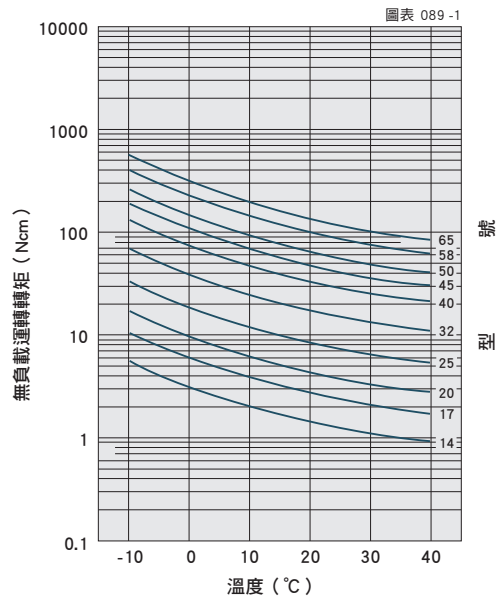
元件型無負載運轉轉矩修正量

表 089-1
單位：Ncm

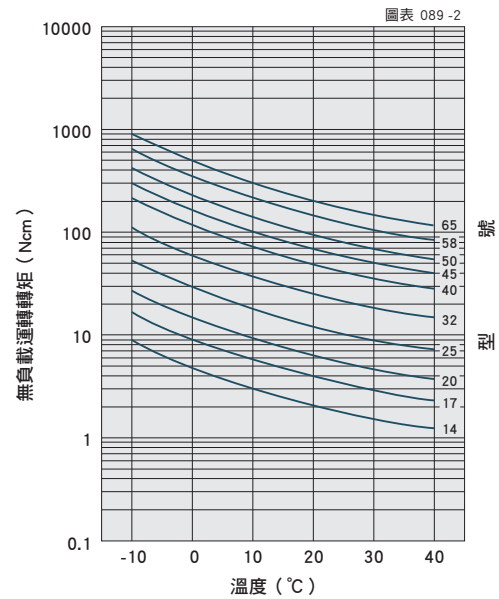
減速比	30	50	80	120	160
型號					
14	+1.2	+0.5	+0.1	—	—
17	+2.1	+0.9	+0.1	-0.1	—
20	+3.1	+1.4	+0.2	-0.2	-0.4
25	+5.7	+2.5	+0.4	-0.3	-0.7
32	+11.7	+5.2	+0.8	-0.6	-1.4
40	—	+9.2	+1.4	-1.0	-2.5
45	—	+12.7	+2.0	-1.4	-3.5
50	—	+17.0	+2.6	-1.9	-4.6
58	—	+25.8	+4.0	-2.9	-7.0
65	—	—	+5.4	-4.0	-9.7

減速比 100 的無負載運轉轉矩

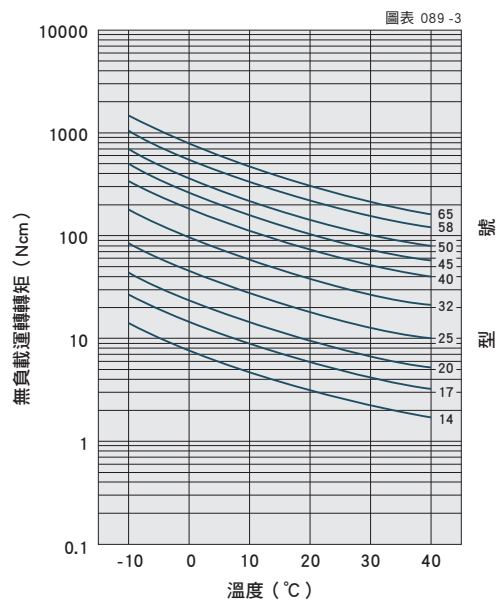
輸入轉速 500r/min



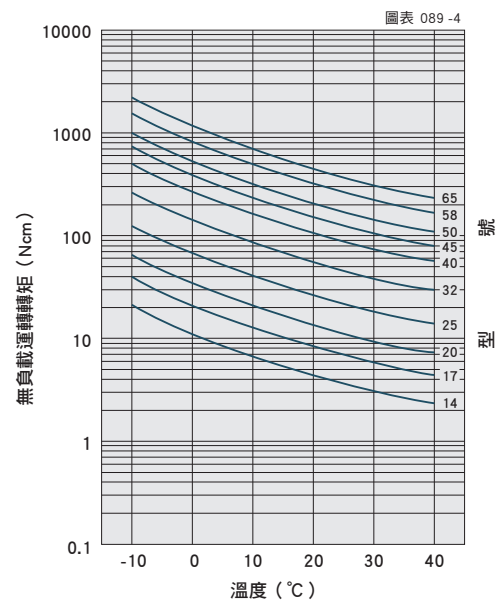
輸入轉速 1000r/min



輸入轉速 2000r/min



輸入轉速 3500r/min



※本圖表數值為平均值 $\bar{X}$ 。 $\sigma \approx \bar{X} \times 0.2$

效率特性

- 效率因下列條件而異。
- 減速比
 - 輸入轉速
 - 負載轉矩
 - 溫度
 - 潤滑條件（潤滑種類與使用量）

效率修正係數

當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。
請依據圖表 090-1 求出修正係數 K_e ，並參考下列計算範例計算效率。

計算例

以 SHF-20-80-2A-GR 為例，計算下列條件下的效率 η （%）。
輸入轉速：1000r/min
負載轉矩：19.6N·m
潤滑方式：潤滑脂潤滑（Harmonic 潤滑脂® SK-1A）
潤滑劑溫度：20℃
型號 20、減速比 80 的額定轉矩為 34N·m（額定表：083 頁），轉矩比 α 為 0.58。（ $\alpha = 19.6 / 34 = 0.58$ ）

- 依據圖表 090-1，得知效率修正係數 $K_e = 0.93$
- 負載轉矩 19.6N·m 時的效率 η 為
 $\eta = k_e \cdot \eta_R = 0.93 \times 82\% = 76\%$ 。

測量條件

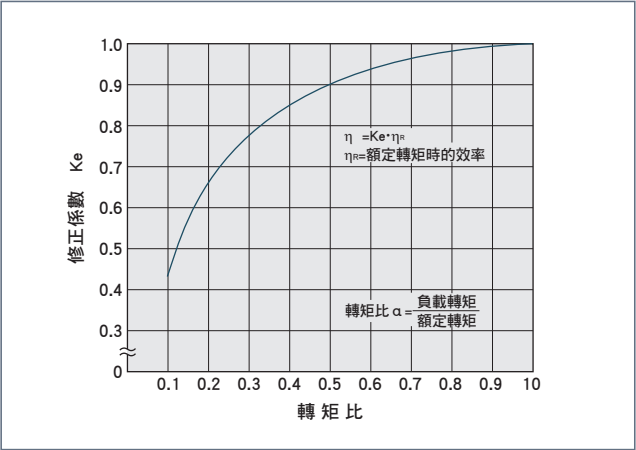
表 090-1

組裝	以建議組裝精度組裝後測量		
負載轉矩	額定表所示的額定轉矩（082,083 頁）		
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A
		塗佈量	適當塗佈量（092 頁）

※ 如為潤滑油潤滑，請洽詢本公司。

效率修正係數

圖表 090-1



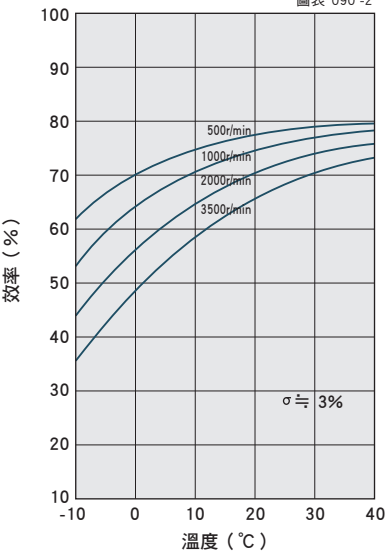
※ 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e = 1$ 。

額定轉矩時的效率

型號 14

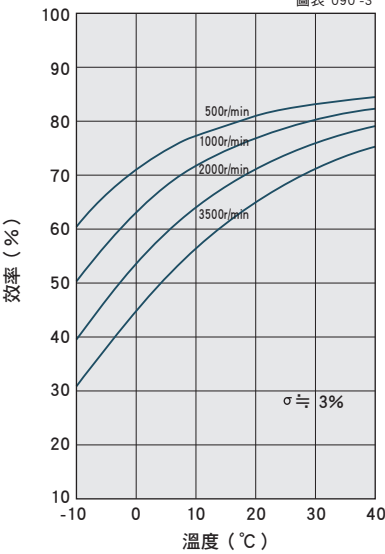
減速比 30

圖表 090-2



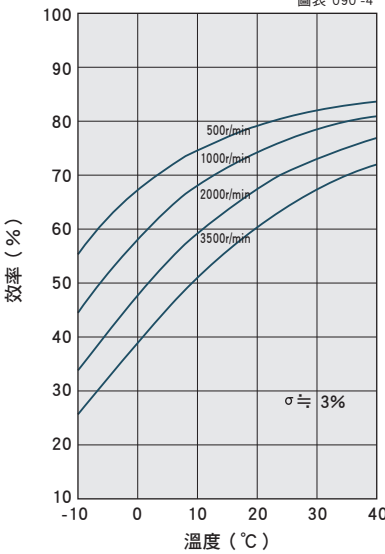
減速比 50、80

圖表 090-3



減速比 100

圖表 090-4

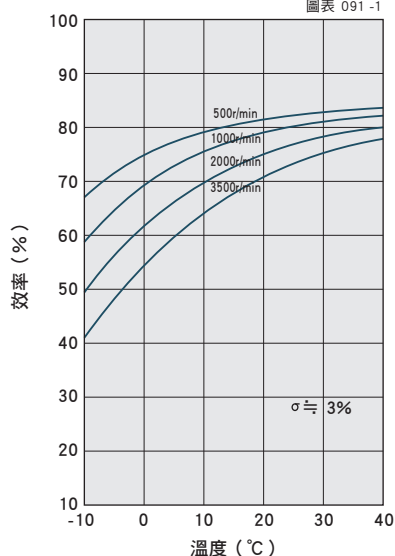


■ 額定轉矩時的效率

型號17~65

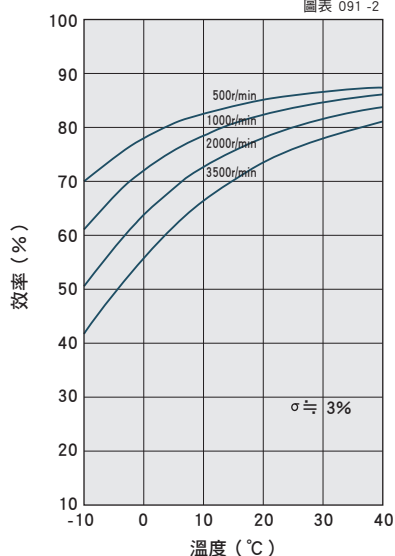
減速比30

圖表 091 -1



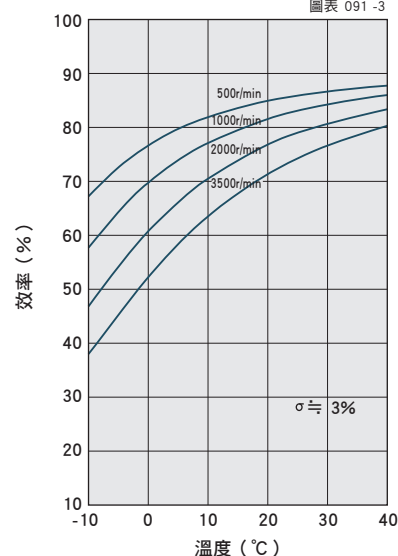
減速比50

圖表 091 -2



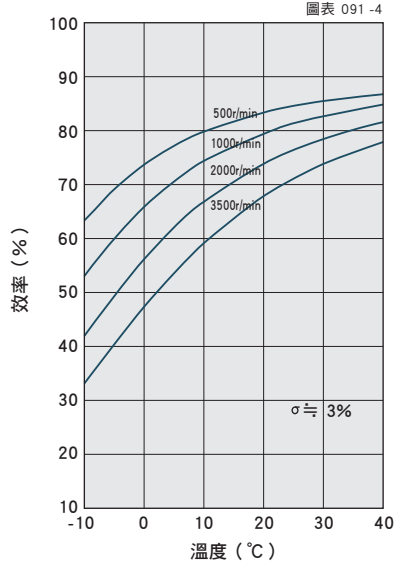
減速比80、100

圖表 091 -3



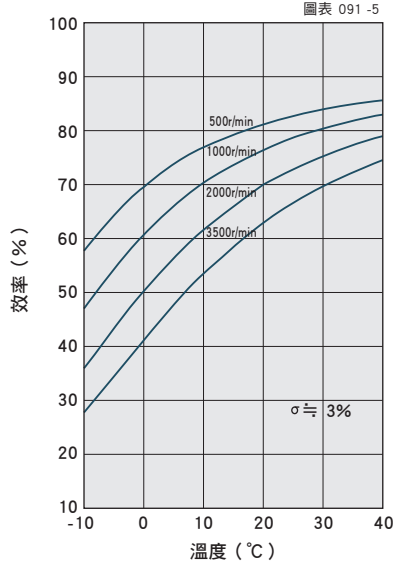
減速比120

圖表 091 -4



減速比160

圖表 091 -5



設計指南

潤滑

■潤滑脂

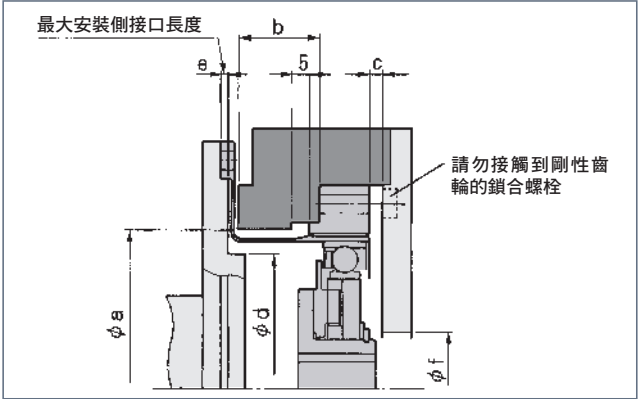
潤滑劑的詳情，請參閱 016 頁「技術資料」內容。

機殼內壁建議尺寸

以潤滑脂潤滑時，為了讓運轉中潤滑脂不致四下飛濺而殘留於 Harmonic Drive® 內部，Harmonic Drive® 與機殼內壁之間應盡可能符合建議尺寸。如果無法確保建議尺寸，請洽詢本公司。

機殼內壁建議尺寸

圖 092 -1



機殼內壁建議尺寸

表 092 -1
單位：mm

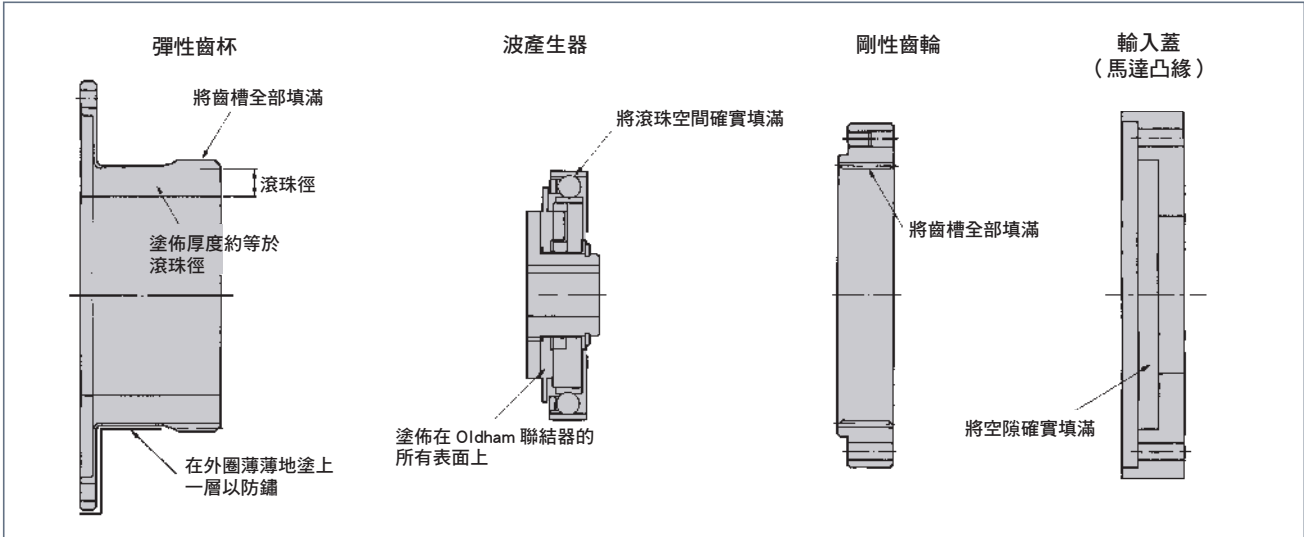
記號 \ 型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
φa	38	45	53	66	86	106	119	133	154	172
b	14.6	16.4	17.8	19.8	23.2	28.6	31.9	34.2	40.1	43
c	1 (3)	1 (3)	1.5 (4.5)	1.5 (4.5)	1.5 (4.5)	2 (6)	2 (6)	2 (6)	2.5 (7.5)	2.5 (7.5)
φd	31	38	45	56	73	90	101	113	131	150
e	1.7	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	2.5	2.9	3.5
φf ^{+0.5} ₀	16	26	30	37	37	45	45	45	56	62

(註) () 內為波產生器朝上 (參閱 094 頁圖 094-2) 時

塗佈要領

塗佈要領

圖 092 -2



不同使用方法的塗佈要領

波產生器朝上或朝下時的塗佈要領請參閱 CSF 系列 (048 頁圖 048-3)。

塗佈量

表 092 -2
單位：g

使用方法 \ 型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
水平使用	5.8	11	18	32	64	120	185	235	385	495
垂直使用	輸出軸朝上	7.5	13	19	37	74	130	200	255	400
	輸出軸朝下	8.9	15	22	42	84	150	230	290	480

潤滑脂更換時期

潤滑脂的性能會大幅影響 Harmonic Drive® 各個滑動部的磨耗。潤滑脂性能會隨溫度而變化，越高溫越容易劣化，需要儘早更換。右的圖表是根據平均負載轉矩低於額定轉矩時，潤滑脂溫度與波產生器總旋轉數關連性所表示的更換時期基準。當平均負載轉矩超過額定轉矩，可依下列公式計算更換時期。

平均負載轉矩超過額定轉矩時的公式

公式 093 - 1

$$L_{GT} = L_{GTn} \times \left(\frac{T_r}{T_{av}} \right)^3$$

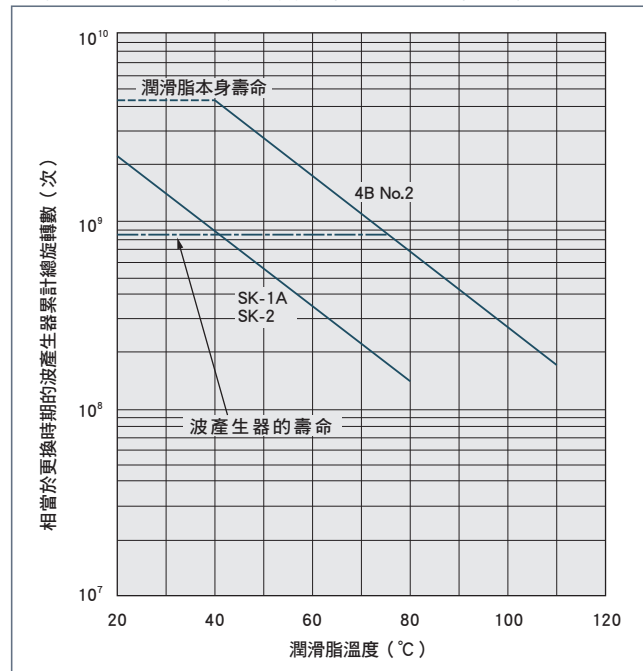
公式的記號

表 093 - 1

L_{GT}	超過額定轉矩的更換時期	轉數	——
L_{GTn}	未超過額定轉矩的更換時期	轉數	參閱右圖
T_r	額定轉矩	N·m, kgf·m	參閱 082, 083 頁「額定表」
T_{av}	輸出端的平均負載轉矩		公式：參閱 014 頁

潤滑脂更換時期： L_{GTn} （平均負載轉矩低於額定轉矩時）

圖表 093 - 1



※ 波產生器的壽命，係指受損機率 10%。

■其他注意事項

1. 切忌與其他潤滑脂混用。此外，Harmonic Drive® 應先安裝至單獨機殼後再組裝至裝置。
2. Harmonic Drive® 在波產生器朝上（參閱 050 頁圖 050-2）的狀態，且一定負載往單一方向低速旋轉（輸入轉速：1000r/min 以下）使用時，可能造成潤滑不良，若於此情形下使用時，請洽詢本公司營業據點。
3. 元件型的型號 50 以上、減速比 50 的機種使用潤滑油。如以潤滑脂進行潤滑，請在額定轉矩的 $\frac{1}{2}$ 以內使用。

■ 潤滑油

潤滑劑的詳情，請參閱 018 頁「技術資料」內容。

使用方向與油面位置

水平方向時

油面位置請如表 094-1 的 A 尺寸。

水平使用的油面位置

表 094 -1
單位：mm

型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
A	10	12	14	17	24	31	35	38	44	50

垂直方向時

波產生器朝上和朝下時，於波產生器的球心注入潤滑油（圖 094-2 的尺寸 B）。

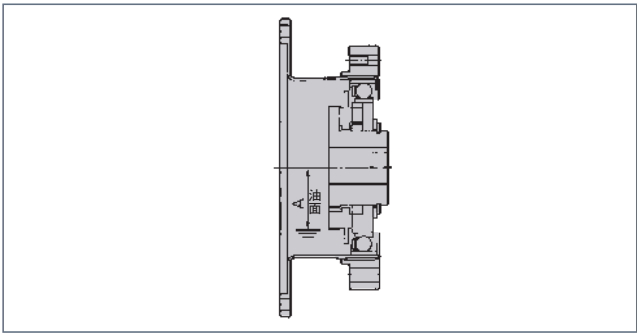
垂直使用的油面位置

表 094 -2
單位：mm

型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
B	2.5	3	3	5	7	9	10	12	13	15

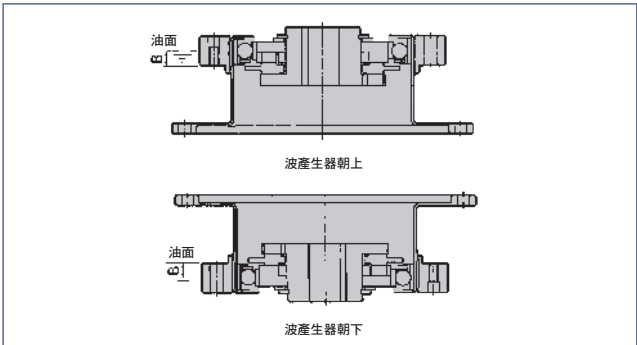
水平使用的油面位置

圖 094 -1



垂直使用的油面位置

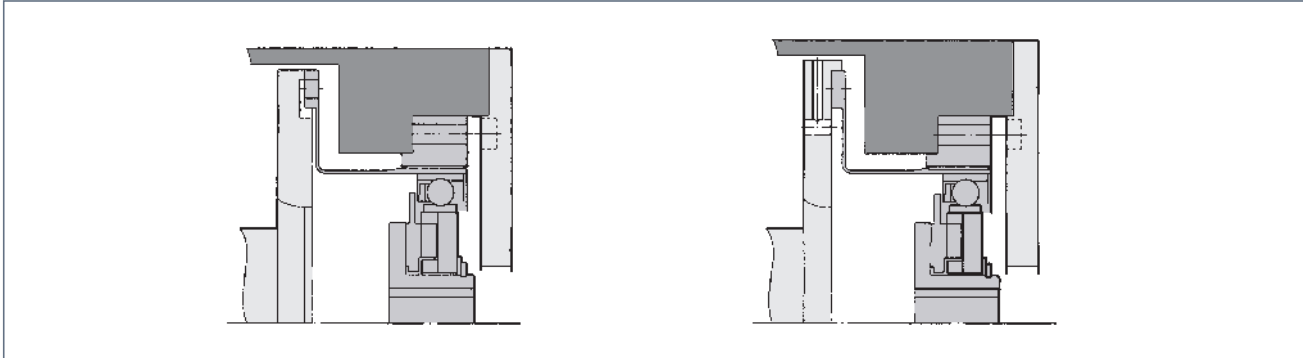
圖 094 -2



彈性齒杯安裝部的油槽加工例

使用潤滑油時，為了使彈性齒杯內外的潤滑油循環，並去除壓差，必須在彈性齒杯安裝部進行油槽加工。請參閱圖 094-3 加工。

圖 094 -3



油 量

表 095 -1
單位：l

型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
油量	0.01	0.02	0.03	0.07	0.13	0.25	0.32	0.4	0.7	1.0

更換時期

第 1 次 開始運轉後 100 小時
第 2 次起 每運轉 1000 小時或每 6 個月
但若使用條件嚴苛，應考慮提早更換。

其他注意事項

為了避免與其他潤滑油混用，Harmonic Drive® 應先安裝至單獨機殼後再組裝至裝置。

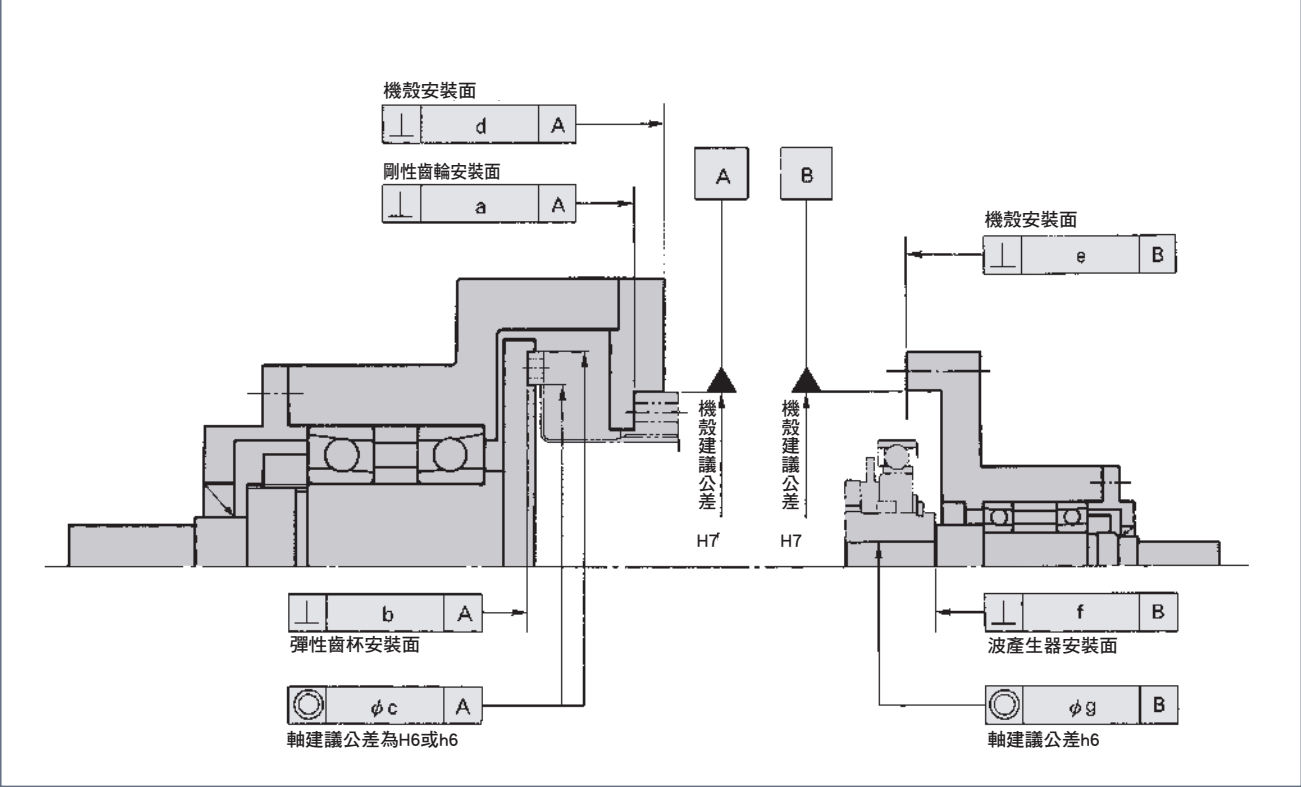
組裝精度

關於組裝設計，若為導致安裝面變形等異常組裝，則可能造成性能降低。
為充分發揮元件型的優異性能，請注意以下事項，保持圖 096-1、表 096-1 的組裝機殼建議精度，並採用不會漏油的設計。

- 安裝面彎曲、變形
- 咬入異物
- 安裝孔螺孔部週邊的毛邊、隆起、位置度異常
- 安裝接口部倒角不足
- 安裝接口部真圓度異常

組裝機殼建議精度

圖 096-1



組裝機殼建議精度

表 096-1
單位：mm

型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
記號										
a	0.011	0.012	0.013	0.014	0.016	0.016	0.017	0.018	0.020	0.023
b	0.016	0.021	0.027	0.035	0.042	0.048	0.053	0.057	0.062	0.067
φc	0.015	0.018	0.019	0.022	0.022	0.024	0.027	0.030	0.032	0.035
d	0.011	0.015	0.017	0.024	0.026	0.026	0.027	0.028	0.031	0.034
e	0.011	0.015	0.017	0.024	0.026	0.026	0.027	0.028	0.031	0.034
f	0.017 (0.008)	0.020 (0.010)	0.024 (0.012)	0.024 (0.012)	0.024 (0.012)	0.032 (0.012)	0.032 (0.013)	0.032 (0.015)	0.032 (0.015)	0.032 (0.015)
φg	0.030 (0.016)	0.034 (0.018)	0.044 (0.019)	0.047 (0.022)	0.050 (0.022)	0.063 (0.024)	0.065 (0.027)	0.066 (0.030)	0.068 (0.033)	0.070 (0.035)

(註) () 內為剛性型波產生器的數值 (沒有 Oldham 聯結器機構。)

密封機構

為防止潤滑脂滲漏並保持 Harmonic Drive® 的高度耐久性，需要下列密封機構。

- 旋轉滑動部……………油封 (含彈簧)。此時請注意勿使軸側出現損傷等不良。
- 凸緣重合面、嵌合處……………O 型環、密封劑。此時請注意平面不均整、O 型環遭咬入等情形。
- 螺孔部……………具封止效果的螺絲固定劑 (建議使用 LOCTITE 242) 或密封劑。

(註) 尤其是使用 Harmonic 潤滑脂®4B No.2 時，請嚴格採用前述機構。

基本三項零件之組裝

■安裝波產生器

1. 最大孔徑尺寸

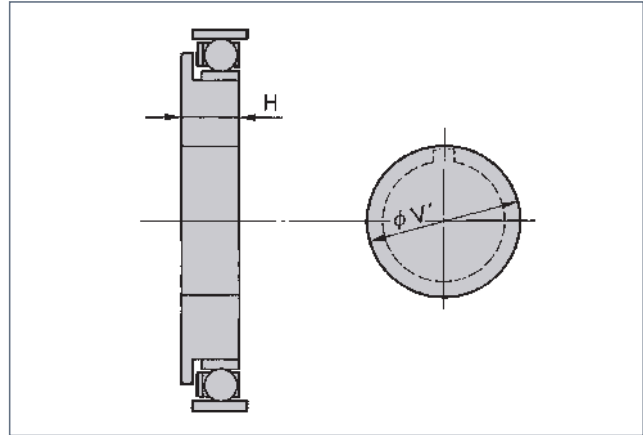
波產生器的標準孔徑如尺寸表（085 頁），但可在表中所示的最大尺寸範圍內變更。此時的鍵槽尺寸，建議為 JIS 規格。鍵槽的有效長度尺寸，應可充分承受傳動轉矩。

※ 亦可為圓錐孔等特殊形狀。

如果要讓孔徑大於最大尺寸，亦有取消 Oldham 聯結器機構的使用方式。此時的最大孔徑，考慮負載轉矩造成波產生器栓變形等情況，最大僅能至下表所示的值。（該值為包含鍵槽深度尺寸等的數值。）

波產生器孔徑

圖 097-1



波產生器載孔徑

表 097-1
單位：mm

尺寸 \ 型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
標準 φV (H7)	6	8	9	11	14	14	19	19	22	24
下孔尺寸 (φ)	3	4	5	6	6	10	10	10	13	16
最大尺寸 (φ)	8	10	13	15	15	20	20	20	25	30

將波產生器栓直接安裝至輸入軸時的最大栓孔徑

表 097-2
單位：mm

尺寸 \ 型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
最大孔徑 φV'	17	20	23	28	36	42	47	52	60	67
最小栓厚 H _{-0.1} ⁰	7.2	7.6	11.3	11.3	13.7	15.9	17.8	19	21.4	13.5

2. 波產生器的推力與軸固定

Harmonic Drive® 因為彈性齒杯彈性變形，運轉中會對波產生器施加推力。

作為減速機（011 頁①、②、③）使用時，推力將對彈性齒杯隔板方向作用。（圖 097-2）

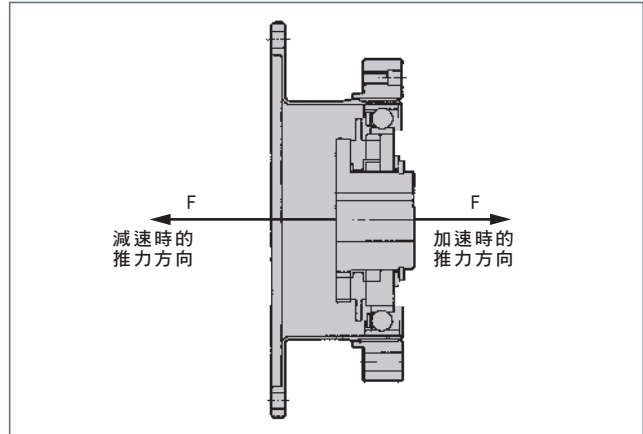
此外，作為加速機（011 頁④、⑤、⑥）使用時，其推力作用方向與減速機時的方向相反。（圖 097-2）

波產生器的推力（最大值）可由下列公式求出。此外，推力會隨運轉條件而改變。高轉矩時、極低速時、固定連續旋轉時有增大的傾向，幾乎如同公式求出的值。無論任何情況，設計時務必採用阻止波產生器推力的結構。

（註）若希望於波產生器載加裝固定螺絲以固定輸入軸時，請務必洽詢本公司。

波產生器的推力方向

圖 097-2



推力計算公式

表 097-3

減速比	公式
30	$F = 2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 32^\circ$
50	$F = 2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 30^\circ$
80 以上	$F = 2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 20^\circ$

公式的記號

表 097-4

F	推力	N	參閱圖 097-2
D	(型號) × 0.00254	m	
T	輸出轉矩	N·m	

計算例

公式 097-1

機種名稱：SHF系列

型號：32

減速比：i=50

輸出轉矩：382N·m（瞬間容許最大轉矩）

$$F = 2 \times \frac{382}{(32 \times 0.00254)} \times 0.07 \times \tan 30^\circ$$

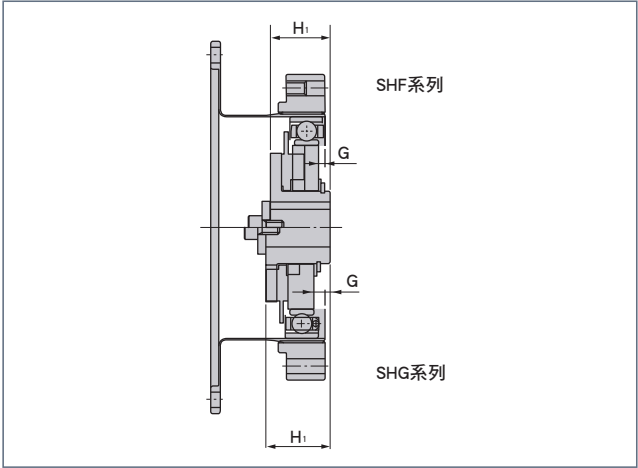
$$F = 380N$$

3. 波產生器的形狀與尺寸

SHF 系列及 SHG 系列的波產生器尺寸及形狀不同，請在設計、安裝時多加注意。
表 098-1 及圖 098-1 為波產生器尺寸及形狀的比較。

波產生器的形狀比較

圖 098 -1



波產生器尺寸比較

表 098 -1
單位：mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
G	SHG 系列	1.4	1.6	1.5	3.5	4.2	5.6	6.3	7	8.2	9.5
	SHF 系列	0.4	0.3	0.1	2.1	2.5	3.3	3.7	4.2	4.8	—
H1	SHG 系列	18.5 ⁰ _{-0.1}	20.7 ⁰ _{-0.1}	21.5 ⁰ _{-0.1}	21.6 ⁰ _{-0.1}	23.6 ⁰ _{-0.1}	29.7 ⁰ _{-0.1}	30.5 ⁰ _{-0.1}	34.8 ⁰ _{-0.1}	38.3 ⁰ _{-0.1}	44.6 ⁰ _{-0.1}
	SHF 系列	17.6 ⁰ _{-0.1}	19.5 ⁰ _{-0.1}	20.1 ⁰ _{-0.1}	20.2 ⁰ _{-0.1}	22 ⁰ _{-0.1}	27.5 ⁰ _{-0.1}	27.9 ⁰ _{-0.1}	32 ⁰ _{-0.1}	34.9 ⁰ _{-0.1}	—

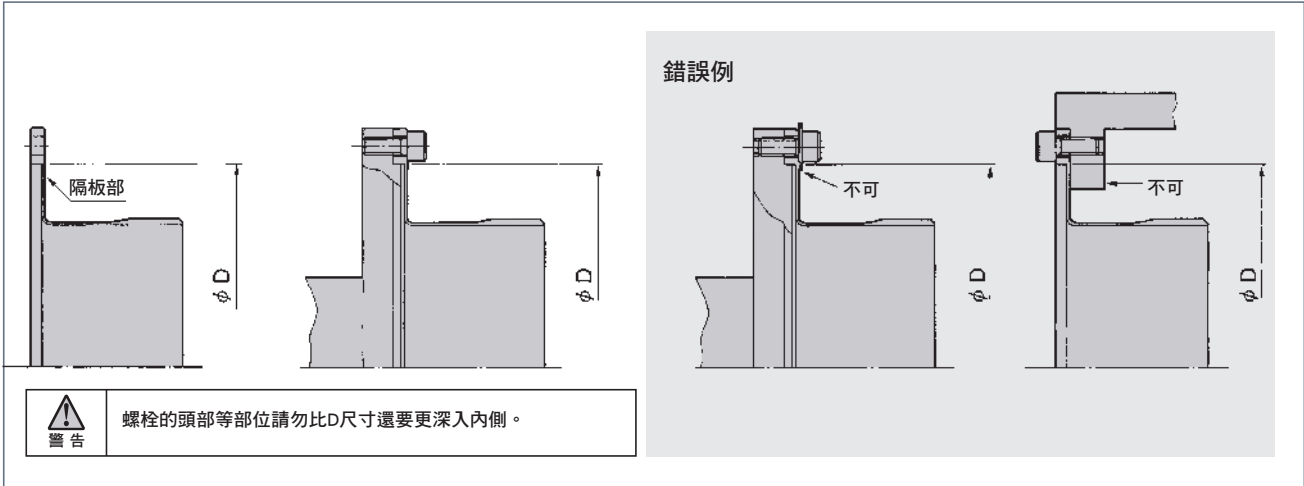
■ 安裝彈性齒杯

1. 安裝直徑的建議尺寸

安裝直徑請保持不會影響彈性齒杯隔板部的尺寸以上（圖 098-2 尺寸 D）。
直徑過小可能造成隔板損壞，務請嚴格遵守。

安裝直徑建議尺寸

圖 098 -2



安裝直徑尺寸

表 098 -2
單位：Ncm

記號	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
φD		48	60	70	88	114	140	158	175	203	232

2. 如何以螺栓鎖緊彈性齒杯

彈性齒杯使用螺栓鎖緊。

以下條件對鎖緊部傳動轉矩的影響很大，因此請配合負載條件進行設計及零件管理。

另外，SHG 系列的轉矩容量較 SHF 系列增大，因此請配合各系列鎖緊螺栓。

- 選擇螺栓的強度
- 螺栓鎖緊及鎖緊轉矩
- 螺栓及螺帽的表面狀態
- 接觸面的摩擦係數

SHG 系列 安裝彈性齒杯

表 099-1

項目 \ 型號		14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓支數		8	12	12	12	12	12	18	12	16	16
螺栓尺寸		M3	M3	M3	M4	M5	M6	M6	M8	M8	M10
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	54	66	76	96	124	152	180	200	226	258
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.4	2.4	2.4	5.4	10.8	18.4	18.4	44	44	74
	kgf·m	0.24	0.24	0.24	0.55	1.10	1.87	1.87	4.5	4.5	7.6
螺栓傳動轉矩	N·m	108	198	228	486	1000	1740	3098	4163	6272	9546
	kgf·m	11	20	23	50	102	178	316	425	640	974

SHF 系列 安裝彈性齒杯

表 099-2

項目 \ 型號		14	17	20	25	32	40	45	50	58
螺栓支數		8	12	12	12	12	12	18	12	16
螺栓尺寸		M3	M3	M3	M4	M5	M6	M6	M8	M8
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	54	66	76	96	124	152	170	190	218
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3	15.3	37	37
	kgf·m	0.20	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56	1.56	3.8	3.8
螺栓傳動轉矩	N·m	88	157	186	402	843	1450	2430	3312	5076
	kgf·m	9.0	16	19	41	86	148	248	338	518

(表 099-1、表 099-2 / 註)

1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
2. 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
3. 轉矩係數：K=0.2
4. 鎖緊係數：A=1.4
5. 接合面摩擦係數 $\mu=0.15$

■安裝剛性齒輪

關於剛性齒輪的安裝，應與彈性齒杯同樣，進行符合負載條件的設計與零件管理。建議螺栓及鎖緊轉矩的傳動轉矩如下所示，若相對於負載轉矩，傳動轉矩較小，請考慮併用 Pin 或增加螺栓。並請按照不同系列予以安裝。

SHG 系列 螺栓安裝

表 100 -1

項目 \ 型號		14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓支數		8	16	16	16	16	16	16	16	16	16
螺栓尺寸		M3	M3	M3	M4	M5	M6	M8	M8	M10	M10
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	44	54	62	75	100	120	140	150	175	195
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3	37	37	74	74
	kgf·m	0.20	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56	3.8	3.8	7.5	7.5
螺栓傳動轉矩	N·m	72	175	196	419	901	1530	3238	3469	6475	7215
	kgf·m	7.3	18	20	43	92	156	330	354	661	736

SHF 系列 螺栓安裝

表 100 -2

項目 \ 型號		14	17	20	25	32	40	45	50	58
螺栓支數		6	12	12	12	12	12	12	12	12
螺栓尺寸		M3	M3	M3	M4	M5	M6	M8	M8	M10
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	44	54	62	75	100	120	140	150	175
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3	37	37	74
	kgf·m	0.20	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56	3.8	3.8	7.5
螺栓傳動轉矩	N·m	54	131	147	314	676	1150	2440	2620	4820
	kgf·m	5.5	13	15	32	69	117	249	267	492

(表 100-1、100-2 / 註)

- 1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
- 2. 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
- 3. 轉矩係數：K=0.2
- 4. 鎖緊係數：A=1.4
- 5. 接合面摩擦係數 μ=0.15

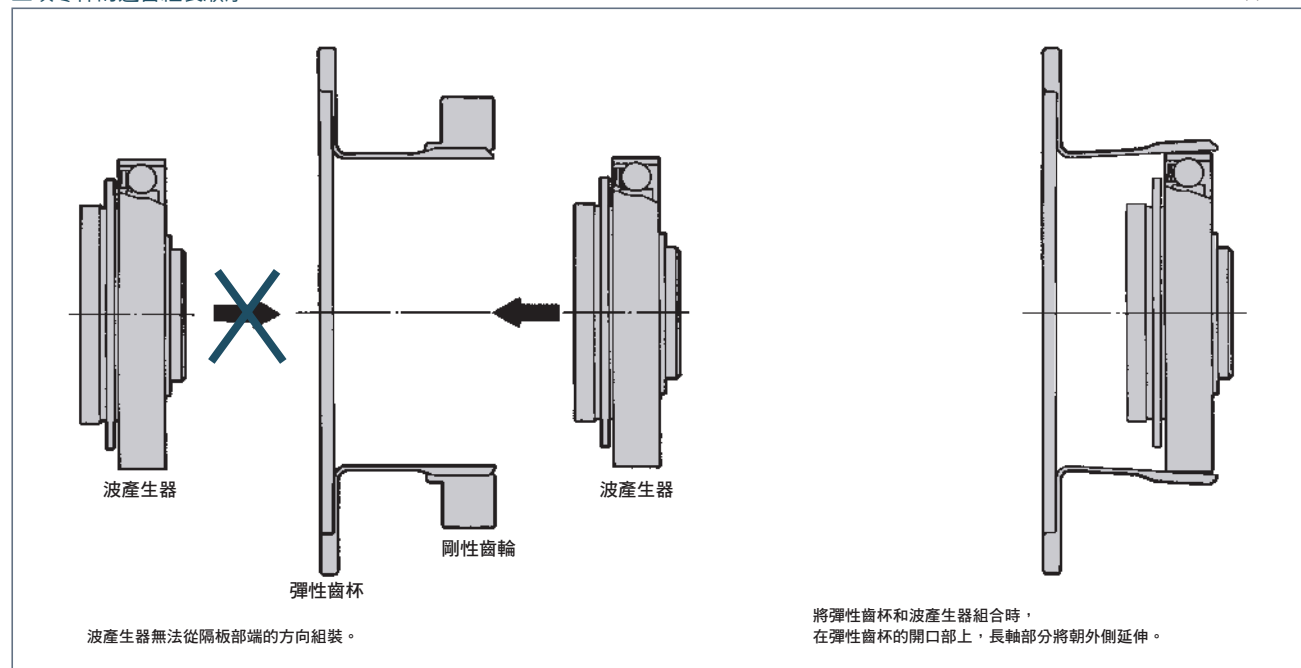
■基本三項零件之組裝順序

將剛性齒輪及彈性齒杯安裝至裝置後，組裝波產生器。

若用其他方法組裝，可能造成齒輪嚙合空轉狀態（參閱 029 頁），齒面損傷。務請注意。

三項零件的適當組裝順序

圖 101 -1



■組裝注意事項

Harmonic Drive® 可能因組裝時的不良，產生震動或異音。組裝時，應避免對波產生器軸承過度施力。

波產生器注意事項

1. 組裝時，應避免對波產生器軸承過度施力。旋轉波產生器，即可順利插入。
2. 沒有 Oldham 機構的波產生器，尤應注意讓偏心、垂直的影響保持在建議值範圍內（參閱 096 頁「組裝精度」）。

剛性齒輪注意事項

1. 檢查安裝面平整度是否不佳、有否歪斜。
2. 檢查螺孔有無隆起、殘留毛邊、咬入異物。
3. 檢查外殼組裝部是否針對剛性齒輪彎角部進行倒角或離隙加工，以避免干涉。
4. 檢查剛性齒輪組裝進外殼後是否可旋轉，有無干涉卡住。
5. 檢查螺栓插入安裝用螺栓孔時，是否因螺栓孔位不準、螺栓孔倒著加工等原因造成螺栓與剛性齒輪干涉，導致螺栓旋轉困難。
6. 切勿以規定轉矩將螺栓一次鎖緊。請先以規定轉矩一半的力量暫時鎖緊，再用規定轉矩鎖緊。此外，請務必按照對角線的順序將螺栓鎖緊。
7. 盡量避免釘扎剛性齒輪，以免降低旋轉精度。

彈性齒杯注意事項

1. 檢查安裝面平整度是否不佳、有否歪斜。
2. 檢查螺孔有無隆起、殘留毛邊、咬入異物。
3. 檢查外殼組裝部是否針對剛性齒輪彎角部進行倒角或離隙加工，以避免干涉。
4. 檢查螺栓插入安裝用螺栓孔時，是否因螺栓孔位不準、螺栓孔倒著加工等原因造成螺栓與彈性齒杯干涉，導致螺栓旋轉困難。
5. 切勿以規定轉矩將螺栓一次鎖緊。請先以規定轉矩一半的力量暫時鎖緊，再用規定轉矩鎖緊。此外，請務必按照對角線的順序將螺栓鎖緊。
6. 檢查彈性齒杯與剛性齒輪組合時，有無極度偏往單側、嚙合不良的情形。如果偏往單側，應為該兩個零件出現偏心或垂直。
7. 組裝彈性齒杯時，避免敲打開口部齒尖或過度用力壓入。

防鏽對策

元件型的表面並無防鏽處理。
如需防鏽，應塗佈防鏽劑。
另外，如需本公司進行防鏽表面處理，請洽詢本公司。



FB系列

Component Type FB

特 徵	104
型式、記號	105
旋轉方向與減速比	105
技術資料	106
額定表	106
外觀圖	107
尺寸表	107
效率特性	108
無負載運轉轉矩、起動轉矩、 加速起動轉矩	108
無效運動與彈簧常數	108
設計指南	109
組裝精度	109
組裝注意事項	109
潤 滑	110

特徵



■FB 系列元件型

FB 系列元件型追求扁平薄型。

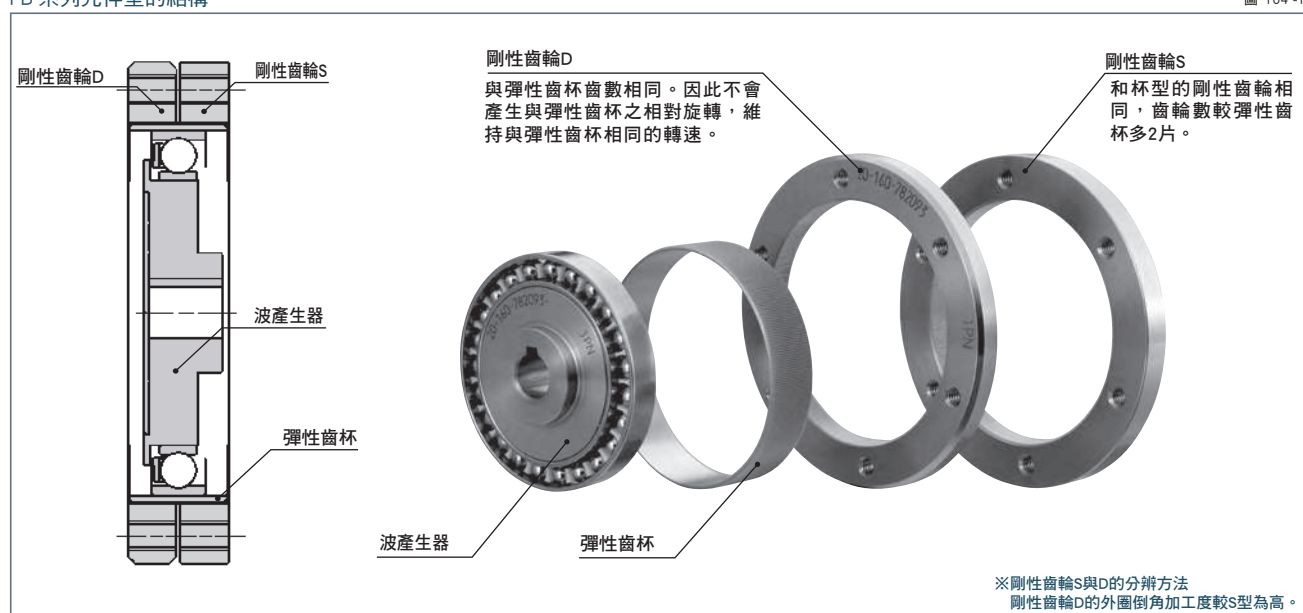
有四項構成零件，但與 CSG / CSF 系列杯型的動作原理相同。平板型彈性齒杯為切除杯型彈性齒杯底部的形狀，並且為了連接輸出軸，於結構上增加了一個與彈性齒杯相同齒數的剛性齒輪。

FB 系列的特徵

- 平坦、扁平薄型形狀
- 設計輕巧、簡單
- 優異的定位精度及旋轉精度
- 輸出輸入軸位於同軸

FB 系列元件型的結構

圖 104 - 1



型式、記號

FB - 20 - 80 - 2 - GR

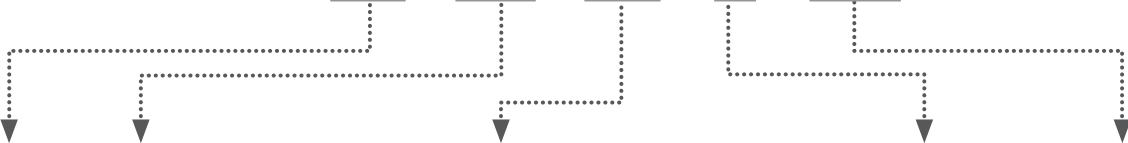


表 105 - 1

機種名稱	型號	減速比 (註)										型式	
FB	14	50	—	88	100	110	—	—	—	—	—	2= 元件	GR= 新型 ※ 型號 14 不加記號 G
	20	50	—	80	100	—	—	128	—	—	160		
	25	50	—	80	100	—	120	—	—	—	160		
	32	50	78	—	100	—	—	—	131	157	—		
	40	50	—	80	100	—	—	128	—	—	160		
	50	—	—	80	100	—	120	—	—	—	160		

(註) 減速比表示為輸入：波產生器、固定：剛性齒輪 S、輸出：剛性齒輪 D。

旋轉方向與減速比

圖 105 - 1

輸入 輸出
(註) 要作為①、②的加速裝置使用時，請洽詢本公司。

①減速裝置
輸入：波產生器
輸出：剛性齒輪D
固定：剛性齒輪S
 $i = \frac{-1}{R}$

②減速裝置
輸入：波產生器
輸出：剛性齒輪S
固定：剛性齒輪D
 $i = \frac{1}{R+1}$

③減速裝置
輸入：剛性齒輪D
輸出：剛性齒輪S
固定：波產生器
 $i = \frac{R}{R+1}$

④加速裝置
輸入：剛性齒輪S
輸出：剛性齒輪D
固定：波產生器
 $i = \frac{R+1}{R}$

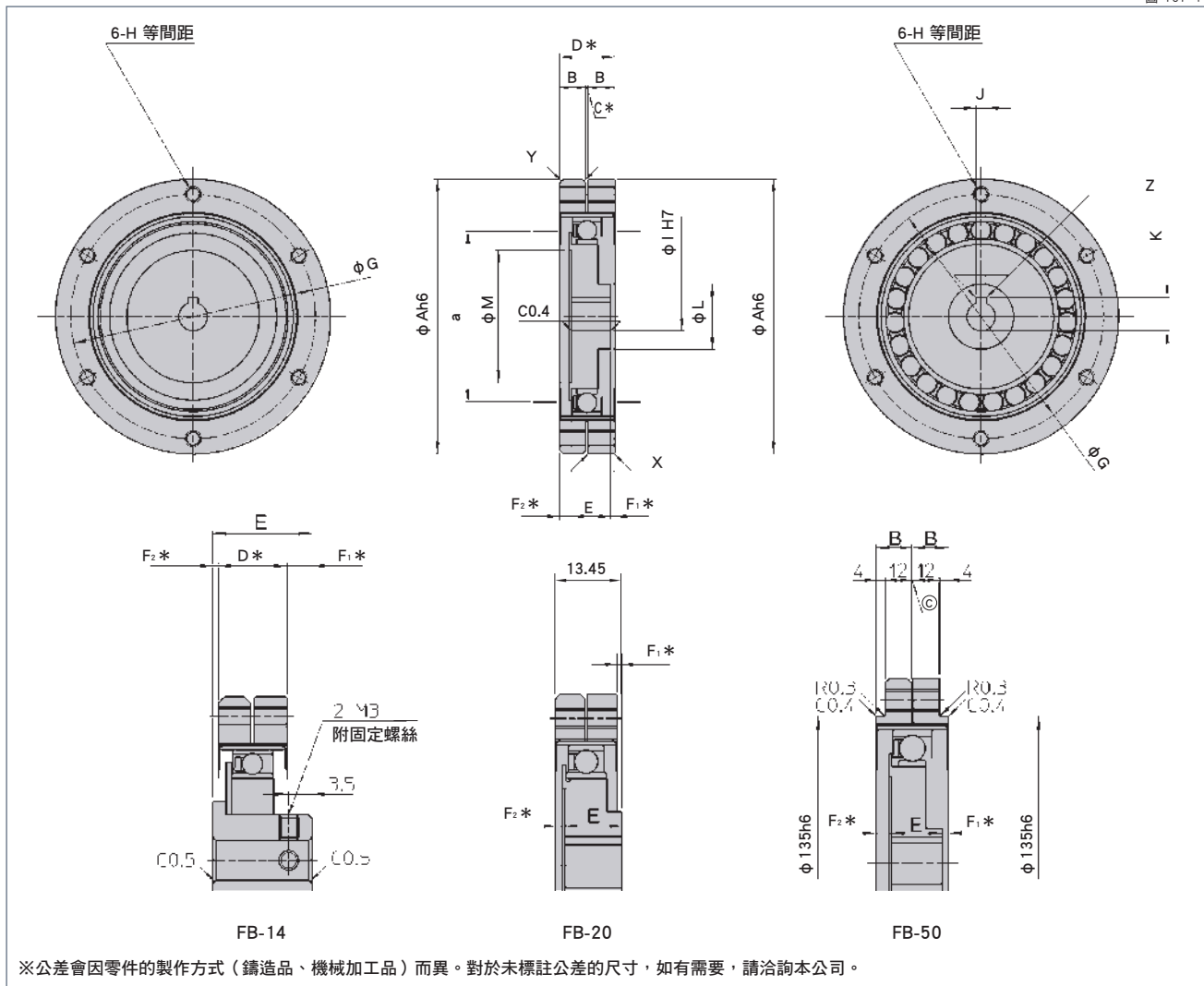
⑤加速裝置
輸入：剛性齒輪S
輸出：波產生器
固定：剛性齒輪D
 $i = R+1$

⑥加速裝置
輸入：剛性齒輪D
輸出：波產生器
固定：剛性齒輪S
 $i = -R$

⑦差動裝置
當波產生器、剛性齒輪S、剛性齒輪D三個部分全部旋轉時，為①～⑥的組合項目。

外觀圖

圖 107-1



※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，如有需要，請洽詢本公司。

尺寸表

表 107-1
單位：mm

記號	型號	14	20	25	32	40	50
φA (h6)		50	70	85	110	135	170
B		5	6	8	10	13	16
C *		0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0
D *		10.5	12.5	16.5	20.5	27	33
E ⁰ _{-0.1}		15.0	11.4	12.8	15.6	19.4	23.2
F ₁ *		3.75	0.95	0.35	0.95	1.8	2.9
F ₂ *		0.75	2.05	3.35	3.95	5.8	6.9
φG		44	60	75	100	120	150
H		M3	M4	M5	M6	M8	M10
φI (H7)	標準	6	9	14	14	14	19
	最大	8	12	15	15	20	20
J (Js9)		—	3	5	5	5	6
K ^{+0.1} ₀		—	10.4	16.3	16.3	16.3	21.8
φL		14	20	26	26	32	32
φM		—	31.5	41	52	65	80
X		C0.2	C0.2	C0.2	C0.2	C0.4	C0.4
Y		C1.0	C1.0	C1.5	C1.5	C2.0	C2.0
Z		—	R0.08 ~ 0.16	R0.16 ~ 0.25	R0.16 ~ 0.25	R0.16 ~ 0.25	R0.16 ~ 0.25
a		29	42	53	69	84	105
重量 (kgf)		0.1	0.3	0.5	1.0	1.8	2.9

(註) 刚性齒輪 D 的外圓倒角為尺寸 Y。

● * 記號的尺寸 C、D、F₁、F₂ 為構成 Harmonic Drive® 三項零件（波產生器、彈性齒杯、刚性齒輪）軸方向的配合位置。請務必遵守上述尺寸，以免影響性能、強度。

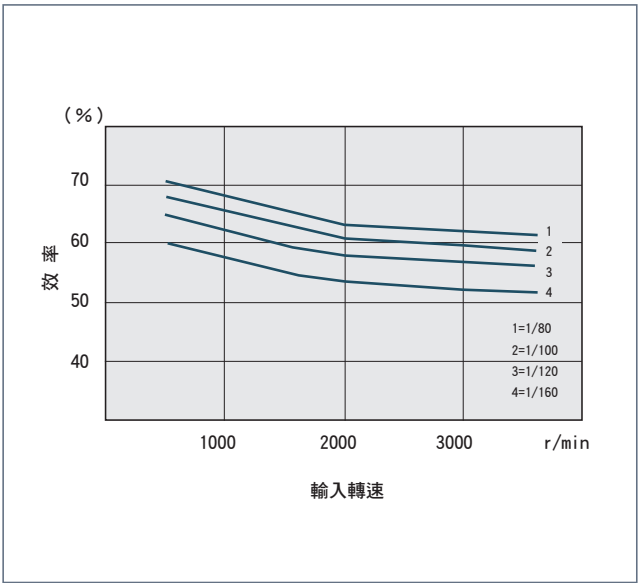
● 產品交貨時，是以四項零件（波產生器、彈性齒杯、刚性齒輪 D、刚性齒輪 S）分開的狀態出貨。

效率特性

效率會因減速比而異，且受到輸入轉速、負載轉矩及油溫影響，但在型錄額定值 100% 負載、油溫約 40℃ 的狀態下運轉時，會如同圖表 108-1。

(註) 以潤滑脂潤滑時，效率會比此再低約 10%。

圖表 108-1

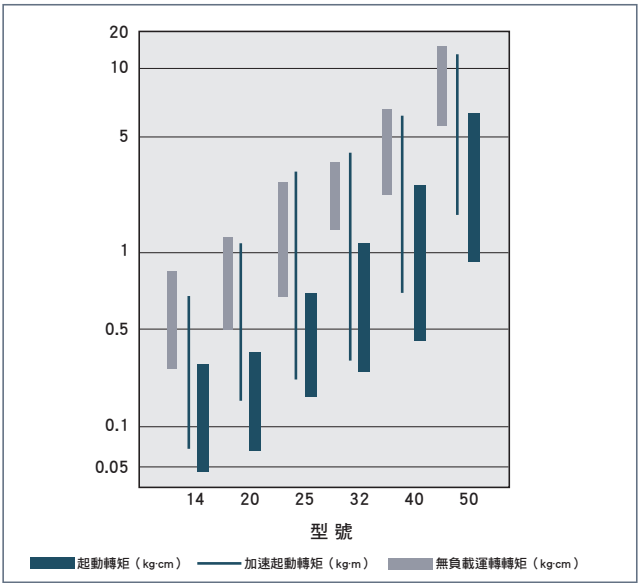


無負載運轉轉矩、起動轉矩、加速起動轉矩

圖表 108-2 為將元件做為雙軸型、減速機組合後測量的結果，包含輸入、輸出軸油封裝置的摩擦阻抗及油浴式潤滑的攪拌阻抗。

圖表 108-2

- 1. 無負載運轉轉矩..... 無負載狀態下旋轉所需的高速軸端轉矩、圖表數值為輸入轉數 1500r/min、油溫約 40℃ 的狀態。
- 2. 起動轉矩..... 無負載狀態下起動高速軸所需的靜轉矩
- 3. 加速起動轉矩..... 無負載狀態下起動低速軸所需的靜轉矩



無效運動與彈簧常數

關於無效運動與彈簧常數的定義，請參閱 120 頁內容。平板型的無效運動與彈簧常數，係指將波產生器與剛性齒輪單邊固定，並對另一邊的剛性齒輪施加轉矩時的數值。

表 108-1

型號	無效運動		彈簧常數	
	± 負載 (kg·m)	無效運動 (arc·min)	負載 (kg·m)	彈簧常數 (kgf·m/arc·min)
14	0.04	3.0	0.8	0.05
20	0.12	3.0	2.5	0.35
25	0.23	3.0	4.0	0.50
32	0.46	3.0	10	1.2
40	0.92	3.0	16	2.1
50	1.73	3.0	30	4.4

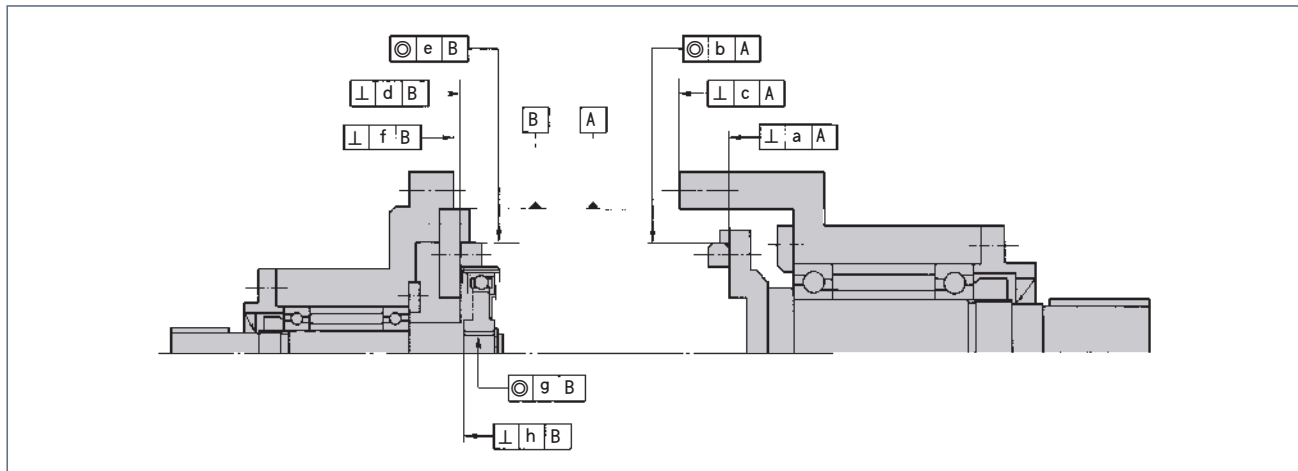
設計指南

組裝精度

在組裝精度方面，為充分發揮 Harmonic Drive® 擁有的優異性能，應確保圖 109-1、表 109-1 所示之機殼建議精度。

組裝機殼建議精度

圖 109-1



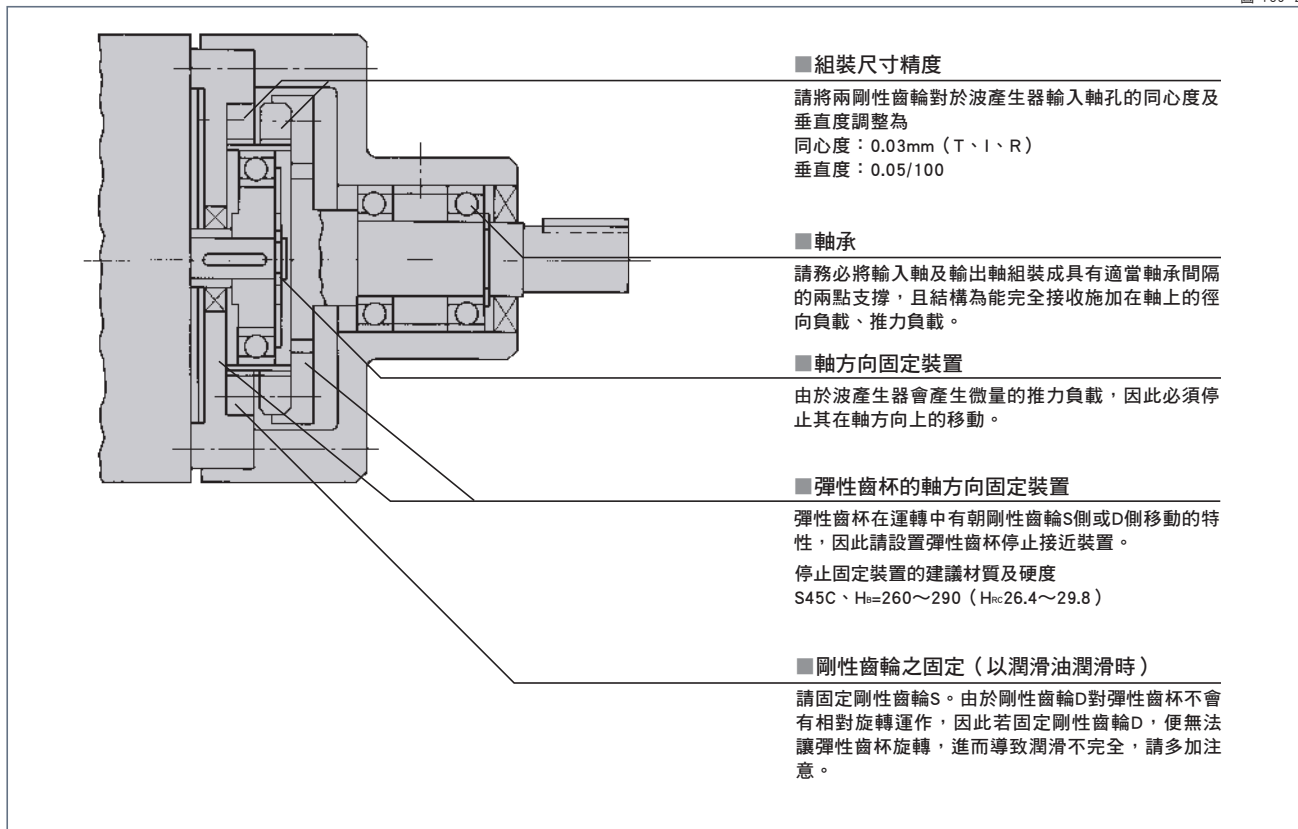
組裝機殼建議精度

表 109-1
單位：mm

記號	型號	14	20	25	32	40	50
a		0.013	0.017	0.024	0.026	0.026	0.028
b		0.015	0.016	0.016	0.017	0.019	0.024
c		0.016	0.020	0.029	0.031	0.031	0.034
d		0.013	0.017	0.024	0.026	0.026	0.028
e		0.015	0.016	0.016	0.017	0.019	0.024
f		0.016	0.020	0.029	0.031	0.031	0.034
g		0.011	0.013	0.016	0.016	0.017	0.021
h		0.007	0.010	0.012	0.012	0.012	0.015

組裝注意事項

圖 109-2



潤滑

潤滑方式有潤滑油及潤滑脂等 2 種。
一般使用潤滑油，間歇運轉時亦可使用潤滑脂。

■潤滑油

1. 潤滑油的種類
潤滑油的詳情，請參閱 018 頁。

2. 油量
油面位置請如表 110-1。
油量少會造成潤滑油提早劣化，請採取方法增加油量。

表 110-1
單位：mm

油面位置	型號	14	20	25	32	40	50
A	7	12	15	19	24	29	

3. 更換潤滑油
第 1 次 ……開始運轉後 100 小時
第 2 次起 ……每運轉 1000 小時，或每 6 個月更換。
若使用條件較為嚴苛，應考慮提早更換。

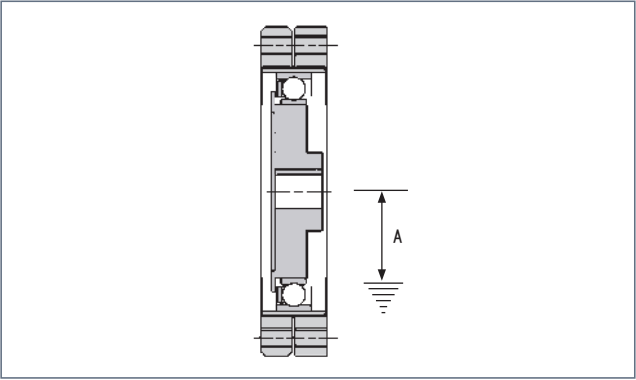
■潤滑脂

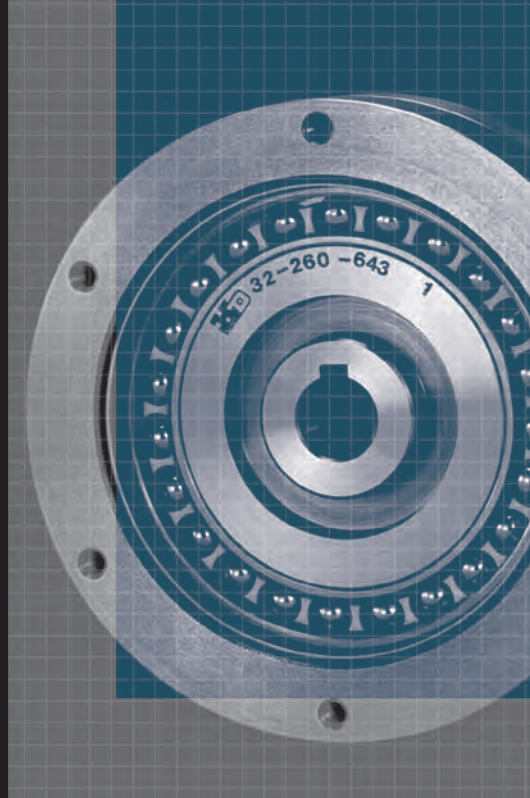
不同於潤滑油，潤滑脂不具有冷卻效果，僅可使用於較短的運轉時間。

- 使用條件：ED%…10% 以內、連續運轉 10 分鐘以內、輸入轉速低於表 106-1 的容許最高輸入轉速
- 建議潤滑脂：型號 20 ~ 100 為「Harmonic 潤滑脂®SK-1A」、型號 14 為「Harmonic 潤滑脂®SK-2」

（註）超過 ED% 或容許最大轉速使用時，潤滑脂將會劣化，無法發揮潤滑功能，導致減速機提早損傷。務請注意。

圖 110-1



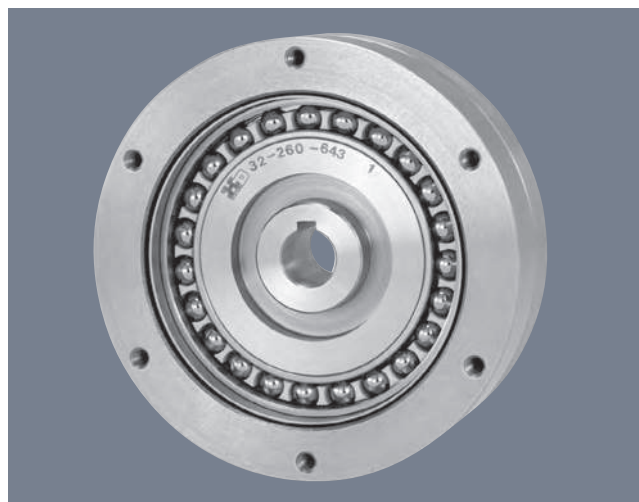


FR系列

Component Type FR

特 徵	112
型式、記號	113
旋轉方向與減速比	113
技術資料	114
額定表	114
外觀圖	115
尺寸表	115
效率特性	116
無負載運轉轉矩、起動轉矩、 加速起動轉矩	119
無效運動與彈簧常數	120
設計指南	121
組裝精度	121
組裝注意事項	122
潤 滑	122

特徵



■FR 系列元件型

FR 系列元件型為高轉矩用的扁平薄型。

與 FB 系列相同，有四項構成零件，但是與杯型的動作原理相同。

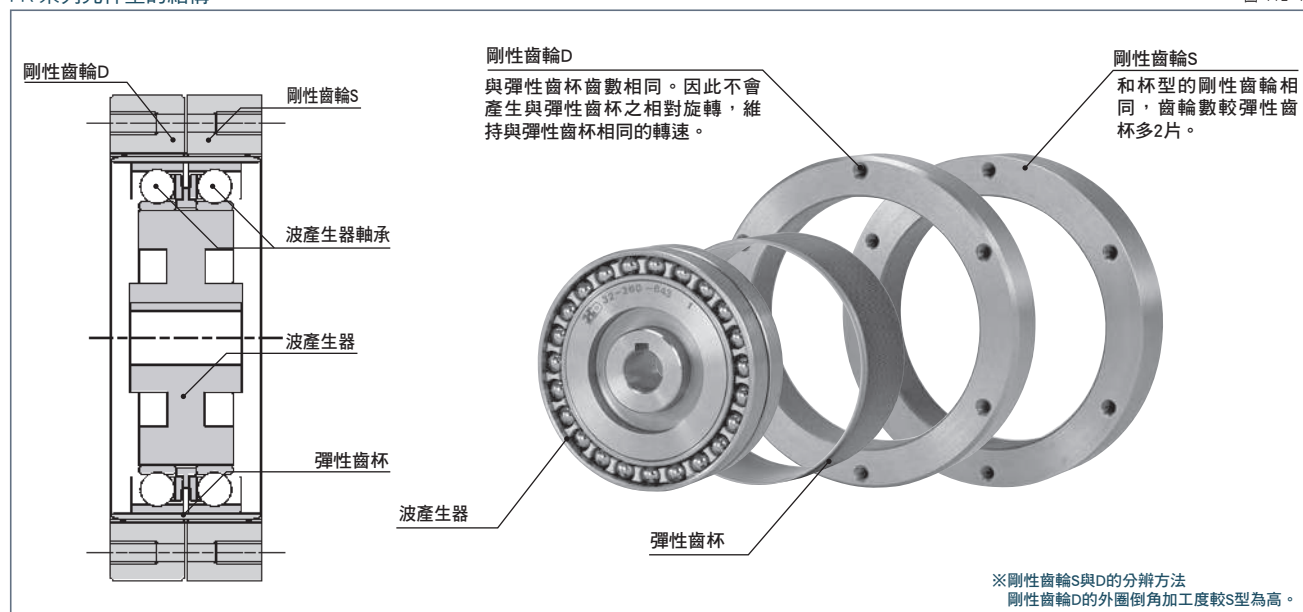
基本上，結構亦與 FB 系列相同，但是波產生器軸承為 2 列，加寬剛性齒輪、彈性齒杯的齒寬，以對應高轉矩容量。

FR 系列的特徵

- 平坦、扁平薄型形狀
- 高轉矩容量
- 設計輕巧、簡單
- 優異的定位精度及旋轉精度
- 輸出輸入軸位於同軸

FR 系列元件型的結構

圖 112-1



型式、記號

FR - 20 - 80 - 2 - GR

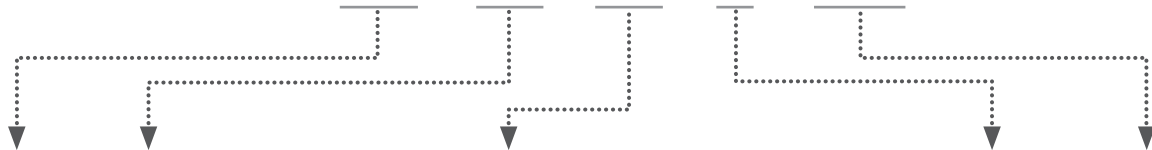


表 113-1

機種名稱	型號	減速比 (註)																型式	
FR	14	50	—	88	—	100	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2= 元件	GR= 新型 ※ 型號 14 不加記號 G
	20	50	—	80	—	100	—	—	128	—	—	—	160	—	—	—	—		
	25	50	—	80	—	100	—	120	—	—	—	—	160	—	200	—	—		
	32	50	78	—	—	100	—	—	—	131	157	—	—	—	200	—	—		
	40	50	—	80	—	100	—	—	128	—	—	—	160	—	200	—	258		
	50	—	—	80	—	100	—	120	—	—	—	—	160	—	200	—	242		
	65	—	78	—	—	—	104	—	—	132	158	—	—	—	208	—	260		
	80	—	—	80	96	—	—	—	128	—	—	—	160	194	—	—	258		
	100	—	—	80	—	100	—	120	—	—	—	—	160	—	200	—	242	—	320

(註) 減速比表示為輸入：波產生器、固定：剛性齒輪 S、輸出：剛性齒輪 D。

旋轉方向與減速比

圖 113-1

輸入 輸出

(註) 要作為⑤、⑥的加速裝置使用時，請洽詢本公司。

①減速裝置

輸入：波產生器
輸出：剛性齒輪D
固定：剛性齒輪S

$$i = \frac{-1}{R}$$

②減速裝置

輸入：波產生器
輸出：剛性齒輪S
固定：剛性齒輪D

$$i = \frac{1}{R+1}$$

③減速裝置

輸入：剛性齒輪D
輸出：剛性齒輪S
固定：波產生器

$$i = \frac{R}{R+1}$$

④加速裝置

輸入：剛性齒輪S
輸出：剛性齒輪D
固定：波產生器

$$i = \frac{R+1}{R}$$

⑤加速裝置

輸入：剛性齒輪S
輸出：波產生器
固定：剛性齒輪D

$$i = R+1$$

⑥加速裝置

輸入：剛性齒輪D
輸出：波產生器
固定：剛性齒輪S

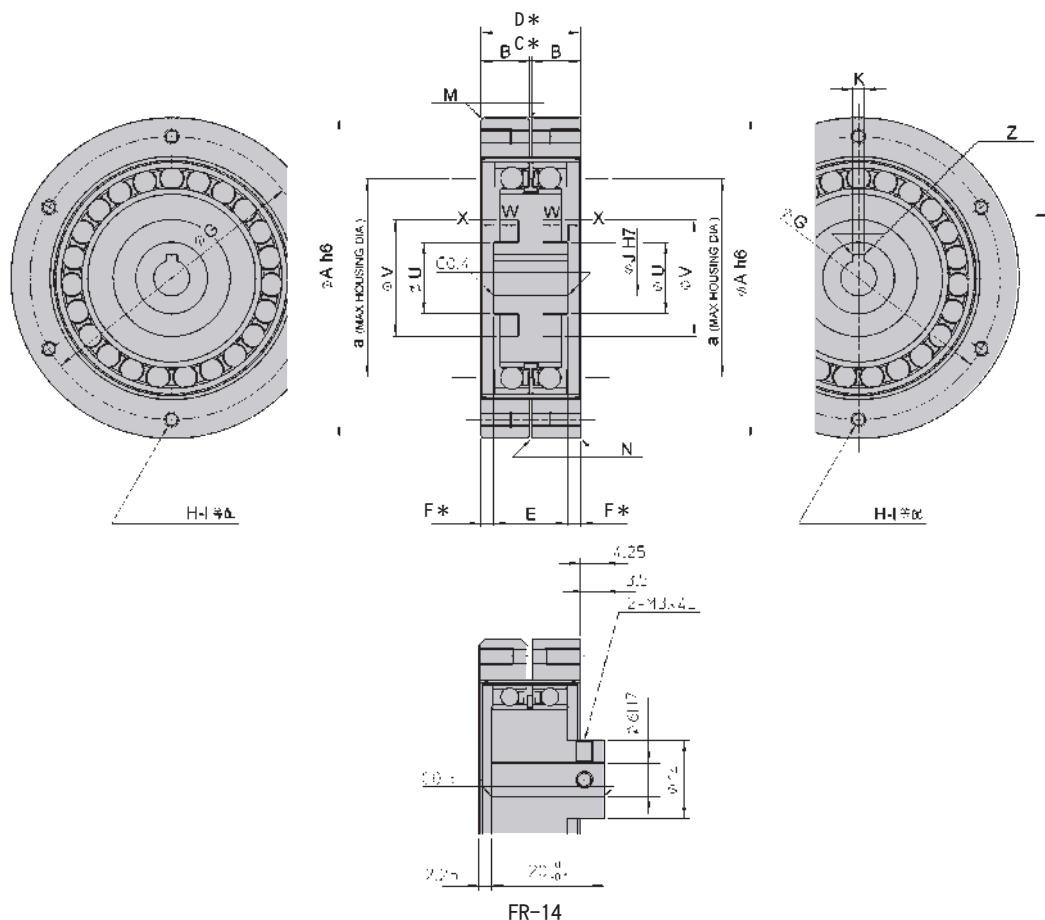
$$i = -R$$

⑦差動裝置

當波產生器、剛性齒輪S、剛性齒輪D三個部分全部旋轉時，為①~⑥的組合項目。

外觀圖

圖 115-1



※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，如有需要，請洽詢本公司。

尺寸表

表 115-1
單位：mm

記號	型號	14	20	25	32	40	50	65	80	100
φA (h6)		50	70	85	110	135	170	215	265	330
B		8.5	12	14	18	21	26	35	41	50
C *		1	1	1	1	1	1	1	1	1
D *		18	25	29	37	43	53	71	83	101
E $\frac{0}{-0.1}$		—	17.3	20	25.9	31.5	39	50.5	62	77.2
F *		—	3.85	4.5	5.55	5.75	6.95	10.25	10.5	11.9
φG		44	60	75	100	120	150	195	240	290
H		6	6	6	6	6	6	6	8	8
I		M3×6	M3×6	M4×8	M5×10	M6×12	M8×16	M10×20	M10×20	M12×24
φJ (H7)	標準	6	9	11	14	14	19	24	28	28
	最大	8	11	11	17	20	26	26	32	33
K (J59)		—	3	4	5	5	6	8	8	8
L $\frac{+0.1}{0}$		—	10.4	12.8	16.3	16.3	21.8	27.3	31.3	31.3
M		c1	c1	c1.5	c1.5	c1.5	c1.5	c1.5	c2	c2
N		c0.2	c0.2	c0.2	c0.2	c0.4	c0.4	c0.4	c0.4	c0.4
a		29	42	53	69	84	105	138	169	211
φU		—	—	22	28	32	38	44	52	58
φV		—	—	32	42	52	62	86	100	128
W		—	—	4.8	6.1	7.6	9.8	12.6	16	19.7
X		—	—	1.6	1.9	2.5	3.2	4.4	5.1	6.3
Z		—	R0.08 ~ 0.16	R0.08 ~ 0.16	R0.08 ~ 0.25	R0.08 ~ 0.25	R0.08 ~ 0.25	R0.08 ~ 0.25	R0.08 ~ 0.25	R0.08 ~ 0.25
重量	kgf	0.2	0.5	0.8	1.7	3.0	6.0	12.0	22.3	42.6

(註) 鋼性齒輪 D 的外圓倒角為尺寸 M。

● * 記號的尺寸 C、D、F 為構成 Harmonic Drive® 三項零件（波產生器、彈性齒杯、剛性齒輪）軸方向的配合位置。請務必遵守上述尺寸，以免影響性能、強度。

● 產品交貨時，是以四項零件（波產生器、彈性齒杯、剛性齒輪 D、剛性齒輪 S）分開的狀態出貨。

效率特性

- 效率因下列條件而異。
- 減速比
 - 輸入轉速
 - 負載轉矩
 - 溫度
 - 潤滑條件（潤滑種類與使用量）

■效率修正係數

當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。
請依據圖表 116-1 求出修正係數 K_e ，並參考下列計算範例計算效率。

計算例

以 FR-20-80-2GR 為例，計算下列條件下的效率 η （%）。
輸入轉速：1000r/min
負載轉矩：19.6N·m
潤滑方式：潤滑脂潤滑（Harmonic 潤滑脂® SK-1A）
潤滑劑溫度：20℃
型號 20、速比 80 的額定轉矩為 34N·m（額定表：114 頁），轉矩比 α 為 0.58。（ $\alpha=19.6 / 34=0.58$ ）

- 依據圖表 116-1，得知效率修正係數 $K_e=0.86$
- 負載轉矩 19.6N·m 時的效率 η 為
 $\eta=K_e \cdot \eta_R=0.86 \times 65\%=56\%$ 。

測量條件

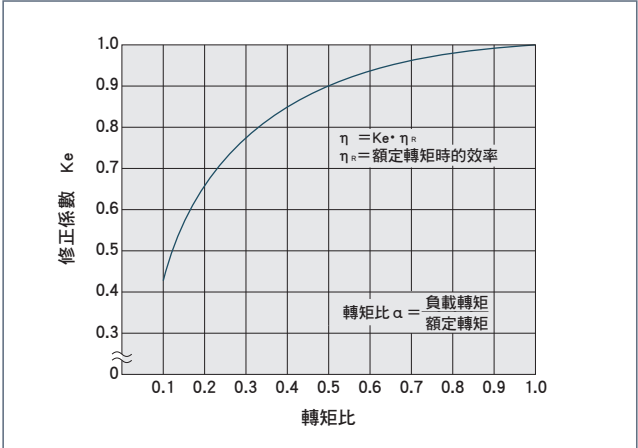
表 116-1

組裝	以建議組裝精度組裝後測量		
負載轉矩	額定表所示的額定轉矩（114 頁）		
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A
	潤滑油		Harmonic 潤滑脂® SK-2 工業用齒輪油 2 種
	塗佈量		適當塗佈量（122 頁）

※ 如為潤滑油潤滑，請洽詢本公司。

效率修正係數

圖表 116-1

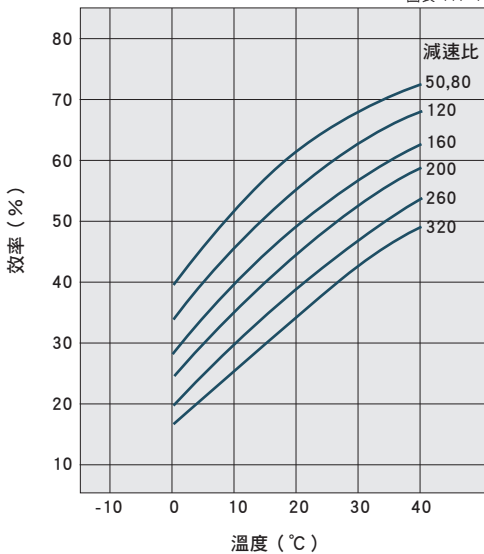


※ 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e=1$ 。

■ 額定轉矩時的效率（潤滑油）

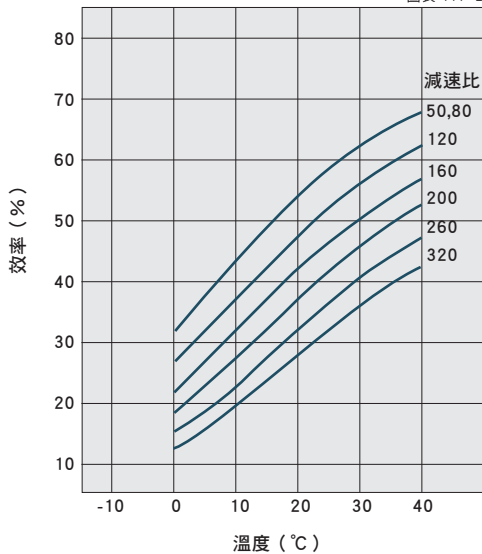
輸入轉速 500r/min

圖表 117-1



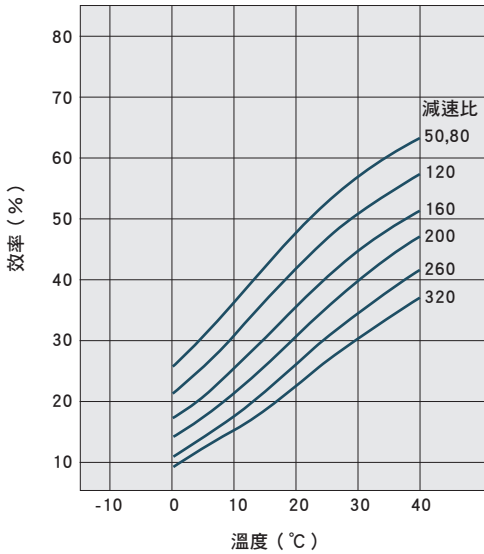
輸入轉速 1000r/min

圖表 117-2



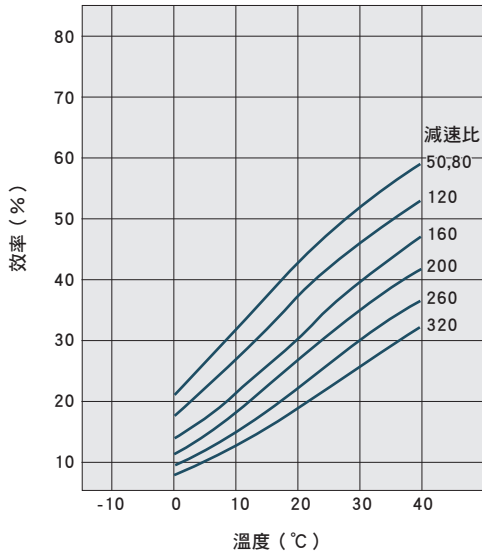
輸入轉速 2000r/min

圖表 117-3



輸入轉速 3500r/min

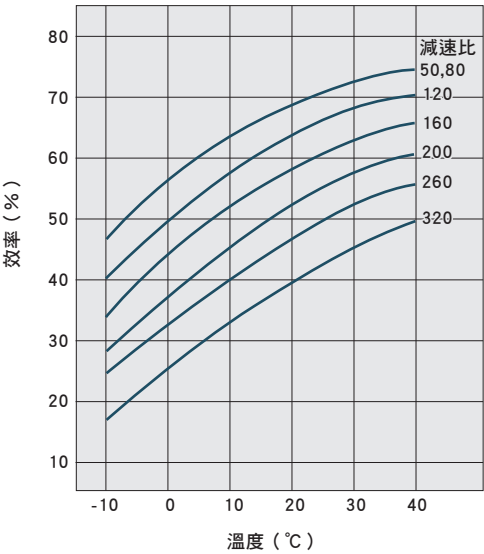
圖表 117-4



■ 額定轉矩時的效率（潤滑脂）

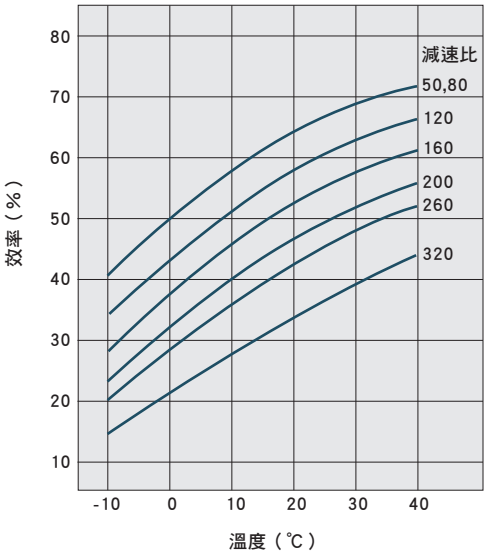
輸入轉速 500r/min

圖表 118-1



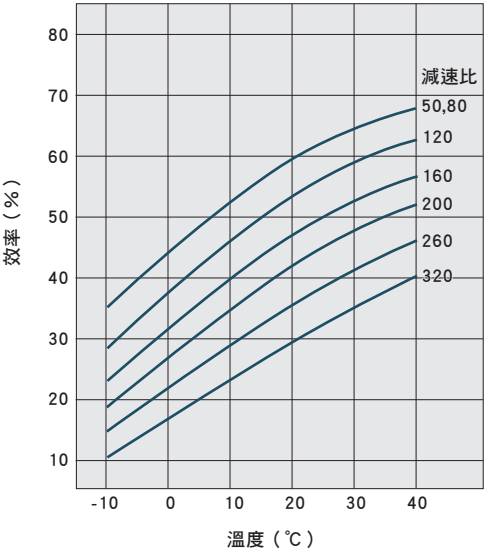
輸入轉速 1000r/min

圖表 118-2



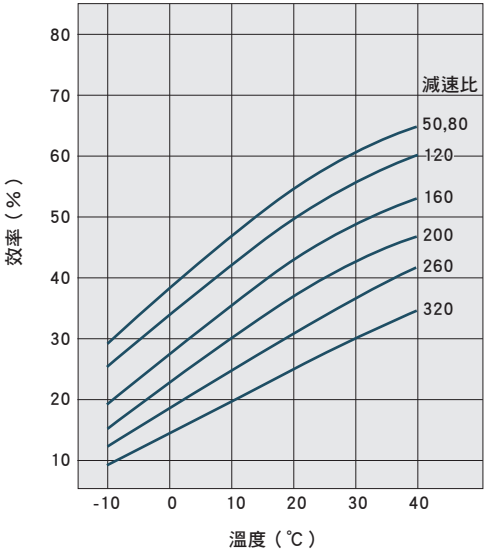
輸入轉速 2000r/min

圖表 118-3



輸入轉速 3500r/min

圖表 118-4

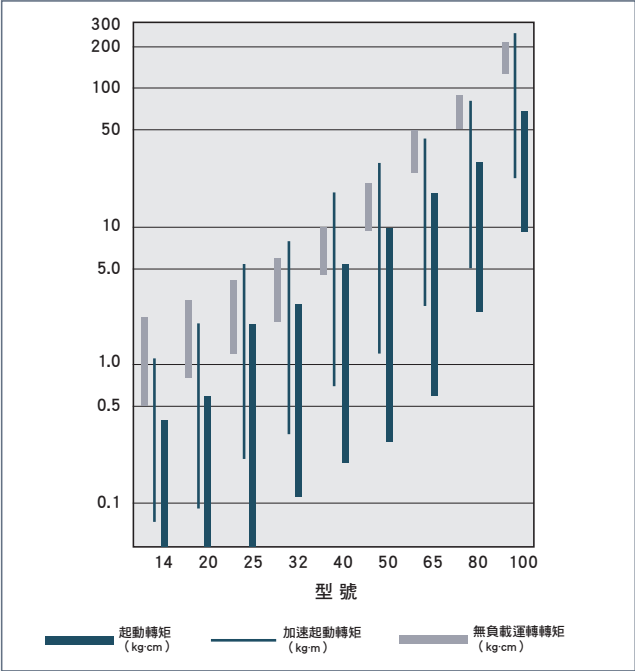


無負載運轉轉矩、起動轉矩、加速起動轉矩

圖表 119-1 為將 FR-2 型作為雙軸型、減速機組合後測量的結果，包含輸入、輸出軸油封裝置的摩擦阻抗及油浴式潤滑的攪拌阻抗。

- 1. 無負載運轉轉矩.....無負載狀態下旋轉所必要的高速軸端的轉矩（圖表數值為輸入轉速 1500r/min、油溫約 40℃的狀態。）
- 2. 起動轉矩.....無負載狀態下起動高速軸所需的靜轉矩
- 3. 加速起動轉矩.....無負載狀態下起動低速軸所需的靜轉矩

運轉轉矩 起動轉矩 加速起動轉矩 圖表 119-1



無效運動與彈簧常數

平板型的無效運動與彈簧常數，係指將波產生器與剛性齒輪單邊固定，並對另一邊的剛性齒輪施加轉矩時的數值。

表 120-1

型號	無效運動		彈簧常數	
	± 負載 (kg-m)	無效運動 (arc-min)	負載 (kg-m)	彈簧常數 (kgf-m/arc-min)
14	0.04	3.0	1.26	0.3
20	0.12	3.0	3.69	0.9
25	0.23	3.0	7.20	2.1
32	0.46	3.0	15.78	4.4
40	0.92	3.0	29.50	7.8
50	1.73	3.0	57.60	16
65	3.9	3.0	126.7	27
80	7.4	3.0	236.2	52
100	14.4	3.0	460.8	100

■ 無效運動與彈簧常數的說明

關於一般齒輪規定的背隙，由於 Harmonic Drive® 的齒嚙合理論獨特，齒嚙合率為總齒數的約 10%，間隔誤差平均，因此即使是標準規格也是非常小的數值。

平板型 Harmonic Drive® 使用無效運動值對應背隙。

(1) 無效運動 (L·M)

無效運動為組裝 Harmonic Drive® 的狀態下將高速軸固定在旋轉方向，在低速軸施加相反的微小負載轉矩（參閱表 120-1）時產生的低速軸旋轉角的合計值。

(2) 彈簧常數 (K)

使用與無效運動相同方法逐漸增加並前後施加負載轉矩後，可得圖 120-2 所示的「負載轉矩 - 扭轉角」線圖，由此線圖求得的平均彈簧常數即為表 120-1。（僅為 Harmonic Drive 元件型的數值。）

■ 計算例

求出使用 Harmonic Drive 型號 FR-40-160-2A-GR，將輸入軸固定於旋轉方向，於輸出施加型錄額定值 30kgf-m 時產生的扭轉角。

$$\begin{aligned}
 \text{扭轉角 } \theta &= \frac{L \cdot M}{2} + \frac{1}{K} (T - T_{L \cdot M}) \\
 &= 1.5 + \frac{1}{7.8} (30 - 0.92) \\
 &= 5.23 \text{ arc-min}
 \end{aligned}$$

使其正反轉時的最大值 $\theta_{\max}$ 為

$$\theta_{\max} = 2 \cdot \theta = 10.46 \text{ arc-min}$$

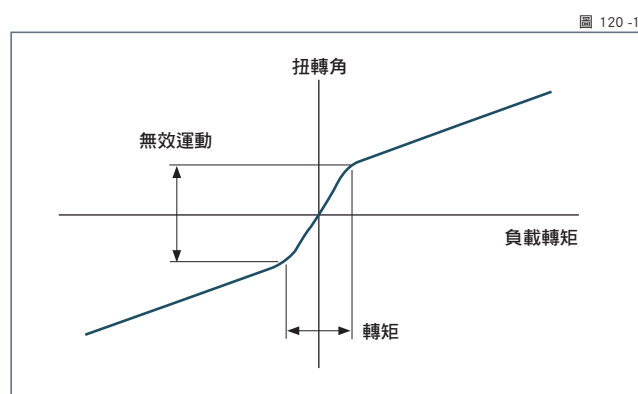


圖 120-1

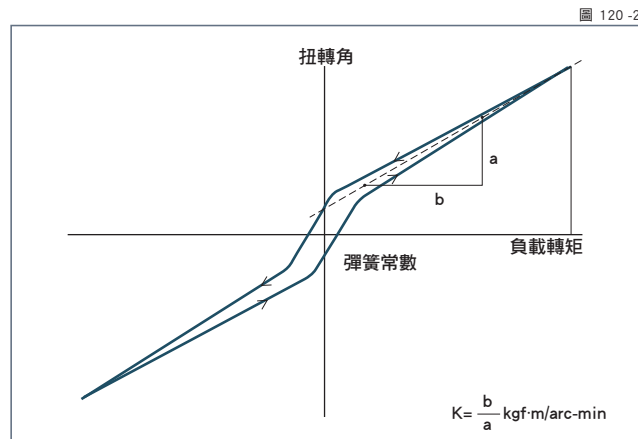


圖 120-2

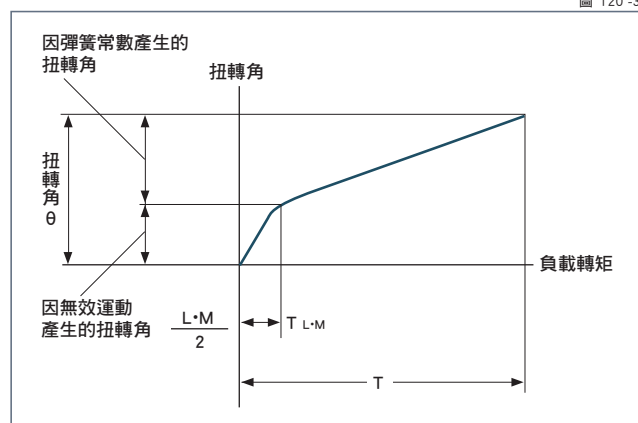


圖 120-3

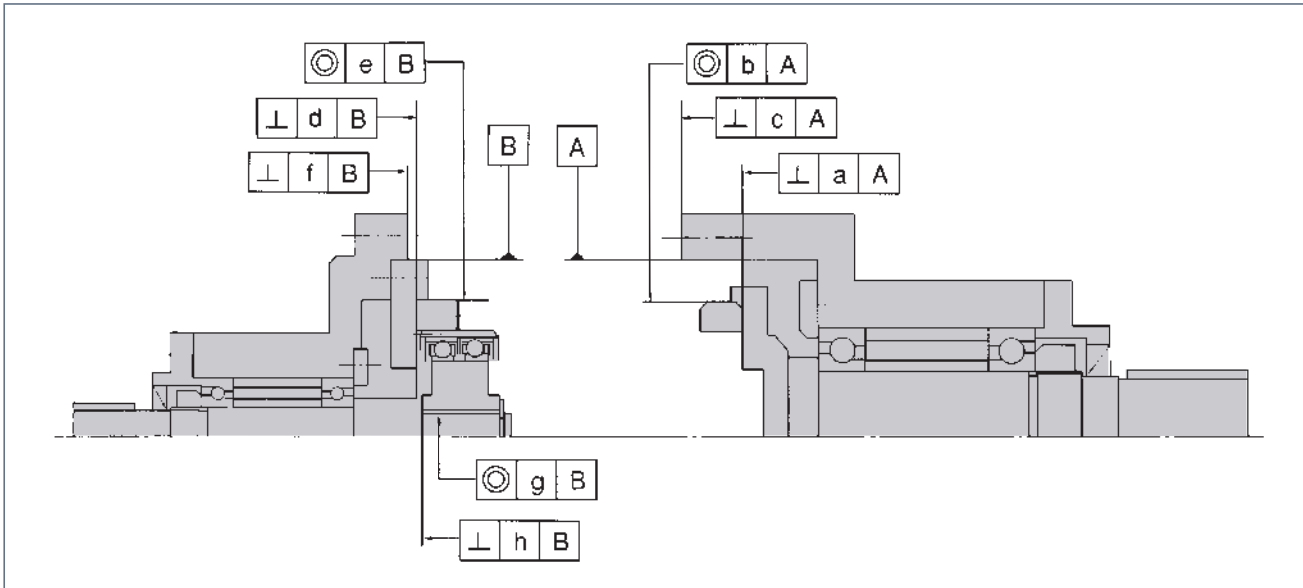
設計指南

組裝精度

在組裝精度方面，為充分發揮 Harmonic Drive® 擁有的優異性能，應確保圖 121-1、表 121-1 所示之機殼建議精度。

組裝機殼建議精度

圖 121-1



組裝機殼建議精度

表 121-1
單位：mm

記號	型號	14	20	25	32	40	50	65	80	100
a		0.013	0.017	0.024	0.026	0.026	0.028	0.034	0.043	0.057
b		0.015	0.016	0.016	0.017	0.019	0.024	0.027	0.033	0.038
c		0.016	0.020	0.029	0.031	0.031	0.034	0.041	0.052	0.068
d		0.013	0.017	0.024	0.026	0.026	0.028	0.034	0.043	0.057
e		0.015	0.016	0.016	0.017	0.019	0.024	0.027	0.033	0.038
f		0.016	0.020	0.029	0.031	0.031	0.034	0.041	0.052	0.068
g		0.011	0.013	0.016	0.016	0.017	0.021	0.025	0.030	0.035
h		0.007	0.010	0.012	0.012	0.012	0.015	0.015	0.015	0.015

安裝剛性齒輪

關於剛性齒輪的安裝，進行符合負載條件的設計與零件管理。建議螺栓及鎖緊轉矩的傳動轉矩如下表所示。

螺栓鎖固

表 121-2

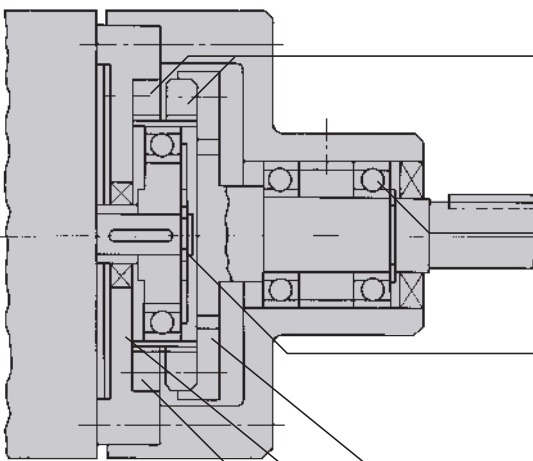
項目	型號	14	20	25	32	40	50	65	80	100
螺栓支數		6	6	6	6	6	6	6	8	8
螺栓尺寸		M3	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M10	M12
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	44	60	75	100	120	150	195	240	290
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3	37	74	74	128
	kgf·m	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56	3.8	7.5	7.5	13.1
螺栓傳動轉矩	N·m	54	74	159	338	573	1300	2680	4410	7750
	kgf·m	5.5	7.5	16	34	58	132	273	450	790

(表 121-1 註)

- 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
- 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
- 轉矩係數：K=0.2
- 鎖緊係數：A=1.4
- 接合面摩擦係數 $\mu=0.15$

組裝注意事項

圖 122-1



■組裝尺寸精度

請將兩剛性齒輪對於波產生器輸入軸孔的同心率及垂直度調整為
同心度：0.03mm (T、I、R)
垂直度：0.05/100

■軸承

請務必將輸入軸及輸出軸組裝成具有適當軸承間隔的兩點支撐，且結構為能完全接收施加在軸上的徑向負載、推力負載。

■軸方向固定裝置

由於波產生器會產生微小的推力負載，因此必須停止其在軸方向上的移動。

■彈性齒杯的軸方向固定裝置

彈性齒杯在運轉中有朝剛性齒輪S側或D側移動的特性，因此請設置彈性齒杯停止接近裝置。
停止固定裝置的建議材質及硬度
S45C、H_b=260~290 (H_{RC}26.4~29.8)

■剛性齒輪之固定（以潤滑油潤滑時）

請固定剛性齒輪S。由於剛性齒輪D對彈性齒杯不會有相對旋轉運作，因此若固定剛性齒輪D，便無法讓彈性齒杯旋轉，進而導致潤滑不完全，請多加注意。

潤滑

潤滑方式有潤滑油及潤滑脂等 2 種。
一般使用潤滑油，根據其他使用條件亦可使用潤滑脂。

■潤滑油

1. 潤滑油的種類

潤滑劑的詳情，請參閱 018 頁。

2. 油量

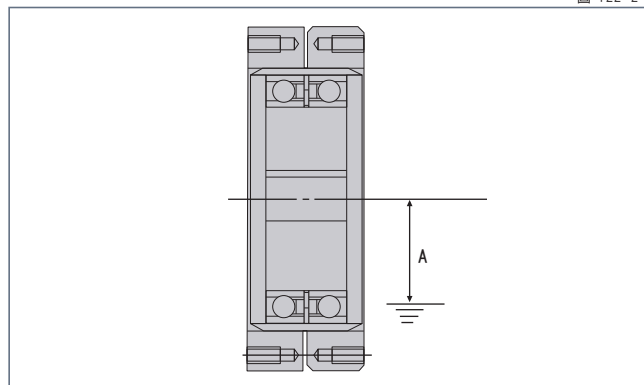
油面位置請如表 122-1 所示數值。

油面位置

表 122-1
單位：mm

型號	14	20	25	32	40	50	65	80	100
A	7	12	15	31	38	44	62	75	94

圖 122-2



■潤滑脂

不同於潤滑油，潤滑脂不具有冷卻效果，僅可使用於較短的運轉時間。

- 使用條件：ED%...10% 以內、連續運轉 10 分鐘以內、輸入轉速低於表 114-1 的容許最高輸入轉速。
- 建議潤滑脂：型號 20 ~ 100 為「Harmonic 潤滑脂®SK-1A」、型號 14 為「Harmonic 潤滑脂®SK-2」

（註）超過 ED% 或容許最大轉速使用時，潤滑脂將會劣化，無法發揮潤滑功能，導致減速機提早損傷。務請注意。



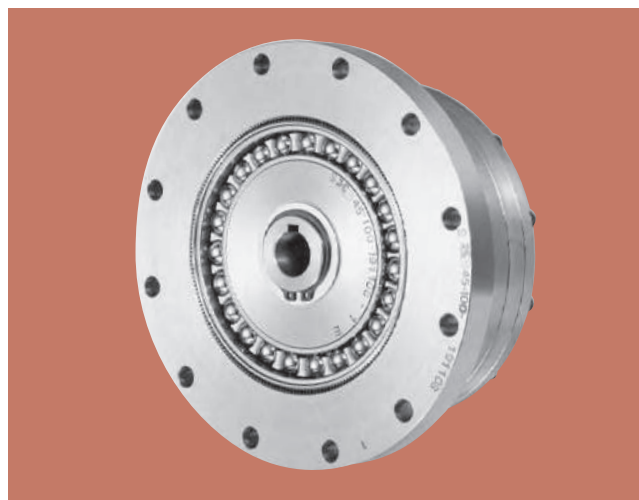
CSG/CSF系列

Unit Type CSG/CSF

特 徵	124
型式、記號	125
技術資料	126
額定表	126
外觀圖	128
尺寸表	129
角傳動精度	130
遲滯損失	130
最大背隙量	130
剛性 (彈簧常數)	130
起動轉矩	131
加速起動轉矩	131
鬆脫轉矩	132
屈曲轉矩	132
無負載運轉轉矩	132
效率特性	134
主軸承規格	136
設計指南	137
機械精度	137
組裝精度	137
安裝及傳動轉矩	138
安裝馬達	140
基本三零件之組裝	140
潤 滑	142
密封機構	142
防鏽對策	142
應用案例	143

CSG -2UH	123
CSG -2UH-LW	123
CSF -2UH	123
CSF -2UH-LW	123
CSG -2UK	145
CSD -2UH	157
CSD -2UF	157
SHG -2UH	177
SHG -2UH-LW	177
SHF -2UH	177
SHF -2UH-LW	177
SHG -2UJ	177
SHF -2UJ	177
SHG -2SO	177
SHF -2SO	177
SHG -2SH	177
SHF -2SH	177
SHD -2SH	213
SHD -2UH-LW	213
CSF supermini	235
CSF -mini	249
FBS -2UH	289

特 徵



■ CSG/CSF 系列模組型

CSG/CSF 系列模組型能夠對應追求高功能化、高速化、高負載容量、高密度化及微小化等加速技術創新需求，呈現充實的產品陣容，客戶根據要求選擇最佳機種。

CSG/CSF 系列模組型是以元件型為核心，容易使用的模組化產品。外部負載的直接支撐（主軸承）內建精密、高剛性交叉滾柱軸承。

CSG / CSF 系列的特徵

- 設計輕巧、簡單
- 高轉矩容量
- 高剛性
- 無背隙
- 優異的定位精度及旋轉精度
- 輸出輸入軸位於同軸

新種類

CSG 系列：高轉矩用

- 較 CSF 系列提升 30% 轉矩容量
- 較 CSF 系列延長 43% 使用壽命（10,000 小時）

減速比 30：高速用

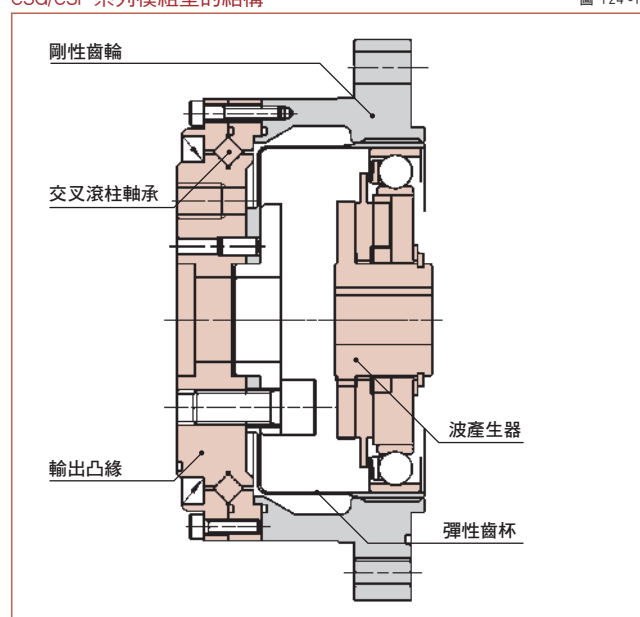
- 保留無背隙 Harmonic Drive® 的優點，實現減速比 30

CSG/CSF-LW 系列：輕量型

- 重新設計形狀並採用輕量構件，達成約 30% 的輕量化
- 額定轉矩、性能與以往產品相同
- 實現機械手臂的高速化，提升可搬重量

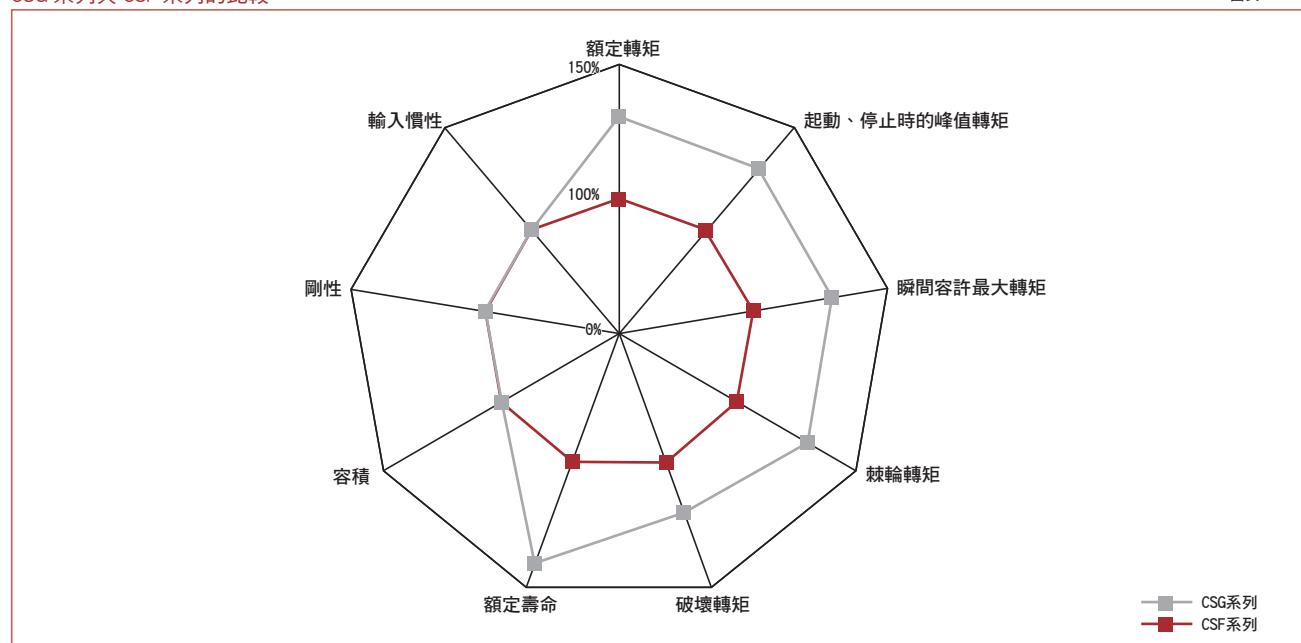
CSG/CSF 系列模組型的結構

圖 124-1



CSG 系列與 CSF 系列的比較

圖表 124-1



型式、記號

CSG - 25 - 100 - 2UH - 規格1 - 規格2



表 125 - 1

機種名稱	型號	減速比 (註)						型式	特殊規格
CSG	14	50	80	100	—	—		2A=元件型 2UH=模組型	LW=輕量型 SP=形狀或性能等特殊規格 無記載=標準品
	17	50	80	100	120	—			
	20	50	80	100	120	160			
	25	50	80	100	120	160			
	32	50	80	100	120	160			
	40	50	80	100	120	160			
	45	50	80	100	120	160			
	50	—	80	100	120	160			
	58	—	80	100	120	160			
	65	—	80	100	120	160			

(註) 減速比表示為輸入：波產生器、固定：剛性齒輪、輸出：彈性齒杯。

CSF - 25 - 100 - 2UH - 規格1 - 規格2



表 125 - 2

機種名稱	型號	減速比 (註)						型式	特殊規格
CSF	14	30	50	80	100	—	—	2A=元件型 2UH=模組型	LW=輕量型 SP=形狀或性能等特殊規格 無記載=標準品
	17	30	50	80	100	120	—		
	20	30	50	80	100	120	160		
	25	30	50	80	100	120	160		
	32	30	50	80	100	120	160		
	40	—	50	80	100	120	160		
	45	—	50	80	100	120	160		
	50	—	50	80	100	120	160		
	58	—	50	80	100	120	160		
	65	—	50	80	100	120	160		

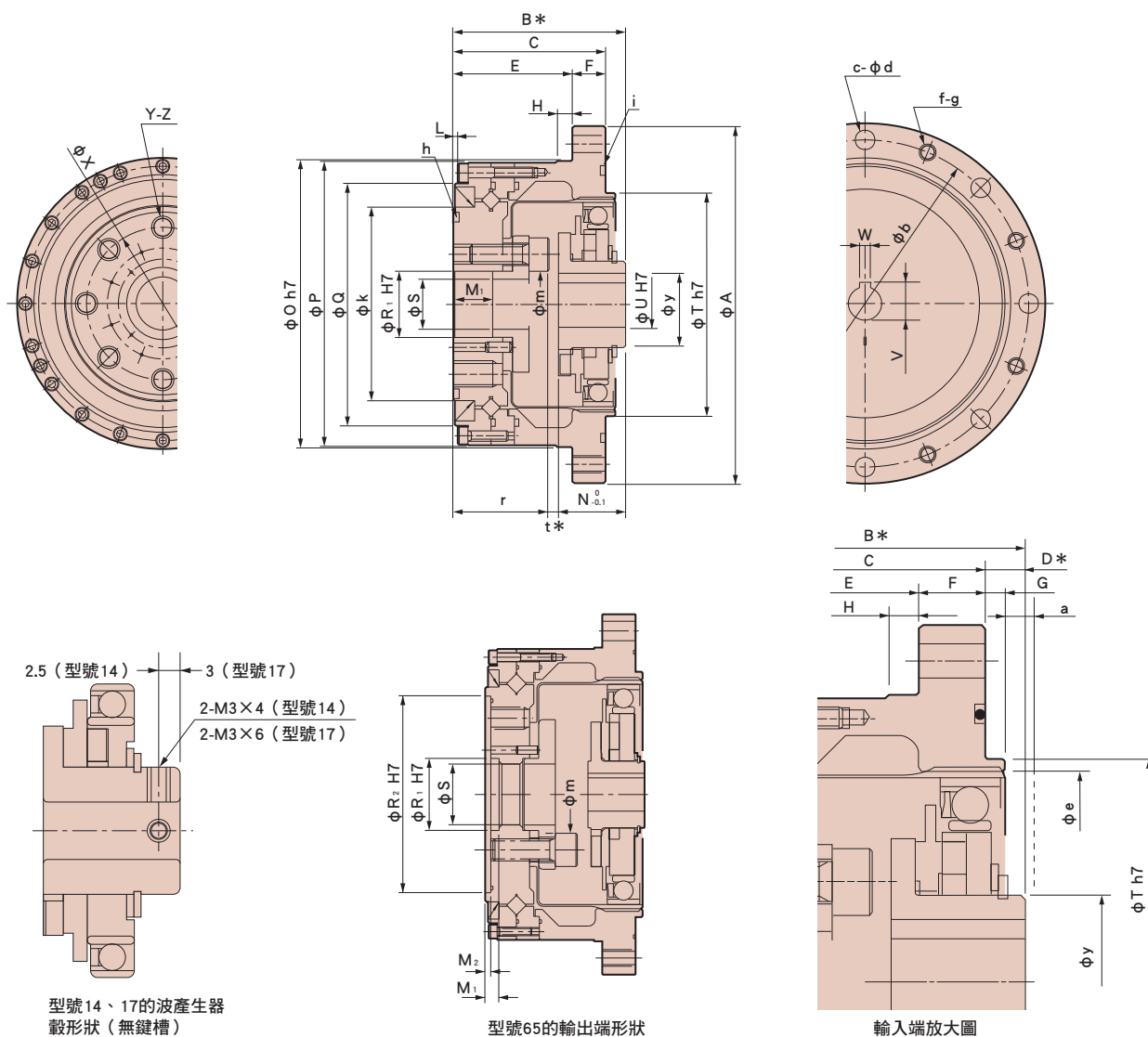
(註) 減速比表示為輸入：波產生器、固定：剛性齒輪、輸出：彈性齒杯。

外觀圖

本產品的 CAD 數據 (DXF) 可由本公司官網下載。

URL : <https://www.hds.co.jp/>

圖 128 - 1



(註) ϕS 部的形狀為貫穿至產品內部的貫穿孔。

(註) 請注意勿讓螺栓的啮合長度超出內螺紋的深度。特別是若超過記號 Z 所標註的尺寸，可能會造成彈性齒杯受損。

※輸出凸緣的形狀可能會因型號而異。詳情請洽詢本公司的營業據點。 ※關於尺寸的詳細內容，請參閱交貨規格圖。

※關於波產生器的形狀，請配合 040 頁圖 040-3 參考。

※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，如有需要，請洽詢本公司。

鬆脫轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。)

■ CSG 系列

表 132-1
單位：N·m

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
50	110	190	280	580	1200	2300	3500	—	—	—
80	140	260	450	880	1800	3600	5000	7000	10000	14000
100	100	200	330	650	1300	2700	4000	5300	8300	12000
120	—	150	310	610	1200	2400	3600	4900	7500	10000
160	—	—	280	580	1200	2300	3300	4600	7200	10000

■ CSF 系列

表 132-2
單位：N·m

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
30	59	100	170	340	720	—	—	—	—	—
50	88	150	220	450	980	1800	2700	3700	5800	7800
80	110	200	350	680	1400	2800	3900	5400	8200	11000
100	84	160	260	500	1000	2100	3100	4100	6400	9400
120	—	120	240	470	980	1900	2800	3800	5800	8300
160	—	—	220	450	980	1800	2600	3600	5600	8000

屈曲轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。)

■ CSG 系列

表 132-3
單位：N·m

型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
全減速比	260	500	800	1700	3500	6700	8900	12200	19000	26600

■ CSF 系列

表 132-4
單位：N·m

型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
全減速比	190	330	560	1000	2200	4300	5800	8000	12000	17000

無負載運轉轉矩

無負載運轉轉矩係指無負載狀態下，驅動 Harmonic Drive® 所必要的輸入端（高速軸端）的轉矩。

測量條件

表 132-5

減速比 100			
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A
			Harmonic 潤滑脂® SK-2
		塗佈量	適當塗佈量
轉矩值為輸入 2000r/min 經 2 小時以上磨合運轉後的數值			

※ 如為潤滑油潤滑，請洽詢本公司。

■ 減速比別修正量

Harmonic Drive® 的無負載運轉轉矩會因速度比而變化。圖表 133-1 ~ 133-4 為減速比 100 時的數值。關於其他速度比，請加上表 132-6 所示修正量後計算。

模組型無負載運轉轉矩修正量

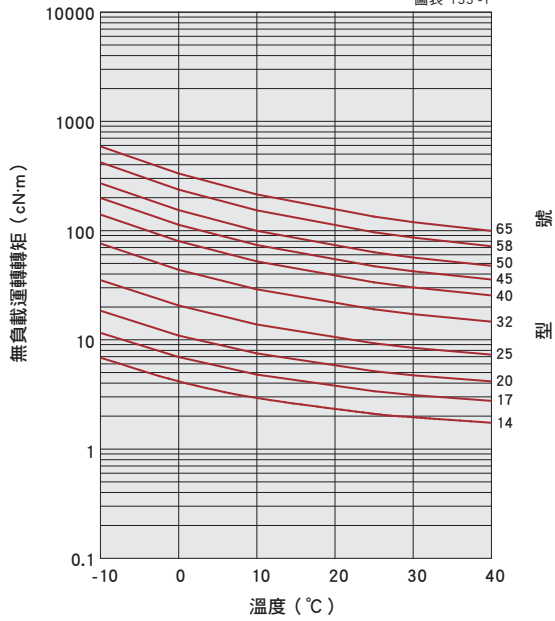
表 132-6
單位：cN·m

型號 \ 減速比	30	50	80	120	160
14	2.5	1.1	0.2	—	—
17	3.8	1.6	0.3	-0.2	—
20	5.4	2.3	0.5	-0.3	-0.8
25	8.8	3.8	0.7	-0.5	-1.2
32	16	7.1	1.3	-0.9	-2.2
40	—	12	2.1	-1.5	-3.5
45	—	16	2.9	-2.1	-4.9
50	—	21	3.7	-2.6	-6.2
58	—	30	5.3	-3.8	-8.9
65	—	41	7.2	-5.1	-12

■減速比 100 的無負載運轉轉矩

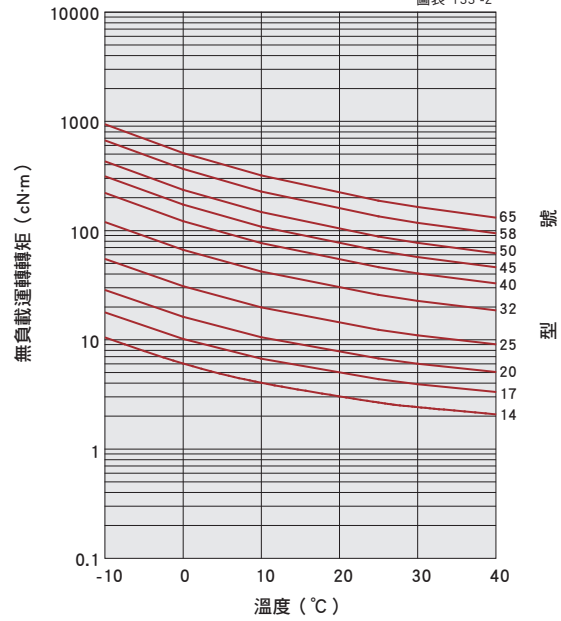
輸入轉速 500r/min

圖表 133-1



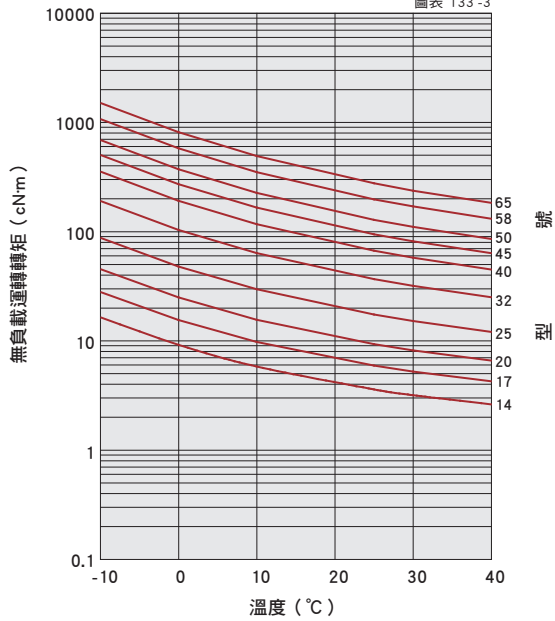
輸入轉速 1000r/min

圖表 133-2



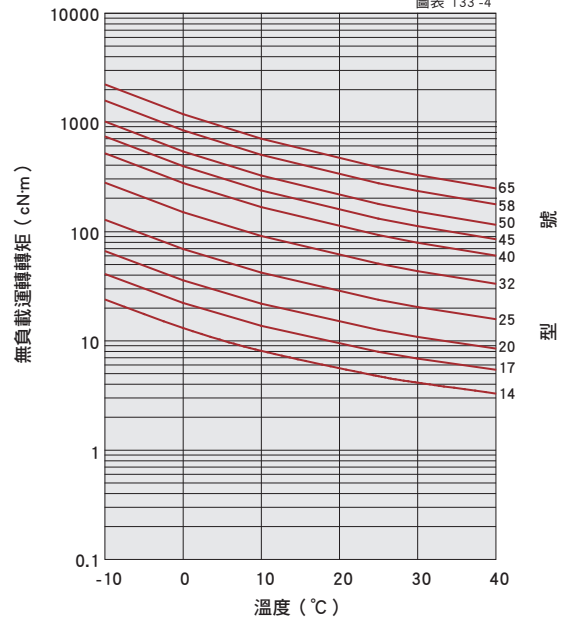
輸入轉速 2000r/min

圖表 133-3



輸入轉速 3500r/min

圖表 133-4

※本圖表數值為平均值 $\bar{X}$ 。 $\sigma \approx \bar{X} \times 0.2$

效率特性

- 效率因下列條件而異。
- 減速比
 - 輸入轉速
 - 負載轉矩
 - 溫度
 - 潤滑條件（潤滑種類與使用量）

效率修正係數

當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。請依據圖表 134-1 求出修正係數 K_e ，並參考下列計算範例計算效率。

計算例

以 CSF-20-80-2A-GR 為例，計算下列條件下的效率 η （%）。

輸入轉速：1000r/min
負載轉矩：19.6N·m
潤滑方式：潤滑脂潤滑（Harmonic 潤滑脂® SK-1A）
潤滑劑溫度：20℃
型號 20、減速比 80 的額定轉矩為 34N·m（額定表：127 頁），轉矩比 α 為 0.58。（ $\alpha = 19.6 / 34 = 0.58$ ）

- 依據圖表 134-1，得知效率修正係數 $K_e = 0.93$
- 負載轉矩 19.6N·m 時的效率 η 為
 $\eta = K_e \cdot \eta_R = 0.93 \times 78\% = 73\%$ 。

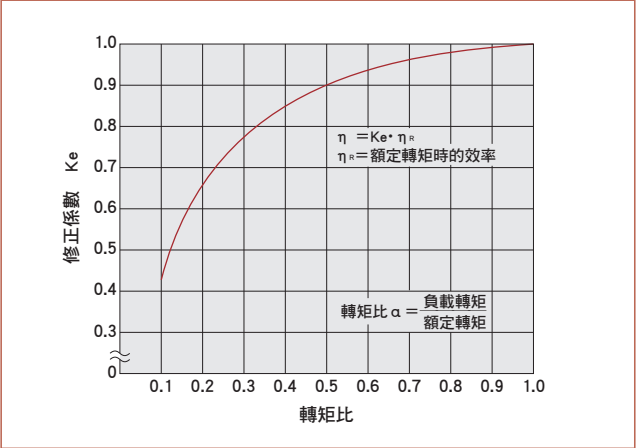
測量條件

表 134-1

組裝	以建議組裝精度組裝後測量		
負載轉矩	額定表所示的額定轉矩（126、127 頁）		
潤滑條件	潤滑脂潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A
		塗佈量	適當塗佈量

效率修正係數

圖表 134-1

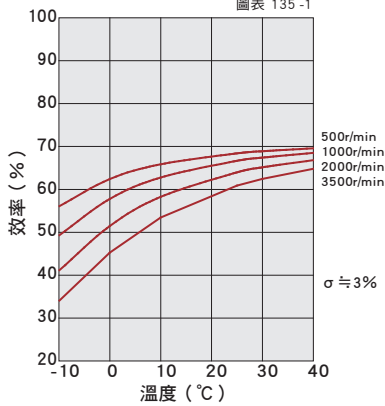


※ 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e = 1$ 。

■ 額定轉矩時的效率 (型號 14)

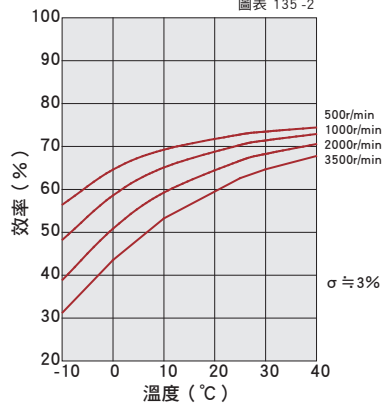
減速比30

圖表 135-1



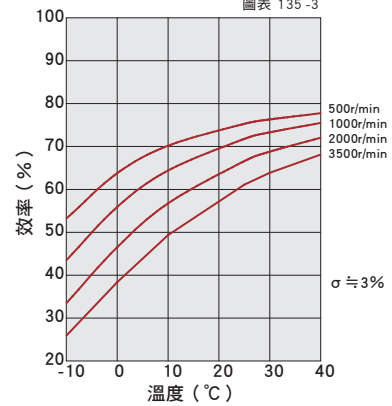
減速比50、80

圖表 135-2



減速比100

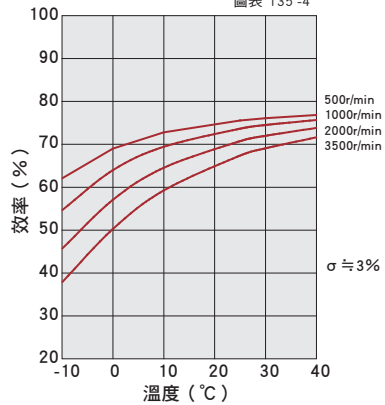
圖表 135-3



■ 額定轉矩時的效率 (型號 17 ~ 65)

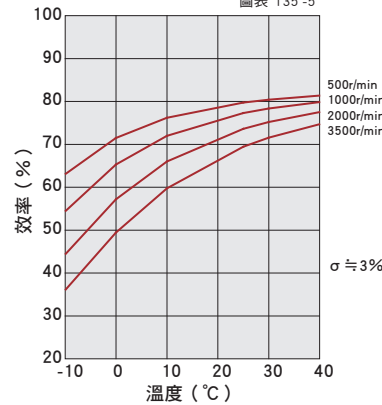
減速比30

圖表 135-4



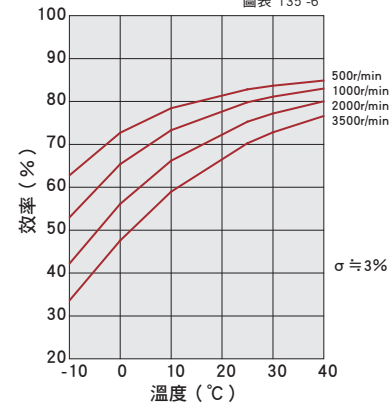
減速比50

圖表 135-5



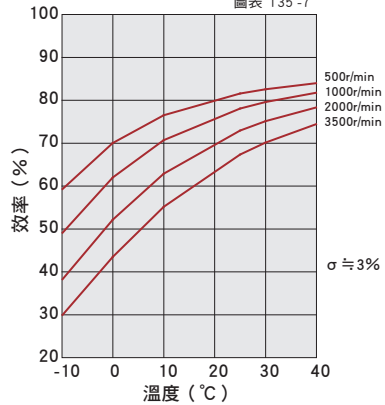
減速比80、100

圖表 135-6



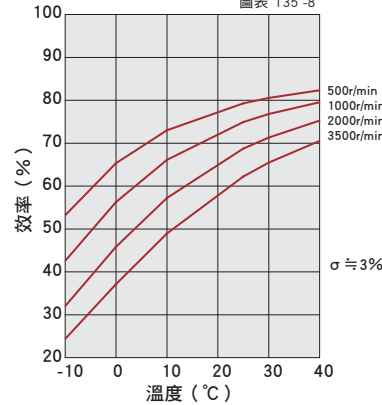
減速比120

圖表 135-7



減速比160

圖表 135-8



主軸承規格

模組型在外部負載（輸出凸緣部）的直接支撐組裝了精密交叉滾柱軸承。

為充分發揮模組型的性能，請檢查最大負載力矩負重、交叉滾柱軸承壽命以及靜態安全係數。

各數值的公式請參閱 030 ~ 034 頁「技術資料」內容。

■ 確認步驟

① 確認最大負載力矩負重 (M_{max})

求出最大負載力矩負重 (M_{max})

最大負載力矩負重 (M_{max}) $\leq$ 容許力矩 (M_c)

② 確認壽命

求出平均徑向負載 (F_{rav})、平均軸向負載 (F_{aav})

求出徑向負載係數 (X)、軸向負載係數 (Y)

計算並確認壽命

③ 確認靜態安全係數

求出靜態等價徑向負載 (P_o)

確認靜態安全係數 (f_s)

■ 主軸承規格

交叉滾柱軸承的規格，如表 136-1、2 所示。

規格 CSG 系列 /CSF 系列

表 136 -1

型號	轉子節圓直徑	偏移量	基本額定負載				容許力矩負重 Mc		力矩剛性 Km	
	dp	R	基本動額定負載 C		基本靜額定負載 Co				×10 ⁴ N·m/rad	kgf·m/arc·min
	m	m	×10 ³ N	kgf	×10 ³ N	kgf	N·m	kgf·m		
14	0.035	0.0095	47	480	60.7	620	41	4.2	4.38	1.3
17	0.0425	0.0095	52.9	540	75.5	770	64	6.5	7.75	2.3
20	0.050	0.0095	57.8	590	90.0	920	91	9.3	12.8	3.8
25	0.062	0.0115	96.0	980	151	1540	156	16	24.2	7.2
32	0.080	0.013	150	1530	250	2550	313	32	53.9	16
40	0.096	0.0145	213	2170	365	3720	450	46	91.0	27
45	0.111	0.0155	230	2350	426	4340	686	70	141	42
50	0.119	0.018	348	3550	602	6140	759	77	171	51
58	0.141	0.0205	518	5290	904	9230	1180	120	283	84
65	0.160	0.0225	556	5670	1030	10500	1860	190	404	120

規格 CSG-LW 系列 /CSF-LW 系列

表 136 -2

型號	轉子節圓直徑	偏移量	基本額定負載				容許力矩負重 Mc		力矩剛性 Km	
	dp	R	基本動額定負載 C		基本靜額定負載 Co				×10 ⁴ N·m/rad	kgf·m/arc·min
	m	m	×10 ³ N	kgf	×10 ³ N	kgf	N·m	kgf·m		
14	0.035	0.0093	47	480	60.7	620	33.6	3.4	3.6	1.1
17	0.043	0.0091	52.9	540	75.5	770	52.5	5.3	6.4	1.9
20	0.050	0.0098	57.8	590	90	920	74.6	7.6	10.5	3.1
25	0.064	0.0118	96	980	151	1540	127.9	13.1	19.8	5.9
32	0.083	0.0133	150	1530	250	2550	256.7	26.2	44.2	13.1
40	0.096	0.0148	213	2170	365	3720	369	37.7	74.6	22.1
45	0.111	0.0158	230	2350	426	4340	562.5	57.4	115.6	34.4
50	0.119	0.0180	348	3550	602	6140	622	63.5	140	48.5
58	0.141	0.0205	518	5290	904	9230	838	85.4	201	59.6
65	0.160	0.0185	556	5670	1030	10500	1525	156	331	108

※ 基本動額定負載是指軸承的基本動額定壽命可達 100 萬次旋轉的固定靜止徑向負載。

※ 基本靜額定負載是指在承受最大負載的轉動體與軌道的接觸部中央上，給予一定水準的接觸應力 ($4kN/mm^2$) 之靜態負載。

※ 容許力矩負重是指輸出軸承上可施加的最大力矩負重，此範圍內的數值可以確保基本性能並可動作。

※ 力矩剛性的值為參考值。下限值約為標示數值的 80%。

※ 容許徑向負載、容許軸向負載，係指主軸承受單純徑向負載或軸向負載其中之一時，可滿足減速機壽命的數值。

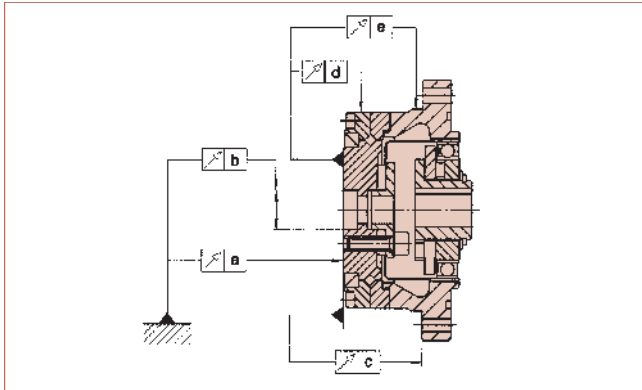
(徑向負載為 $L_r+R=0mm$ 、軸向負載為 $L_a=0mm$ 時)

設計指南

機械精度

機械精度

圖 137-1

表 137-1
單位：mm

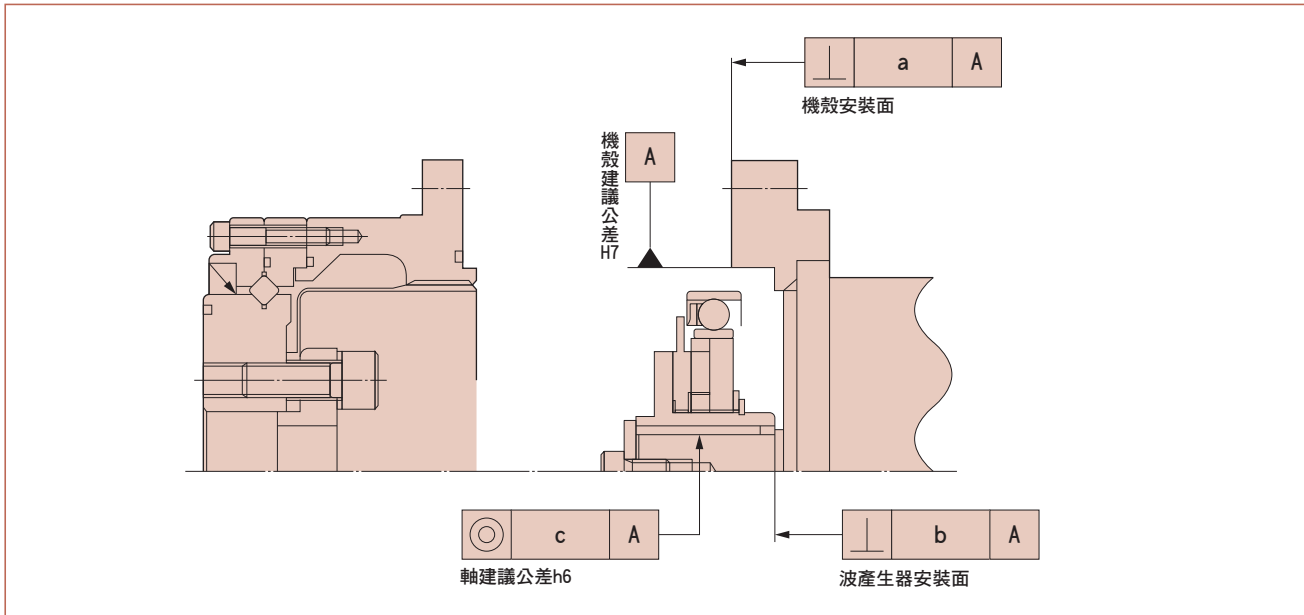
記號	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
a		0.010	0.010	0.010	0.015	0.015	0.015	0.018	0.018	0.018	0.018
b		0.010	0.012	0.012	0.013	0.013	0.015	0.015	0.015	0.017	0.017
c		0.024	0.026	0.038	0.045	0.056	0.060	0.068	0.069	0.076	0.085
d		0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
e		0.038	0.038	0.047	0.049	0.054	0.060	0.065	0.067	0.070	0.075

組裝精度

在組裝設計方面，為充分發揮模組型擁有的優異性能，應確保圖 137-1、表 137-1 所示之機殼建議精度。

組裝機殼建議精度

圖 137-2

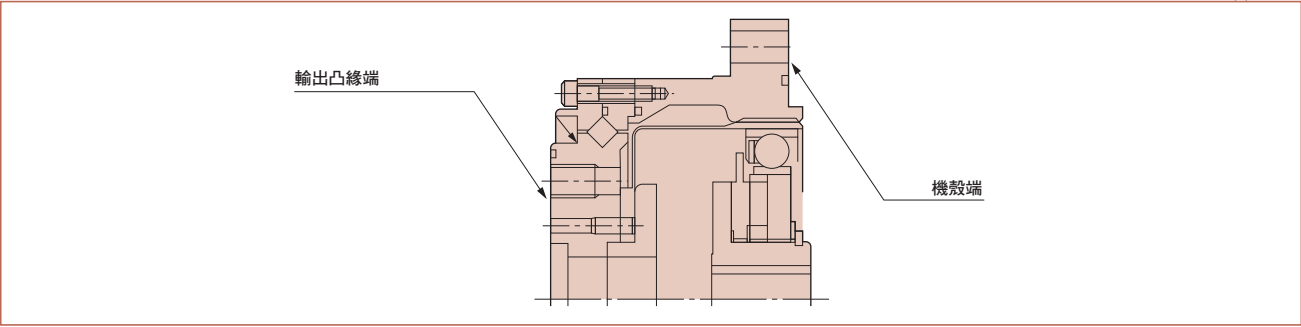
表 137-2
單位：mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
a		0.011	0.015	0.017	0.024	0.026	0.026	0.027	0.028	0.031	0.034
b		0.017	0.020	0.020	0.024	0.024	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
		(0.008)	(0.010)	(0.010)	(0.012)	(0.012)	(0.012)	(0.013)	(0.015)	(0.015)	(0.015)
c		0.030	0.034	0.044	0.047	0.050	0.063	0.065	0.066	0.068	0.070
		(0.016)	(0.018)	(0.019)	(0.022)	(0.022)	(0.024)	(0.027)	(0.030)	(0.033)	(0.035)

※ () 內為輸入部 (波產生器) 為剛性型時的數值。

安裝及傳動轉矩

圖 138 -1



CSG 系列 輸出凸緣端的安裝及傳動轉矩

表 138 -1

項目 \ 型號		14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓支數		6	6	8	8	8	8	8	8	8	8
螺栓尺寸		M4	M5	M6	M8	M10	M10	M12	M14	M16	M16
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	23	27	32	42	55	68	82	84	100	110
	N·m	5.4	10.8	18.4	45	89	89	154	246	383	383
螺栓鎖緊轉矩	kgf·m	0.55	1.1	1.88	4.5	9.1	9.1	15.7	25.1	39.1	39.1
	N·m	58	109	245	580	1220	1510	2624	3690	5981	6579
螺栓傳動轉矩	kgf·m	5.9	11.2	25	59	124	154	268	377	610	671

CSG 系列 機殼端的安裝及傳動轉矩

表 138 -2

項目 \ 型號		14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓支數		8	8	8	10	12	10	12	14	12	8
螺栓尺寸		M4	M4	M5	M5	M6	M8	M8	M8	M10	M12
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	65	71	82	96	125	144	164	174	206	236
	N·m	4.5	4.5	9.0	9.0	15.3	37	37	37	74	128
螺栓鎖緊轉矩	kgf·m	0.46	0.46	0.92	0.92	1.56	3.8	3.8	3.8	7.5	13.1
	N·m	182	196	365	538	1200	2100	2844	3251	5717	6293
螺栓傳動轉矩	kgf·m	19	20	37	55	122	214	290	360	583	642

(表 138-1、138-2 / 註)

- 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
- 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
- 轉矩係數：K=0.2
- 鎖緊係數：A=1.4
- 接合面摩擦係數：μ=0.15

CSG-LW 系列（輕量型）輸出凸緣端的安裝及傳動轉矩

表 138 -3

項目 \ 型號		14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓支數		6	6	8	8	8	8	8	8	8	8
螺栓尺寸		M4	M5	M6	M8	M10	M10	M12	M14	M16	M16
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	23	27	32	42	55	68	82	84	100	110
	N·m	5.4	10.8	18.4	45	89	89	154	246	383	383
螺栓鎖緊轉矩	kgf·m	0.55	1.1	1.88	4.5	9.1	9.1	15.7	25.1	39.1	39.1
	N·m	58	109	245	580	1220	1510	2624	3690	5981	6579
螺栓傳動轉矩	kgf·m	5.9	11.2	25	59	124	154	268	377	610	671

CSG-LW 系列（輕量型）機殼端的安裝及傳動轉矩

表 138 -4

項目 \ 型號		14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓支數		6	8	8	10	12	10	16	18	16	12
螺栓尺寸		M4	M4	M5	M5	M6	M8	M8	M8	M10	M12
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	65	71	82	96	125	144	164	174	206	236
	N·m	3.2	3.2	6.4	6.4	10.8	26.5	26.5	26.5	51.9	90
螺栓鎖緊轉矩	kgf·m	0.33	0.33	0.65	1.1	2.7	2.7	2.7	2.7	5.3	9.2
	N·m	98	143	261	382	842	1488	2712	3237	5350	6649
螺栓傳動轉矩	kgf·m	10	14.6	26.6	39	85.9	152	277	330	546	678

(表 138-3、138-4 / 註)

- 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
- 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
- 轉矩係數：K=0.2
- 鎖緊係數：A=1.4
- 接合面摩擦係數：μ=0.15
- CSG-LW 系列（輕量型）機殼端的凸緣材質為 AL（鋁合金），螺栓鎖緊轉矩請遵守表 138-4 的值。
鎖緊轉矩超過表 138-4 所示數值時，恐將無法獲得應有傳動轉矩或造成鬆脫現象。
敬請使用墊圈，不要讓螺栓座面直接接觸鋁合金。

CSF 系列 輸出凸緣端的安裝及傳動轉矩

表 139-1

項目	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓支數		6	6	8	8	8	8	8	8	8	8
螺栓尺寸		M4	M5	M6	M8	M10	M10	M12	M14	M16	M16
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	23	27	32	42	55	68	82	84	100	110
螺栓鎖緊轉矩	N·m	4.5	9	15.3	37	74	74	128	205	319	319
	kgf·m	0.46	0.92	1.56	3.8	7.6	7.6	13.1	20.9	32.5	32.5
螺栓傳動轉矩	N·m	49	91	204	486	1108	1258	2200	3070	4980	5480
	kgf·m	5.0	9.3	21	50	104	128	224	313	508	559

CSF 系列 機殼端的安裝及傳動轉矩

表 139-2

項目	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓支數		6	6	6	8	12	8	12	12	12	8
螺栓尺寸		M4	M4	M5	M5	M6	M8	M8	M8	M10	M12
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	65	71	82	96	125	144	164	174	206	236
螺栓鎖緊轉矩	N·m	4.5	4.5	9.0	9.0	15.3	37	37	37	74	128
	kgf·m	0.46	0.46	0.92	0.92	1.56	3.8	3.8	3.8	7.5	13.1
螺栓傳動轉矩	N·m	137	147	274	431	1200	1680	2844	3040	5717	6293
	kgf·m	14	15	28	44	122	171	290	310	583	642

(表 139-1、139-2 / 註)

1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
2. 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
3. 轉矩係數：K=0.2
4. 鎖緊係數：A=1.4
5. 接合面摩擦係數： $\mu=0.15$

CSF-LW 系列 輸出凸緣端的安裝及傳動轉矩

表 139-3

項目	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓支數		6	6	8	8	8	8	8	8	8	8
螺栓尺寸		M4	M5	M6	M8	M10	M10	M12	M14	M16	M16
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	23	27	32	42	55	68	82	84	100	110
螺栓鎖緊轉矩	N·m	4.5	9.0	15.3	37	74	74	128	205	319	319
	kgf·m	0.46	0.92	1.56	3.8	7.6	7.6	13.1	20.9	32.5	32.5
螺栓傳動轉矩	N·m	49	91	204	486	1019	1258	2200	3070	4980	5480
	kgf·m	5.0	9.3	21	50	104	128	224	313	508	559

CSF-LW 系列 機殼端的安裝及傳動轉矩

表 139-4

項目	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓支數		6	8	8	10	12	10	16	18	16	12
螺栓尺寸		M4	M4	M5	M5	M6	M8	M8	M8	M10	M12
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	65	71	82	96	125	144	164	174	206	236
螺栓鎖緊轉矩	N·m	3.2	3.2	6.4	6.4	10.8	26.5	26.5	26.5	51.9	90
	kgf·m	0.33	0.33	0.65	0.65	1.1	2.7	2.7	2.7	5.3	9.2
螺栓傳動轉矩	N·m	98	143	261	382	842	1488	2712	3237	5350	6649
	kgf·m	10	14.6	26.6	39	85.9	152	277	330	546	678

(表 139-1、139-2 / 註)

1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
2. 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
3. 轉矩係數：K=0.2
4. 鎖緊係數：A=1.4
5. 接合面摩擦係數： $\mu=0.15$
6. CSF-LW 系列機殼端的凸緣材質為 AL (鋁合金)，螺栓鎖緊轉矩請遵守表 139-4 的值。
鎖緊轉矩超過表 139-4 所示數值時，恐將無法獲得應有傳動轉矩或造成鬆脫現象。

■對輸出凸緣的負載安裝上的注意事項 (型號 14 ~ 25)

型號 14、17、20、25 的模組型中，輸出凸緣外圈的油封與輸出凸緣 (旋轉部) 端面的距離 (參閱 128 頁、圖 128-1 尺寸記號 L) 較短，負載與油封可能會干涉，請設計使負載不會干涉到油封。

安裝馬達

■馬達安裝用凸緣

在模組型上安裝馬達時，需要馬達安裝用凸緣。馬達安裝用凸緣的基本部分之建議尺寸及精度如表 140-1 所示。

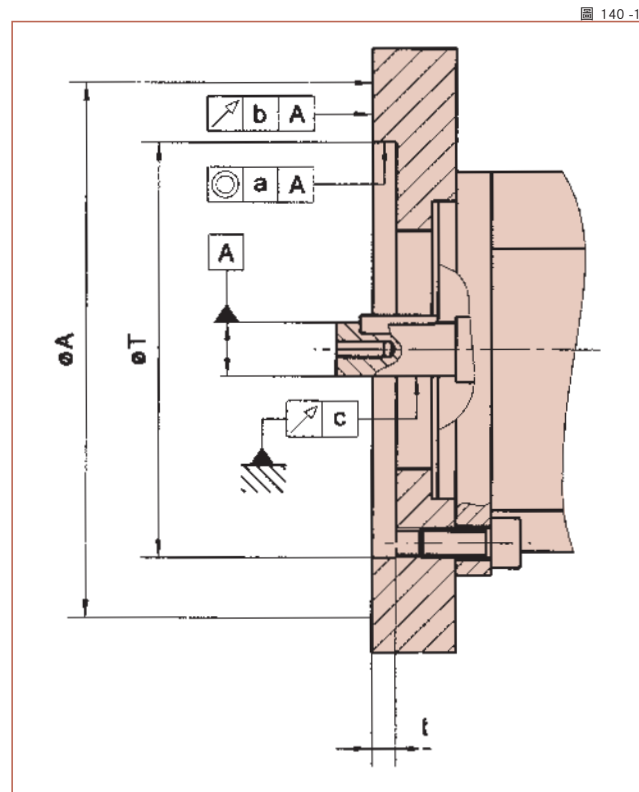


圖 140-1

表 140-1
單位：mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
a		0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
b		0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
c		0.015	0.015	0.018	0.018	0.018	0.018	0.021	0.021	0.021	0.021
ϕA		73	79	93	107	138	160	180	190	226	260
t		3	3	4.5	4.5	4.5	6	6	6	7.5	7.5
ϕT		38H7	48H7	56H7	67H7	90H7	110H7	124H7	135H7	156H7	177H7

基本三零件之組裝

■安裝波產生器

最大孔徑尺寸

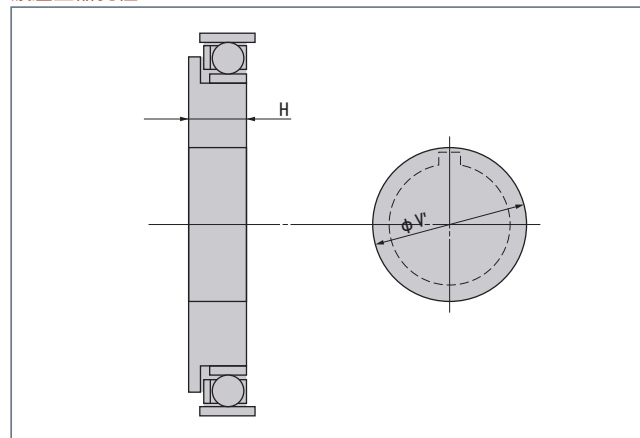
波產生器的標準孔徑如各型號外觀尺寸圖，但可在表中所示的最大尺寸範圍內變更。此時的鍵槽尺寸，建議為 JIS 規格。鍵槽的有效長度尺寸，應可充分承受傳動轉矩。

※ 亦可為圓錐孔等特殊形狀。

如果要讓孔徑大於最大尺寸，亦有取消 Oldham 聯結器機構的使用方式。此時的最高孔徑，考慮負載轉矩造成波產生器栓變形等情況，最大僅能至下表所示的值。（該值為包含鍵槽深度尺寸等的數值。）

波產生器孔徑

圖 140-2



波產生器軸孔徑

表 140-2
單位：mm

尺寸	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
標準尺寸 (H7)		6	8	12	14	14	14	19	19	22	24
下孔尺寸		3	4	5	6	6	10	10	10	13	16
最大尺寸		8	10	13	15	15	20	20	20	25	30

將波產生器栓直接安裝至輸入軸時的最大栓孔徑與最小厚度

表 140-3
單位：mm

尺寸	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
最大孔徑 $\phi V'$		17	20	23	28	36	42	47	52	60	67
最小栓厚 $H_{-0.1}^0$		7.2	7.6	11.3	11.3	13.7	15.9	17.8	19	21.4	23.5

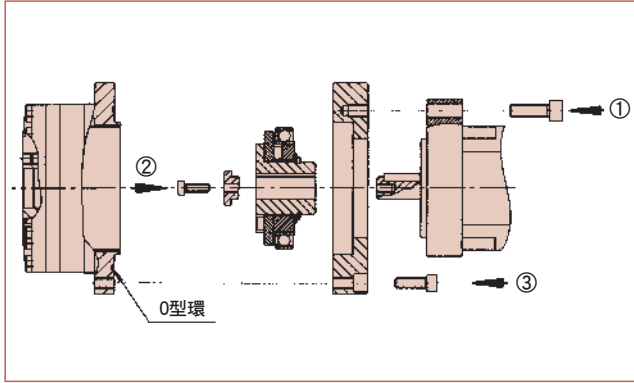
■ 安裝步驟

如圖 141-1 及圖 141-2 所示，基本的馬達安裝步驟有 2 種，請依據馬達安裝面接口部直徑選擇安裝步驟。表 141-1 為依據安裝面接口部直徑的選擇基準。

表 141-1
單位：mm

型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65	安裝參考圖
安裝面 接口部直徑	<35.5 ≥35.5	<43.5 ≥43.5	<50.0 ≥50.0	<62.5 ≥62.5	<81.5 ≥81.5	<100.0 ≥100.0	<113.5 ≥113.5	<124.5 ≥124.5	<147 ≥147	<167 ≥167	組裝步驟 -1 (圖 141-1) 組裝步驟 -2 (圖 141-2)

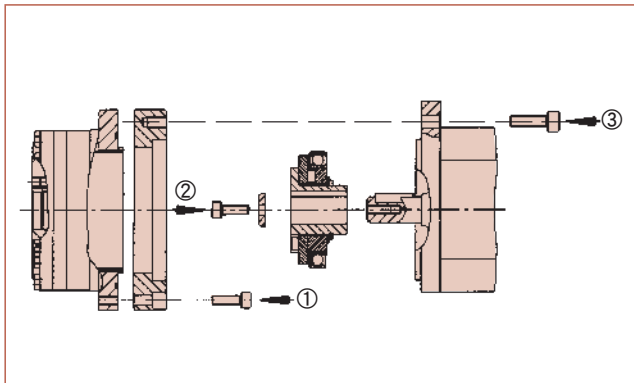
圖 141-1



組裝步驟 -1

- ① 將安裝用凸緣安裝在馬達安裝面
- ② 將波產生器安裝在馬達輸出軸
- ③ 安裝模組本體

圖 141-2



組裝步驟 -2

- ① 將安裝用凸緣安裝在模組本體
- ② 將波產生器安裝在馬達輸出軸
- ③ 將安裝用凸緣（模組本體）安裝在馬達安裝面

■ 安裝注意事項

模組型會因安裝時的不良而產生振動或異音等。組裝時，請務必注意下列各點。

波產生器注意事項

1. 組裝時，應避免對波產生器軸承過度施力。旋轉波產生器，即可順利插入。
2. 沒有 Oldham 機構的波產生器，尤應注意讓偏心、垂直的影響保持在建議值範圍內（參閱 137 頁「組裝精度」）。

其他注意事項

1. 檢查安裝面平整度是否不佳、有否歪斜。
2. 檢查螺孔有無隆起、殘留毛邊、咬入異物。
3. 是否僅為了不干涉模組組裝部而進行倒角加工。

防鏽對策

元件型的表面並無防鏽處理。
如需防鏽，應塗佈防鏽劑。
另外，如需本公司進行防鏽表面處理，請洽詢本公司。

潤滑

模組型以潤滑脂潤滑為標準，會在封入潤滑脂的狀態下交貨。
關於潤滑劑，型號 14、17 為 Harmonic 潤滑脂® SK-2，型號 20 至 65 為 Harmonic 潤滑脂® SK-1A。（交叉滾柱軸承部使用 Harmonic 潤滑脂® 4B No.2）或為了長壽命也可以使用 Harmonic 潤滑脂® 4B No.2。（潤滑脂的規格，請參閱「技術資料」內容。）

以潤滑脂潤滑時，請盡量縮小模組本體與安裝用凸緣內壁的空間，避免運轉中潤滑脂飛散而殘留在模組內部。表 142-1 為建議尺寸。

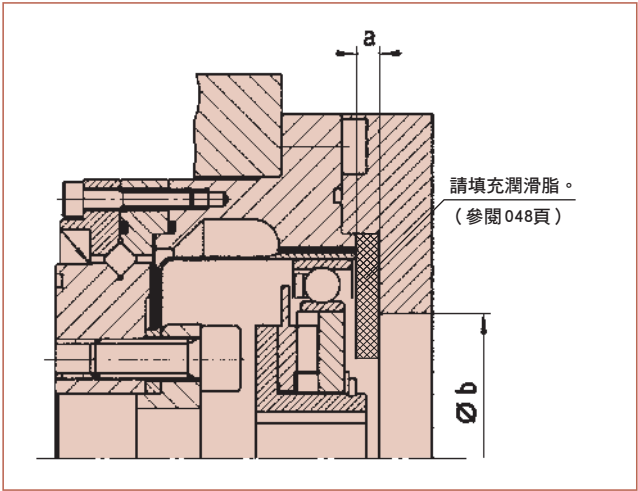


圖 142-1

表 142-1
單位：mm

記號 \ 型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
a*	1	1	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2.5	2.5
a**	3	3	4.5	4.5	4.5	6	6	6	7.5	7.5
Øb	16	26	30	37	37	45	45	45	56	62

※ 水平及垂直－波產生器在下時
※※ 垂直－波產生器在上時

■ 其他注意事項

波產生器朝上或朝下（參閱 048 頁、圖 048-3）使用時，請在波產生器與輸入蓋（馬達凸緣）的間隙上充分填滿潤滑脂。

密封機構

為防止潤滑脂滲漏並維護 Harmonic Drive® 的高度耐久性，需要下列密封機構。

- 旋轉滑動部……………油封（含彈簧）。此時請注意勿使軸側出現損傷等不良。
- 凸緣重合面、嵌合部……………O 型環、密封劑。此時請注意平面不均整、O 型環遭咬入等情形。
- 螺孔部……………具封止效果的螺絲固定劑（建議使用 LOCTITE 242）或密封膠帶。

（註）尤其是使用 Harmonic 潤滑脂® 4B No.2 時，必須嚴格採用前述機構。

模組型的密封處與建議密封方式

表 142-2

需要密封處		建議密封方式
輸出端	輸出凸緣中央的貫穿孔及輸出凸緣重合面	使用 O 型環（本公司產品隨附）
	安裝螺絲處	具封止效果的螺絲固定劑（建議使用 LOCTITE 242）
輸入端	凸緣重合面	使用 O 型環（本公司產品隨附）
	馬達輸出軸	請選擇附油封的型號。 無油封時，必須採用馬達安裝凸緣可安裝油封的結構。

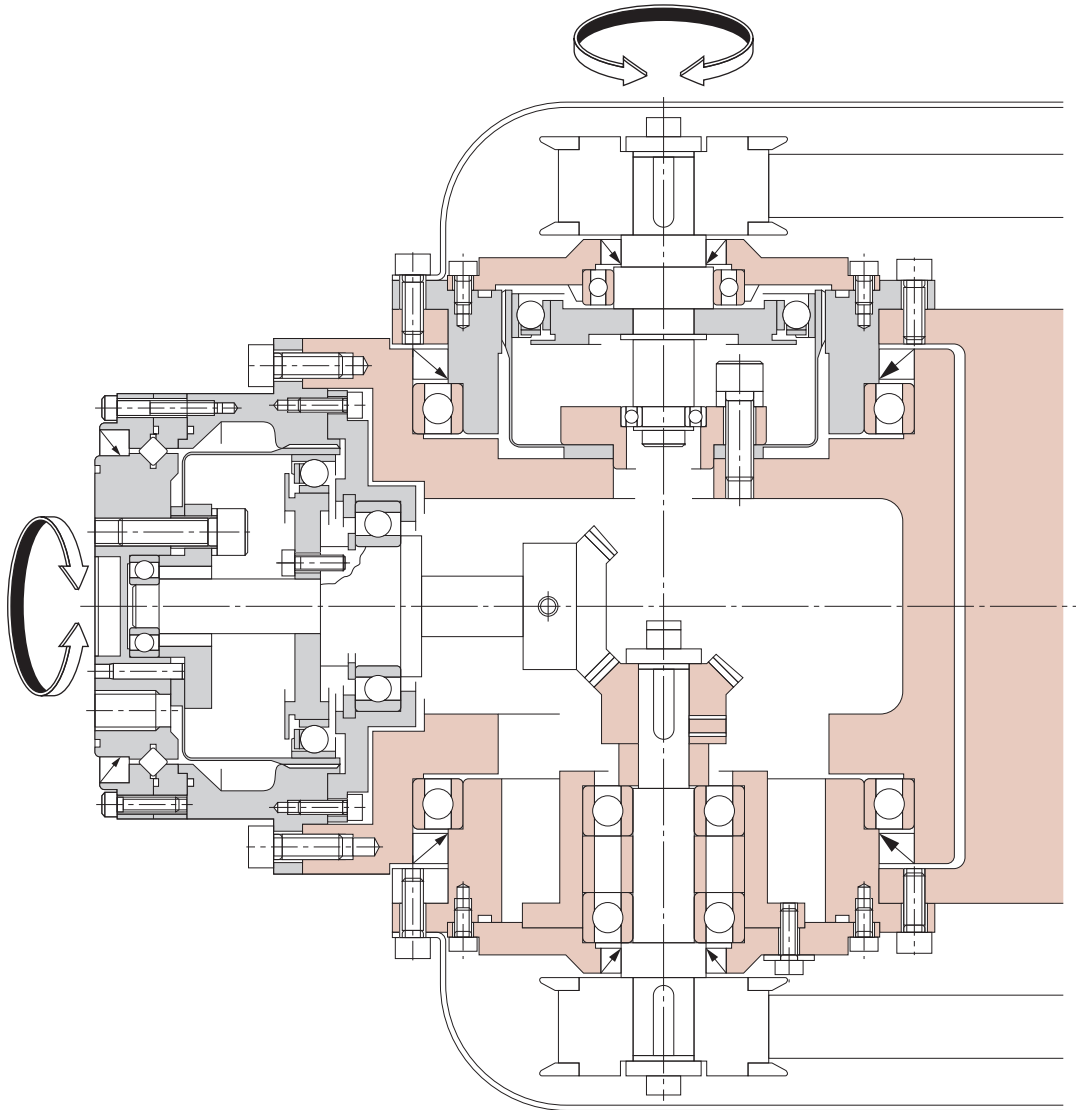
防鏽對策

模組型表面並無防鏽處理。如需防鏽，應塗佈防鏽劑。
另外，如需本公司進行防鏽表面處理，請洽詢本公司。

應用案例

垂直多關節型機器人手腕彎曲、扭轉驅動

圖 143-1

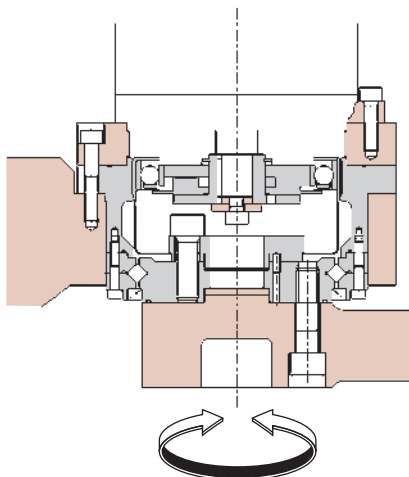


※參考本組裝例使用時，必須要有防止潤滑劑滲漏的密封機構。

技術資料
Engineering Data元件型
Component Type模組型
Unit Type差動齒輪
Differential Gear減速機型
Gear Head Type

水平多關節型機器人手臂驅動

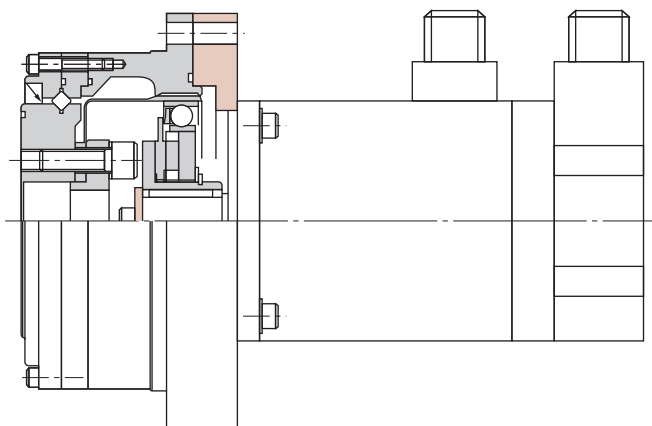
圖 144 - 1



※參考本組裝例使用時，必須要有防止潤滑劑滲漏的密封機構。

伺服馬達直接連結例

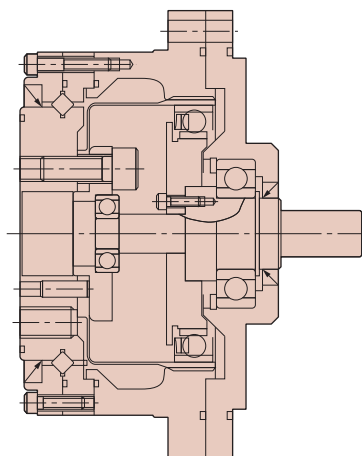
圖 144 - 2



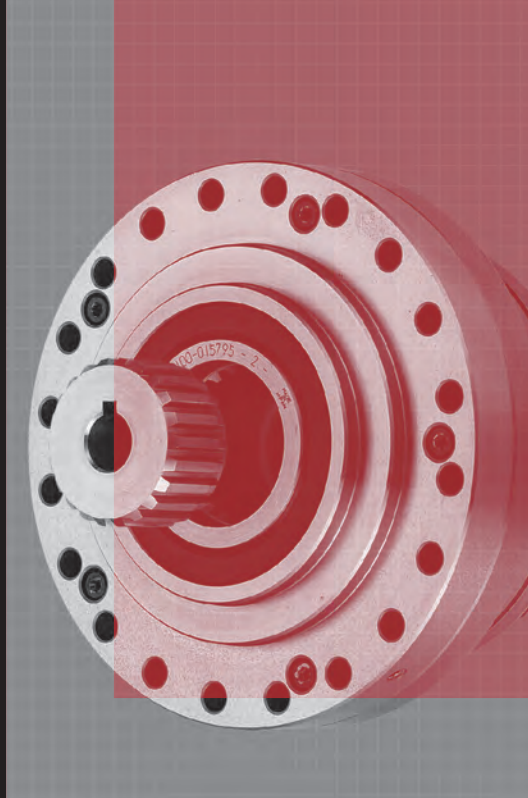
特殊形狀例

圖 144 - 3

以更方便操作的「附輸入軸型」為範例加以說明。



※關於特殊形狀的詳細內容，請洽詢本公司。



CSG系列密封結構型全模組型

Unit Type CSG

特 徵	146
型式、記號	147
技術資料	147
額定表	147
無負載運轉轉矩	148
效率特性	149
伺服馬達匹配表	152
主軸承規格	154
設計指南	154
安裝及傳動轉矩	154
機械精度	155
組裝精度	155
馬達安裝例	155
潤滑	156
連續運轉時間	156
注意項目	156

特 徵



■ CSG 系列密封結構型全模組型

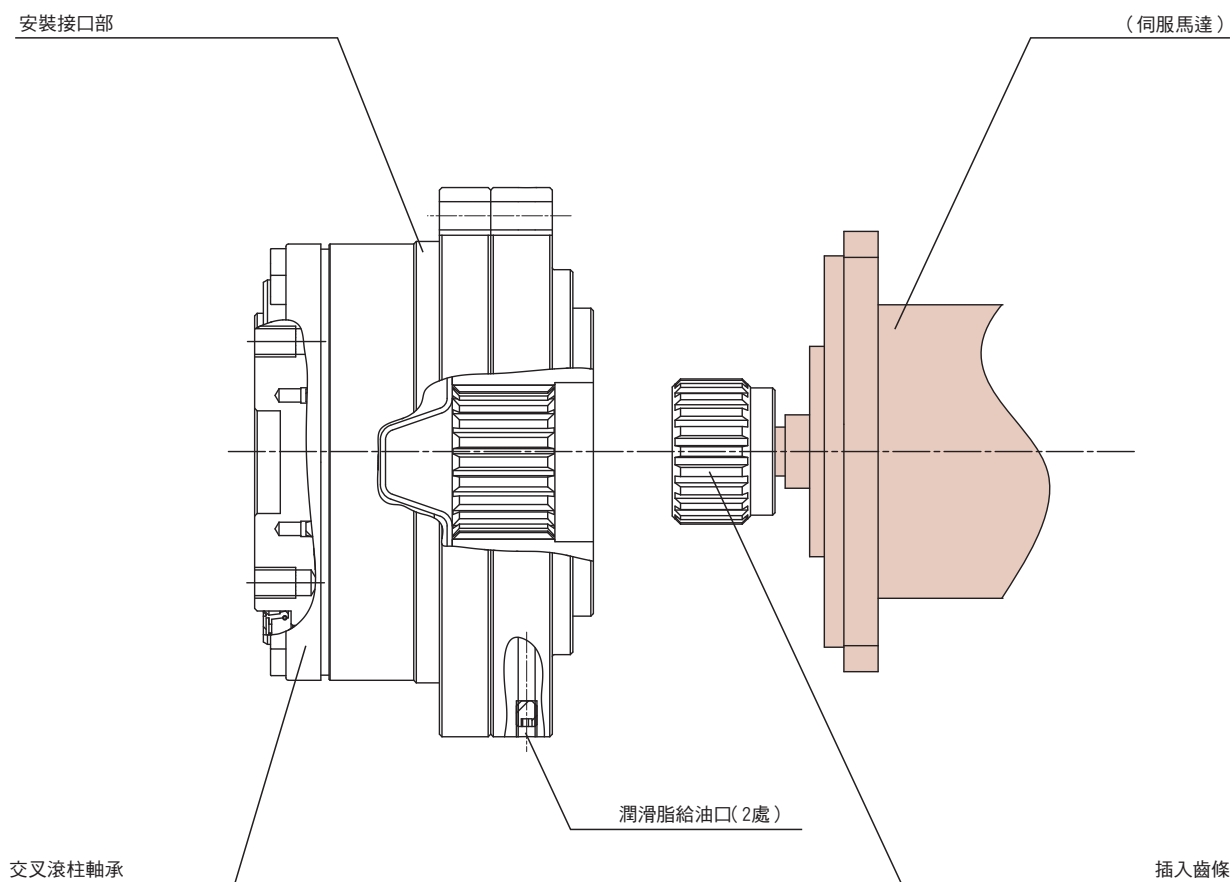
Harmonic Drive® 各系列中最高規格的 Harmonic Drive® CSG 系列開發了密封型全模組型。新產品保留了 Harmonic Drive® 薄型外觀的特徵，透過採用密封結構，使其更易於設計及使用。建議運用在工具機及一般工業機械的工件運送和工具庫驅動等各機構部位。

CSG 系列的特徵

- 相較於舊有產品，減少客戶的設計工時。
- 與馬達安裝時使用的零件數量較少，產品設計輕巧。
- 採用插入齒條，易於安裝馬達。

CSG 系列密封結構型全模組型

圖 146-1



※於輸出入部使用油封之密封結構式模組。

型式、記號

CSG - 25 - 100 - 2UK - A01 - 規格2

表 147-1

機種名稱	型號	減速比 (註)					型式	齒條 外徑尺寸	形狀記號 (設計順序連號)	特殊規格
CSG	25	50	80	100	120	160	2UK = 密封模組	A··約29mm B··約44mm C··約54mm	01~05	SP=特殊規格 無記載=標準品
	32	50	80	100	120	160				
	40	50	80	100	120	160				
	45	50	80	100	120	160				
	58	—	80	100	120	160				
	65	—	80	100	120	160				

(註) 減速比表示為輸入：波產生器、固定：剛性齒輪、輸出：彈性齒杯。

技術資料

額定表

表 147-2

型號	減速比	輸入 2000r/min 時的 額定轉矩		起動、停止時的 容許峰值轉矩		平均負載轉矩的 容許最大值		瞬間容許最大轉矩		容許最高輸入 轉速 r/min	容許平均輸入 轉速 r/min	慣性力矩 (插入齒條)	
		N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	潤滑脂潤滑	潤滑脂潤滑	I × 10 ⁻⁴ kg·m ²	J × 10 ⁻⁴ kgf·ms ²
25	50	51	5.2	127	13	72	7.3	242	25	5600	3500	0.65	0.66
	80	82	8.4	178	18	113	12	332	34				
	100	87	8.9	204	21	140	14	369	38				
	120	87	8.9	217	22	140	14	382	39				
	160	87	8.9	229	23	140	14	382	39				
32	50	99	10	281	29	140	14	497	51	4800	3500	1.4	1.4
	80	153	16	395	40	217	22	738	75				
	100	178	18	433	44	281	29	841	86				
	120	178	18	459	47	281	29	842	86				
	160	178	18	484	49	281	29	842	86				
40	50	178	18	523	53	255	26	892	91	4000	3000	3.55	3.6
	80	268	27	675	69	369	38	1270	130				
	100	345	35	738	75	484	49	1400	143				
	120	382	39	802	82	586	60	1488	152				
	160	382	39	841	86	586	60	1488	152				
45	50	229	23	650	66	345	35	1235	126	3800	3000	8.78	8.9
	80	407	41	918	94	507	52	1651	168				
	100	459	47	982	100	650	66	2041	208				
	120	523	53	1070	109	806	82	2288	233				
	160	523	53	1147	117	819	84	2483	253				
58	80	714	73	1924	196	1001	102	3185	325	3000	2200	19.9	20.3
	100	905	92	2067	211	1378	141	4134	422				
	120	969	99	2236	228	1547	158	4329	441				
	160	969	99	2392	244	1573	160	4459	455				
65	80	969	99	2743	280	1352	138	4836	493	2800	1900	43.8	44.7
	100	1236	126	2990	305	1976	202	6175	630				
	120	1236	126	3263	333	2041	208	6175	630				
	160	1236	126	3419	349	2041	208	6175	630				

(註) 1. 慣性力矩 $I = \frac{1}{4} GD^2$
 2. 相關用語詳情，請參閱 012 頁「技術資料」內容。

無負載運轉轉矩

無負載運轉轉矩係指無負載狀態下，驅動 Harmonic Drive® 所必要的輸入端（高速軸端）的轉矩。

測量條件

表 148-1

減速比 100			
潤滑條件	潤滑脂潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® 4B No.2
		塗佈量	適當塗佈量
轉矩值為輸入 2000r/min 經 2 小時以上磨合運轉後的數值			

使用環境溫度範圍

表 148-2

潤滑脂	Harmonic 潤滑脂® 4B No.2 -10℃~+70℃
-----	---------------------------------

■減速比別修正量

Harmonic Drive® 的無負載運轉轉矩會因速度比而不同。下述圖表為減速比 100 的數值。關於其他速度比，請加上表 148-3 所示修正量後計算。

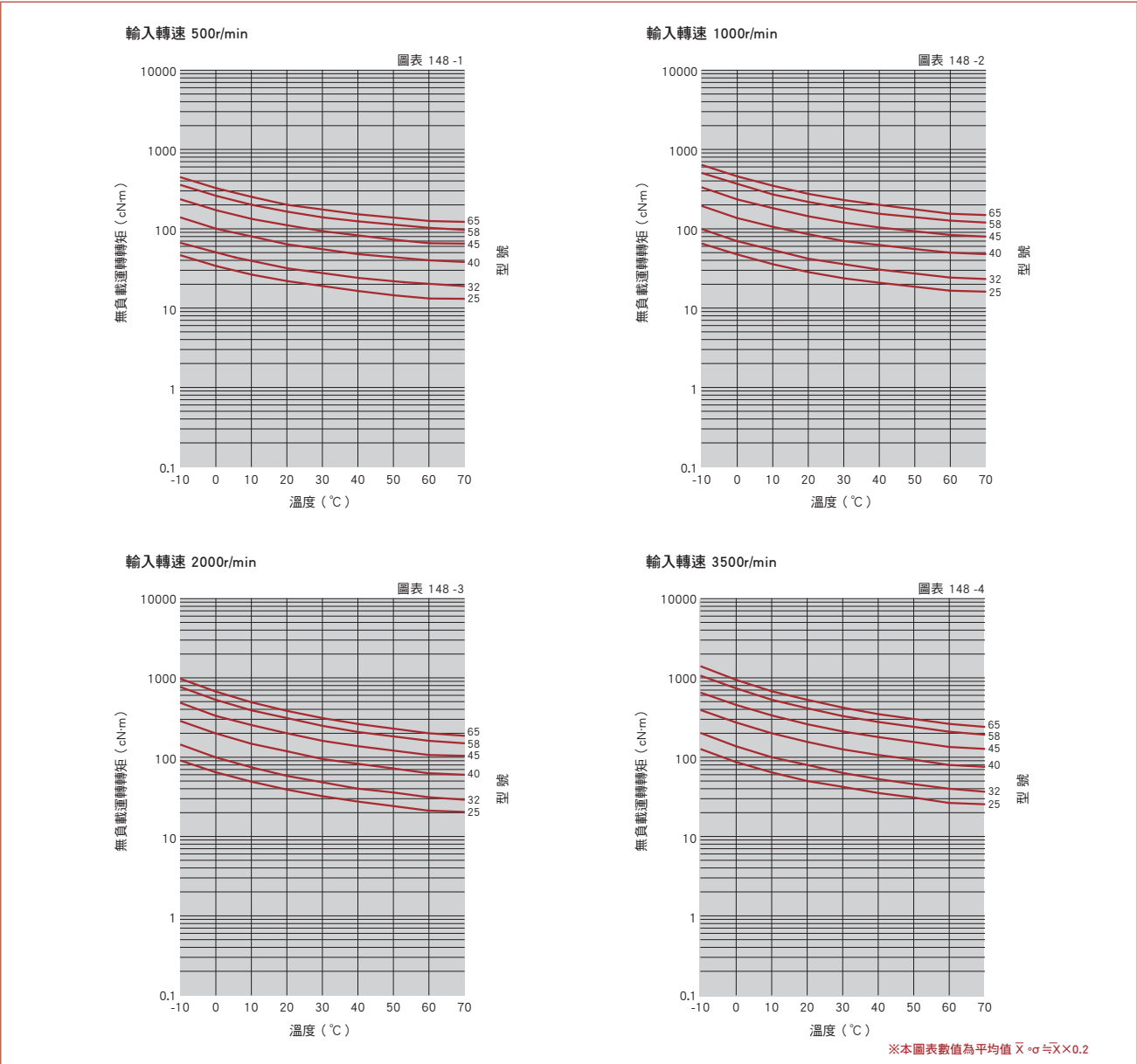
無負載運轉轉矩修正量

表 148-3

單位：cN·m

型號	減速比	50	80	120	160
25		3.8	0.7	-0.5	-1.2
32		7.1	1.3	-0.9	-2.2
40		12	2.1	-1.5	-3.5
45		16	2.9	-2.1	-4.9
58		—	5.3	-3.8	-8.9
65		—	7.2	-5.1	-12

■減速比 100 的無負載運轉轉矩



效率特性

效率因下列條件而異。

- 減速比
 - 輸入轉速
 - 負載轉矩
 - 溫度
 - 潤滑條件（潤滑種類與使用量）
- ※ 如為潤滑油潤滑，請洽詢本公司。

■效率修正係數與效率修正量

■效率修正公式

請由公式 149-1 的公式計算出「負載轉矩的效率修正係數」與「型號的效率修正量」產生的效率。

公式

公式 149-1

$$\text{效率} = K_e \times (\eta_R + \eta_e)$$

■依據負載轉矩的效率修正係數

當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。請依據圖表 149-1 計算修正係數 K_e ，參考效率修正公式計算效率。

測量條件

表 149-1

組裝	建議值		
負載轉矩	額定表所示的額定轉矩		
潤滑條件	潤滑脂潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® 4B No.2
		塗佈量	適當塗佈量

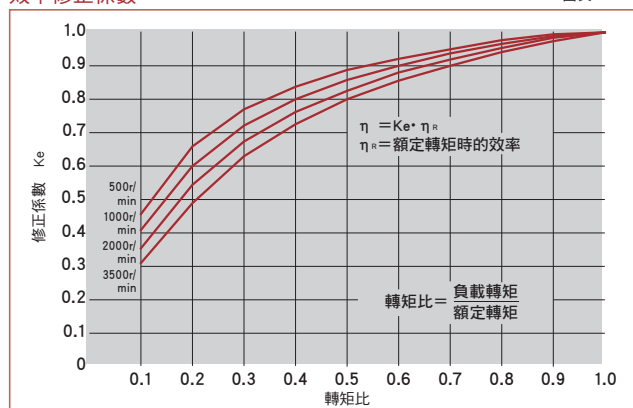
公式的記號

表 149-2

η	效率	—
K_e	效率修正係數	圖表 149-1
η_R	額定轉矩時的效率	圖表 149-2 ~ 149-4
η_e	效率修正量	表 149-3

效率修正係數

圖表 149-1



※ 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e = 1$ 。

■不同型號的效率修正量

CSG-2UK 的輸入端裝有支撐軸承、油封。這些的影響程度會因型號而異。

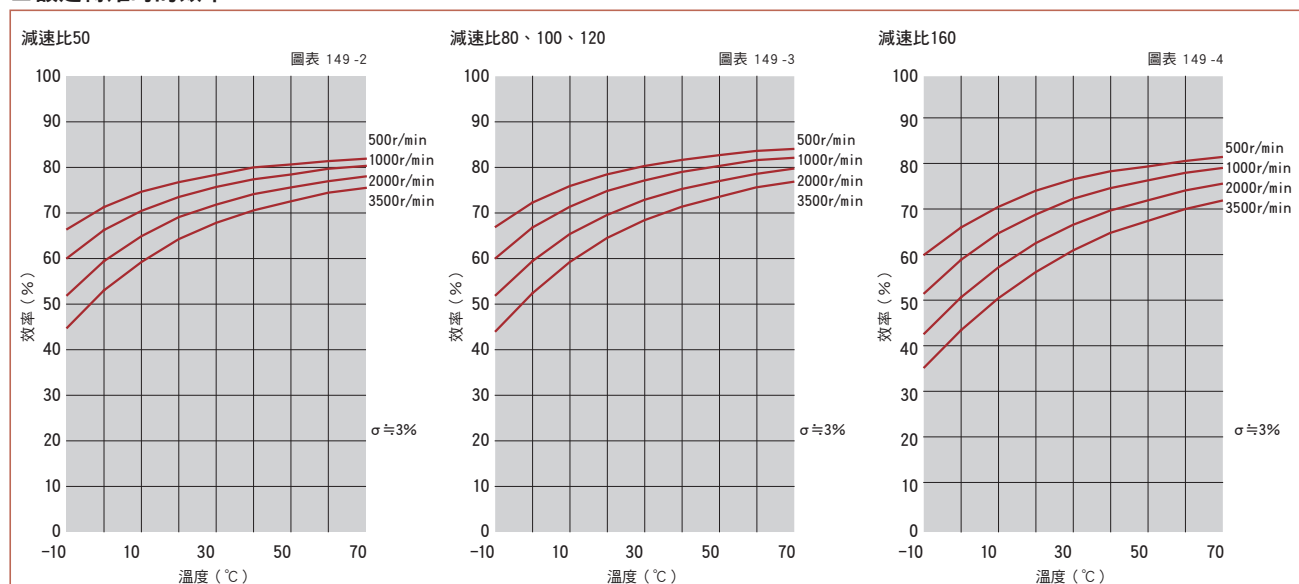
各型號對額定轉矩時的效率修正量 η_e 以表 149-3 計算。

各型號的效率修正量單位

表 149-3
單位：%

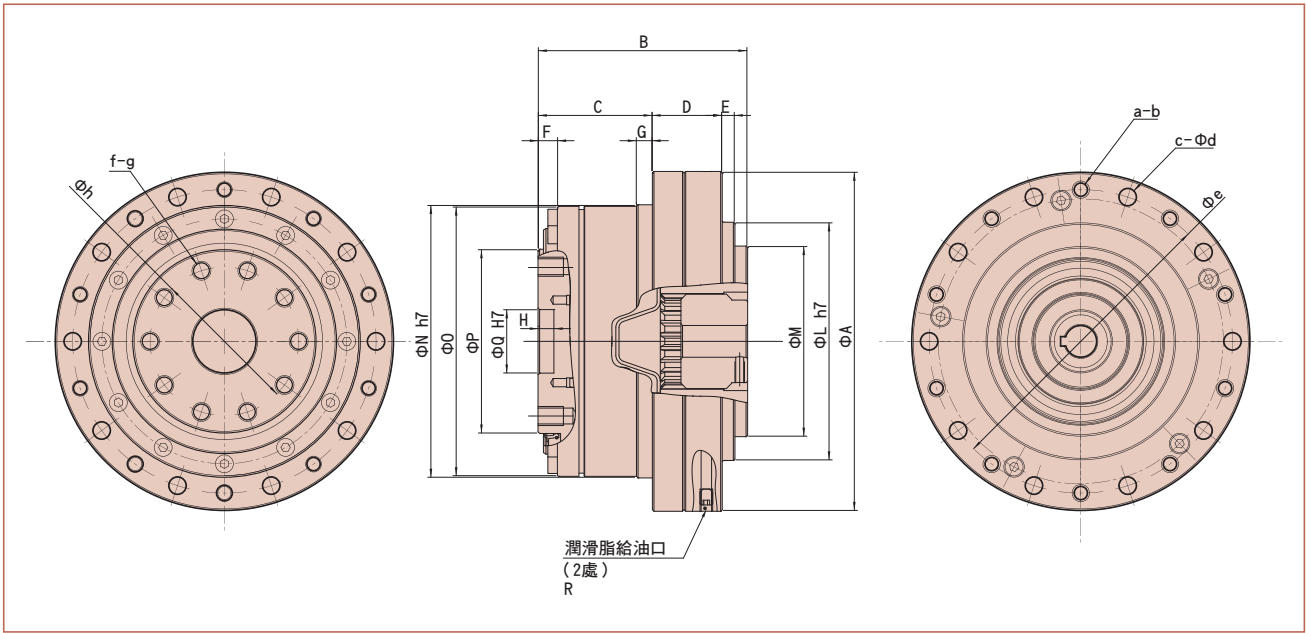
型號 \ 減速比	50	80	100	120	160
25	-2.0	-1.1	-4.7	-6.8	-5.8
32	1.4	2.6	0.5	-1.1	0.8
40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45	-3.7	-1.7	-4.0	-3.8	-2.5
58	—	0.6	0.2	-0.3	1.7
65	—	1.7	1.4	-0.1	1.9

■額定轉矩時的效率



外觀圖

圖 150 - 1



尺寸表

表 150 - 1
單位：mm

記號	型號	25	32	40	45	58	65
ϕA		107	138	160	180	226	260
B		66	75	85	102	120	129
C		36	45	50.5	58	77	84.5
D		22	24	30	32	37	38.5
E		4	4	4.5	7	6	6
F		6.1	6	7.1	7.6	8.5	9
H		5	5	5	6	10	6
$\phi Lh7$		75	100	120	135	170	198
ϕM		60	60	-	108	-	-
$\phi Nh7$		86	113	127	148	186	212
ϕO		85	112	126	147	185	210
ϕP		58	78	90	107	135	155
$\phi QH7$		20	26	32	32	46	52
R		M4 P=0.7	M5 P=0.8	M5 P=0.8	M6 P=1	M6 P=1	M6 P=1
a		10	12	10	12	12	8
b		M5	M6	M8	M8	M10	M12
c		10	12	10	12	12	8
ϕd		5.5	6.6	9	9	11	14
ϕe		96	125	144	164	206	236
f		10	10	12	12	8	12
g		M6	M8	M8	M10	M16	M14
ϕh		47	62	72	84	104	120
質量 (kg)		2.2	4.5	6.5	9.7	18.5	26.3

■插入齒條的外觀尺寸圖

圖 151 -1

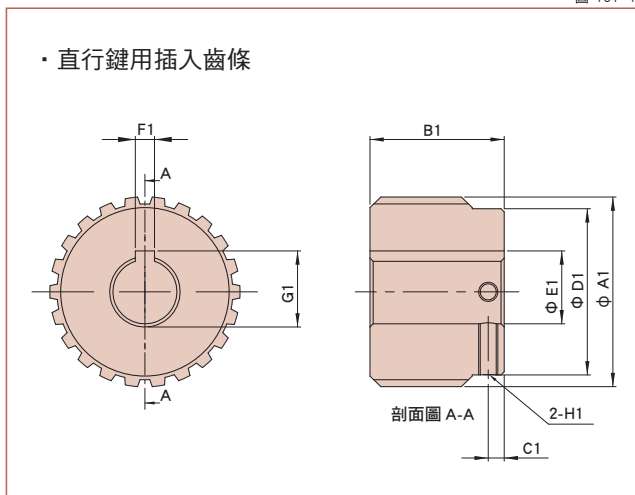
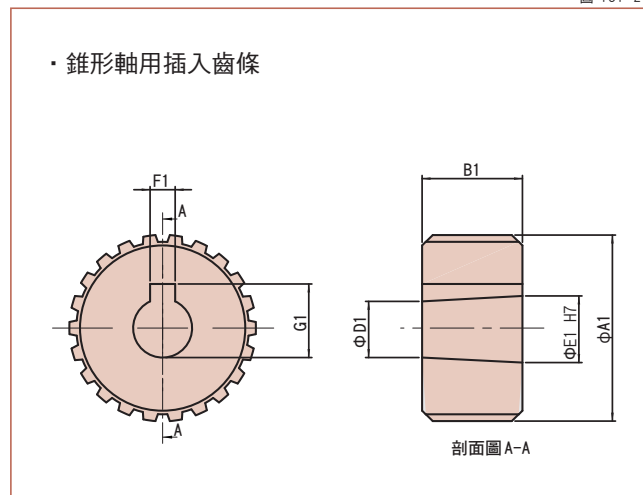


圖 151 -2



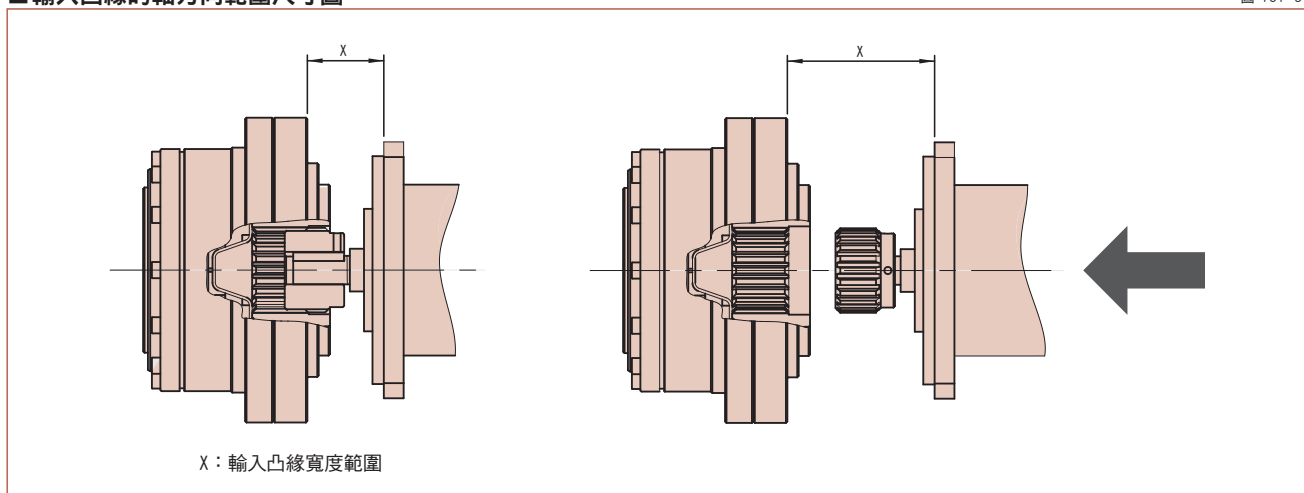
■插入齒條的外觀尺寸表

表 151 -1
單位：mm

插入齒條的形狀記號	A01	A02	A03	A04	A05	B01	B02	B03	C01	C02	C03	C04	C05
軸的種類形狀	直行 φ14	直行 φ10	錐型 φ11	錐型 φ14	錐型 φ16	直行 φ24	錐型 φ16	直行 φ19	直行 φ35	錐型 φ16	直行 φ19	直行 φ24	錐型 φ32
型號	25 32	25 32	25 32	25 32	32	40	40	40	45 58 65	45 58 65	45 58 65	45 58 65	45 58 65
φA1	29.75	29.75	29.75	29.75	29.75	44.667	44.667	44.667	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5
B1	21	21	16	19	29	37	29	37	62	29	37	37	50
C1	2.5	2.5	-	-	-	5.8	-	5.8	12.5	-	5.8	5.8	-
φD1	26	26	9.4	12.1	13.1	39.4	13.1	40	48	13.1	48	48	26
ΦE1	14 ^{+0.034} _{-0.016}	10 ^{+0.015} ₀	11 ^{+0.018} ₀	14 ^{+0.018} ₀	16 ^{+0.018} ₀	24 ^{+0.021} ₀	16 ^{+0.018} ₀	19 ^{+0.021} ₀	35 ^{+0.035} _{-0.010}	16 ^{+0.018} ₀	19 ^{+0.021} ₀	24 ^{+0.021} ₀	31 ^{+0.025} ₀
F1	5 ±0.015	3 ±0.013	4 ±0.015	4 ±0.015	5 ±0.015	8 ±0.018	5 ±0.015	6 ±0.015	10 ±0.018	5 ±0.015	6 ±0.015	8 ±0.018	7 ±0.018
G1	16.3 ^{+0.1} ₀	11.4 ^{+0.1} ₀	12.5 ^{+0.1} ₀	15.8 ^{+0.1} ₀	17.6 ^{+0.1} ₀	27.3 ^{+0.2} ₀	17.6 ^{+0.1} ₀	21.8 ^{+0.1} ₀	38.3 ^{+0.2} ₀	17.6 ^{+0.1} ₀	21.8 ^{+0.1} ₀	27.3 ^{+0.2} ₀	33.8 ^{+0.1} ₀
H1	M3	M3	-	-	-	M5	-	M5	M5	-	M5	M5	-

■輸入凸緣的軸方向範圍尺寸圖

圖 151 -3



■輸入凸緣的軸方向範圍尺寸表

表 151 -2
單位：mm

插入齒條的形狀記號	A01	A02	A03	A04	A05	B01	B02	B03	C01	C02	C03	C04	C05
軸的種類形狀	直行 φ14	直行 φ10	錐型 φ11	錐型 φ14	錐型 φ16	直行 φ24	錐型 φ16	直行 φ19	直行 φ35	錐型 φ16	直行 φ19	直行 φ24	錐型 φ32
型號	25 32	25 32	25 32	25 32	32	40	40	40	45 58 65	45 58 65	45 58 65	45 58 65	45 58 65
Xmin	13	11	13	11	13	11	14	11	21	22	14.5	22.5	48.8 31.6 27.8 16 11 - 24 - - 23 9 - 63.5 43.8 38.8
Xmax	17.1	14	21.1	18	16.1	13.5	19.1	16	28	33.8	25.8	34.8	56.8 56.2 56.2 22 21.4 - 31 - - 34.3 29.4 - 67.3 62.4 62.4

伺服馬達匹配表

表內的記述內容

CSG-25-50	第 1 段：產品型號
(0.7)	第 2 段：減速機慣性 (×10 ⁻⁴ kg-m ²)
(0.2)	第 3 段：慣性比：減速機慣性／馬達慣性

表內的顏色區分

型號	顏色	型號	顏色	型號	顏色
25		40		58	
32		45		65	

FANUC α iS 系列

表 152-1

馬達系列	減速比				
	50	80	100	120	160
α iS 2/5000	CSG-25-50 (0.7) (0.2)	CSG-25-80 (0.7) (0.2)	CSG-25-100 (0.7) (0.2)	CSG-25-120 (0.7) (0.2)	CSG-32-160 (1.4) (0.5)
α iS 2/6000	CSG-25-50 (0.7) (0.2)	CSG-25-80 (0.7) (0.2)	CSG-25-100 (0.7) (0.2)	CSG-25-120 (0.7) (0.2)	CSG-32-160 (1.4) (0.5)
α iS 4/5000	CSG-32-50 (1.4) (0.3)	CSG-32-80 (1.4) (0.3)	CSG-32-100 (1.4) (0.3)	CSG-32-120 (1.4) (0.3)	CSG-32-160 (1.4) (0.3)
α iS 8/4000	CSG-40-50 (3.5) (0.3)	CSG-40-80 (3.5) (0.3)	CSG-40-100 (3.5) (0.3)	CSG-40-120 (3.5) (0.3)	
	CSG-45-50 (8.8) (0.8)	CSG-45-80 (8.8) (0.8)	CSG-45-100 (8.8) (0.8)	CSG-45-120 (8.8) (0.8)	CSG-45-160 (8.8) (0.8)
α iS 8/6000	CSG-40-50 (3.5) (0.3)	CSG-40-80 (3.5) (0.3)	CSG-40-100 (3.5) (0.3)	CSG-40-120 (3.5) (0.3)	CSG-40-160 (3.5) (0.3)
			CSG-45-100 (8.8) (0.8)	CSG-45-120 (8.8) (0.8)	CSG-45-160 (8.8) (0.8)
α iS 12/4000	CSG-40-50 (3.5) (0.2)				
	CSG-45-50 (8.8) (0.4)	CSG-45-80 (8.8) (0.4)	CSG-45-100 (8.8) (0.4)	CSG-45-120 (8.8) (0.4)	CSG-45-160 (8.8) (0.4)
					CSG-58-160 (19.9) (0.9)
α iS 22/4000		CSG-58-80 (19.9) (0.9)	CSG-58-100 (19.9) (0.9)	CSG-58-120 (19.9) (0.9)	CSG-58-160 (19.9) (0.9)
		CSG-65-80 (43.8) (0.8)	CSG-65-100 (43.8) (0.8)	CSG-65-120 (43.8) (0.8)	CSG-65-160 (43.8) (0.8)

FANUC α iF 系列

表 152-2

馬達系列	減速比				
	50	80	100	120	160
α iF 1/5000					CSG-25-160 (0.7) (0.2)
α iF 2/5000	CSG-25-50 (0.7) (0.1)	CSG-25-80 (0.7) (0.1)	CSG-25-100 (0.7) (0.1)	CSG-25-120 (0.7) (0.1)	
					CSG-32-160 (1.4) (0.3)
α iF 4/4000	CSG-32-50 (1.4) (0.1)	CSG-32-80 (1.4) (0.1)	CSG-32-100 (1.4) (0.1)	CSG-32-120 (1.4) (0.1)	
					CSG-40-160 (3.5) (0.3)
α iF 8/3000	CSG-40-50 (3.5) (0.1)	CSG-40-80 (3.5) (0.1)	CSG-40-100 (3.5) (0.1)	CSG-40-120 (3.5) (0.1)	CSG-40-160 (3.5) (0.1)
				CSG-45-120 (8.8) (0.3)	CSG-45-160 (8.8) (0.3)
α iF 12/3000	CSG-45-50 (8.8) (0.1)	CSG-45-80 (8.8) (0.1)	CSG-45-100 (8.8) (0.1)	CSG-45-120 (8.8) (0.1)	
					CSG-58-160 (19.9) (0.3)
α iF 22/3000		CSG-58-80 (19.9) (0.2)	CSG-58-100 (19.9) (0.2)	CSG-58-120 (19.9) (0.2)	CSG-58-160 (19.9) (0.2)
				CSG-65-120 (43.8) (0.4)	CSG-65-160 (43.8) (0.4)

FANUC β iS 系列

表 153 - 1

馬達 系列	減速比				
	50	80	100	120	160
β iS 2/4000	CSG-25-50 (0.7) (0.2)	CSG-25-80 (0.7) (0.2)	CSG-25-100 (0.7) (0.2)	CSG-25-120 (0.7) (0.2)	CSG-25-160 (0.7) (0.2)
β iS 4/4000	CSG-25-50 (0.7) (0.1)	CSG-25-80 (0.7) (0.1)			
		CSG-32-80 (1.4) (0.3)	CSG-32-100 (1.4) (0.3)	CSG-32-120 (1.4) (0.3)	CSG-32-160 (1.4) (0.3)
β iS 8/3000	CSG-40-50 (3.5) (0.3)	CSG-40-80 (3.5) (0.3)	CSG-40-100 (3.5) (0.3)	CSG-40-120 (3.5) (0.3)	CSG-40-160 (3.5) (0.3)
					CSG-45-160 (8.8) (0.8)
β iS 12/2000	CSG-40-50 (3.5) (0.2)	CSG-40-80 (3.5) (0.2)	CSG-40-100 (3.5) (0.2)	CSG-40-120 (3.5) (0.2)	CSG-40-160 (3.5) (0.2)
	CSG-45-50 (8.8) (0.4)		CSG-45-100 (8.8) (0.4)	CSG-45-120 (8.8) (0.4)	CSG-45-160 (8.8) (0.4)
β iS 12/3000	CSG-40-50 (3.5) (0.2)	CSG-40-80 (3.5) (0.2)	CSG-40-100 (3.5) (0.2)	CSG-40-120 (3.5) (0.2)	
	CSG-45-50 (8.8) (0.4)	CSG-45-80 (8.8) (0.4)	CSG-45-100 (8.8) (0.4)	CSG-45-120 (8.8) (0.4)	CSG-45-160 (8.8) (0.4)
β iS 22/1500	CSG-45-50 (8.8) (0.2)	CSG-45-80 (8.8) (0.2)	CSG-45-100 (8.8) (0.2)	CSG-45-120 (8.8) (0.2)	
				CSG-58-120 (19.9) (0.4)	CSG-58-160 (19.9) (0.4)
β iS 22/2000	CSG-45-50 (8.8) (0.2)	CSG-45-80 (8.8) (0.2)	CSG-45-100 (8.8) (0.2)	CSG-45-120 (8.8) (0.2)	
				CSG-58-120 (19.9) (0.4)	CSG-58-160 (19.9) (0.4)
					CSG-65-160 (43.8) (0.8)

主軸承規格

表 154 -1

型號	轉子節圓直徑	偏移量	基本動額定負載C		基本靜額定負載C0		容許力矩負載Mc		力矩剛性	
	m	m	×10 ² N	kgf	×10 ² N	kgf	N·m	kgf·m	×10 ⁴ N·m/rad	kgf·m/arc-min
25	0.064	0.0118	96	980	151	1540	128	13.1	19.8	5.9
32	0.083	0.0133	150	1530	250	2550	257	26.2	44.2	13.1
40	0.096	0.0148	213	2170	365	3720	369	37.7	74.6	22.1
45	0.111	0.0158	230	2350	426	4340	563	57.4	116	34.4
58	0.141	0.0205	518	5290	904	9230	838	85.4	201	59.6
65	0.160	0.0185	556	5670	1030	10500	1525	156	331	108

設計指南

安裝及傳動轉矩

輸出凸緣（CRB）端的安裝及傳動轉矩

表 154 -2

型號		25	32	40	45	58	65
螺栓支數		10	10	12	12	8	12
螺栓尺寸		M6	M8	M8	M10	M16	M14
安裝 P.C.D	mm	47	62	72	84	104	120
螺栓鎖緊轉矩	N·m	18.4	45	45	88	382	246
	kgf·m	1.88	4.6	4.6	9.0	39.0	25.1
螺栓傳動轉矩	N·m	448	1090	1519	2778	6211	7900
	kgf·m	46	111	155	283	634	806

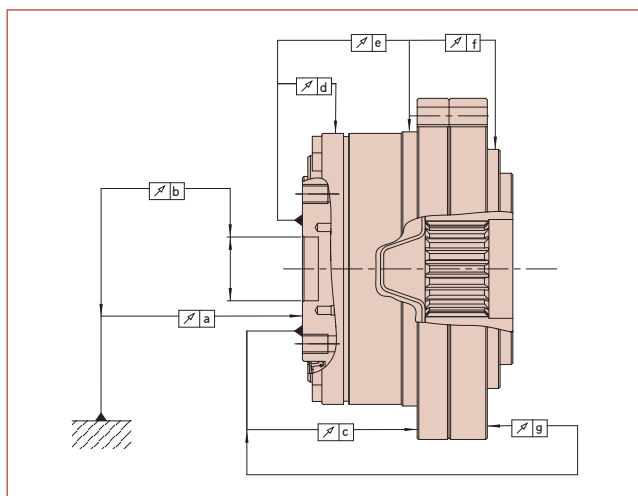
輸入凸緣端的安裝及傳動轉矩

表 154 -3

型號		25	32	40	45	58	65
螺栓支數		10	12	10	12	12	8
螺栓尺寸		M5	M6	M8	M8	M10	M12
安裝 P.C.D	mm	96	125	144	164	206	236
螺栓鎖緊轉矩	N·m	9	15.3	37.2	37.2	73.5	128
	kgf·m	0.92	1.56	3.8	3.8	7.5	13.1
螺栓傳動轉矩	N·m	541	1194	2095	2863	5678	6312
	kgf·m	55	122	214	292	579	644

機械精度

圖 155 -1

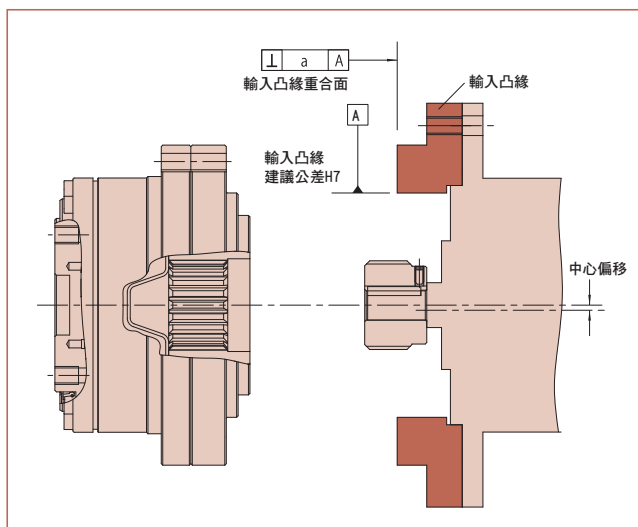
表 155 -1
單位：mm

型號	25	32	40	45	58	65
記號						
a	0.015	0.015	0.015	0.018	0.018	0.018
b	0.013	0.013	0.015	0.015	0.017	0.017
c	0.045	0.056	0.060	0.068	0.076	0.085
d	0.010	0.010	0.015	0.015	0.015	0.015
e	0.049	0.049	0.060	0.065	0.070	0.075
f	0.157	0.172	0.185	0.200	0.212	0.218
g	0.051	0.061	0.058	0.063	0.075	0.096

組裝精度

在組裝設計方面，為充分發揮模組型擁有的優異性能，應確保圖 155-2，表 155-2 所示之輸入凸緣建議精度。

圖 155 -2

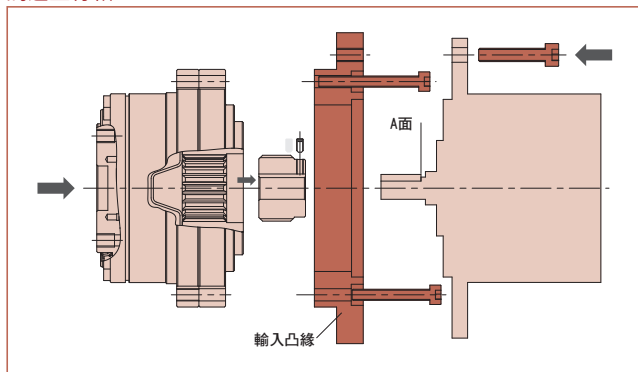
表 155 -2
單位：mm

型號	25	32	40	45	58	65
記號						
a	0.024	0.026	0.026	0.027	0.031	0.034
中心偏移	0.014	0.014	0.020	0.019	0.019	0.019

馬達安裝例

馬達直行軸

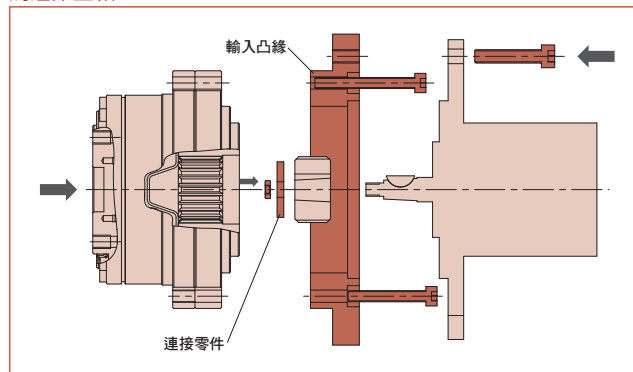
圖 155 -3



- 為確保組裝精度，建議以下安裝步驟。
- ①將齒條插入並連接馬達軸。
 - ②將齒條安裝並連接模組。
 - ③以齒條為準將馬達插入並連接模組。

馬達錐型軸

圖 155 -4



※ 請客戶準備輸入凸緣及連接零件。

潤滑

減速機及交叉滾柱軸承使用的潤滑劑為 Harmonic 潤滑脂®4B No.2。
齒條部的潤滑劑由於已塗佈在模組側，因此在安裝時無需另行注入、塗佈。

圖 156 -1

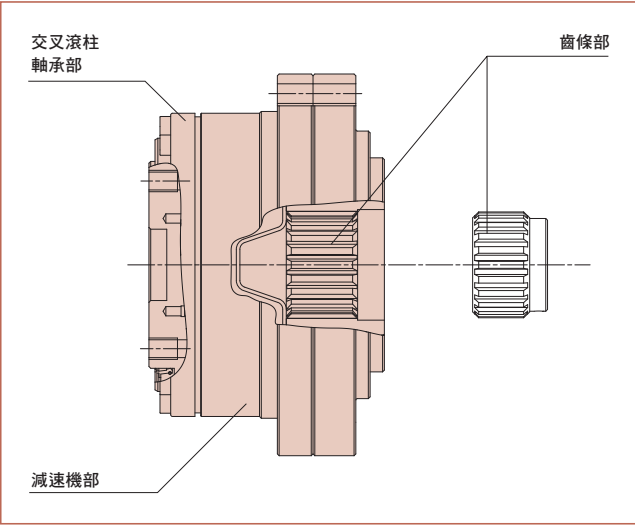


表 156 -1

減速機部	Harmonic 潤滑脂® 4B No.2
交叉滾柱軸承部	Harmonic 潤滑脂® 4B No.2
齒條部	Molub Alloy 777

連續運轉時間

CSG-2UK 會受輸入軸（高速旋轉側）上使用的油封、支撐軸承的影響而使內部溫度上升。連續運轉時請在表 156-3 所示運轉時間內運轉。
表 156-3 的連續運轉時間是依照在表 156-2 的設定條件下，當模組內部溫度 80℃，油封部溫度上升至 100℃為止的時間而決定。
連續運轉時，敬請參考表 156-3，勿超過上述溫度。
超過上述溫度時，需要檢討下述內容，請洽詢本公司。

- 提早更換潤滑劑
- 模組散熱對策
- 針對模組內部壓力上升時的潤滑劑滲漏對策
- 針對油封部的熱劣化對策

註：若為型號 25、32，則在設定條件下，模組內部溫度不會超過 80℃。

設置條件

表 156 -2

使用溫度（環境）	25℃
輸入轉速	2000r/min
散熱板	無（僅模組單獨散熱）

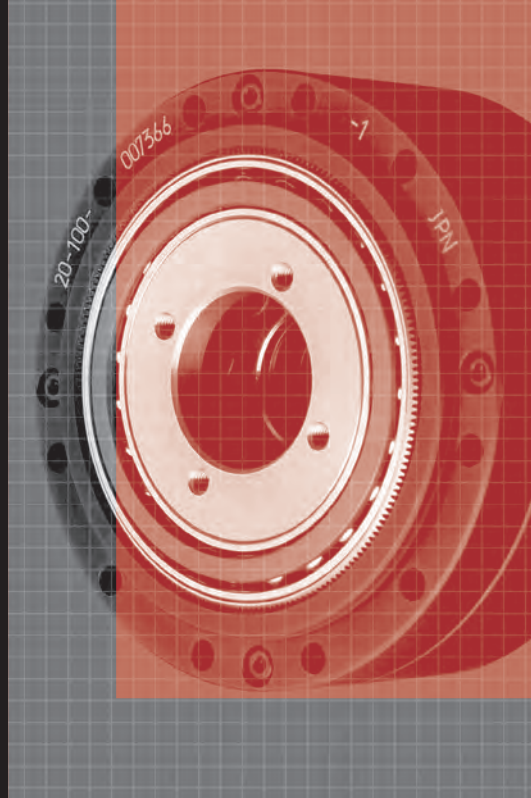
運轉時間

表 156 -3

型號	無負載運轉時 連續運轉時間（分）
25	—（註）
32	—（註）
40	35
45	50
58	50
65	50

注意項目

- 輸入側無法容許徑向負載，請注意。
- 產品表面未施以防鏽處理。
如需防鏽，應塗佈防鏽劑。
另外，如需本公司進行防鏽表面處理，請洽詢本公司。

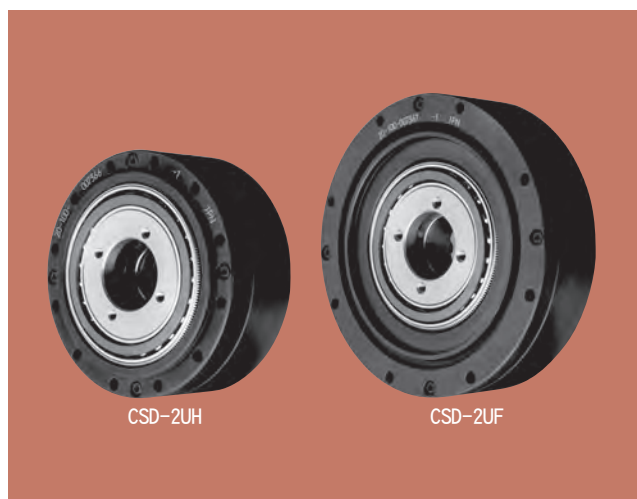


CSD系列

Unit Type CSD

特 徵	158
型式、記號	159
技術資料	159
額定表	159
CSD-2UH外觀圖	161
CSD-2UH尺寸表	161
CSD-2UF外觀圖	162
CSD-2UF尺寸表	162
角傳動精度	163
遲滯損失	163
剛性 (彈簧常數)	163
起動轉矩	163
加速起動轉矩	164
鬆脫轉矩	164
屈曲轉矩	164
無負載運轉轉矩	165
效率特性	167
主軸承規格	170
機械精度	171
組裝精度	172
安裝及傳動轉矩	173
潤 滑	174
密封機構	174
應用案例	175

特 徵



■ CSD 系列模組型

在近年來嶄露頭角的人形機器人、或航太領域等，持續追求「更輕」的極限，而在有關液晶、半導體製造設備上，由於系統產線的高度限制等背景，持續追求「更薄」的極限。

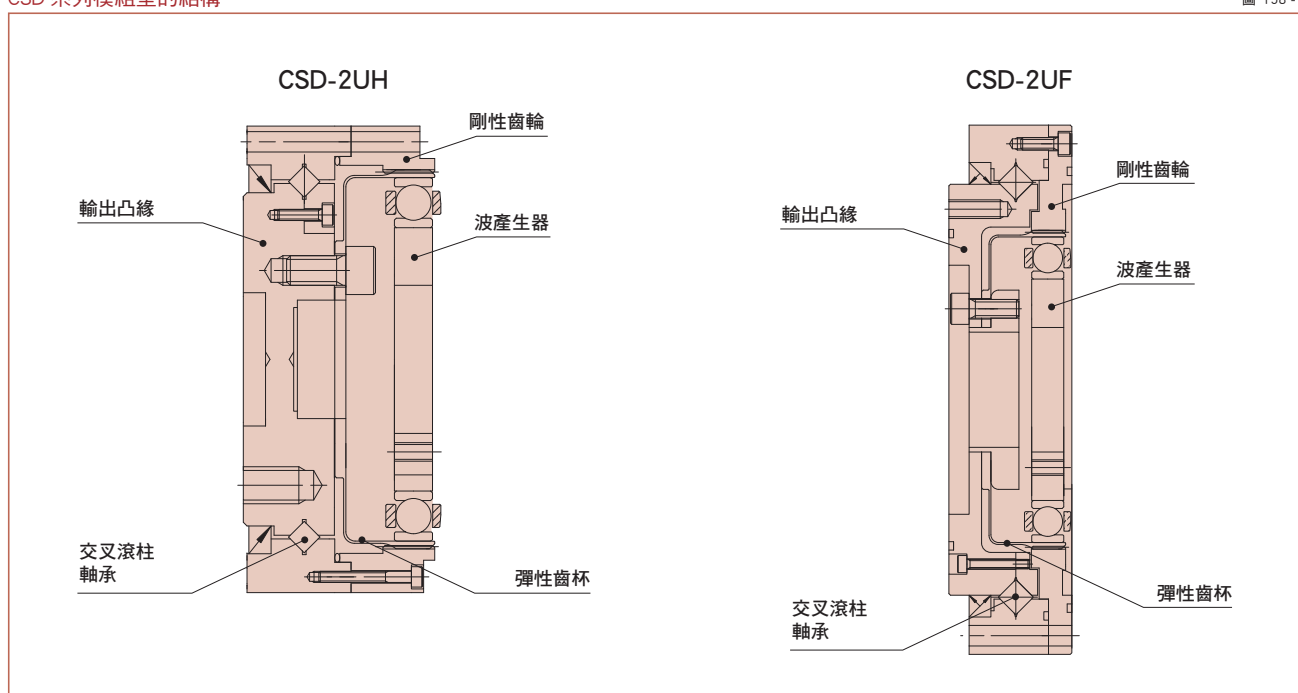
將Harmonic Drive®的輕量小型極致化的CSD系列，回應市場的需求，繼承原有產品優越的性能，並實現了大膽的形狀。

CSD 系列的特徵

- 設計輕巧、簡單
- 中空結構
- 高力矩容量
- 輸出端軸承的負載容量提升

CSD 系列模組型的結構

圖 158 - 1



CSD-2UF

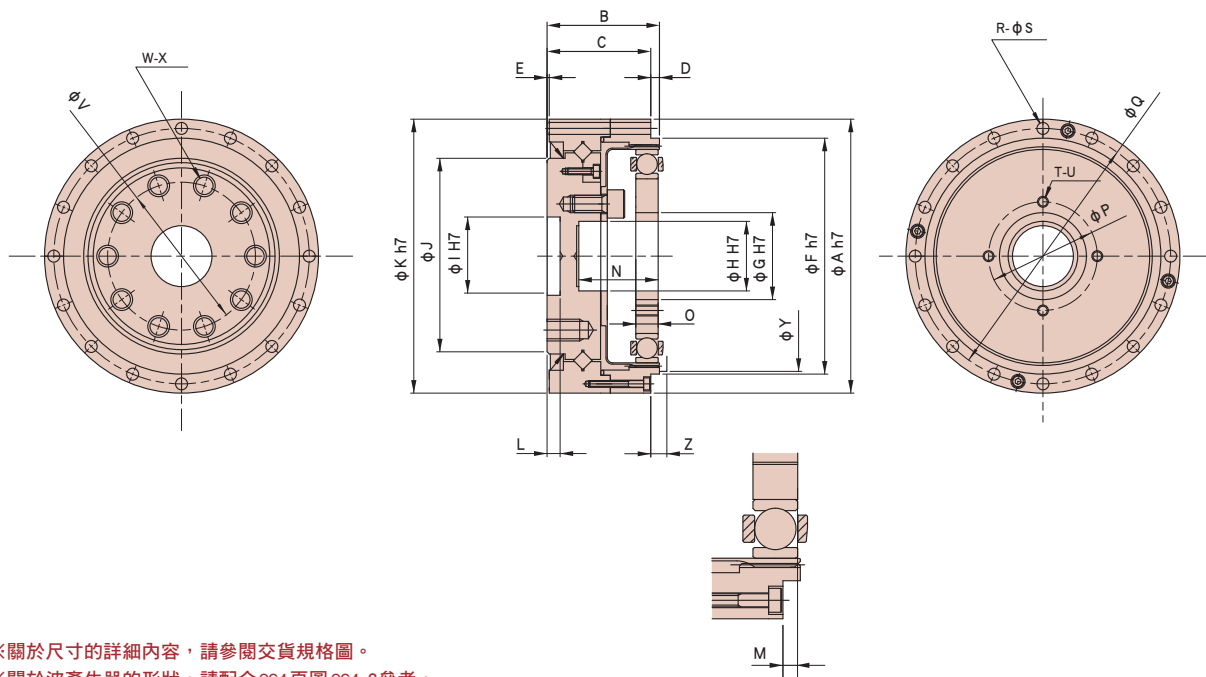
表 160 -1

型號	減速比	輸入 2000r/min 時的額定轉矩		起動、停止時的 容許峰值轉矩		平均負載轉矩的 容許最大值		瞬間容許最大轉矩		容許最高輸入 轉速 r/min	容許平均輸入 轉速 r/min	慣性力矩	
		N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	潤滑脂	潤滑脂	I (×10 ⁻⁴ kg·m ²)	J (×10 ⁻⁴ kgf·m ²)
14	50	3.7	0.38	12	1.2	4.8	0.49	24	2.4	8500	3500	0.021	0.021
	80	5.4	0.55	16	1.6	7.7	0.79	35	3.6				
	100	5.4	0.55	19	1.9	7.7	0.79	35	3.6				
17	50	11	1.1	23	2.3	18	1.8	48	4.9	7300	3500	0.054	0.055
	80	15	1.5	29	3.0	19	1.9	61	6.2				
	100	16	1.6	37	3.8	27	2.8	71	7.2				
	120	16	1.6	37	3.8	27	2.8	71	7.2				
20	50	17	1.7	39	4.0	24	2.4	69	7.0	6500	3500	0.090	0.092
	80	24	2.4	51	5.2	33	3.4	89	9.1				
	100	28	2.9	57	5.8	34	3.5	95	9.7				
	120	28	2.9	60	6.1	34	3.5	95	9.7				
	160	28	2.9	64	6.5	34	3.5	95	9.7				
25	50	27	2.8	69	7.0	38	3.9	127	13	5600	3500	0.282	0.288
	80	44	4.5	96	9.8	60	6.1	179	18				
	100	47	4.8	110	11	75	7.6	184	19				
	120	47	4.8	117	12	75	7.6	204	21				
	160	47	4.8	123	13	75	7.6	204	21				
32	50	53	5.4	151	15	75	7.6	268	27	4800	3500	1.09	1.11
	80	83	8.5	213	22	117	12	398	41				
	100	96	9.8	233	24	151	15	420	43				
	120	96	9.8	247	25	151	15	445	45				
	160	96	9.8	261	27	151	15	445	45				
40	50	96	9.8	281	29	137	14	480	49	4000	3000	2.85	2.91
	80	144	15	364	37	198	20	686	70				
	100	185	19	398	41	260	27	700	71				
	120	205	21	432	44	315	32	765	78				
	160	206	21	453	46	316	32	765	78				

(註) 慣性力矩 $I = \frac{1}{4} GD^2$

CSD-2UH 外觀圖

圖 161 -1



※關於尺寸的詳細內容，請參閱交貨規格圖。

※關於波產生器的形狀，請配合 064 頁圖 064-2 參考。

※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，如有需要，請洽詢本公司。

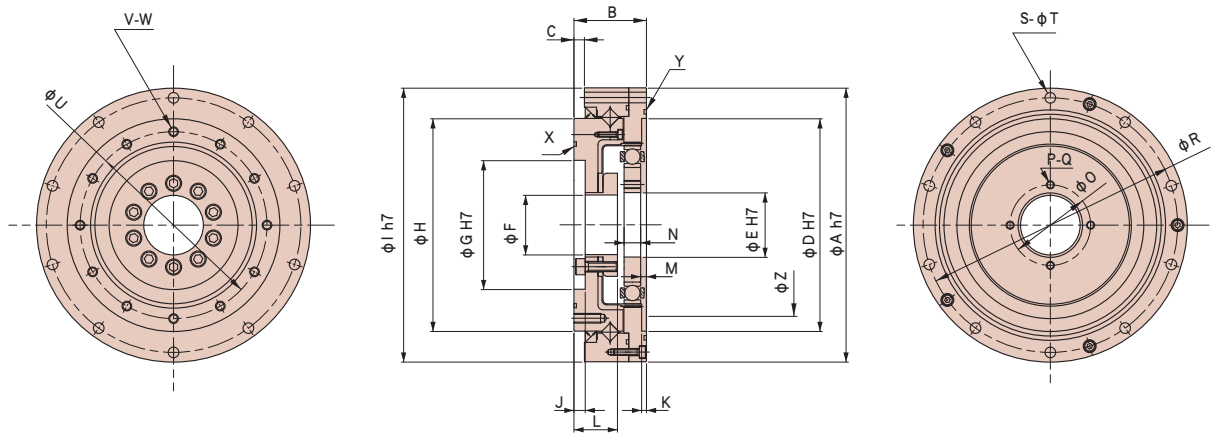
CSD-2UH 尺寸表

表 161 -1
單位：mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40	50
φA h7		55	62	70	85	112	126	157
B		25	26.5	29.7	37.1	43	51.7	62.5
C		23	24.5	27.7	34.1	40	47.7	58.5
D		2	2	2	3	3	4	4
E		0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1
φF h7		42.5	49.5	58	73	96	108.5	136
φG H7		11	15	20	24	32	40	50
φH H7		11	11	16	20	30	32	44
φI H7		12	14	18	24	32	36	48
φJ		31	38	45	58	78	90	112
φK h7		55	62	70	85	112	126	157
L		5	5	5	5.5	5.5	6	7
M		1.7 ⁰ _{-0.2}	1.7 ⁰ _{-0.2}	1.7 ⁰ _{-0.2}	2.6 ⁰ _{-0.2}	2.5 ⁰ _{-0.2}	3.4 ⁰ _{-0.2}	3.2 ⁰ _{-0.2}
N		14.8	16.3	18.8	23.7	30.6	36.5	44.3
O		4 ⁰ _{-0.1}	5 ⁰ _{-0.1}	5.2 ⁰ _{-0.1}	6.3 ⁰ _{-0.1}	8.6 ⁰ _{-0.1}	10.3 ⁰ _{-0.1}	12.7 ⁰ _{-0.1}
φP (PCD)		17	21	26	30	40	50	60
φQ (PCD)		49	56	64	79	104	117.5	147
R		6	10	12	18	18	18	22
φS		3.4	3.4	3.4	3.4	4.5	5.5	6.6
T		4	4	4	4	4	4	4
U		M3	M3	M3	M3	M4	M5	M6
φV (PCD)		25	27	34	42	57	72	88
W		10	8	8	8	10	10	10
X		M3×7	M5×8	M6×9	M8×12	M8×12	M10×15	M12×18
φY		38	45	53	66	86	106	133
Z		3	3	3.5	4.5	5	6.5	7.5
重量 (kg)		0.35	0.46	0.65	1.2	2.4	3.6	6.9

CSD-2UF 外觀圖

圖 162-1



※關於尺寸的詳細內容，請參閱交貨規格圖。
※關於波產生器的形狀，請配合 064 頁圖 064-2 參考。
※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，如有需要，請洽詢本公司。

CSD-2UF 尺寸表

表 162-1
單位：mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40
φA h7		70	80	90	110	142	170
B		22	22.7	26.8	31.5	37	45
C		0.5	0.5	2.3	2.1	2.8	6.5
φD H7		48	56	64	80	106	132
φE H7		11	15	20	24	32	40
φF		9	9	18	22	29	37
φG H7		30	34	40	52	70	80
φH		49	59	69	84	110	132
φI h7		70	80	90	110	142	170
J		4.9	5.4	4.8	5.5	6	7
K		2.5	2.5	2.5	3	3	3
L		12.9	13.4	16.8	19.5	22	27
M		2.8 ^{+0.2} ₀	2.8 ^{+0.2} ₀	2.8 ^{+0.2} ₀	3.4 ^{+0.2} ₀	3.5 ^{+0.2} ₀	3.6 ^{+0.2} ₀
N		4 ⁰ _{-0.1}	5 ⁰ _{-0.1}	5.2 ⁰ _{-0.1}	6.3 ⁰ _{-0.1}	8.6 ⁰ _{-0.1}	10.3 ⁰ _{-0.1}
φO (PCD)		17	21	26	30	40	50
P		4	4	4	4	4	4
Q		M3	M3	M3	M3	M4	M5
φR (PCD)		64	74	84	102	132	158
S		6	8	8	10	10	10
φT		3.4	3.4	3.4	4.5	5.5	6.6
φU (PCD)		42	50	60	73	96	116
V		8	10	8	8	8	12
W		M3×5	M3×6	M4×8	M5×8	M6×10	M6×10
X		34.5×0.8	38.0×1.2	S48	S60	S80	S100
Y		49.0×1.50	59.4×1.20	S70	S85	S115	S140
φZ		38	45	53	66	86	106
重量 (kg)		0.50	0.66	0.94	1.7	3.3	5.7

角傳動精度 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 163-1

型號	14	17	20	25	32	40	50
角傳動誤差	$\times 10^{\circ}\text{rad}$	4.4	4.4	2.9	2.9	2.9	2.9
	arc-min	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0

遲滯損失 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 163-2

減速比	單位	型號	14	17	20	25	32	40	50
50		$\times 10^{\circ}\text{rad}$	7.3	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
		arc-min	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
80 以上		$\times 10^{\circ}\text{rad}$	5.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
		arc-min	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

剛性(彈簧常數) (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 163-3

項目	單位	型號	14	17	20	25	32	40	50
T_1		N·m	2.0	3.9	7.0	14	29	54	108
		kgf·m	0.2	0.4	0.7	1.4	3.0	5.5	11
T_2		N·m	6.9	12	25	48	108	196	382
		kgf·m	0.7	1.2	2.5	4.9	11	20	39
減速比 50	K_1	$\times 10^4\text{N·m/rad}$	0.29	0.67	1.1	2.0	4.7	8.8	17
		kgf·m/arc-min	0.085	0.2	0.32	0.6	1.4	2.6	5.0
	K_2	$\times 10^4\text{N·m/rad}$	0.37	0.88	1.3	2.7	6.1	11	21
		kgf·m/arc-min	0.11	0.26	0.4	0.8	1.8	3.4	6.3
	K_3	$\times 10^4\text{N·m/rad}$	0.47	1.2	2.0	3.7	8.4	15	30
		kgf·m/arc-min	0.14	0.34	0.6	1.1	2.5	4.5	9.0
	θ_1	$\times 10^{\circ}\text{rad}$	6.9	5.8	6.4	7.0	6.2	6.1	6.4
		arc-min	2.4	2.0	2.2	2.4	2.1	2.1	2.2
	θ_2	$\times 10^{\circ}\text{rad}$	19	14	19	18	18	18	18
		arc-min	6.4	4.6	6.6	6.1	6.1	5.9	6.2
減速比 80 以上	K_1	$\times 10^4\text{N·m/rad}$	0.4	0.84	1.3	2.7	6.1	11	21
		kgf·m/arc-min	0.12	0.25	0.4	0.8	1.8	3.2	6.3
		$\times 10^4\text{N·m/rad}$	0.44	0.94	1.7	3.7	7.8	14	29
	K_2	kgf·m/arc-min	0.13	0.28	0.5	1.1	2.3	4.2	8.5
		$\times 10^4\text{N·m/rad}$	0.61	1.3	2.5	4.7	11	20	37
		kgf·m/arc-min	0.18	0.39	0.75	1.4	3.3	5.8	11
	θ_1	$\times 10^{\circ}\text{rad}$	5.0	4.6	5.4	5.2	4.8	4.9	5.1
		arc-min	1.7	1.6	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7
	θ_2	$\times 10^{\circ}\text{rad}$	16	13	15	13	14	14	13
		arc-min	5.4	4.3	5.0	4.5	4.8	4.8	4.6

(註) 本表數值為參考值。下限值約為標示數值的 80%。

起動轉矩 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異, 僅作參考值之用。

表 163-4

單位: cN·m

減速比	型號	14	17	20	25	32	40	50
50		4.4	6.7	8.9	16	32	55	102
80		3.2	4.4	5.7	10	22	36	68
100		2.8	3.8	5.1	9.1	20	32	60
120	—	—	3.6	4.5	8.2	17	29	56
160	—	—	—	3.9	7.2	15	26	47

CSD-2UF

表 163-5

單位: cN·m

減速比	型號	14	17	20	25	32	40
50		5.3	7.5	9.7	17	34	58
80		3.8	4.9	6.2	11	23	37
100		3.2	4.2	5.5	9.6	21	33
120	—	—	4.0	4.8	8.6	18	30
160	—	—	—	4.1	7.4	16	27

加速起動轉矩

(相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異, 僅作參考值之用。

表 164 - 1
單位: N·m

■ CSD-2UH

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40	50
50	2.9	4.3	5.2	9.5	19	33	61
80	2.9	4.1	5.7	10	21	35	66
100	3.5	4.6	6.0	11	23	38	71
120	—	5.1	6.4	12	24	41	78
160	—	—	7.4	13	30	48	89

表 164 - 2
單位: N·m

■ CSD-2UF

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40
50	3.3	4.7	5.6	10	20	34
80	3.3	4.5	6.1	10	22	36
100	3.9	5.0	6.4	11	24	39
120	—	5.6	6.8	12	25	42
160	—	—	7.8	14	31	49

鬆脫轉矩

(相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 164 - 3
單位: N·m

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40	50
50	88	150	220	450	980	1800	3700
80	110	200	350	680	1400	2800	5400
100	84	160	260	500	1000	2100	4100
120	—	120	240	470	980	1900	3800
160	—	—	220	450	980	1800	3600

屈曲轉矩

(相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 164 - 4
單位: N·m

型號	14	17	20	25	32	40	50
全減速比	190	330	560	1000	2200	4300	8000

無負載運轉轉矩

無負載運轉轉矩係指無負載狀態下，驅動 Harmonic Drive® 所必要的輸入端（高速軸端）的轉矩。

測量條件

表 165-1

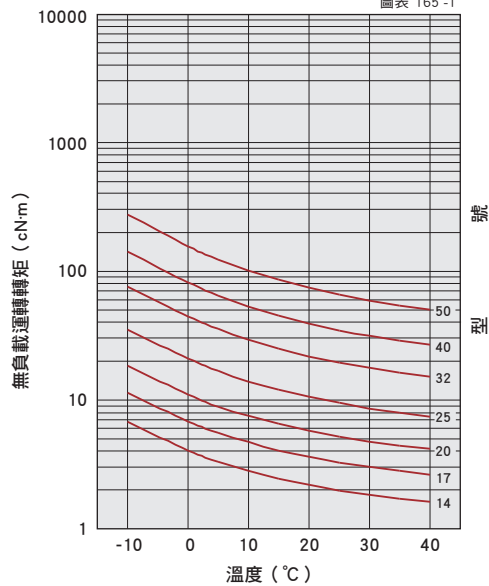
減速比 100			
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A (型號 20 以上)
			Harmonic 潤滑脂® SK-2 (型號 14、17)
		塗佈量	適當塗佈量
轉矩值為輸入 2000r/min 經 2 小時以上磨合運轉後的數值			

■減速比 100 的無負載運轉轉矩

■CSD-2UH

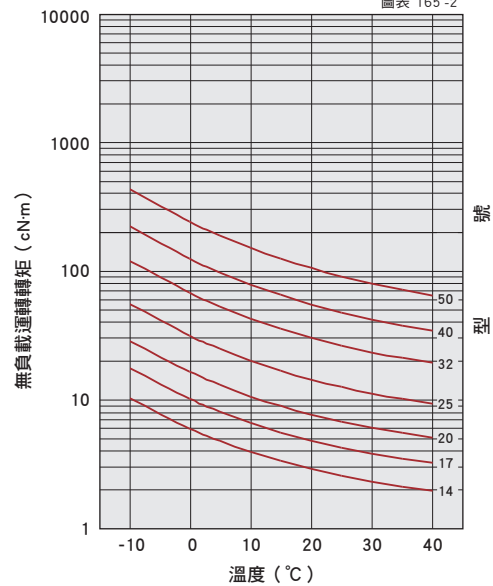
輸入轉速 500r/min

圖表 165-1



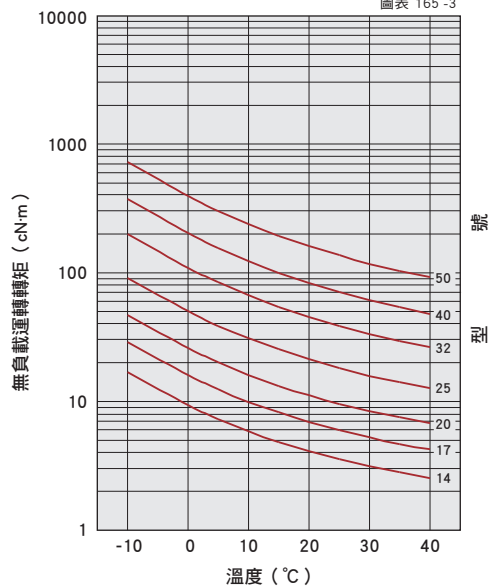
輸入轉速 1000r/min

圖表 165-2



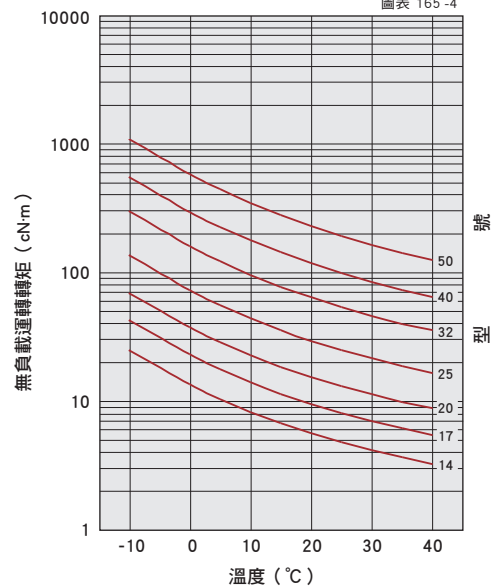
輸入轉速 2000r/min

圖表 165-3



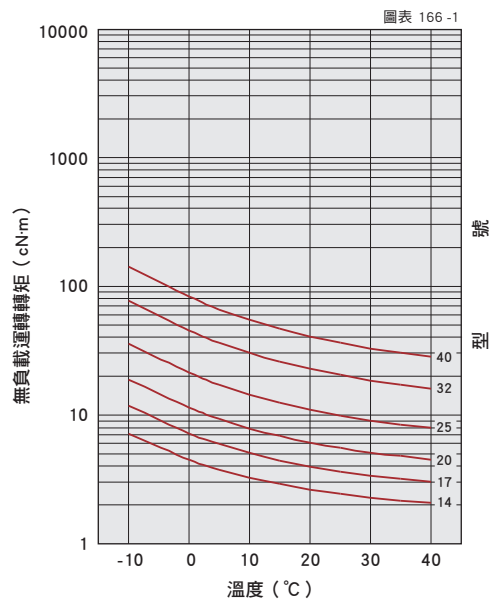
輸入轉速 3500r/min

圖表 165-4

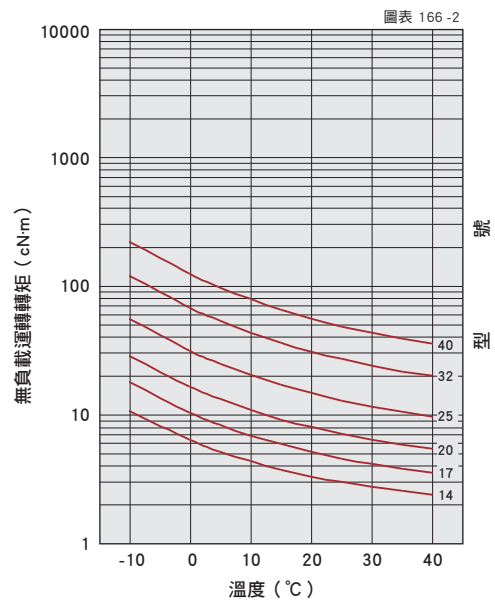
※本圖表數值為平均值 $\bar{X}$ 。 $\sigma \approx \bar{X} \times 0.2$

■ CSD-2UF

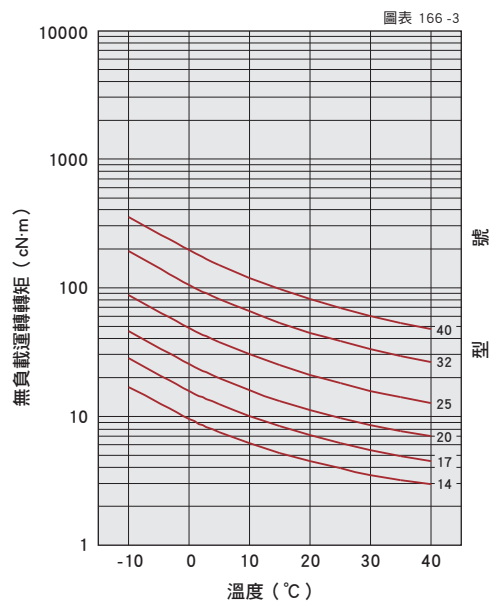
輸入轉速 500r/min



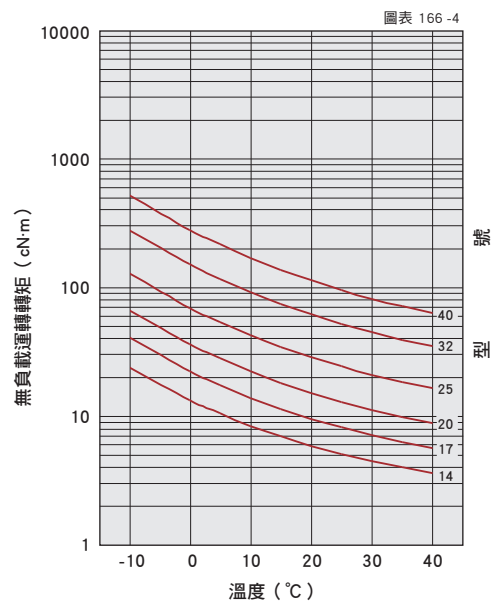
輸入轉速 1000r/min



輸入轉速 2000r/min



輸入轉速 3500r/min

※本圖表數值為平均值 $\bar{X}$ 。 $\sigma \approx \bar{X} \times 0.2$

■ 減速比別修正量

模組型的無負載運轉轉矩會因減速比而變化。圖表 165-1 ~ 166-4 為減速比 100 時的數值。

關於其他減速比，請加上表 166-1 所示修正量後計算。

無負載運轉轉矩修正量

表 166-1

單位: cN·m

型號	減速比	2UH				2UF			
		50	80	120	160	50	80	120	160
14		+0.93	+0.2	—	—	+1.4	+0.3	—	—
17		+1.5	+0.3	-0.2	—	+1.8	+0.4	-0.3	—
20		+2.3	+0.4	-0.3	-0.70	+2.6	+0.5	-0.4	-0.84
25		+3.8	+0.7	-0.5	-1.2	+4.3	+0.8	-0.6	-1.3
32		+7.3	+1.3	-0.9	-2.2	+8.2	+1.5	-1.1	-2.5
40		+12	+2.1	-1.5	-3.6	+14	+2.5	-1.8	-4.2
50		+22	+3.8	-2.7	-6.4	—	—	—	—

效率特性

效率因下列條件而異。

- 減速比
- 輸入轉速
- 負載轉矩
- 溫度
- 潤滑條件（潤滑劑種類與使用量）

■效率修正係數與效率修正量

■效率修正公式

請由公式 167-1 的公式計算出「負載轉矩的效率修正係數」與「型號的效率修正量」產生的效率。

公式

公式 167 -1

$$\text{效率} = K_e \times (\eta_R + \eta_e)$$

■依據負載轉矩的效率修正係數

當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。請依據圖表 167-1、2 計算修正係數 K_e ，參考效率修正公式計算效率。

測量條件

表 167 -1

組裝	以建議組裝精度組裝後測量		
負載轉矩	額定表所示的額定轉矩（159 頁）		
※ 當負載轉矩小於額定轉矩時，效率值將下降。 請參照下列效率修正係數。			
潤滑條件	潤滑脂	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A（型號 20 以上） Harmonic 潤滑脂® SK-2（型號 14、17）
		塗佈量	適當塗佈量

公式的記號

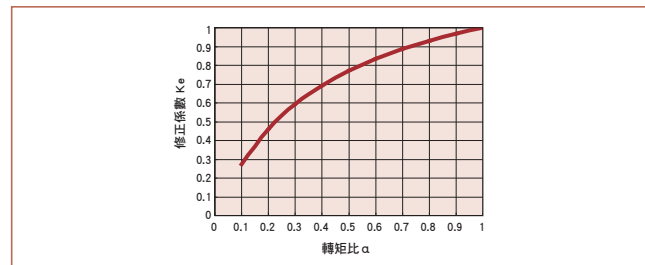
表 167 -2

η	效率	—
K_e	效率修正係數	圖表 167-1、2
η_R	額定轉矩時的效率	圖表 168-1 ~ 169-5
η_e	效率修正量	表 167-3、4

效率修正係數

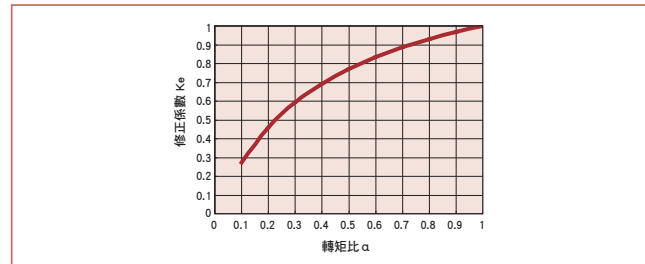
■CSD-2UH

圖表 167 -1



■CSD-2UF

圖表 167 -2



※ 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e = 1.0$ 。

■不同型號的效率修正量

CSD-2UH、CSD-2UF 的輸入端裝有支撐軸承、油封。這些的影響程度會因型號而異。

各型號對額定轉矩時的效率修正量 η_e 以表 167-3、4 計算。

各型號的效率修正量單位

表 167 -3

單位：%

■CSD-2UH

型號 \ 減速比	50	80	100	120	160
14	0.0	3.1	0.0	—	—
17	3.0	2.3	0.4	-2.2	—
20	2.4	2.3	1.8	-0.7	1.3
25	-0.3	1.8	-0.1	-2.7	-0.7
32	-1.4	-0.1	-0.8	-3.4	-1.6
40	-1.4	-0.9	0.0	-0.9	1.0
50	-2.4	-1.9	-1.2	-1.9	0.0

■CSD-2UF

表 167 -4

單位：%

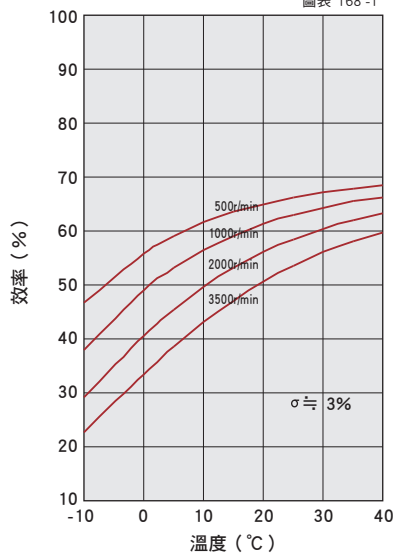
型號 \ 減速比	50	80	100	120	160
14	0.0	2.9	0.0	—	—
17	1.9	1.6	-0.2	-2.8	—
20	1.8	1.9	1.5	-0.9	1.1
25	-0.1	1.6	-0.3	-2.8	-0.8
32	-1.9	-0.3	-0.9	-3.5	-1.6
40	-1.7	-1.0	-0.1	-6.7	1.0

■ 額定轉矩時的效率

■ CSD-2UH

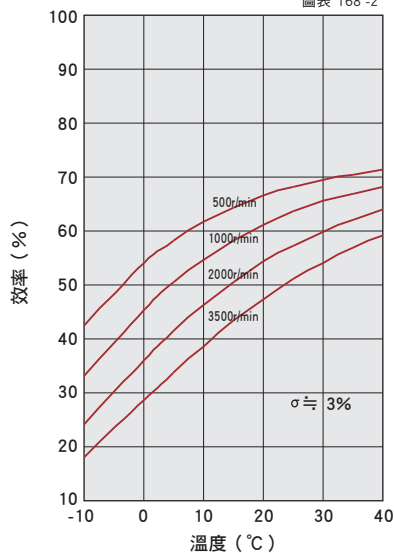
型號 14 / 減速比 50

圖表 168-1



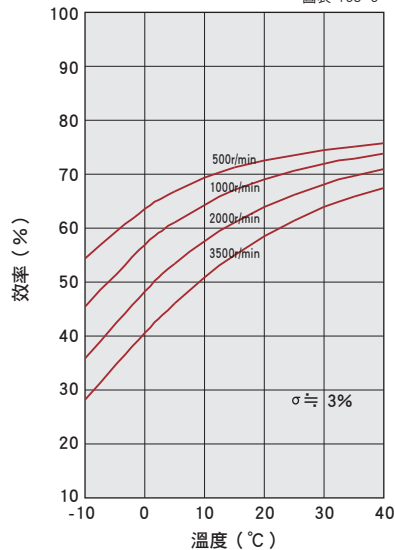
型號 14 / 減速比 80、100、120

圖表 168-2



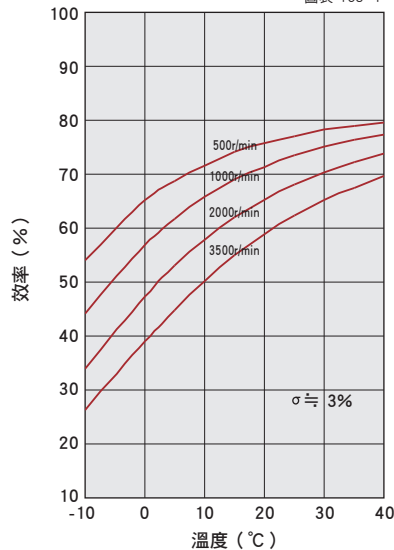
型號 17 ~ 50 / 減速比 50

圖表 168-3



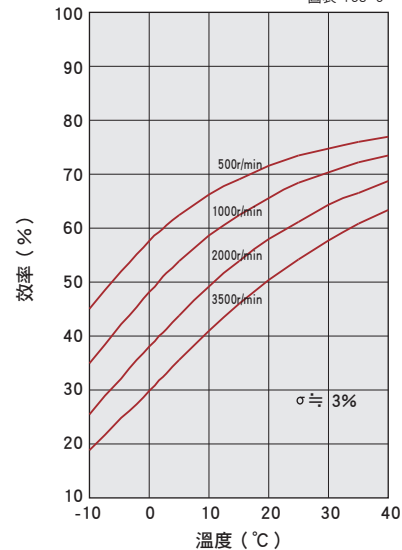
型號 17 ~ 50 / 減速比 80、100、120

圖表 168-4



型號 20 ~ 50 / 減速比 160

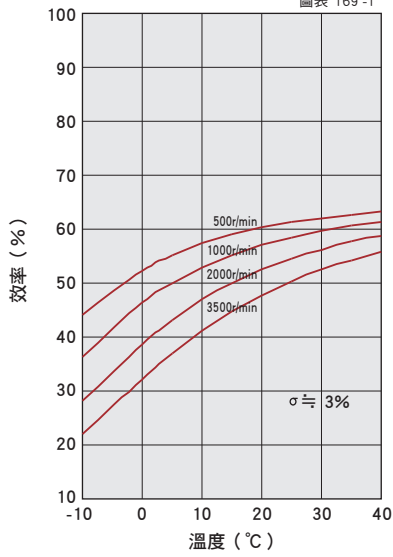
圖表 168-5

※本圖表數值為平均值 $\bar{X}$ 。σ ≒ $\bar{X} \times 0.2$

■ CSD-2UF

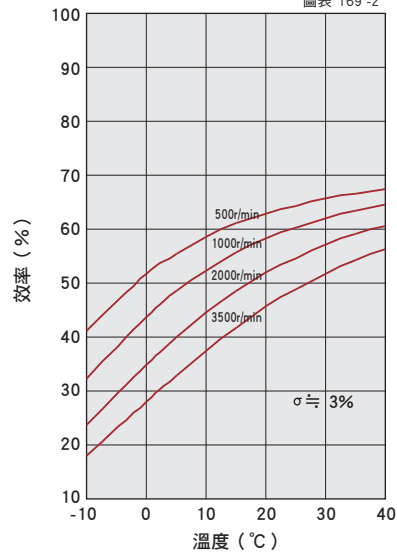
型號 14 / 減速比 50

圖表 169 -1



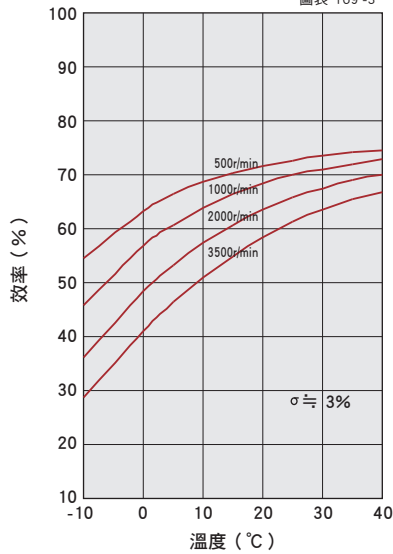
型號 14 / 減速比 80、100、120

圖表 169 -2



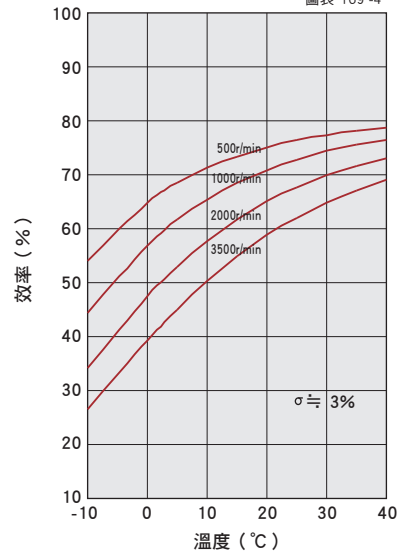
型號 17~40 / 減速比 50

圖表 169 -3



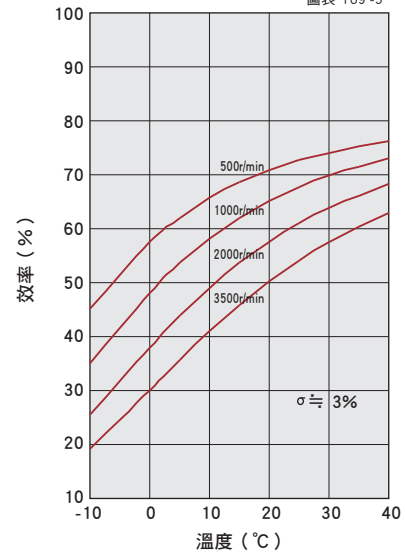
型號 17~40 / 減速比 80、100、120

圖表 169 -4



型號 20~40 / 減速比 160

圖表 169 -5

※本圖表數值為平均值 $\bar{\sigma}$ 。 $\sigma \approx \bar{\sigma} \times 0.2$

機械精度

模組型的機械精度。

輸入：波產生器
輸出：剛性齒輪
固定：彈性齒杯

CSD-2UH

圖 171 -1

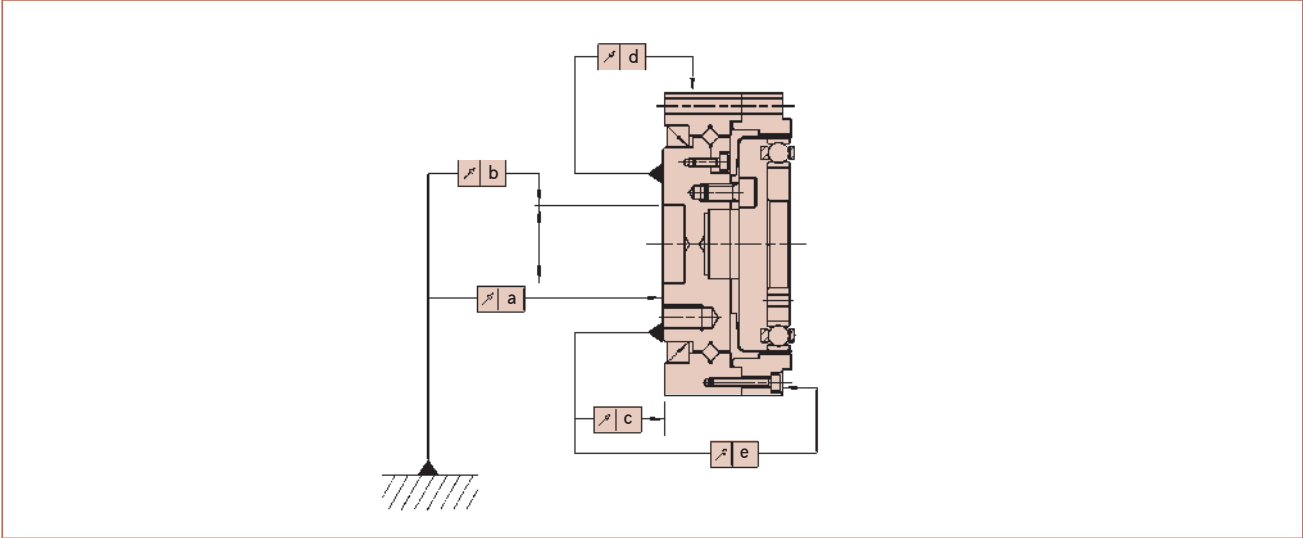


表 171 -1
單位：mm

記號 \ 型號	14	17	20	25	32	40	50
a	0.010	0.010	0.010	0.015	0.015	0.015	0.018
b	0.010	0.012	0.012	0.013	0.013	0.015	0.015
c	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
d	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.015	0.015
e	0.025	0.025	0.025	0.035	0.037	0.037	0.040

CSD-2UF

圖 171 -2

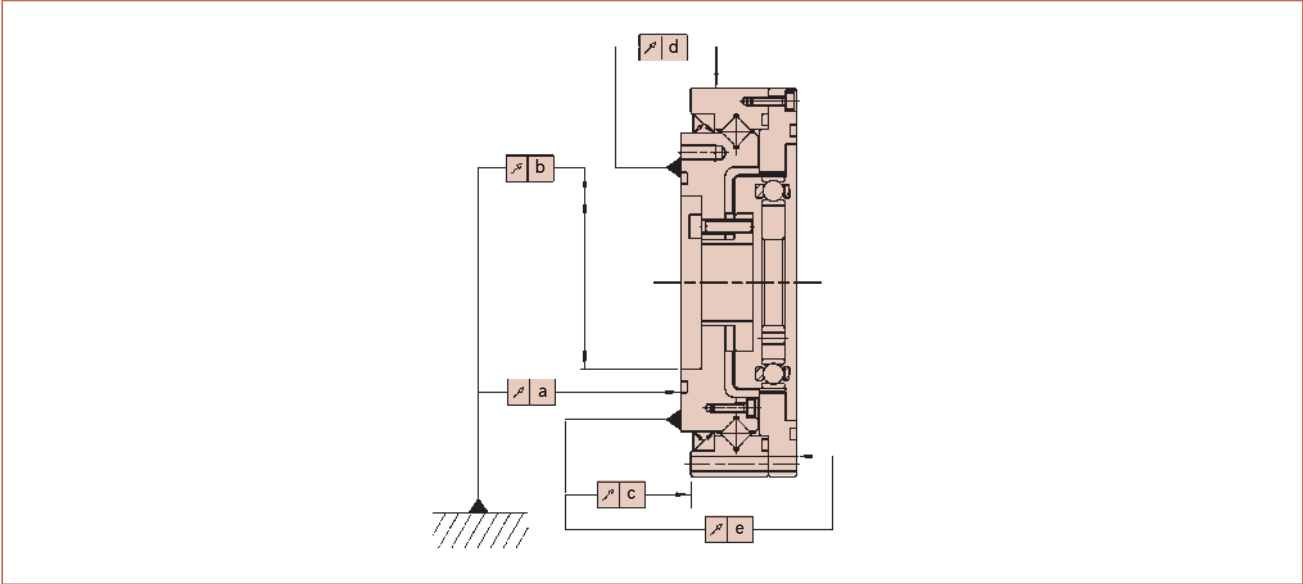


表 171 -2
單位：mm

記號 \ 型號	14	17	20	25	32	40
a	0.010	0.010	0.010	0.015	0.015	0.015
b	0.010	0.010	0.010	0.010	0.013	0.013
c	0.010	0.010	0.010	0.010	0.013	0.013
d	0.010	0.010	0.010	0.010	0.013	0.013
e	0.031	0.031	0.031	0.041	0.047	0.047

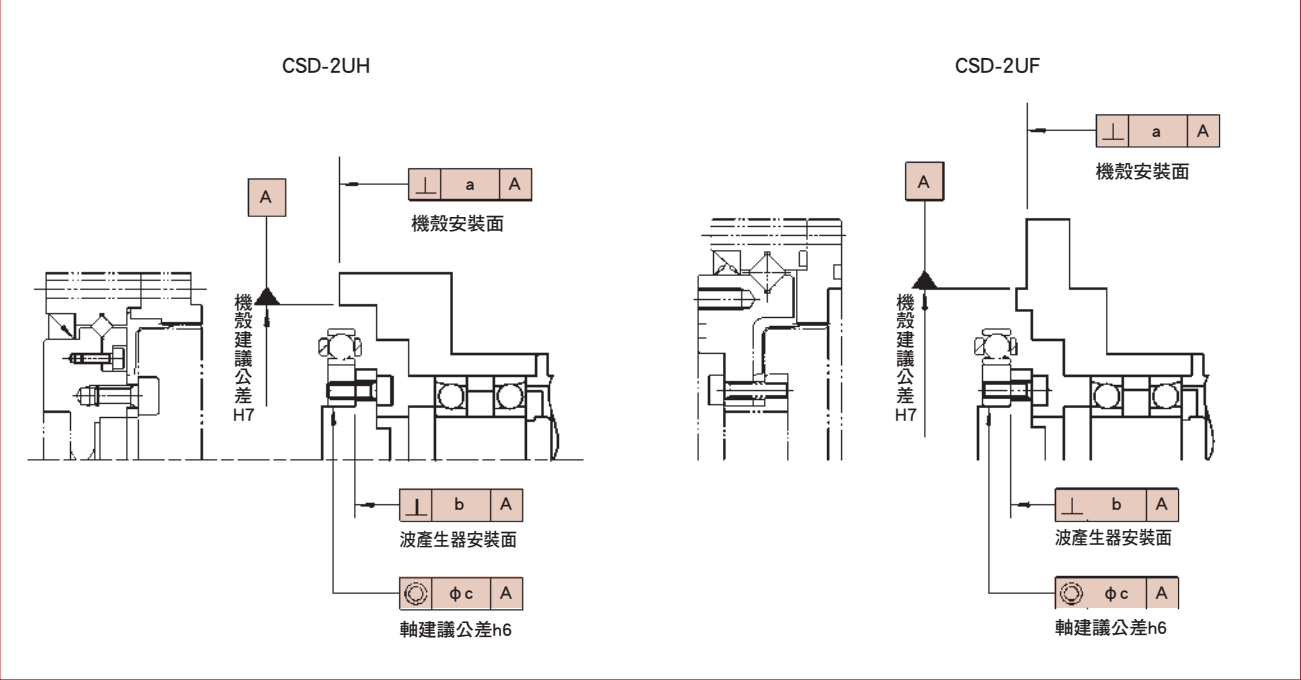
組裝精度

關於組裝設計，若為導致安裝面變形等異常組裝，則可能造成性能降低。
為充分發揮 Harmonic Drive® 的優異性能，請注意以下事項，保持圖 172-1 及表 172-1、2 所示組裝機殼建議精度，並採用不會漏油的設計。

- 安裝面彎曲、變形
- 咬入異物
- 安裝孔螺孔部週邊的毛邊、隆起、位置度異常
- 安裝接口部倒角不足
- 安裝接口部真圓度異常

組裝機殼建議精度

圖 172-1



CSD-2UH 組裝機殼建議精度

表 172-1
單位：mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40	50
a		0.011	0.015	0.017	0.024	0.026	0.026	0.028
b		0.008	0.010	0.012	0.012	0.012	0.012	0.015
φc		0.016	0.018	0.019	0.022	0.022	0.024	0.030

CSD-2UF 組裝機殼建議精度

表 172-2
單位：mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40
a		0.011	0.015	0.017	0.024	0.026	0.026
b		0.008	0.010	0.012	0.012	0.012	0.012
φc		0.016	0.018	0.019	0.022	0.022	0.024

安裝及傳動轉矩

圖 173-1



■ 輸出凸緣端的安裝及傳動轉矩

■ CSD-2UH

表 173-1

項目	型號	14	17	20	25	32	40	50
螺栓支數		10	8	8	8	10	10	10
螺栓尺寸		M3	M5	M6	M8	M8	M10	M12
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	25	27	34	42	57	72	88
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.0	9.0	15.3	37	37	74	128
	kgf·m	0.20	0.92	1.56	3.8	3.8	7.5	13.1
螺栓	N·m	52	121	216	485	823	1660	2930
傳動轉矩	kgf·m	5.3	12.4	22.1	49.5	84.0	169	298

■ CSD-2UF

表 173-2

項目	型號	14	17	20	25	32	40
螺栓支數		8	10	8	8	8	12
螺栓尺寸		M3	M3	M4	M5	M6	M6
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	42	50	60	73	96	116
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3	15.3
	kgf·m	0.20	0.20	0.46	0.9	1.56	1.56
螺栓	N·m	70	104	168	328	612	1100
傳動轉矩	kgf·m	7.1	10.6	17.2	33.5	62.4	112

■ 機殼端的安裝及傳動轉矩

■ CSD-2UH

表 173-3

項目	型號	14	17	20	25	32	40	50
螺栓支數		6	10	12	18	18	18	22
螺栓尺寸		M3	M3	M3	M3	M4	M5	M6
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	49	56	64	79	104	117.5	147
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.0	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3
	kgf·m	0.20	0.20	0.20	0.20	0.46	0.9	1.56
螺栓	N·m	61	116	160	296	658	1180	2570
傳動轉矩	kgf·m	6.2	11.9	16.3	30.0	67.0	121	262

■ CSD-2UF

表 173-4

項目	型號	14	17	20	25	32	40
螺栓支數		6	8	8	10	10	10
螺栓尺寸		M3	M3	M3	M4	M5	M6
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	64	74	84	102	132	158
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3
	kgf·m	0.20	0.20	0.20	0.46	0.9	1.56
螺栓	N·m	80	123	140	358	742	1250
傳動轉矩	kgf·m	8.2	12.6	14.3	36.6	75.7	127

(表 173-1 ~ 173-4 / 註)

1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
2. 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
3. 轉矩係數：K=0.2
4. 鎖緊係數：A=1.4
5. 接合面摩擦係數： $\mu=0.15$

潤滑

CSD 系列模組型的標準潤滑方式為潤滑脂潤滑。出貨前已封入潤滑脂，組裝時無需另行注入、塗佈。

以潤滑脂潤滑時，為了讓運轉中潤滑脂不致四下飛濺而殘留於 Harmonic Drive® 內部，Harmonic Drive® 與機殼內壁之間應盡可能符合建議尺寸。如果無法確保建議尺寸，請洽詢本公司。

圖 174-1

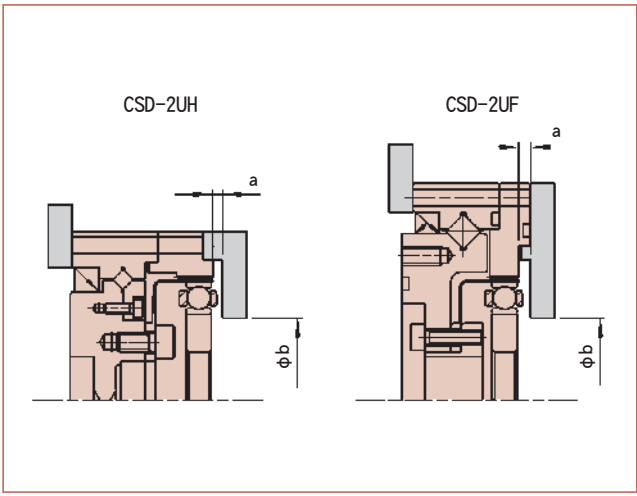


表 174-1
單位：mm

記號 \ 型號	14	17	20	25	32	40	50
a※	1	1	1.5	1.5	2	2.5	3.5
a※※	3	3	4.5	4.5	6	7.5	10.5
φb ^{+0.5} ₀	16	26	30	37	37	45	45

※ 波產生器朝下時
※※ 波產生器朝上時

■ 其他注意事項

波產生器朝上或朝下（參閱 048 頁、圖 048-3）使用時，請在波產生器與輸入蓋（馬達凸緣）的間隙上充分填滿潤滑脂。

■ 各型號適用的潤滑脂

根據型號，適用不同的潤滑脂。請參閱下列潤滑脂適用表。
一般情況，建議使用 SK-1A 及 SK-2。
潤滑脂的詳情，請參閱 016 頁「技術資料」內容。

潤滑脂適用表 表 174-2

型號	14	17	20	25	32	40	50
SK-1A	—	—	○	○	○	○	○
SK-2	○	○	△	△	△	△	△
4BNo.2	□	□	□	□	□	□	□

※ ○：標準潤滑脂
△：次標準潤滑脂
□：長使用壽命以及高負載情況的建議潤滑脂

密封機構

為防止潤滑脂滲漏並維護 Harmonic Drive® 的高度耐久性，需要下列密封機構。

- 旋轉滑動部…………… 油封（含彈簧）。此時請注意勿使軸側出現損傷等不良。
- 凸緣重合面、嵌合部…………… O 型環、密封劑。此時請注意平面不均整、O 型環遭咬入等情形。
- 螺孔部…………… 具封止效果的螺絲固定劑（建議使用 LOCTITE 242）或密封膠帶。

（註）尤其是使用 Harmonic 潤滑脂 ®4B No.2 時，必須嚴格採用前述機構。

模組型的密封處與建議密封方式

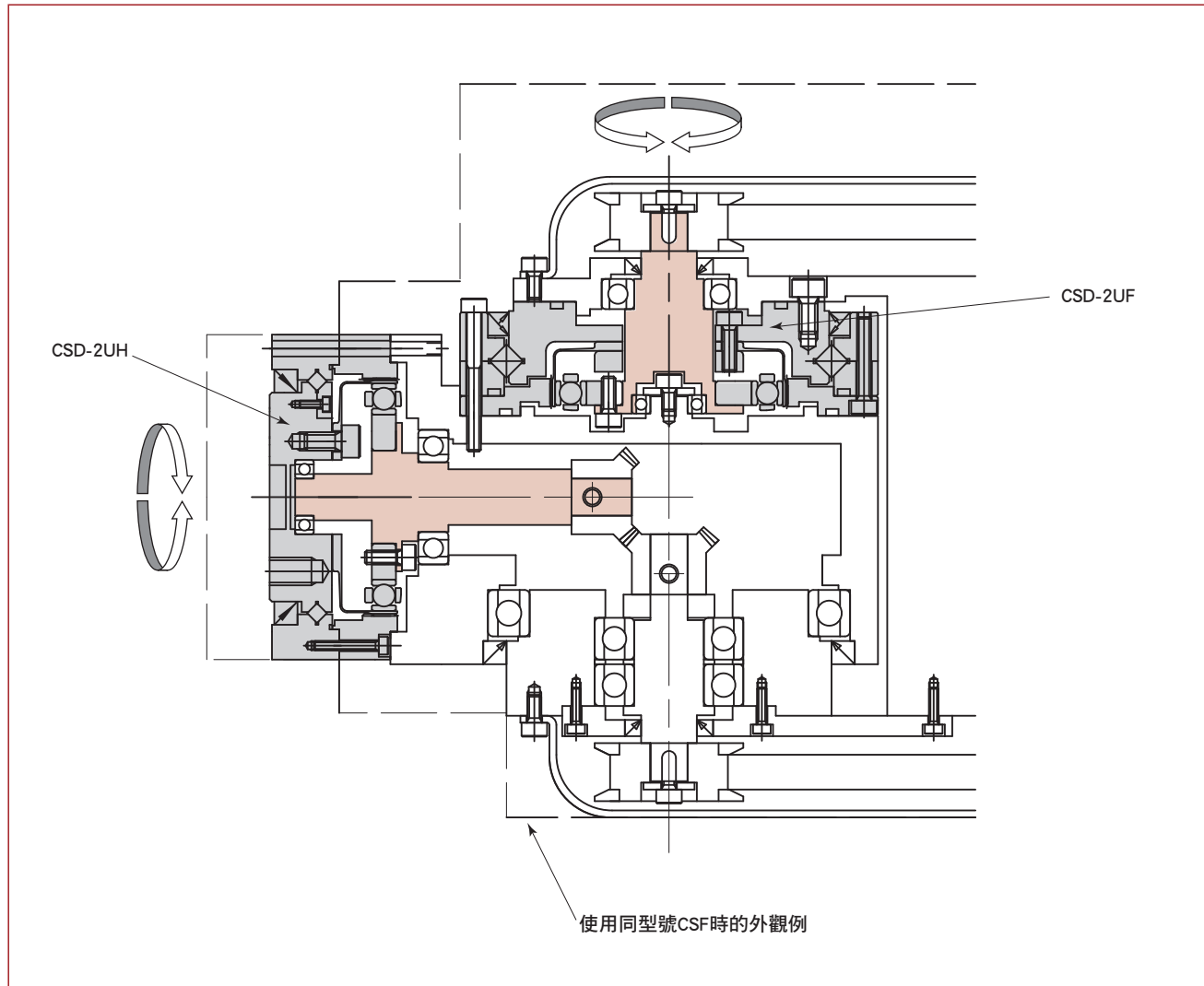
表 174-3

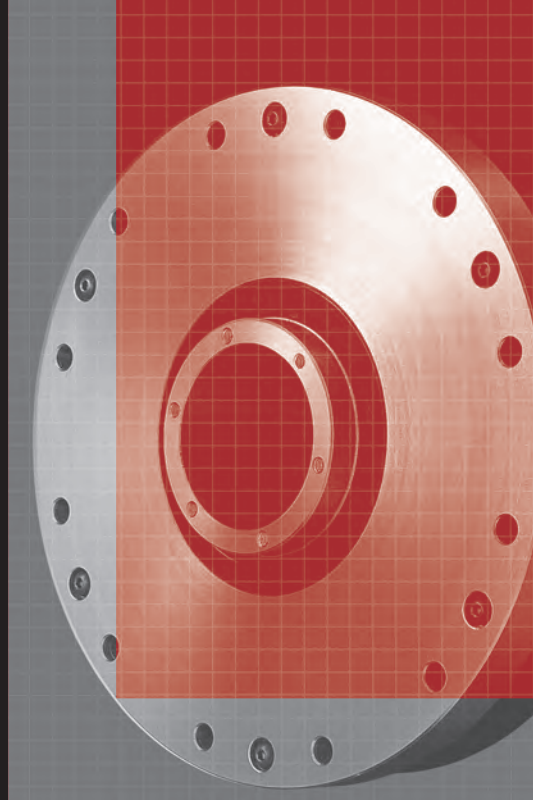
需要密封處		建議密封方式
輸出端	輸出凸緣中央的貫穿孔及輸出凸緣重合面	使用 O 型環（本公司產品隨附）
	安裝螺絲處	具封止效果的螺絲固定劑（建議使用 LOCTITE 242）
輸入端	凸緣重合面	使用 O 型環（本公司產品隨附）
	馬達輸出軸	請選擇附油封的型號。無油封時，必須採用馬達安裝凸緣可安裝油封的結構。

應用案例

垂直多關節型機器人手腕彎曲、扭轉驅動

圖 175-1

技術資料
Engineering Data元件型
Component Type模組型
Unit Type差動齒輪
Differential Gear減速機型
Gear Head Type



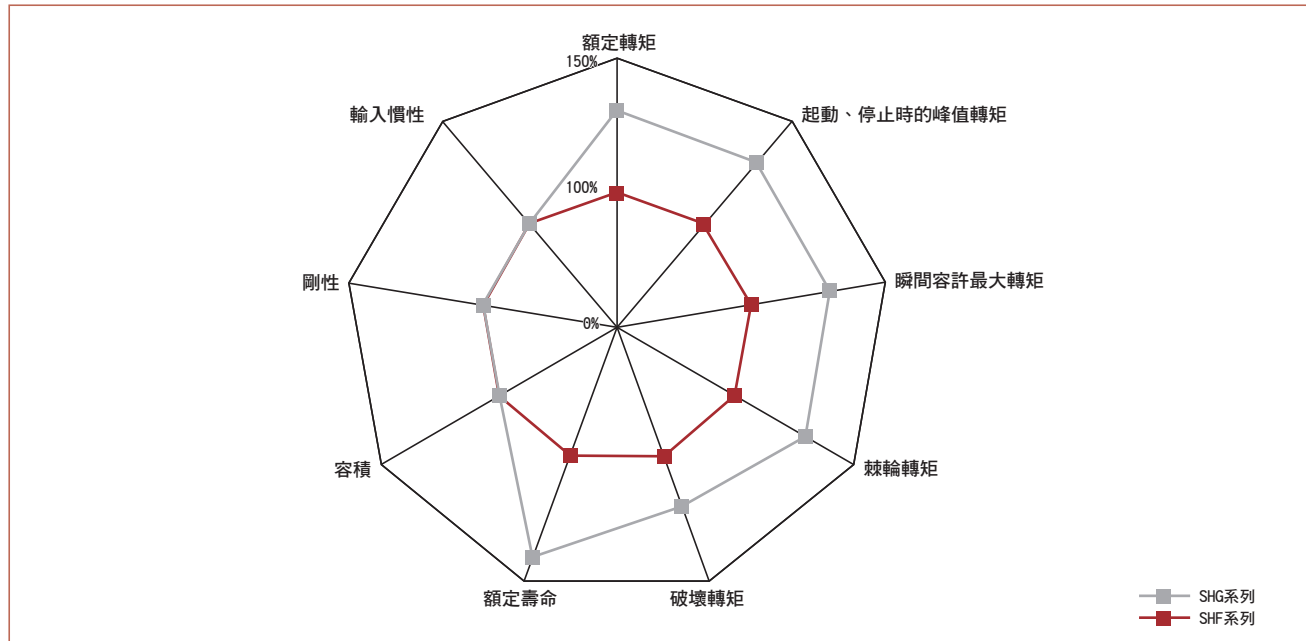
SHG/SHF系列

Unit Type SHG/SHF

特徵	178	技術資料 輸入軸型 (2UJ)	197
型式、記號	179	輸入軸型 (2UJ) 外觀圖	197
技術資料	180	輸入軸型 (2UJ) 尺寸表	197
額定表	180	輸入軸型 (2UJ) 質量	198
角傳動精度	182	輸入軸型 (2UJ) 慣性力矩	198
遲滯損失	182	輸入軸型 (2UJ) 起動轉矩	198
最大背隙量	182	輸入軸型 (2UJ) 加速起動轉矩	198
剛性 (彈簧常數)	182	無負載運轉轉矩	198
鬆脫轉矩	183	效率特性	200
屈曲轉矩	183	輸入軸型 (2UJ) 輸入軸的容許負載	201
主軸承規格	184	技術資料 簡易模組型 (2SO、2SH)	202
機械精度	185	簡易模組型 (2SO) 外觀圖	202
模組型的旋轉方向與減速比	186	簡易模組型 (2SO) 尺寸表	203
設計指南	187	簡易模組型 (2SO) 質量	203
潤滑	187	簡易模組型 (2SH) 外觀圖	204
防鏽對策	187	簡易模組型 (2SH) 尺寸表	205
組裝注意事項	188	簡易模組型 (2SH) 質量	206
安裝及傳動轉矩	188	潤滑	206
安裝注意事項	190	簡易模組型組裝精度	207
技術資料 中空型 (2UH)	191	組裝注意事項	207
中空型 (2UH) 外觀圖	191	應用案例	209
中空型 (2UH) 尺寸表	191		
中空型 (2UH) 質量	192		
中空型 (2UH) 慣性力矩	192		
中空型 (2UH) 起動轉矩	192		
中空型 (2UH) 加速起動轉矩	192		
無負載運轉轉矩	192		
效率特性	194		
中空型 (2UH) 的連續運轉時間	195		
中空型 (2UH) 輸入部的容許負載	196		

SHG/SHF 系列與 CSF 系列的比較

圖表 179-1



型式、記號

SHG - 25 - 100 - 2UH - 規格1

表 179-1

機種名稱	型號	減速比 (註)						型式	特殊規格
SHG	14	50	80	100	—	—		2A-GR= 元件型 (型號 14、17 為 2A-R) 2UH= 中空模組型 2UJ= 輸入軸模組型 2SO= 簡易模組型 (標準結構型) 2SH= 簡易模組型 (中空孔結構型)	LW = 輕量型 SP = 形狀或性能等特殊規格 無記載 = 標準品
	17	50	80	100	120	—			
	20	50	80	100	120	160			
	25	50	80	100	120	160			
	32	50	80	100	120	160			
	40	50	80	100	120	160			
	45	50	80	100	120	160			
	50	—	80	100	120	160			
	58	—	80	100	120	160			
	65	—	80	100	120	160			

(註) 減速比表示為輸入：波產生器、固定：剛性齒輪、輸出：彈性齒杯。

SHF - 25 - 100 - 2UH - 規格1

表 179-2

機種名稱	型號	減速比 (註1)						型式	特殊規格
SHF	11	—	50	—	100	—	—	2A-GR= 元件型 (型號 14、17 為 2A-R) 2UH= 中空模組型 2UJ= 輸入軸模組型 2SO= 簡易模組型 (標準結構型) 2SH= 簡易模組型 (中空孔結構型)	LW = 輕量型 SP = 形狀或性能等特殊規格 無記載 = 標準品
	14	30	50	80	100	—	—		
	17	30	50	80	100	120	—		
	20	30	50	80	100	120	160		
	25	30	50	80	100	120	160		
	32	30	50	80	100	120	160		
	40	—	50	80	100	120	160		
	45	—	50	80	100	120	160		
	50	—	50	80	100	120	160		
	58	—	50	80	100	120	160		

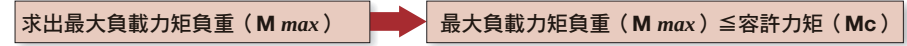
(註) 1. 減速比表示為輸入：波產生器、固定：剛性齒輪、輸出：彈性齒杯。
2. 型號 11 僅有型式 2UH 型。

主軸承規格

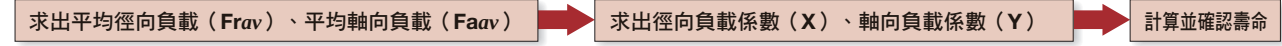
模組型在外部負載的直接支撐組裝了精密交叉滾柱軸承（輸出凸緣部）。
為充分發揮模組型的性能，請檢查最大負載力矩負重、交叉滾柱軸承壽命以及靜態安全係數。
各數值的公式請參閱 030 ~ 034 頁「技術資料」內容。

■ 確認步驟

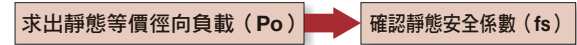
① 確認最大負載力矩負重 (M max)



② 確認壽命



③ 確認靜態安全係數



■ 主軸承規格

交叉滾柱軸承的規格，如表 184-1 所示。

規格 表 184 - 1

型號	轉子節圓直徑	偏移量	基本額定負載				容許力矩負重 Mc		力矩剛性 Km	
	dp	R	基本動額定負載 C		基本靜額定負載 Co				×10 ⁴ N·m/rad	kgf·m/arc·min
	m	m	×10 ³ N	kgf	×10 ³ N	kgf	N·m	kgf·m		
11	0.043	0.018	52.9	540	75.5	770	74	7.6	6.5	1.8
14	0.050	0.0217	58	590	86	880	74	7.6	8.5	2.5
17	0.060	0.0239	104	1060	163	1670	124	12.6	15.4	4.6
20	0.070	0.0255	146	1490	220	2250	187	19.1	25.2	7.5
25	0.085	0.0296	218	2230	358	3660	258	26.3	39.2	11.6
32	0.111	0.0364	382	3900	654	6680	580	59.1	100	29.6
40	0.133	0.044	433	4410	816	8330	849	86.6	179	53.2
45	0.154	0.0475	776	7920	1350	13800	1127	115	257	76.3
50	0.170	0.0525	816	8330	1490	15300	1487	152	351	104
58	0.195	0.0622	874	8920	1710	17500	2180	222	531	158
65	0.218	0.072	1300	13300	2230	22700	2740	280	741	220

(註) ※ 基本動額定負載是指軸承的基本動額定壽命可達 100 萬次旋轉的一定靜止徑向負載。
※ 基本靜額定負載是指在承受最大負載的轉動體與軌道的接觸部中央上，給予一定水準的接觸應力 (4kN/mm²) 之靜態負載。
※ 容許力矩負重是指輸出軸承上可施加的最大力矩負重，此範圍內的數值可以確保基本性能並可動作。
※ 力矩剛性的值為參考值。下限值約為標示數值的 80%。
※ 容許徑向負載、容許軸向負載，係指主軸承受單純徑向負載或軸向負載其中之一時，可滿足減速機壽命的數值。(徑向負載為 L_r+R=0mm、軸向負載為 L_a=0mm 時)

機械精度

模組型的機械精度。

■彈性齒杯固定

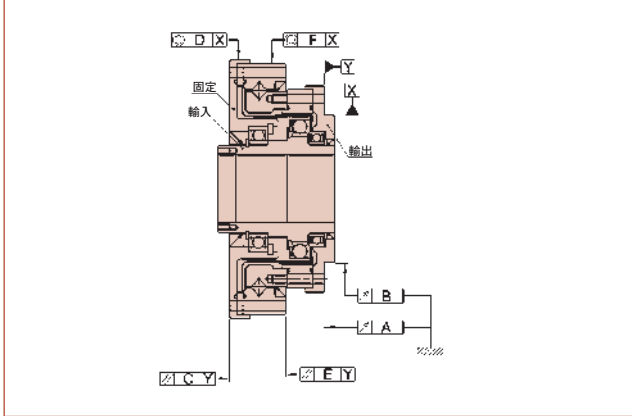
輸入：波產生器

輸出：剛性齒輪

固定：彈性齒杯

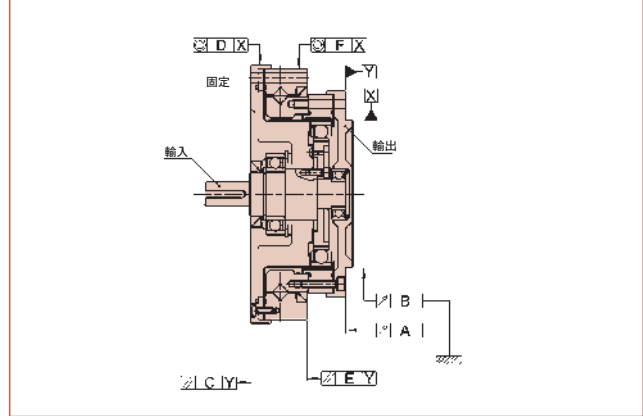
中空型 (2UH)

圖 185 -1



輸入軸型 (2UJ)

圖 185 -2

表 185 -1
單位：mm

記號 \ 型號	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
A	0.033	0.033	0.038	0.040	0.046	0.054	0.057	0.057	0.063	0.063	0.067
B	0.035	0.035	0.035	0.039	0.041	0.047	0.050	0.053	0.060	0.063	0.063
C	0.053	0.064	0.071	0.079	0.085	0.104	0.111	0.118	0.121	0.121	0.131
D	0.053	0.053	0.050	0.059	0.061	0.072	0.075	0.078	0.085	0.088	0.089
E	0.039	0.040	0.045	0.051	0.057	0.065	0.071	0.072	0.076	0.076	0.082
F	0.038	0.038	0.038	0.047	0.049	0.054	0.060	0.065	0.067	0.070	0.072

■剛性齒輪固定

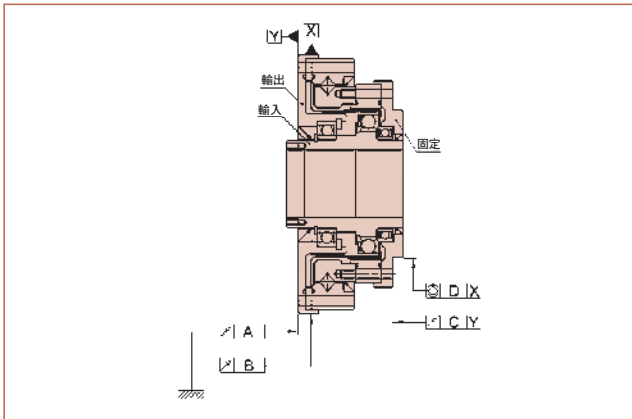
輸入：波產生器

輸出：彈性齒杯

固定：剛性齒輪

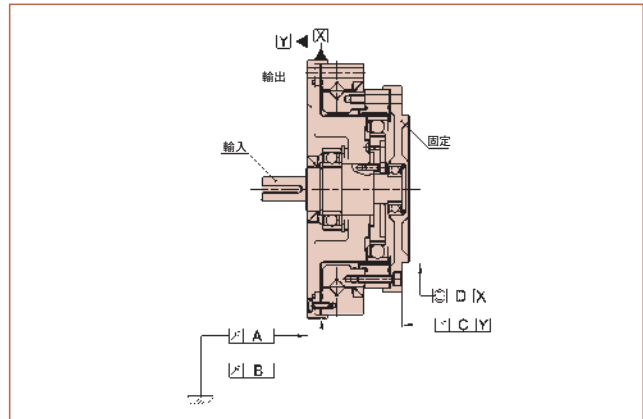
中空型 (2UH)

圖 185 -3



輸入軸型 (2UJ)

圖 185 -4

表 185 -2
單位：mm

記號 \ 型號	11	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
A	0.027	0.037	0.039	0.046	0.047	0.059	0.060	0.070	0.070	0.070	0.076
B	0.031	0.031	0.031	0.038	0.038	0.045	0.048	0.050	0.050	0.050	0.054
C	0.053	0.064	0.071	0.079	0.085	0.104	0.111	0.118	0.121	0.121	0.131
D	0.053	0.053	0.053	0.059	0.061	0.072	0.075	0.078	0.085	0.088	0.089

模組型的旋轉方向與減速比

模組型的旋轉方向與減速比會因為固定的凸緣而變化，使用時敬請注意。

■彈性齒杯固定

輸入：波產生器
輸出：剛性齒輪
固定：彈性齒杯

輸出旋轉方向：與輸入旋轉方向相同

$$\text{減速比}(i) : i = \frac{1}{R+1}$$

中空型 (2UH)

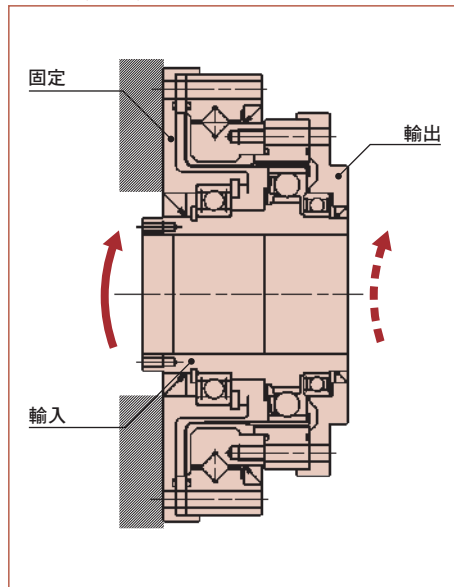


圖 186-1 輸入軸型 (2UJ)

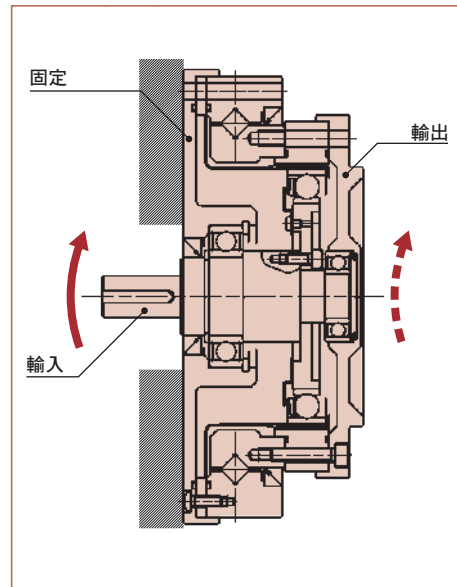


圖 186-2

■剛性齒輪固定

輸入：波產生器
輸出：彈性齒杯
固定：剛性齒輪

輸出旋轉方向：與輸入旋轉方向相反

$$\text{減速比}(i) : i = \frac{-1}{R}$$

中空型 (2UH)

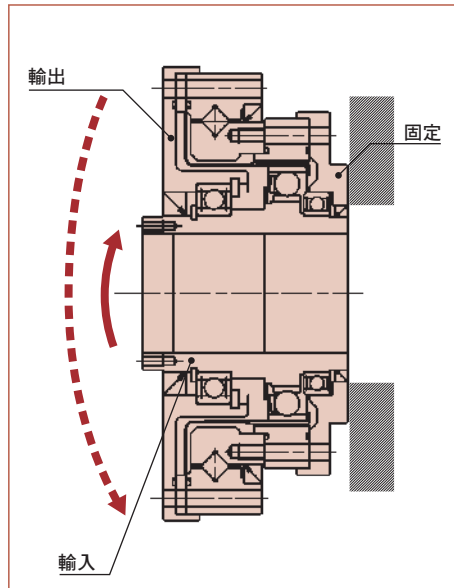


圖 186-3 輸入軸型 (2UJ)

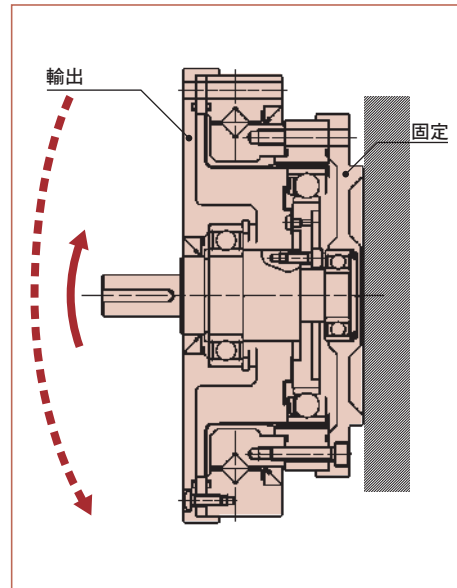
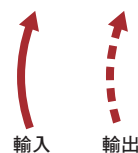


圖 186-4

旋轉方向



設計指南

潤滑

模組型減速機部的標準潤滑劑是 Harmonic 潤滑脂®SK-1A 及 SK-2。（交叉滾柱軸承部使用 Harmonic 潤滑脂®4B No.2）或為了長壽命也可以使用 Harmonic 潤滑脂®4B No.2。
潤滑脂的規格刊載於 016 頁。

■ 密封機構

- ・ 旋轉滑動部…………… 油封（含彈簧）。
此時請注意勿使軸側出現損傷等不良。
- ・ 凸緣重合面、嵌合處…………… O 型環、密封劑。此時請注意平面不均整、O 型環遭咬入等情形。
- ・ 螺孔部…………… 具封止效果的螺絲固定劑（建議使用 LOCTITE 242）或密封膠帶。

（註）尤其是使用 Harmonic 潤滑脂®4B No.2 時，請嚴格採用前述機構。

防鏽對策

模組型未在交叉滾柱軸承部以外的表面施加防鏽處理。如需防鏽，應塗佈防鏽劑。此外，在交叉滾柱軸承部的表面上，已施加冷電鍍處理。另外，如需本公司進行防鏽表面處理，請洽詢本公司。

組裝注意事項

關於組裝設計，若為導致安裝面變形等異常組裝，則可能造成性能降低。
為充分發揮模組型所具有的優異性能，敬請注意下列事項。
另外，SHG 系列的轉矩容量較 SHF 系列增大，敬請根據各系列進行安裝。

- 安裝面彎曲、變形
- 咬入異物
- 安裝孔螺孔部週邊的毛邊、隆起、位置度異常
- 安裝接口部倒角不足
- 安裝接口部真圓部異常

安裝及傳動轉矩

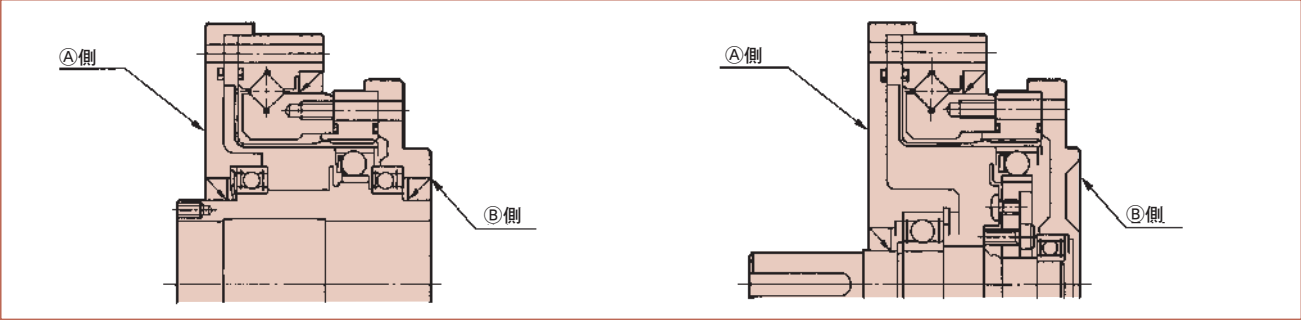


圖 188 -1

SHG 系列(A側)的安裝及傳動轉矩

表 188 -1

項目 \ 型號		14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓支數		8	12	12	12	12	12	18	12	16	16
螺栓尺寸		M3	M3	M3	M4	M5	M6	M6	M8	M8	M10
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	64	74	84	102	132	158	180	200	226	258
	N·m	2.4	2.4	2.4	5.4	10.8	18.4	18.4	44	44	74
螺栓鎖緊轉矩	kgf·m	0.24	0.24	0.24	0.55	1.10	1.87	1.87	4.5	4.5	7.6
	N·m	128	222	252	516	1069	1813	3098	4163	6272	9546
螺栓傳動轉矩	kgf·m	13	23	26	53	109	185	316	425	640	974

SHF 系列(A側)的安裝及傳動轉矩

表 188 -2

項目 \ 型號		11	14	17	20	25	32	40	45	50	58
螺栓支數		4	8	12	12	12	12	12	18	12	16
螺栓尺寸		M3	M3	M3	M3	M4	M5	M6	M6	M8	M8
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	56.4	64	74	84	102	132	158	180	200	226
	N·m	2	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3	15.3	37	37
螺栓鎖緊轉矩	kgf·m	2.0	0.20	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56	1.56	3.8	3.8
	N·m	47	108	186	206	431	892	1509	2578	3489	5263
螺栓傳動轉矩	kgf·m	4.7	11	19	21	44	91	154	263	356	974

- (表 188-1、188-2 / 註)
1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
 2. 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
 3. 轉矩係數：K=0.2
 4. 鎖緊係數：A=1.4
 5. 接合面摩擦係數 $\mu=0.15$
 6. SHG/SHF-LW 系列從(A側)用螺絲緊固時，敬請使用墊圈，不要讓螺絲座面直接接觸鋁合金。

SHG 系列⑧側的安裝及傳動轉矩

表 189-1

項目 \ 型號		14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
螺栓支數		8	16	16	16	16	16	12	16	12	16
螺栓尺寸		M3	M3	M3	M4	M5	M6	M8	M8	M10	M10
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	44	54	62	77	100	122	140	154	178	195
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.4	2.4	2.4	5.4	10.8	18.36	44	44	89	89
	kgf·m	0.24	0.24	0.24	0.55	1.10	1.87	4.5	4.5	9.1	9.1
螺栓傳動轉矩	N·m	88	216	248	520	1080	1867	2914	4274	5927	8658
	kgf·m	9.0	22	25.3	53	110	191	297	436	605	883

SHF 系列⑧側的安裝及傳動轉矩

表 189-2

項目 \ 型號		11	14	17	20	25	32	40	45	50	58
螺栓支數		6	8	16	16	16	16	16	12	16	12
螺栓尺寸		M3	M3	M3	M3	M4	M5	M6	M8	M8	M10
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	37	44	54	62	77	100	122	140	154	178
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3	37	37	74
	kgf·m	0.2	0.20	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56	3.8	3.8	7.5
螺栓傳動轉矩	N·m	46	72	176	206	431	902	1558	2440	3587	4910
	kgf·m	4.6	7.3	18	21	44	92	159	249	366	501

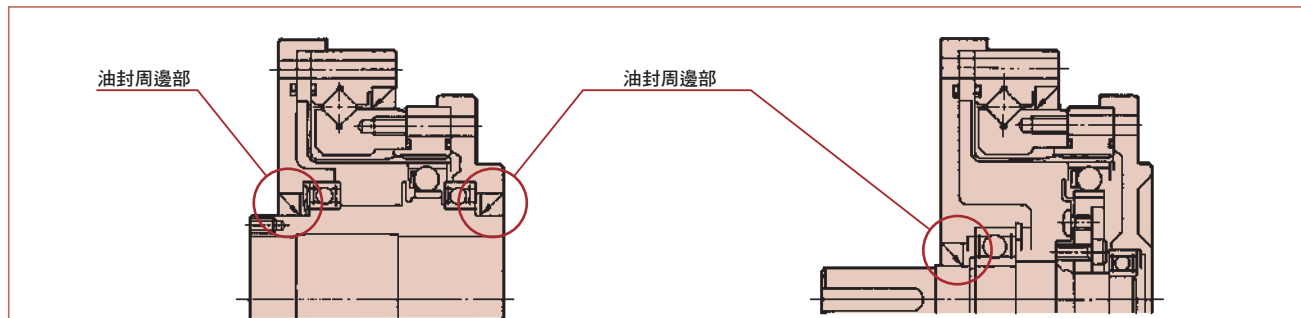
(表 189-1、189-2 / 註)

1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
2. 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
3. 轉矩係數：K=0.2
4. 鎖緊係數：A=1.4
5. 接合面摩擦係數 $\mu=0.15$

安裝注意事項**■油封周邊部的安裝**

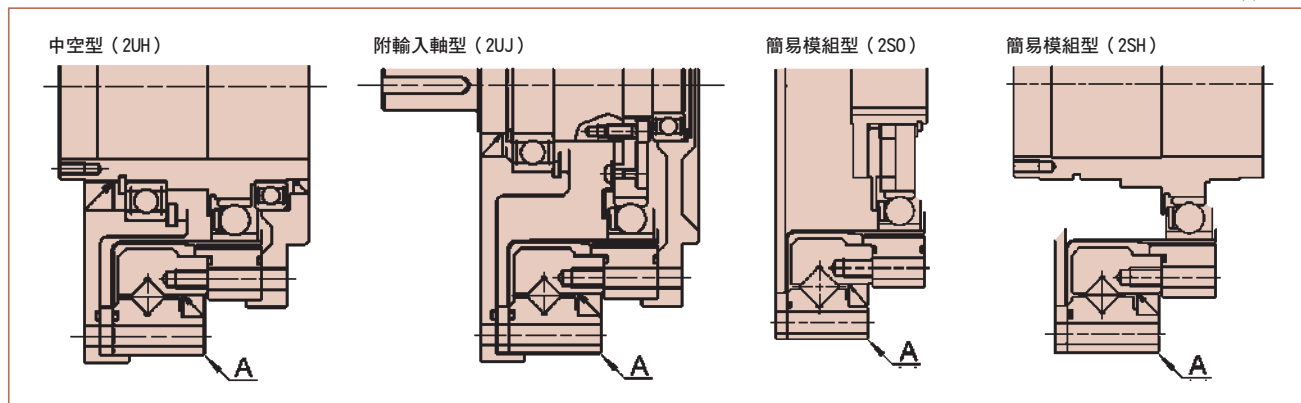
對象端安裝面與油封請保持 1mm 以上的間隙安裝，使其不會互相干涉。

圖 190 - 1

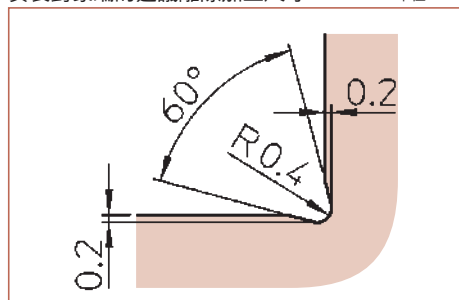
**■安裝接口離隙加工**

模組型若將下圖 A 部作為安裝接口使用時，請在安裝對象端進行離隙加工。

圖 190 - 2



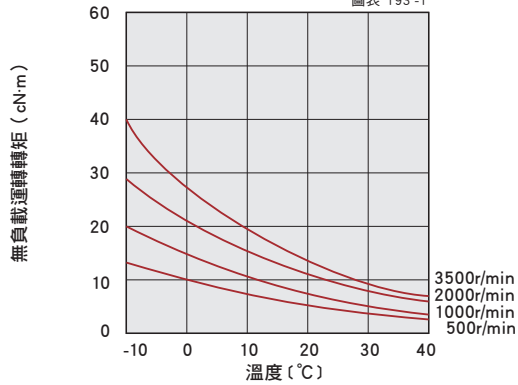
安裝對象端的建議離隙加工尺寸

圖 190 - 3
單位：mm

■無負載運轉轉矩

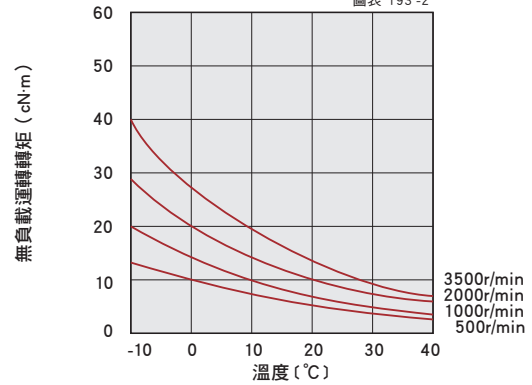
SHF-11 減速比50

圖表 193-1



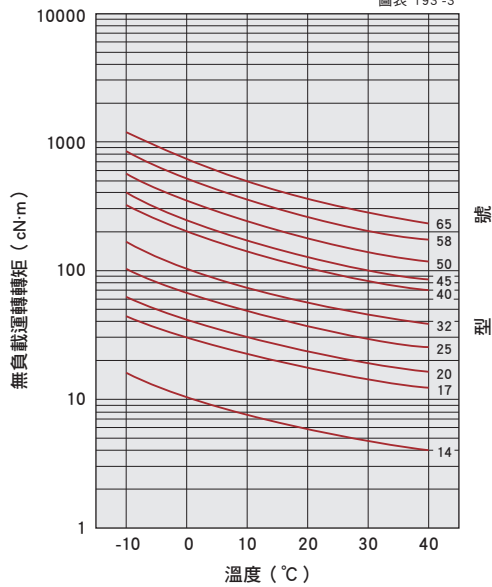
SHF-11 減速比100

圖表 193-2



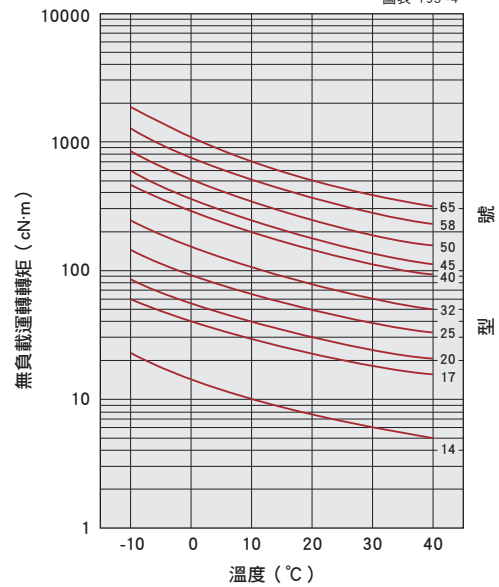
SHG/SHF-14~65 減速比100
輸入轉速 500r/min

圖表 193-3



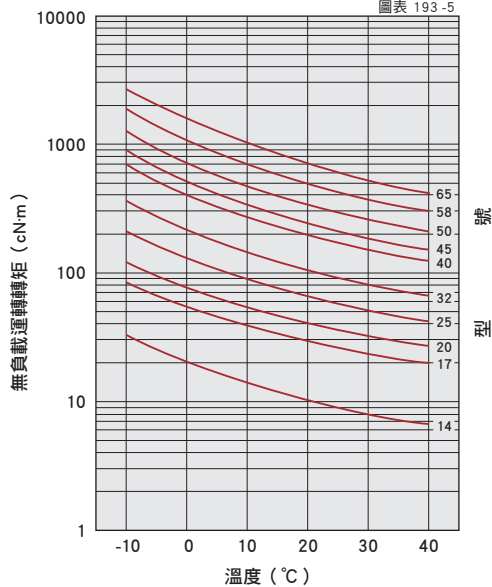
SHG/SHF-14~65 減速比100
輸入轉速 1000r/min

圖表 193-4



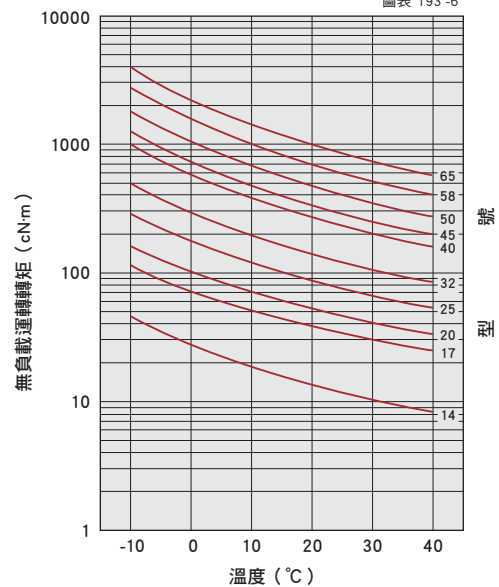
SHG/SHF-14~65 減速比100
輸入轉速 2000r/min

圖表 193-5



SHG/SHF-14~65 減速比100
輸入轉速 3500r/min

圖表 193-6



※本圖表數值為平均值 $\bar{X}$ 。 $\sigma \approx \bar{X} \times 0.2$

效率特性

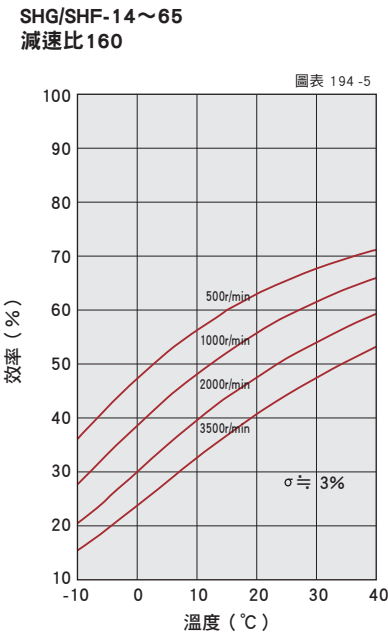
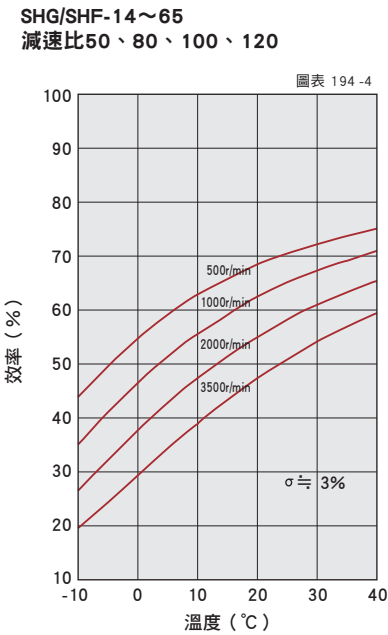
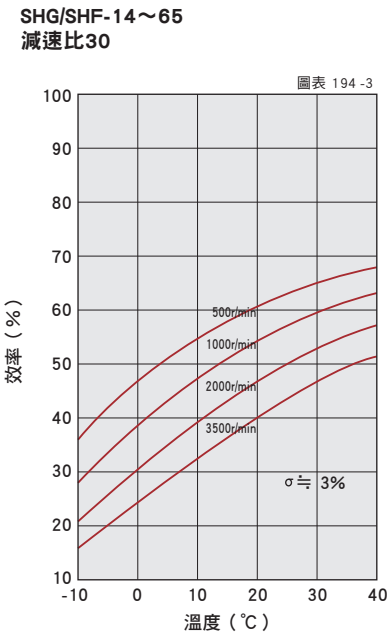
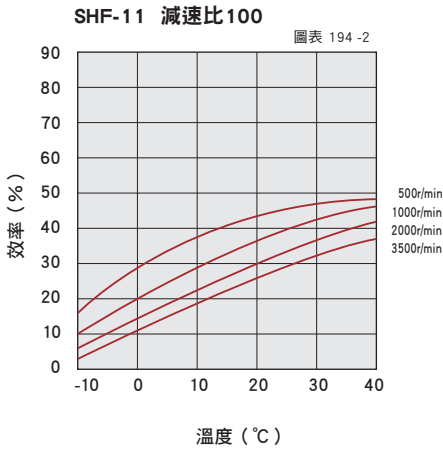
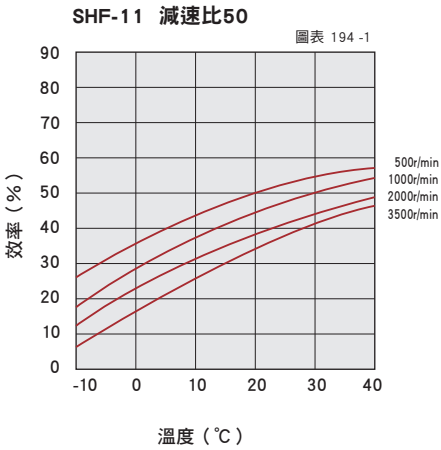
- 效率因下列條件而異。
- 減速比
 - 輸入轉速
 - 負載轉矩
 - 溫度
 - 潤滑條件（潤滑劑種類與使用量）

測量條件

表 194 -1

組裝	以建議組裝精度組裝後測量		
負載轉矩	額定表所示的額定轉矩（180、181 頁）		
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A
		塗佈量	Harmonic 潤滑脂® SK-2 適當塗佈量

■額定轉矩時的效率



※本圖表數值為平均值 $\bar{X}$ 。 $\sigma \cong \bar{X} \times 0.2$

效率修正係數與效率修正量

依據負載轉矩的效率修正係數

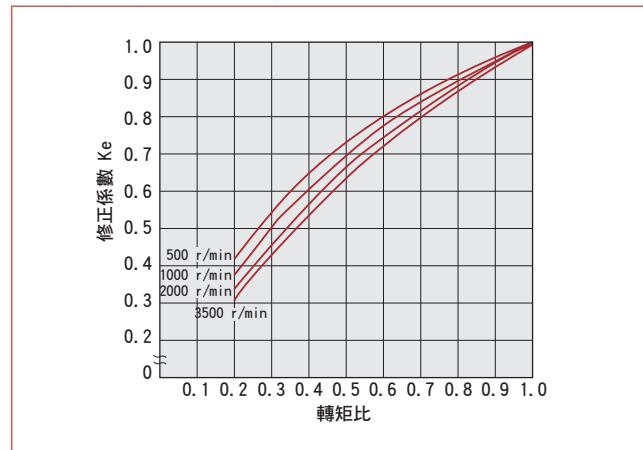
當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。

請依據圖表 195-1 求出修正係數 K_e 。

※ 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e=1$ 。

2UH（中空型）的效率修正係數

圖表 195-1

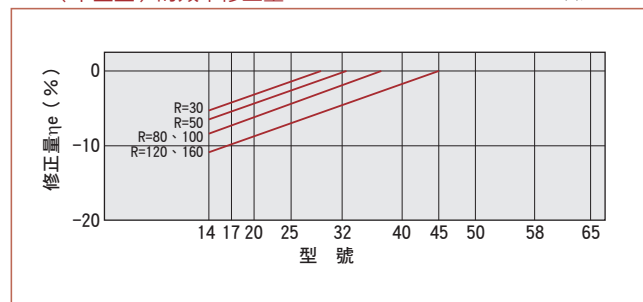


不同型號的效率修正量

模組型的輸入端裝有支撐軸承、油封。這些的影響程度會因型號而異。請依據圖表 195-2 計算出不同型號額定轉矩時的效率修正量 η_e 。

2UH（中空型）的效率修正量

圖表 195-2



效率修正公式

請由下列公式計算出「負載轉矩的效率修正係數」與「型號的效率修正量」產生的效率。

公式

公式 195-1

$$\text{效率} \eta = K_e \times (\eta_R + \eta_e)$$

公式的記號

表 195-1

η	效率	——
K_e	效率修正係數	參閱圖表 195-1
η_R	額定轉矩時的效率	參閱圖表 194-1 ~ 194-5
η_e	效率修正量	參閱圖表 195-2

中空型(2UH)的連續運轉時間

中空型(2UH)會受輸入軸（高速旋轉側）上使用的油封、支撐軸承的影響而使內部溫度上升。連續運轉時請在表 195-2 所示運轉時間內運轉。

表 195-2 的運轉時間是依照在右述的設定條件下，當模組內部溫度 80°C，油封部溫度上升至 100°C 為止的時間而決定。連續運轉時，敬請考慮勿超過上述溫度。

超過上述溫度時，需要檢討下述內容，請洽詢本公司。

- 變更潤滑劑的更換時期
- 變更潤滑劑
- 針對模組內部壓力上升時採取潤滑劑滲漏對策
- 針對油封部的熱劣化採取對策

設定條件

表 195-2

使用溫度	25°C（大氣）
輸入轉速	2000 r/min
模組設置	固定彈性齒杯側，輸出剛性齒輪側

連續運轉時間

表 195-3

型號	運轉時間	無負載運轉時 連續運轉時間（分鐘）	額定負載時 連續運轉時間（分鐘）
11		90	60
14		90	60
17		90	60
20		90	60
25		60	45
32		45	35
40		40	30
45		35	25
50		30	20
58		20	15
65		15	10

※ 依據使用條件不同，上述連續運轉時間會有很大的差異，敬請洽詢本公司。

中空型 (2UH) 輸入部的容許負載

中空型的中空輸入部是由 2 個單列深溝軸承所支撐。為充分發揮模組型的性能，請確認施加在輸入部上的負重。

圖 196-1 為軸承的支撐點。『a』『b』尺寸請參閱表 196-1。此外，下方圖表 196-1、196-2 則顯示不同型號的最大容許徑向負載與推力負載的關係。

圖表 196-1、196-2 的值是在平均輸入轉速 2000r/min、基本額定壽命 $L_{10}=7000h$ 時的值。

例：在 SHF-40-2UH 的中空輸入部上施加 500N 的推力負載 (F_a) 時，容許最大徑向負載 (F_r) 的值為 400N。

輸入部的軸承規格

表 196-1

型號	軸承 A			軸承 B			a (mm)	b (mm)	最大徑向負載 F_r (N)
	型號	基本動額定負載	基本靜額定負載	型號	基本動額定負載	基本靜額定負載			
		C_r (N)	C_{or} (N)		C_r (N)	C_{or} (N)			
11	6804ZZ	4000	2470	6704ZZ	1400	720	25.7	15.5	—
14	6804ZZ	4000	2470	6804ZZ	4000	2470	27	16.5	230
17	6805ZZ	4300	2950	6805ZZ	4300	2950	29	17.5	250
20	6806ZZ	4500	3450	6806ZZ	4500	3450	27	15.5	275
25	6808ZZ	4900	4350	6808ZZ	4900	4350	29.5	16.5	250
32	6909ZZ	14100	10900	6809ZZ	5350	5250	33	23	770
40	6912ZZ	16400	14300	6812ZZ	11500	10900	39.5	27.5	1060
45	6913ZZ	17400	16100	6813ZZ	11900	12100	44	28.5	900
50	6915ZZ	24400	22600	6815ZZ	12500	13900	49	31.5	1370
58	6917ZZ	32000	29600	6817ZZ	18700	20000	56.2	36.5	1720
65	6920ZZ	42500	36500	6820ZZ	19600	21200	67	44.5	2300

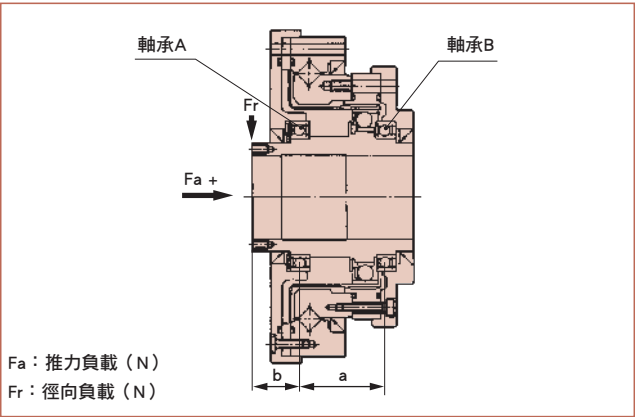


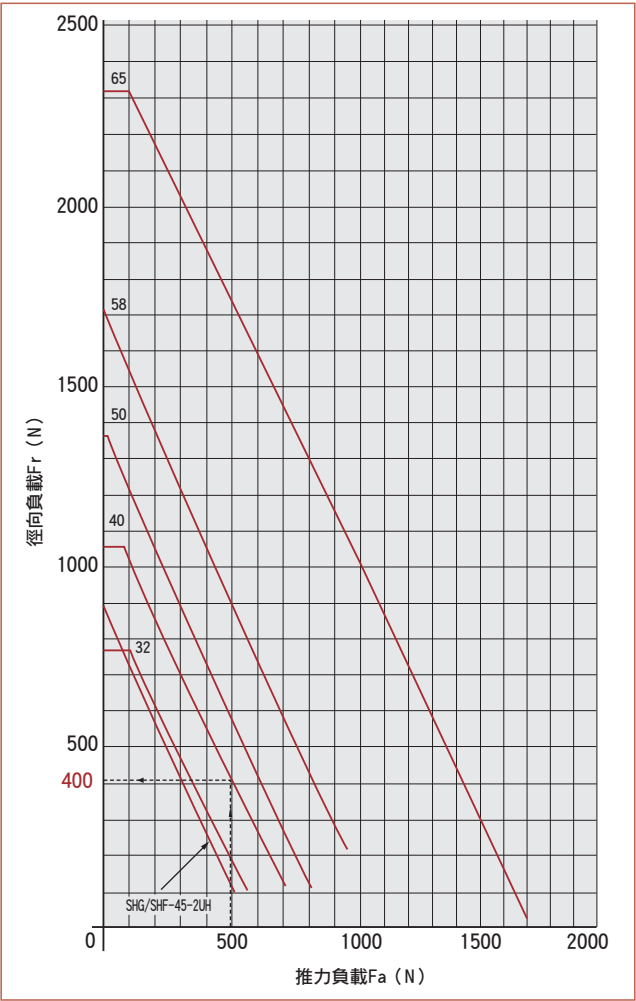
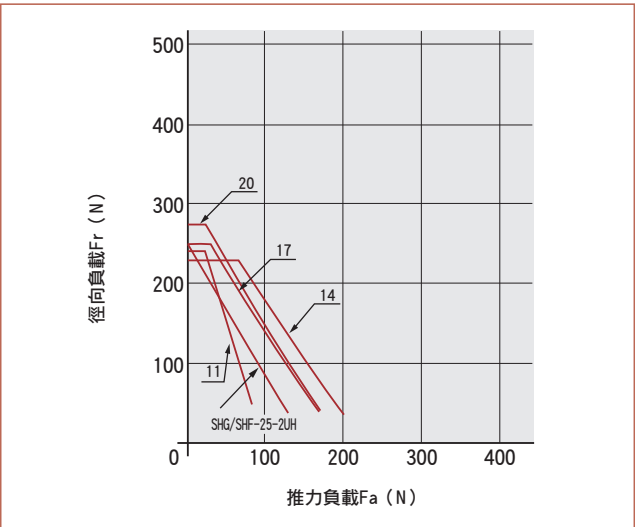
圖 196-1

型號 32 ~ 65

圖表 196-2

型號 11 ~ 25

圖表 196-1



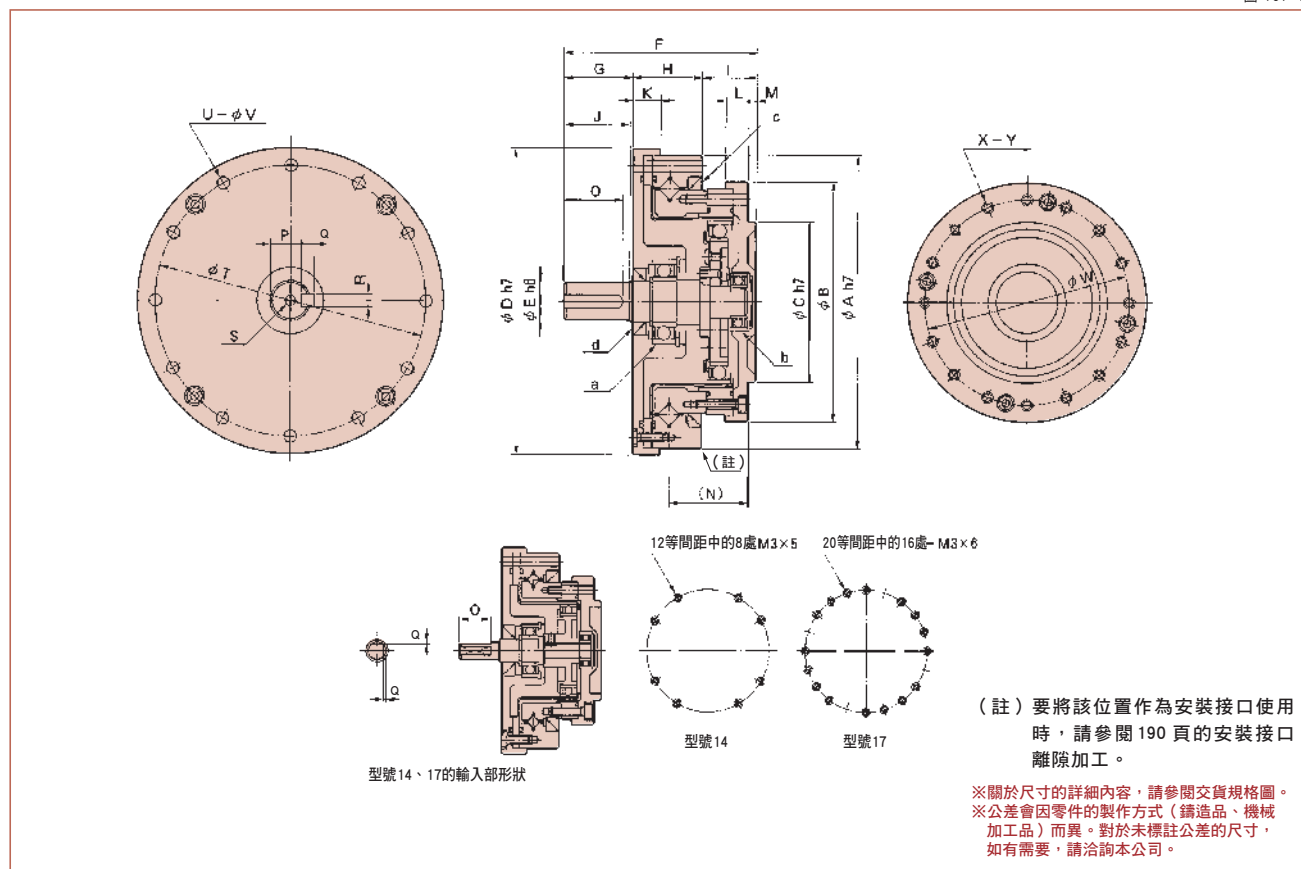
技術資料 輸入軸型 (2UJ)

輸入軸型 (2UJ) 外觀圖

本產品的 CAD 數據 (DXF) 可由本公司官網下載。

URL : <https://www.hds.co.jp/>

圖 197-1



輸入軸型 (2UJ) 尺寸表

表 197-1
單位: mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
φA h7		70	80	90	110	142	170	190	214	240	276
φB		54	64	75	90	115	140	160	175	201	221
φC h7		36	45	50	60	85	100	120	130	150	160
φD h7		74	84	95	115	147	175	195	220	246	284
φE h6		6	8	10	14	14	16	19	22	22	25
F		50.5	56	63.5	72.5	84.5	100	108	121	133	156
G		15	17	21	26	26	31	31	37	37	42
H		20.5	23	25	26	32	38	42	45	52	56.5
I		15	16	17.5	20.5	26.5	31	35	39	44	57.5
J		14	16	20	25	25	30	30	35	35	40
K		9	10	10.5	10.5	12	14	15	16	17	18
L		8	8.5	9	8.5	9.5	13	12	12	15	19.5
M		2.5	3	3	3	5	5	7	7	7	12
N		21.7	23.9	25.5	29.6	36.4	44	47.5	52.5	62.2	72
O		11	12	16.5	22.5	22.5	27.5	28	33	33	39
P		—	—	8.2 ⁰ _{-0.1}	11 ⁰ _{-0.1}	11 ⁰ _{-0.1}	13 ⁰ _{-0.1}	15.5 ⁰ _{-0.1}	18.5 ⁰ _{-0.1}	18.5 ⁰ _{-0.1}	21 ⁰ _{-0.1}
Q		0.5	0.5	3 ⁰ _{-0.025}	5 ⁰ _{-0.030}	5 ⁰ _{-0.030}	5 ⁰ _{-0.030}	6 ⁰ _{-0.030}	6 ⁰ _{-0.030}	6 ⁰ _{-0.030}	7 ⁰ _{-0.036}
R		—	—	3 ⁰ _{-0.025}	5 ⁰ _{-0.030}	5 ⁰ _{-0.030}	5 ⁰ _{-0.030}	6 ⁰ _{-0.030}	6 ⁰ _{-0.030}	6 ⁰ _{-0.030}	8 ⁰ _{-0.036}
S		—	—	M3×6	M5×10	M5×10	M5×10	M6×12	M6×12	M6×12	M8×16
φT		64	74	84	102	132	158	180	200	226	258
U		8	12	12	12	12	12	18	12	16	16
φV		3.5	3.5	3.5	4.5	5.5	6.6	6.6	9	9	11
φW		44	54	62	77	100	122	140	154	178	195
X		12等間距中8處	20等間距中16處	16	16	16	16	12	16	12	16
Y		M3×5	M3×6	M3×6	M4×7	M5×8	M6×10	M8×10	M8×11	M10×15	M10×15
		φ3.5×11.5	φ3.5×12	φ3.5×13.5	φ4.5×15.5	φ5.5×20.5	φ6.6×25	φ9×28	φ9×30	φ11×35	φ11×42.5
a		698 ZZ	6900 ZZ	6902 ZZ	6002 ZZ	6004 ZZ	6006 ZZ	6206 ZZ	6207 ZZ	6208 ZZ	6209 ZZ
b		695 ZZ	697 ZZ	698 ZZ	6900 ZZ	6902 ZZ	6003 ZZ	6004 ZZ	6005 ZZ	6006 ZZ	6007 ZZ
c		D49585	D59685	D69785	D84945	D1101226	D1321467	D1521707	D1681868	D1932129	D21623811
d		G8184	D10205	D15255	D15255	D20355	D30457	D30457	D35557	D40607	D45607

輸入軸型(2UJ)質量

表 198-1
單位: kg

記號	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
質量 (kg)		0.66	0.94	1.38	2.1	4.4	7.3	9.8	13.9	19.4	26.5

輸入軸型(2UJ)慣性力矩

表 198-2

記號	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
慣性力矩	I $\times 10^{-4} \text{kg}\cdot\text{m}^2$	0.025	0.059	0.137	0.320	1.20	3.41	5.80	9.95	20.5	35.5
	J $\times 10^{-5} \text{kgf}\cdot\text{ms}^2$	0.026	0.060	0.140	0.327	1.22	3.48	5.92	10.2	20.9	36.2

輸入軸型(2UJ)起動轉矩 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異, 僅作參考值之用。

表 198-3
單位: cN·m

■ SHG 系列		型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
減速比	50		5.7	9.7	14	22	41	72	94	—	—	—
	80		4.4	7.2	11	15	29	52	68	88	125	163
	100		3.7	6.5	9.9	14	27	47	60	80	113	147
	120		—	6.2	9.3	13	24	44	55	74	105	137
	160		—	—	8.6	12	23	39	50	66	94	122

■ SHF 系列		型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58
減速比	30		6.8	11	19	26	63	—	—	—	—
	50		5.7	9.7	14	22	41	72	94	125	178
	80		4.4	7.2	11	15	29	52	68	88	125
	100		3.7	6.5	9.9	14	27	47	60	80	113
	120		—	6.2	9.3	13	24	44	55	74	105
	160		—	—	8.6	12	23	39	50	66	94

輸入軸型(2UJ)加速起動轉矩 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異, 僅作參考值之用。

表 198-5
單位: N·m

■ SHG 系列		型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
減速比	50		3.4	5.8	8.4	13	25	43	56	—	—	—
	80		4.2	6.9	10	15	28	50	65	85	120	154
	100		4.5	7.8	12	17	33	56	72	96	135	176
	120		—	8.9	13	19	34	63	79	106	151	198
	160		—	—	17	23	43	75	96	126	181	235

■ SHF 系列		型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58
減速比	30		3.5	5.9	10	16	31	—	—	—	—
	50		3.4	5.8	8.4	13	25	43	56	75	107
	80		4.2	6.9	10	15	28	50	65	85	120
	100		4.5	7.8	12	17	33	56	72	96	135
	120		—	8.9	13	19	34	63	79	106	151
	160		—	—	17	23	43	75	96	126	181

無負載運轉轉矩

無負載運轉轉矩係指無負載狀態下, 驅動 Harmonic Drive® 所必要的輸入端 (高速軸端) 的轉矩。

測量條件

表 198-7

減速比 100			
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A Harmonic 潤滑脂® SK-2
		塗佈量	適當塗佈量
轉矩值為輸入 2000r/min 經 2 小時以上磨合運轉後的數值			

■ 減速比別修正量

模組型的無負載運轉轉矩會因減速比而變化。圖表 199-1 ~ 199-4 為減速比 100 時的數值。

關於其他減速比, 請加上表 198-8 所示修正量後計算。

附輸入軸型的無負載運轉轉矩修正量

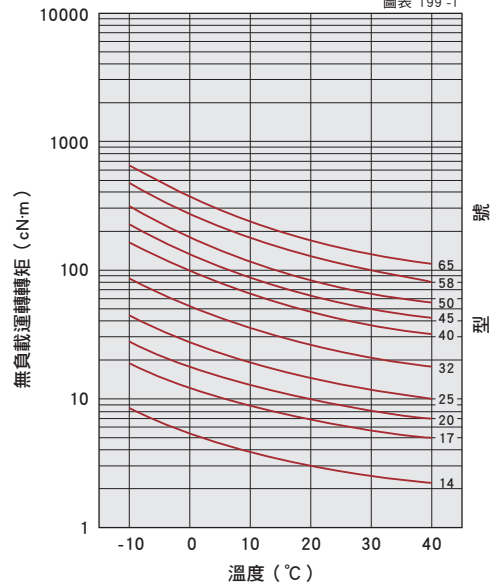
表 198-8
單位: cN·m

減速比 型號	30	50	80	120	160
14	+2.6	+1.1	+0.2	—	—
17	+4.1	+1.8	+0.4	-0.2	—
20	+5.9	+2.6	+0.5	-0.4	-0.8
25	+9.6	+4.2	+0.8	-0.6	-1.3
32	+18.3	+8.0	+1.5	-1.1	-2.5
40	—	+13.3	+2.4	-1.7	-4.0
45	—	+18.2	+3.3	-2.4	-5.5
50	—	+23.9	+4.3	-3.1	-7.2
58	—	+34.6	+6.2	-4.4	-10.3
65	—	—	+8.1	-5.8	-13.7

■減速比 100 的無負載運轉轉矩

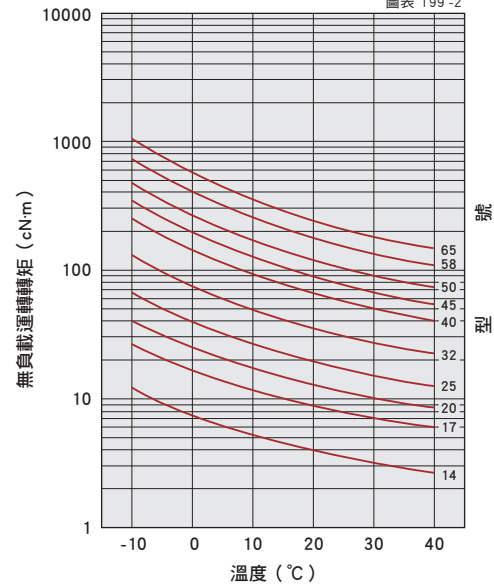
輸入轉速 500r/min

圖表 199-1



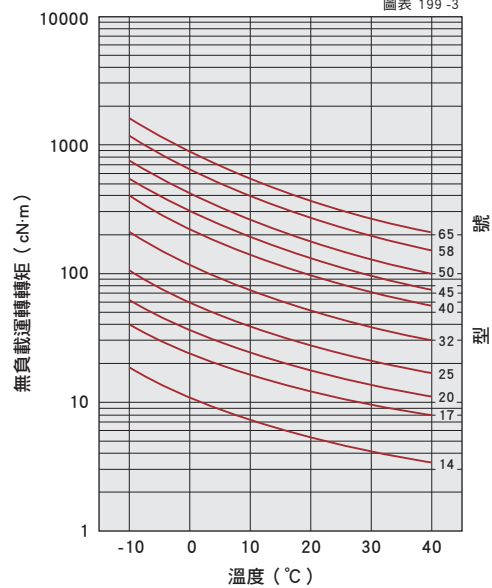
輸入轉速 1000r/min

圖表 199-2



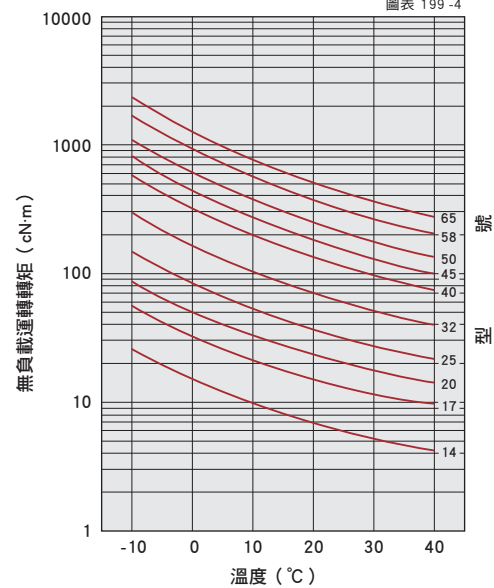
輸入轉速 2000r/min

圖表 199-3



輸入轉速 3500r/min

圖表 199-4

※本圖表數值為平均值 $\bar{X}$ 。 $\sigma \approx \bar{X} \times 0.2$

效率特性

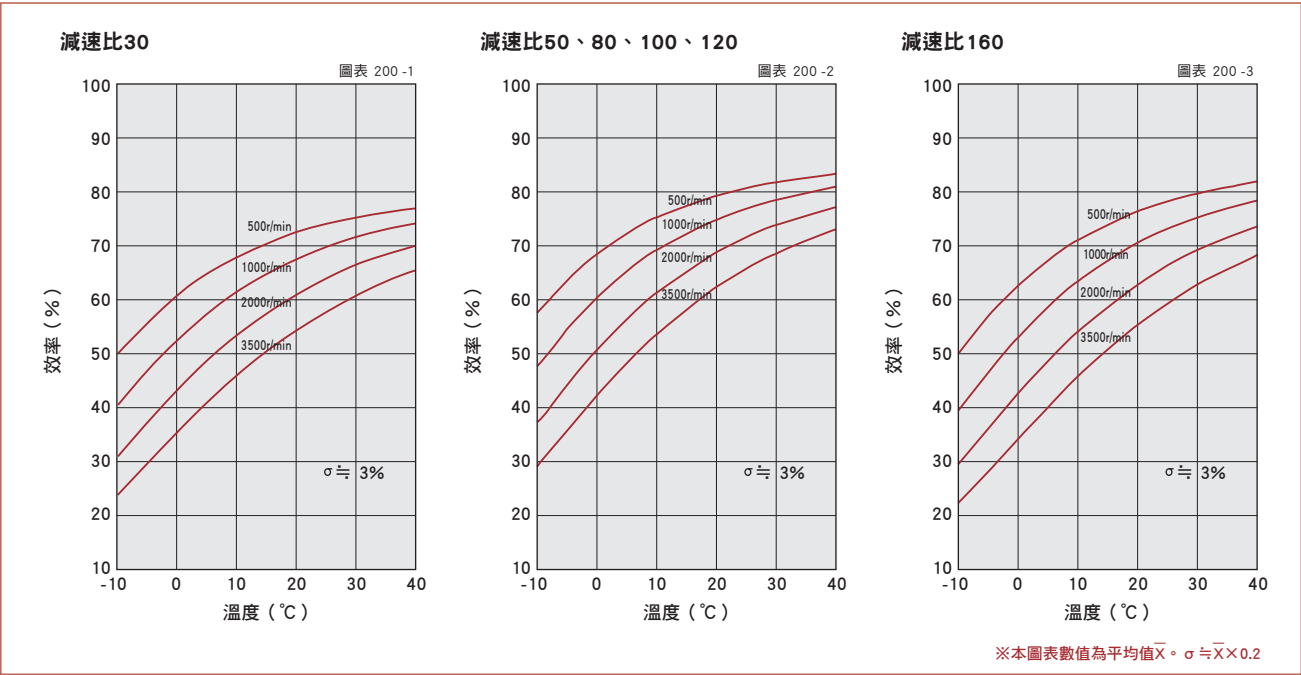
- 效率因下列條件而異。
- 減速比
- 輸入轉速
- 負載轉矩
- 溫度
- 潤滑條件（潤滑劑種類與使用量）

測量條件

表 200 -1

組裝	以建議組裝精度組裝後測量		
負載轉矩	額定表所示的額定轉矩（180、181 頁）		
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A
		塗佈量	Harmonic 潤滑脂® SK-2 適當塗佈量

■額定轉矩時的效率



■效率修正係數與效率修正量

依據負載轉矩的效率修正係數

當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。

請依據圖表 200-1 求出修正係數 K_e 。

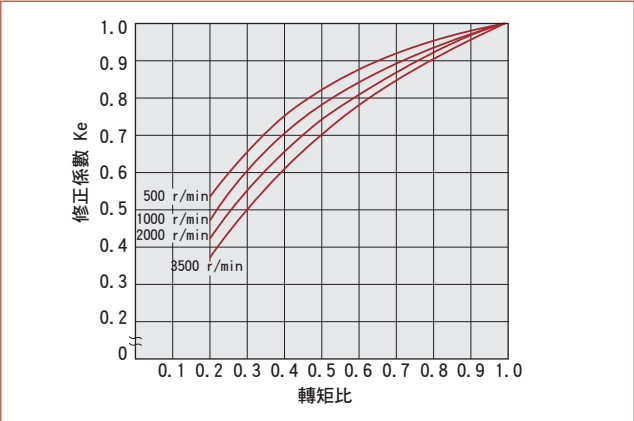
※ 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e=1$ 。

不同型號的效率修正量

模組型的輸入端裝有支撐軸承、油封。這些的影響程度會因型號而異。不同型號額定轉矩時的效率修正量 η_e ，請依據圖表 200-2 求出。

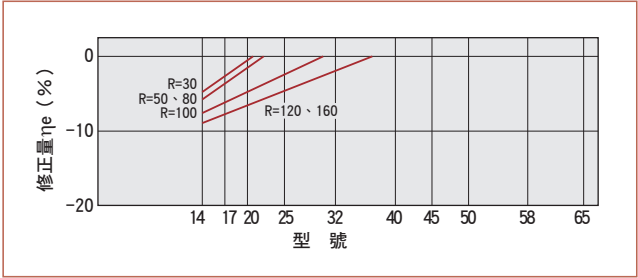
2UJ（輸入軸型）的效率修正係數

圖表 200 -4



2UJ（輸入軸型）的效率修正量

圖表 200 -5



效率修正公式

請由下列公式計算出「負載轉矩的效率修正係數」與「型號的效率修正量」產生的效率。

公式

公式 200 -1

效率 $\eta=K_e \times (\eta_R + \eta_e)$

公式的記號

表 200 -2

η	效率	——
K_e	效率修正係數	參閱圖表 200-1
η_R	額定轉矩時的效率	參閱圖表 200-1 ~ 200-3
η_e	效率修正量	參閱圖表 200-2

輸入軸型(2UJ)輸入軸的容許負載

附輸入軸型的輸入軸是由 2 個單列深溝軸承所支撐。
為充分發揮模組型的性能，請確認施加在輸入軸上的負重。
圖 201-1 為軸承的支撐點。『a』『b』尺寸請參閱表 201-1。此外，
下方圖表 201-1、201-2 則顯示不同型號的最大容許徑向負載與推力負載的關係。
圖表 201-1、201-2 的值是在平均輸入轉速 2,000r/min、基本額定壽命 $L_{10}=7,000h$ 時的值。

例：在 SHF-45-2UJ 的輸入軸上施加 500N 的推力負載 (F_a) 時，容許最大徑向負載 (F_r) 的值為 400N。
※ 在結構上，當輸入軸上施加外力時則朝軸向方向動，這並非異常。

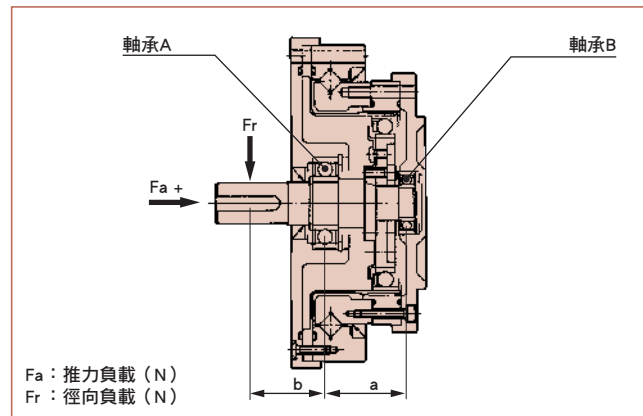
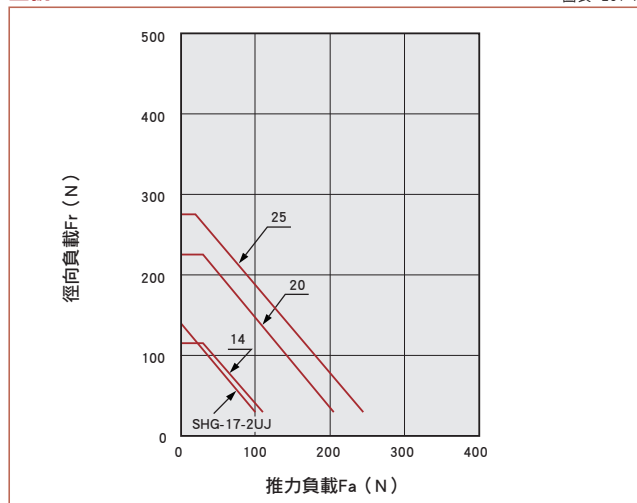


表 201-1

型號	型號	軸承 A		型號	軸承 B		a (mm)	b (mm)	最大徑向負載 F_r (N)
		基本動額定負載 C_r (N)	基本靜額定負載 C_{or} (N)		基本動額定負載 C_r (N)	基本靜額定負載 C_{or} (N)			
14	698ZZ	2240	910	695ZZ	1080	430	21.0	17.0	115
17	6900ZZ	2700	1270	697ZZ	1610	710	23.5	19.0	140
20	6902ZZ	4350	2260	698ZZ	2240	910	26.5	21.5	225
25	6002ZZ	5600	2830	6900ZZ	2700	1270	28.0	25.5	275
32	6004ZZ	9400	5000	6902ZZ	4350	2260	36.0	27.0	505
40	6006ZZ	13200	8300	6003ZZ	6000	3250	43.0	32.5	705
45	6206ZZ	19500	11300	6004ZZ	9400	5000	47.5	34.5	1060
50	6207ZZ	25700	15300	6005ZZ	10100	5850	53.0	39.0	1290
58	6208ZZ	29100	17900	6006ZZ	13200	8300	62.5	40.0	1665
65	6209ZZ	31500	20400	6007ZZ	16000	10300	79.0	43.0	1915

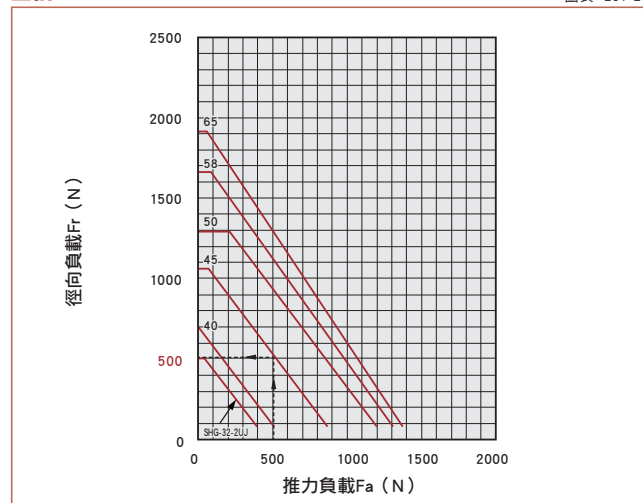
型號 14 ~ 25

圖表 201-1



型號 32 ~ 65

圖表 201-2



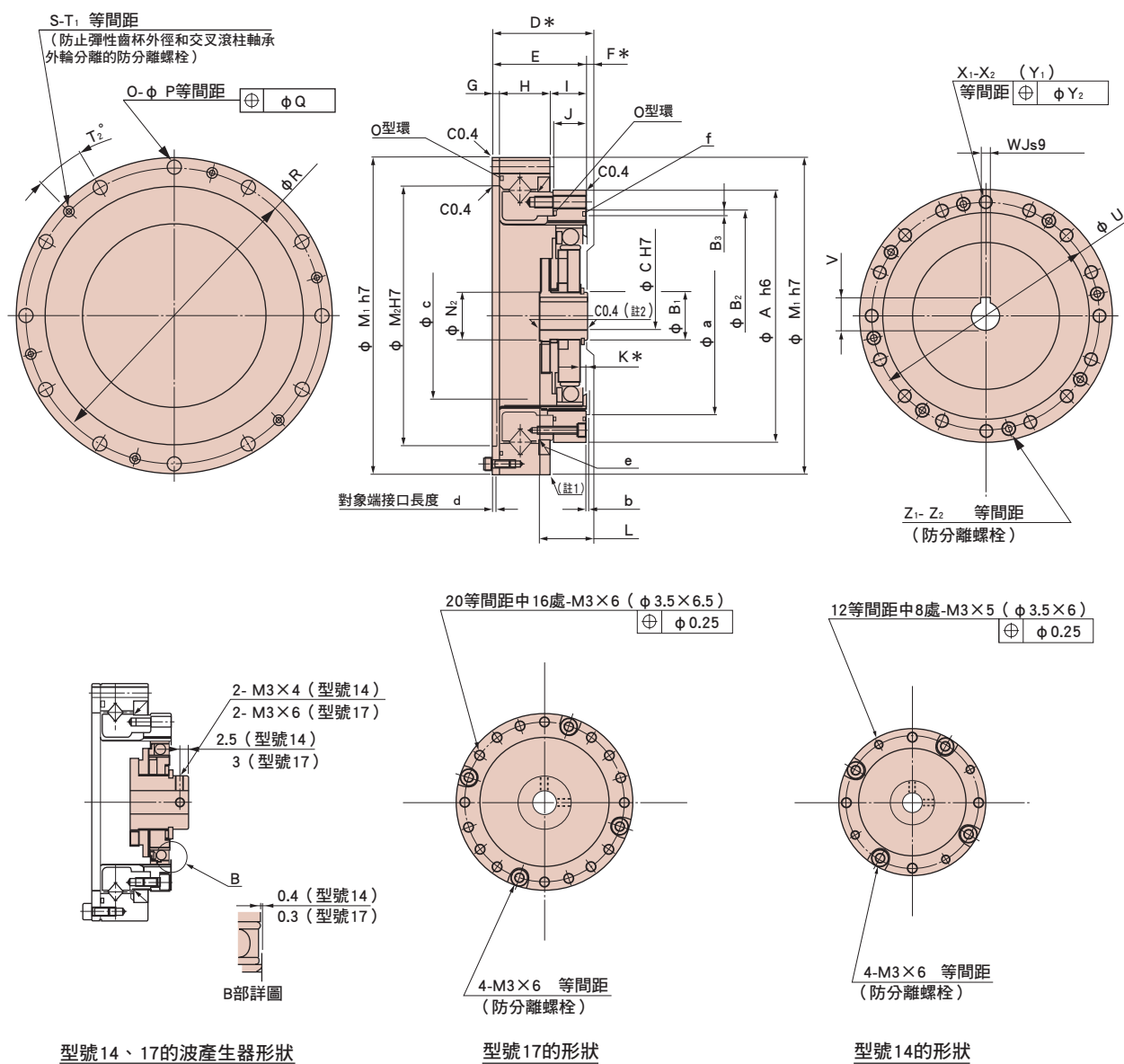
技術資料 簡易模組型 (2SO、2SH)

簡易模組型(2SO)外觀圖

本產品的 CAD 數據 (DXF) 可由本公司官網下載。

URL : <https://www.hds.co.jp/>

202-1



(註) 1.要將該位置作為安裝接口使用時，請參閱 190 頁的安裝接口離隙加工。

2.型號14為C0.5

※關於尺寸的詳細內容，請參閱交貨規格圖。

※關於波產生器的形狀，請配合084頁圖084-2參考。

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

※請注意勿拆卸防分離螺栓。

簡易模組型(2SO)尺寸表

表 203-1
單位: mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
φA h6		50	60	70	85	110	135	155	170	195	215
φB ₁		14	18	21	26	26	32	32	32	40	48
φB ₂		—	—	—	—	—	—	128	141	163	180.4
φB ₃		—	—	—	—	—	—	2.7	2.7	2.7	2.7
φC	標準 (H7)	6	8	9	11	14	14	19	19	22	24
	最大尺寸	8	10	13	15	16	20	20	20	25	30
D *	SHF 系列	28.5 ⁰ _{-0.8}	32.5 ⁰ _{-0.9}	33.5 ⁰ _{-1.0}	37 ⁰ _{-1.1}	44 ⁰ _{-1.1}	53 ⁰ _{-1.1}	58 ⁰ _{-1.2}	64 ⁰ _{-1.3}	75.5 ⁰ _{-1.3}	—
	SHG 系列	28.5 ⁰ _{-0.4}	32.5 ⁰ _{-0.4}	33.5 ⁰ _{-0.4}	37 ⁰ _{-0.5}	44 ⁰ _{-0.6}	53 ⁰ _{-0.6}	58 ⁰ _{-0.6}	64 ⁰ _{-0.7}	75.5 ⁰ _{-0.7}	83 ⁰ _{-0.7}
E		23.5	26.5	29	34	42	51	56.5	63	73	81.5
F *		5	6	4.5	3	2	2	1.5	1	2.5	1.5
G		2.4	3	3	3.3	3.6	4	4.5	5	5.8	6.5
H		14.1	16	17.5	18.7	23.4	29	32	34	40.2	43
I		7	7.5	8.5	12	15	18	20	24	27	32
J		6	6.5	7.5	10	14	17	19	22	25	29
K *	SHF 系列	0.4	0.3	0.1	2.1	2.5	3.3	3.7	4.2	4.8	—
	SHG 系列	1.4	1.6	1.5	3.5	4.2	5.6	6.3	7	8.2	9.5
L	SHF 系列	17.6 ⁰ _{-0.1}	19.5 ⁰ _{-0.1}	20.1 ⁰ _{-0.1}	20.2 ⁰ _{-0.1}	22 ⁰ _{-0.1}	27.5 ⁰ _{-0.1}	27.9 ⁰ _{-0.1}	32 ⁰ _{-0.1}	34.9 ⁰ _{-0.1}	—
	SHG 系列	18.5 ⁰ _{-0.1}	20.7 ⁰ _{-0.1}	21.5 ⁰ _{-0.1}	21.6 ⁰ _{-0.1}	23.6 ⁰ _{-0.1}	29.7 ⁰ _{-0.1}	30.5 ⁰ _{-0.1}	34.8 ⁰ _{-0.1}	38.3 ⁰ _{-0.1}	44.6 ⁰ _{-0.1}
φM ₁ h7		70	80	90	110	142	170	190	214	240	276
φM ₂ H7		48	60	70	88	114	140	158	175	203	232
φN ₂		—	—	—	—	—	32	—	32	—	48
O		8	12	12	12	12	12	18	12	16	16
φP		3.5	3.5	3.5	4.5	5.5	6.6	6.6	9	9	11
φQ		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
φR		64	74	84	102	132	158	180	200	226	258
S		2	4	4	4	4	6	6	6	8	8
T ₁		M3×6	M3×6	M3×8	M3×8	M4×8	M4×10	M4×8	M5×12	M5×12	M6×16
T ₂ (角度)		22.5°	15°	15°	15°	15°	15°	10°	15°	11.25°	11.25°
φU		44	54	62	77	100	122	140	154	178	195
V		—	—	10.4	12.8	16.3	16.3	21.8	21.8	24.8	27.3
W Js9		—	—	3	4	5	5	6	6	6	8
X ₁	12 等間距中 8 處	20 等間距中 16 處	16	16	16	16	16	12	16	12	16
X ₂		M3×5	M3×6	M3×6	M4×7	M5×8	M6×10	M8×10	M8×11	M10×15	M10×15
Y ₁		φ3.5×6	φ3.5×6.5	φ3.5×7.5	φ4.5×10	φ5.5×14	φ6.6×17	φ9×19	φ9×22	φ11×25	φ11×29
Y ₂		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5
Z ₁		4	4	4	4	4	4	4	8	6	8
Z ₂		M3×6	M3×6	M3×8	M3×10	M4×16	M5×20	M5×20	M5×25	M6×25	M6×30
機殼內壁	φa	38	45	53	66	86	106	119	133	154	172
	b	1	1	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2.5	2.5
	φc	31	38	45	56	73	90	101	113	131	150
d		1.7	2.1	2	2	2	2	2.3	2.5	2.9	3.5
e		D49585	D59685	D69785	D84945	D1101226	D1321467	D1521707	D1681868	D1932129	D21623811
f		—	—	—	—	—	—	d1 121.5 d2 2.0	S135	d1 157.0 d2 2.0	S175

● 下述尺寸可變更或追加加工。

波產生器：尺寸 C
 彈性齒杯：尺寸 O、P
 剛性齒輪：尺寸 X₁、X₂

- * 記號的尺寸 D、F、K 尺寸為構成 Harmonic Drive® 三項零件（波產生器、彈性齒杯、剛性齒輪）軸方向的配合位置及容許公差。請務必遵守上述尺寸，以免影響性能、強度。
- 型號 14 ~ 40 的剛性齒輪上沒有密封用的 O 型環溝（記號：f），因此在設計、安裝時請充分採取密封對策。
- 由於彈性齒杯會彈性變形，為了避免與機殼接觸，內壁的尺寸請保持在 φa、b、φc 以上，且勿超過尺寸 d。
- 產品交貨時，波產生器為已拆卸狀態。

簡易模組型(2SO)質量

表 203-2
單位: kg

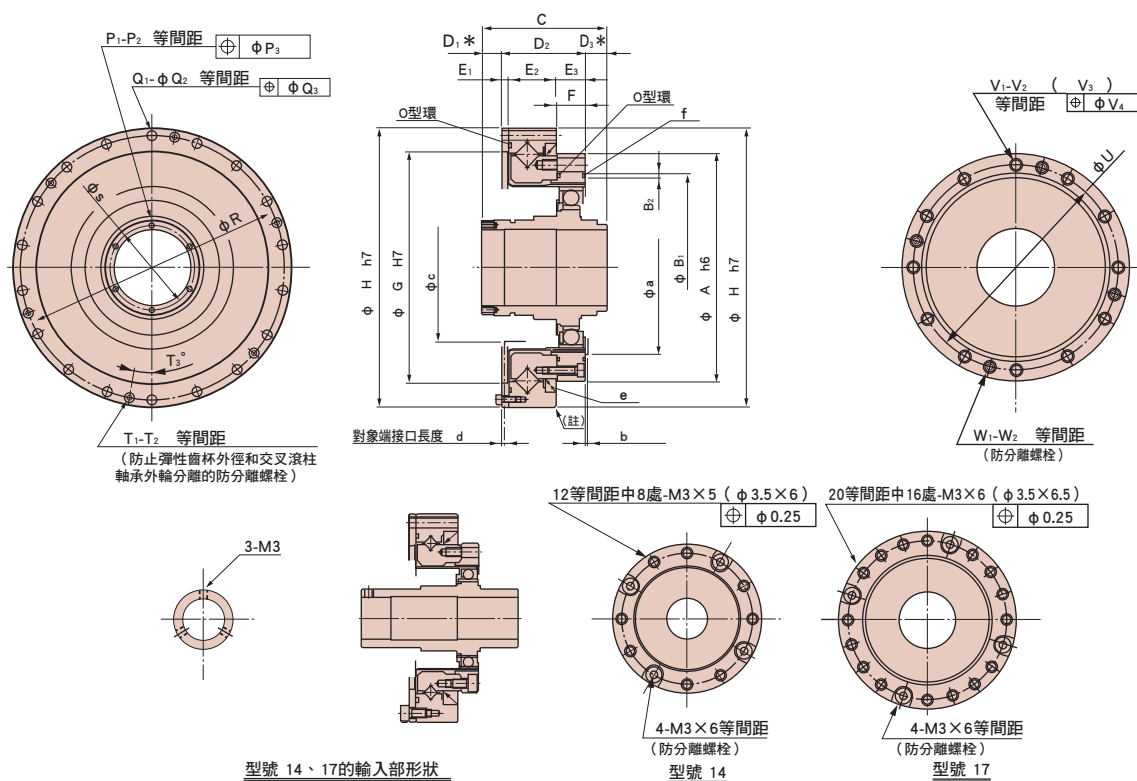
記號	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
質量 (kg)		0.41	0.57	0.81	1.31	2.94	5.1	6.5	9.6	13.5	19.5

簡易模組型(2SH)外觀圖

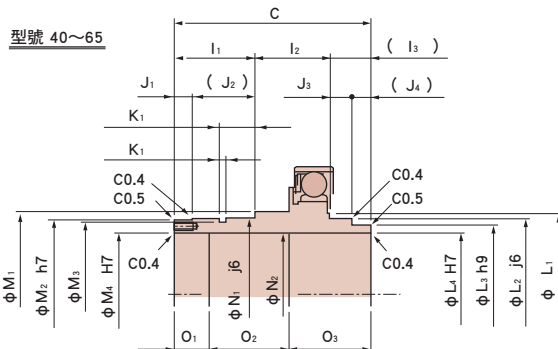
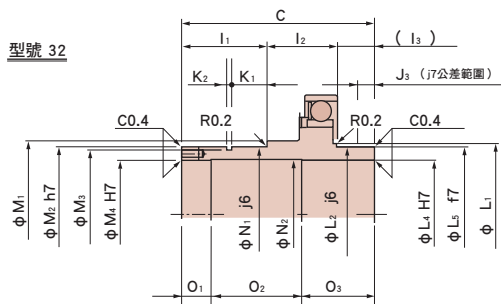
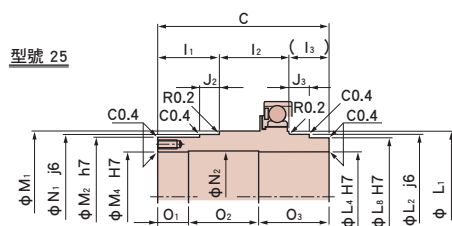
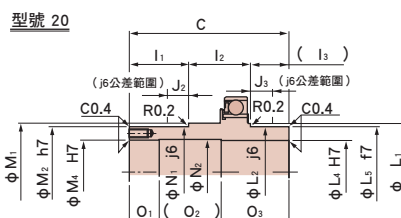
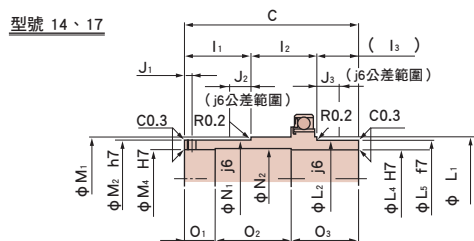
本產品的 CAD 數據 (DXF) 可由本公司官網下載。

URL : <https://www.hds.co.jp/>

圖 204 - 1



各型號的波產生器形狀



(註) 要將該位置作為安裝接口使用時，請參閱190頁的安裝接口離隙加工。

※關於尺寸的詳細內容，請參閱交貨規格圖。
 特別是波產生器的形狀，因各型號皆不同，請務必參閱交貨規格圖內容。(請配合084頁圖084-2參考。)
 ※公差會因零件的製作方式(鑄造品、機械加工)而異。
 對於未標註公差的尺寸，如有需要，請洽詢本公司。
 ※請注意勿拆卸防分離螺栓。

簡易模組型(2SH)尺寸表

表 205-1
單位: mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
φA h6		50	60	70	85	110	135	155	170	195	215
φB ₁		—	—	—	—	—	—	128	141	163	180.4
B ₂		—	—	—	—	—	—	2.7	2.7	2.7	2.7
C		52.5 ⁰ _{-0.1}	56.5 ⁰ _{-0.1}	51.5 ⁰ _{-0.1}	55.5 ⁰ _{-0.1}	65.5 ⁰ _{-0.1}	79 ⁰ _{-0.1}	85 ⁰ _{-0.1}	93 ⁰ _{-0.1}	106 ⁰ _{-0.1}	128 ⁰ _{-0.1}
D ₁ *	SHF	16 ^{+0.8} ₀	16 ^{+0.9} ₀	9.5 ^{+1.0} ₀	10 ^{+1.1} ₀	12 ^{+1.1} ₀	13 ^{+1.1} ₀	13.5 ^{+1.2} ₀	15 ^{+1.3} ₀	16 ^{+1.3} ₀	21 ^{+1.3} ₀
	SHG	16 ^{+0.4} ₀	16 ^{+0.4} ₀	9.5 ^{+0.4} ₀	10 ^{+0.5} ₀	12 ^{+0.6} ₀	13 ^{+0.6} ₀	13.5 ^{+0.6} ₀	15 ^{+0.7} ₀	16 ^{+0.7} ₀	21 ^{+0.7} ₀
D ₂		23.5	26.5	29	34	42	51	56.5	63	73	81.5
D ₃ *		13	14	13	11.5	11.5	15	15	15	17	25.5
E ₁		2.4	3	3	3.3	3.6	4	4.5	5	5.8	6.5
E ₂		14.1	16	17.5	18.7	23.4	29	32	34	40.2	43
E ₃		7	7.5	8.5	12	15	18	20	24	27	32
F		6	6.5	7.5	10	14	17	19	22	25	29
φG H6		48	60	70	88	114	140	158	175	203	232
φH h6		70	80	90	110	142	170	190	214	240	276
波產生器 尺寸	I ₁	20±0.1	21.5±0.1	19±0.1	20±0.1	29±0.1	34±0.1	35±0.1	39.5±0.1	45.3±0.1	54.5±0.1
	I ₂	20±0.1	21.5±0.1	20±0.1	22.5±0.1	23.5±0.1	28±0.1	32.5±0.1	36±0.1	40.7±0.1	—
	I ₃	(12.5)	(13.5)	(12.5)	(13)	(13)	(17)	(17.5)	(17.5)	(20)	—
	J ₁	2.5	2.5	—	—	—	—	8	9	10	14
	J ₂	7	7	7	6.5	—	—	(27)	(30.5)	(35.3)	(40.5)
	J ₃	7	7	7	6.5	—	9.5	9.5	9.5	12.5	11.5
	J ₄	—	—	—	—	—	(7.5)	(8)	(8)	(7.5)	(11.5)
	K ₁	—	—	—	—	13.9	15.1	15.6	18.6	21.1	23.1
	K ₂	—	—	—	—	1.9	2.2	2.7	2.7	3.2	3.1
	φL ₁	22	27	32	42	47	62	69	79	90	106
	φL ₂ j6	20	25	30	40	45	60	65	75	85	100
	φL ₃ h9	—	—	—	38	—	59	59	69	84	96
	φL ₄ H7	14	19	21	29	36	46	52	60	70	80
	φL ₅ f7	20	25	30	—	45	—	—	—	—	—
	φM ₁	22	27	32	42	49	65	70	80	91.5	111
	φM ₂ h7	20	25	30	38	45	59	64	74	84	96
	φM ₃	—	—	—	—	42.5	57	62	72	81.5	96.5
	φM ₄ H7	14	19	21	29	36	46	52	60	70	80
	φN ₁ j6	20	25	30	40	45	60	65	75	85	100
	φN ₂	14.5	19.5	21.5	29.5	36.5	46.5	52.5	60.5	70.5	80.5
	O ₁	10	10	10	10	10	12	15	15	15	20
	O ₂	22.5	24.5	(19.5)	22.5	(30.5)	(35)	35	41	48	54
	O ₃	20	22	22	23	25	32	35	37	43	54
P ₁		3	3	6	6	6	6	6	6	8	6
P ₂		M3	M3	M3×6	M3×6	M3×6	M4×8	M4×8	M4×8	M4×8	M5×10
φP ₃		—	—	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Q ₁		8	12	12	12	12	12	18	12	16	16
φQ ₂		3.5	3.5	3.5	4.5	5.5	6.6	6.6	9	9	11
φQ ₃		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
φR		64	74	84	102	132	158	180	200	226	258
φS		—	—	25.5	33.5	40.5	52	58	67	77	88
T ₁		2	4	4	4	4	6	6	6	8	8
T ₂		M3×6	M3×6	M3×8	M3×8	M4×8	M4×10	M4×10	M5×12	M5×12	M6×16
T ₃ (角度)		22.5°	15°	15°	15°	15°	15°	10°	15°	11.25°	11.25°
φU		44	54	62	77	100	122	140	154	178	195
V ₁		12等間距中8處	20等間距中16處	16	16	16	16	12	16	12	16
V ₂		M3×5	M3×6	M3×6	M4×7	M5×8	M6×10	M8×10	M8×11	M10×15	M10×15
V ₃		φ3.5×6	φ3.5×6.5	φ3.5×7.5	φ4.5×10	φ5.5×14	φ6.6×17	φ9×19	φ9×22	φ11×25	φ11×29
V ₄		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5
W ₁		4	4	4	4	4	4	4	8	6	8
W ₂		M3×6	M3×6	M3×8	M3×10	M4×16	M5×20	M5×20	M5×25	M6×25	M6×30
機殼內壁	φa	38	45	53	66	86	106	119	133	154	172
	b	1	1	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2.5	2.5
	φc	31	38	45	56	73	90	101	113	131	150
d		1.7	2.1	2	2	2	2	2.3	2.5	2.9	3.5
e		D49585	D59685	D69785	D84945	D1101226	D1321467	D1521707	D1681868	D1932129	D21623811
f		—	—	—	—	—	—	d1 121.5 d2 2.0	S135	d1 157.0 d2 2.0	S175

●由於彈性齒杯會彈性變形，為了避免與機殼接觸，內壁的尺寸請保持在 φa、b、φc 以上，且勿超過尺寸 d。

●* 記號的尺寸 D₁、D₂ 為構成 Harmonic Drive® 三項零件 (波產生器、彈性齒杯、剛性齒輪) 軸方向的配合位置及容許公差。請務必遵守上述尺寸，以免影響性能、強度。

●型號 14 ~ 40 的剛性齒輪上沒有密封用的 O 型環溝 (記號: f)，因此在設計、安裝時請充分採取密封對策。

●產品交貨時，波產生器為已拆卸狀態。

簡易模組型(2SH)質量

表 206-1
單位: kg

型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
質量 (kg)	0.45	0.63	0.89	1.44	3.1	5.4	6.9	10.2	14.1	20.9

潤滑

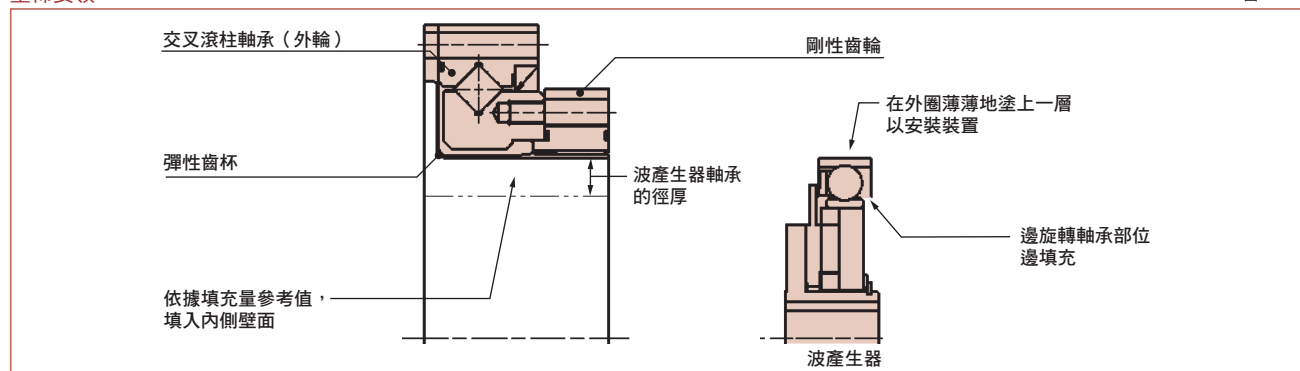
簡易模組型的標準潤滑方式為潤滑脂潤滑。潤滑劑的詳情，請參閱 016 頁「技術資料」內容。

塗佈要領

簡易模組型出貨時交叉滾柱軸承的外輪及彈性齒杯為暫時固定。
除齒槽以外並未封入潤滑脂，因此請依照下述塗佈要領塗佈潤滑脂。

塗佈要領

圖 206-1



塗佈量

表 206-2
單位: g

型號	14	17	20	25	32	40	45	50	58	65
水平使用	5.8	11	18	32	64	120	185	235	385	495
垂直使用										
輸出軸朝上	7.5	13	19	37	74	130	200	255	400	530
輸出軸朝下	8.9	15	22	42	84	150	230	290	480	630

潤滑脂更換時期

潤滑脂的性能會大幅影響 Harmonic Drive® 各個滑動部的磨耗。
潤滑脂性能會隨溫度而變化，越高溫越容易劣化，需要儘早更換。右方圖表是根據平均負載轉矩低於額定轉矩時，潤滑脂溫度與波產生器總旋轉數關連性所表示的更換時期基準。當平均負載轉矩超過額定轉矩，可依下列公式計算更換時期。

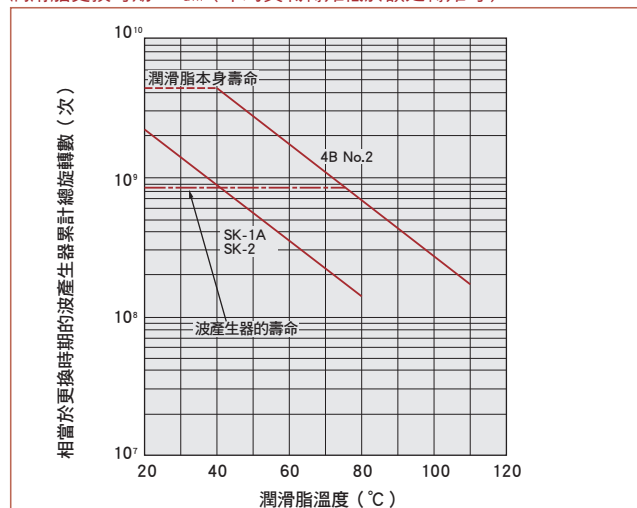
平均負載轉矩超過額定轉矩時的公式

公式 206-1

$$L_{GT} = L_{GTn} \times \left(\frac{T_r}{T_{av}} \right)^3$$

潤滑脂更換時期： L_{GTn} （平均負載轉矩低於額定轉矩時）

圖 206-2



※ 波產生器的壽命，係指受損機率 10%。

公式的記號

表 206-3

L_{GT}	超過額定轉矩的更換時期	轉數	——
L_{GTn}	未超過額定轉矩的更換時期	轉數	參閱左圖
T_r	額定轉矩	N·m, kgf·m	參閱 180.181 頁額定表
T_{av}	輸出端的平均負載轉矩	——	公式：參閱 014 頁

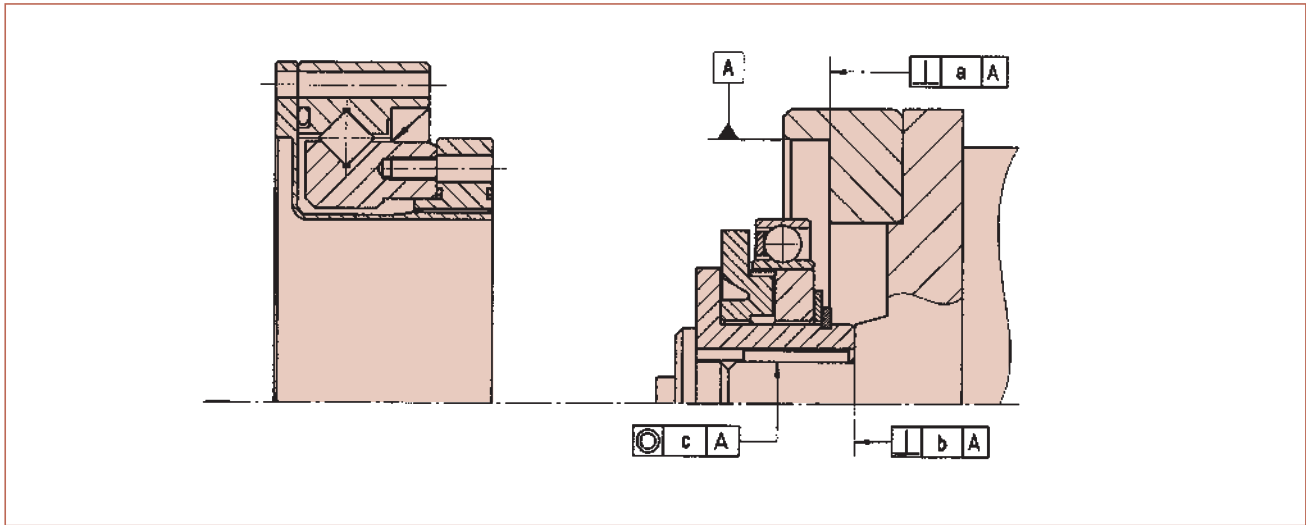
■ 其他注意事項

- 切忌與其他潤滑脂混用。此外，Harmonic Drive® 應先安裝至單獨機殼後再組裝至裝置。
- Harmonic Drive® 在波產生器朝上（參閱 050 頁圖 050-2）的狀態，且一定負載往單方向低速旋轉（輸入轉速：1000r/min 以下）使用時，可能造成潤滑不良，若於此使用情形時，請洽詢本公司營業據點。
- 波產生器朝上或朝下（參閱 094 頁、圖 094-2）使用時，請在波產生器與輸入蓋（馬達凸緣）的間隙上充分加滿潤滑脂。

簡易模組型組裝精度

為充分發揮 2SO 模組型的優異性能，應確保圖 207-1、表 207-1 所示之建議精度。

圖 207-1

表 207-1
單位：mm

尺寸	14	17	20	25	32	40	45	50	58
a	0.011	0.015	0.017	0.024	0.026	0.026	0.027	0.028	0.031
b	0.017 (0.008)	0.020 (0.010)	0.020 (0.010)	0.024 (0.012)	0.024 (0.012)	0.024 (0.012)	0.032 (0.012)	0.032 (0.015)	0.032 (0.015)
c	0.030 (0.016)	0.034 (0.018)	0.044 (0.019)	0.047 (0.022)	0.047 (0.022)	0.050 (0.022)	0.063 (0.024)	0.066 (0.030)	0.068 (0.033)

※ () 內為剛性型波產生器的數值 (沒有 Oldham 聯結器機構)

組裝注意事項

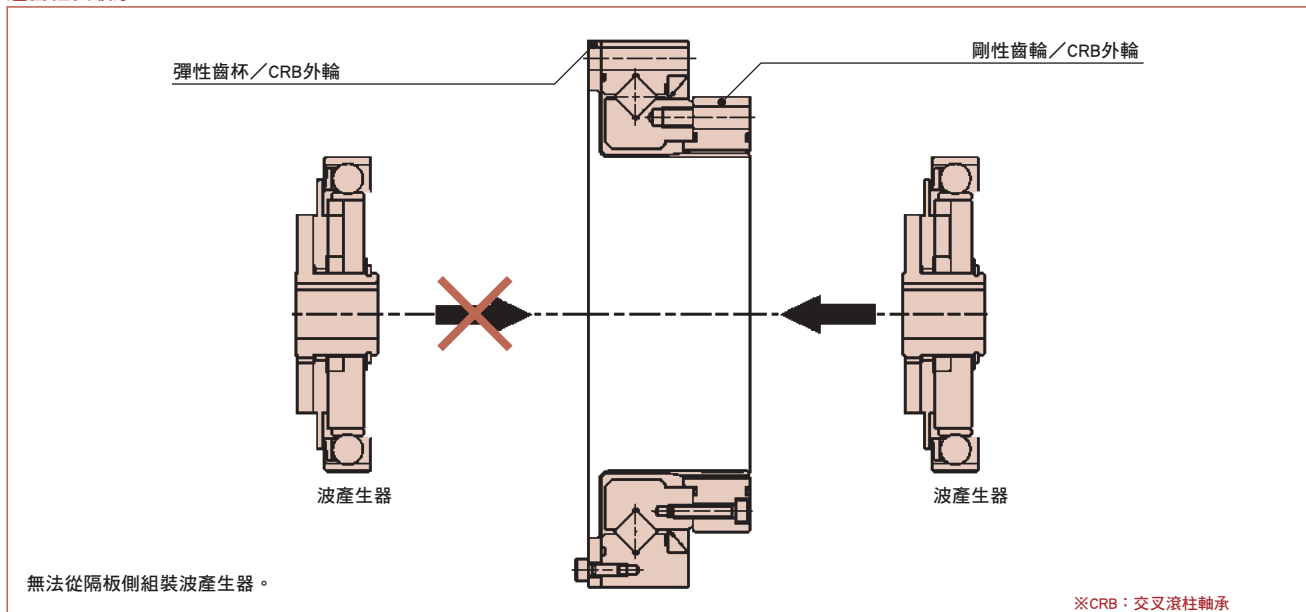
■組裝順序

將剛性齒輪及彈性齒杯安裝至裝置後，組裝波產生器。

若用其他方法組裝，可能造成齒輪啮合空轉狀態 (參閱 029 頁)，齒面損傷。務請注意。

適當組裝順序

圖 207-2



※CRB：交叉滾柱軸承

■組裝注意事項

Harmonic Drive® 可能因組裝時的不良，產生震動或異音。組裝時，應避免對波產生器軸承過度施力。

波產生器注意事項

1. 組裝時，應避免對波產生器軸承過度施力。旋轉波產生器，即可順利插入。
2. 沒有 Oldham 機構的波產生器，尤應注意讓偏心、垂直的影響保持在建議值範圍內（參閱 207 頁「組裝精度」）。

剛性齒輪注意事項

1. 檢查安裝面平整度是否不佳、有否歪斜。
2. 檢查螺孔有無隆起、殘留毛邊、咬入異物。
3. 檢查外殼組裝部是否針對剛性齒輪彎角部進行倒角或離隙加工，以避免干涉。
4. 檢查剛性齒輪組裝進外殼後是否可旋轉，有無干涉卡住。
5. 檢查螺栓插入安裝用螺栓孔時，是否因螺栓孔位不準、螺栓孔倒著加工等原因造成螺栓與剛性齒輪干涉，導致螺栓旋轉困難。
6. 切勿以規定轉矩將螺栓一次鎖緊。請先以規定轉矩一半的力量暫時鎖緊，再用規定轉矩鎖緊。此外，請務必按照對角線的順序將螺栓鎖緊。
7. 盡量避免釘扎剛性齒輪，以免降低旋轉精度。

彈性齒杯注意事項

1. 檢查安裝面平整度是否不佳、有否歪斜。
2. 檢查螺孔有無隆起、殘留毛邊、咬入異物。
3. 檢查外殼組裝部是否針對彈性齒杯彎角部進行倒角或離隙加工，以避免干涉。
4. 檢查螺栓插入安裝用螺栓孔時，是否因螺栓孔位不準、螺栓孔倒著加工等原因造成螺栓與彈性齒杯干涉，導致螺栓旋轉困難。
5. 切勿以規定轉矩將螺栓一次鎖緊。請先以規定轉矩一半的力量暫時鎖緊，再用規定轉矩鎖緊。此外，請務必按照對角線的順序將螺栓鎖緊。
6. 檢查彈性齒杯與剛性齒輪組合時，有無極度偏往單側、嚙合不良的情形。如果偏往單側，應為該兩個零件出現偏心或垂直。

防鏽對策

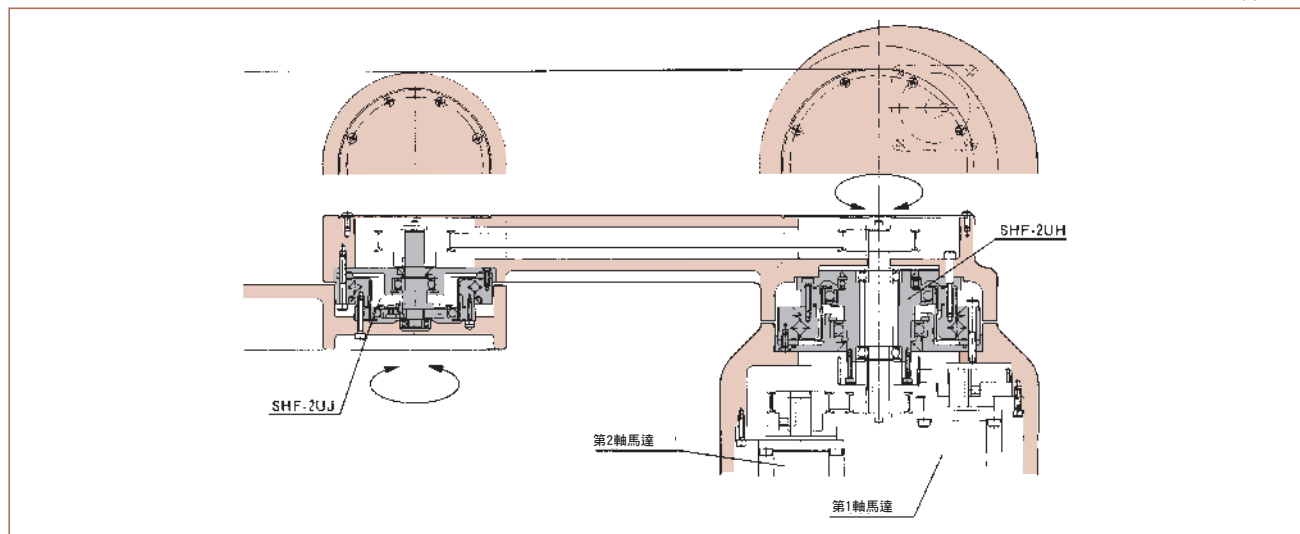
模組型表面並無防鏽處理。
如需防鏽，應塗佈防鏽劑。
另外，如需本公司進行防鏽表面處理，請洽詢本公司。

應用案例

在 SCARA 型機械手臂基本 2 軸上，組裝中空型（2UH）與附輸入軸型（2UJ）的例子

利用第 1 軸 SHF-2UH 的中空孔，將第 2 軸 SHF-2UJ 的馬達放在基座內，藉此減輕第 1 軸的慣性負載，同時臂部設計也愈加智慧。組合模組型的設計可以減低組裝工時，也容易保證組裝精度。

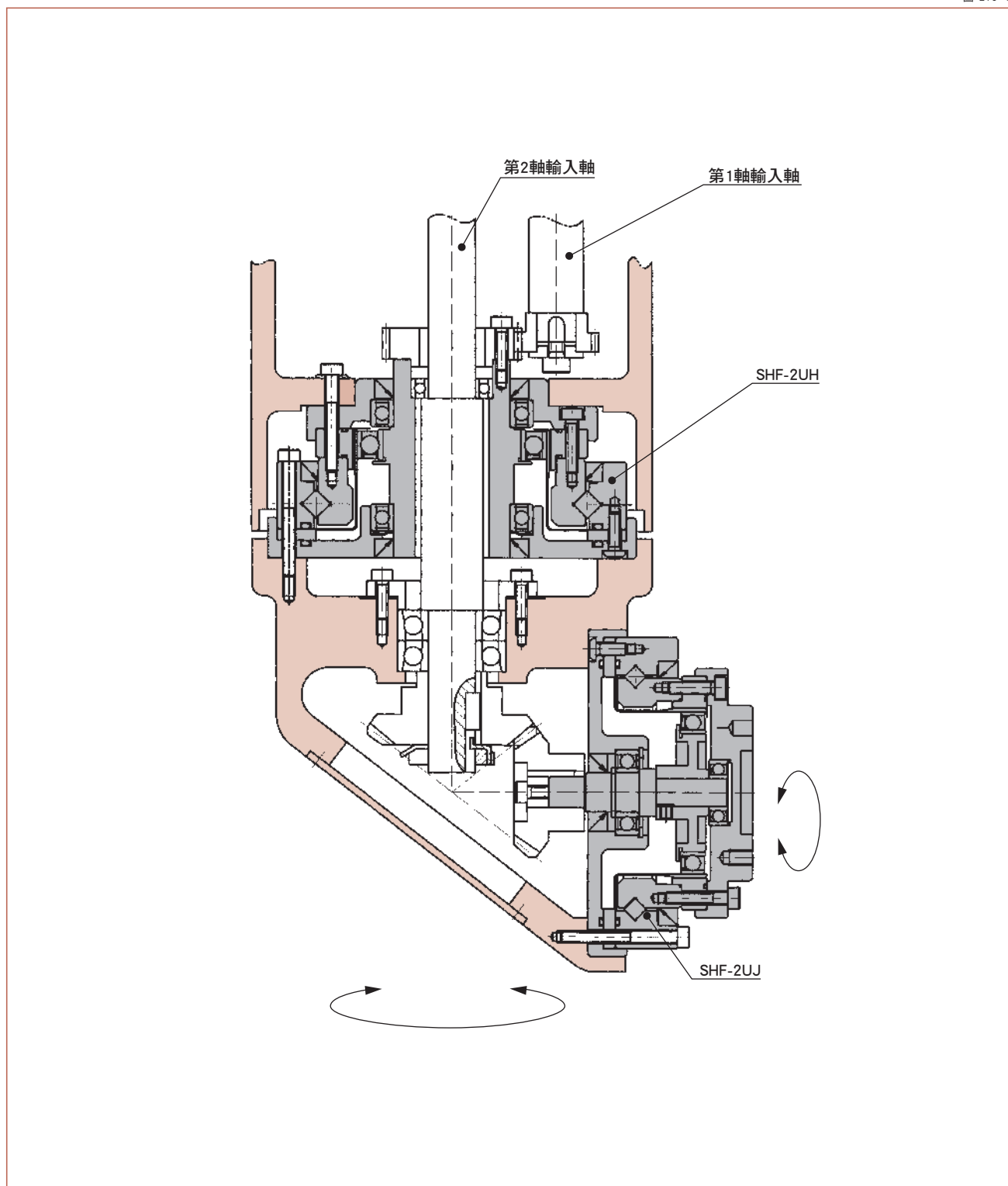
圖 209-1



在直角坐標機器人的手腕軸上，組裝中空型（2UH）與附輸入軸型（2UJ）的例子

為實現直角坐標機器人的動態動作，需要減少直行軸上的重量。因此，手腕軸必須要輕量、小型。
在此使用例中，藉由將驅動馬達安置在手腕軸的外側，減輕了手腕軸整體的重量。

圖 210 - 1



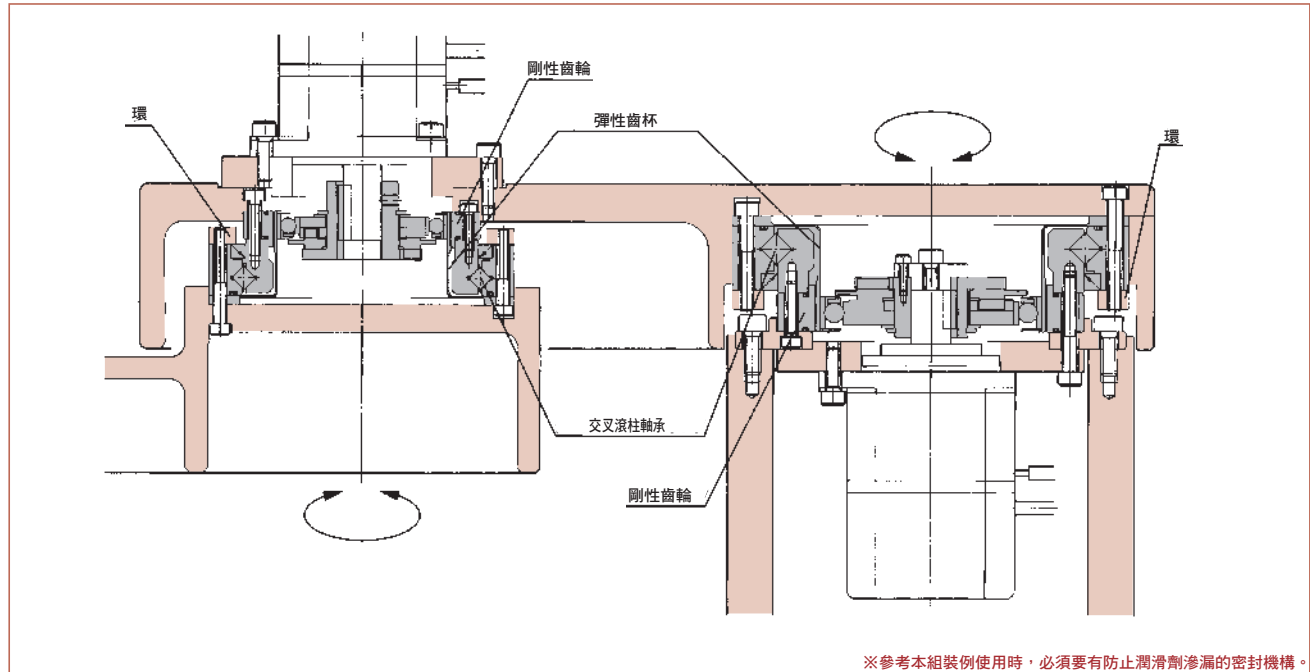
在 SCARA 型機械手臂基本 2 軸上，組裝簡易模組型（2SO）（沒有輸出輸入凸緣的類型）的例子

本類型是取消模組型的輸入、輸出凸緣，以降低總成本的簡易模組型產品。

※ 關於此種剛性齒輪、彈性齒杯、交叉滾柱軸承組裝狀態下的交貨，請洽詢本公司。

交叉滾柱軸承的外輪沒有進行螺孔加工，因此本公司準備了如圖中的環。請在螺栓的安裝方向受限時使用。

圖 211 -1

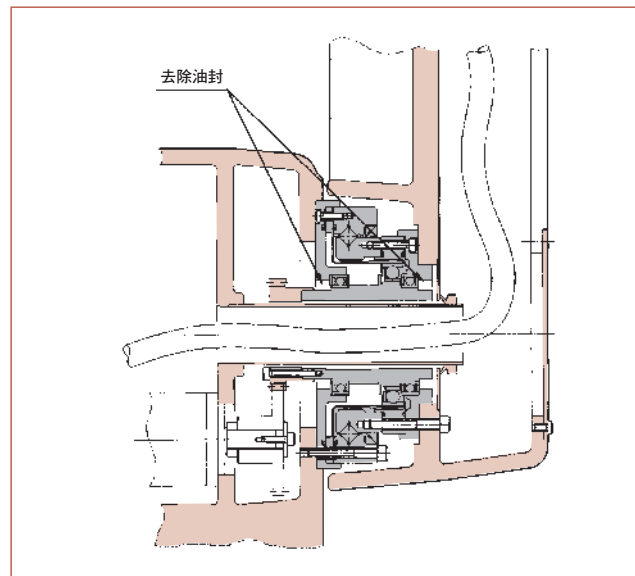


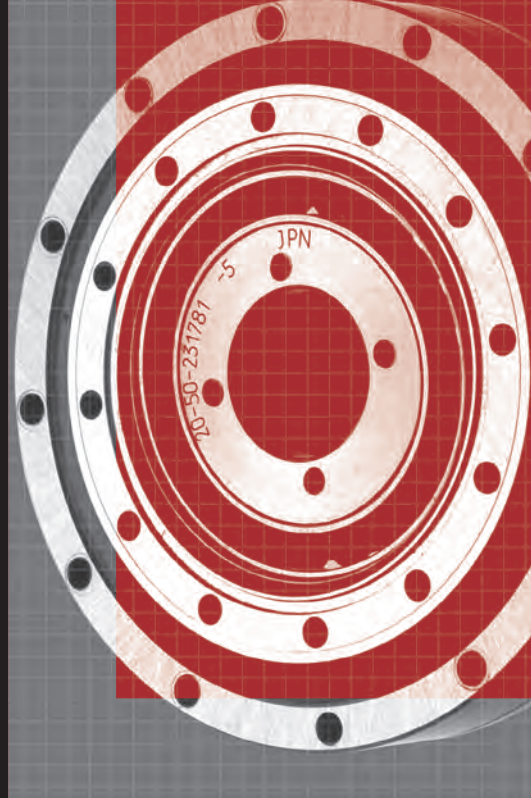
■中空型（2UH）的省略油封的使用例

中空型 2UH 在輸入軸（高速旋轉側）上使用油封而成為密封的模組。而且，為確保中空結構使用了大直徑的油封。因此，可能因為摩擦損耗而導致溫度上升。

在這種情形下，若可能容許些許的潤滑脂滲漏到輸入軸側，在輸出軸及外殼側（低速旋轉側）以潤滑脂密封，則也可採取省略模組輸出入兩端油封的使用方法。檢討時請洽詢本公司。

圖 212-1

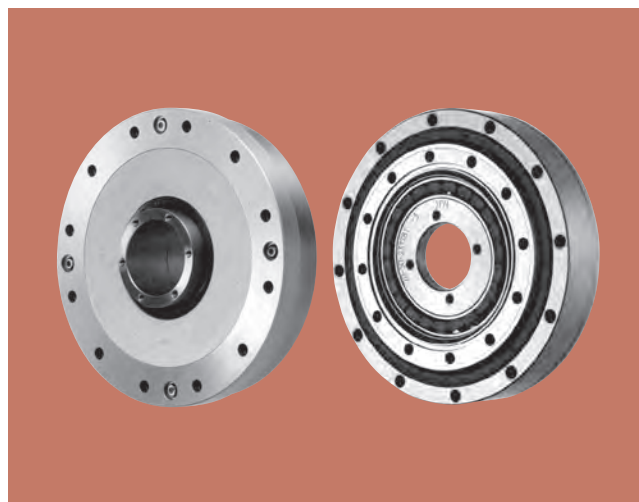




SHD系列

Unit Type SHD	
特徵	214
型式、記號	215
技術資料	216
額定表	216
SHD-2SH (簡易模組型) 外觀圖	216
SHD-2SH (簡易模組型) 尺寸表	217
SHD-2UH (模組型) 外觀圖	218
SHD-2UH (模組型) 尺寸表	218
角傳動精度	219
遲滯損失	219
剛性 (彈簧常數)	219
簡易模組型 (2SH) 起動轉矩	220
模組型 (2UH) 起動轉矩	220
簡易模組型 (2SH) 加速起動轉矩	220
模組型 (2UH) 加速起動轉矩	220
鬆脫轉矩	220
屈曲轉矩	220
無負載運轉轉矩	221
SHD-2SH (簡易模組型) 效率特性	224
SHD-2UH (模組型) 效率特性	226
主軸承規格	228
簡易模組型 (2SH) 設計指南	229
組裝精度	229
模組型 (2UH) 設計指南	230
輸出部與固定部	230
安裝及傳動轉矩	230
輸入部的容許負載	231
安裝接口離隙加工	232
波產生器的推力	232
潤滑	232
組裝注意事項	234

特 徵



■ SHD 系列模組型

SHD 系列模組型追求極致薄型。

簡易模組型（2SH）與 SHG / SHF 系列相比，軸方向的長度大約縮短 50%。

模組型（2UH）除了薄型外，還藉由採用鋁合金而大幅地實現輕量化。

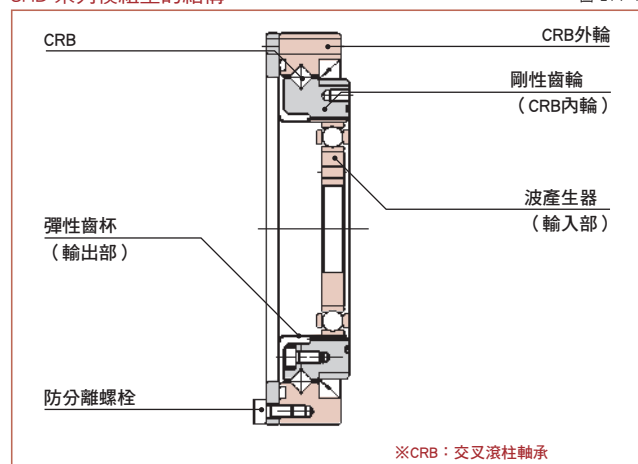
輕量、超薄型、大口徑中空孔，成功地發揮了 Harmonic Drive® 所具有的形狀優點的極限。

SHD 系列的特徵

- 超薄型形狀、中空結構
- 設計輕巧、簡單
- 高轉矩容量
- 高剛性
- 無背隙
- 優異的定位精度及旋轉精度
- 輸出輸入軸位於同軸
- 簡易模組型與模組型的 2 機種種類

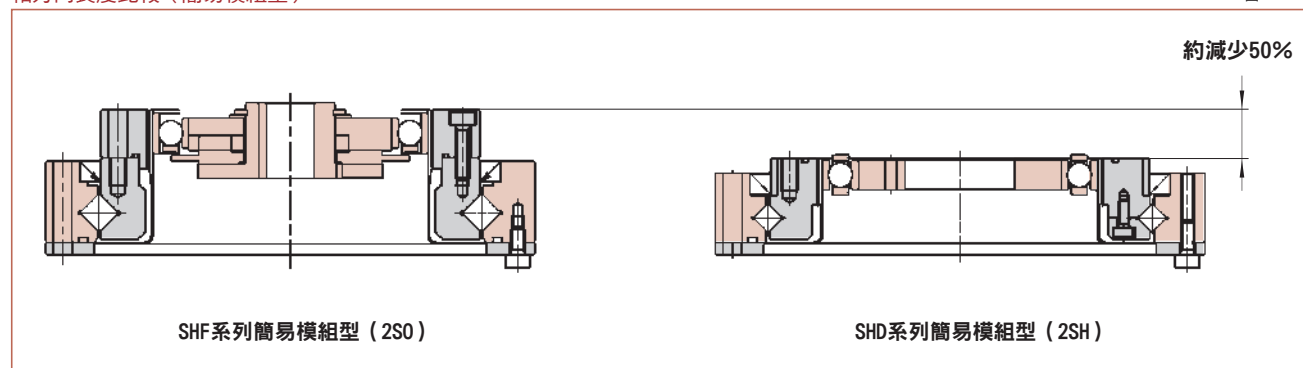
SHD 系列模組型的結構

圖 214-1



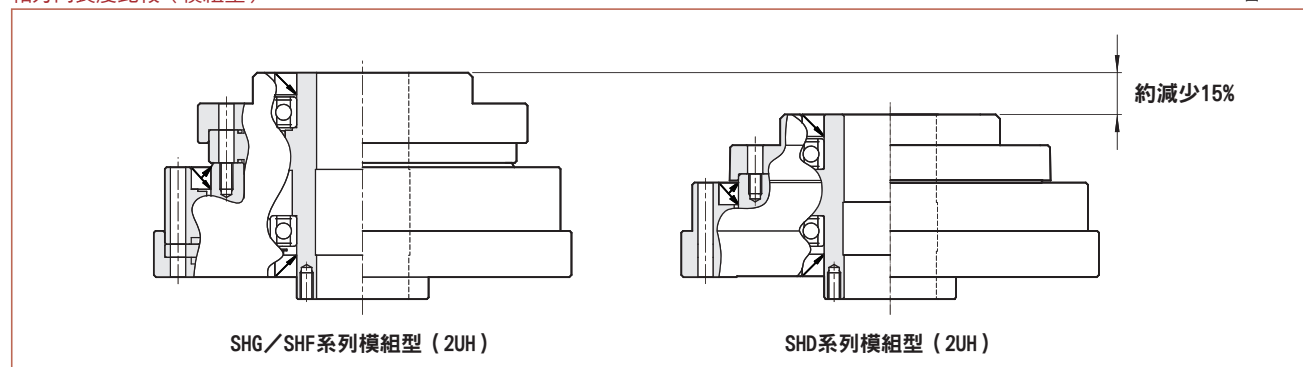
軸方向長度比較（簡易模組型）

圖 214-2



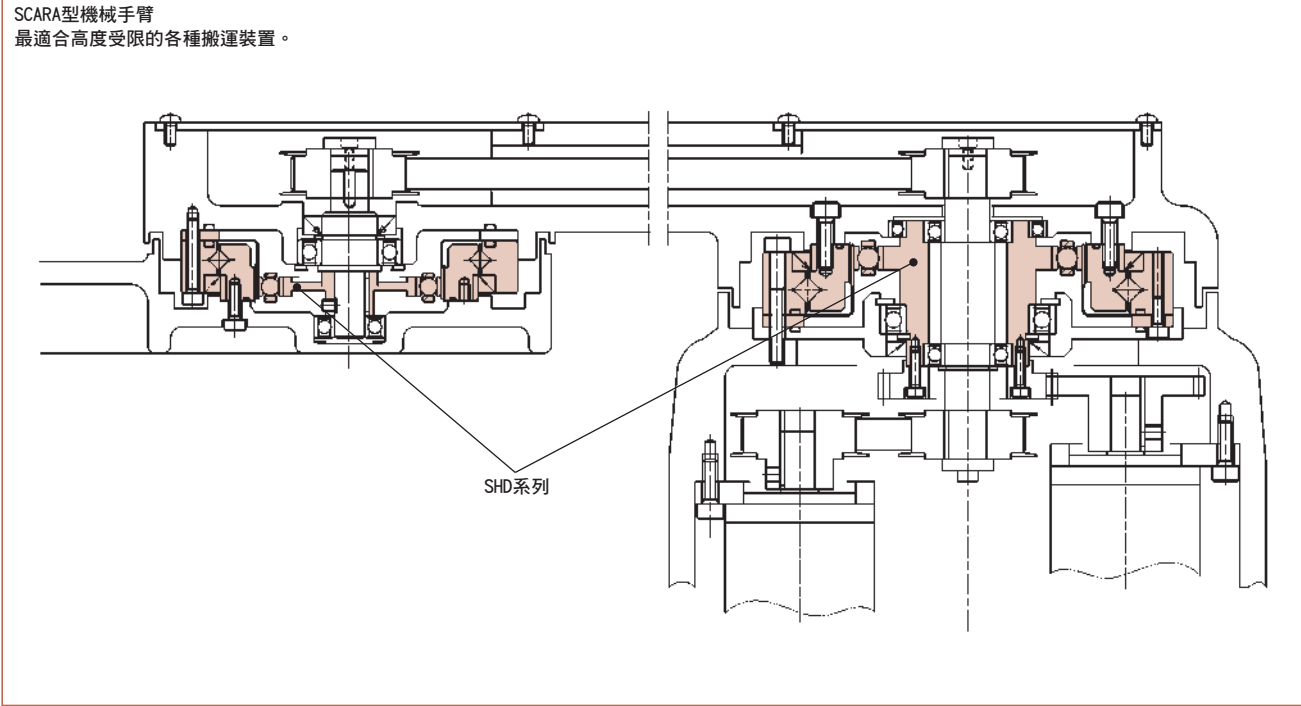
軸方向長度比較（模組型）

圖 214-3



SHD 系列組裝例（簡易模組型）

圖 215 - 1



型式、記號

SHD - 20 - 100 - 2SH - 規格1-規格2

表 215 - 1

機種名稱	型號	減速比（註）					型式	特殊規格
SHD	14	50	80	100	—	—	2SH=簡易模組型 2UH=模組型	LW=輕量型 SP=形狀或性能等特殊規格 無記載=標準品
	17	50	80	100	120	—		
	20	50	80	100	120	160		
	25	50	80	100	120	160		
	32	50	80	100	120	160		
	40	50	80	100	120	160		

（註）減速比表示為輸入：波產生器、固定：剛性齒輪、輸出：彈性齒杯。

SHD-2SH(簡易模組型)尺寸表

表 217-1
單位: mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40
φA h6		49 ⁰ _{-0.016}	59 ⁰ _{-0.019}	69 ⁰ _{-0.019}	84 ⁰ _{-0.022}	110 ⁰ _{-0.022}	132 ⁰ _{-0.025}
φB ₁		39.1 ^{+0.1} ₀	48 ^{+0.1} ₀	56.8 ^{+0.1} ₀	70.5 ^{+0.1} ₀	92 ^{+0.1} ₀	112.4 ^{+0.1} ₀
B ₂		0.8 ^{+0.15} ₀	1.1 ^{+0.25} ₀	1.4 ^{+0.25} ₀	1.7 ^{+0.25} ₀	2 ^{+0.25} ₀	2.2 ^{+0.25} ₀
φC H7		11 ^{+0.018} ₀	15 ^{+0.018} ₀	20 ^{+0.021} ₀	24 ^{+0.021} ₀	32 ^{+0.025} ₀	40 ^{+0.025} ₀
D		17.5±0.1	18.5±0.1	19±0.1	22±0.1	27.9±0.1	33±0.1
E ₁		15.5	16.5	17	20	23.6	28
E ₂		2	2	2	2	4.3	5
F		2.4	3	3	3.3	3.6	4
G *		1.8	1.6	1.2	0.4	0.6	0.8
H		4 ⁰ _{-0.1}	5 ⁰ _{-0.1}	5.2 ⁰ _{-0.1}	6.3 ⁰ _{-0.1}	8.6 ⁰ _{-0.1}	10.3 ⁰ _{-0.1}
I *		15.7 ⁰ _{-0.2}	16.9 ⁰ _{-0.2}	17.8 ⁰ _{-0.2}	21.6 ⁰ _{-0.2}	27.3 ⁰ _{-0.2}	32.2 ⁰ _{-0.2}
φJ h7		70 ⁰ _{-0.030}	80 ⁰ _{-0.030}	90 ⁰ _{-0.035}	110 ⁰ _{-0.035}	142 ⁰ _{-0.040}	170 ⁰ _{-0.040}
φK H7		50 ^{+0.025} ₀	61 ^{+0.030} ₀	71 ^{+0.030} ₀	88 ^{+0.035} ₀	114 ^{+0.035} ₀	140 ^{+0.040} ₀
L		8	12	12	12	12	12
φM		3.5	3.5	3.5	4.5	5.5	6.6
φN		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3
φO		64	74	84	102	132	158
P ₁		2	2	2	4	4	4
P ₂		M3	M3	M3	M3	M4	M4
P ₃		6	6	8	8	8	10
P ₄		22.5°	15°	15°	15°	15°	15°
φQ		17	21	26	30	40	50
R ₁		4	4	4	4	4	4
R ₂		M3	M3	M3	M3	M4	M5
φS		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
φT		43	52	61.4	76	99	120
U ₁		8	12	12	12	12	12
U ₂		M3	M3	M3	M4	M5	M6
V		4.5	4.5	4.5	6	8	9
φW		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3
X ₁		C0.4	C0.4	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5
X ₂		C0.4	C0.4	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5
Z ₁		57 ^{+0.1} ₀	68.1 ^{+0.1} ₀	78 ^{+0.1} ₀	94.8 ^{+0.1} ₀	123 ^{+0.1} ₀	148 ^{+0.1} ₀
Z ₂		2 ^{+0.25} ₀	2 ^{+0.25} ₀	2.7 ^{+0.25} ₀	2.4 ^{+0.25} ₀	2.7 ^{+0.25} ₀	2.7 ^{+0.25} ₀
機殼內壁	φa	36.5	45	53	66	86	106
	b	1	1	1.5	1.5	2	2.5
	φc	31	38	45	56	73	90
	d	1.4	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8
e		d37.1d0.6	d45.4d0.8	d53.28d0.99	d66.5d1.3	d87.5d1.5	d107.5d1.6
f		d54.38d1.19	d64.0d1.5	d72.0d2.0	d88.62d1.78	d117.0d2.0	d142d2.0
g		D49585	D59685	D69785	D84945	D1101226	D1321467
h		1.5	1.5	1.5	1.5	3.3	4
質量 (kg)		0.33	0.42	0.52	0.91	1.87	3.09

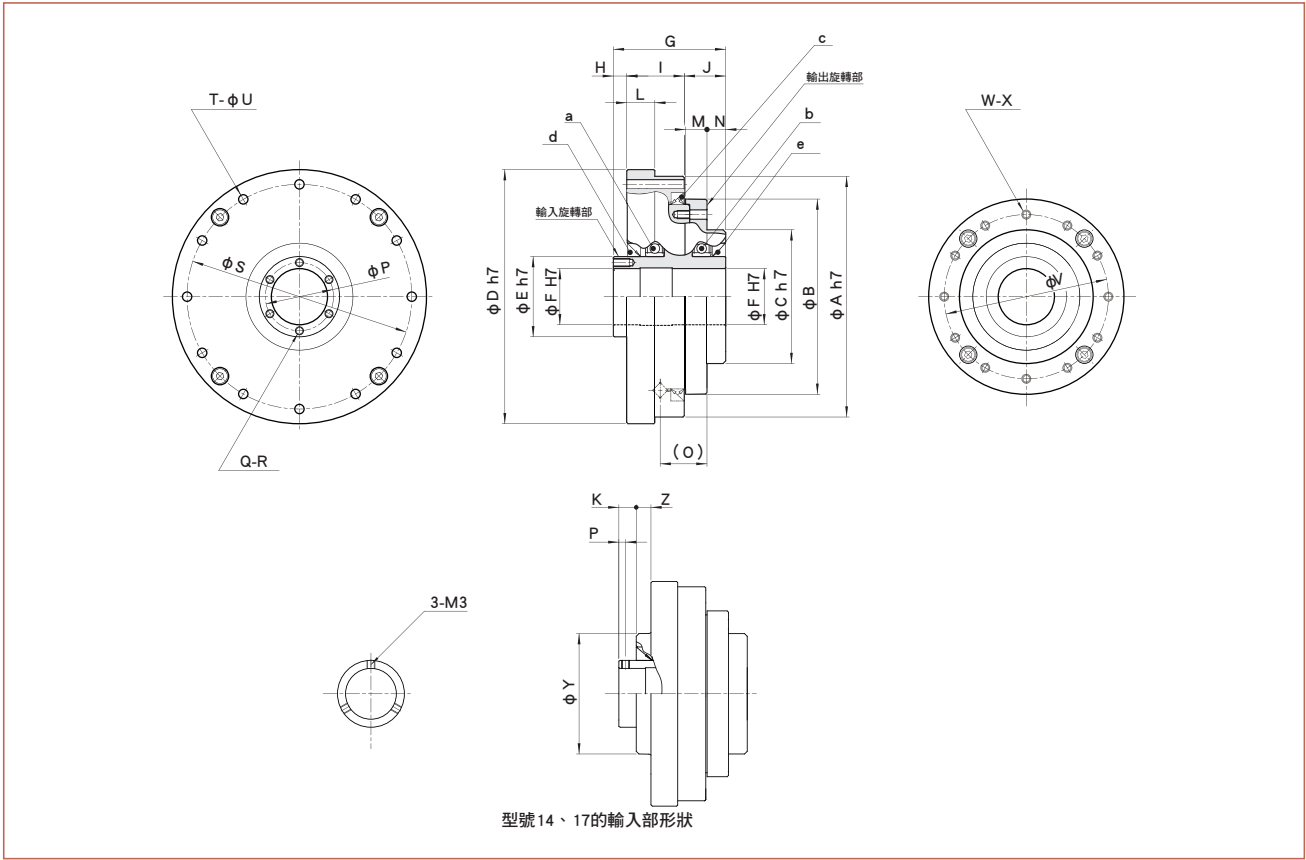
● 下述尺寸可變更或追加加工。

波產生器：尺寸C
 彈性齒杯：尺寸O、P
 剛性齒輪：X₁、X₂尺寸

- * 記號的尺寸 G、I 為構成 Harmonic Drive® 三項零件（波產生器、彈性齒杯、剛性齒輪）軸方向的配合位置及容許公差。請務必遵守上述尺寸，以免影響性能、強度。
- 由於彈性齒杯會彈性變形，為了避免與機殼接觸，內壁的尺寸請保持在 φa、b、φc 以上，且勿超過尺寸 d。
- 產品交貨時，波產生器為已拆卸狀態。

SHD-2UH(模組型)外觀圖

圖 218 -1



型號 14、17 的輸入部形狀

SHD-2UH(模組型)尺寸表

表 218 -1
單位：mm

記號	型號	14	17	20	25	32	40
ϕA h7		70	80	90	110	142	170
ϕB		52	62	73	87	114	137
ϕC h7		36	45	50	60	75	100
ϕD h7		74	84	95	115	147	175
ϕE h7		20	25	30	38	54	64
ϕF H7		14	19	21	29	41	51
G		45.5	48	42	46.5	55	65
H		12	12	5	6	7	8
I		19.5	20.5	21.5	24	28.6	33
J		14	15.5	15.5	16.5	19.4	24
K		6.5	6.5	—	—	—	—
L		9	10	10.5	10.5	12	14
M		7	8	8	10	11	14
N		6.5	7	7	6	7.5	9
O		16.6	18	17.5	20.6	24.9	29.5
ϕP (P)		(2.5)	(2.5)	25.5	33.5	48	57
Q		3	3	6	6	6	6
R		M3	M3	M3×6	M3×6	M3×6	M4×8
ϕS		64	74	84	102	132	158
T		8	12	12	12	12	12
ϕU		3.5	3.5	3.5	4.5	5.5	6.6
ϕV		43	52	61.4	76	99	120
W		8	12	12	12	12	12
X		M3×4.5 $\phi 3.5 \times 5.5$	M3×4.5 $\phi 3.5 \times 6.5$	M3×4.5 $\phi 3.5 \times 6.5$	M4×6 $\phi 4.5 \times 8.5$	M5×8 $\phi 5.5 \times 7.6$	M6×9 $\phi 6.6 \times 10$
ϕY		36	45	—	—	—	—
Z		5.5	5.5	—	—	—	—
a		6804ZZ	6805ZZ	6806ZZ	6808ZZ	6811ZZ	6813ZZ
b		6804ZZ	6805ZZ	6806ZZ	6808ZZ	6810ZZ	6813ZZ
c		D49585	D59685	D69785	D84945	D1101226	D1321467
d		S20304.5	S25356	S30405	S38475	S54645	S64745
e		S20304.5	S25356	S30405	S38475	S50605	S64745
質量 (kg)		0.49	0.66	0.84	1.4	2.7	4.6

角傳動精度 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)表 219-1
單位: $\times 10^{-4}$ rad(arc-min)

型號		14	17	20	25	32	40
角傳動誤差	$\times 10^{-4}$ rad	4.4	4.4	2.9	2.9	2.9	2.9
	arc-min	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0

遲滯損失 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 219-2

型號		14	17	20	25	32	40
減速比	$\times 10^{-4}$ rad	7.3	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
	arc-min	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
80 以上	$\times 10^{-4}$ rad	5.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
	arc-min	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

剛性(彈簧常數) (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 219-3

型號		14	17	20	25	32	40
記號	T ₁	N-m	2.0	3.9	7.0	14	54
		kgf-m	0.2	0.4	0.7	1.4	5.5
T ₂	N-m	6.9	12	25	48	108	196
	kgf-m	0.7	1.2	2.5	4.9	11	20
減速比 50	K ₁	$\times 10^4$ N-m/rad	0.29	0.67	1.1	2.0	8.8
		kgf-m/arc-min	0.085	0.2	0.32	0.6	2.6
	K ₂	$\times 10^4$ N-m/rad	0.37	0.88	1.3	2.7	11
		kgf-m/arc-min	0.11	0.26	0.4	0.8	3.4
	K ₃	$\times 10^4$ N-m/rad	0.47	1.2	2.0	3.7	15
		kgf-m/arc-min	0.14	0.34	0.6	1.1	4.5
	θ_1	$\times 10^{-4}$ rad	6.9	5.8	6.4	7.0	6.1
		arc-min	2.4	2.0	2.2	2.3	2.1
	θ_2	$\times 10^{-4}$ rad	19	14	19	18	18
		arc-min	6.4	4.6	6.3	6.1	5.9
減速比 80 以上	K ₁	$\times 10^4$ N-m/rad	0.4	0.84	1.3	2.7	11
		kgf-m/arc-min	0.12	0.25	0.4	0.8	3.2
	K ₂	$\times 10^4$ N-m/rad	0.44	0.94	1.7	3.7	14
		kgf-m/arc-min	0.13	0.28	0.5	1.1	4.2
	K ₃	$\times 10^4$ N-m/rad	0.61	1.3	2.5	4.7	20
		kgf-m/arc-min	0.18	0.39	0.75	1.4	5.8
	θ_1	$\times 10^{-4}$ rad	5.0	4.6	5.4	5.2	4.9
		arc-min	1.7	1.6	1.8	1.8	1.7
	θ_2	$\times 10^{-4}$ rad	16	13	15	13	14
		arc-min	5.4	4.3	5.0	4.5	4.8

※ 本表數值為參考值。加減值約為標示數值的 80%。

簡易模組型(2SH)起動轉矩

(相關用語說明,請參閱「技術資料」內容。)下表數值會因使用條件不同而異,僅作參考值之用。

表 220-1
單位: cN·m

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40
50	6.2	19	25	39	60	95
80	5.0	16	23	36	55	83
100	4.8	17	22	34	50	78
120	—	13	22	34	48	77
160	—	—	22	33	47	74

模組型(2UH)起動轉矩

(相關用語說明,請參閱「技術資料」內容。)下表數值會因使用條件不同而異,僅作參考值之用。

表 220-2
單位: cN·m

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40
50	11	39	53	79	114	177
80	9.0	34	44	66	108	175
100	8.7	37	49	73	101	157
120	—	34	49	73	99	155
160	—	—	48	72	97	151

簡易模組型(2SH)加速起動轉矩

(相關用語說明,請參閱「技術資料」內容。)下表數值會因使用條件不同而異,僅作參考值之用。

表 220-3
單位: N·m

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40
50	3.7	11	15	24	36	57
80	4.3	15	21	32	46	72
100	5.8	21	27	41	60	94
120	—	28	33	51	68	113
160	—	—	42	64	91	143

模組型(2UH)加速起動轉矩

(相關用語說明,請參閱「技術資料」內容。)下表數值會因使用條件不同而異,僅作參考值之用。

表 220-4
單位: N·m

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40
50	6	21	29	44	63	98
80	7.1	28	41	60	84	130
100	9.7	41	54	80	111	173
120	—	51	65	99	126	208
160	—	—	84	126	171	266

鬆脫轉矩

(相關用語說明,請參閱「技術資料」內容。)

表 220-5
單位: N·m

減速比 \ 型號	14	17	20	25	32	40
50	88	150	220	450	980	1800
80	110	200	350	680	1400	2800
100	84	160	260	500	1000	2100
120	—	120	240	470	980	1900
160	—	—	220	450	980	1800

屈曲轉矩

(相關用語說明,請參閱「技術資料」內容。)

表 220-6
單位: N·m

型號	14	17	20	25	32	40
全減速比	130	260	470	850	1800	3600

無負載運轉轉矩

無負載運轉轉矩係指無負載狀態下，驅動 Harmonic Drive® 所必要的輸入端（高速軸端）的轉矩。

測量條件

表 221 -1

減速比 100			
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A（型號 20 以上）
			Harmonic 潤滑脂® SK-2（型號 14、17）
		塗佈量	適當塗佈量（229 頁）
轉矩值為輸入 2000r/min 經 2 小時以上磨合運轉後的數值			

■ 速度比別修正量

Harmonic Drive® 的無負載運轉轉矩會因減速比而不同。圖表 222-1 ~ 223-4 為減速比 100 時的數值。

關於其他減速比，請加上表 221-2、3 所示修正量後計算。

無負載運轉轉矩修正量

表 221 -2

單位：cN·m

減速比		50	80	120	160
型號					
14		+1.0	+0.2	—	—
17		+1.6	+0.3	-0.2	—
20		+2.4	+0.5	-0.3	-0.7
25		+4.0	+0.8	-0.5	-1.2
32		+7.0	+1.4	-1.0	-2.4
40		+13	+2.4	-1.7	-3.9

■ SHD-2UH

表 221 -3

單位：cN·m

減速比		50	80	120	160
型號					
14		+1.0	+0.2	—	—
17		+1.6	+0.3	-0.2	—
20		+2.4	+0.5	-0.3	-0.7
25		+4.0	+0.8	-0.5	-1.2
32		+7.0	+1.4	-1.0	-2.4
40		+13	+2.4	-1.7	-3.9

■ 使用環境溫度範圍

表 221 -4

潤滑脂	SK-1A	0°C ~ +40°C
潤滑脂	SK-2	0°C ~ +40°C

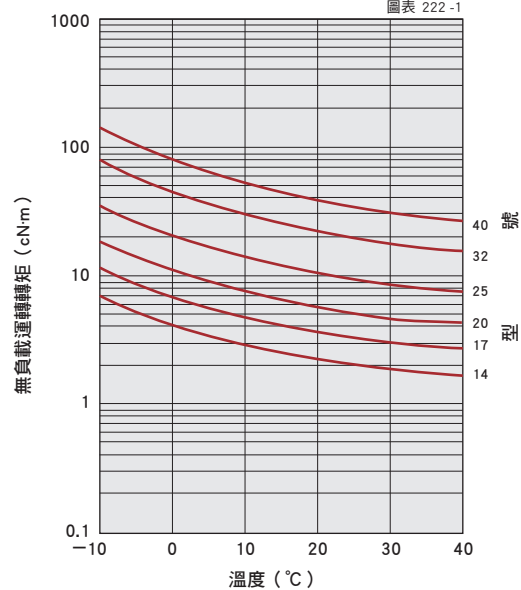
（註）高溫側請於環境溫度溫升 40°C 以內使用。

■減速比 100 的無負載運轉轉矩

■SHD-2SH (簡易模組型)

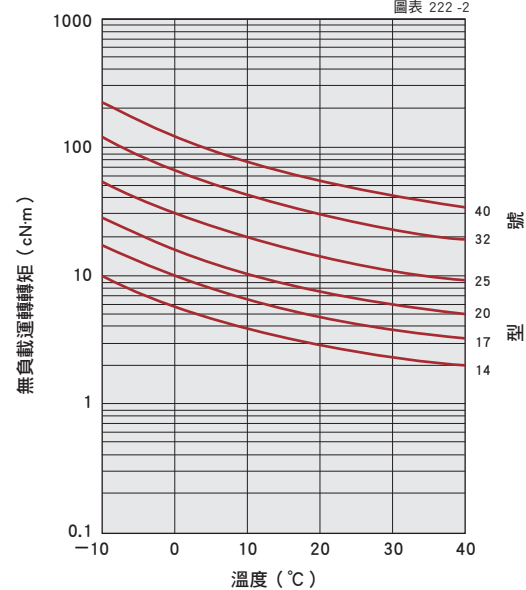
輸入轉速 500r/min

圖表 222-1



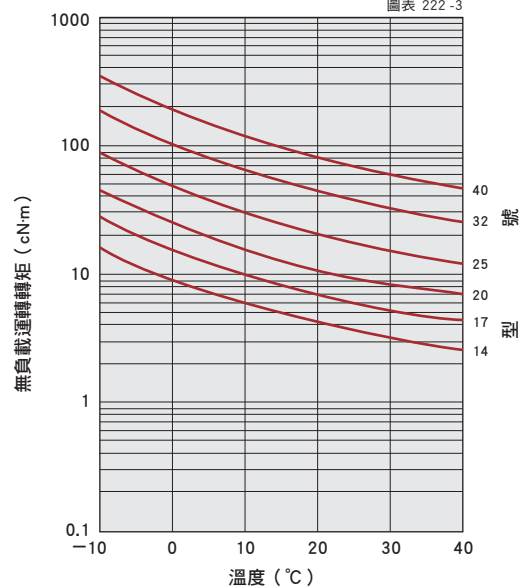
輸入轉速 1000r/min

圖表 222-2



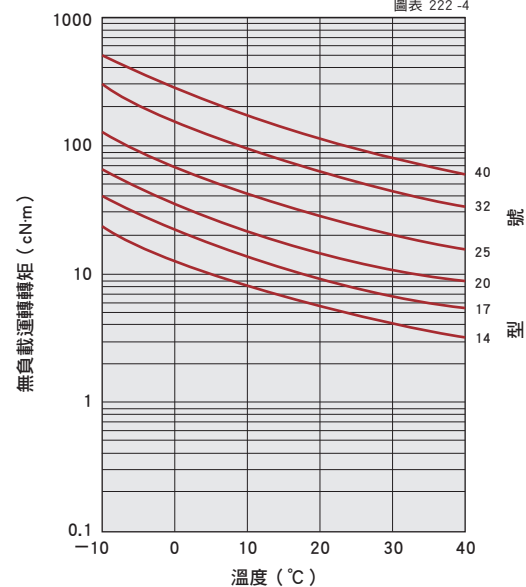
輸入轉速 2000r/min

圖表 222-3



輸入轉速 3500r/min

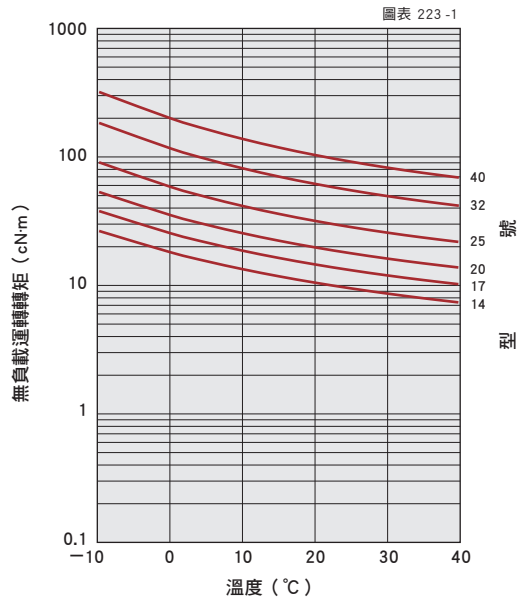
圖表 222-4



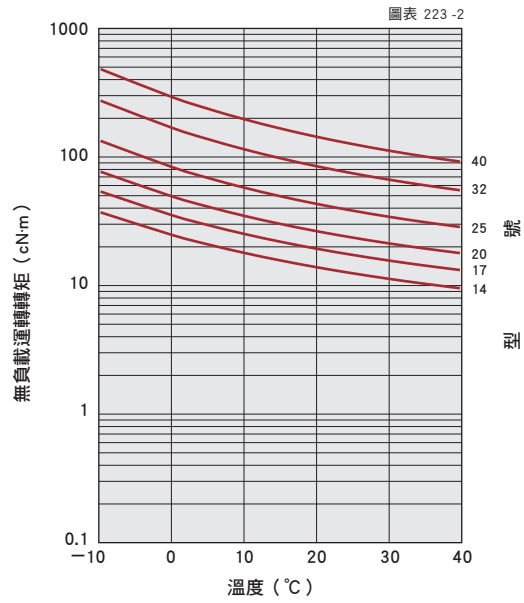
※ 本圖表數值為平均值 X。

■SHD-2UH (模組型)

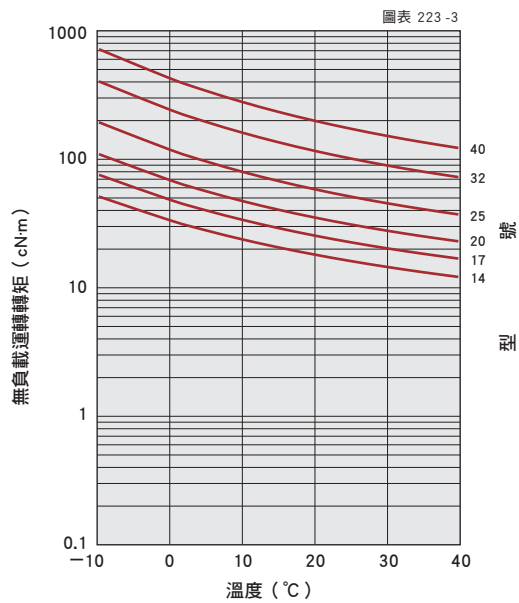
輸入轉速 500r/min



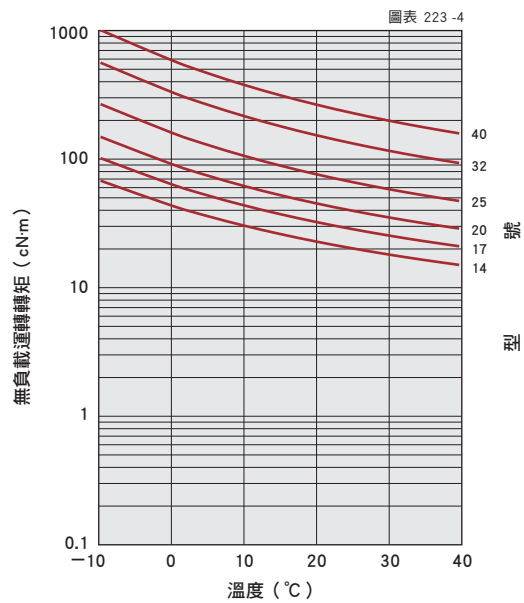
輸入轉速 1000r/min



輸入轉速 2000r/min



輸入轉速 3500r/min



※ 本圖表數值為平均值 X。

SHD-2SH(簡易模組型)效率特性

- 效率因下列條件而異。
- 減速比
 - 輸入轉速
 - 負載轉矩
 - 溫度
 - 潤滑條件（潤滑種類與使用量）

效率修正係數與效率修正量

效率修正公式
請由公式 224-1 的公式計算出「負載轉矩的效率修正係數」與「型號的效率修正量」產生的效率。

公式 224-1

效率 = $K_e \times (\eta_R + \eta_e)$

依據負載轉矩的效率修正係數
當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。請依據圖表 224-1 計算修正係數 K_e ，參考效率修正公式計算效率。

不同型號的效率修正量
SHD-2SH 的輸入端裝有支撐軸承、油封。這些的影響程度會因型號而異。
各型號對額定轉矩時的效率修正量 η_e 以表 224-3 計算。

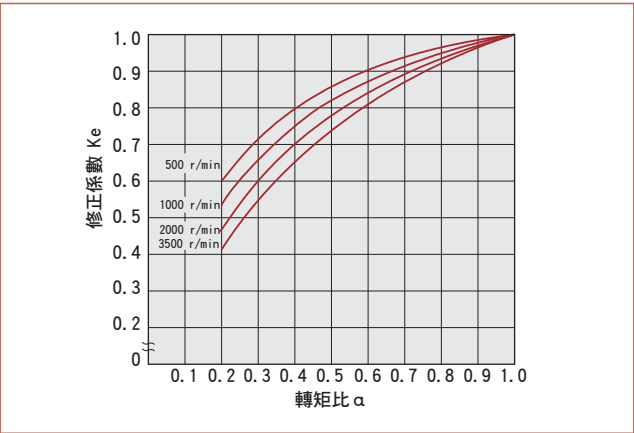
測量條件 表 224-1

組裝	以建議組裝精度組裝後測量		
負載轉矩	額定表所示的額定轉矩		
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A（型號 20 以上）
		塗佈量	Harmonic 潤滑脂® SK-2（型號 14、17） 適當塗佈量

公式的記號 表 224-2

η	效率	—
K_e	效率修正係數	圖表 224-1
η_R	額定轉矩時的效率	圖表 225-1 ~ 225-5
η_e	效率修正量	表 224-3

效率修正係數 圖表 224-1



※ 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e=1$ 。

各型號的效率修正量單位 表 224-3 單位：%

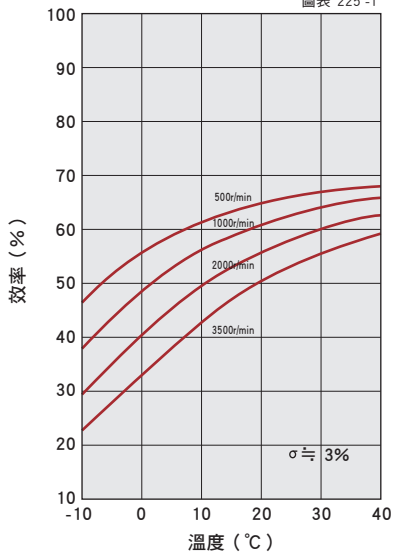
型號 \ 減速比	50	80	100	120	160
14	0.0	3.1	0.0	—	—
17	2.4	1.9	0.0	-2.6	—
20	2.1	2.1	1.6	-0.9	1.3
25	-0.7	1.6	-0.3	-2.9	-0.8
32	-1.9	2.0	-1.1	-3.7	-1.6
40	-1.9	-1.2	-0.2	-1.1	0.9

■ 額定轉矩時的效率

減速比 50

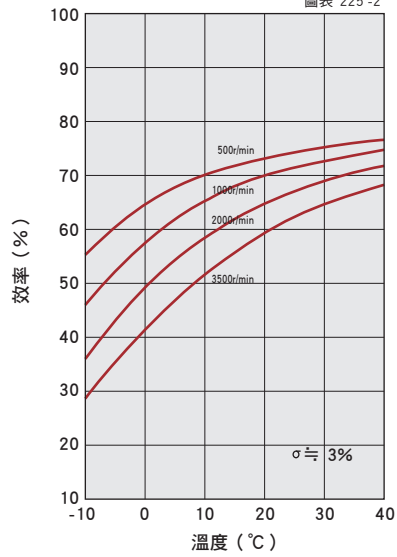
型號 14

圖表 225 -1



型號 17、20、25、32、40

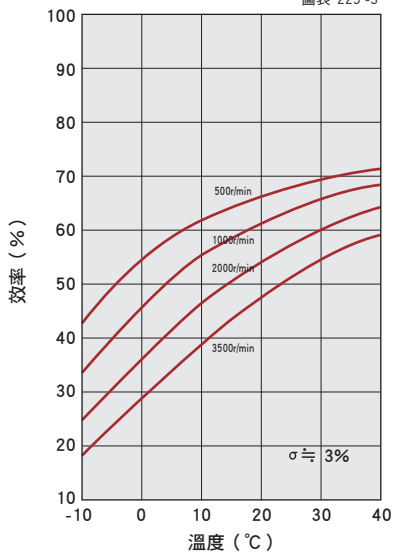
圖表 225 -2



減速比 80、100、120

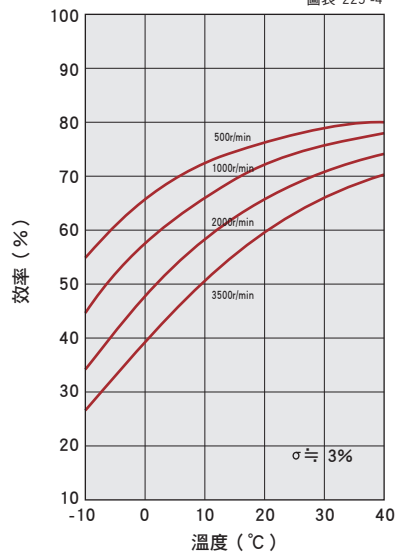
型號 14

圖表 225 -3



型號 17、20、25、32、40

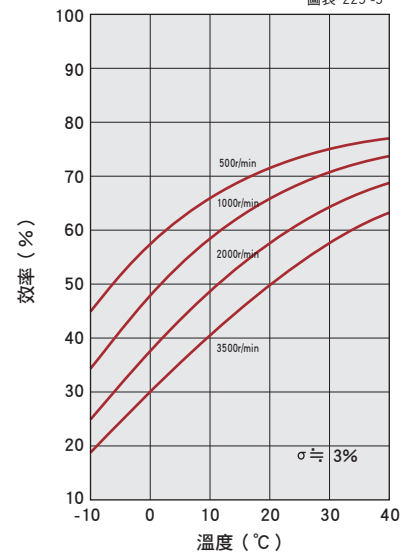
圖表 225 -4



減速比 160

型號 20、25、32、40

圖表 225 -5



SHD-2UH(模組型) 效率特性

- 效率因下列條件而異。
- 減速比
 - 輸入轉速
 - 負載轉矩
 - 溫度
 - 潤滑條件（潤滑種類與使用量）

效率修正係數與效率修正量

效率修正公式
請由公式 226-1 的公式計算出「負載轉矩的效率修正係數」與「型號的效率修正量」產生的效率。

公式 226-1

效率 = $K_e \times (\eta_R + \eta_e)$

依據負載轉矩的效率修正係數
當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。請依據圖表 226-1 計算修正係數 K_e ，參考效率修正公式計算效率。

不同型號的效率修正量
SHD-2UH 的輸入端裝有支撐軸承、油封。這些的影響程度會因型號而異。
各型號對額定轉矩時的效率修正量 η_e 以表 226-3 計算。

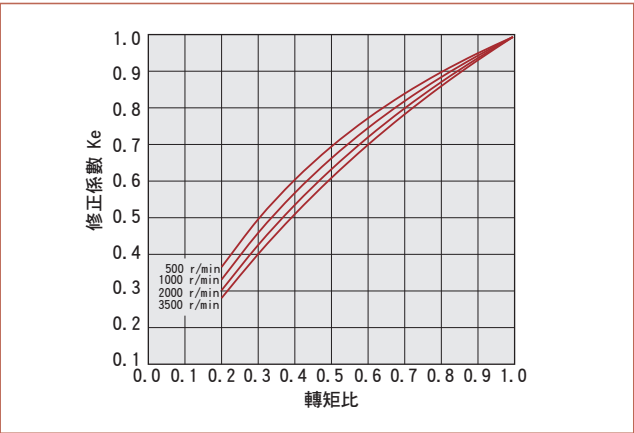
測量條件 表 226-1

組裝	以建議組裝精度組裝後測量		
負載轉矩	額定表所示的額定轉矩		
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-1A（型號 20 以上）
		塗佈量	Harmonic 潤滑脂® SK-2（型號 14、17） 適當塗佈量

公式的記號 表 226-2

η	效率	—
K_e	效率修正係數	圖表 226-1
η_R	額定轉矩時的效率	圖表 227-1 ~ 227-5
η_e	效率修正量	表 226-3

效率修正係數 圖表 226-1



※ 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e=1$ 。

各型號的效率修正量單位 表 226-3 單位：%

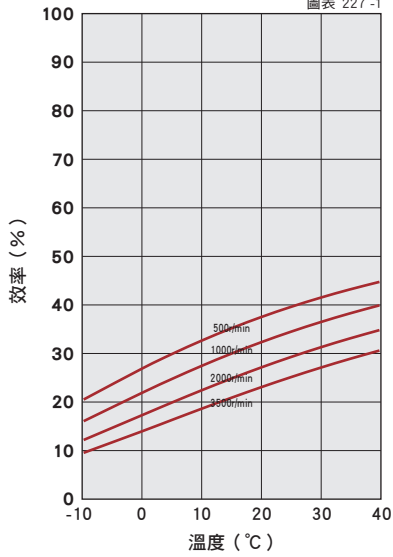
型號 \ 減速比	50	80	100	120	160
14	0.0	3.1	0.0	—	—
17	-1.0	-1.5	-3.9	-6.8	—
20	1.2	1.4	0.4	-2.5	-1.2
25	-0.2	2.7	0.1	-2.9	-1.3
32	-0.1	2.0	0.9	-2.0	-0.4
40	0.3	1.7	2.4	1.4	2.8

■ 額定轉矩時的效率

減速比 50

型號 14

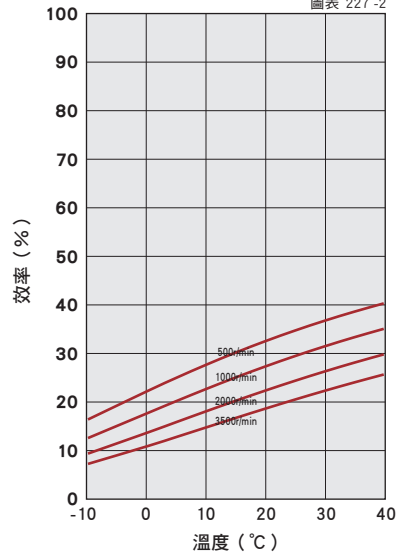
圖表 227-1



減速比 80、100、120

型號 14

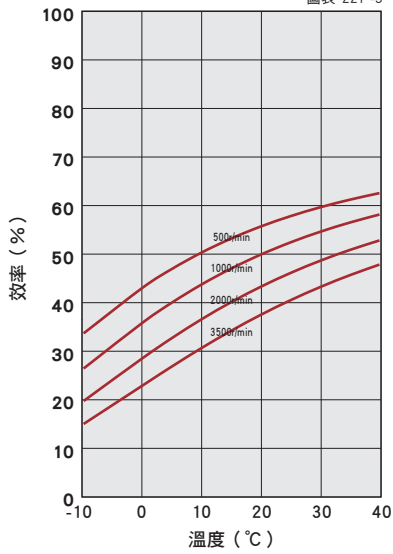
圖表 227-2



減速比 50

型號 17、20、25、32、40

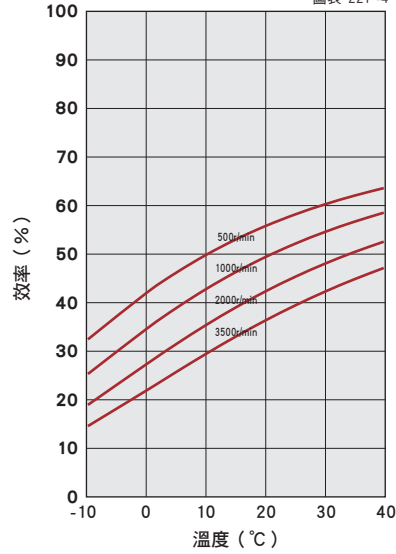
圖表 227-3



減速比 80、100、120

型號 17、20、25、32、40

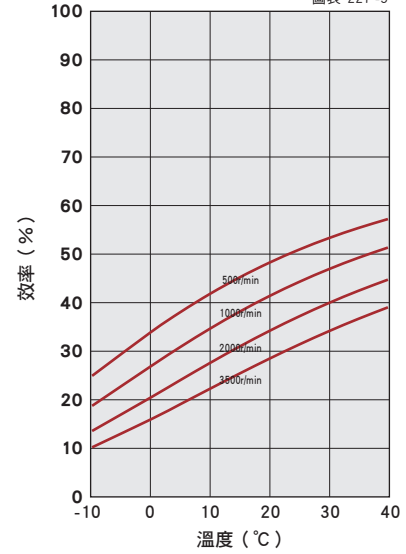
圖表 227-4



減速比 160

型號 17、20、25、32、40

圖表 227-5



主軸承規格

模組型在外部負載的直接支撐組裝了精密交叉滾柱軸承（輸出凸緣部）。

為充分發揮模組型的性能，請檢查最大負載力矩負重、交叉滾柱軸承壽命以及靜態安全係數。

各數值的公式請參閱 030 ～ 034 頁「技術資料」內容。

■ 確認步驟

① 確認最大負載力矩負重 (M_{max})

求出最大負載力矩負重 (M_{max})

最大負載力矩負重 (M_{max}) $\leq$ 容許力矩 (M_c)

② 確認壽命

求出平均徑向負載 (F_{rav})、平均軸向負載 (F_{aav})

求出徑向負載係數 (X)、軸向負載係數 (Y)

計算並確認壽命

③ 確認靜態安全係數

求出靜態等價徑向負載 (P_o)

確認靜態安全係數 (f_s)

■ 主軸承規格

交叉滾柱軸承的規格，如表 228-1 所示。

規格

表 228-1

型號	轉子節圓直徑	偏移量	基本額定負載				容許力矩負重 Mc		力矩剛性 Km	
	dp	R	基本動額定負載 C		基本靜額定負載 Co					
	m	m	×10 ⁴ N	kgf	×10 ⁴ N	kgf	N·m	kgf·m	×10 ⁴ N·m/rad	kgf·m/arc·min
14	0.0503	0.0111	29	296	43	438	37	3.8	7.08	2.1
17	0.061	0.0115	52	530	81	826	62	6.3	12.7	3.8
20	0.070	0.011	73	744	110	1122	93	9.5	21	6.2
25	0.086	0.0121	109	1111	179	1825	129	13.2	31	9.2
32	0.112	0.0173	191	1948	327	3334	290	29.6	82.1	24.4
40	0.133	0.0195	216	2203	408	4160	424	43.2	145	43.0

(註) ※ 基本動額定負載是指軸承的基本動額定壽命可達 100 萬次旋轉的固定靜止徑向負載。

※ 基本靜額定負載是指在承受最大負載的轉動體與軌道的接觸部中央上，給予一定水準的接觸應力 (4kN/mm^2) 之靜態負載。

※ 容許力矩負重是指輸出軸承上可施加的最大力矩負重，此範圍內的數值可以確保基本性能並可動作。

※ 力矩剛性的值為參考值。下限值約為標示數值的 80%。

※ 容許徑向負載、容許軸向負載，係指主軸承受單純徑向負載或軸向負載其中之一時，可滿足減速機壽命的數值。

(徑向負載為 $L_r+R=0\text{mm}$ 、軸向負載為 $L_a=0\text{mm}$ 時)

簡易模組型 (2SH) 設計指南

組裝精度

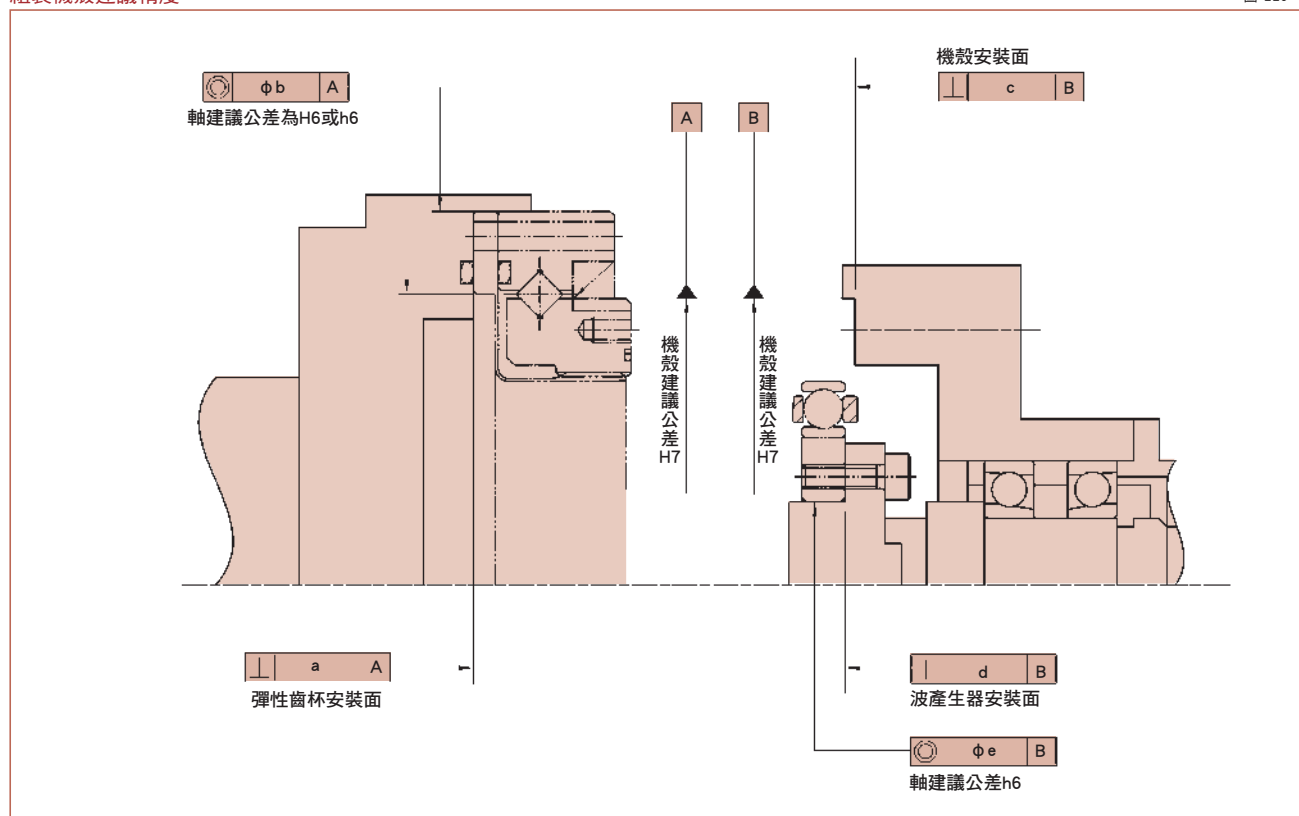
關於組裝設計，若為導致安裝面變形等異常組裝，則可能造成性能降低。

為充分發揮 Harmonic Drive® 的優異性能，請注意以下事項，保持圖 224-1 及表 224-1 所示組裝機殼建議精度，並採用不會漏油的設計。

- 安裝面彎曲、變形
- 咬入異物
- 安裝孔螺孔部週邊的毛邊、隆起、位置度異常
- 安裝接口部倒角不足
- 安裝接口部真圓度異常

組裝機殼建議精度

圖 229-1



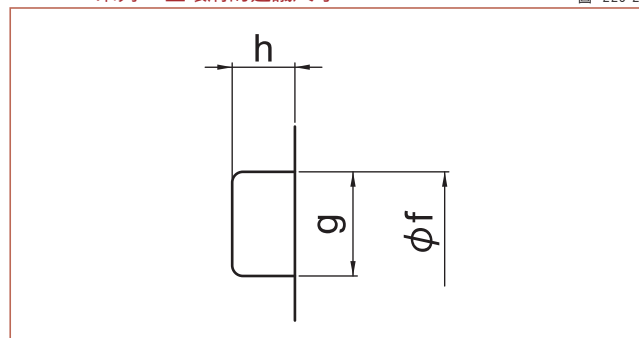
組裝機殼建議精度

表 229-1
單位: mm

記號 \ 型號	14	17	20	25	32	40
a	0.016	0.021	0.027	0.035	0.042	0.048
ϕb	0.015	0.018	0.019	0.022	0.022	0.024
c	0.011	0.012	0.013	0.014	0.016	0.016
d	0.008	0.010	0.012	0.012	0.012	0.012
ϕe	0.016	0.018	0.019	0.022	0.022	0.024

SHD-2SH 系列 O 型環溝的建議尺寸

圖 229-2



O 型環溝的建議尺寸

表 229-2
Unit: mm

型號	φ f		g		h		O 型環 (產品隨附)
14	57	+0.1/0	2	+0.25/0	1.1	0/0-1	54.38 × 1.19
17	68.1	+0.1/0	2	+0.25/0	1.1	0/0-1	64.0 × 1.5
20	78	+0.1/0	2.7	+0.25/0	1.5	0/0-1	72.0 × 2.0
25	94.8	+0.1/0	2.4	+0.25/0	1.35	0/0-1	88.62 × 1.78
32	123	+0.1/0	2.7	+0.25/0	1.5	0/0-1	117.0 × 2.0
40	148	+0.1/0	2.7	+0.25/0	1.5	0/0-1	142.0 × 2.0

模組型 (2UH) 設計指南

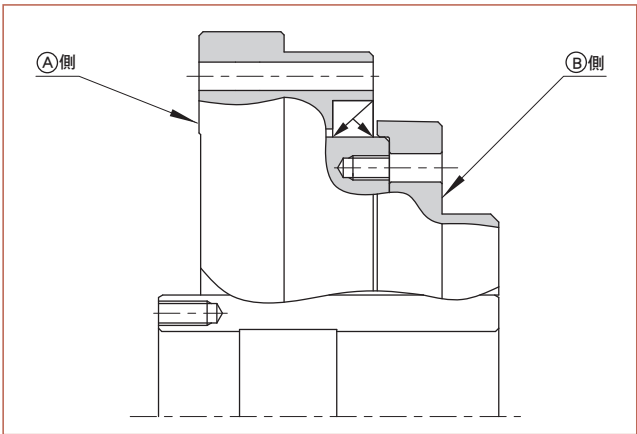
輸出部與固定部

SHD 系列的輸出部會依固定位置而變化。
此外，減速比與旋轉方向也會隨之變化，其關係如下所示。

表 230 - 1

固定部	輸出部	旋轉方向與減速比
Ⓐ 側	Ⓑ 側	011 頁的②
Ⓑ 側	Ⓐ 側	011 頁的①

圖 230 - 1



安裝及傳動轉矩

Ⓐ側的安裝及傳動轉矩

表 230 - 2

項目	型號	14	17	20	25	32	40
螺栓支數		8	12	12	12	12	12
螺栓尺寸		M3	M3	M3	M4	M5	M6
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	64	74	84	102	132	158
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3
	kgf·m	0.20	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56
螺栓傳動轉矩	N·m	108	186	210	431	892	1509
	kgf·m	11	19	21	44	91	154

- (註) 1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
2. 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓
強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
3. 轉矩係數：K=0.2
4. 鎖緊係數：A=1.4
5. 接合面摩擦係數 $\mu=0.15$

Ⓑ側的安裝及傳動轉矩

表 230 - 3

項目	型號	14	17	20	25	32	40
螺栓支數		8	12	12	12	12	12
螺栓尺寸		M3	M3	M3	M4	M5	M6
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	43	52	61.4	76	99	120
有效螺紋部深度	mm	4.5	4.5	4.5	6	8	9
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.0	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3
	kgf·m	0.20	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56
螺栓傳動轉矩	N·m	72	130	154	321	668	1148
	kgf·m	7.3	13.3	15.7	32.7	68.2	117

- (註) 1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
2. 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓
強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
3. 轉矩係數：K=0.2
4. 鎖緊係數：A=1.4
5. 接合面摩擦係數 $\mu=0.15$

※ 機殼端的凸緣材質為 AL (鋁合金)，因此請遵守上述螺栓鎖緊轉矩數值。
若鎖緊轉矩超過上述數值，恐將無法獲得應有傳動轉矩或造成鬆脫現象。
從Ⓐ側用螺絲緊固時，敬請使用墊圈，不要讓螺絲座面直接接觸鋁合金。

中空型(2UH)輸入部的容許負載

中空型的中空輸入部是由 2 個單列深溝軸承所支撐。為充分發揮模組型的性能，請確認施加在輸入部上的負重。

圖 231-1 為軸承的支撐點。『a』『b』尺寸請參閱表 231-1。此外，下方圖表 231-1 則顯示不同型號的最大容許徑向負載與推力負載的關係。

圖表 231-1 的值是在平均輸入轉速 2000r/min、基本額定壽命 $L_{10}=7000h$ 時的值。

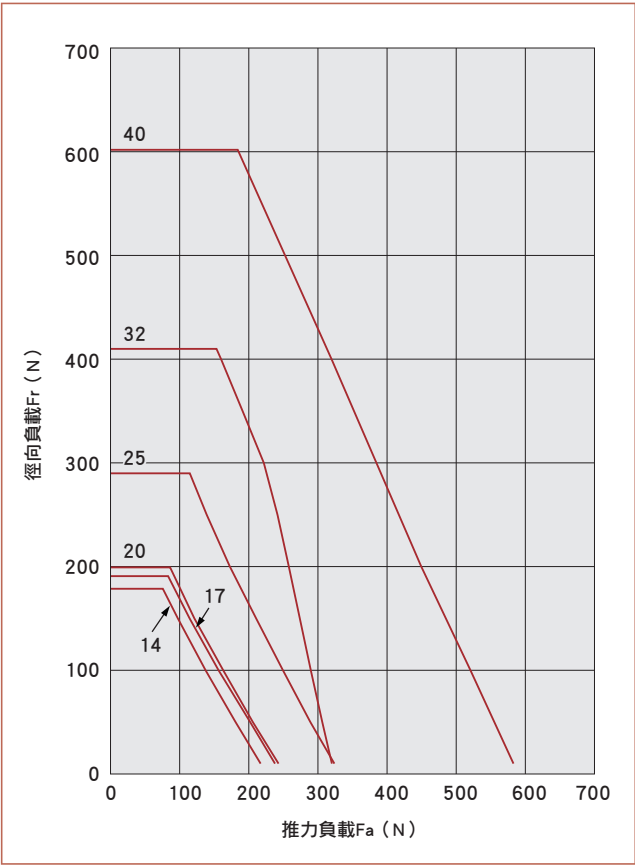
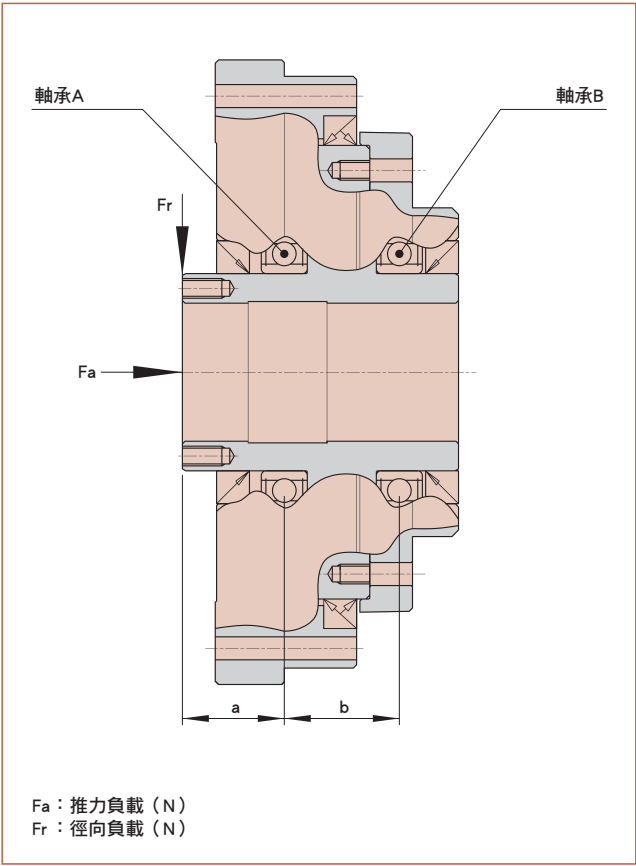
輸入部的軸承規格

表 231 -1

型號	軸承 A			軸承 B			a (mm)	b (mm)	最大徑向負載 Fr (N)
	型號	基本動額定負載 Cr (N)	基本靜額定負載 Cor (N)	型號	基本動額定負載 Cr (N)	基本靜額定負載 Cor (N)			
14	6804ZZ	4000	2470	6804ZZ	4000	2470	16.5	20.0	179
17	6805ZZ	4500	3150	6805ZZ	4500	3150	18.0	19.5	191
20	6806ZZ	4700	3650	6806ZZ	4700	3650	15.5	17.5	199
25	6808ZZ	6350	5550	6808ZZ	6350	5550	16.5	21.0	290
32	6911ZZ	8800	8500	6810ZZ	6400	6200	19.5	26.0	410
40	6913ZZ	11900	12100	6813ZZ	11900	12100	20.5	33.5	602

圖 231 -1

圖表 231 -1

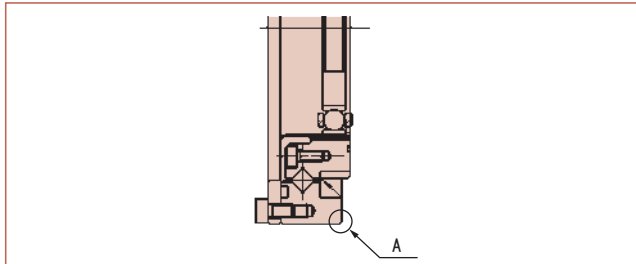


安裝接口離隙加工

模組型若將下圖 A 部作為安裝接口使用時，請在安裝對象端進行離隙加工。

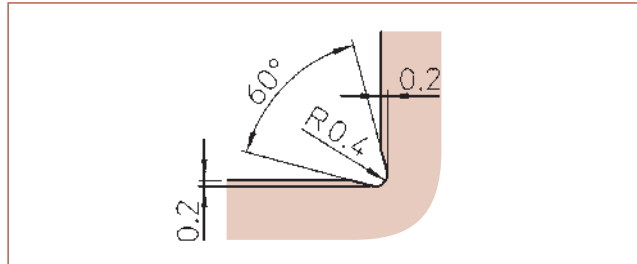
安裝接口部

圖 232-1



安裝對象端的建議離隙加工尺寸

圖 232-2



波產生器的推力

Harmonic Drive® 因為彈性齒杯彈性變形，運轉中會對波產生器施加推力。

作為減速機（011 頁①、②、③）使用時，推力將對彈性齒杯隔板方向作用。（圖 232-3）

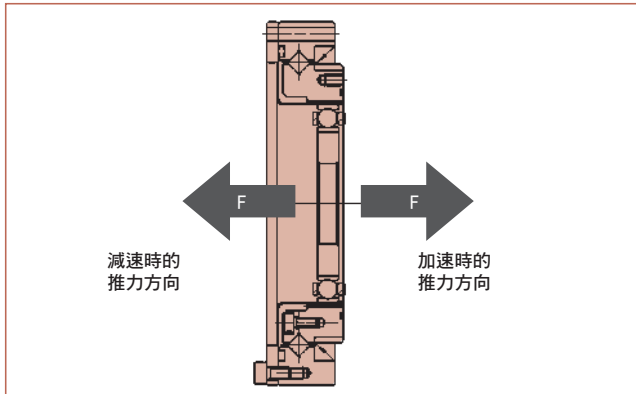
此外，作為加速機（011 頁④、⑤、⑥）使用時，其推力作用方向與減速機時的方向相反。（圖 232-3）

波產生器的推力（最大值）可由下列公式求出。此外，推力會隨運轉條件而改變。高轉矩時、極低速時、固定連續旋轉時有增大的傾向，幾乎如同公式求出的值。無論任何情況，設計時務必採用阻止波產生器推力的結構。

（註）若希望於波產生器載加裝固定螺絲以固定輸入軸時，請務必洽詢本公司。

波產生器的推力方向

圖 232-3



推力計算公式

表 232-1

減速比	公式
$i = 1/50$	$F = 2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 30^\circ + 2\mu PF$
$i = 1/100$ 以上	$F = 2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 20^\circ + 2\mu PF$

軸承斥力導致的推力

表 232-2

機種	型號	$2\mu PF$ (N)
SHD	14	1.2
	17	3.3
	20	5.6
	25	9.3
	32	16
	40	24

公式的記號

表 232-3

F	推力	N	參閱圖 232-3
D	(型號) $\times 0.00254$	m	
T	輸出轉矩	N·m	
$2\mu PF$	軸承斥力導致的推力	N	參閱表 232-3

計算例

公式 232-1

機種名稱：SHD系列

型號：32

減速比： $i=1/50$

輸出轉矩：200N·m

$$F = 2 \times \frac{200}{(32 \times 0.00254)} \times 0.07 \times \tan 30^\circ + 16$$

$$F = 215N$$

潤滑

SHD 系列的標準潤滑方式為潤滑脂潤滑。潤滑劑的詳情，請參閱 016 頁「技術資料」內容。

機殼內壁建議尺寸

以潤滑脂潤滑時，為了讓運轉中潤滑脂不致四下飛濺而殘留於 Harmonic Drive® 內部，Harmonic Drive® 與機殼內壁之間應盡可能符合建議尺寸。如果無法確保建議尺寸，請洽詢本公司。

機殼內壁建議尺寸

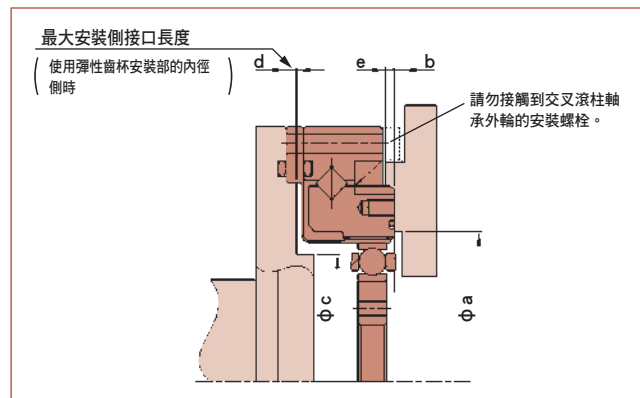
表 232-4
單位：mm

型號	14	17	20	25	32	40
記號						
ϕa	36.5	45	53	66	86	106
b	1 (3)	1 (3)	1.5 (4.5)	1.5 (4.5)	2 (6)	2.5 (7.5)
ϕc	31	38	45	56	73	90
d	1.4	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8
e	1.5	1.5	1.5	1.5	3.3	4

（註）（ ）內為波產生器朝上時的數值。

機殼內壁建議尺寸

圖 232-4

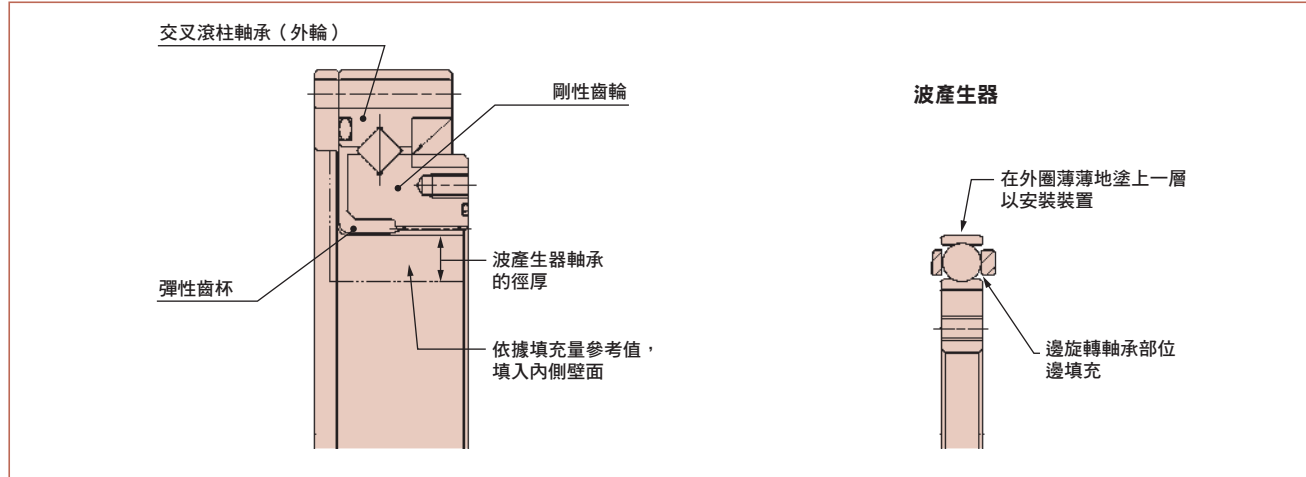


塗佈要領

SHD 系列是將交叉滾柱軸承的外輪與彈性齒杯暫時固定後出貨，因此彈性齒杯的齒槽及外圈、剛性齒輪的齒槽上有塗佈潤滑脂。

塗佈要領

圖 233 -1



塗佈量

表 233 -1
單位：g

型號	14	17	20	25	32	40
塗佈量	5	9	13	24	51	99

潤滑脂更換時期

潤滑脂的性能會大幅影響 Harmonic Drive® 各個滑動部的磨耗。潤滑脂性能會隨溫度而變化，越高溫越容易劣化，需要儘早更換。右方圖表是根據平均負載轉矩低於額定轉矩時，潤滑脂溫度與波產生器總旋轉數關連性所表示的更換時期基準。當平均負載轉矩超過額定轉矩，可依下列公式計算更換時期。

平均負載轉矩超過額定轉矩時的公式

公式 233 -1

$$L_{GT} = L_{GTn} \times \left(\frac{T_r}{T_{av}} \right)^3$$

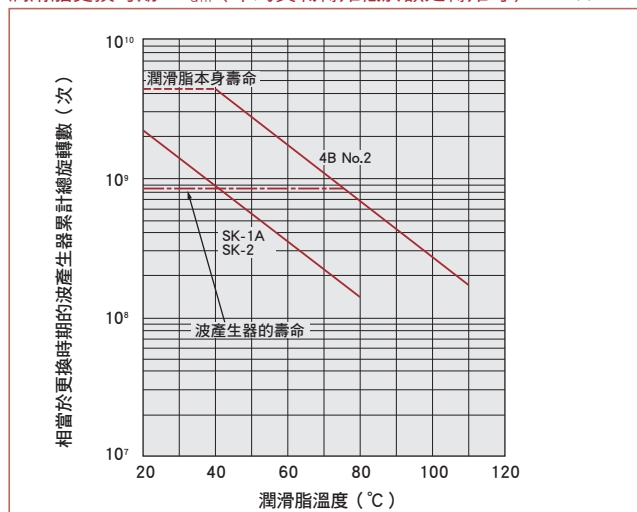
公式的記號

表 233 -2

L_{GT}	超過額定轉矩的更換時期	轉數	——
L_{GTn}	未超過額定轉矩的更換時期	轉數	參閱左圖
T_r	額定轉矩	N·m, kgf·m	參閱 216 頁額定表
T_{av}	輸出端的平均負載轉矩		公式：參閱 014 頁

潤滑脂更換時期： L_{GTn} （平均負載轉矩低於額定轉矩時）

圖 233 -2



※ 波產生器的壽命，係指受損機率 10%。

■ 其他注意事項

- 切忌與其他潤滑脂混用。此外，Harmonic Drive® 應先安裝至單獨機殼後再組裝至裝置。
- Harmonic Drive® 在波產生器朝上（參閱 050 頁圖 050-2）的狀態，且一定負載往單一方向低速旋轉（輸入轉速：1000r/min 以下）使用時，可能造成潤滑不良，若於此使用情形時，請洽詢本公司營業據點。
- 波產生器朝上或朝下（參閱 094 頁、圖 094-2）使用時，請在波產生器與輸入蓋（馬達凸緣）的間隙上充分加滿潤滑脂。

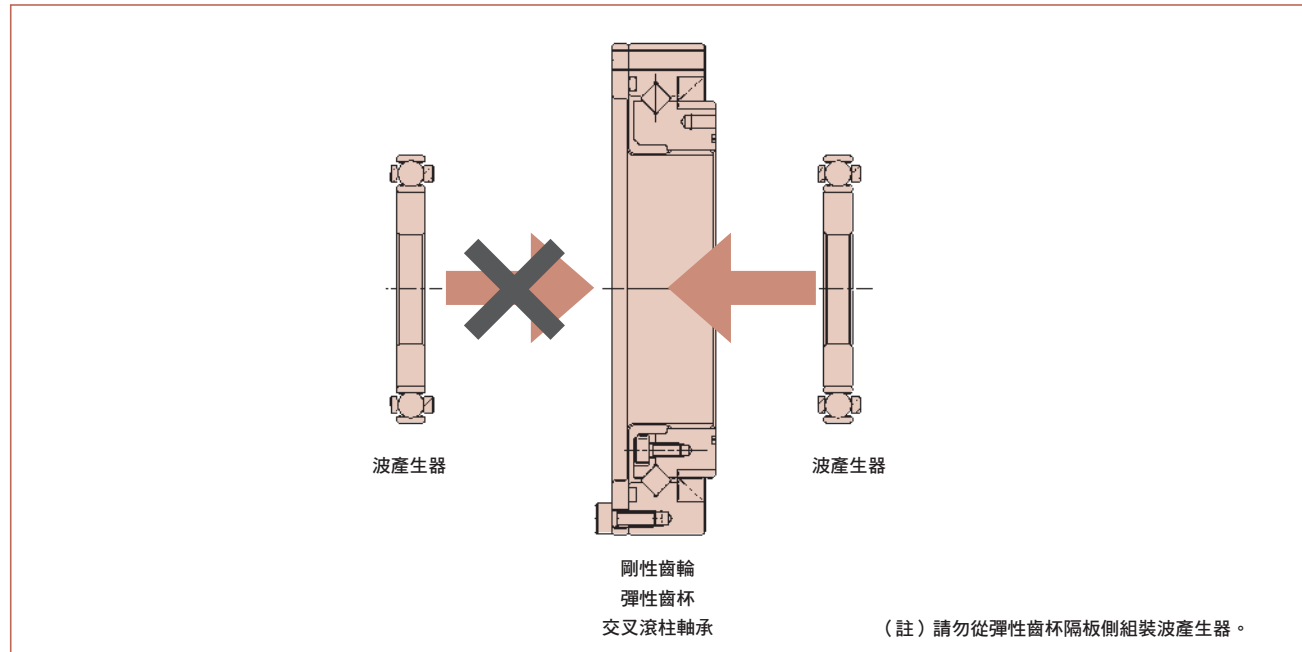
組裝注意事項

■組裝順序

將剛性齒輪及彈性齒杯安裝至裝置後，組裝波產生器。
若用其他方法組裝，可能造成齒輪嚙合空轉狀態（參閱 029 頁），齒面損傷。務請注意。

三項零件的適當組裝順序

圖 234 - 1



■組裝注意事項

Harmonic Drive® 可能因組裝時的不良，產生震動或異音。組裝時，應避免對波產生器軸承過度施力。

波產生器注意事項

1. 組裝時，應避免對波產生器軸承過度施力。旋轉波產生器，即可順利插入。
2. 沒有 Oldham 機構的波產生器，尤應注意讓偏心、垂直的影響保持在建議值範圍內（參閱 224 頁「組裝精度」）。

剛性齒輪注意事項

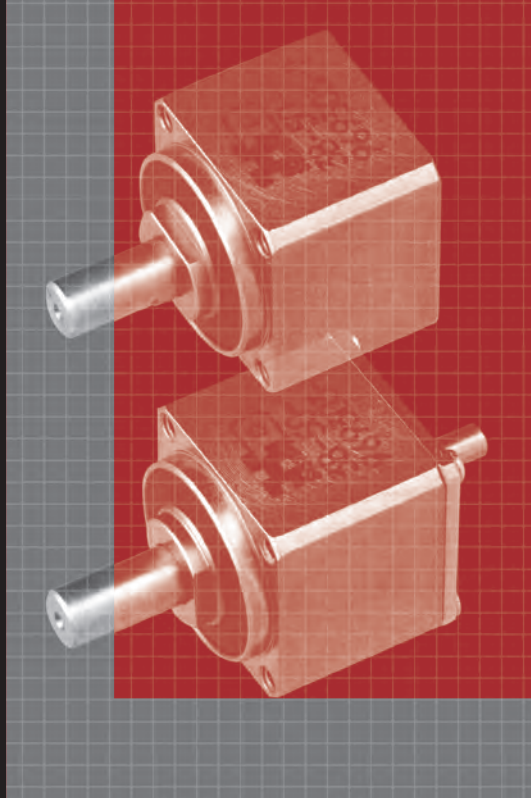
1. 檢查安裝面平整度是否不佳、有否歪斜。
2. 檢查螺孔有無隆起、殘留毛邊、咬入異物。
3. 檢查外殼組裝部是否針對剛性齒輪彎角部進行倒角或離隙加工，以避免干涉。
4. 檢查剛性齒輪組裝進外殼後是否可旋轉，有無干涉卡住。
5. 檢查螺栓插入安裝用螺栓孔時，是否因螺栓孔位不準、螺栓孔倒著加工等原因造成螺栓與剛性齒輪干涉，導致螺栓旋轉困難。
6. 切勿以規定轉矩將螺栓一次鎖緊。請先以規定轉矩一半的力量暫時鎖緊，再用規定轉矩鎖緊。此外，請務必按照對角線的順序將螺栓鎖緊。
7. 盡量避免釘扎剛性齒輪，以免降低旋轉精度。

彈性齒杯注意事項

1. 檢查安裝面平整度是否不佳、有否歪斜。
2. 檢查螺孔有無隆起、殘留毛邊、咬入異物。
3. 檢查外殼組裝部是否針對彈性齒杯彎角部進行倒角或離隙加工，以避免干涉。
4. 檢查螺栓插入安裝用螺栓孔時，是否因螺栓孔位不準、螺栓孔倒著加工等原因造成螺栓與彈性齒杯干涉，導致螺栓旋轉困難。
5. 切勿以規定轉矩將螺栓一次鎖緊。請先以規定轉矩一半的力量暫時鎖緊，再用規定轉矩鎖緊。此外，請務必按照對角線的順序將螺栓鎖緊。
6. 檢查彈性齒杯與剛性齒輪組合時，有無極度偏往單側、嚙合不良的情形。如果偏往單側，應為該兩個零件出現偏心或垂直。

防鏽對策

模組型表面並無防鏽處理。
如需防鏽，應塗佈防鏽劑。
另外，如需本公司進行防鏽表面處理，請洽詢本公司。

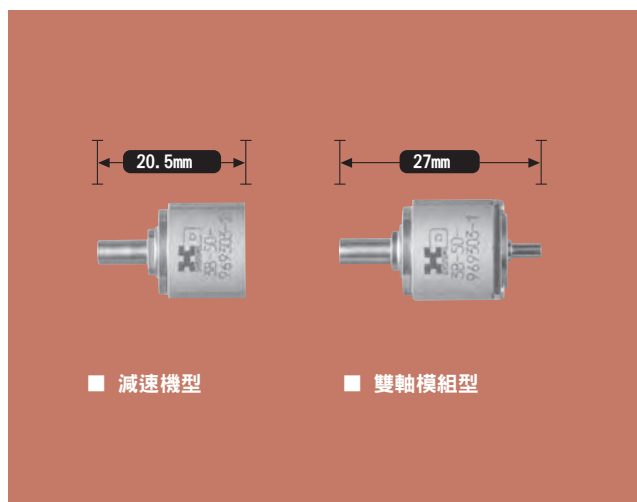


CSF supermini系列

Unit Type CSF supermini

特 徵	236
型式、記號	237
技術資料	237
額定表	237
角傳動精度	238
遲滯損失	238
起動轉矩	238
加速起動轉矩	238
鬆脫轉矩	238
屈曲轉矩	238
主軸承規格	239
潤 滑	239
技術資料 輸入軸型	240
雙軸型 1U外觀圖	240
減速機型 1U-CC外觀圖	240
剛性 (彈簧常數)	241
機械精度	241
效率特性	242
無負載運轉轉矩	244
輸入部容許負載	245
安裝及傳動轉矩	246
技術資料 馬達安裝型	247
安裝例	247
組裝精度	248

特 徵



※ 照片為實際尺寸。

■ CSF supermini 系列模組型

CSF supermini 系列是將 Harmonic Drive® 的最小型號加工為容易使用的模組化產品。

採用本公司獨自開發的「小型 4 點接觸滾珠軸承」作為主軸承，可直接支撐外部負載。

CSF supermini 系列

有 2 種類型，一為直接安裝在伺服馬達的減速機型（1U-CC），一為具有輸入軸與輸出軸的雙軸模組型（1U），請配合機械、裝置的設計需求，選擇最適合的機型。

CSF supermini 系列的特徵

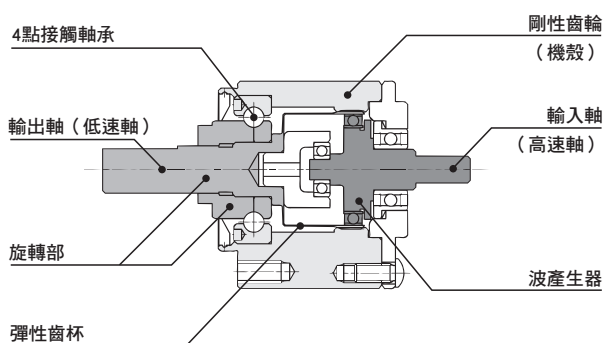
- 小型、輕量
- 設計輕巧、簡單
- 高轉矩容量
- 高剛性
- 無背隙
- 優異的定位精度及旋轉精度
- 輸出輸入軸位於同軸

CSF supermini 系列模組型的結構

圖 236 - 1

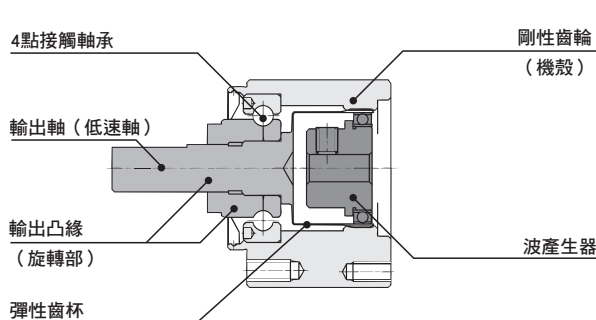
雙軸模組型（1U）

擁有輸入軸與輸出軸的完整型雙軸模組。即使是不習慣操作 Harmonic Drive® 的使用者也能輕鬆操作，進行高精度定位。



減速機型（1U-CC）

以搭配高性能小型伺服馬達為概念的減速機。在同尺寸的齒輪中，擁有最高輸出。



※當固定住剛性齒輪（機殼）時，輸出軸的旋轉方向會和輸入軸（波產生器）的旋轉方向相反。

型式、記號

Harmonic Drive®CSF supermini 系列的型號有 3 種。有 2 種型式，種類豐富。請參考下列標示記號訂購。

CSF - 3 B - 50 - 1U - CC - 規格



表 237 - 1

機種名稱	型號	版本記號	減速比 (註)			型 式	特殊規格
CSF 系列	3	B	30	50	100	1U= 雙軸模組型 1U-CC= 減速機型	SP= 形狀或性能等特殊規格 無記載 = 標準品

(註) 減速比表示為輸入：波產生器 (輸入軸)、固定：剛性齒輪 (機殼)、輸出：輸出軸。

技術資料

額定表

表 237 - 2

型號	減速比	輸入 2000r/min 時的額定轉矩		起動、停止時的 容許峰值轉矩		平均負載轉矩的 容許最大值		瞬間容許最大轉矩		容許最高輸入 轉速	容許平均輸入 轉速	慣性力矩 ($1/4GD^2$) ※1
		N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	r/min	r/min	kg·cm ²
3	30	0.06	0.006	0.13	0.013	0.10	0.010	0.22	0.022	10000	6500	1U: 5.3×10^{-7} 1U-CC: 7.0×10^{-7}
	50	0.11	0.011	0.21	0.021	0.13	0.013	0.41	0.040			
	100	0.15	0.015	0.30	0.029	0.23	0.023	0.57	0.056			

※1 慣性力矩的上段為 1U 型、下段為 1U-CC 型的值。

角傳動精度 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 238 -1

減速比	型號	3
	單位	
全減速比	$\times 10^{-3} \text{rad}$	2.9
	arc-min	10

遲滯損失 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 238 -2

減速比	型號	3
	單位	
30	$\times 10^{-4} \text{rad}$	13
	arc-min	4.5
50	$\times 10^{-4} \text{rad}$	12
	arc-min	4
100	$\times 10^{-4} \text{rad}$	12
	arc-min	4

起動轉矩 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異, 僅作參考值之用。

表 238 -3

單位: cN·m

減速比	型號	3
	單位	
30	1U	0.34
	1U-CC	0.32
50	1U	0.30
	1U-CC	0.28
100	1U	0.26
	1U-CC	0.24

加速起動轉矩 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異, 僅作參考值之用。

表 238 -4

單位: N·m

減速比	型號	3
	單位	
30	1U	0.14
	1U-CC	0.12
50	1U	0.14
	1U-CC	0.11
100	1U	0.16
	1U-CC	0.13

鬆脫轉矩 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 238 -5

單位: N·m

減速比	型號	3
	單位	
30	1U	0.88
	1U-CC	0.83
50	1U	0.83
	1U-CC	0.74
100	1U	0.74
	1U-CC	0.74

屈曲轉矩 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 238 -6

單位: N·m

型號	3
全減速比	3.7

主軸承規格

CSF supermini 系列在外部負載（輸出部）的直接支撐組裝了精密 4 點接觸滾珠軸承。
為充分發揮 CSF supermini 系列的性能，請檢查最大負載力矩負重、4 點接觸滾珠軸承壽命及靜態安全係數。
各數值的公式請參閱 030 ～ 034 頁「技術資料」內容。

■ 確認步驟

① 確認最大負載力矩負重（ M_{max} ）

求出最大負載力矩負重（ M_{max} ） → 最大負載力矩負重（ M_{max} ） $\leq$ 容許力矩（ M_c ）

② 確認壽命

求出平均徑向負載（ F_{rav} ）、平均軸向負載（ F_{aav} ） → 求出徑向負載係數（ X ）、軸向負載係數（ Y ） → 計算並確認壽命

③ 確認靜態安全係數

求出靜態等價徑向負載（ P_o ） → 確認靜態安全係數（ f_s ）

■ 主軸承規格

規格

表 239 - 1

型號	轉子節圓直徑	偏移量	基本額定負載		容許力矩負重	力矩剛性	容許徑向負載 ※	容許推力負載
	dp	R	基本動額定負載	基本靜額定負載				
	mm	mm	$\times 10^3 \text{ N}$	$\times 10^3 \text{ N}$				
3	7.7	4.1	6.65	4.24	0.27	0.9×10^2	36	130

※ 容許徑向負載是雙軸型（1U）的輸出軸端及減速機軸輸出型（1U-CC）軸中央的值。
※ 力矩剛性的值為平均值。

潤滑

表 239 - 2

CSF supermini 系列的標準潤滑方式為潤滑脂潤滑。
出貨前已封入潤滑脂，組裝時無需另行注入、塗佈。此外，請使用以下潤滑劑。

潤滑部	減速機部
使用潤滑劑名稱	Harmonic 潤滑脂 ®SK-2
製造商	Harmonic Drive Systems
基礎油	精煉礦物油
增稠劑	鋰皂
混合稠度（25℃）	265 ～ 295
油點	198℃
外觀	綠色

技術資料 輸入軸型

雙軸型 1U 外觀圖

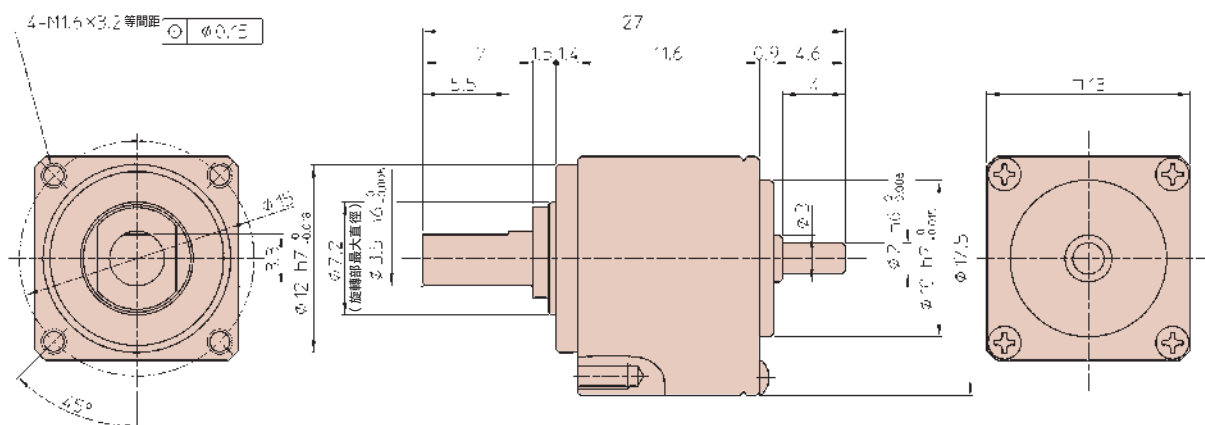
擁有輸入軸與輸出軸的完整型雙軸模組。

本產品的 CAD 數據 (DXF) 可由本公司官網下載。

URL : <https://www.hds.co.jp/>

圖 240-1
單位: mm

質量: 13.7g



※關於尺寸及形狀的詳細內容，請參閱交貨規格圖。

※公差會因零件的製作方式（鑄造品、機械加工品）而異。如需瞭解公差，請洽詢本公司。

減速機型 1U-CC 外觀圖

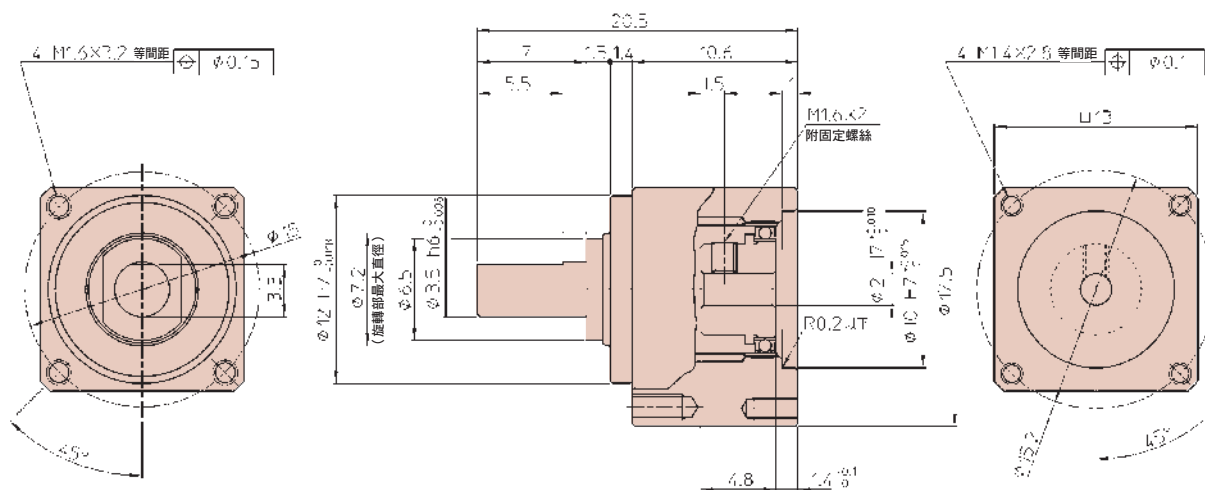
以搭配高性能小型伺服馬達為概念的減速機。

本產品的 CAD 數據 (DXF) 可由本公司官網下載。

URL : <https://www.hds.co.jp/>

圖 240-2
單位: mm

質量: 11.4g



※關於尺寸及形狀的詳細內容，請參閱交貨規格圖。

※公差會因零件的製作方式（鑄造品、機械加工品）而異。如需瞭解公差，請洽詢本公司。

剛性(彈簧常數) (相關用語說明,請參閱「技術資料」內容。)

表 241 -1

記號		型號	3
T ₁		N·m	0.016
		kgf·m	0.0016
T ₂		N·m	0.05
		kgf·m	0.005
減速比 30	K ₁	N·m/rad	27
		X10 ⁻⁴ kgf·m/arc-min	8
	K ₂	N·m/rad	40
		X10 ⁻⁴ kgf·m/arc-min	12
	K ₃	N·m/rad	51
		X10 ⁻⁴ kgf·m/arc-min	15
	θ ₁	X10 ⁻⁴ rad	5.9
		arc-min	2.0
減速比 50	K ₁	N·m/rad	30
		X10 ⁻⁴ kgf·m/arc-min	9
	K ₂	N·m/rad	47
		X10 ⁻⁴ kgf·m/arc-min	14
	K ₃	N·m/rad	57
		X10 ⁻⁴ kgf·m/arc-min	17
	θ ₁	X10 ⁻⁴ rad	5.3
		arc-min	1.8
減速比 100	K ₁	N·m/rad	34
		X10 ⁻⁴ kgf·m/arc-min	10
	K ₂	N·m/rad	54
		X10 ⁻⁴ kgf·m/arc-min	16
	K ₃	N·m/rad	67
		X10 ⁻⁴ kgf·m/arc-min	20
	θ ₁	X10 ⁻⁴ rad	4.7
		arc-min	1.6
	θ ₂	X10 ⁻⁴ rad	9.3
		arc-min	3.1

※ 本表數值為參考值。下限值約為標示數值的 80%。

機械精度

CSF supermini 系列的主軸承採用高精度 4 點接觸滾珠軸承,使輸出部達到高度機械精度。輸出軸的機械精度如下。

輸入軸型的輸出軸

圖 241 -1

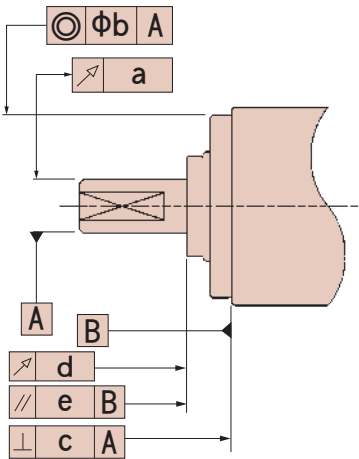
安裝機殼建議精度

表 241 -2

※T.I.R. 單位: mm

記號	精度項目	型號	3
a	輸出軸前端的振幅		0.030
b	安裝接口同軸度		0.020
c	安裝面直角度		0.020
d	輸出凸緣面的振幅		0.005
e	安裝面與輸出凸緣面的平行度		0.015

※T.I.R.: 表示測量部旋轉 1 圈時的針盤量規讀值的全量。



效率特性

效率因下列條件而異。

- 減速比
- 輸入轉速
- 負載轉矩
- 溫度
- 潤滑條件（潤滑劑種類與使用量）

效率修正係數

當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。
請依據圖表 242-1 求出修正係數 K_e ，並參考下列計算範例計算效率。

例：以 CSF-8-100-1U 為例，計算下列條件下的效率 η （%）。
輸入轉速：1000 r/min 潤滑方式：潤滑脂潤滑
負載轉矩 2.0N·m 潤滑劑溫度：20℃

型號 8、減速比 100 的額定轉矩為 2.4N·m（額定表：237 頁），轉矩比 α 為 0.83。（ $\alpha = 2.0 / 2.4 \approx 0.83$ ）

- 依據圖表 242-1，得知效率修正係數 $K_e = 0.99$
- 負載轉矩 2.0N·m 時的效率 η 為
 $\eta = K_e \cdot \eta_R = 0.99 \times 77\% = 76\%$ 。

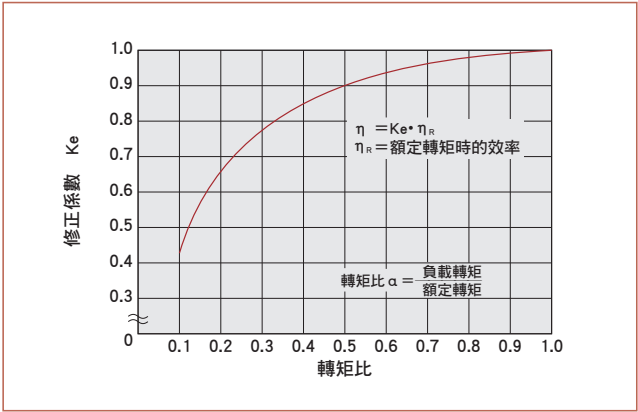
測量條件

表 242-1

負載轉矩	額定表所示的額定轉矩（參閱 237 頁）		
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-2
		塗佈量	適當塗佈量

效率修正係數

圖表 242-1

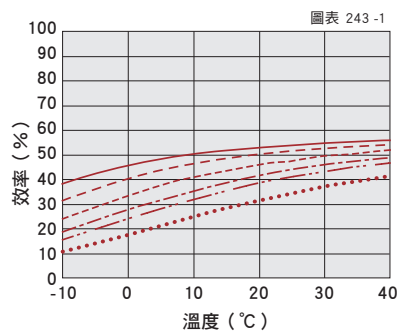


※ 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e = 1$ 。

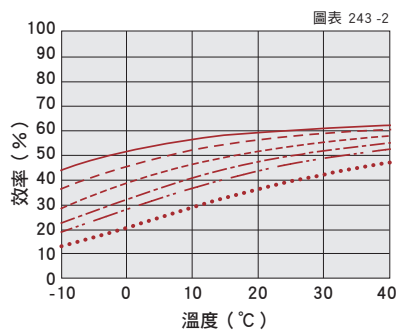
■ 額定轉矩時的效率

雙軸模組型 (1U) 型號3

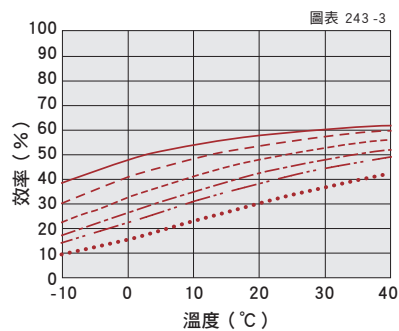
減速比30



減速比50

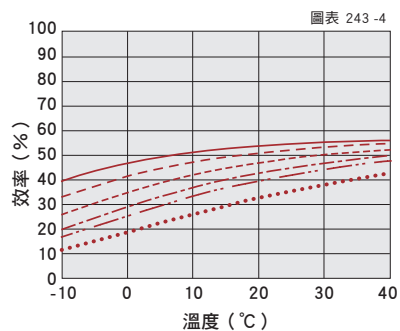


減速比100

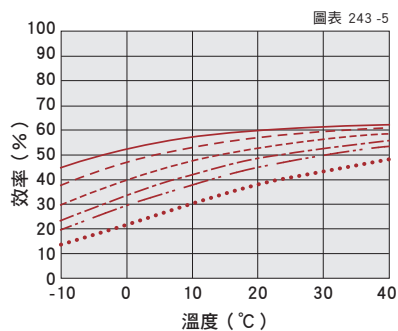


減速機型 (1U-CC) 型號3

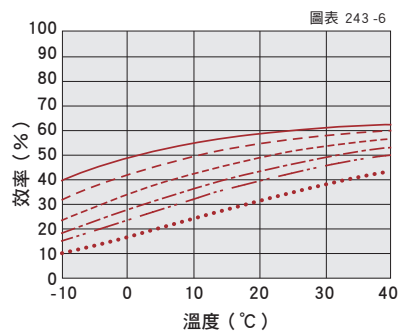
減速比30



減速比50



減速比100



輸入轉速



無負載運轉轉矩

無負載運轉轉矩係指無負載狀態下，驅動 Harmonic Drive® 所必要的輸入端（高速軸端）的轉矩。
※ 詳細數值請洽詢本公司營業據點。

速度比別修正量

Harmonic Drive® 的無負載運轉轉矩會因速度比而變化。圖表 244-1 是減速機型（1U-CC）減速比 100 時的數值。關於其他減速比，請加上表 244-2 所示修正量後計算。

測量條件

表 244 -1

CSF-3-100-1U-CC（減速機型）			
減速比 100			
潤滑條件	潤滑脂	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-2
轉矩值為輸入 2000r/min 經 2 小時以上磨合運轉後的數值			

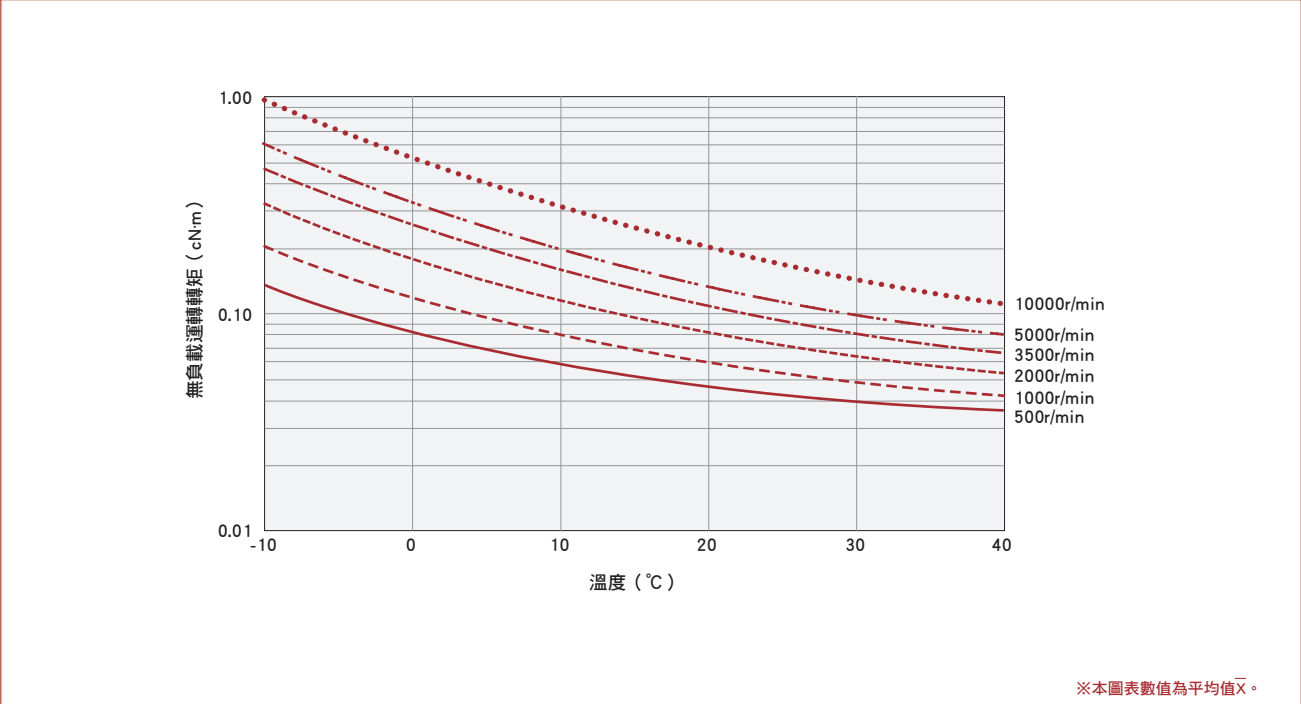
無負載運轉轉矩修正量

表 244 -2
單位：cN·m

型式	減速比	30	50	100
雙軸型（1U）		0.026	0.023	0.006
減速機型（1U-CC）		0.020	0.017	—

減速機型（1-U-CC、減速比 100）的無負載運轉轉矩

圖表 244 -1



輸入部容許負載

■ 雙軸模組型 (1U) 輸入軸的容許負載

雙軸模組型的輸入部是由 2 個單列深溝軸承所支撐。為充分發揮雙軸模組型的性能，請確認施加在輸入部上的負重。

下圖表示軸承的支撐點。『a』『b』尺寸請參閱下表。此外，下方圖表表示型號 3 的容許最大徑向負載與推力負載的關係。

下方圖表的值是在平均輸入轉數 2000r/min、基本額定壽命 $L_{10}=7000h$ 時的值。

例：在輸入軸上施加 3N 的推力負載 (F_a) 時，容許最大徑向負載 (F_r) 的值為 3.75N。

※ 在結構上，當輸入軸上施加外力時則朝軸向方向動，這並非異常。

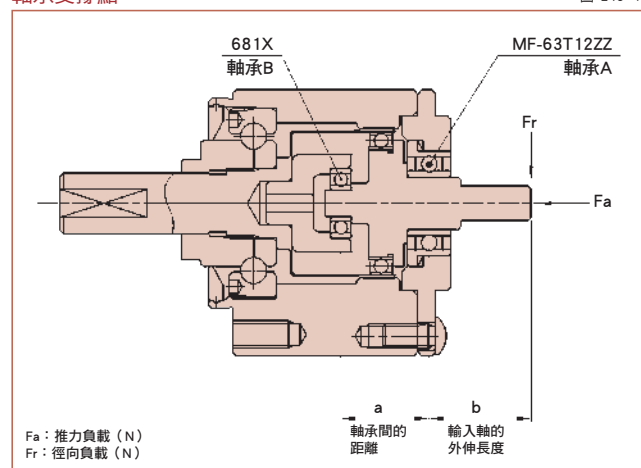
輸入部的軸承規格

表 245 -1

型號	型號	軸承 A		型號	軸承 B		軸承間的距離 a	輸入軸的外伸長度 b	最大徑向負載
		基本動額定負載 Cr (N)	基本靜額定負載 Cor (N)		基本動額定負載 Cr (N)	基本靜額定負載 Cor (N)			
3	MF-63T12ZZ	242	94	681X	102	29	5.05	5.85	6

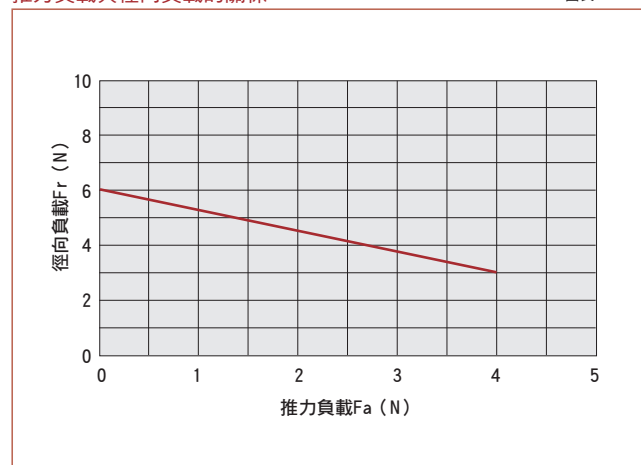
軸承支撐點

圖 245 -1



推力負載與徑向負載的關係

圖表 245 -1



安裝及傳動轉矩

■ 安裝至裝置

將 CSF supermini 系列安裝在裝置上時，請確認安裝面平坦度或螺孔部是否沒有毛邊後，用螺栓鎖緊安裝凸緣（圖 246-1 的 A 部）。

安裝凸緣（圖 246-1 的 A 部）螺栓※的鎖緊轉矩

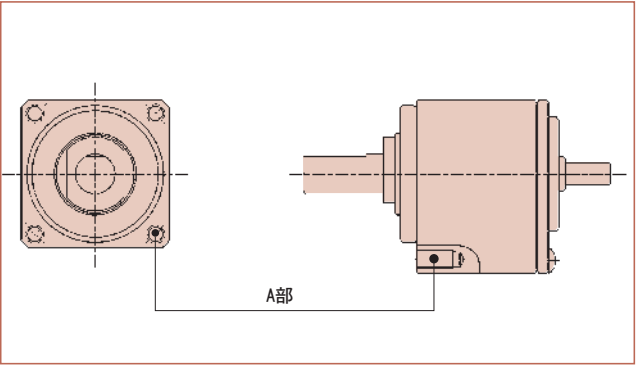
表 246 -1

項目		型號	3
螺栓支數			4
螺栓尺寸			M1.6
安裝 P.C.D.	mm		15
鎖緊轉矩	N·m		0.26
	kgf·m		0.03
螺絲部嵌合最小長度	mm		1.9
傳動轉矩	N·m		3.0
	kgf·m		0.3

※ 建議螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓、強度區分：JIS B 1051 12.9 以上

安裝凸緣

圖 246 -1



■ 安裝輸出軸

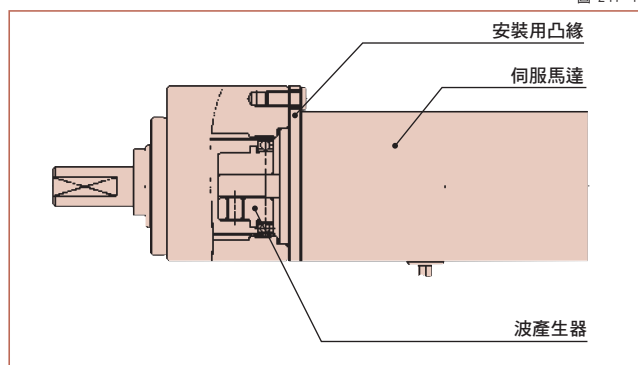
安裝滑輪、小齒輪等時，請勿對輸出軸施加衝擊。將導致減速機精度劣化或故障。

技術資料 馬達安裝型

安裝例

減速機型（1U-CC）的典型安裝例如下所示。

圖 247 -1



（註）安裝馬達時，請參閱「CSF-3 系列技術資料」。

組裝精度

在安裝設計方面，為充分發揮 CSF supermini 系列擁有的優異性能，應確保圖 248-1、表 248-1 所示之建議精度。

安裝建議精度

圖 248 -1

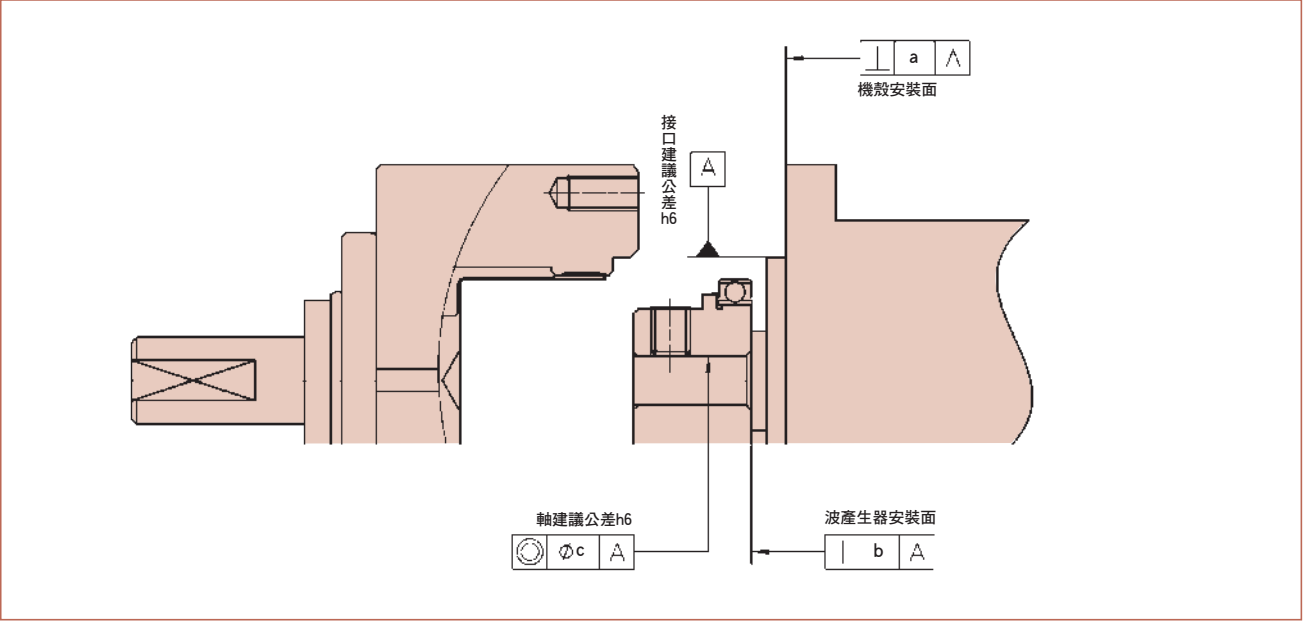
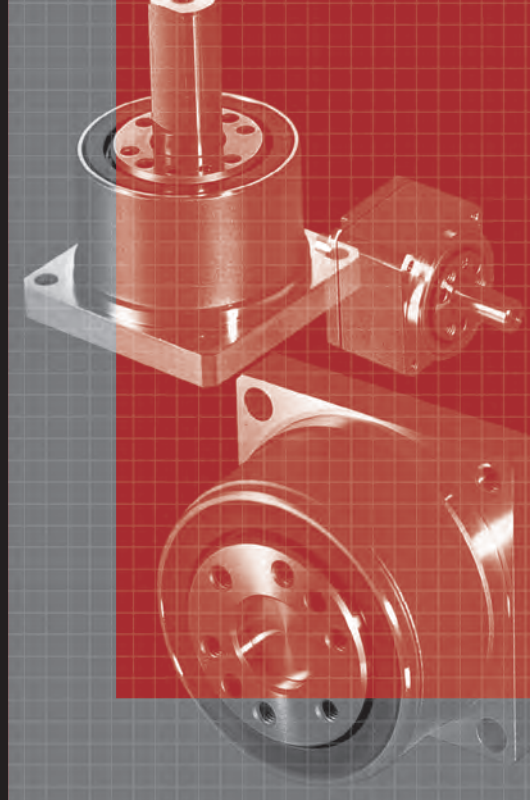


表 248 -1
單位：mm

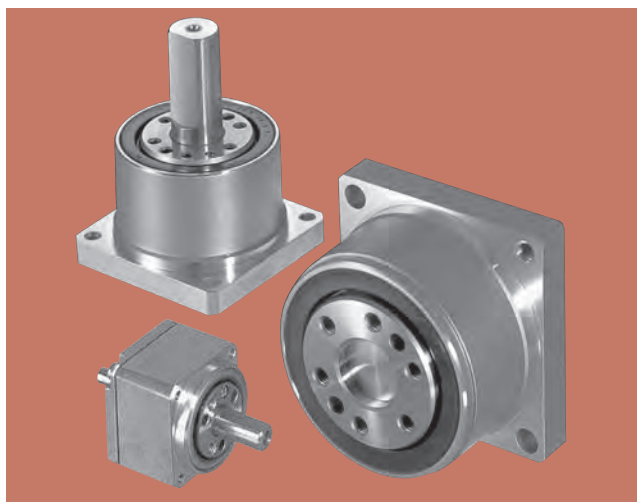
記 號	精度項目	型號	3
a	機殼安裝面直角度		0.006
b	波產生器安裝面		0.004
c	輸入軸同軸度		0.004



CSF-mini系列

Unit Type CSF-mini	
特徵	250
型式、記號	251
技術資料	251
額定表	251
角傳動精度	252
遲滯損失	252
最大背隙量	252
起動轉矩	252
加速起動轉矩	252
鬆脫轉矩	252
屈曲轉矩	252
主軸承規格	253
潤滑	253
技術資料 輸入軸型	254
軸輸出：1U外觀圖	254
尺寸表	254
凸緣輸出：1U-F外觀圖	255
尺寸表	255
剛性 (彈簧常數)	256
機械精度	256
效率特性	257
無負載運轉轉矩	259
輸入部容許負載	260
安裝及傳動轉矩	260
技術資料 馬達安裝型	262
軸輸出：1U-CC外觀圖	262
尺寸表	262
凸緣輸出：1U-CC-F外觀圖	263
尺寸表	263
凸緣輸出：2XH-F外觀圖	264
尺寸表	264
軸輸出：2XH-J外觀圖	265
尺寸表	265
馬達安裝型的波產生器孔徑尺寸	266
剛性 (彈簧常數)	266
機械精度	267
效率特性	267
無負載運轉轉矩	269
安裝例	270
組裝精度	271
安裝及傳動轉矩	272
密封機構	274

特 徵



■ CSF-mini 系列模組型

CSF-mini 系列是將 Harmonic Drive® 的最小型號加工為容易使用的模組化產品。

採用本公司獨自開發的「小型 4 點接觸滾珠軸承」作為主軸承，可直接支撐外部負載。

在 CSF-mini 系列中有可以對應馬達安裝型（2XH）與皮帶、齒輪、聯接器等輸入形態的輸入軸型（1U），請配合機械、裝置的設計需求，選擇最合適的機型。

CSF-mini 系列的特徵

- 小型、輕量
- 設計輕巧、簡單
- 高轉矩容量
- 高剛性
- 無背隙
- 優異的定位精度及旋轉精度
- 輸出輸入軸位於同軸

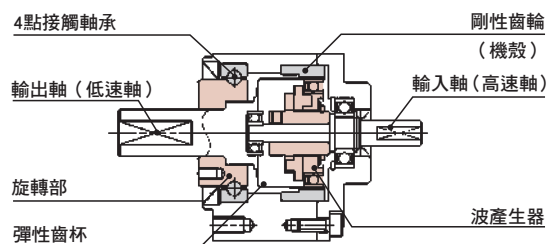
CSF-mini 系列的結構與種類

圖 250 - 1

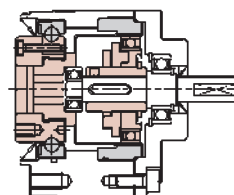
輸入軸型

擁有輸入軸的完整型模組。可支援皮帶、齒輪、聯接器等輸入類型。

雙軸型：1U



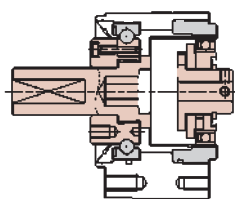
凸緣輸出型：1U-F



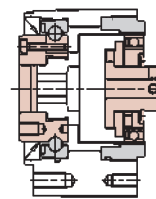
馬達安裝型

以搭配高性能小型伺服馬達為概念的減速機。在同尺寸的齒輪中，擁有最高輸出。

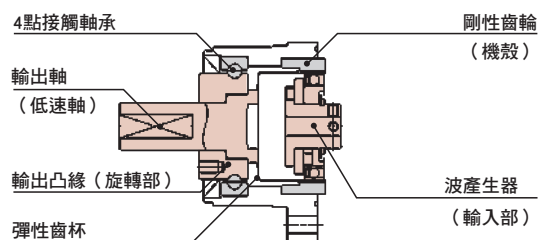
1U 形狀軸輸出型：1U-CC



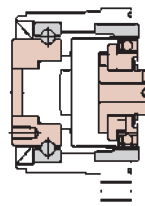
1U 形狀凸緣輸出型：1U-CC-F



軸輸出型：2XH-J



凸緣輸出型：2XH-F



※當固定住剛性齒輪（機殼）時，輸出軸的旋轉方向會和輸入軸（波產生器）的旋轉方向相反。

型式、記號

Harmonic Drive®CSF-mini 系列的型號有 4 種。有 6 種型式，種類豐富。
請參考下列標示記號訂購。

CSF - 14 - 100 - 2XH - F - 規格

表 251 -1

機種名稱	型號	減速比 (註)				型 式	特殊規格
CSF 系列	5	30	50	—	100	1U=輸入軸型、軸輸出 (雙軸型) 1U-F= 輸入軸型、凸緣輸出 1U-CC=1U 形狀的馬達安裝型、軸輸出 1U-CC-F=1U 形狀的馬達安裝型、凸緣輸出 2XH-J=馬達安裝型、軸輸出 2XH-F=馬達安裝型、凸緣輸出	SP=形狀或性能等特殊規格 無記載=標準品
	8	30	50	—	100		
	11	30	50	—	100		
	14	30	50	80	100		

(註) 減速比表示為輸入：波產生器 (輸入軸)、固定：剛性齒輪 (機殼)、輸出：輸出軸、輸出凸緣。

技術資料

額定表

表 251 -2

型號	減速比	輸入 2000r/min 時的額定轉矩	起動、停止時的 容許峰值轉矩	平均負載轉矩的 容許最大值	瞬間容許最大轉矩	容許最高輸入 轉速	容許平均輸入 轉速	慣性力矩 (1/4GD ²) ※1
		N·m	N·m	N·m	N·m	r/min	r/min	kg·cm ²
5	30	0.25	0.5	0.38	0.9	10000	6500	2.5×10 ⁻⁴ 2.5×10 ⁻⁴
	50	0.4	0.9	0.53	1.8			
	100	0.6	1.4	0.94	2.7			
8	30	0.9	1.8	1.4	3.3	8500	3500	3.2×10 ⁻³ 3.0×10 ⁻³
	50	1.8	3.3	2.3	6.6			
	100	2.4	4.8	3.3	9.0			
11	30	2.2	4.5	3.4	8.5	8500	3500	1.4×10 ⁻² 1.2×10 ⁻²
	50	3.5	8.3	5.5	17			
	100	5.0	11	8.9	25			
14	30	4.0	9.0	6.8	17	8500	3500	3.4×10 ⁻² 3.3×10 ⁻²
	50	5.4	18	6.9	35			
	80	7.8	23	11	47			
	100	7.8	28	11	54			

※1 慣性力矩的上段為 1U 型、下段為 2XH 型的值。

角傳動精度 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 252-1

減速比	型號 單位	5	8	11	14
30	$\times 10^{-3}\text{rad}$	1.20	0.58	0.58	0.58
	arc-min	4.00	2.00	2.00	2.00
50 以上	$\times 10^{-3}\text{rad}$	0.87	0.58	0.58	0.44
	arc-min	3.00	2.00	2.00	1.50

※ 型號 11 的減速比 100 為角傳動精度 $4.4 \times 10^{-3}\text{rad}/1.5\text{arc-min}$ 。**遲滯損失** (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 252-2

減速比	型號	5	8	11	14
30	$\times 10^{-3}\text{rad}$	8.7	8.7	8.7	8.7
	arc-min	3.0	3.0	3.0	3.0
50	$\times 10^{-3}\text{rad}$	8.7	5.8	5.8	5.8
	arc-min	3.0	2.0	2.0	2.0
80 以上	$\times 10^{-3}\text{rad}$	8.7	5.8	5.8	2.9
	arc-min	3.0	2.0	2.0	1.0

最大背隙量 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 252-3

減速比	型號	8	11	14
30	$\times 10^{-3}\text{rad}$	28.6	23.8	29.1
	arc-sec	59	49	60
50	$\times 10^{-3}\text{rad}$	17	14.1	17.5
	arc-sec	35	24	36
80	$\times 10^{-3}\text{rad}$	—	—	11.2
	arc-sec	—	—	23
100	$\times 10^{-3}\text{rad}$	8.7	7.3	8.7
	arc-sec	18	15	18

起動轉矩 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異, 僅作參考值之用。表 252-4
單位: cN·m

減速比	型號	5	8	11	14
30		0.53	1.3	3.4	6.4
50		0.40	0.80	2.0	4.1
80		—	—	—	2.8
100		0.30	0.59	1.5	2.5

加速起動轉矩 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異, 僅作參考值之用。表 252-5
單位: N·m

減速比	型號	5	8	11	14
30		0.29	0.70	1.7	2.4
50		0.21	0.55	1.2	1.6
80		—	—	—	1.6
100		0.27	0.75	1.5	1.8

鬆脫轉矩 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)表 252-6
單位: N·m

減速比	型號	5	8	11	14
30		2.7	11	29	59
50		3.2	12	34	88
80		—	—	—	110
100		3.5	14	43	84

屈曲轉矩 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)表 252-7
單位: N·m

型號	5	8	11	14
全減速比	9.8	35	90	190

主軸承規格

CSF-mini 系列在外部負載（輸出部）的直接支撐組裝了精密 4 點接觸滾珠軸承。

為充分發揮 CSF-mini 系列的性能，請檢查最大負載力矩負重、4 點接觸滾珠軸承壽命及靜態安全係數。

各數值的公式請參閱 030 ~ 034 頁「技術資料」內容。

■ 確認步驟

① 確認最大負載力矩負重 (M_{max})

求出最大負載力矩負重 (M_{max}) → 最大負載力矩負重 (M_{max}) ≤ 容許力矩 (M_c)

② 確認壽命

求出平均徑向負載 (F_{rav})、平均軸向負載 (F_{aav}) → 求出徑向負載係數 (X)、軸向負載係數 (Y) → 計算並確認壽命

③ 確認靜態安全係數

求出靜態等價徑向負載 (P_o) → 確認靜態安全係數 (f_s)

■ 主軸承規格

規格

表 253 -1

型號	轉子節圓直徑	偏移量	基本額定負載		容許力矩負重	力矩剛性	容許徑向負載 ※	容許推力負載
	dp	R	基本動額定負載	基本靜額定負載				
	mm	mm	$\times 10^3 \text{ N}$	$\times 10^3 \text{ N}$				
5	13.5	4.85	9.14	7.63	0.89	7.41×10^2	90	270
8	20.5	7.3	21.6	19.0	3.46	2.76×10^3	200	630
11	27.5	9	38.9	35.4	6.6	7.41×10^3	300	1150
14	35	11.4	61.2	58.5	13.2	1.34×10^4	550	1800

※ 容許徑向負載是雙軸型 (1U) 的輸出軸端及減速機軸輸出型 (2XH-J) 軸中央的值。

※ 力矩剛性的值為參考值。下限值約為標示數值的 80%。

潤滑

CSF-mini 系列的標準潤滑方式為潤滑脂潤滑。

出貨前已封入潤滑脂，組裝時無需另行注入、塗佈。此外，請使用以下潤滑劑。

表 253 -2

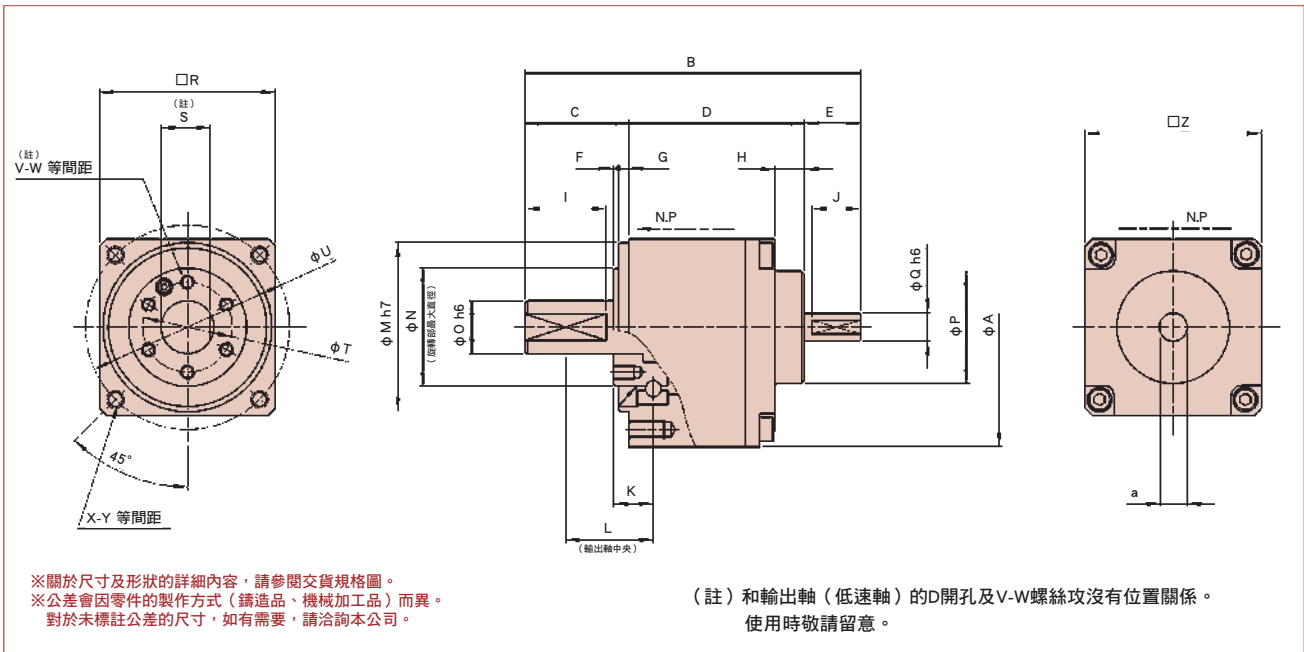
潤滑部	減速機部	主軸承部
使用潤滑劑名稱	Harmonic 潤滑脂 ® SK-2	Multemp HL-D
製造商	Harmonic Drive Systems	協同油脂
基礎油	精煉礦物油	合成煙油
增稠劑	鋰皂	鋰皂
混合稠度 (25°C)	295	280
油點	198°C	210°C
外觀	綠色黏稠狀	白色黏稠狀

技術資料 輸入軸型

軸輸出：1U 外觀圖

擁有輸入軸與輸出軸的完整型雙軸模組。
本產品的 CAD 數據 (DXF) 可由本公司官網下載。
URL : <https://www.hds.co.jp/>

圖 254 -1



尺寸表

表 254 -1
單位：mm

記號	型號	5	8	11	14
φA		26.5	40	54	68
B		37	65.5	82.5	95.4
C		13	23	29.5	29.5
D		16	29.5	37	49.9
E		8	13	16	16
F		0.5	0.5	0.5	1.5
G		2.5	2.5	3	3
H		0.8	2.6	3.9	8.4
I		9	18	21.5	23
J		7	11	14	14
K		4.85	7.3	9	11.4
L		9.85	17.3	22	23.9
φM h7		19.5	29	39	48
φN		13	20	26.5	33.5
φO h6		5	9	12	15
φP		9	16	24	32
φQ h6		3	5	6	8
□ R		20.4±0.42	30.7±0.46	40.9±0.50	51.1±0.50
S		4.6	8	10.5	14
φT		9.8	15.5	20.5	25.5
φU		23	35	46	58
V		3	4	6	6
W		M2×3	M3×4	M3×5	M4×6
X		4	4	4	4
Y		M2×3	M3×6	M4×8	M5×10
□ Z		20±0.42	30±0.46	40±0.50	50±0.50
a		2.6	4.5	5.5	7.5
質量 (g)		35	130	240	440

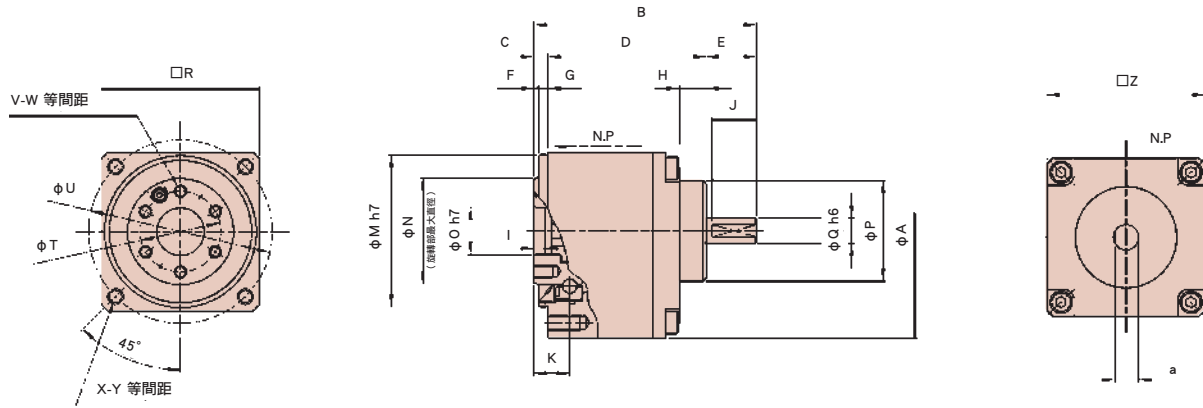
凸緣輸出：1U-F 外觀圖

附輸入軸的凸緣輸出的完整型模組。

本產品的 CAD 數據 (DXF) 可由本公司官網下載。

URL : <https://www.hds.co.jp/>

圖 255 - 1



※關於尺寸及形狀的詳細內容，請參閱交貨規格圖。
 ※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，如有需要，請洽詢本公司。

尺寸表

表 255 - 1
單位：mm

記號	型號	5	8	11	14
φA		26.5	40	54	68
B		27	45.5	56.5	70.4
C		3	3	3.5	4.5
D		16	29.5	37	49.9
E		8	13	16	16
F		0.5	0.5	0.5	1.5
G		2.5	2.5	3	3
H		0.8	2.6	3.9	8.4
I		1.7	2.2	2.5	3.5
J		7	11	14	14
K		4.85	7.3	9	11.4
φM h7		19.5	29	39	48
φN		13	20	26.5	33.5
φO h7		5	9	12	15
φP		9	16	24	32
φQ h6		3	5	6	8
□ R		20.4±0.42	30.7±0.46	40.9±0.5	51.1±0.5
φT		9.8	15.5	20.5	25.5
φU		23	35	46	58
V		3	4	6	6
W		M2×3	M3×4	M3×5	M4×6
X		4	4	4	4
Y		M2×3	M3×6	M4×8	M5×10
□ Z		20±0.42	30±0.46	40±0.5	50±0.5
a		2.6	4.5	5.5	7.5
質量 (g)		34	120	220	405

效率特性

效率因下列條件而異。

- 減速比
- 輸入轉速
- 負載轉矩
- 溫度
- 潤滑條件（潤滑劑種類與使用量）

效率修正係數

當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。
請依據圖表 257-1 求出修正係數 K_e ，並參考下列計算範例計算效率。

例：以 CSF-8-100-1U 為例，計算下列條件下的效率 η （%）。

- 輸入轉速：1000 r/min 潤滑方式：潤滑脂潤滑
- 負載轉矩 2.0N·m 潤滑劑溫度：20°C

型號 8、減速比 100 的額定轉矩為 2.4N·m（額定表：251 頁），轉矩比 α 為 0.83。（ $\alpha = 2.0 / 2.4 \doteq 0.83$ ）

- 依據圖表 257-1，得知效率修正係數 $K_e = 0.99$
- 負載轉矩 2.0N·m 時的效率 η 為 $\eta = K_e \cdot \eta_R = 0.99 \times 77\% = 76\%$ 。

※ 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e = 1$ 。

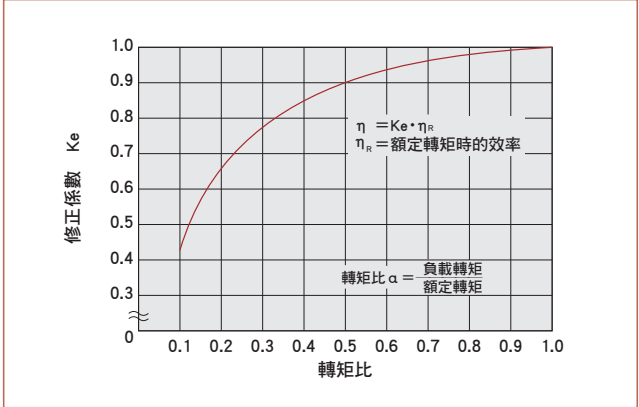
測量條件

表 257 -1

負載轉矩	額定表所示的額定轉矩（參閱 251 頁）		
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-2
		塗佈量	適當塗佈量

效率修正係數

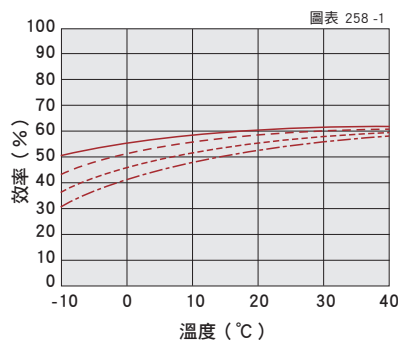
圖表 257 -1



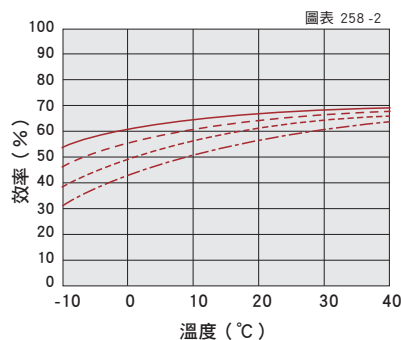
■ 額定轉矩時的效率

型號：5

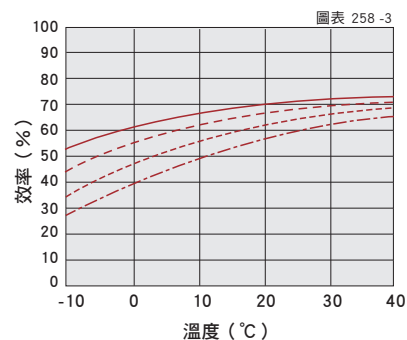
減速比30



減速比50

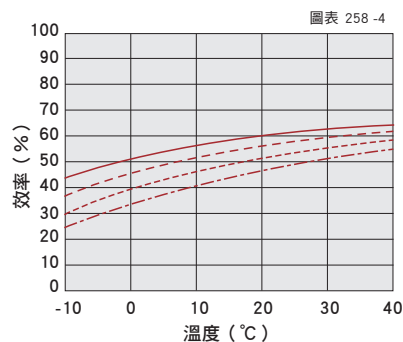


減速比100

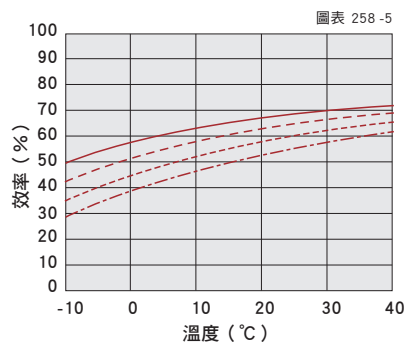


型號：8

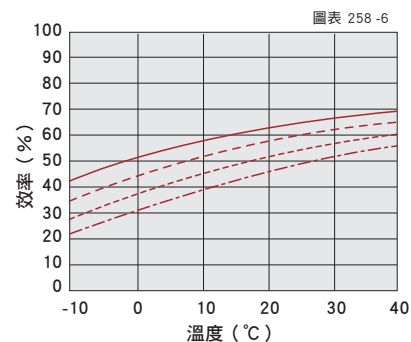
減速比30



減速比50

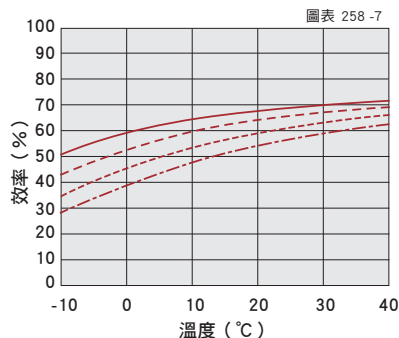


減速比100

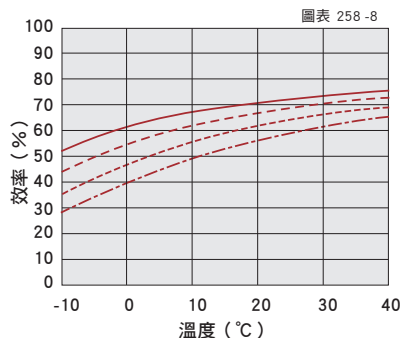


型號：11

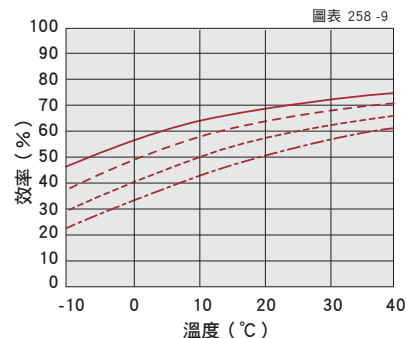
減速比30



減速比50

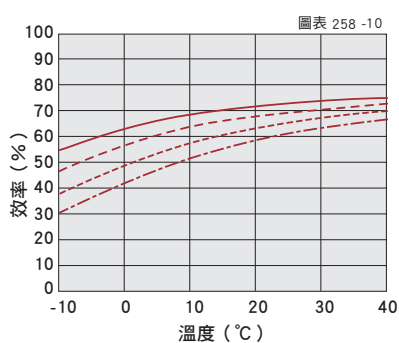


減速比100

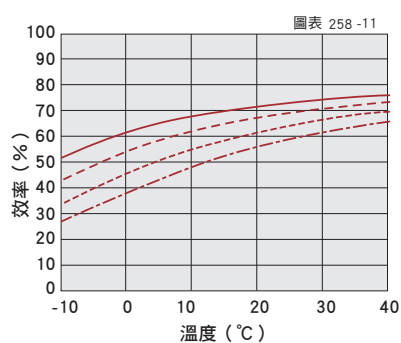


型號：14

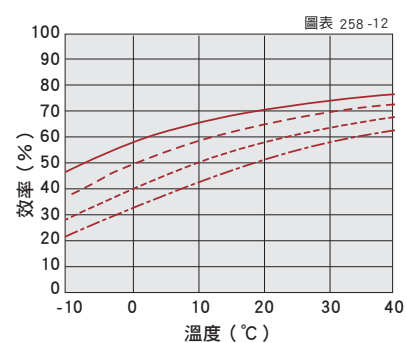
減速比30



減速比50



減速比80、100



輸入轉速 — 500r/min - - - 1000r/min - - - 2000r/min - - - 3500r/min

無負載運轉轉矩

無負載運轉轉矩係指無負載狀態下，驅動 Harmonic Drive® 所必要的輸入端（高速軸端）的轉矩。
※ 詳細數值請洽詢本公司營業據點。

速度比別修正量

Harmonic Drive® 的無負載運轉轉矩會因速度比而變化。圖表 259-1 ~ 259-4 為減速比 100 時的數值。關於其他減速比，請加上表 259-2 所示修正量後計算。

測量條件

表 259-1

減速比 100			
潤滑條件	潤滑脂	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-2
轉矩值為輸入 2000r/min 經 2 小時以上磨合運轉後的數值			

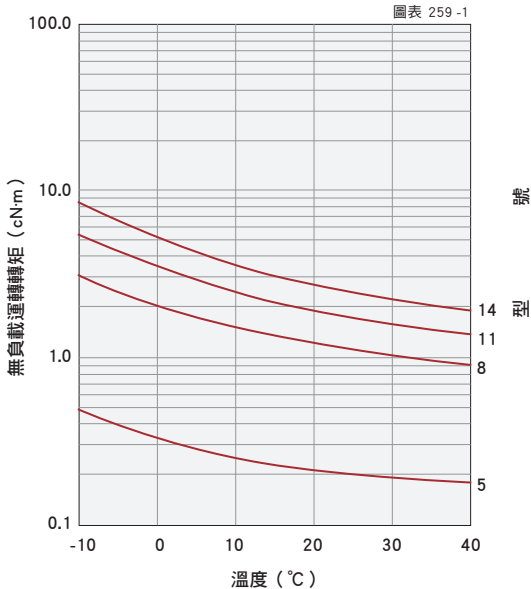
無負載運轉轉矩修正量

表 259-2
單位：cN·m

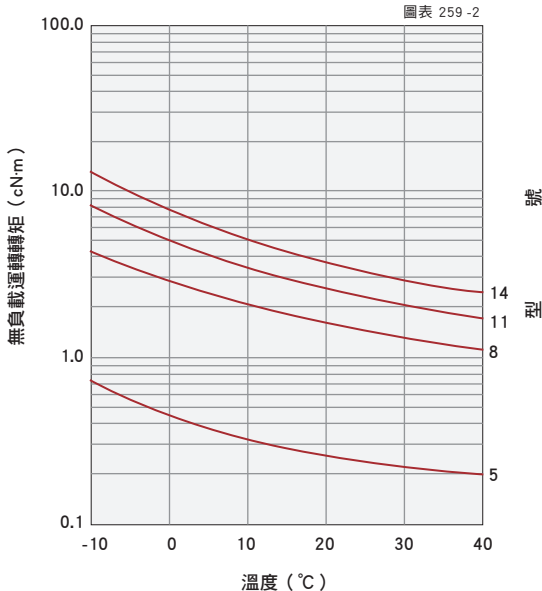
型號 \ 減速比	30	50	80
5	0.26	0.11	—
8	0.44	0.19	—
11	0.81	0.36	—
14	1.33	0.58	0.1

減速比 100 的無負載運轉轉矩

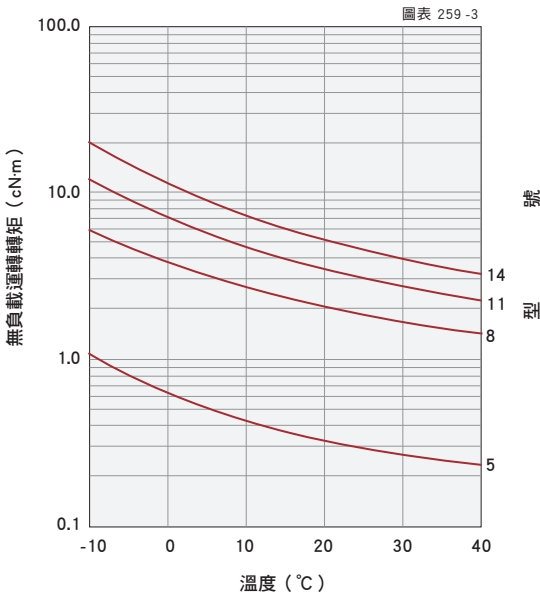
輸入轉速 500r/min



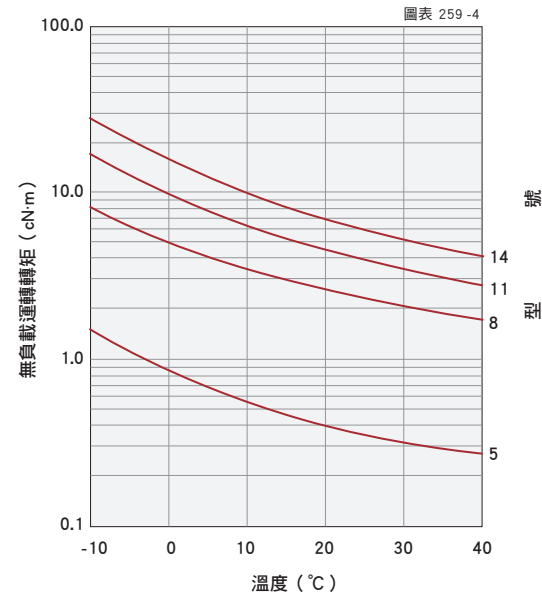
輸入轉速 1000r/min



輸入轉速 2000r/min



輸入轉速 3500r/min



※本圖表數值為平均值 $\bar{x}$ 。

輸入部容許負載

■輸入軸容許負載

輸入軸型的輸入部是由 2 個單列深溝軸承所支撐。為充分發揮輸入軸型的性能，請確認施加在輸入部上的負重。
圖 260-1 表示軸承的支撐點。『a』『b』尺寸請參閱表 260-1。此外，圖表 260-1 表示不同型號的容許最大徑向負載與推力負載的關係。
圖表 260-1 的值是在平均輸入轉速 2000r/min、基本額定壽命 $L_{10}=7000h$ 時的值。

例：在型號 14 的輸入軸上施加 8N 的推力負載（Fa）時，容許最大徑向負載（Fr）的值為 20N。
※ 在結構上，當輸入軸上施加外力時則朝軸向方向動，這並非異常。

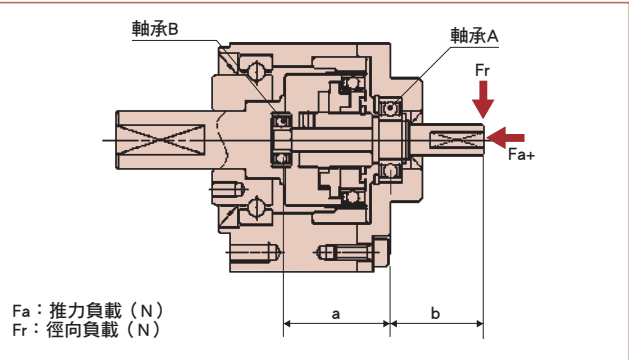
輸入部的軸承規格

表 260 -1

型號	軸承 A			軸承 B			軸承間的距離 a	輸入軸的外伸長度 b	最大徑向負載
	型號	基本動額定負載 Cr (N)	基本靜額定負載 Cor (N)	型號	基本動額定負載 Cr (N)	基本靜額定負載 Cor (N)			
5	SSLF-630DD	196	59	L-520W02	176	54	10.8	9.25	8
8	MR126	715	292	MR83	560	170	16.65	18	10
11	689	1330	665	624	1300	485	20.6	21.9	20
14	6900ZZ	2700	1270	605ZZ	1330	505	28.25	24.25	30

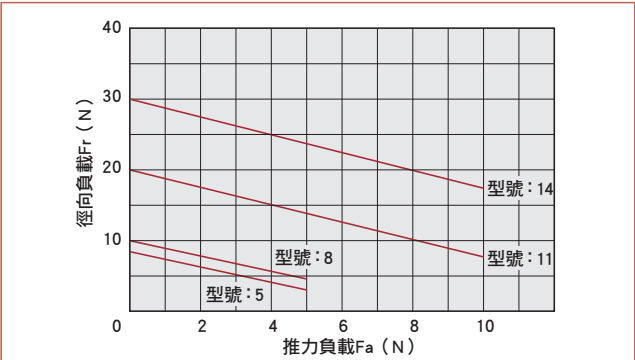
軸承支撐點

圖 260 -1



推力負載與徑向負載的關係

圖表 260 -1



安裝及傳動轉矩

■安裝至裝置

將 CSF-mini 系列安裝在裝置上時，請確認安裝面平坦度或螺孔部是否沒有毛邊後，用螺栓鎖緊安裝凸緣（圖 261-1 的 A 部）。

安裝凸緣（圖 261-1 的 A 部）螺栓 ※ 的鎖緊轉矩

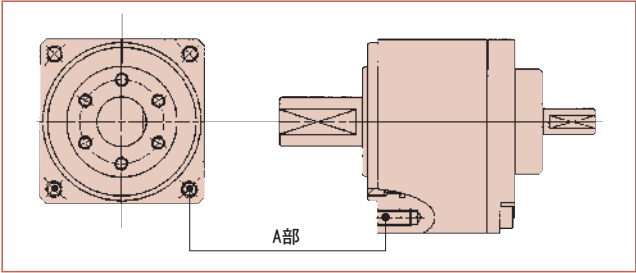
表 260 -2

項目		型號	5	8	11	14
螺栓支數			4	4	4	4
螺栓尺寸			M2	M3	M4	M5
安裝 P.C.D.	mm		23	35	46	58
	N·m		0.25	0.85	2.0	3.96
鎖緊轉矩	kgf·m		0.03	0.09	0.20	0.40
	mm		2.4	3.6	4.8	6.0
螺絲部嵌合最小長度	N·m		3.5	12	29	57
	kgf·m		0.4	1.3	2.9	5.9

※ 建議螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓、強度區分：JIS B 1051 12.9 以上

安裝凸緣

圖 261 -1



■將負載安裝至輸出部

將負載安裝在輸出部時，請考慮主軸承的規格（參閱 253 頁）並安裝。

安裝凸緣（圖 261-2 的 B 部）的螺栓 ※ 的鎖緊轉矩

表 261 -1

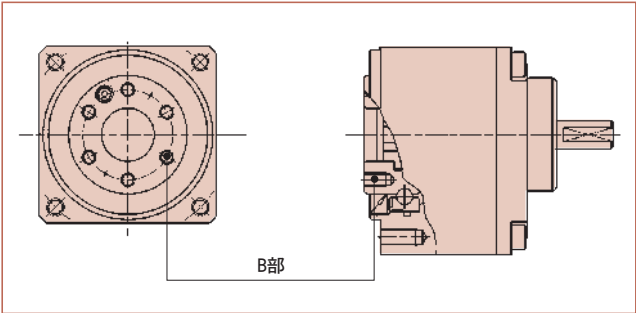
項目		型號	5	8	11	14
螺栓支數			3	4	6	6
螺栓尺寸			M2	M3	M3	M4
安裝 P.C.D.	mm		9.8	15.5	20.5	25.5
	N·m		0.54	2.0	2.0	4.6
鎖緊轉矩	kgf·m		0.06	0.20	0.20	0.47
	N·m		2	13	26	55
傳動轉矩	kgf·m		0.3	1.3	2.6	5.6
	N·m					

輸出凸緣已進行漏油對策，因此無需塗佈密封劑。

※ 建議螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓、強度區分：JIS B 1051 12.9 以上

安裝凸緣（1U-F）

圖 261 -2



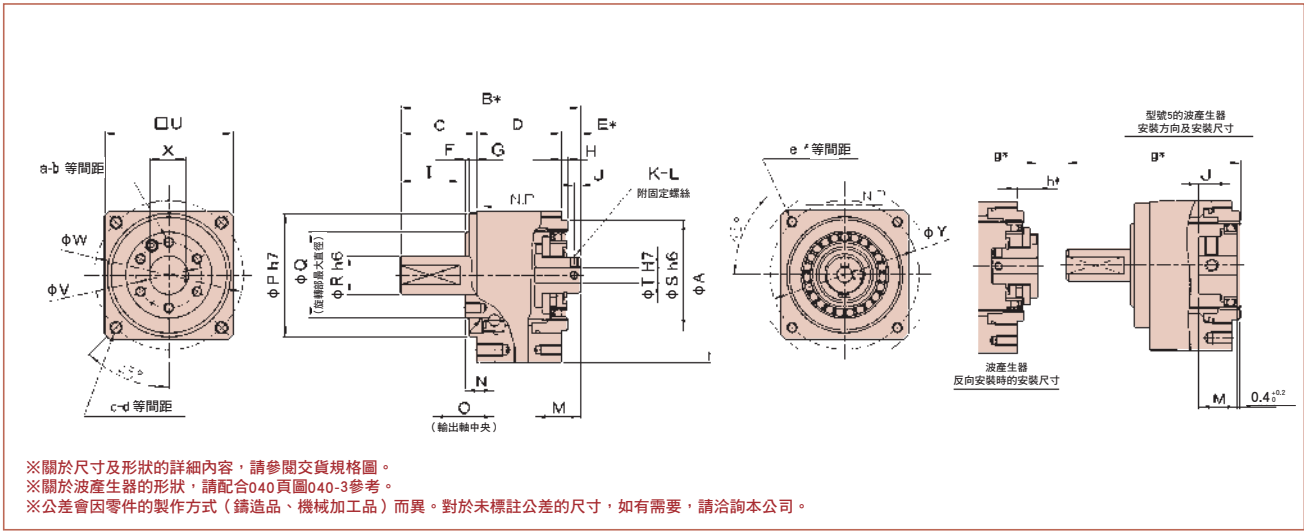
在軸輸出中，安裝滑輪、小齒輪等時，請勿對輸出軸施加衝擊。將導致減速機精度劣化或故障。

技術資料 馬達安裝型

軸輸出：1U-CC 外觀圖

外觀為 1U 形狀、輸出部為軸輸出的馬達安裝型。
本產品的 CAD 數據 (DXF) 可由本公司官網下載。
URL : <https://www.hds.co.jp/>

圖 262 -1



尺寸表

表 262 -1
單位：mm

記號	型號	5	8	11	14
ϕA		26.5	40	54	68
B *		30.5	51	64.3	70
C		13	23	29.5	29.5
D		12.7	21.5	26.5	33
E *		4.8 ⁰ _{-0.2}	6.5 ⁰ _{-0.3}	8.3 ⁰ _{-0.7}	7.5 ⁰ _{-0.8}
F		0.5	0.5	0.5	1.5
G		2.5	2.5	3	3
H		1.3	1.5	2	2.5
I		9	18	21.5	23
J		2	2	3	2.5
K		2	2	2	2
L		M2×3	M2×3	M3×4	M3×4
M		6	12	16	17.6
N		4.85	7.3	9	11.4
O		9.85	17.3	22	23.9
$\phi P h7$		19.5	29	39	48
ϕQ		13	20	26.5	33.5
$\phi R h6$		5	9	12	15
$\phi S h6$		17	26	35	43
$\phi T h7$		3	3	5	6
$\square U$		20.4±0.42	30.7±0.46	40.9±0.5	51.1±0.5
ϕV		9.8	15.5	20.5	25.5
ϕW		23	35	46	58
X		4.6	8	10.5	14
ϕY		22.5	34	46	58
a		3	4	6	6
b		M2×3	M3×4	M3×5	M4×6
c		4	4	4	4
d		M2×3	M3×6	M4×8	M5×10
e		4	4	4	4
f		M2×3	M2.5×5	M3×6	M4×8
g *		27	48.7	62.1	70.4
h *		—	4.2 ⁰ _{-0.3}	6.1 ⁰ _{-0.7}	7.9 ⁰ _{-0.8}
質量 (g)		27	111	176	335

● * 記號的尺寸 B、E、g、h 為構成 Harmonic Drive® 三項零件 (波產生器、彈性齒杯、剛性齒輪) 軸方向的配合位置及容許公差。請務必遵守上述尺寸，以免影響性能、強度。
● 產品交貨時，波產生器為已拆卸狀態。

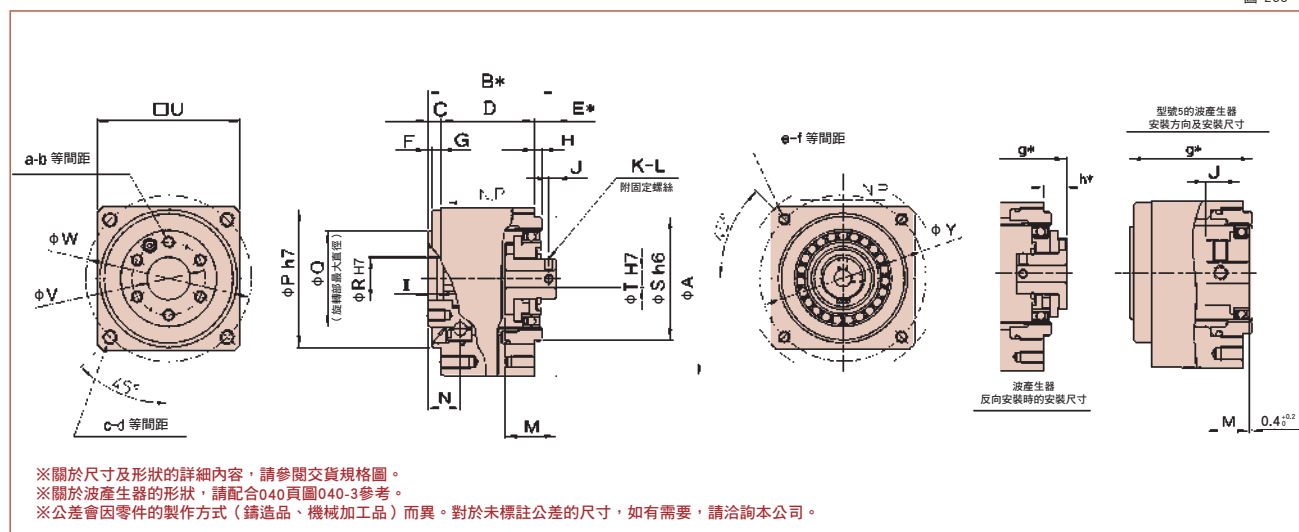
凸緣輸出：1U-CC-F 外觀圖

外觀為 1U 形狀、輸出部為凸緣輸出的馬達安裝型。

本產品的 CAD 數據 (DXF) 可由本公司官網下載。

URL : <https://www.hds.co.jp/>

圖 263-1



尺寸表

表 263-1
單位：mm

記號	型號	5	8	11	14
φA		26.5	40	54	68
B *		20.5	31	38.3	45
C		3	3	3.5	4.5
D		12.7	21.5	26.5	33
E *		4.8 ⁰ _{-0.2}	6.5 ⁰ _{-0.3}	8.3 ⁰ _{-0.7}	7.5 ⁰ _{-0.8}
F		0.5	0.5	0.5	1.5
G		2.5	2.5	3	3
H		1.3	1.5	2	2.5
I		1.7	2.2	2.5	3.5
J		2	2	3	2.5
K		2	2	2	2
L		M2×3	M2×3	M3×4	M3×4
M		6	12	16	17.6
N		4.85	7.3	9	11.4
φP h7		19.5	29	39	48
φQ		13	20	26.5	33.5
φR H7		5	9	12	15
φS h6		17	26	35	43
φT H7		3	3	5	6
□U		20.4±0.42	30.7±0.46	40.9±0.5	51.1±0.5
φV		9.8	15.5	20.5	25.5
φW		23	35	46	58
φY		22.5	34	46	58
a		3	4	6	6
b		M2×3	M3×4	M3×5	M4×6
c		4	4	4	4
d		M2×3	M3×6	M4×8	M5×10
e		4	4	4	4
f		M2×3	M2.5×5	M3×6	M4×8
g *		17	28.7	36.1	45.4
h *		—	4.2 ⁰ _{-0.3}	6.1 ⁰ _{-0.7}	7.9 ⁰ _{-0.8}
質量 (g)		25	100	150	295

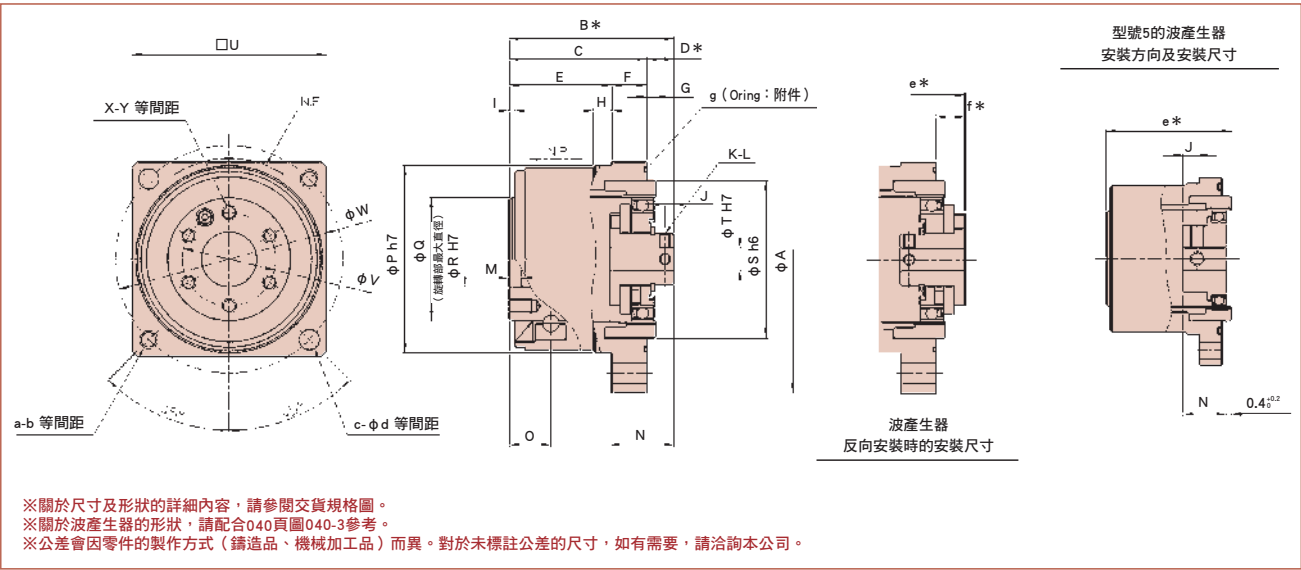
● *記號的尺寸B、E、g、h為構成 Harmonic Drive® 三項零件（波產生器、彈性齒杯、剛性齒輪）軸方向的配合位置及容許公差。請務必遵守上述尺寸，以免影響性能、強度。

●產品交貨時，波產生器為已拆卸狀態。

凸緣輸出：2XH-F 外觀圖

輸出部為凸緣輸出的馬達安裝型。
本產品的 CAD 數據 (DXF) 可由本公司官網下載。
URL : <https://www.hds.co.jp/>

圖 264 - 1



※關於尺寸及形狀的詳細內容，請參閱交貨規格圖。
※關於波產生器的形狀，請配合040頁圖040-3參考。
※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，如有需要，請洽詢本公司。

尺寸表

表 264 - 1
單位：mm

記號	型號	5	8	11	14
φA		29	43.5	58	73
B *		20.5	31	38.3	45
C		15.7	24.5	30	37.5
D *		4.8 ⁰ _{-0.2}	6.5 ⁰ _{-0.3}	8.3 ⁰ _{-0.7}	7.5 ⁰ _{-0.8}
E		12.7	19	23.5	28
F		3	5.5	6.5	9.5
G		1.3	1.5	2	2.5
H		2	3	3	5
I		0.5	0.5	0.5	1.5
J		2	2	3	2.5
K		2	2	2	2
L		M2×3	M2×3	M3×4	M3×4
M		1.7	2.2	2.5	3.5
N		6	12	16	17.6
O		4.85	7.3	9	11.4
φP h7		20.5	31	40.5	51
φQ		13	20	26.5	33.5
φR H7		5	9	12	15
φS h6		17	26	35	43
φT H7		3	3	5	6
□ U		22±0.42	32±0.46	43±0.50	53±0.50
φV		9.8	15.5	20.5	25.5
φW		25	37.5	50	62
X		3	4	6	6
Y		M2×3	M3×4	M3×5	M4×6
a		2	2	2	2
b		M2	M3	M4	M5
c		2	2	2	2
φd		2.3	3.4	4.5	5.5
e *		17	28.7	36.1	45.4
f *		—	4.2 ⁰ _{-0.3}	6.1 ⁰ _{-0.7}	7.9 ⁰ _{-0.8}
g (附件)		18.9×0.7	28.2×1.0	38.0×1.5	48.0×1.0
質量 (g)		25	100	150	295

● * 記號的尺寸 B、D、e、f 為構成 Harmonic Drive® 三項零件（波產生器、彈性齒杯、剛性齒輪）軸方向的配合位置及容許公差。請務必遵守上述尺寸，以免影響性能、強度。
● 產品交貨時，波產生器為已拆卸狀態。

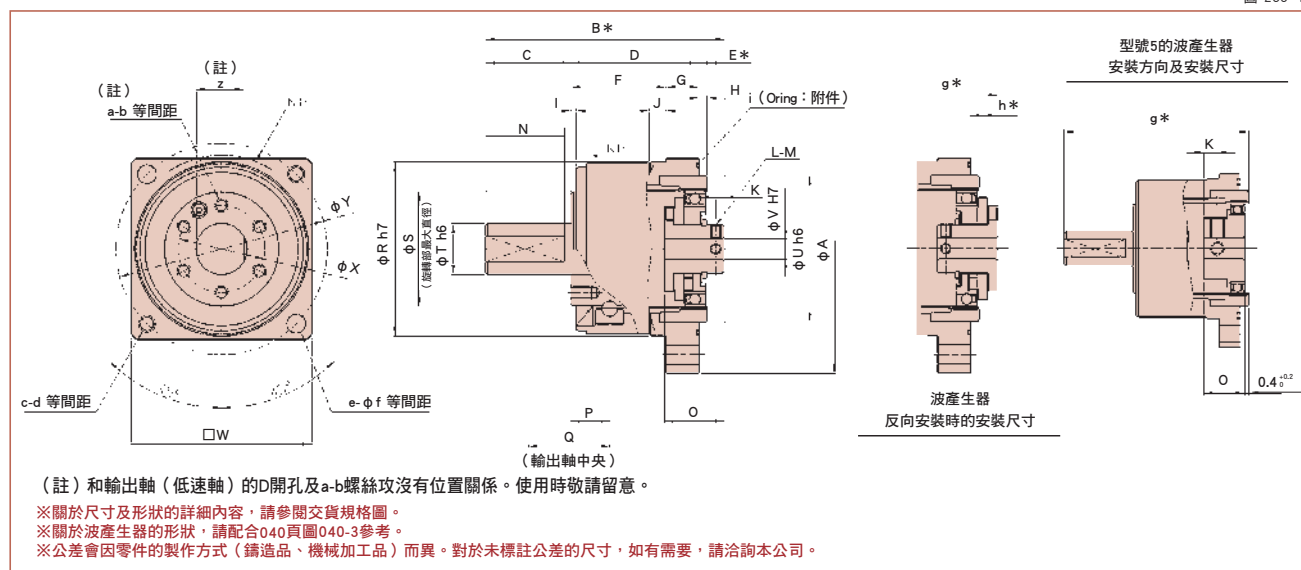
軸輸出：2XH-J 外觀圖

輸出部為軸輸出的馬達安裝型。

本產品的 CAD 數據 (DXF) 可由本公司官網下載。

URL : <https://www.hds.co.jp/>

圖 265 - 1



尺寸表

表 265 - 1
單位：mm

記號	型號	5	8	11	14
φA		29	43.5	58	73
B *		30.5	51	64.3	70
C		10	20	26	25
D		15.7	24.5	30	37.5
E *		4.8 ⁰ _{-0.2}	6.5 ⁰ _{-0.3}	8.3 ⁰ _{-0.7}	7.5 ⁰ _{-0.8}
F		12.7	19	23.5	28
G		3	5.5	6.5	9.5
H		1.3	1.5	2	2.5
I		0.5	0.5	0.5	1.5
J		2	3	3	5
K		2	2	3	2.5
L		2	2	2	2
M		M2×3	M2×3	M3×4	M3×4
N		9	18	21.5	23
O		6	12	16	17.6
P		4.85	7.3	9	11.4
Q		9.85	17.3	22	23.9
φR h7		20.5	31	40.5	51
φS		13	20	26.5	33.5
φT h6		5	9	12	15
φU h6		17	26	35	43
φV H7		3	3	5	6
□ W		22±0.42	32±0.46	43±0.50	53±0.50
φX		9.8	15.5	20.5	25.5
φY		25	37.5	50	62
Z		4.6	8	10.5	14
a		3	4	6	6
b		M2×3	M3×4	M3×5	M4×6
c		2	2	2	2
d		M2	M3	M4	M5
e		2	2	2	2
φf		2.3	3.4	4.5	5.5
g *		27	48.7	62.1	70.4
h *		—	4.2 ⁰ _{-0.3}	6.1 ⁰ _{-0.7}	7.9 ⁰ _{-0.8}
i (附件)		18.9×0.7	28.2×1.0	38.0×1.5	48.0×1.0
質量 (g)		27	111	176	335

● * 記號的尺寸 B、E、g、h 為構成 Harmonic Drive® 三項零件 (波產生器、彈性齒杯、剛性齒輪) 軸方向的配合位置及容許公差。請務必遵守上述尺寸，以免影響性能、強度。

● 產品交貨時，波產生器為已拆卸狀態。

馬達安裝型的波產生器孔徑尺寸

馬達安裝型的波產生器孔徑尺寸，可配合安裝馬達的軸徑在下表的範圍內變更。

表 266 - 1
單位：mm

型號	5	8	11	14
2XH-F:φT H7 2XH-J:φVH7 1U-CC-F:φT H7 1U-CC:φT H7	1.5 ~ 6	2 ~ 4 (2 ~ 8)	3 ~ 7 (3 ~ 8)	4 ~ 8 (4 ~ 10)

- (註) 1. () 內為波產生器為剛性型 (一體型、特殊規格) 的數值。標準品的波產生器附 Oldham (自動標準機構)。但型號 5 的標準品為剛性型。
2. 因孔徑不同，固定螺絲的尺寸也有可能變更。
3. 因孔徑不同，也可實施鍵槽加工。
4. 變更孔徑尺寸時，全部都是特殊規格。尺寸的詳細內容，請洽詢本公司營業據點。

剛性(彈簧常數) (相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。)

表 266 - 2

記號		型號	5		8		11		14	
			2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F	2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F	2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F	2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F
	T ₁	N·m	0.075		0.29		0.80		2.0	
		kgf·m	0.0077		0.030		0.082		0.20	
	T ₂	N·m	0.22		0.75		2.0		6.9	
		kgf·m	0.022		0.077		0.20		0.70	
減速比 30	K ₁	×10 ⁴ N·m/rad	0.009	0.010	0.031	0.034	0.077	0.084	0.172	0.188
		kgf·m/arc-min	0.003	0.003	0.009	0.010	0.023	0.025	0.051	0.056
	K ₂	×10 ⁴ N·m/rad	0.011	0.013	0.039	0.044	0.109	0.124	0.210	0.235
		kgf·m/arc-min	0.003	0.004	0.012	0.013	0.032	0.037	0.063	0.070
	K ₃	×10 ⁴ N·m/rad	0.012	0.016	0.046	0.054	0.134	0.158	0.286	0.335
		kgf·m/arc-min	0.004	0.005	0.014	0.016	0.040	0.047	0.085	0.100
	θ ₁	×10 ⁴ rad	8.7	7.5	9.5	8.6	10	9.5	12	11
		arc-min	3.0	2.6	3.2	3.0	3.6	3.3	4.0	3.6
	θ ₂	×10 ⁴ rad	22	19	21	19	21	19	35	31
		arc-min	7.5	6.4	7.3	6.6	7.4	6.6	12	11
減速比 50	K ₁	×10 ⁴ N·m/rad	0.011	0.013	0.039	0.044	0.177	0.221	0.286	0.335
		kgf·m/arc-min	0.003	0.004	0.012	0.013	0.053	0.066	0.085	0.100
	K ₂	×10 ⁴ N·m/rad	0.014	0.018	0.056	0.067	0.225	0.300	0.378	0.468
		kgf·m/arc-min	0.004	0.005	0.017	0.020	0.067	0.089	0.113	0.140
	K ₃	×10 ⁴ N·m/rad	0.017	0.025	0.067	0.084	0.236	0.320	0.440	0.568
		kgf·m/arc-min	0.005	0.007	0.020	0.025	0.070	0.095	0.131	0.170
	θ ₁	×10 ⁴ rad	6.9	5.6	7.5	6.6	4.5	3.6	7.0	6.0
		arc-min	2.4	2.0	2.6	2.3	1.6	1.2	2.4	2.0
	θ ₂	×10 ⁴ rad	18	14	16	14	9.9	7.6	20	16
		arc-min	6.0	4.8	5.4	4.7	3.4	2.6	6.8	5.6
減速比 80 以上	K ₁	×10 ⁴ N·m/rad	0.015	0.020	0.072	0.090	0.206	0.267	0.378	0.468
		kgf·m/arc-min	0.004	0.006	0.021	0.027	0.061	0.079	0.113	0.140
	K ₂	×10 ⁴ N·m/rad	0.018	0.027	0.080	0.104	0.243	0.333	0.460	0.601
		kgf·m/arc-min	0.005	0.008	0.024	0.031	0.072	0.099	0.137	0.179
	K ₃	×10 ⁴ N·m/rad	0.020	0.030	0.089	0.120	0.291	0.432	0.516	0.700
		kgf·m/arc-min	0.006	0.009	0.027	0.036	0.086	0.128	0.154	0.209
	θ ₁	×10 ⁴ rad	5.0	3.7	4.1	3.2	3.9	3.0	5.3	4.3
		arc-min	1.7	1.3	1.4	1.1	1.3	1.0	1.8	1.5
	θ ₂	×10 ⁴ rad	13	9.2	9.8	7.7	8.8	6.6	16	12
		arc-min	4.4	3.1	3.4	2.6	3.0	2.3	5.4	4.2

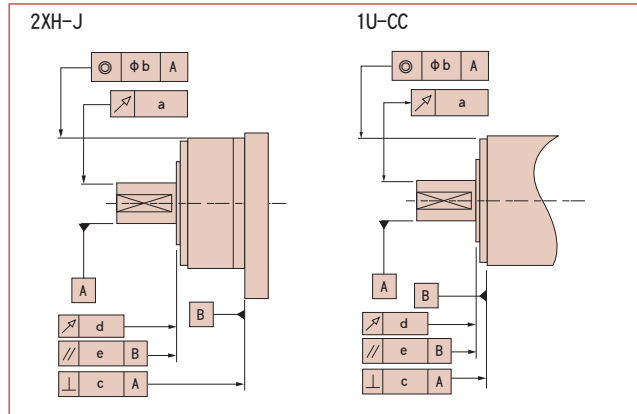
※ 本表數值為參考值。下限值約為標示數值的 80%。

機械精度

CSF-mini 系列的主軸承採用高精度 4 點接觸滾珠軸承，使輸出部達到高度機械精度。
輸出軸及輸出凸緣的機械精度如下所示。

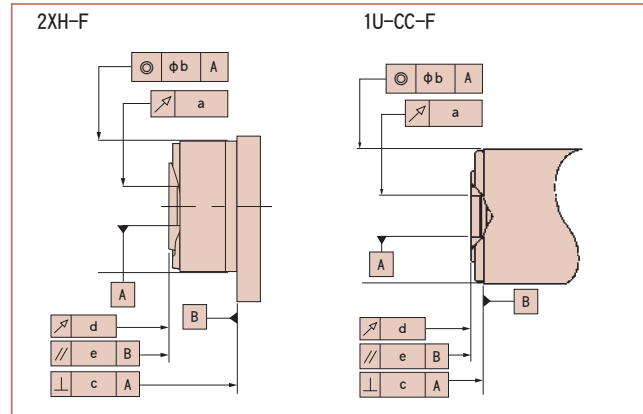
軸輸出

圖 267-1



凸緣輸出

圖 267-2



機械精度

表 267-1
※T.I.R. 單位：mm

記號	精度項目	5		8		11		14	
		2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F	2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F	2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F	2XH-J/1U-CC	2XH-F/1U-CC-F
a	輸出軸前端的振幅	0.030	—	0.030	—	0.030	—	0.030	—
b	輸出軸內徑面的振幅	—	0.005	—	0.005	—	0.005	—	0.005
c	安裝接口同軸度	0.040	—	0.040	—	0.055	—	0.055	—
d	安裝面垂直度	0.020	—	0.020	—	0.025	—	0.025	—
e	輸出凸緣面的振幅	0.005	—	0.005	—	0.005	—	0.005	—
f	安裝面與輸出凸緣面的平行度	0.015	—	0.020	—	0.030	—	0.030	—

※T.I.R.：表示測量部旋轉 1 圈時的針盤量規讀值的全量。

效率特性

效率因下列條件而異。

- 減速比
- 輸入轉速
- 負載轉矩
- 溫度
- 潤滑條件（潤滑劑種類與使用量）

測量條件

表 267-2

負載轉矩		額定表所示的額定轉矩（參閱 251 頁）	
潤滑條件	潤滑脂 潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-2
		塗佈量	適當塗佈量

效率修正係數

當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。

請依據圖表 267-1 求出修正係數 K_e ，並參考下列計算範例計算效率。

例：以 CSF-8-100-2XH 為例，計算下列條件下的效率 η (%)。

輸入轉速：1000 r/min 潤滑方式：潤滑脂潤滑
負載轉矩 2.0N·m 潤滑劑溫度：20°C

型號 8、減速比 100 的額定轉矩為 2.4N·m（額定表：251 頁），轉矩比 α 為 0.83。（ $\alpha = 2.0 / 2.4 \approx 0.83$ ）

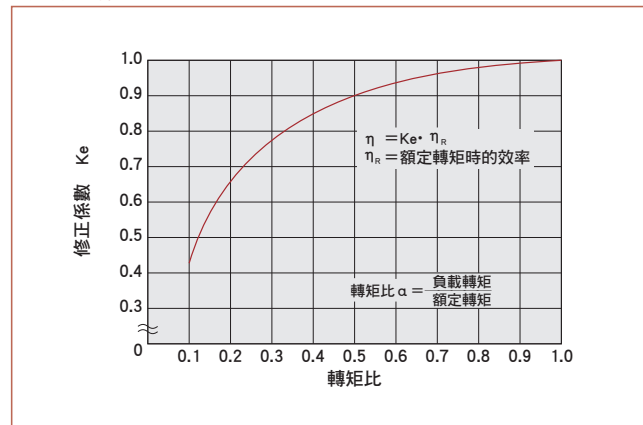
■依據圖表 267-1，得知效率修正係數 $K_e = 0.99$

■負載轉矩 2.0N·m 時的效率 η 為 $\eta = K_e \cdot \eta_R = 0.99 \times 77\% = 76\%$ 。

※當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e = 1$ 。

效率修正係數

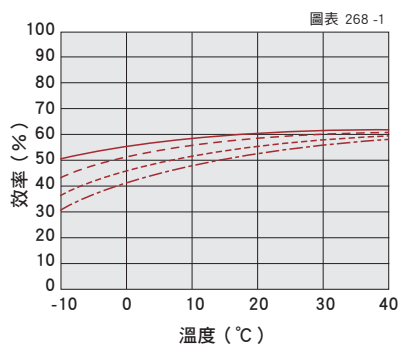
圖表 267-1



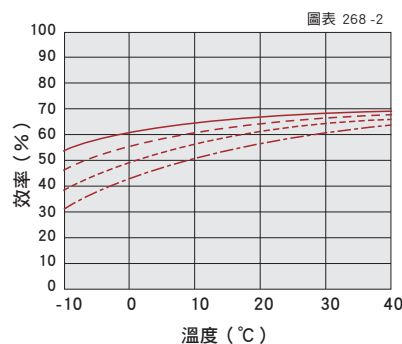
■ 額定轉矩時的效率

型號：5

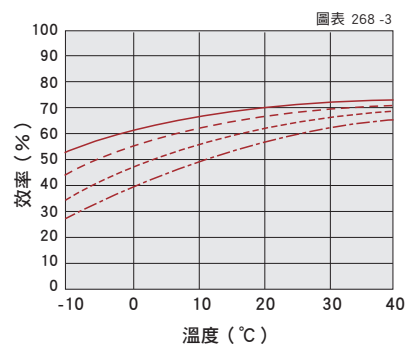
減速比30



減速比50

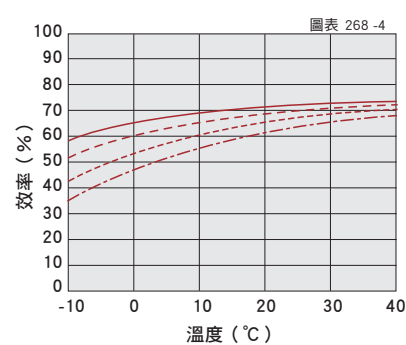


減速比100

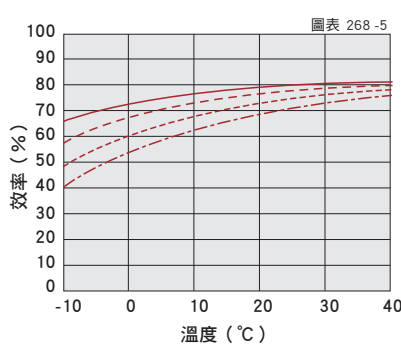


型號：8

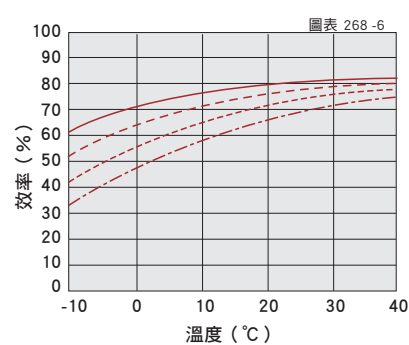
減速比30



減速比50

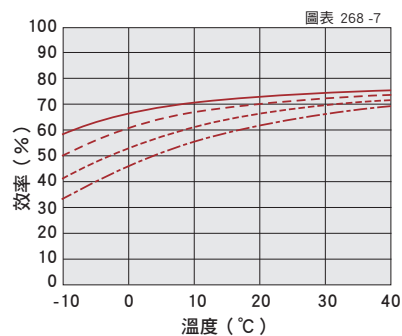


減速比100

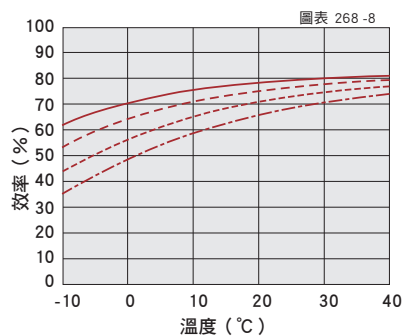


型號：11

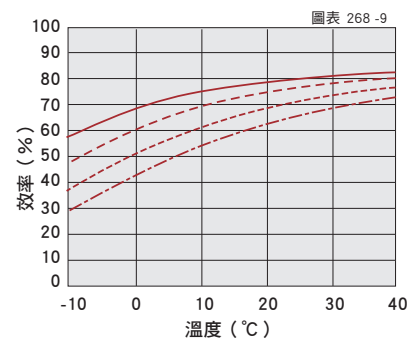
減速比30



減速比50

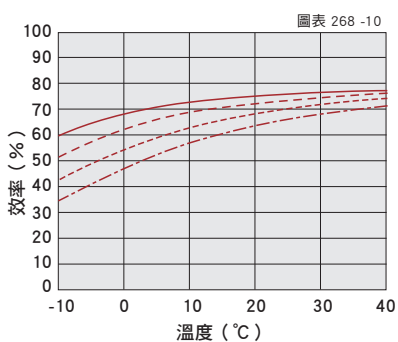


減速比100

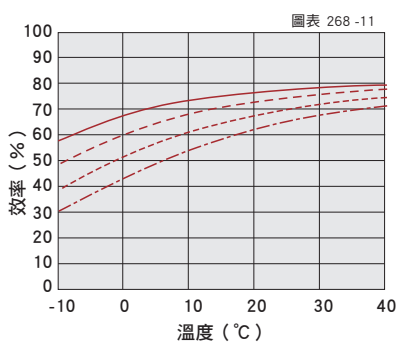


型號：14

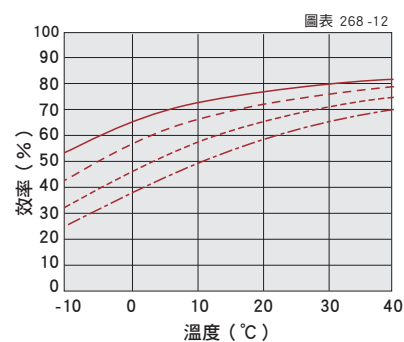
減速比30



減速比50



減速比80、100



輸入轉速

———— 500r/min

----- 1000r/min

----- 2000r/min

----- 3500r/min

無負載運轉轉矩

無負載運轉轉矩係指無負載狀態下，驅動 Harmonic Drive® 所必要的輸入端（高速軸端）的轉矩。

※ 詳細數值請洽詢本公司營業據點。

速度比別修正量

Harmonic Drive® 的無負載運轉轉矩會因減速比而不同。圖表 269-1 ~ 269-4 為減速比 100 時的數值。關於其他減速比，請加上表 269-2 所示修正量後計算。

測量條件

表 269-1

減速比 100			
潤滑條件	潤滑脂	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-2
轉矩值為輸入 2000r/min 經 2 小時以上磨合運轉後的數值			

無負載運轉轉矩修正量

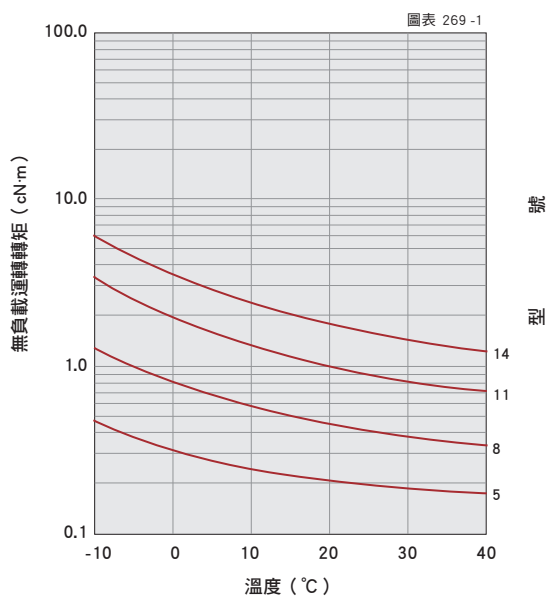
表 269-2

單位：cN·m

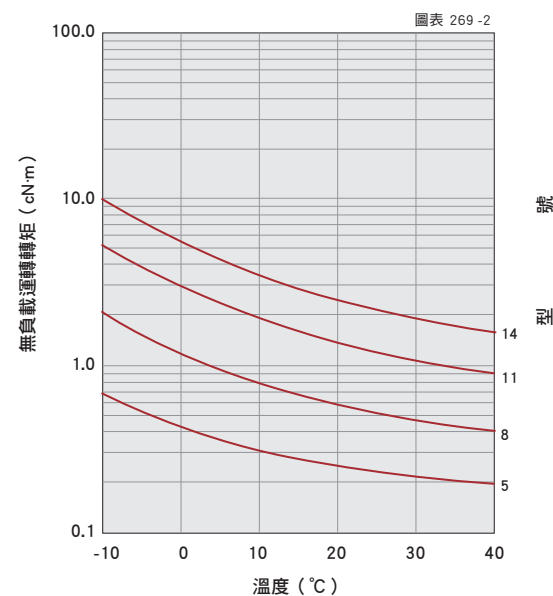
型號 \ 減速比	30	50	80
5	0.26	0.11	—
8	0.44	0.19	—
11	0.81	0.36	—
14	1.33	0.58	0.1

減速比 100 的無負載運轉轉矩

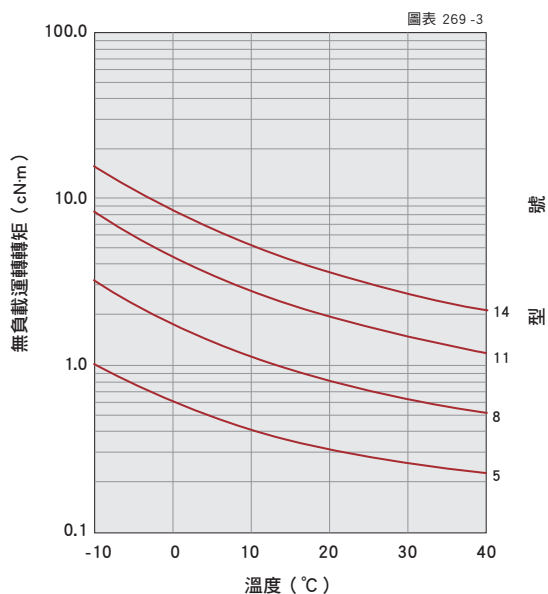
輸入轉速 500r/min



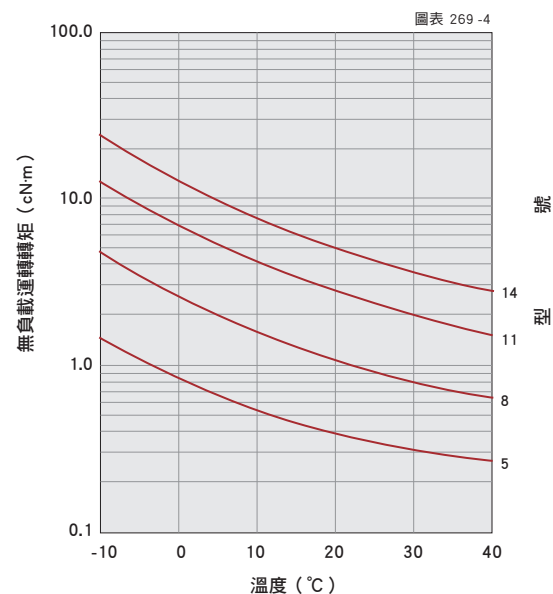
輸入轉速 1000r/min



輸入轉速 2000r/min



輸入轉速 3500r/min



※ 本圖表數值為平均值 $\bar{X}$ 。

安裝例

馬達安裝型的典型安裝例如下所示。

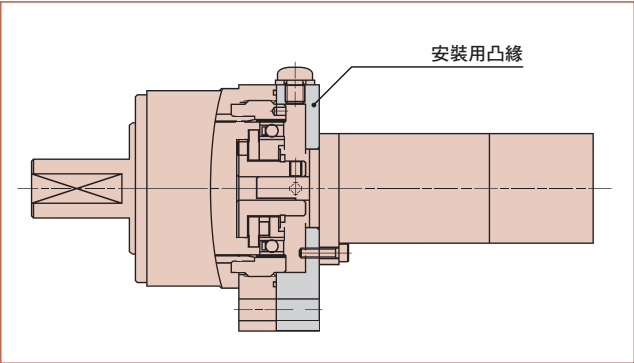


圖 270 -1

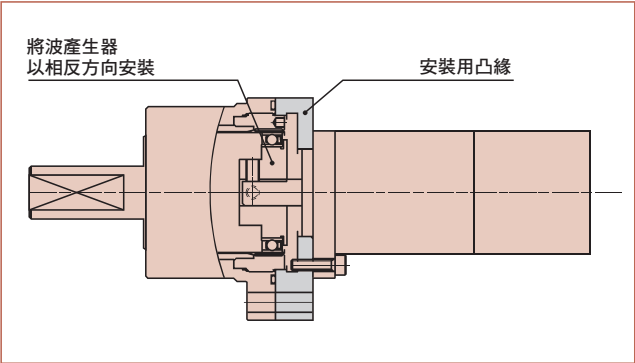


圖 270 -2

馬達匹配表

馬達安裝型與小型伺服馬達的組合，請參考下表。
詳細選擇型號，請參閱 014 ～ 015 頁「技術資料」。

表 270 -1

製造商系列名稱		安川電機製 Σ mini 系列				三菱電機製 HC-AQ 系列			松下電器製 MINAS S 系列
型號	馬達容量	3W・5W	10W	20W	30W	10W	20W	30W	30W
5		○							
8			○			○			
11				○	○		○	○	○
14					○			○	○

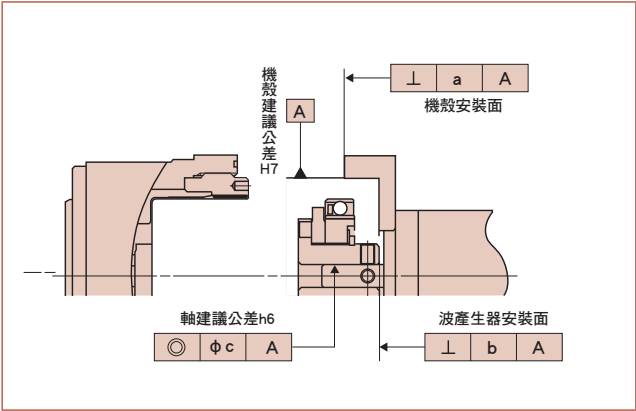
(註) 由於馬達的軸徑不同，有可能不符合標準品波產生器的孔徑。此時需要變更孔徑（孔徑尺寸：參閱 266 頁）以進行對應。
此外，孔徑的變更全部為特殊規格。

組裝精度

在安裝設計方面，為充分發揮 CSF-mini 系列擁有的優異性能，應確保圖 271-1、表 271-1 所示之建議精度。

安裝建議精度

圖 271 -1



安裝機殼建議精度

表 271 -1
單位：mm

記 號	精度項目	型號	5	8	11	14
a	機殼安裝面直角度		0.008	0.010	0.011	0.011
b	波產生器安裝面		0.005	0.012 (0.006)	0.012 (0.007)	0.017 (0.008)
c	輸入軸同軸度		0.005	0.015 (0.006)	0.015 (0.007)	0.030 (0.016)

※ () 內為波產生器為剛性型（一體型、特殊規格）的數值。
此外，標準規格的波產生器附 Oldham（自動校準機構）。
但型號 5 的標準規格為剛性型。

安裝及傳動轉矩

■ 安裝至裝置

將 CSF-mini 系列安裝在裝置上時，請確認安裝面平坦度或螺孔部是否沒有毛邊後，用螺栓鎖緊安裝凸緣。

安裝凸緣（圖 273-1 的 A 部）螺栓 ※ 的鎖緊轉矩 /2XH 型

表 272 -1

項目 \ 型號		5	8	11	14
螺栓支數		2	2	2	2
螺栓尺寸		M2	M3	M4	M5
安裝 P.C.D.	mm	25	37.5	50	62
鎖緊轉矩	N·m	0.25	0.85	2.0	4.0
	kgf·m	0.03	0.09	0.20	0.41
螺絲部嵌合最小長度		mm	2.4	3.6	4.8
傳動轉矩	N·m	2	7	16	31
	kgf·m	0.2	0.7	1.6	3.1

※ 建議螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓、強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
※ 敬請使用墊圈，不要讓螺栓座面直接接觸鋁合金。

安裝凸緣（圖 273-2 的 A 部 /C 部）螺栓 ※ 的鎖緊轉矩 /1U-CC 型

表 272 -2

項目 \ 型號		5		8		11		14	
		A 部	C 部	A 部	C 部	A 部	C 部	A 部	C 部
螺栓支數		4	4	4	4	4	4	4	4
螺栓尺寸		M2	M2	M3	M2.5	M4	M3	M5	M4
安裝 P.C.D.	mm	23	22.5	35	34	46	46	58	58
鎖緊轉矩	N·m	0.25	0.25	0.85	0.55	2.0	0.85	4.0	2.0
	kgf·m	0.03	0.03	0.09	0.06	0.20	0.09	0.41	0.20
螺絲部嵌合長度		N·m	3	3	6	5	8	6	10
傳動轉矩	N·m	3.5	—	12	—	29	—	57	—
	kgf·m	0.4	—	1.3	—	2.9	—	5.9	—

※ 建議螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓、強度區分：JIS B 1051 12.9 以上

■將負載安裝至輸出部

將負載安裝在 CSF-mini 系列的輸出部時，請考慮主軸承的規格（參閱 253 頁）並安裝。

安裝凸緣（圖 273-1、圖 273-2 的 B 部）螺栓 ※ 的鎖緊轉矩（凸緣輸出型）

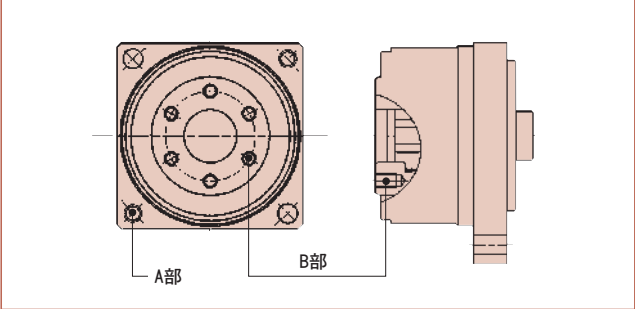
表 273 - 1

項目		型號	5	8	11	14
螺栓支數			3	4	6	6
螺栓尺寸			M2	M3	M3	M4
安裝 P.C.D.		mm	9.8	15.5	20.5	25.5
鎖緊轉矩	N·m		0.54	2.0	2.0	4.6
	kgf·m		0.06	0.20	0.20	0.47
傳動轉矩	N·m		2	13	26	55
	kgf·m		0.3	1.3	2.6	5.6

輸出凸緣已進行漏油對策，因此無需塗佈密封劑。
※ 建議螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓、強度區分：JIS B 1051 12.9 以上

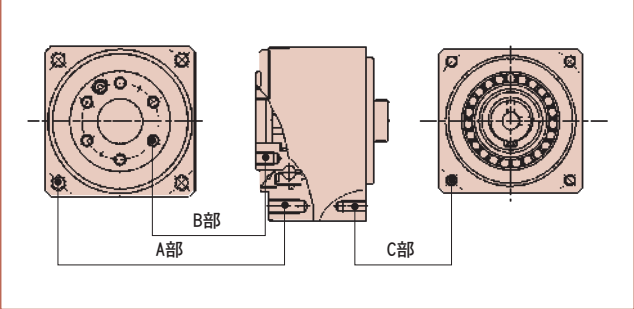
安裝凸緣（2XH-F）

圖 273 - 1



安裝凸緣（1U-CC-F）

圖 273 - 2



在軸輸出中，安裝滑輪、小齒輪等時，請勿對輸出軸施加衝擊。將導致減速機精度劣化或故障。

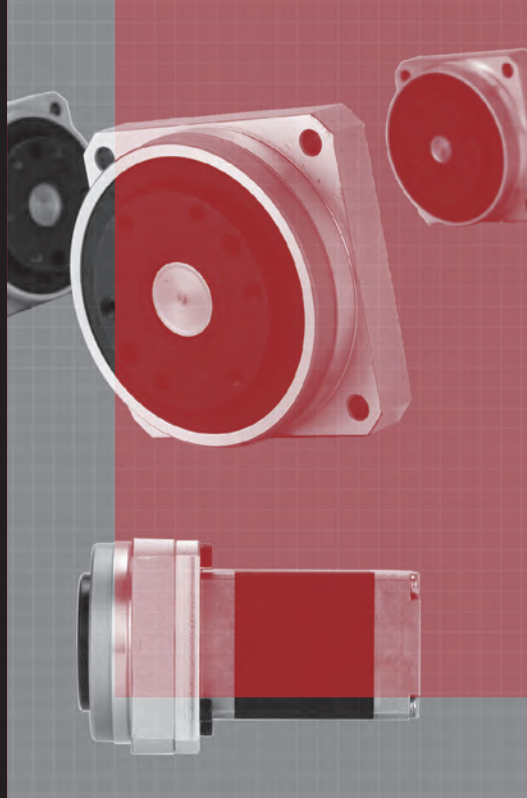
密封機構

在馬達安裝型中，為防止潤滑脂滲漏並維護 Harmonic Drive® 的高度耐久性，需要下列密封機構。

- 凸緣重合面、…………… O 型環、密封劑。此時請注意平面不均整、O 型環遭咬入等情形。
- 螺孔部…………… 具封止效果的螺絲固定劑（建議使用 LOCTITE 242）或密封膠帶。

密封處與建議密封方式 表 274 -1

需要密封處		建議密封方式
輸入端	凸緣重合面	使用 O 型環（本公司產品隨附）
	馬達輸出軸	請選擇附油封的型號。 無油封時，必須採用馬達安裝凸緣可安裝油封的結構。



CSF-mini 系列 超薄、高剛性型

Unit Type CSF-mini

特 徵	276
型式、記號	277
技術資料	277
額定表	277
角傳動精度	278
遲滯損失	278
起動轉矩	278
加速起動轉矩	278
鬆脫轉矩	278
屈曲轉矩	278
主軸承規格	279
潤滑	279
波產生器孔徑尺寸	281
剛性 (彈簧常數)	281
機械精度	282
效率特性	283
無負載運轉轉矩	284
安裝例	285
組裝精度	286
安裝及傳動轉矩	286
馬達安裝用凸緣	288

特 徵



■ CSF-mini 系列 超薄、高剛性型

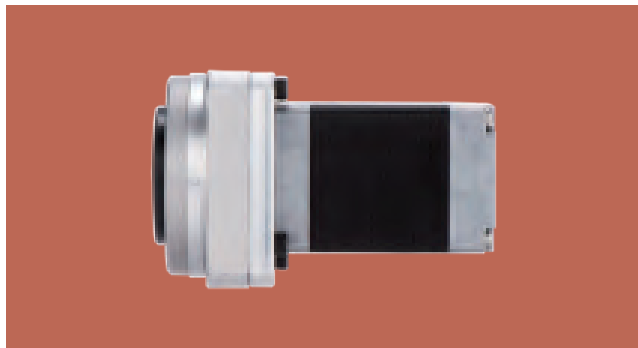
Harmonic Drive® 小型型號模組化的 CSF-mini 系列開發了輕量、高剛性型。相較於舊有產品 CSF-mini 系列更加輕薄，且輸出部的主軸承採用交叉滾柱軸承而達到高剛性。

小型、輕量可搬運機械手臂的用途及各種小型機械裝置的各機構部，皆可考慮使用此產品。

CSF-mini 系列的特徵

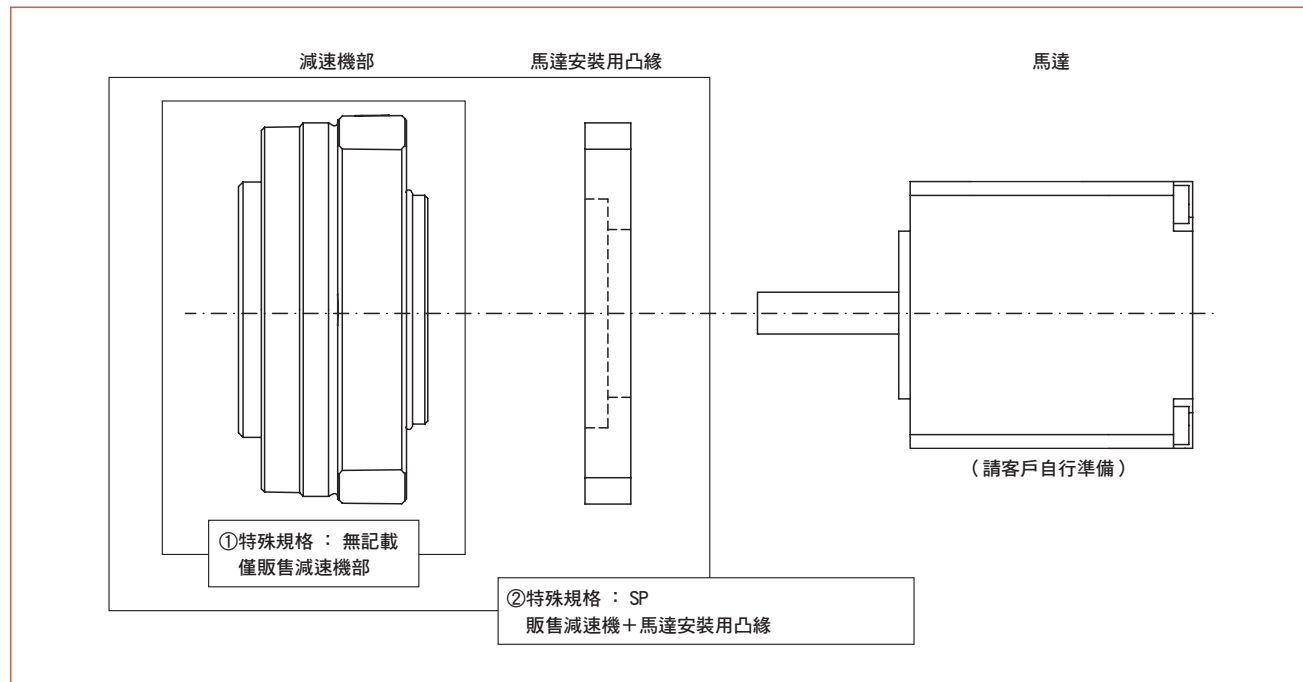
- 由於超薄型結構，因而機械及裝置可實現輕巧的設計。
- 由於採用高剛性交叉滾柱軸承，可以直接支撐外部負載。
- 配合客戶使用馬達，準備安裝凸緣。

馬達安裝例



■ 特殊規格

圖 276 - 1



※ 作為選購品，亦設計、販售馬達安裝用凸緣。如需設計凸緣，請告知 P288 圖 288-1 的所需尺寸。

※ 馬達安裝用凸緣及馬達請客戶自行組裝。組裝時請參考 P285 ~ P287。

※ 特殊規格：SP 亦包含其他特殊規格。

型式、記號

CSF - 14 - 100 - 2UP - 規格

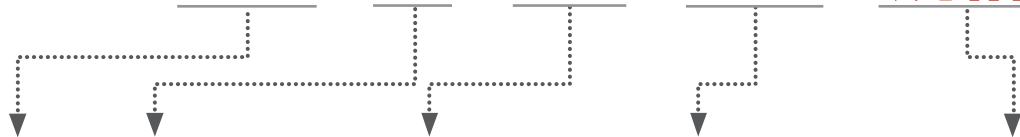


表 277-1

機種名稱	型號	減速比			型式	特殊規格
						—
CSF 系列	8	30	50	100	2UP (高剛性型)	無記載：標準品 SP = 形狀及性能等特殊規格 (凸緣選購品等)
	11	30	50	100		
	14	30	50	100		

技術資料

額定表

表 277-2

型號	減速比	輸入 2000r/min 時的額定轉矩	起動、停止時的 容許峰值轉矩	平均負載轉矩的 容許最大值	瞬間容許最大 轉矩	容許最高輸入 轉速	容許平均輸入 轉速	慣性力矩 (1 / 4GD ²)
		N·m	N·m	N·m	N·m	r/min	r/min	kg·cm ²
8	30	0.9	1.8	1.4	3.3	8500	3500	4.0×10 ⁻³
	50	1.8	3.3	2.3	6.6			
	100	2.4	4.8	3.3	9.0			
11	30	2.2	4.5	3.4	8.5	8500	3500	1.5×10 ⁻²
	50	3.5	8.3	5.5	17			
	100	5.0	11	8.9	25			
14	30	4.0	9.0	6.8	17	8500	3500	4.0×10 ⁻²
	50	5.4	18	6.9	35			
	100	7.8	28	11	54			

※ 相關用語詳情，請參閱 012 頁「技術資料」內容。

角傳動精度 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 278-1

減速比	型號	8	11	14
30	單位			
	×10 ⁻³ rad	0.58	0.58	0.58
50 以上	arc-min	2.00	2.00	2.00
	×10 ⁻³ rad	0.58	0.44	0.44
	arc-min	2.00	1.50	1.50

遲滯損失 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 278-2

減速比	型號	8	11	14
30	單位			
	×10 ⁻³ rad	8.7	8.7	8.7
50	arc-min	3.0	3.0	3.0
	×10 ⁻³ rad	5.8	5.8	5.8
100	arc-min	2.0	2.0	2.0
	×10 ⁻³ rad	5.8	5.8	2.9
	arc-min	2.0	2.0	1.0

起動轉矩 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異, 僅作參考值之用。

表 278-3

單位: cNm

減速比	型號	8	11	14
30		1.5	3.4	4.6
50		0.92	2.0	3.5
100		0.65	1.5	2.2

加速起動轉矩 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異, 僅作參考值之用。

表 278-4

單位: Nm

減速比	型號	8	11	14
30		0.70	1.7	2.4
50		0.55	1.2	1.6
100		0.75	1.5	1.8

鬆脫轉矩 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 278-5

單位: Nm

減速比	型號	8	11	14
30		11	29	59
50		12	34	88
100		14	43	84

屈曲轉矩 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 278-6

單位: Nm

型號	8	11	14
全減速比	35	90	190

主軸承規格

CSF-mini 系列 2UP 型在外部負載（輸出凸緣部）的直接支撐內，組裝了精密交叉滾柱軸承。為充分發揮模組型的性能，請檢查最大負載力矩負重、交叉滾柱軸承壽命以及靜態安全係數。各數值的公式請參閱 030 ~ 034 頁「技術資料」內容。

■ 確認步驟

① 確認最大負載力矩負重 (M max)

求出最大負載力矩負重 (M max) → 最大負載力矩負重 (M max) ≤ 容許力矩 (Mc)

② 確認壽命

求出平均徑向負載 (F_{rav})、平均軸向負載 (F_{aav}) → 求出徑向負載係數 (X)、軸向負載係數 (Y) → 計算並確認壽命

③ 確認靜態安全係數

■ 主軸承規格

表 279-1

型號	轉子節圓直徑	偏移量	基本額定負載		容許力矩負載 Mc	力矩剛性 Km
	dp	R	基本動額定負載 C	基本靜額定負載 Co		
	mm	mm	×10 ³ N	×10 ³ N		
8	35	12.9	58	80	15	2.0×10 ⁴
11	42.5	14	65	99	40	4.0×10 ⁴
14	54	14	74	128	75	8.0×10 ⁴

※ 基本動額定負載是指軸承的基本動額定壽命可達 100 萬次旋轉的固定靜止徑向負載。
 ※ 基本靜額定負載是指在承受最大負載的轉動體與軌道的接觸部中央上，給予一定水準的接觸應力（4kN / mm²）之靜態負載。
 ※ 容許力矩負載是指輸出軸承上可施加的最大力矩負重，此範圍內的數值可以確保基本性能並可動作。
 ※ 力矩剛性的值為參考值。下限值約為標示數值的 80%。

潤滑

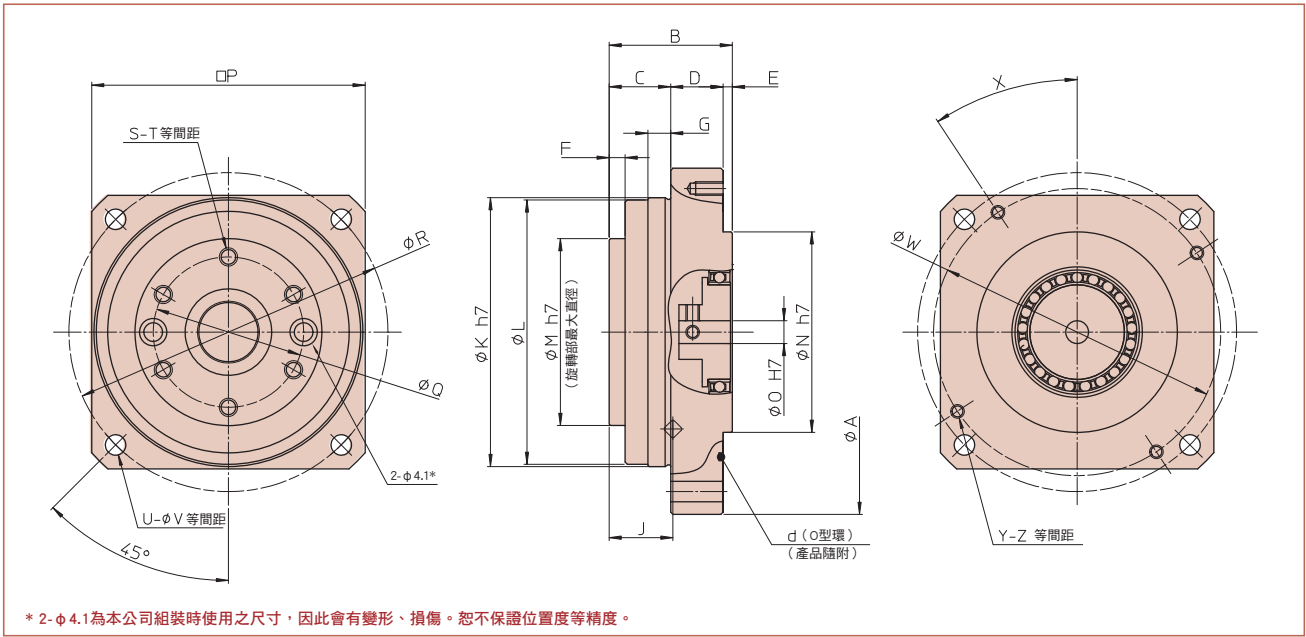
CSF-mini 系列 2UP 型的標準潤滑方法為潤滑脂潤滑。出貨前已封入潤滑脂，組裝時無需另行注入、塗佈。此外，請使用以下潤滑劑。

表 279-2

潤滑部	減速機部	主軸承部
使用潤滑劑名稱	Harmonic 潤滑脂 ® SK-2	
製造商	Harmonic Drive Systems	
基礎油	精煉礦物油	
增稠劑	鋰皂基	
混合稠度 (25℃)	265 ~ 295	
滴點	198℃	
外觀	綠色	

外觀尺寸圖

圖 280 - 1



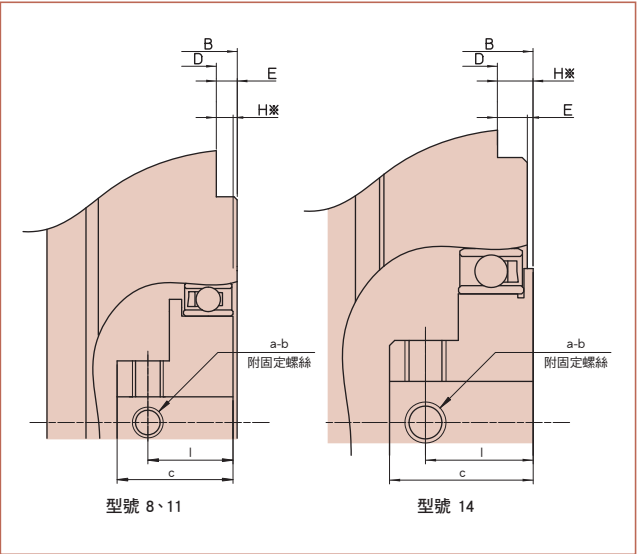
尺寸表

表 280 - 1
單位：mm

記號	型號	8	11	14
ΦA		66	80	100
B		24.8	27	34
C		13	13.5	18.5
D		9	11.5	12
E		2.8	2	3
F		3	3.5	3.5
G		5	5	8
H※		1.1 ⁰ _{-0.3}	1.6 ⁰ _{-0.7}	3.5 ⁰ _{-0.8}
I		7.2	8.3	10.5
J		12.9	14	14
ΦK		49	59	74
ΦL		48	58	73
ΦM		33.5	41	52.5
ΦN		30	44	52
ΦO		5	5	8
□ P		50±1	60±1	75±1
ΦQ		25.5	33	44
ΦR		58	70	88
S		6	6	6
T		M3×6	M4×5	M5×7
U		4	4	4
ΦV		3.5	4.5	5.5
ΦW		52	63	70.71
X		35°	33.5°	55°
Y		4	4	4
Z		M3×5	M3×6	M4×8
質量 (g)		200	330	620

波產生器安裝尺寸放大圖

圖 280 - 2



※H 尺寸為構成 Harmonic Drive® 三項零件（波產生器、彈性齒杯、剛性齒輪）軸方向的配合位置及容許公差。請務必遵守上述尺寸，以免影響性能、強度。

表 280 - 2

記號	型號	8	11	14
a		2	2	2
b		M3×4	M3×4	M4×4
c		10.2	11.3	14
d		φ29.8×0.8	φ54.0×1.2	φ58.4×1.3

波產生器孔徑尺寸

波產生器孔徑尺寸（P280 表 280-1 $\phi 0$ ），
可配合安裝馬達的軸徑在下表的範圍內變更。

表 281 -1
單位：mm

記號	型號	8	11	14
$\phi 0$ H7		2 ~ 8	3 ~ 8	4 ~ 10

※ 變更孔徑尺寸後，全部都是特殊規格。

關於尺寸的詳情請洽詢營業據點。

※ 標準品的波產生器為剛性型（一體型）。

Oldham（自動校準機構）為特殊規格。

剛性(彈簧常數) (相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。)

表 281 -2

記號		型號	8	11	14
T ₁		N·m	0.29	0.80	2.0
		kgf·m	0.030	0.082	0.20
T ₂		N·m	0.75	2.0	6.9
		kgf·m	0.077	0.20	0.70
減速比 30	K ₁	$\times 10^4$ N·m/rad	0.034	0.084	0.188
		kgf·m/arc-min	0.010	0.025	0.056
	K ₂	$\times 10^4$ N·m/rad	0.044	0.124	0.235
		kgf·m/arc-min	0.013	0.037	0.070
	K ₃	$\times 10^4$ N·m/rad	0.054	0.158	0.335
		kgf·m/arc-min	0.016	0.047	0.100
	θ_1	$\times 10^{-4}$ rad	8.6	9.5	11
		arc-min	3.0	3.3	3.6
	θ_2	$\times 10^{-4}$ rad	19	19	31
		arc-min	6.6	6.6	11
減速比 50	K ₁	$\times 10^4$ N·m/rad	0.044	0.221	0.335
		kgf·m/arc-min	0.013	0.066	0.100
	K ₂	$\times 10^4$ N·m/rad	0.067	0.300	0.468
		kgf·m/arc-min	0.020	0.089	0.140
	K ₃	$\times 10^4$ N·m/rad	0.084	0.320	0.568
		kgf·m/arc-min	0.025	0.095	0.170
	θ_1	$\times 10^{-4}$ rad	6.6	3.6	6.0
		arc-min	2.3	1.2	2.0
	θ_2	$\times 10^{-4}$ rad	14	7.6	16
		arc-min	4.7	2.6	5.6
減速比 100	K ₁	$\times 10^4$ N·m/rad	0.090	0.267	0.468
		kgf·m/arc-min	0.027	0.079	0.140
	K ₂	$\times 10^4$ N·m/rad	0.104	0.333	0.601
		kgf·m/arc-min	0.031	0.099	0.179
	K ₃	$\times 10^4$ N·m/rad	0.120	0.432	0.700
		kgf·m/arc-min	0.036	0.128	0.209
	θ_1	$\times 10^{-4}$ rad	3.2	3.0	4.3
		arc-min	1.1	1.0	1.5
	θ_2	$\times 10^{-4}$ rad	7.7	6.6	12
		arc-min	2.6	2.3	4.2

※ 本表數值為參考值。下限值約為標示數值的 80%。

機械精度

CSF-mini 系列 2UP 型的主軸承採用高精度、高剛性的交叉滾柱軸承，使輸出部達到高度機械精度。輸出部的機械精度如下。

圖 282 - 1

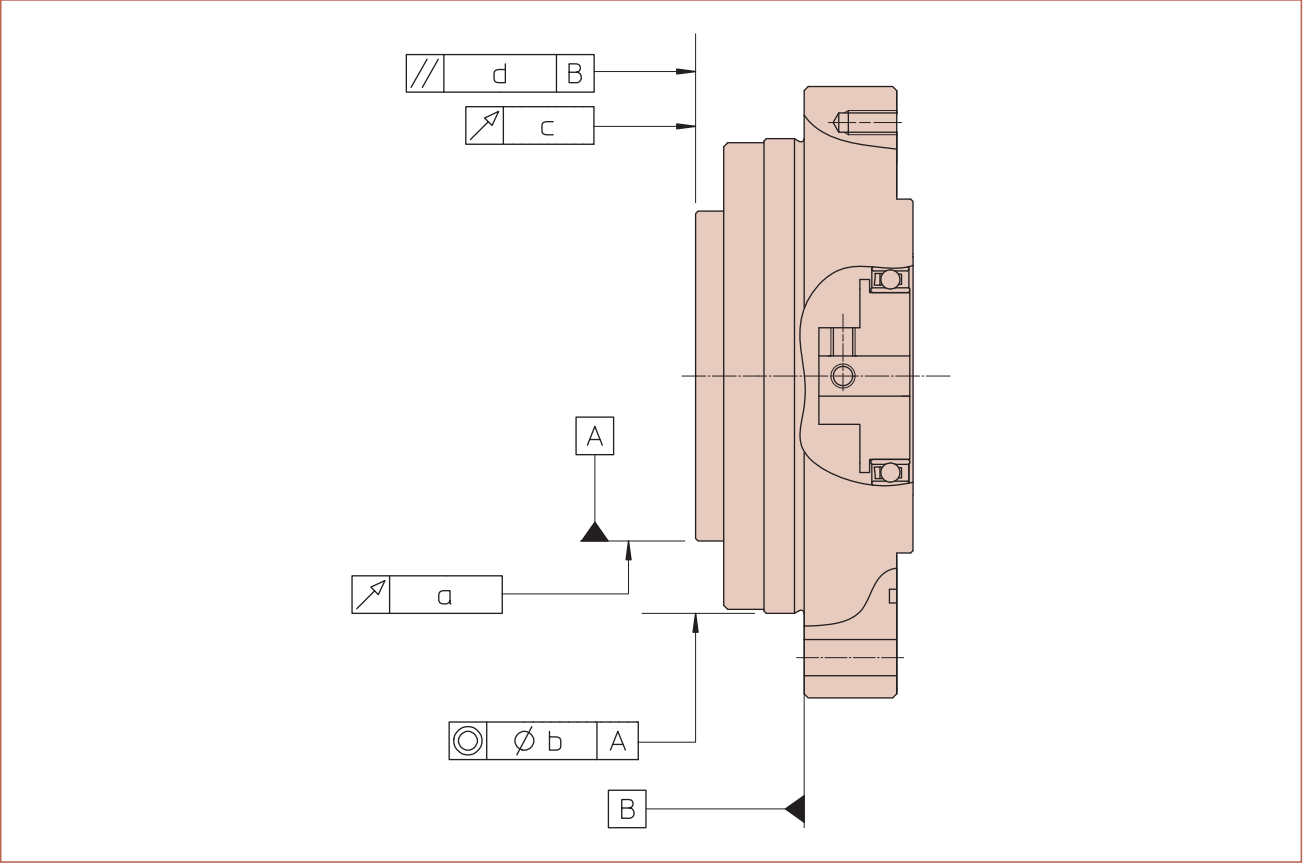


表 282 - 1
單位：mm

記號	精度項目	型號		
		8	11	14
a	輸出軸軸偏移	0.010		
b	安裝接口同軸度	0.040		
c	輸出凸緣面偏移	0.010		
d	安裝面與輸出凸緣面的平行度	0.040		

※T.I.R (Total Indicator Reading) 的數值。

效率特性

效率因下列條件而異。

- 減速比
- 輸入轉速
- 負載轉矩
- 溫度
- 潤滑條件（潤滑種類與使用量）

■ 效率修正係數

當負載轉矩小於額定轉矩，效率值將下降。請依據圖表 283-1 求出修正係數 K_e ，並參考下列計算範例計算效率。

例：以 CSF-8-100-2UP 為例，計算下列條件的效率 η (%)。

輸入轉速：1000 r/min 潤滑方法：潤滑脂潤滑
負載轉矩 2.0N·m 潤滑劑溫度：20°C

型號 8、減速比 100 的額定轉矩為 2.4N·m，轉矩比 α 為 0.83。
($\alpha = 2.0 / 2.4 \approx 0.83$)

依據圖表 283-1，得知效率修正係數 $K_e = 0.99$

負載轉矩 2.0N·m 時的效率 η 為 $\eta = K_e \cdot \eta_R = 0.99 \times 77\% = 76\%$ 。

※ 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e = 1$ 。

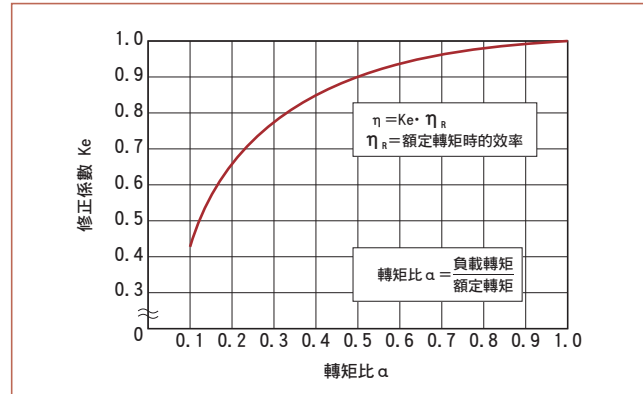
測量條件

表 283-1

負載轉矩	額定表所示的額定轉矩	
	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-2
潤滑條件	潤滑脂潤滑	塗佈量
		適當塗佈量

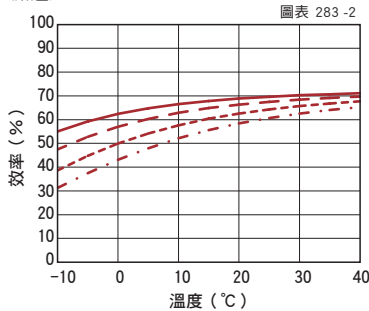
效率修正係數

圖表 283-1

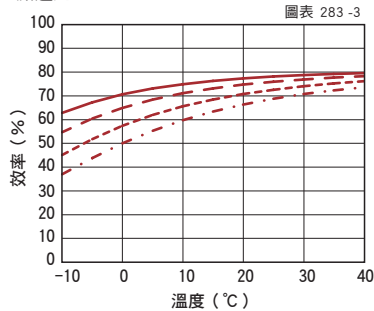


■ 額定轉矩時的效率

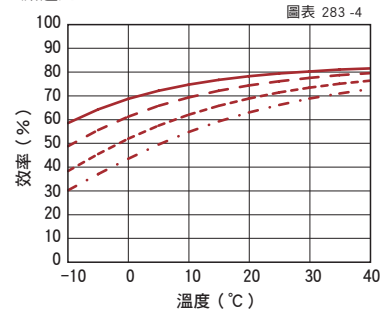
型號：8
減速比30



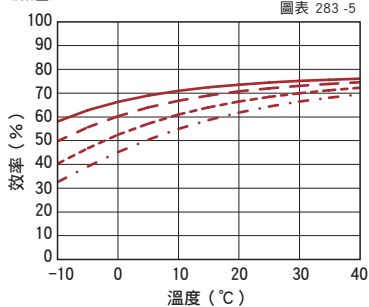
減速比50



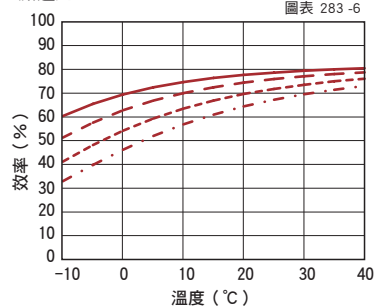
減速比100



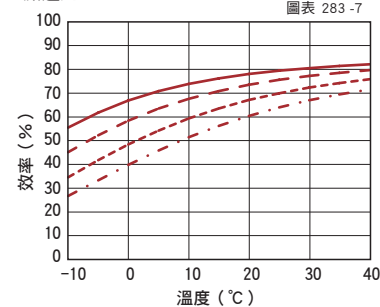
型號：11
減速比30



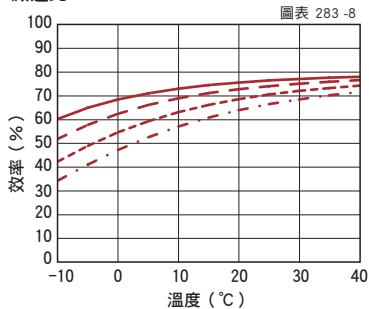
減速比50



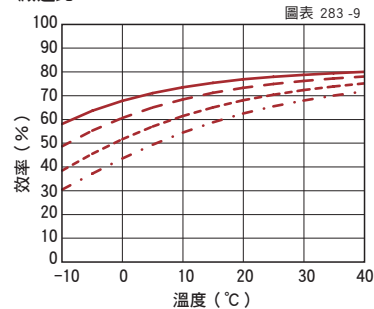
減速比100



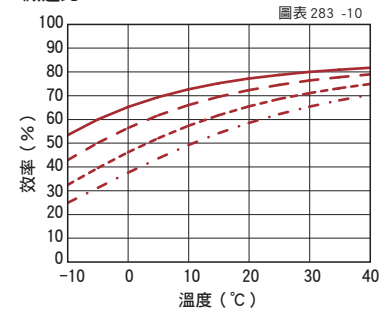
型號：14
減速比30



減速比50



減速比100



輸入轉速 ————— 500r/min - - - - - 1000r/min - . - . - 2000r/min 3500r/min

無負載運轉轉矩

無負載運轉轉矩係指無負載狀態下，驅動 Harmonic Drive® 所必要的輸入端（高速軸端）的轉矩。
※ 詳細數值請洽詢本公司營業據點。

減速比別修正量

Harmonic Drive® 的無負載運轉轉矩會因減速比而不同。圖表 284-1 ~ 284-4 為減速比 100 時的數值。關於其他減速比，請加上表 284-2 所示修正量後計算。

測量條件

表 284-1

減速比 100			
潤滑條件	潤滑脂潤滑	名稱	Harmonic 潤滑脂® SK-2
轉矩值為輸入 2000r/min 經 2 小時以上磨合運轉後的數值			

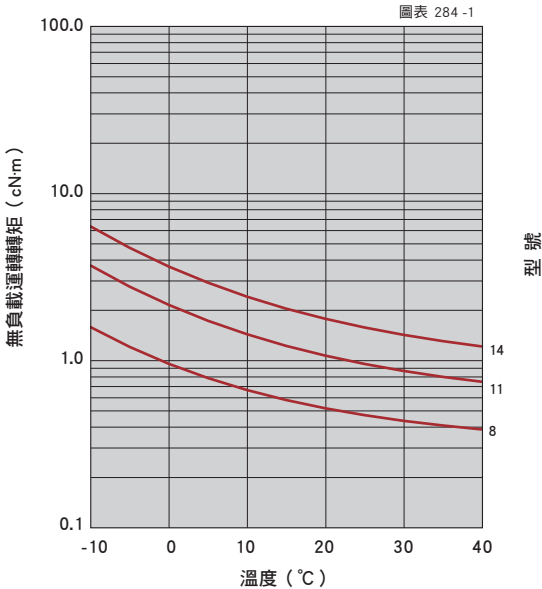
無負載運轉轉矩修正量

表 284-2
單位：cN·m

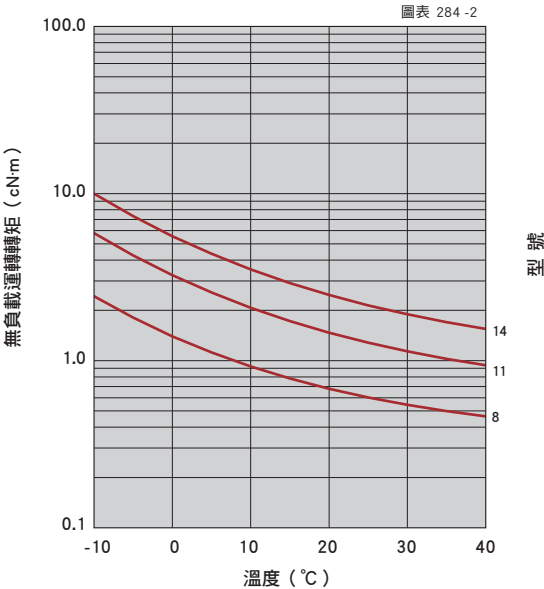
型號	減速比	30	50
8		0.49	0.22
11		0.81	0.36
14		1.25	0.55

減速比 100 的無負載運轉轉矩

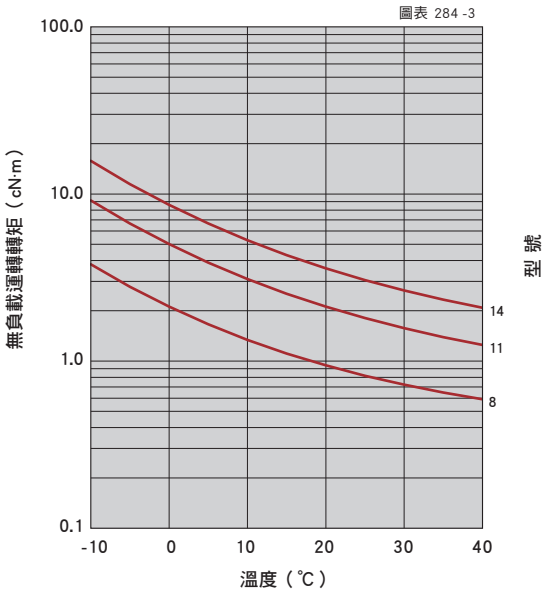
輸入轉速 500r/min



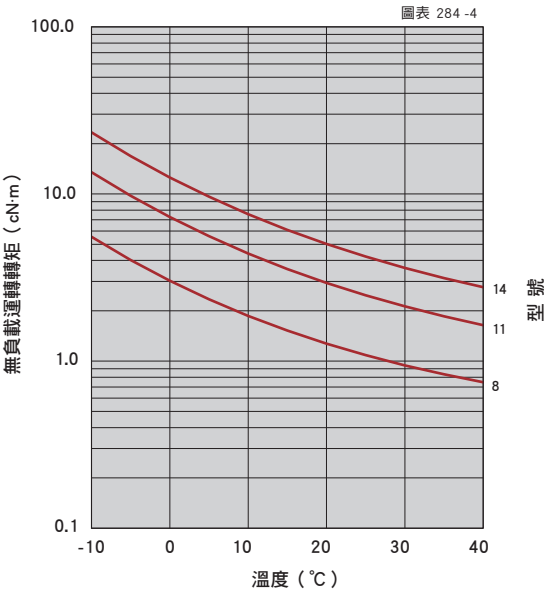
輸入轉速 1000r/min



輸入轉速 2000r/min



輸入轉速 3500r/min

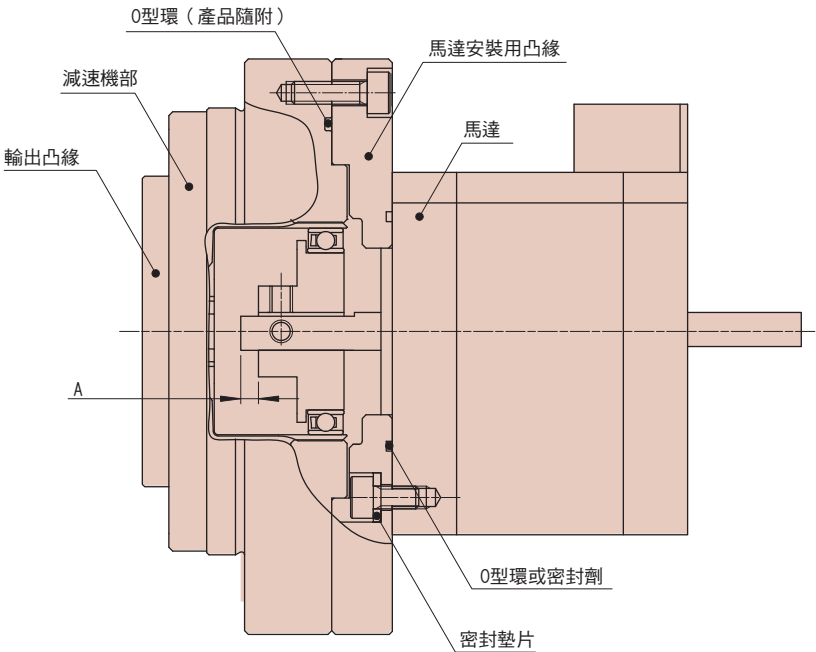


※本圖表數值為平均值。

安裝例

安裝至馬達的範例如下所示。

圖 285 -1



■ 密封機構

在馬達安裝中，為防止潤滑脂滲漏並維護 Harmonic Drive® 的高度耐久性，需要下列密封機構。

表 285 -1

需要密封處		建議密封方式
馬達安裝用凸緣	Harmonic Drive® 側 (減速機部側)	使用 O 型環 (本公司產品隨附)
	馬達側	O 型環、密封劑、密封墊片等 (此時請注意平面不均整、O 型環咬入等情形)
馬達輸出軸		請選擇附油封的馬達輸出軸。 無油封時，必須採用馬達安裝凸緣 可安裝油封的結構。
螺孔部		具密封效果的螺絲固定劑 (建議使用 LOCTITE 242) 或密封膠帶。

※ 輸出凸緣已設油封結構，因此無需塗佈密封劑。

■ 馬達安裝時的注意事項

請注意圖 285-1 的馬達軸最大突出量 A 必須低於以下數值。

表 285 -2
單位：mm

尺寸 \ 型號	8	11	14
A	2.5	4.5	6

組裝精度

在安裝設計方面，為充分發揮 CSF-mini 系列 2UP 型擁有的優異性能，應確保以下所示之建議精度。

圖 286 - 1

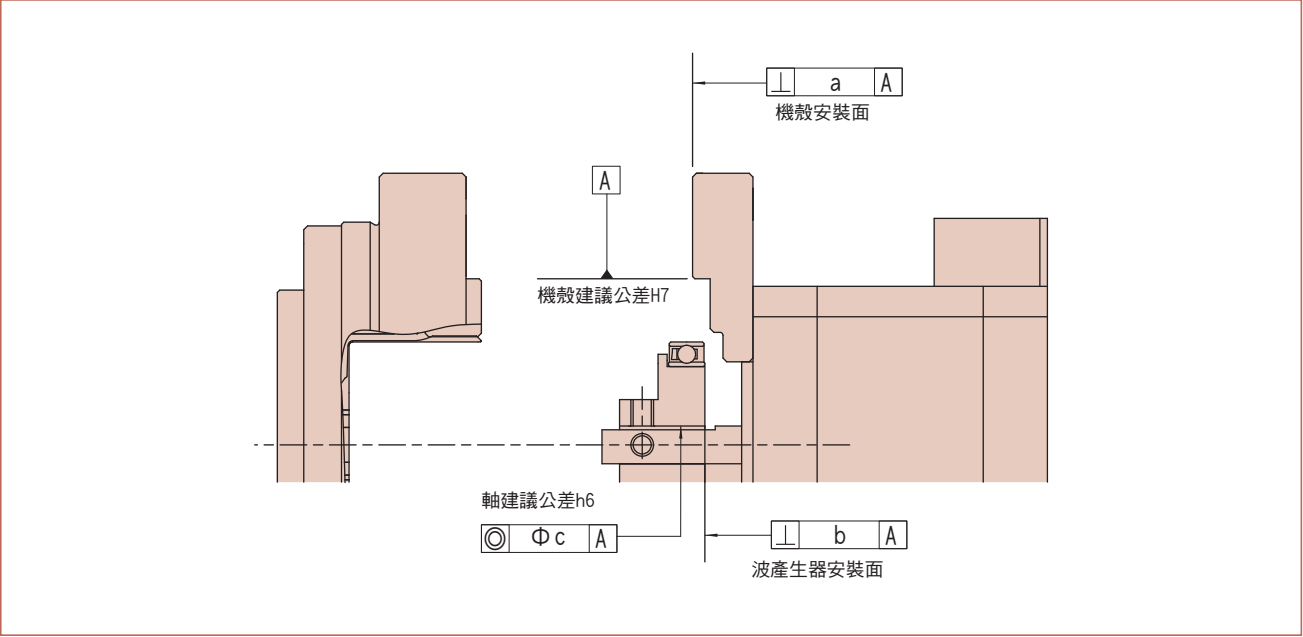
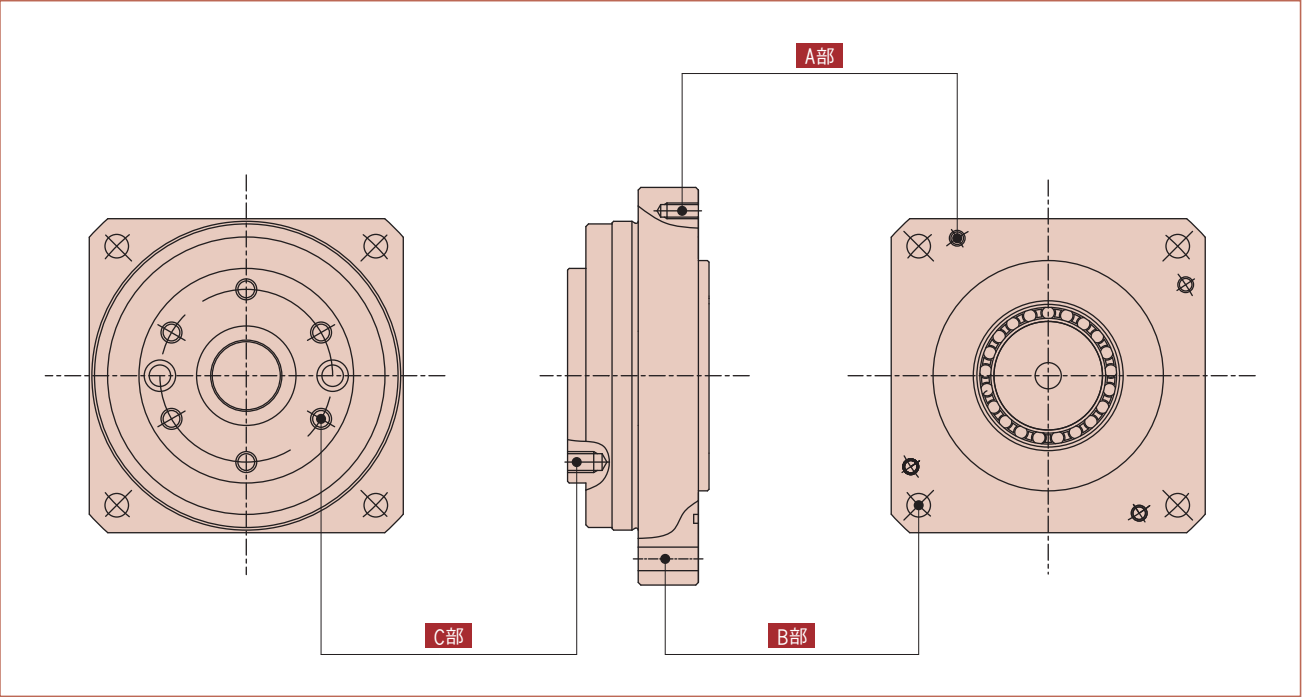


表 286 - 1
單位：mm

精度項目	型號	8	11	14
a	機殼安裝面直角度	0.010	0.011	0.011
b	波產生器安裝面	0.006	0.007	0.008
c	輸入軸同軸度	0.006	0.007	0.016

安裝及傳動轉矩

圖 286 - 2



■ 安裝至凸緣（機殼） A

將 CSF-mini 系列 2UP 型安裝在馬達時，請確認安裝面平坦度或螺孔部沒有毛邊後，用螺栓將減速機部鎖緊在馬達安裝用凸緣（機殼）。

表 287 -1

項目		型號	8	11	14
螺栓支數			4	4	4
螺栓尺寸			M3	M3	M4
安裝 P.C.D	mm		52	63	70.71
鎖緊轉矩 ※	N·m		0.85	0.85	2.0
	kgf·m		0.09	0.09	0.20
螺絲部嵌合最小長度	mm		3.6	3.6	4.8
傳動轉矩 ※	N·m		18	22	44
	kgf·m		1.9	2.3	4.5

※ 建議螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓、強度區分：JIS B 1051 12.9 以上

■ 安裝至裝置 B

將 CSF-mini 系列 2UP 型安裝至裝置時，請確認安裝面平坦度或螺孔部沒有毛邊後，用螺栓將減速機部鎖緊在馬達安裝用凸緣。

表 287 -2

項目		型號	8	11	14
螺栓支數			4	4	4
螺栓尺寸			M3	M4	M5
安裝 P.C.D	mm		58	70	88
鎖緊轉矩 ※	N·m		1.2	2.7	5.4
	kgf·m		0.12	0.28	0.55
螺絲部嵌合最小長度	mm		3.6	4.8	6.0
傳動轉矩 ※	N·m		29.0	59.1	119
	kgf·m		3.0	6.0	1.2

※ 鎖緊部為鋼時

※ 建議螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓、強度區分：JIS B 1051 12.9 以上

※ 敬請使用墊圈，不要讓螺栓座面直接接觸鋁合金。

■ 將負載安裝至輸出部 C

將負載安裝至 CSF-mini 系列 2UP 型的輸出部時，請考慮主軸承的規格再行安裝。

表 287 -3

項目		型號	8	11	14
螺栓支數			6	6	6
螺栓尺寸			M3	M4	M5
安裝 P.C.D	mm		25.5	33.0	44.0
鎖緊轉矩 ※	N·m		2.0	4.5	9.0
	kgf·m		0.20	0.46	0.92
螺絲部嵌合最小長度	mm		3.6	4.8	6.0
傳動轉矩 ※	N·m		31.9	69.6	184
	kgf·m		3.3	7.1	15

輸出凸緣已設油封結構，因此無需塗佈密封劑。

※ 建議螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓、強度區分：JIS B 1051 12.9 以上

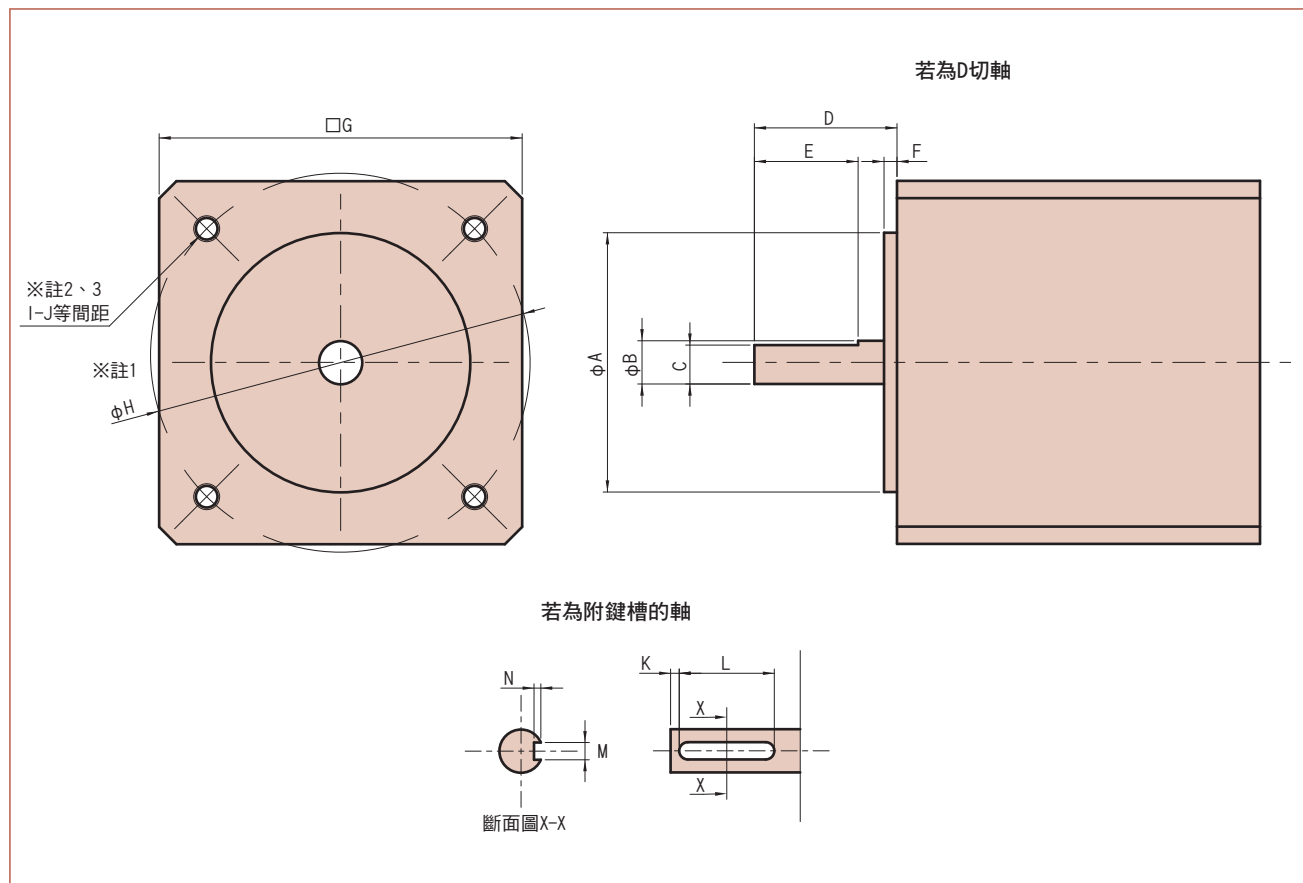
馬達安裝用凸緣

本公司備有馬達安裝用凸緣。

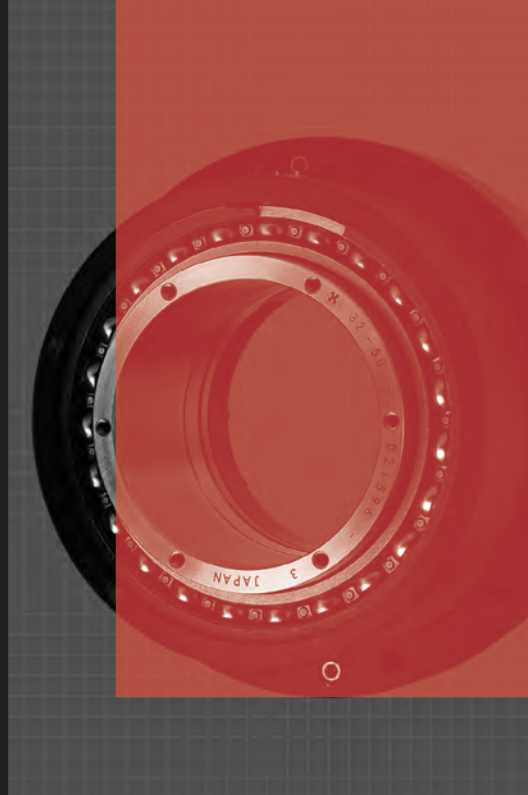
設計時需要馬達尺寸，

訂購時請提供圖 288-1 的 A ~ J (附鍵槽：A ~ N) 的尺寸。

圖 288 - 1



- (註) 1. H : 安裝孔節圓直徑或間距角尺寸
 2. I : 安裝孔總數
 3. J : 螺孔的標稱直徑及孔深或貫穿孔直徑
 4. 馬達及馬達安裝用凸緣連接部若使用 O 型環，請告知 O 型環的尺寸。

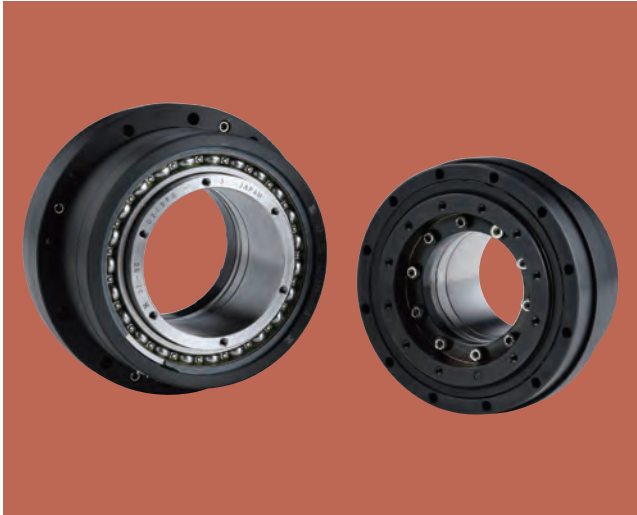


FBS-2UH 系列 小外徑、大中空型

Unit Type FBS-2UH

特 徵	290
型式、記號号	290
技術資料	291
額定表	291
角傳動精度	292
遲滯損失	292
剛性 (彈簧常數)	292
起動轉矩	293
加速起動轉矩	293
鬆脫轉矩	293
加速破壞轉矩	293
無負載運轉轉矩	294
效率特性	295
主軸承規格	296
機械精度	296
輸入部容許負載	297
輸入軸的推力	297
安裝及傳動轉矩	298
潤滑	299
應用案例	299

特 徵



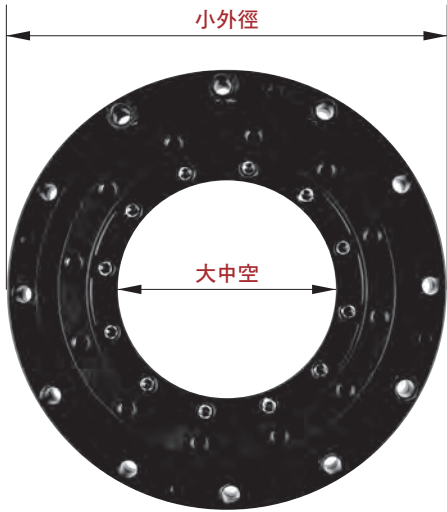
■FBS-2UH 系列 小外徑、大中空型

Harmonic Drive® 的新設計產品，特色為大中空孔、小外徑結構。
此次所開發出的新結構模組產品，是讓 Harmonic Drive® 特徵之一的中空孔結構達到極致，並將外徑控制在最小尺寸。
藉由採用新設計的 Harmonic Drive® FBS 型，實現極具特徵的形狀。
對具有電纜處理問題之機械手臂前端軸和各種機械裝置來說，在設計上更加精巧且節省空間。

FBS-2UH 系列的特徵

- 中空徑與外徑的比率較以往產品增加 20%
- 每個型號都實現對最大中空徑、最小外徑的追求
- 新增 2 種型號和 3 種減速比
- 採用新設計的 Harmonic Drive® FBS 型

圖 290 -1



中空徑-外徑比率

型號	中空徑	外徑	比率
25	41.0mm	93mm	44%
32	55.1mm	113mm	49%

型式、記號

FBS - 25 - 30 - 2UH - 規格

機種名稱	型號	減速比				型式	特殊規格
FBS 系列	25	30	50	100		模組型	無記載：標準品 SP = 形狀及性能等特殊規格
	32	30	50	100			

表 290 -1

技術資料

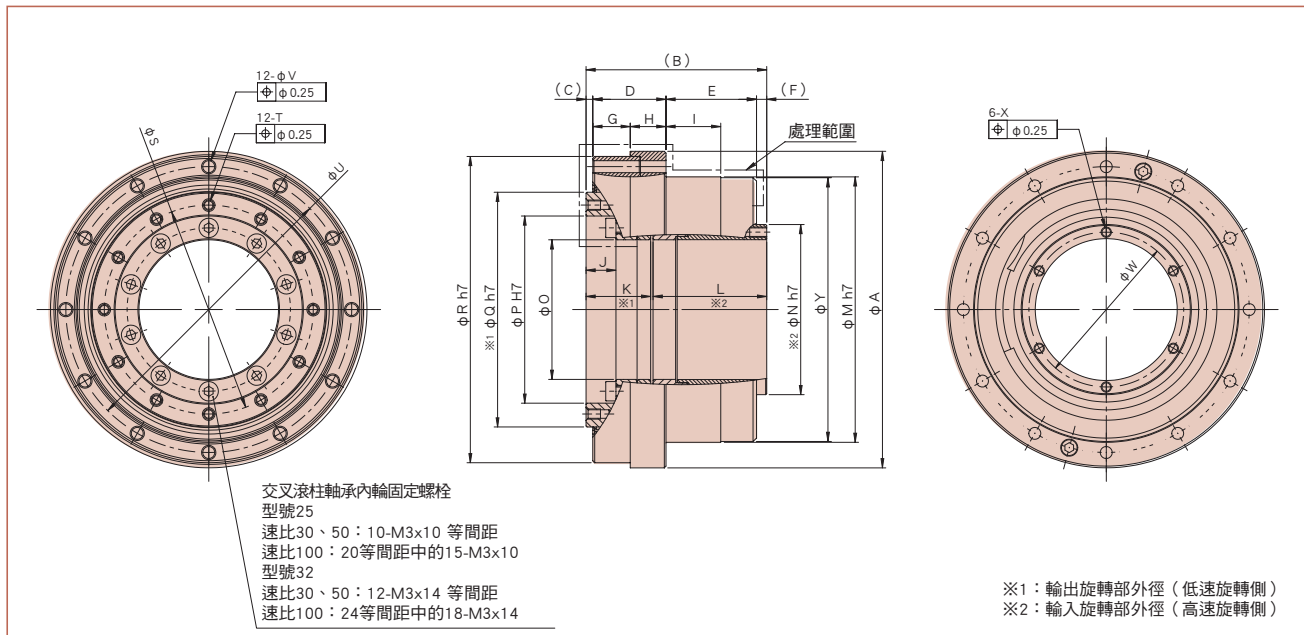
額定表

表 291 -1

型號	減速比	輸入 2000r/min 時的額定轉矩		起動、停止時的 容許峰值轉矩		平均負載轉矩的 容許最大值		瞬間容許最大轉矩		容許最高輸入轉速	容許平均輸入轉速	慣性力矩 (1 / 4GD ²)
		N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	r/min	r/min	kg·cm ²
25	30	15	1.5	25	2.5	24	2.4	50	5.1	3600	2500	1.0
	50	22	2.2	47	4.8	35	3.6	93	9.5			
	100	37	3.8	70	7.1	59	6.0	100	10.2			
32	30	30	3.1	48	4.9	48	4.9	96	9.8		2300	3.3
	50	43	4.4	92	9.4	67	6.8	151	15.4			
	100	56	5.7	106	10.8	89	9.1	151	15.4			

■外觀尺寸圖

圖 291 -1



■尺寸表

表 291 -2
單位：mm

記號 型號	ΦA	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	ΦM h7	ΦN h7	ΦO	ΦP H7	ΦQ h7	ΦR h7	ΦS	T	ΦU	ΦV	ΦW	X	ΦY
25	93	53.1	2	21.5	26.6	3	11.0	10.5	16.1	8.8	19.0	33.4	78	50	41.0	55	69	90	61.4	M3×4.5	84	3.5	45.5	M3×5	77.5
32	113	62.5	2	25.2	32.3	3	13.7	11.5	20.0	7.5	21.7	39.97	96	65	55.1	69	84	110	77.0	M4×6.0	102	4.5	60.0	M3×6	95.5

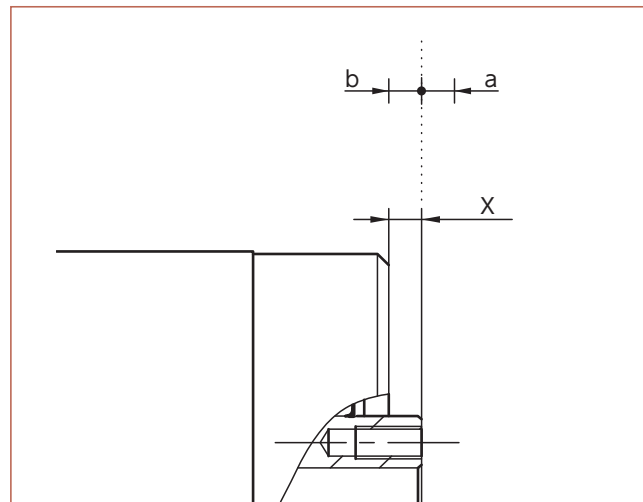
■輸入部（波產生器軸向間隙量）

輸入部的內部支撐結構有間隙，會隨著外力或運轉條件而移動。下表為軸向間隙。如需將軸方向定位，請採用可固定的設計。

表 291 -3
單位：mm

型號	尺寸X	軸向間隙	
		a	b
25	3	0.1~0.7	0.0~0.6
32	3	0.2~0.8	0.1~0.7

圖 291 -2



角傳動精度 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 292 -1

減速比		型號	25	32
30		$\times 10^4 \text{rad}$	8.7	8.7
		arc-min	3	3
50		$\times 10^4 \text{rad}$	5.8	5.8
		arc-min	2	2
100		$\times 10^4 \text{rad}$	5.8	5.8
		arc-min	2	2

遲滯損失 (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 292 -2

減速比		型號	25	32
30		$\times 10^4 \text{rad}$	8.7	8.7
		arc-min	3	3
50		$\times 10^4 \text{rad}$	5.8	5.8
		arc-min	2	2
100		$\times 10^4 \text{rad}$	2.9	2.9
		arc-min	1	1

剛性(彈簧常數) (相關用語說明, 請參閱「技術資料」內容。)

表 292 -3

記號		型號	25	32
T ₁		N·m	7.4	16
		kgf·m	0.75	1.6
T ₂		N·m	26	55
		kgf·m	2.7	5.6
減速比 30	K ₁	$\times 10^4 \text{N·m/rad}$	1.3	2.1
		kgf·m/arc-min	0.4	0.64
	K ₂	$\times 10^4 \text{N·m/rad}$	1.3	2.4
		kgf·m/arc-min	0.4	0.71
	K ₃	$\times 10^4 \text{N·m/rad}$	1.6	2.9
		kgf·m/arc-min	0.48	0.87
	θ_1	$\times 10^4 \text{rad}$	5.4	7.4
		arc-min	1.9	2.5
	θ_2	$\times 10^4 \text{rad}$	19	24
		arc-min	6.6	8.2
減速比 50	K ₁	$\times 10^4 \text{N·m/rad}$	1.9	3.5
		kgf·m/arc-min	0.56	1.0
	K ₂	$\times 10^4 \text{N·m/rad}$	2.0	3.7
		kgf·m/arc-min	0.6	1.1
	K ₃	$\times 10^4 \text{N·m/rad}$	2.3	4.3
		kgf·m/arc-min	0.69	1.3
	θ_1	$\times 10^4 \text{rad}$	3.9	4.5
		arc-min	1.4	1.6
	θ_2	$\times 10^4 \text{rad}$	13	15
		arc-min	4.5	5.2
減速比 100	K ₁	$\times 10^4 \text{N·m/rad}$	3.2	6.5
		kgf·m/arc-min	0.94	1.9
	K ₂	$\times 10^4 \text{N·m/rad}$	3.2	6.5
		kgf·m/arc-min	0.94	1.9
	K ₃	$\times 10^4 \text{N·m/rad}$	3.2	6.6
		kgf·m/arc-min	0.94	2.0
	θ_1	$\times 10^4 \text{rad}$	2.0	2.2
		arc-min	0.7	0.8
	θ_2	$\times 10^4 \text{rad}$	7.8	8.3
		arc-min	2.7	2.9

※ 本表數值為參考值。下限值約為標示數值的 70%。

起動轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異，僅作參考值之用。

表 293-1
單位：cN·m

減速比 \ 型號	25	32
30	25	54
50	15	31
100	11	20

加速起動轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。) 下表數值會因使用條件不同而異，僅作參考值之用。

表 293-2
單位：N·m

減速比 \ 型號	25	32
30	11	23
50	9	18
100	13	22

鬆脫轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。)

表 293-3
單位：N·m

減速比 \ 型號	25	32
30	170	270
50	200	410
100	270	510

加速破壞轉矩

(相關用語說明，請參閱「技術資料」內容。)

輸入部為固定狀態下，在輸出部施加高於下表的轉矩時，會造成模組的連接部受損，而無法傳動轉矩。

表 293-4
單位：N·m

減速比 \ 型號	25	32
30	370	730
50		
100		

無負載運轉轉矩

無負載運轉轉矩係指無負載狀態下，驅動 Harmonic Drive® 所必要的輸入端（高速軸端）的轉矩。

※ 詳細數值請洽詢本公司營業據點。

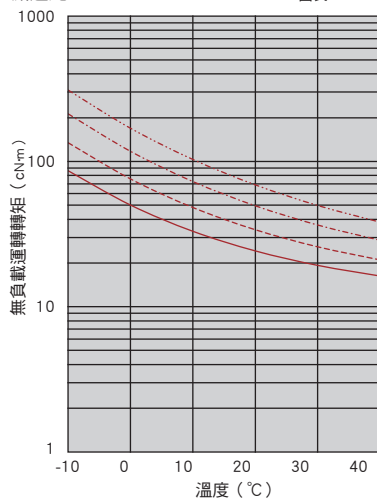
測量條件

表 294 -1

潤滑條件	減速機部	主軸承部
	Harmonic 潤滑脂® SK-1A	Harmonic 潤滑脂® 4B No.2
轉矩值為輸入 2000r/min 經 2 小時以上磨合運轉後的數值		

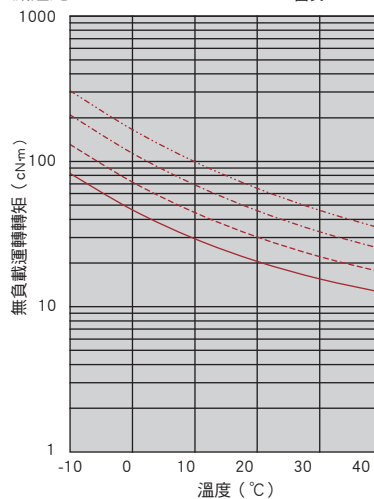
型號：25
減速比：30

圖表 294 -1



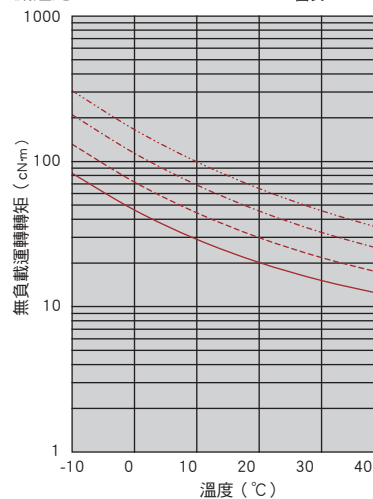
型號：25
減速比：50

圖表 294 -2



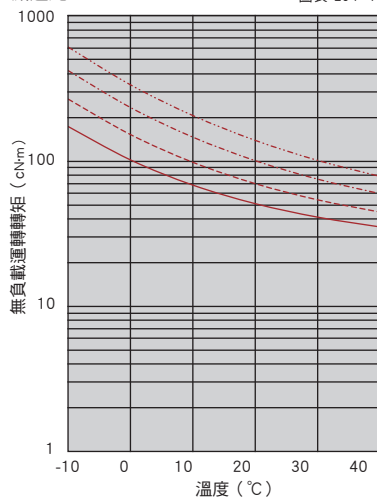
型號：25
減速比：100

圖表 294 -3



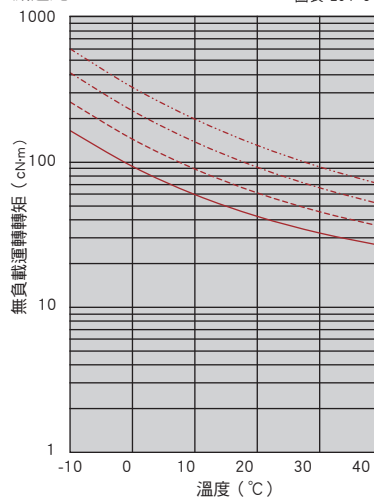
型號：32
減速比：30

圖表 294 -4



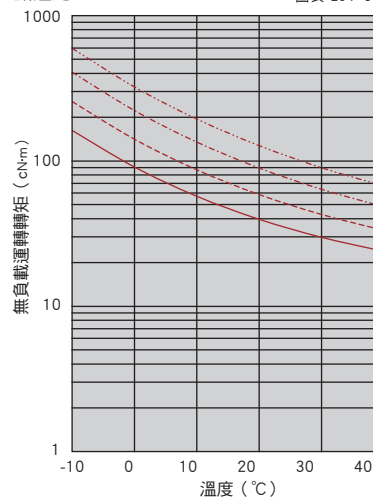
型號：32
減速比：50

圖表 294 -5



型號：32
減速比：100

圖表 294 -6



輸入轉速 ————— 500r/min - - - - - 1000r/min - · - · - 2000r/min · · · · · 3500r/min

※本圖表數值為平均值X。

效率特性

效率會隨著負載轉矩而下降。請依據圖表求出修正係數 K_e ，並參考下列計算範例計算效率。

※1 效率修正係數是指潤滑脂的溫度在 30°C 左右時的平均值。

※2 當負載轉矩大於額定轉矩，效率修正係數為 $K_e = 1$ 。

效率修正係數： K_e

額定轉矩時的效率： η_R

隨著負載轉矩變化的效率： η

$$\eta = K_e \times \eta_R$$

$$\text{轉矩比 } \alpha = \frac{\text{負載轉矩}}{\text{額定轉矩}}$$

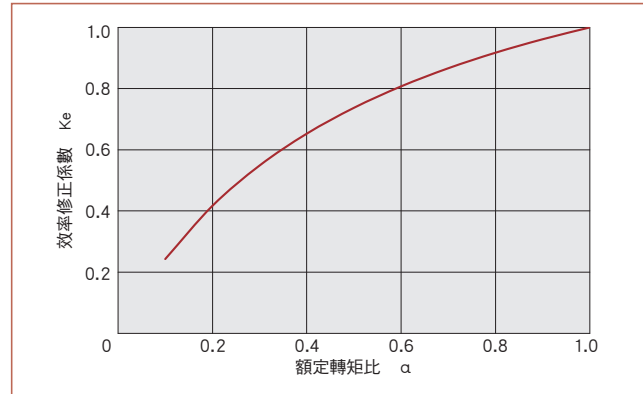
測量條件

表 295-1

潤滑條件	減速機部	主軸承部
	Harmonic 潤滑脂 ® SK-1A	Harmonic 潤滑脂 ® 4B No.2
效率值為輸入轉速 2000r/min 經 2 小時以上磨合運轉後的數值		

效率修正係數

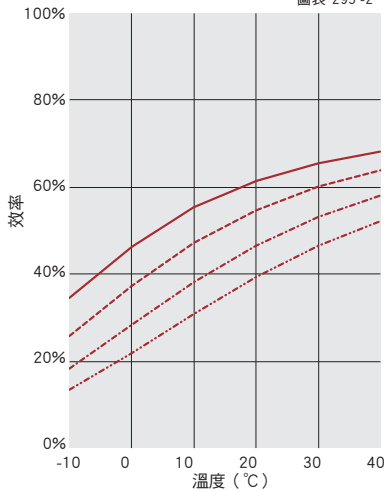
圖表 295-1



額定轉矩時的效率

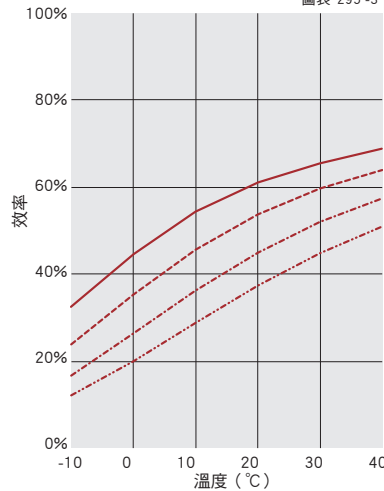
型號：25
減速比：30

圖表 295-2



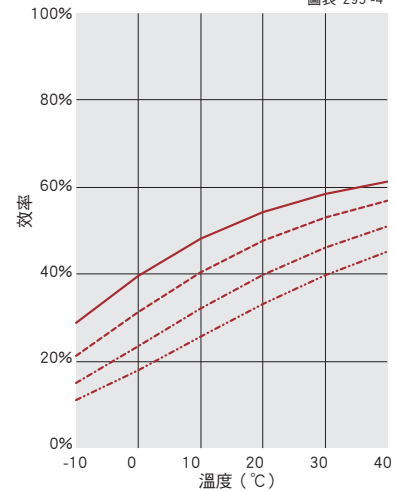
型號：25
減速比：50

圖表 295-3



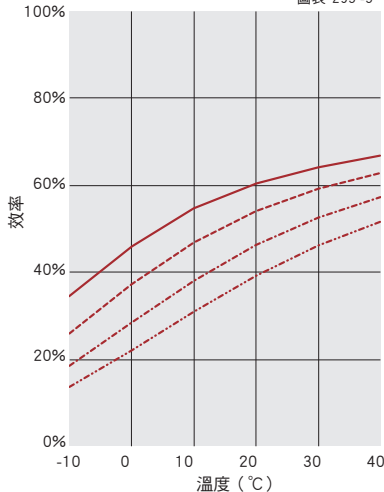
型號：25
減速比：100

圖表 295-4



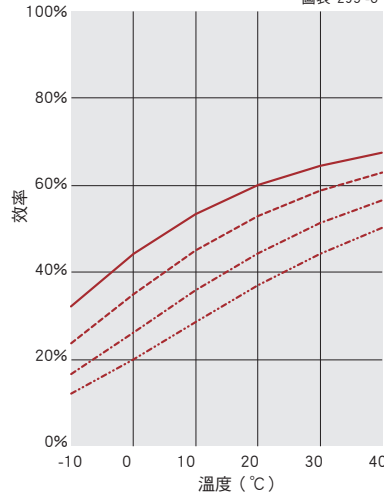
型號：32
減速比：30

圖表 295-5



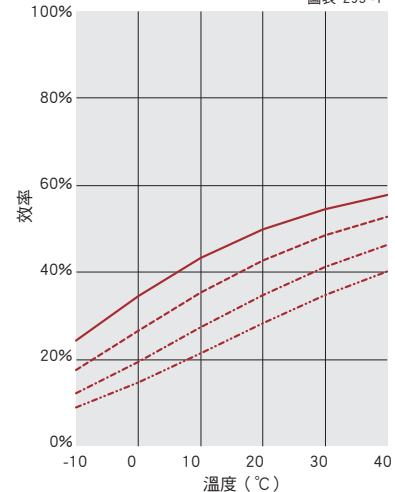
型號：32
減速比：50

圖表 295-6



型號：32
減速比：100

圖表 295-7



輸入轉速 ————— 500r/min - - - - - 1000r/min - 2000r/min 3500r/min

※本圖表數值為平均值。

主軸承規格

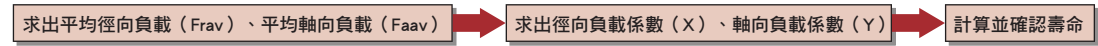
模組型在外部負載的直接支撐組裝了精密交叉滾柱軸承（輸出凸緣部）。
為充分發揮模組型的性能，請檢查最大負載力矩負重、交叉滾柱軸承壽命以及靜態安全係數。

■ 確認手順

① 確認最大負載力矩負重（ M_{max} ）



② 確認壽命



③ 確認靜態安全係數



■ 主軸承規格

表 296 -1

型號	轉子節圓直徑	偏移量	基本額定負載				容許力矩負載 Mc		力矩剛性 Km	
	dp	R	基本動額定負載 C		基本靜額定負載 Co					
	m	m	×10³N	kgf	×10³N	kgf	N·m	kgf·m	×10⁴N·m/rad	kgf·m/arc·min
25	0.070	0.0110	73	744	110	1122	93	9.5	21	6.2
32	0.086	0.0121	109	1111	179	1825	129	13.2	31	9.2

機械精度

圖 296 -1

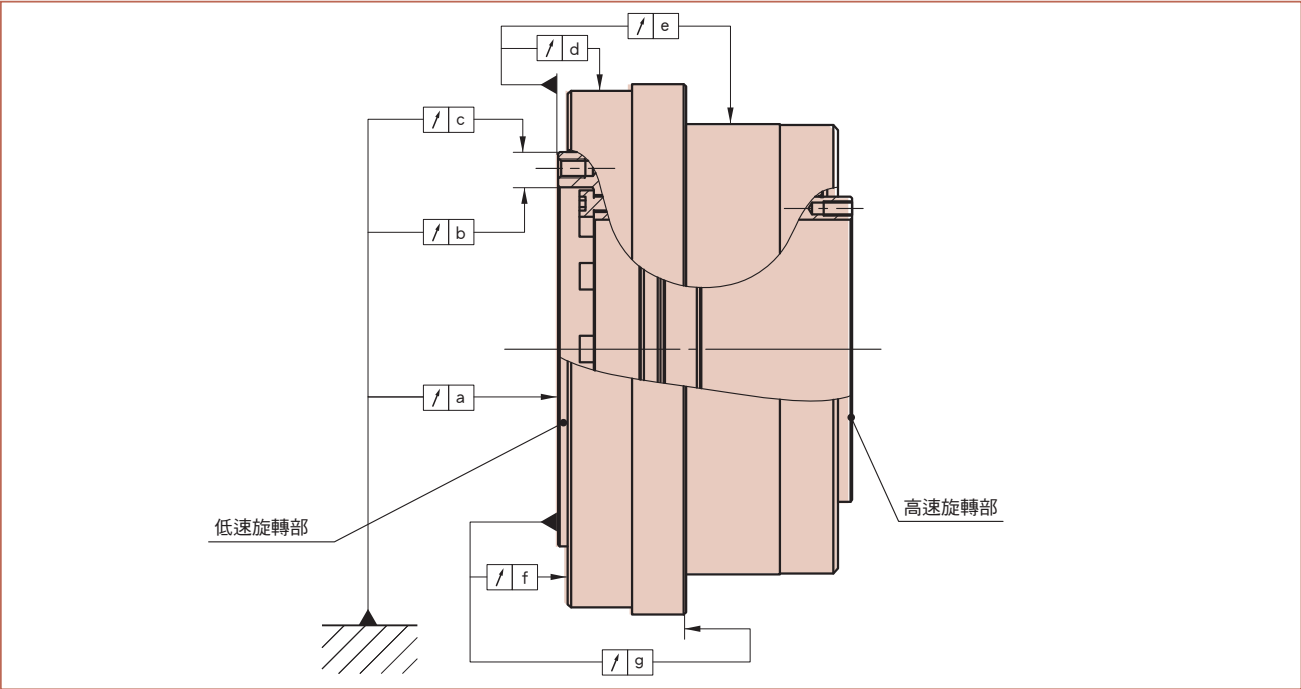


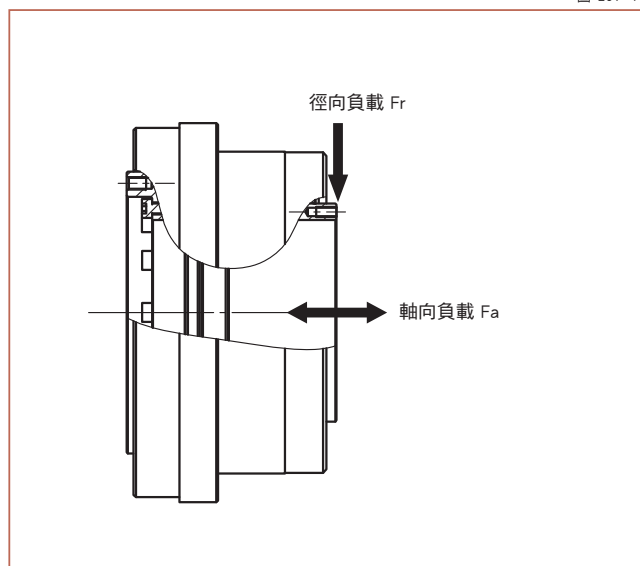
表 296 -2
單位：mm

記號	型號	25	32
a		0.015	0.015
b		0.010	0.010
c		0.010	0.010
d		0.010	0.013
e		0.070	0.073
f		0.010	0.010
g		0.018	0.024

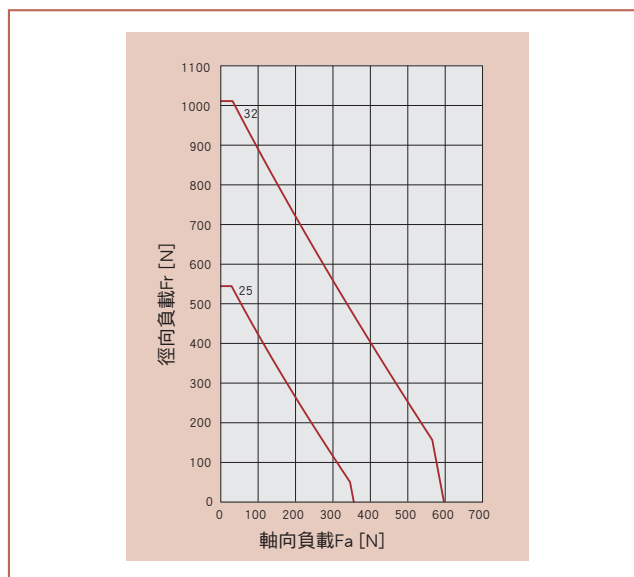
輸入部容許負載

輸入部由 2 個軸承支撐。為充分發揮性能，請確認施加在輸入部上的負重。下方圖表顯示不同型號的容許最大徑向負載與推力負載。圖表的值是在平均輸入轉速 2000r/min、基本額定壽命 $L_{10}=5,000h$ 時的值。

圖 297 -1



圖表 297 -1



輸入軸的推力

Harmonic Drive® 因為彈性齒杯彈性變形，運轉中會對波產生器施加推力。因為本產品的波產生器的支撐結構有間隙，可能會因此往軸方向移動。如需抑制往輸入軸的軸方向移動，請採用能承受推力的設計。波產生器的推力（最大值）可由下列公式求出。此外，推力會隨運轉條件而改變。高轉矩時、極低速時、固定連續旋轉時有增大的傾向，幾乎如同公式求出的值。無論任何情況，設計時務必採用阻止波產生器推力的結構。

圖 297 -2

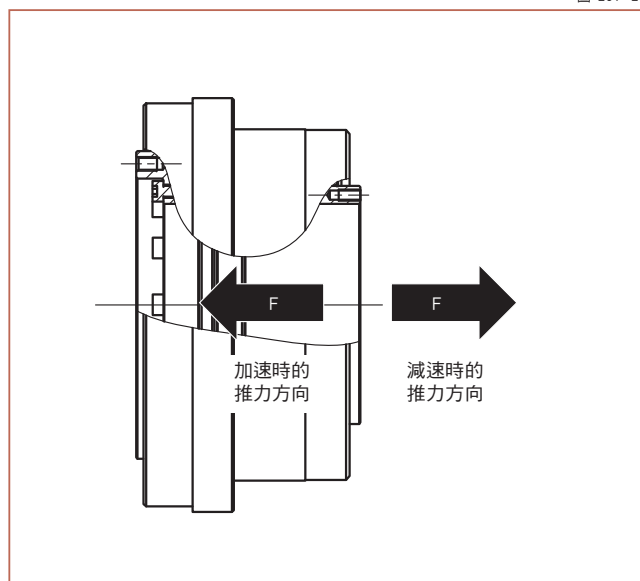


表 297 -1

潤滑條件	公式
30	$F = 5.2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 32^\circ$
50 以上	$F = 5.2 \times \frac{T}{D} \times 0.07 \times \tan 30^\circ$

F = 推力 (N)

T = 輸出轉矩 (N·m)

D = (型號) × 0.00254 (m)

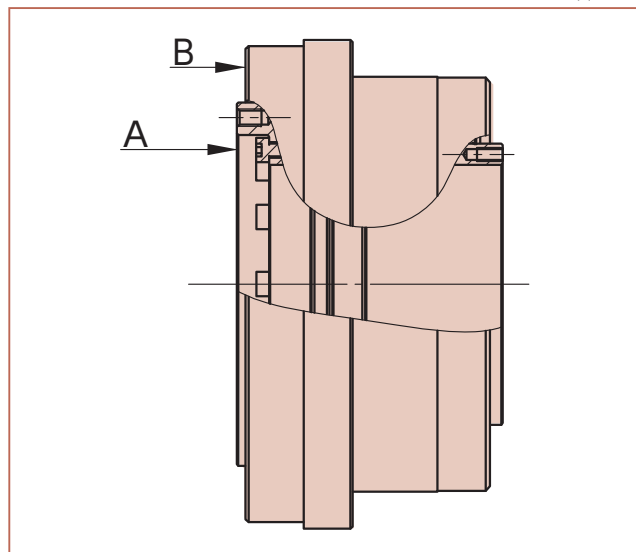
安裝及傳動轉矩

■組裝注意事項

關於組裝設計，若為導致安裝面變形等異常組裝，則可能造成性能降低。為充分發揮模組型所具有的優異性能，敬請注意下列事項。

- 安裝面彎曲、變形
- 咬入異物
- 安裝孔螺孔部週邊的毛邊、隆起、位置度異常
- 安裝接口部倒角不足
- 安裝接口部真圓度異常

圖 298 -1



A 側的安裝及螺栓傳動轉矩

表 298 -1

項目	型號	25	32
螺栓支數		12	12
螺栓尺寸		M3	M4
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	61.4	77.0
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.0	4.5
	kgf·m	0.20	0.46
螺栓傳動轉矩	N·m	154	324
	kgf·m	15.7	33.1

1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
2. 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
3. 轉矩係數：K = 0.2
4. 鎖緊係數：A = 1.4
5. 接合面摩擦係數 $\mu = 0.15$

B 側的安裝及螺栓傳動轉矩

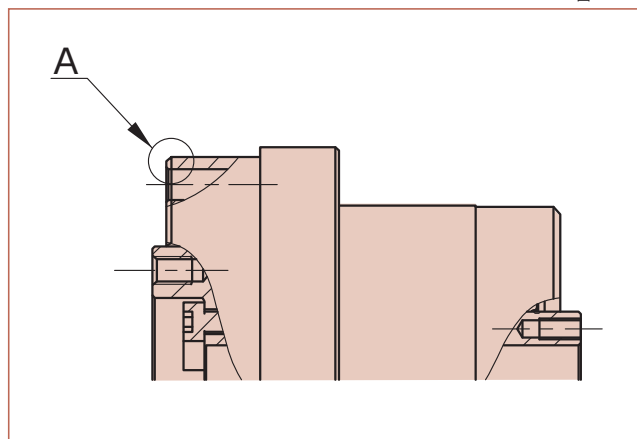
表 298 -2

項目	型號	25	32
螺栓支數		12	12
螺栓尺寸		M3	M4
螺栓鎖固 P.C.D.	mm	84	102
螺栓鎖緊轉矩	N·m	2.0	4.5
	kgf·m	0.20	0.46
螺栓傳動轉矩	N·m	210	431
	kgf·m	21	44

1. 螺帽材質以能夠承受螺栓鎖緊轉矩為前提。
2. 建議螺栓 螺栓名稱：JIS B 1176 內六角螺栓 強度區分：JIS B 1051 12.9 以上
3. 轉矩係數：K = 0.2
4. 鎖緊係數：A = 1.4
5. 接合面摩擦係數 $\mu = 0.15$

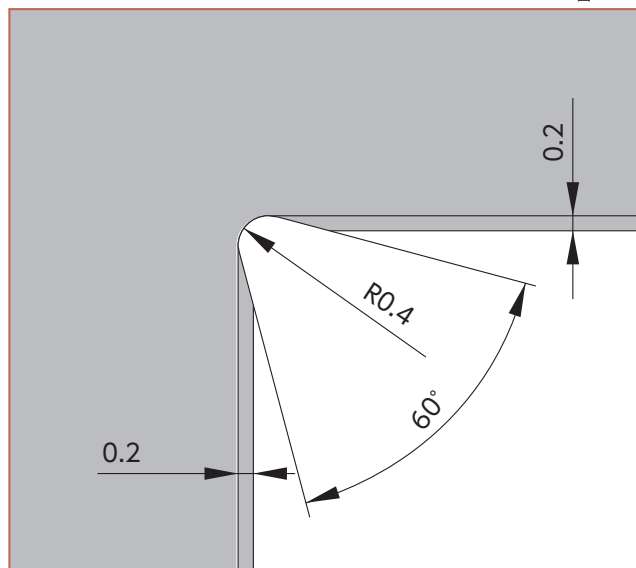
■安裝接口的建議離隙加工

圖 298 -2



模組型若將 A 部作為安裝接口使用時，請在安裝對象端進行離隙加工。

圖 298 -3



潤滑

FBS-2UH 的潤滑方法採用潤滑脂。出貨前已封入潤滑脂，組裝時無需另行注入、塗佈。此外，請使用以下潤滑劑。

表 299 - 1

潤滑部	減速機部	主軸承部
使用潤滑劑名稱	Harmonic 潤滑脂 ® SK-1A	Harmonic 潤滑脂 ® 4BNo.2
製造商	Harmonic Drive Systems	
基礎油	精煉礦物油	合成煙油
增稠劑	鋰皂基	尿素
混合稠度 (25℃)	265 ~ 295	290 ~ 320
滴點	197℃	247℃
外觀	黃色	淡黃色

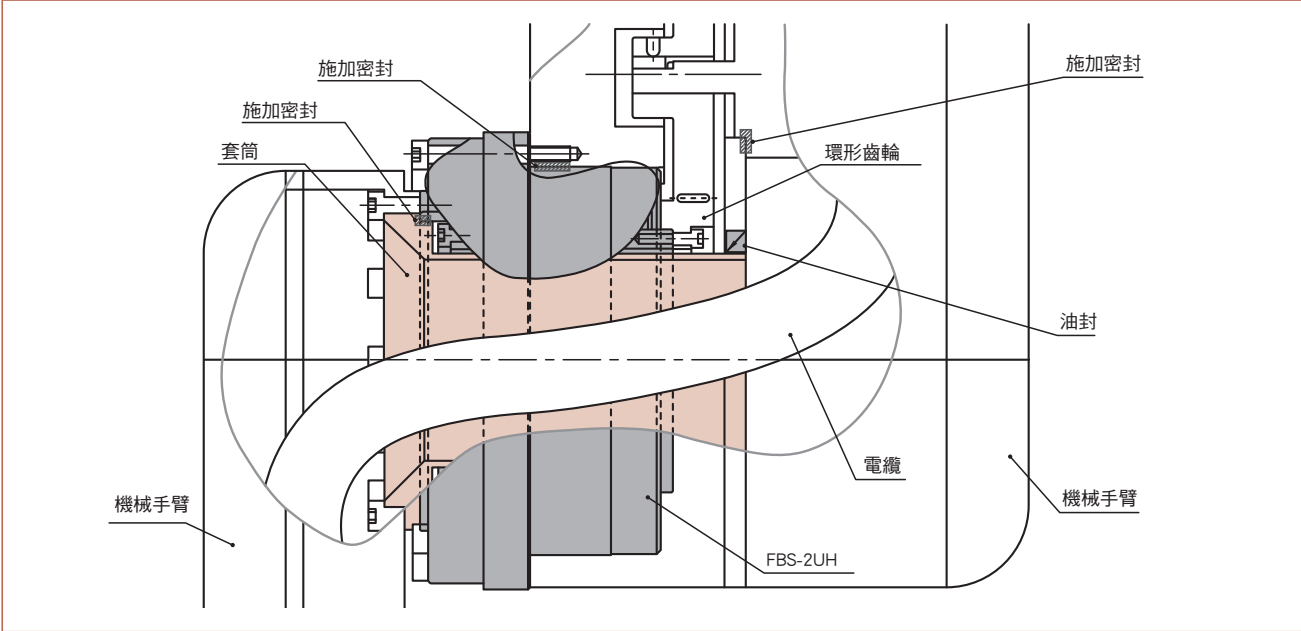
■ 潤滑脂更換時期

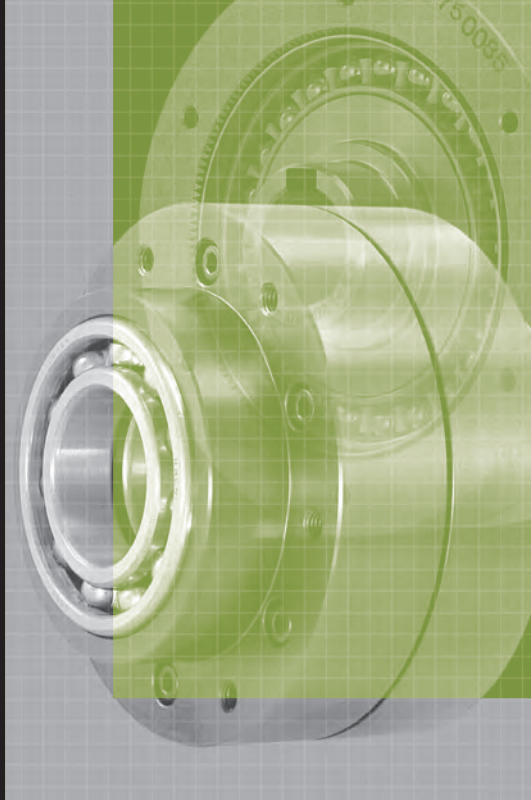
※ 詳細內容請參閱「技術資料」。

應用案例

FBS-2UH 為避免因大直徑的密封機構而產生的摩擦損耗，在輸入側（高速旋轉側）沒有設密封機構。透過在外殼及輸出側的低速側密封，減少輸入側（高速旋轉側）的損耗，是一個有效善用中空形狀的案例。此外，為防止潤滑脂滲漏，必須在各部位使用密封劑或 O 型環等密封機構。

圖 299 - 1



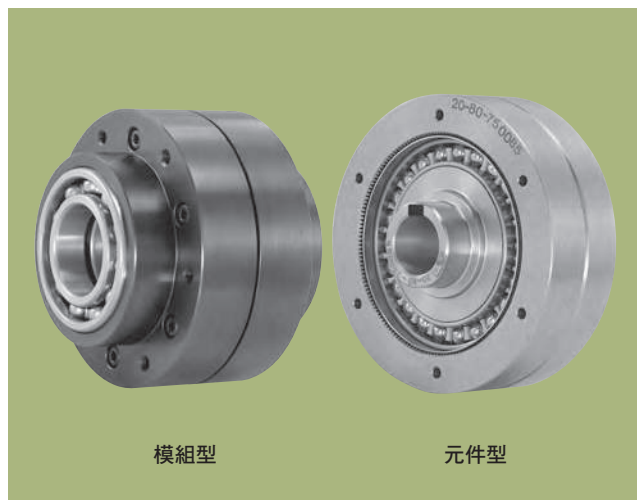


FD系列

Differential Gear FD

特 徵	302
旋轉方向與減速比	303
型式、記號	304
使用方法	305
使用例	305
組裝例	306
差動齒輪與諧波差動齒輪的相異點	307
設計例	308
齒輪選擇資料	308
計算例	309
技術資料	310
額定表	310
模組型 (FD-0) 外觀圖	311
模組型 (FD-0) 尺寸表	311
元件型 (FD-2) 外觀圖	312
元件型 (FD-2) 尺寸表	312
效率特性	313
慣性力矩	313
容許最大轉速	313
無效運動與彈簧常數	314
設計指南	315
使用注意事項	315
組裝注意事項	315
潤 滑	315

特徵



■ 差動齒輪 FD 系列

差動齒輪 FD 系列是應用了 Harmonic Drive® 的獨特動作原理，可在運轉中微調相位及時序的極小型差動裝置。

FD 系列的組成零件數量與平板型的元件型產品一樣為 4 個。模組型則是已用護殼包覆，以便直接安裝在傳動用的齒輪、滑輪等部位上。

FD 系列的特徵

- 差動機構已直接彙整成為一個模組，可輕鬆組裝至裝置。
- 零件數量僅 4 個，且能組裝在同軸上。
- 背隙極小，完全不需進行組裝調整，可大幅降低組裝成本。
- 調整軸和輸出的減速比較大，除了能輕鬆執行細微且高精度的位置調整外，亦可降低調整軸所需的轉矩。

FD 系列的結構

圖 302 - 1

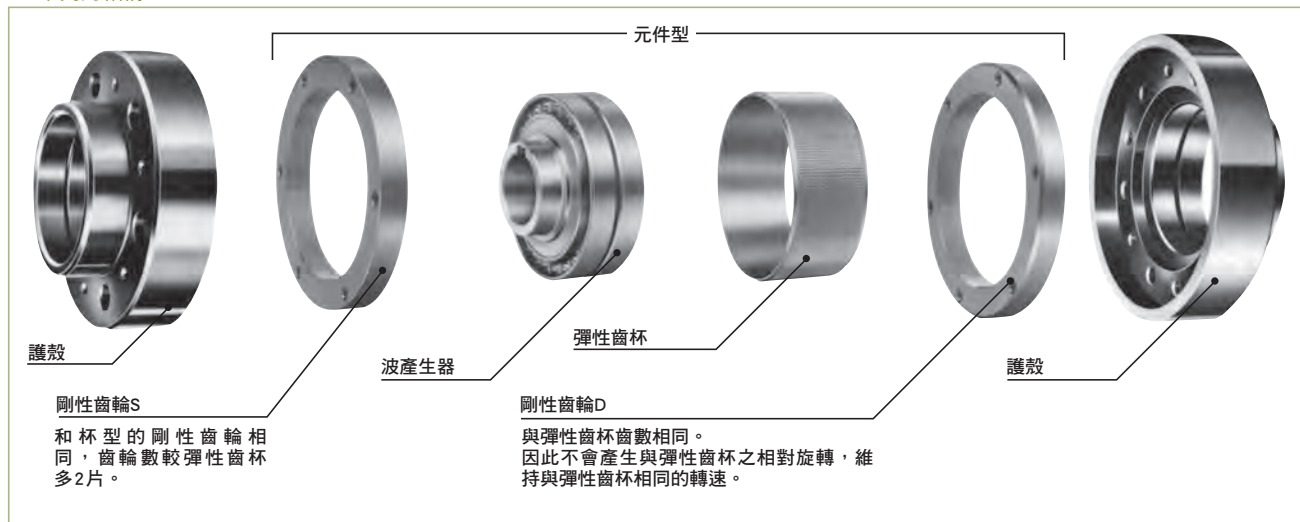
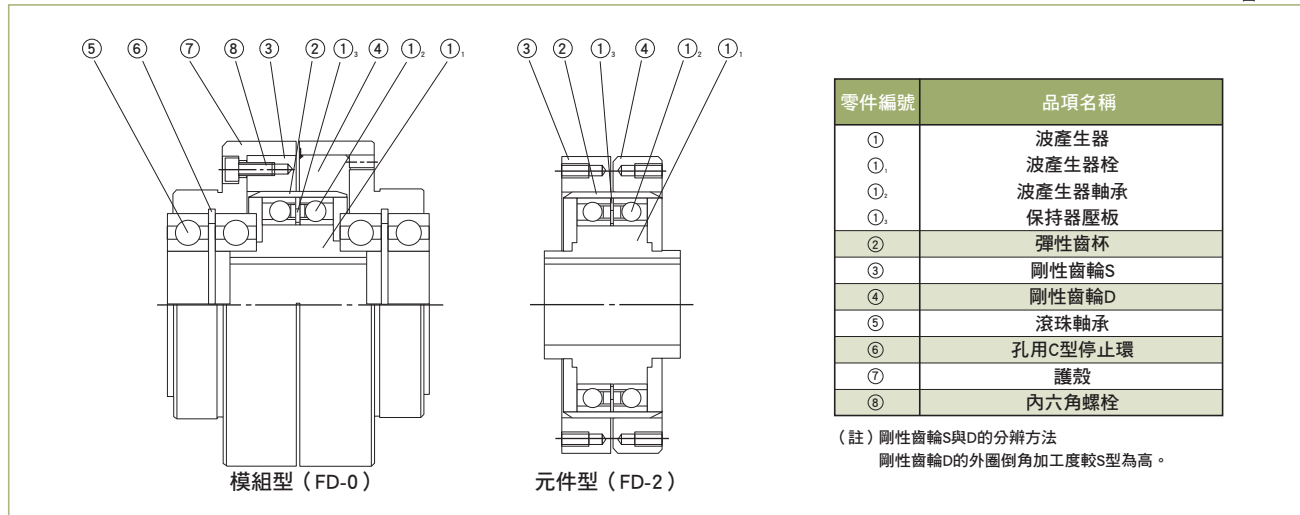


圖 302 - 2



旋轉方向與減速比

旋轉方向與 FB 系列（105 頁）相同。
 此處將特別說明作為差動裝置使用時的使用方法。
 （R 為額定表的減速比值。）

圖 303-1

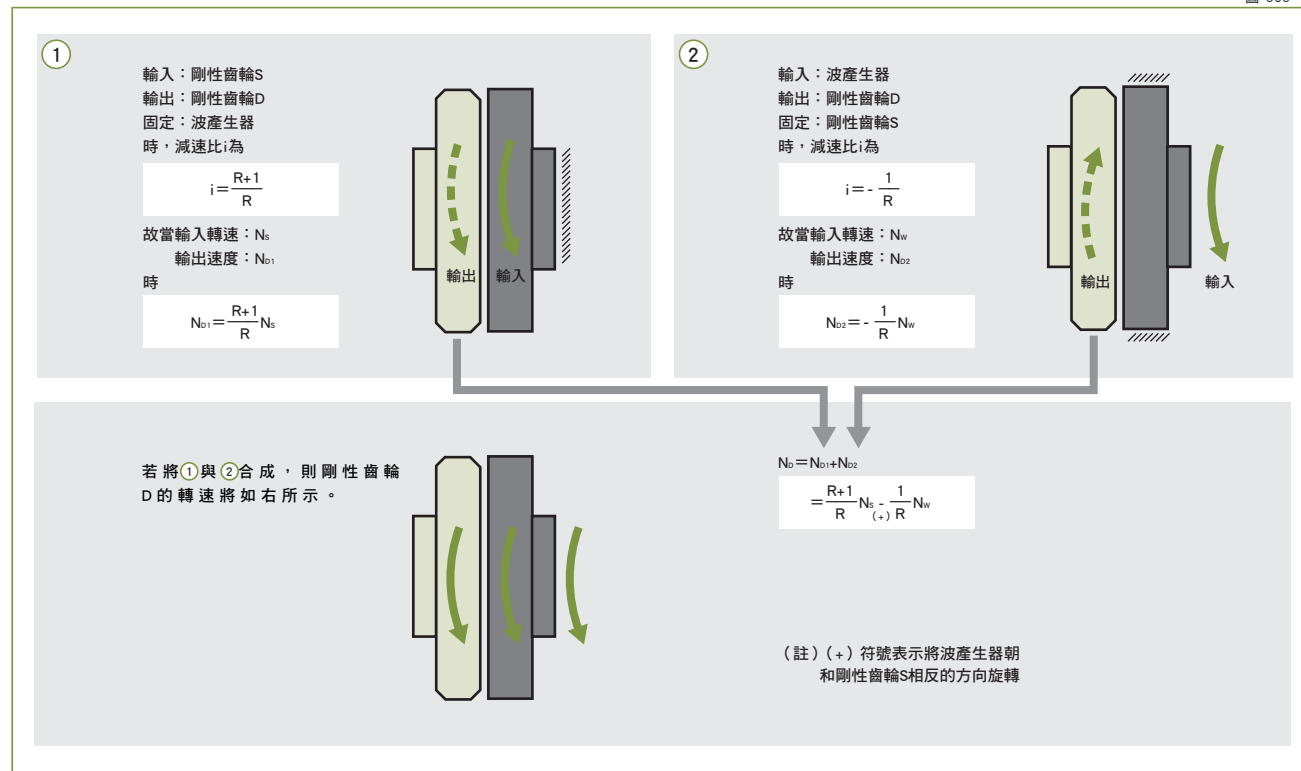
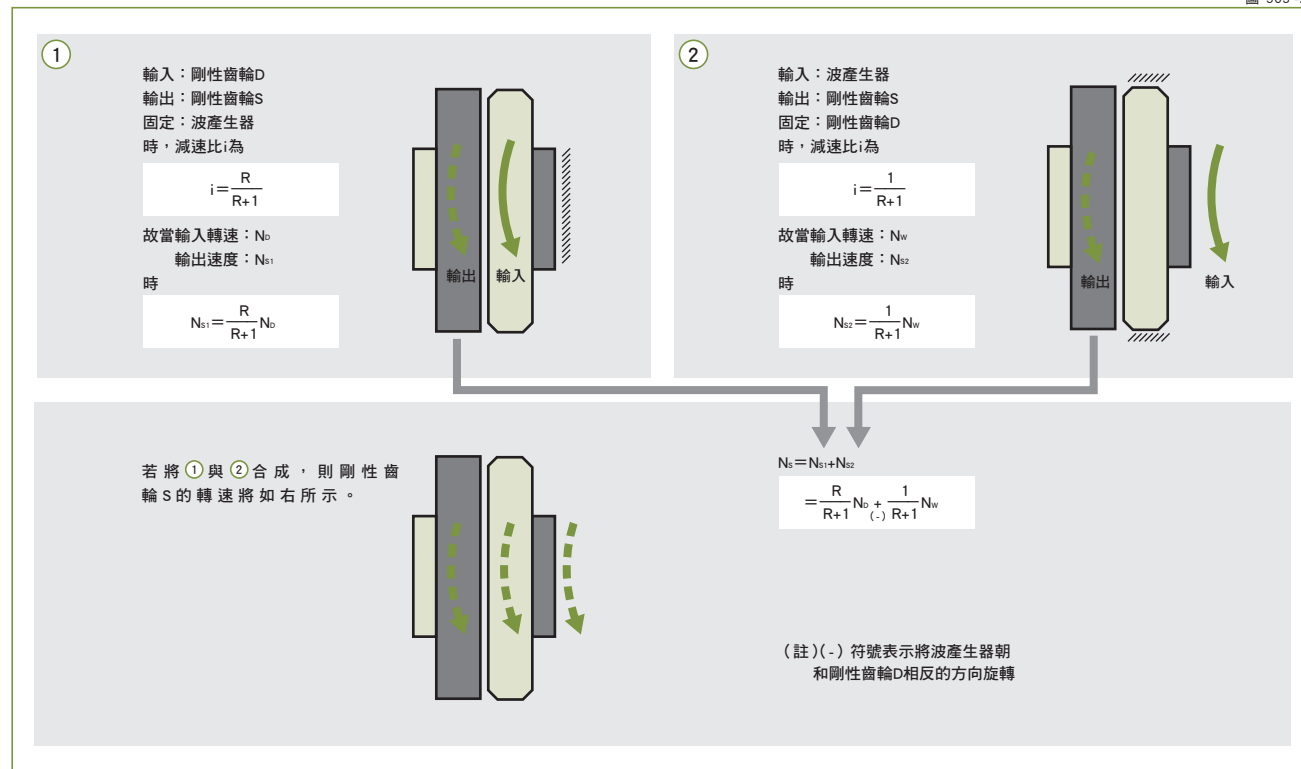


圖 303-2



型式、記號

FD - 20 - 80 - 0 - G

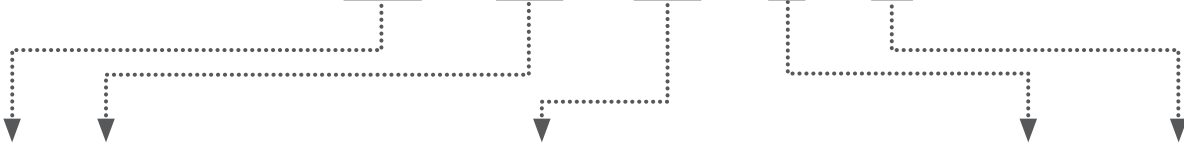


表 304 - 1

機種名稱	型號	減速比 (註)																		型式	
FD	20	—	80	—	—	100	—	—	—	128	—	—	—	—	160	—	—	—	—	0= 模組型 2= 元件型	模組型 G= 潤滑油型 G-GP= 潤滑脂潤滑型 元件型 G= 新型
	25	—	80	—	—	100	—	—	120	—	—	—	—	—	160	—	200	—	—		
	32	78	—	—	—	100	—	—	—	—	131	—	157	—	—	—	200	—	—		
	40	—	80	—	—	100	—	—	—	128	—	—	—	—	160	—	200	—	258		
	50	—	80	—	—	100	—	—	120	—	—	—	—	—	160	—	200	—	242		
	65	78	—	—	—	—	104	—	—	—	—	132	—	158	—	—	—	208	—		
	80	—	80	—	96	—	—	—	—	128	—	—	—	—	160	194	—	—	258		
	100	—	80	—	—	100	—	—	120	—	—	—	—	—	160	—	200	—	242	—	320

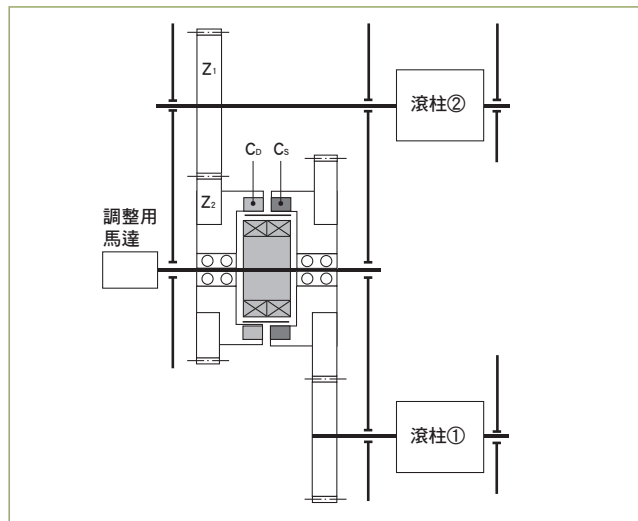
(註) 減速比表示為輸入：波產生器、固定：剛性齒輪 S、輸出：剛性齒輪 D。

使用方法

使用例

■ 相位調整

圖 305 -1



本裝置是調整 2 個滾柱的相位的調整裝置，一般會讓調整用馬達進入煞車狀態，以主驅動循環滾柱①→Cs→Co→滾柱②的方式使其旋轉。若在此處須調整滾柱②對於滾柱①的相對相位時，便必須讓調整用馬達旋轉。調整後須停下調整用馬達，讓滾柱②返回至最初的旋轉狀態。

〔公式〕

將調整用馬達為固定狀態時滾柱②的轉速設為 N_0 。

將調整用馬達以 N_w 旋轉時，滾柱②的轉速 N 為

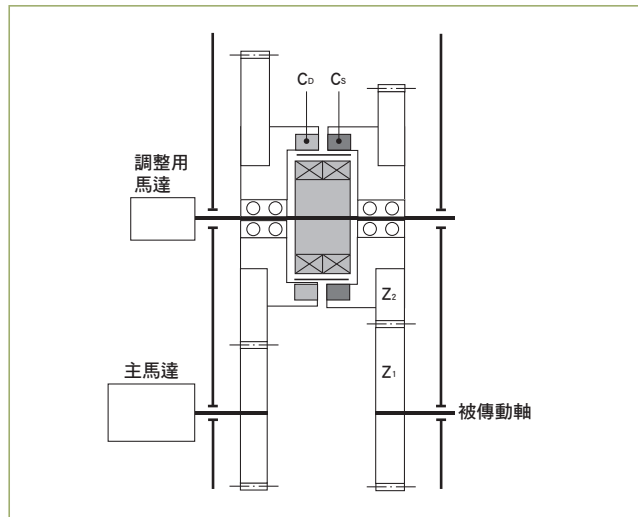
公式 305 -1

$$N = N_0 \pm \frac{1}{R} \left(\frac{Z_2}{Z_1} \right) N_w$$

（當波產生器和剛性齒輪同方向時，符號為（-），反方向時符號為（+）。

■ 微動調整

圖 305 -2



本方法是當必須微調被傳動軸的速度、時序時，不必改變主馬達的轉速便能以調整用馬達進行調整的方式。

〔公式〕

調整用馬達為固定狀態時，被傳動軸的轉速為

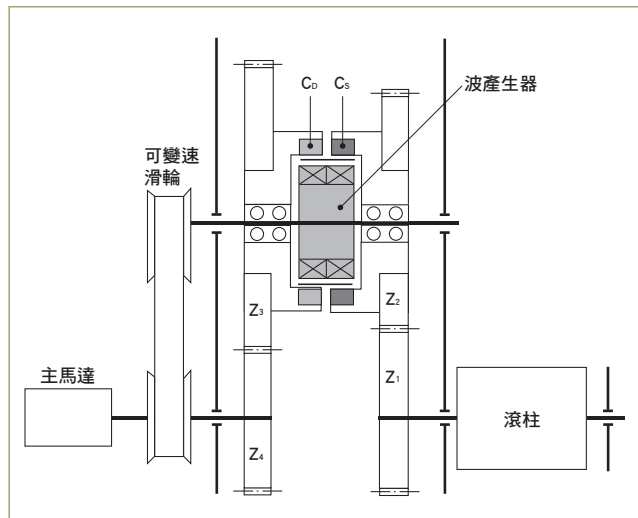
公式 305 -2

$$N = N_0 \pm \frac{1}{R+1} \left(\frac{Z_2}{Z_1} \right) N_w$$

（當波產生器和剛性齒輪同方向時，符號為（+），反方向時符號為（-）。

■ 連續動作調整

圖 305 -3



本裝置是能讓滾柱轉速以細微方式連續變化的裝置。主馬達的旋轉有 2 種傳動路徑

①通過 $Z_4 \rightarrow Z_3 (C_D) \rightarrow Z_2 (C_S) \rightarrow Z_1 \rightarrow$ 滾柱的傳動路徑

②通過可變速滑輪→波產生器→Cs (Z_2) → $Z_1 \rightarrow$ 滾柱的傳動路徑。

本方法是以②來改變滾柱速度的方法。

〔公式〕

將可變速滑輪的旋轉為 0 時被主馬達驅動旋轉的滾柱的轉速設為 N_0 。

此處若可變速滑輪，亦即波產生器的旋轉從 N_1 變化為 N_2 後，則滾柱的轉速 N 為

公式 305 -3

$$N = N_0 \pm \frac{1}{R+1} \left(\frac{Z_2}{Z_1} \right) (N_1 \sim N_2)$$

（當波產生器和剛性齒輪同方向時，符號為（+），反方向時符號為（-）。

組裝例

■裁紙裝置

右圖為一般的應用範例，使用了下列機構。

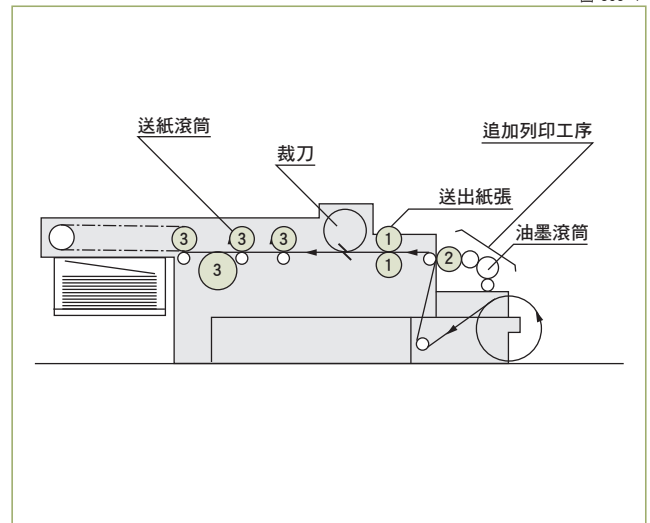
動作概要

滾筒①、②、③會以裁刀的旋轉為基準進行連動動作。②會對已列印的紙張追加新的列印工序，①會導出紙張。此時會在②調整列印紙張的位移偏差。

①會進行調整，以便讓在②完成列印的紙張能夠在正確的位置裁切。
③會進行調整以跟隨①。

若將諧波差動齒輪組裝進上述裝置的①、②、③部分，便能夠在不停止裝置的狀態下，改變各滾筒間的相位。

圖 306 -1



■印刷機（薄膜狀材料）

要列印可伸縮性材料時，必須要有以下裝置。

1. 可調整因材料伸縮而導致列印位置偏移的裝置。
2. 隨時施加張力，以防止薄膜產生皺摺的裝置。

動作概要

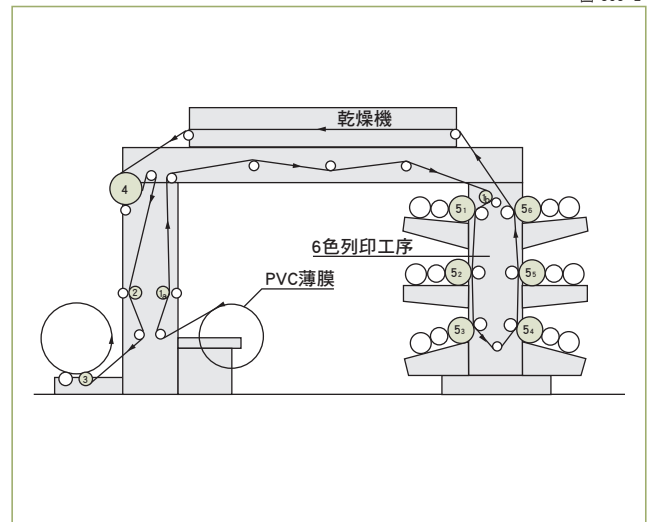
於①導出薄膜材料。

於①在①₁—①₆之間的薄膜上施加一定張力，以防止薄膜產生皺摺。

於②在①₆—②之間的薄膜上施加張力，以防止在⑤的列印工序中產生鬆弛。⑤是列印滾筒，在6色列印時會使用⑤₁~⑤₆的所有滾筒。以⑤₁為基準調整⑤₂，配合⑤₂調整⑤₃，並以諧波差動齒輪一直調整至⑤₄、⑤₅、⑤₆。

將諧波差動齒輪組裝至上述①₁到⑤₆的各滾筒上。

圖 306 -2



差動齒輪與諧波差動齒輪的相異點

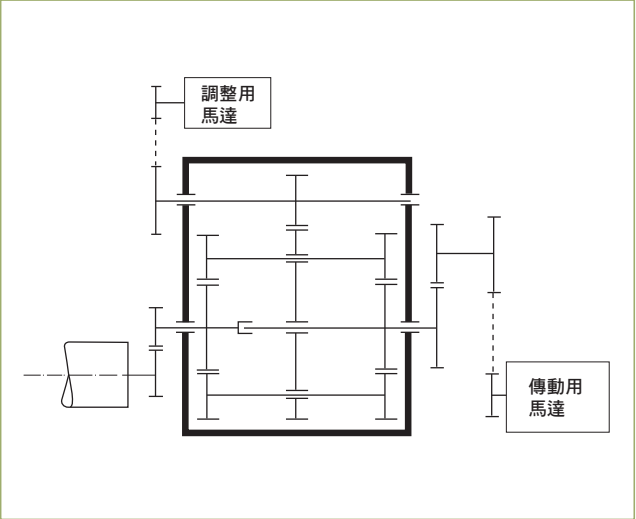
表 307 -1

差動齒輪	諧波差動齒輪
差動裝置須使用大量齒輪，導致裝置本身的體積龐大，不只設計上有相當困難，亦難以組裝。	諧波差動齒輪本身已具備差動機構，為單一裝置，體積精巧、便於設計，可輕鬆組裝。
若使用行星齒輪將導致背隙相當大，在位置及時序上難以達到高精度。	背隙極小，在位置等方面可獲得正確精度。
相較於諧波差動齒輪，較難進行微調。	減速比大，可進行極細微的微調。
齒輪聲大。	極度安靜。

右圖是某印刷機製造商所使用的差動裝置，可看出使用諧波差動齒輪後，便能在設計上實現精巧化。

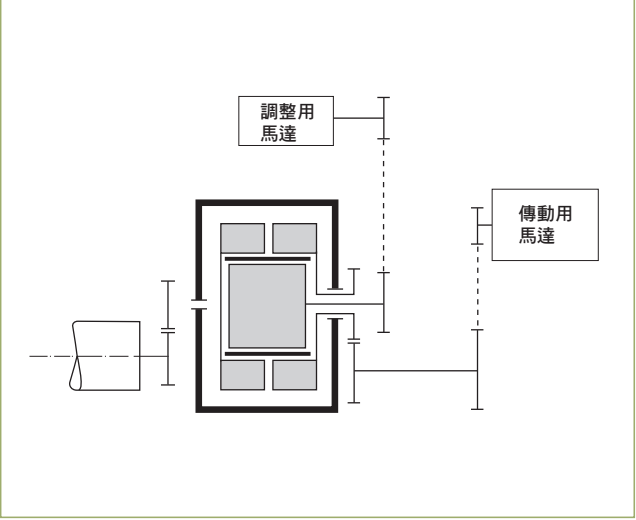
以往的差動裝置

圖 307 -1



使用諧波差動齒輪

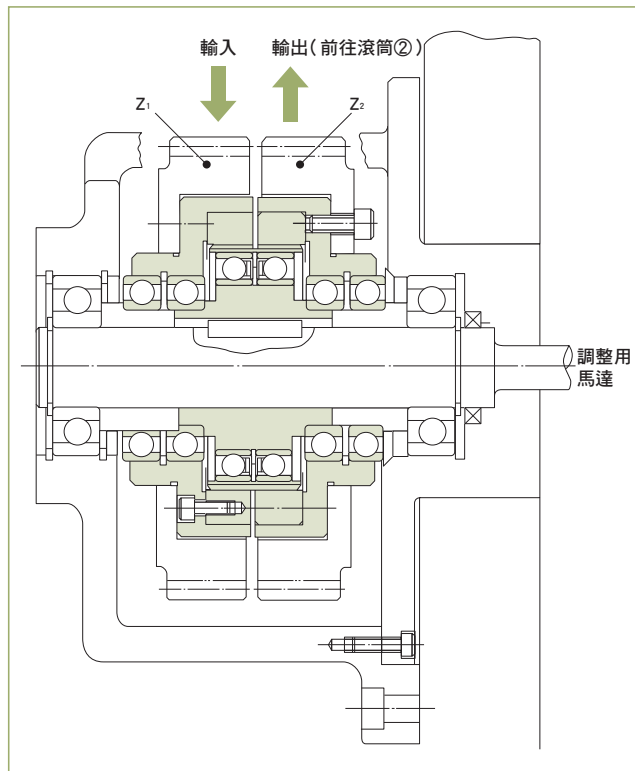
圖 307 -2



設計例

■多色印刷機 相位調整裝置

圖 308 -1



此圖為將模組型諧波差動齒輪（FD-0）作為多色印刷機的滾筒相位調整裝置，組裝至印刷機內的例子。

在一般運轉中，調整馬達會呈固定狀態，進入 Z_1 的旋轉會以幾乎等於 1:1 的比例傳達至 Z_2 。若只想調整滾柱②的相位，請旋轉調整用馬達，以產生細微旋轉差並藉以進行相位調整。調整結束後，只要停止馬達便可使滾柱②恢復為原本的轉速。

齒輪選擇資料

下列為當 N_1 及 N_2 轉速相同，亦即 $i = \frac{N_2}{N_1} = 1$ 時選擇齒輪齒數 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 的參考資料。

$$\frac{N_2}{N_1} = i = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdots (i) \quad \begin{array}{l} \text{但 } Z_s: \text{剛性齒輪S的齒輪數} \\ Z_o: \text{剛性齒輪S的齒數} \end{array}$$

此處若設為 $i_o = \frac{Z_o}{Z_s}$ （亦即 $\frac{R}{R+1}$ ），則

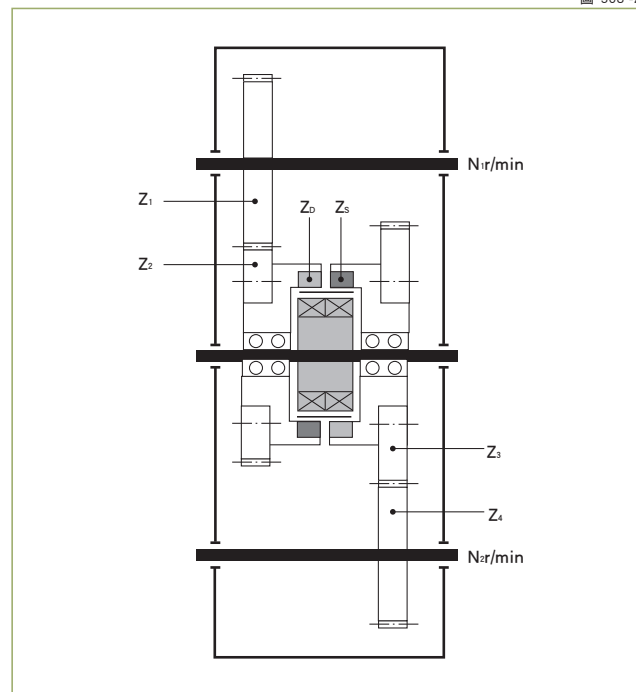
$$i = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot i_o$$

表 308 -1

i_o	$\frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$					
$\frac{80}{81}$	$\frac{18}{16} \cdot \frac{18}{20}$	$\frac{18}{16} \cdot \frac{27}{30}$	$\frac{15}{16} \cdot \frac{27}{25}$	$\frac{18}{20} \cdot \frac{27}{24}$	$\frac{21}{20} \cdot \frac{27}{28}$	$\frac{27}{26} \cdot \frac{39}{40}$
$\frac{120}{121}$	$\frac{22}{20} \cdot \frac{22}{24}$					
$\frac{128}{129}$	$\frac{15}{16} \cdot \frac{43}{40}$	$\frac{33}{32} \cdot \frac{43}{40}$	$\frac{43}{42} \cdot \frac{63}{64}$			
$\frac{160}{161}$	$\frac{14}{16} \cdot \frac{23}{20}$	$\frac{21}{20} \cdot \frac{23}{24}$	$\frac{23}{22} \cdot \frac{77}{80}$	$\frac{23}{25} \cdot \frac{35}{32}$		

- (註) 1. 上述齒數適用於將 Z_o 、 Z_s 如圖示進行配置時。
 2. 齒數差為 $Z_1 - Z_2 \leq 3$ 、 $Z_3 - Z_4 \leq 3$ 。
 3. 使用其他齒數時，對 i_o 進行質數分解會較為方便。
 $R=79$ 、 96 、 100 、 131 、 208 、 258 的 i_o 無法進行質數分解。

圖 308 -2



計算例

依據右圖（圖 309-1）的使用例，計算各齒輪的齒數、轉速、調整量，以及調整所需的轉矩。

〔使用條件〕

在圖 309-1 中	滾筒周速	$V=60\text{m/min}$
	滾筒周長	$L_W=500\text{mm}$
	滾筒轉矩	$T_W=7\text{kg-m}$
	傳動軸轉速	$N_1=500\text{r/min}$
	滾筒轉速	$N_4 = \frac{V}{L_W} = \frac{60}{0.5} = 120\text{r/min}$

依據上述條件選定為模組型差動齒輪（FD-0）的型號 25 減速比 $R=80$ ，並確認齒數、調整轉矩以及本型號是否適合。

■各齒輪的齒數（選擇 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 ）

整體減速比 i 為 $i = \frac{N_4}{N_1} = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{C_S}{C_D} \cdot \frac{Z_4}{Z_3}$

以此得出 $\frac{Z_2 \cdot Z_4}{Z_1 \cdot Z_3} = \frac{N_4 \cdot C_D}{N_1 \cdot C_S}$

此處 $\frac{N_4}{N_1} = \frac{120}{500} = \frac{2^3 \times 3 \times 3}{2^2 \times 5^3}$

$\frac{C_D}{C_S} = \frac{80}{81} = \frac{2^4 \times 5}{3^4}$

因此

$$\frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_4}{Z_3} = \frac{2^3 \times 3 \times 3}{2^2 \times 5^3} \times \frac{2^4 \times 5}{3^4} = \frac{2^5}{3^3 \times 5} = \frac{2^3}{3 \times 5} \times \frac{2^2}{3^2} = \frac{8}{15} \times \frac{4}{9} = \frac{16}{30} \times \frac{16}{36}$$

故

$$Z_1=30、Z_2=16、Z_3=36、Z_4=16$$

■計算轉速

下列為各齒輪的轉速。

$$Z_4: N_1=500\text{r/min}$$

$$Z_3: N_3 = \frac{Z_4}{Z_3} \cdot N_1 = \frac{16}{36} \times 500 = 222.2\text{r/min}$$

$$Z_2: N_2 = \frac{C_S}{C_D} \cdot N_3 = \frac{80}{81} \times 222.2 = 225\text{r/min}$$

$$Z_1: N_4=120\text{r/min}$$

■調整量

將調整用的波產生器旋轉 1 圈（ 360° ）時，滾筒的位移量（調整量） $\Delta \theta$ 為

$$\Delta \theta = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{1}{R} \cdot \theta = \frac{16}{30} \times \frac{1}{80} \times 360^\circ = 2.4^\circ$$

故在圓周上的調整量為

$$\Delta \theta = \frac{2.4^\circ}{360^\circ} \times 500\text{mm} = 3.3\text{mm}$$

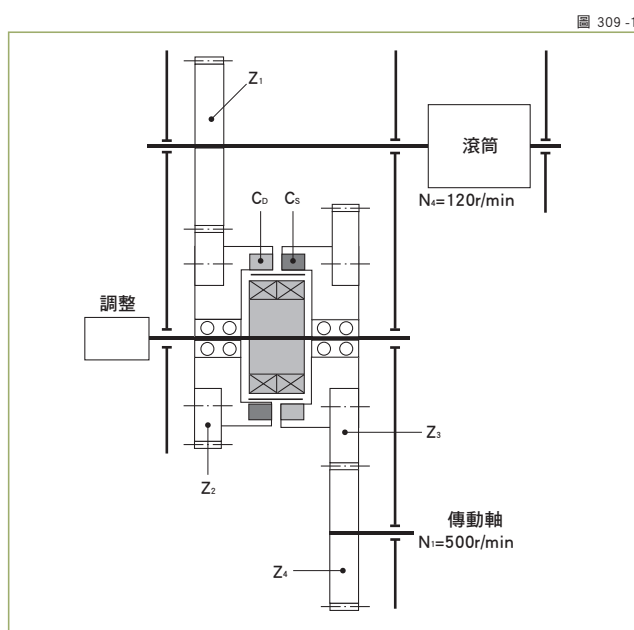


圖 309-1

■調整所需轉矩

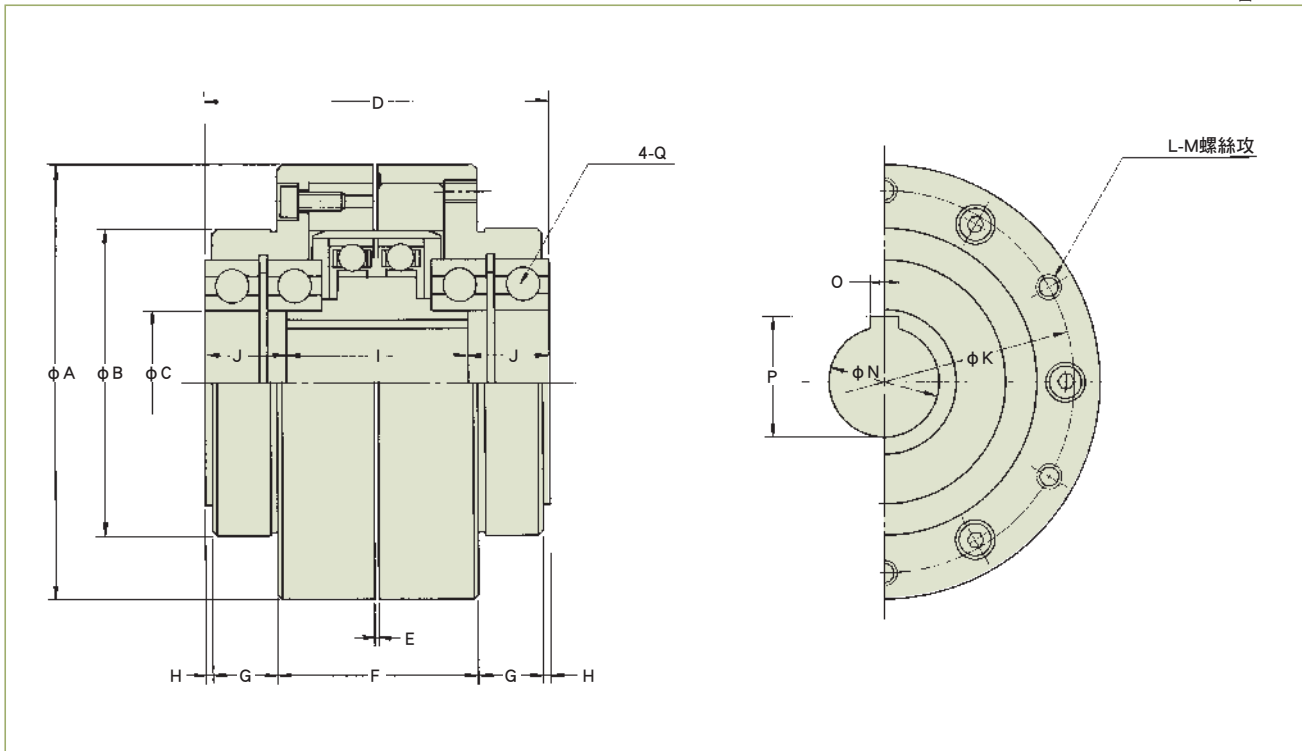
調整所需的轉矩 T 為

$$T = T_W \cdot \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{\eta} = 7\text{kg-m} \times \frac{16}{30} \times \frac{1}{80} \times \frac{1}{0.6} = 0.07\text{kg-m}$$

（ η ：效率）

模組型 (FD-0) 外觀圖

圖 311-1



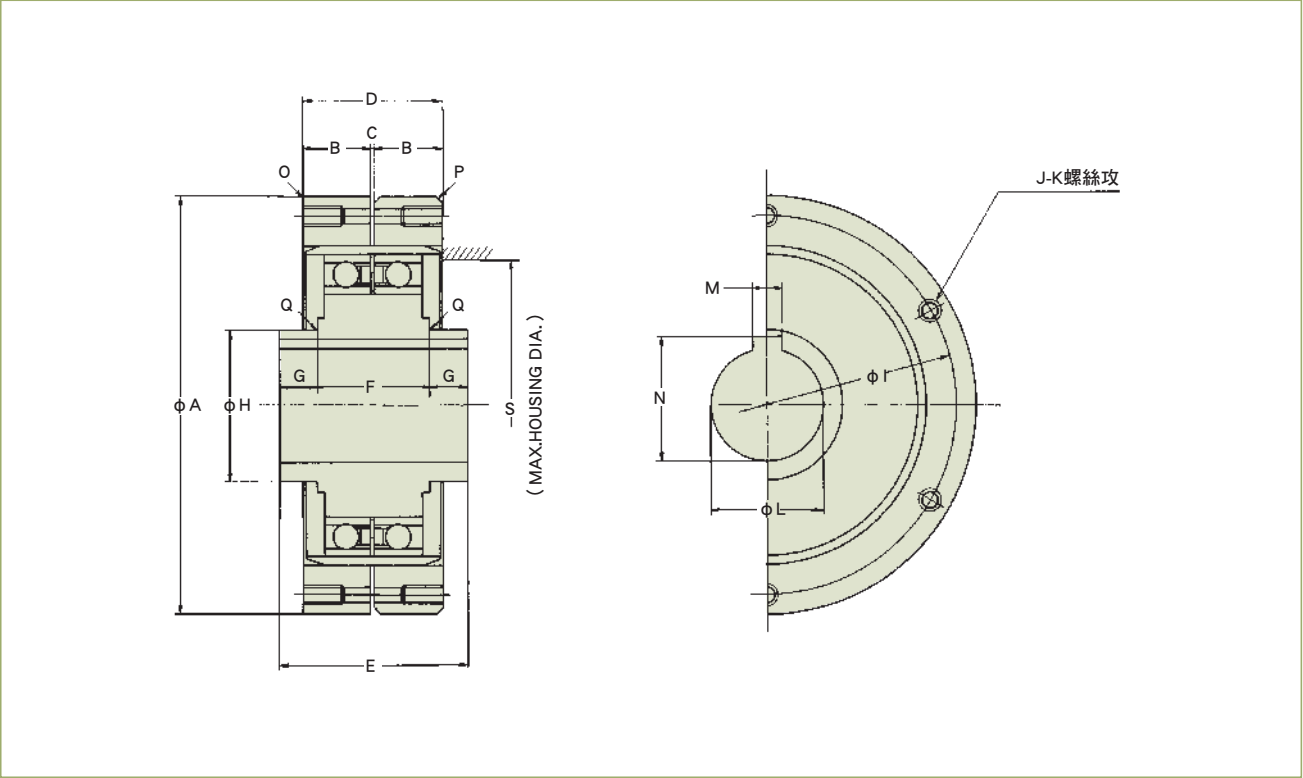
模組型 (FD-0) 尺寸表

表 311-1
單位: mm

記號	型號	20	25	32	40	50	65	80	100
ΦA		85	95	120	145	185	235	290	360
ΦB _{h7}		52	65	85	100	125	140	180	210
ΦC		20	30	40	50	60	70	90	110
D		73	81	95	113	132	147	178	212
E		1	1	1	1	1	1	1	1
F		44	45	55	65	80	117	129	155
G		12.5	16	18	20	22	12	21.5	25.5
H		2	2	2	4	4	3	3	3
I		38	40	50	68	78	87	106	130
J		17.5	20.5	22.5	22.5	27	30	36	41
ΦK		70	80	105	125	155	195	240	290
L		6	6	6	6	6	6	8	8
M		M4×7	M5×8	M6×9	M8×11	M10×13.5	M12×23	M12×23	M14×27
ΦN _{h7}		12	20	30	35	40	50	65	80
O _{h9}		4	6	8	10	12	14	18	22
P		13.8	22.8	33.3	38.3	43.3	53.8	69.4	85.4
Q		#6004	#6006	#6008	#6010	#6012	#6014	#6018	#6022
質量 (kg)		2.0	2.6	5.0	8.3	17	34	59	118

元件型(FD-2)外觀圖

圖 312-1



元件型(FD-2)尺寸表

表 312-1
單位: mm

記號	型號	20	25	32	40	50	65	80	100
ϕA_{g7}		70	85	110	135	170	215	265	330
B		12	14	18	21	26	35	41	50
C		1	1	1	1	1	1	1	1
D		25	29	37	43	53	71	83	101
E		38	40	50	68	78	87	106	130
F		21.5	25	30	44	54	59	74	92
G		8.25	7.5	10	12	12	14	16	19
ϕH_{j6}		20	30	40	50	60	70	90	110
ϕI		60	75	100	120	150	195	240	290
J		6	6	6	6	6	6	8	8
K		M3×6	M4×8	M5×10	M6×12	M8×16	M10×20	M10×20	M12×24
ϕL_{h7}		12	20	30	35	40	50	65	80
M_{j9}		4	6	8	10	12	14	18	22
N		13.8	22.8	33.3	38.3	43.3	53.8	69	85.4
O_c		0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
P_c		1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2
Q_R		0.5	1	1	1	2	1	1.5	2
S		42	53	69	84	105	138	169	211
質量 (kg)		0.6	1.0	2.0	3.6	7.2	14	26	48

效率特性

模組型差動齒輪（FD-0）的效率，會因傳動路徑而異。

- 1. 當旋轉從剛性齒輪 S（或 D）進入，並傳達至剛性齒輪 D（或 S）時的效率
潤滑油時：約 90%
潤滑脂時：約 80%

- 2. 圖表 313-1 為要計算在相位調整時的波產生器所需輸入轉矩時，或用作減速裝置使用時的效率。

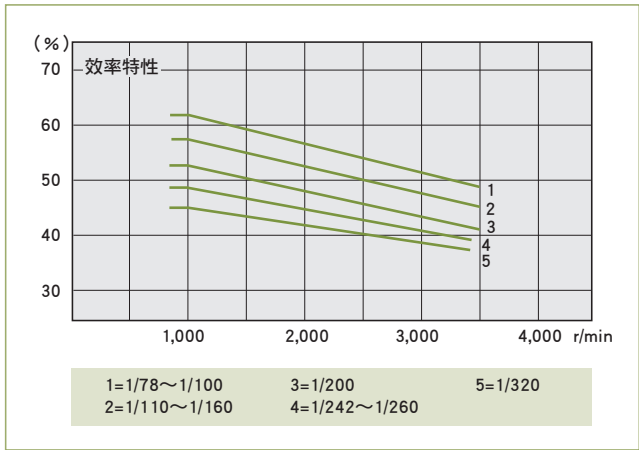
表 313 - 1

負載轉矩	額定表所示的額定轉矩
潤滑條件	潤滑油（油溫約 40℃）

（註）以潤滑脂潤滑時，效率會比此再低約 10%。

效率

圖表 313 - 1



慣性力矩

表 313-2 為各零件的 GD² 數值。

表 313 - 2
單位 (×10⁻⁴kgm²)

型號	20	25	32	40	50	65	80	100
I 波產生器 （軸承的外環除外）	1.44	3.63	12.9	37.0	112	366	1020	3050
II 剛性齒輪 S、D 波產生器軸承的外輪	13.7	33.8	125	326	1020	3440	9270	27000
III I+II	15.2	37.5	138	363	1140	3810	10300	30100
IV 支撐軸承（4 個）	2.91	8.98	23.4	451	104	205	646	1590
V 護殼（左、右護殼合計）	52.6	69.0	204	484	1660	6220	15700	43200

容許最大轉速

此處所指容許最大轉速

- 1. 係指用作減速裝置時，波產生器的轉速。
- 2. 係指用作差動裝置時，波產生器與剛性齒輪的相對轉速。

（1）潤滑油時

表 313 - 3
單位 r/min

型號	20	25	32	40	50	65	80	100
容許最大轉速	6000	5000	4500	4000	3500	3000	2500	2000

（2）潤滑脂時

表 313 - 4
單位 r/min

型號	20	25	32	40	50	65	80	100
容許最大轉速	3600	3600	3600	3300	3000	2200	2000	1700

無效運動與彈簧常數

關於無效運動與彈簧常數的定義，請參閱 120 頁內容。差動型的無效運動與彈簧常數，係指將波產生器與剛性齒輪單邊固定，並對另一邊的剛性齒輪施加轉矩時的數值。

表 314 -1

型號	無效運動		彈簧常數	
	± 負載 (kg·m)	無效運動 (arc·min)	負載 (kg·m)	彈簧常數 (kgf·m/arc·min)
20	0.12	40	3.69	0.9
25	0.23	37	7.20	2.1
32	0.46	35	15.78	4.4
40	0.92	33	29.50	7.8
50	1.73	29	57.60	16
65	3.9	27	126.7	27
80	7.4	26	236.2	52
100	14.4	24	460.8	100

設計指南

使用注意事項

將元件型（FD-2）用作差動裝置時的護殼及軸承等項目，準用模組型（FD-0）的說明。

組裝注意事項

Harmonic Drive® 可能因組裝時的不良，產生振動或異音。
組裝注意事項請以 FB 系列（第 109 頁圖 109-2）為基準。

潤滑

潤滑方式有潤滑油及潤滑脂等 2 種。
一般使用潤滑油，根據其他使用條件亦可使用潤滑脂。

潤滑油

1. 潤滑油的種類

潤滑劑的詳情，請參閱 018 頁。

2. 油量

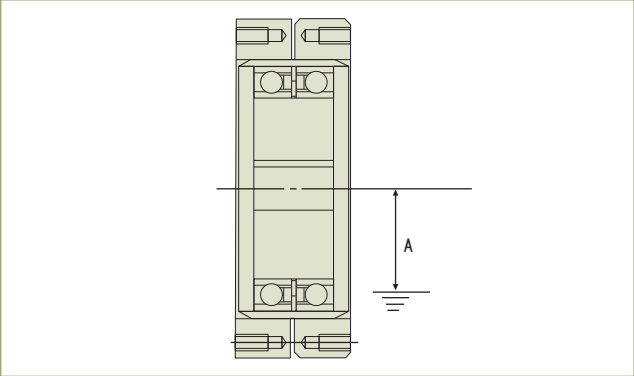
油面位置請如表 315-1 所示數值。

油面位置

表 315-1

型號	20	25	32	40	50	65	80	100
A	12	15	31	38	44	62	75	94

圖 315-1

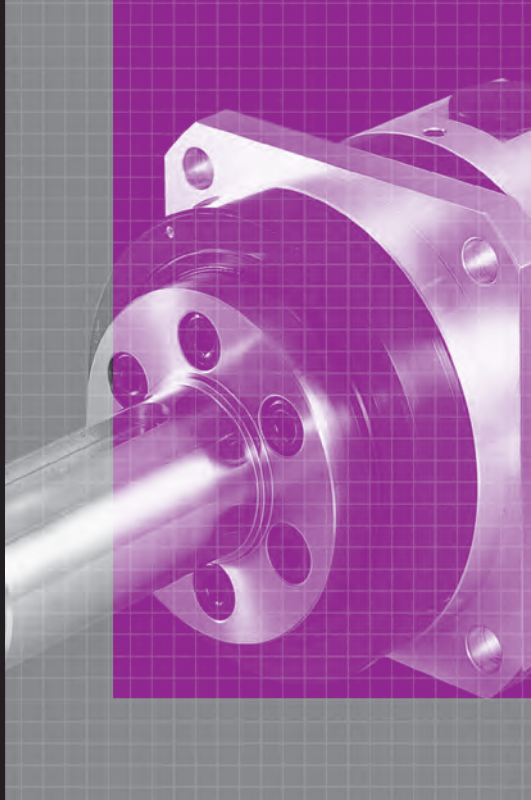


潤滑脂

不同於潤滑油，潤滑脂不具有冷卻效果，僅可使用於較短的運轉時間。

- 使用條件：ED%…10% 以內、連續運轉 10 分鐘以內、輸入轉速低於表 313-4 的轉速。
- 建議潤滑脂：「Harmonic 潤滑脂®SK-1A」

（註）超過 ED% 或容許最大轉速使用時，潤滑脂將會劣化，無法發揮潤滑功能，導致減速機提早損傷。
務請注意。
另外，模組型（FD-0）也有已預先填入潤滑脂的產品（Nippeco MP No.2：日本礦油），若有需求請在訂購時特別備註。



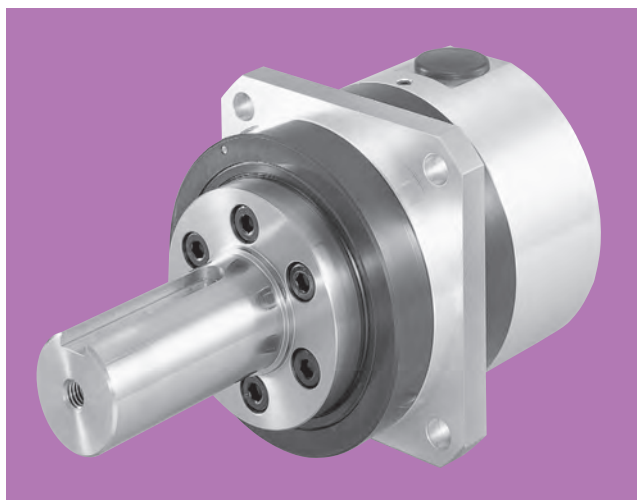
CSG-GH/CSF-GH系列

Gear Head Type CSG-GH/CSF-GH

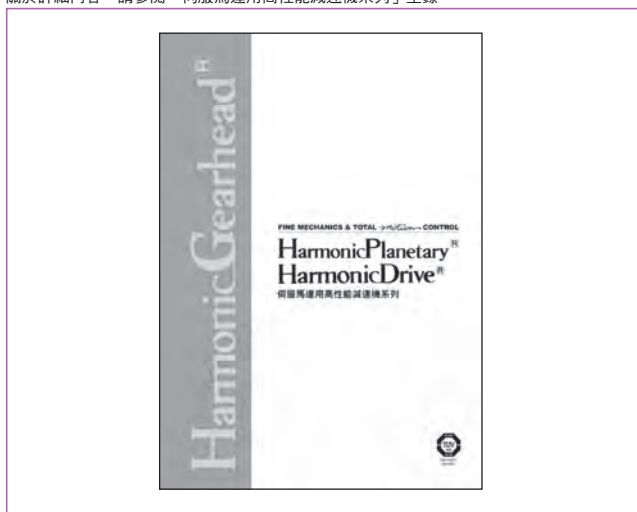
特徵與結構318

關於詳細內容，請參閱伺服馬達用高性能減速機系列型錄。

特徵與結構

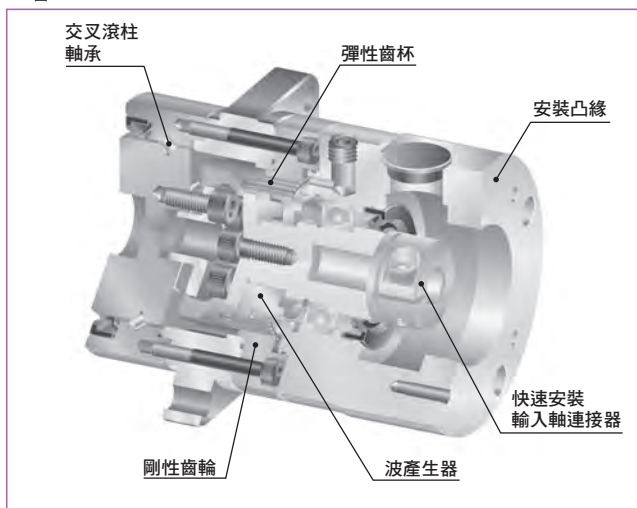


關於詳細內容，請參閱「伺服馬達用高性能減速機系列」型錄。



CSG-GH/CSF-GH 系列模組型的結構

圖 318-1



■ CSG-GH/CSF-GH 系列

本系列是將 Harmonic Drive® 的優秀性能發揮至極限的伺服馬達專用減速機型。

即使是不習慣操作 Harmonic Drive® 的使用者也能輕鬆操作，實現高精度致動器。

CSG-GH/CSF-GH 系列的特徵

■ 備有高轉矩或標準等 2 機種可供選擇

備有高轉矩型 CSG 系列及標準型 CSF 系列。相較於 CSF 系列，CSG 系列的轉矩提高了 30%，可提升產品壽命。

■ 輕鬆安裝各公司的伺服馬達

標準配備適用各公司伺服馬達的安裝凸緣及快速安裝輸入軸連接器，可輕鬆安裝馬達。亦備有安川電機、三菱電機、Panasonic 等日本國內伺服馬達的匹配表。只要一個代碼便可立即訂購。

■ 產品種類豐富

備有附輸出軸型及凸緣型等 2 種規格。

型號：14、20、32、45、65

減速比：50、80、100、120、160

輸出規格：凸緣、軸、軸（附鍵&螺絲攻）

馬達容量：對應小容量～中容量伺服 30W ～ 5000W。

■ 無背隙

在 Harmonic Drive® 獨創的動作原理之下，不會產生因齒輪嚙合所導致的背隙。

■ 高力矩容量

採用高剛性交叉滾柱軸承作為主軸承，除具有高力矩容量外，亦可提高輸出端的面偏差精度。

■ 交叉滾柱軸承

為高剛性的交叉滾柱軸承。用於輸出端軸承，因此可直接支撐負載，並提高面偏差等機械精度。

■ 快速安裝輸入軸連接器

僅需插入伺服馬達的輸出軸並鎖上螺栓，便可完成連接步驟。備有可適用各公司伺服馬達的輸入軸連接器。

■ 安裝凸緣

標準配備可適用各公司伺服馬達的凸緣，不需再另行購買。

保固

以下為 Harmonic Drive® 的保固期及保固範圍。

■保固期

以使用型錄所記載的正確組裝狀態及潤滑狀態為保固條件，在交貨後 1 年內或該產品之運轉時間達到 2000 小時之其中較早達到之一方為保固期。

■保固範圍

在上述保固期內，因本公司之製造瑕疵而導致故障時，由本公司負責修理、更換該項產品。

但以下情形不在本保固對象範圍內：

①因客戶的不適當處理或不適當使用所造成。

②非透過本公司人員進行改裝或修理所造成。

③故障原因非該產品所造成。

④其他因天災等不得歸責於本公司之因素。

另外，此處所稱之保固，係指保證該產品之意義。

因該產品之故障所導致之其他損害，以及與拆除及安裝有關之工時、費用等項目，恕不在本公司之負擔範圍內。

註冊商標

「Harmonic Drive」為表示本公司產品之註冊商標。一般或學術上稱為「諧波齒輪傳動機構」。

HarmonicDrive® 元件 & 模組

使用安全注意事項

 **警告**：表示如錯誤使用，可能會造成死亡或重傷。

 **注意**：表示如錯誤使用，可能會造成人員受傷或物品損壞。

用途限制：本產品不得使用於下列用途。

- | | | | |
|--------------|--------|----------|--------------|
| * 航太設備 | * 飛機設備 | * 核能設備 | * 一般家用設備、器具 |
| * 真空設備 | * 汽車設備 | * 遊戲設備 | * 直接作用於人體的設備 |
| * 以輸送人為目的的設備 | | * 特殊環境設備 | |

欲使用於上述用途時，請事先與本公司諮詢。

欲將本產品使用在攸關人命之設備及預期可能會產生重大損失的設備上時，請在本產品上安裝安全裝置，以避免本產品損壞而陷入無法控制輸出的狀況時引發事故。

使用注意事項 運轉時請務必閱讀型錄。

 注意 請小心處理本產品及零件。 - 請勿以鐵鎚等物品對各零件及模組施加強烈衝擊。此外，亦請避免因掉落等原因造成機身產生損傷、凹陷。可能會造成設備受損。 - 在受損狀態下使用時，可能無法發揮正常性能。此外，亦可能造成損壞設備等。	 注意 使用時請勿超過容許轉矩。 - 請勿施加高於瞬間容許最大轉矩的轉矩。否則可能會造成連接部的螺栓產生鬆動、機身晃動、損壞設備等異常。 - 將機械臂等直接連接在輸出軸上時，輸出軸可能會因為和機械臂碰撞而被破壞，從而陷入無法控制的狀況。
 注意 請勿變更零件內容。 本產品中之零件皆為成套製作。若混合使用便無法發揮正常性能。	 注意 請勿拆解模組型產品。 請勿拆解、重新組裝模組型產品。否則將無法重現原本性能。
 注意 請防鏽。 關於表面處理措施，請參閱交貨規格圖內容。	 注意 漏油注意事項 雖然輸出軸採用了高可靠性的油封，但並不保證完全不洩漏。請客戶依用途進行潤滑及上油防護處理。
 注意 請以規定精度安裝。 - 設計、組裝各零件時，請達到型錄所標註的建議安裝精度。 - 若精度不足，可能會造成振動、降低壽命、降低精度、損壞等異常。 - 長期保存產品建議先確認性能及防鏽狀況。	 注意 請在規定環境下使用。 使用 Harmonic Drive® 時，請遵守下列條件。 環境溫度：0 ~ 40°C 未沾有水、油 無腐蝕性、爆炸性氣體 無金屬粉等異物
 注意 安裝時，請依規定方式安裝。 - 組裝時，請依據型錄的說明順序正確組裝。 - 連接方法（使用的螺栓等）請依據本公司的建議方式。 - 若機械在運轉時未正確組裝，可能會造成振動、降低壽命、降低精度、損壞等異常。	 注意 請使用規定的潤滑劑。 - 未使用本公司建議的潤滑劑時，產品壽命可能會降低。此外，亦請在到達規定條件時更換潤滑劑。 - 模組型產品內已事先填入潤滑脂。請勿混入其他潤滑脂。

保存注意事項

 注意 - 請保存於常溫、常濕的室內以及不結露的環境。出貨時產品雖已塗佈防鏽油，但並非是為了長時間防鏽。長期保存產品時，請定期確認生鏽等情況，視必要實施防鏽處理。防鏽方法請洽詢本公司。 - 本公司之產品雖已施予部分黑色表面處理，但並不保證防鏽。

潤滑劑使用注意事項

 警告 使用注意事項 - 誤入眼睛時可能會引起發炎。處理時請戴上防護鏡等防護用具，以避免誤入眼中。 - 接觸皮膚時可能會引起發炎。處理時請戴上防護手套等防護用具，以避免接觸皮膚。 - 請勿食用（食用後會腹瀉、嘔吐）。 - 打開容器時，可能會切到手。請穿戴防護手套。 - 請放置於孩童伸手不及之處。	 注意 廢油、廢容器之處理 - 關於處理方式，法令上已課以規定義務。請依據法令妥善處理。若不清楚時，請先洽詢經銷商後再行處理。 - 請勿對空容器施加壓力。若施加壓力可能會造成破裂。 - 請勿焊接、切斷本容器，或在本容器上開孔，或讓本容器處於過熱狀態。否則可能會因火花而造成內部殘留物起火。
 警告 急救措施 - 誤入眼睛時，請以清水清洗 15 分鐘，並接受醫師診治。 - 接觸皮膚時，請以水及肥皂充分清洗。 - 吞入時，請勿勉強催吐，應立即接受醫師診治。	 注意 保存方式 為避免異物、水份跑入機械內部，使用後請密封。請保存於避免陽光直射的陰暗處。

廢棄注意事項

 注意 請作為工業廢棄物處理。 廢棄時，請作為工業廢棄物處理。

主要採用市場

The main adoption markets

Engineering Data
技術資料

Component Type
元件型

Unit Type
模組型

Differential Gear
差動齒輪

Gear Head Type
減速機型



金屬工具機
Metal Working Machine



金屬加工機械
Processing Machines



測量、分析、測試設備
Measurement, Analytical and Test Systems



醫療機械
Medical Equipment



望遠鏡
Telescopes

提供：大學共同利用機關法人國立天文台



能源相關
Energy

Courtesy of Halliburton/Sperry Drilling Services



包裝、捆包機械
Crating and Packaging Machines

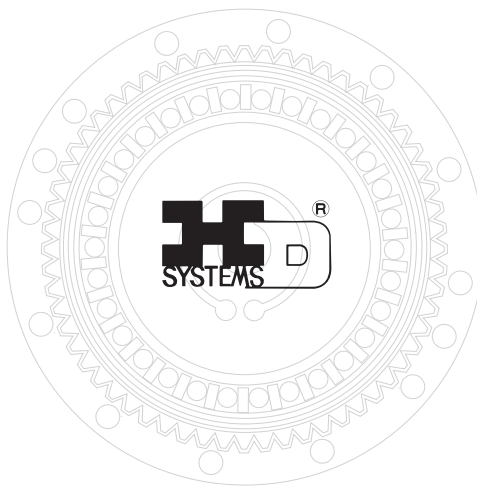


通訊設備
Communication Equipment



航太設備
Space Equipment

Rover image created by Dan Mass, copyrighted to Cornell and provided courtesy NASA/JPL-Caltech.



玻璃、陶瓷製造設備
Glass and Ceramic Manufacturing Systems



機械手臂
Robots

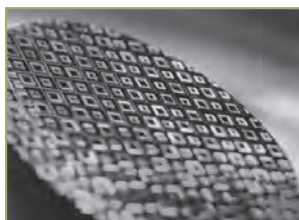


人形機器人
Humanoid Robots

提供：本田技研工業株式會社



印刷、裝訂、紙工機械
Printing, Bookbinding and Paper



半導體製造設備
Semiconductor Manufacturing Systems



光學相關設備
Optical Machines



木材、輕金屬、塑膠加工機械
Wood, Light Metal and Plastic Machine Tools



製紙機械
Paper-making Machines



FPD製造設備
Flat Panel Display Manufacturing Systems



印刷電路製造設備
Printed Circuit Board Manufacturing Machines



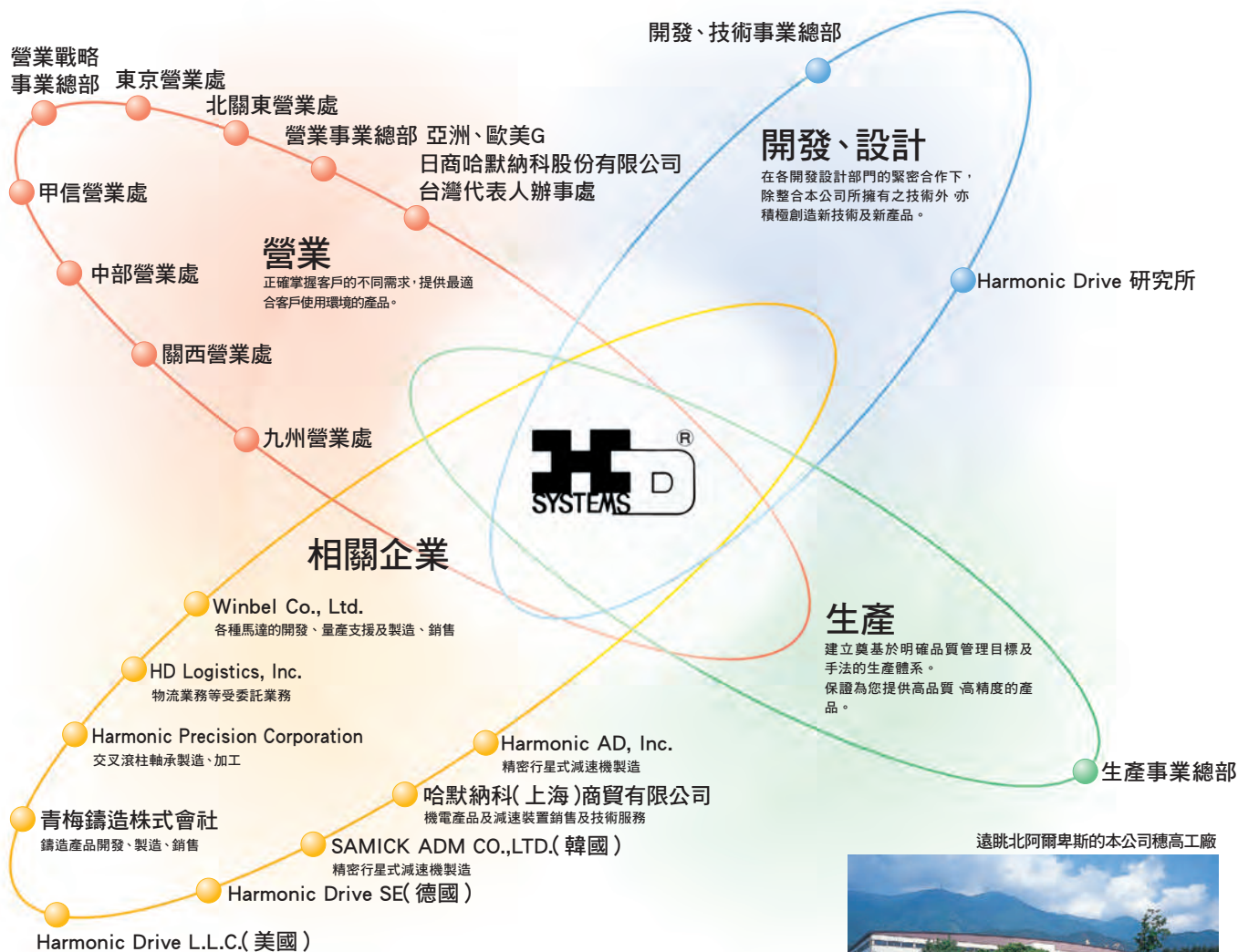
飛機相關
Aircraft

精密控制領域的專家。

將開發、設計、生產、營業緊密結合，
製造合乎客戶需求的專業產品。



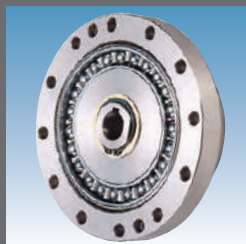
本公司於1995年取得品質管理與保證國際規格「ISO 9001」，並於1998年取得德國認證機構TUV產品服務的環境管理系統國際規格「ISO 14001」。證明本公司之品質保證體制及環境管理系統已受到世界認可。



OTHER PRODUCTS

Harmonic Drive (註冊商標)

僅由3件基本零件所組成的Harmonic Drive (註冊商標)減速機，可透過獨特的機械架構來達成精密的運動控制。



HarmonicPlanetary (註冊商標)

將Harmonic Drive (註冊商標)所累積的精密加工技術運用在低減速比領域上後所誕生的，便是高精度、高剛性的行星式減速機HarmonicPlanetary (註冊商標)。具有獨特的消除背隙機構，可達到高旋轉精度。



HarmonicLinear (註冊商標)

將精密螺絲及Harmonic Drive (註冊商標)組合而成的精巧型線性致動器。具有超精密定位、高推力等豐富產品陣容。



Beam Servo (註冊商標)

以本公司獨自開發的小型馬達及光學感測器技術為基礎所研發的光學伺服。可藉由高回應、高精度的掃描儀，進行更順暢的光學掃描。





HarmonicDrive® HarmonicPlanetary® HarmonicGrease®
HarmonicGearhead® HarmonicLinear® BEAM SERVO® Harmonicsyn®

Registered Trademark in Japan

取得ISO 14001／ISO 9001認證（TÜV Management Service GmbH）

<https://www.hds.co.jp/>

總 公 司 / 東京都品川区南大井6-25-3 Ichigo大森大樓
〒140-0013 TEL.+81-(0)3-5471-7800(總機) FAX.+81-(0)3-5471-7811

穂 高 工 廠 / 長野縣安曇野市穂高牧1856-1
〒399-8305 TEL.+81-(0)263-83-6800(總機) FAX.+81-(0)263-83-6901

海外營業事業總部 / 長野縣安曇野市穂高有明5103-1
〒399-8301 TEL.+81-(0)263-81-5950(總機) FAX.+81-(0)263-50-5010

日商哈默納科股份有限公司 10351台北市大同區市民大道一段209號11樓 G219室
台灣代表人辦事處 / TEL. +886-(0)2-2181-1640(總機) FAX. +886-(0)2-2181-1641

「Harmonic Drive」為表示本公司產品之註冊商標。一般或學術上稱為「諧波齒輪傳動機構」。