

有關 MHP 高轉速比戟齒輪的疑問與說明

問：

1. MHP 高比數戟齒輪，此系列產品是否與蝸輪蝸桿一樣有自鎖的功能？是否可以用在增速機構中（以大戟齒輪驅動小戟齒輪）？
2. 同樣系列產品，減速比 1:60 1:90 1:120 的效率各是多少？
3. 同樣系列產品，輸入軸齒輪(主動輪)是否後端軸長可以加工？
4. 傘齒輪是否有軸向推力問題？

答：

1. 經詢問日本 KHK「MHP 高比數戟齒輪，有否自鎖作用」後，KHK 公司技術課確認後，答覆如下：

一般的使用上（減速的場合，以小戟齒輪驅動大戟齒輪），MHP 齒輪沒有 self-lock 的作用。雖然是必須依照速比的大小及視作用時的情形才能決定，基本上，應該要朝沒有「自鎖作用」之方向來思考會比較恰當。也就是說，要以：「全部都沒有自鎖作用」為前提來設計與思考，比較不會發生困擾。

按：又因為戟齒輪沒有自鎖作用，所以若要用在增速機構的場合（以大戟齒輪驅動小戟齒輪），基本上是可行的，但並不多見。

由於增速是的場合，小戟齒輪的轉速有可能超出一般馬達的轉速甚多，戟齒輪的切線速度將會很快，齒面有沒有研磨？齒面會不會燒壞？都是必須要探討的。基於這點來看 MHP 戟齒輪（齒面沒有研磨）對於高增速的場合，是不建議使用的。

增速的倍數如此之高，輸出端的小戟齒輪轉速及切線速度是可以想像的，此時的潤滑、軸承、支撐、平衡與齒輪相的剛性問題，將會相對的變得比較重要。

增速的倍數如此之高，輸出端小戟齒輪之輸出力矩是非常的低，足不足以帶動負荷？又，要如何將小戟齒輪與負荷連結（engage），這又是一個值得考慮的問題。

2. 效率，由 KHK 型錄（Bevel tech）的附圖來看（請參考 MHP 高轉速比戟齒輪的特點）

1/60： 55 ~ 60% ， 1/90： 43 ~ 50% ， 1/120： 36 ~ 43%

關於 MHP 之效率曲線圖（graph）一事，效率必須要依據實際的使用條件一起來計算，將其簡單地（簡化）來表示並不容易。（此效率曲線圖）日精公司對其製造的產品所得的數據加以整理，請以「大體上效率會落在這兩條藍色曲線之間」來認知。

按：MHP 的原始製造廠商為「日精」公司（NISSEI）。

3. MHP 小齒輪軸僅齒部有硬化，其餘的軸心部是可被追加工的。
4. 由下面齒輪的各方向推力公式來看，傘形齒輪（直齒或彎齒）是存在著軸向推力的。

作用在齒輪上各方向的力

齒輪的種類	F_t :切線力	F_x :軸向力	F_r :徑向力	
正齒輪	$F_t = \frac{2000T}{d}$		$F_t \tan \alpha$	
螺旋齒輪		$F_t \tan \beta$	$F_t \frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta}$	
直齒傘形齒輪	$F_t = \frac{2000T}{d_m}$ 其中 d_m 是中央標準圓直徑 $d_m = d - b \sin \delta$	$F_t \tan \alpha \sin \delta$	$F_t \sin \alpha \cos \delta$	
彎齒傘形齒輪		凸齒面為主動齒面時：		
		$\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \sin \delta - \sin \beta_m \cos \delta)$	$\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \cos \delta + \sin \beta_m \sin \delta)$	
		凹齒面為主動齒面時：		
		$\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \sin \delta + \sin \beta_m \cos \delta)$	$\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \cos \delta - \sin \beta_m \sin \delta)$	
蝸輪組	蝸桿主動	$F_t = \frac{2000T_1}{d_1}$	$F_t \frac{\cos \alpha_n \cos \gamma - \mu \sin \gamma}{\cos \alpha_n \sin \gamma + \mu \cos \gamma}$	$F_t \frac{\sin \alpha_n}{\cos \alpha_n \sin \gamma + \mu \cos \gamma}$
	蝸輪被動	$F_t \frac{\cos \alpha_n \cos \gamma - \mu \sin \gamma}{\cos \alpha_n \sin \gamma + \mu \cos \gamma}$	F_t	
交錯軸螺旋齒輪 ($\Sigma = 90^\circ$, $\beta = 45^\circ$)	主動齒輪	$F_t = \frac{2000T_1}{d_1}$	$F_t \frac{\cos \alpha_n \sin \beta - \mu \cos \gamma}{\cos \alpha_n \cos \beta + \mu \sin \beta}$	$F_t \frac{\sin \alpha_n}{\cos \alpha_n \cos \beta + \mu \sin \beta}$
	被動齒輪	$F_t \frac{\cos \alpha_n \sin \beta - \mu \cos \gamma}{\cos \alpha_n \cos \beta + \mu \sin \beta}$	F_t	

MHP 高轉速比蝸齒輪的特點

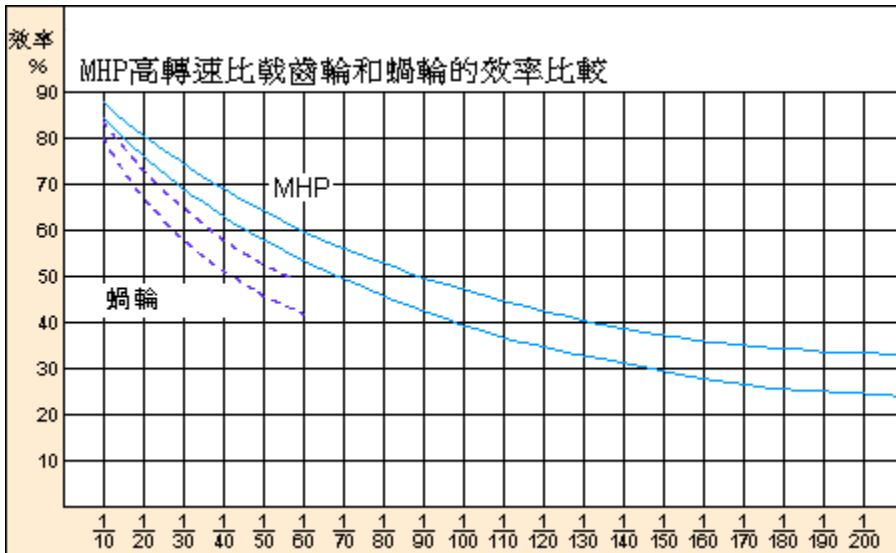
MHP 高轉速比蝸齒輪實現使用一對齒輪便達 200:1 令人驚異的高減速比。

1. 總成本的降低

一直以來使用數段減速才能達成的減速比，採用本產品只需一對齒輪便可辦到。因此可實現機械的小型化。亦可大幅降低總成本。

2. 高效率

比起蝸輪滑動少因此效率高，所以馬達可達成低容量化。(參考下圖)

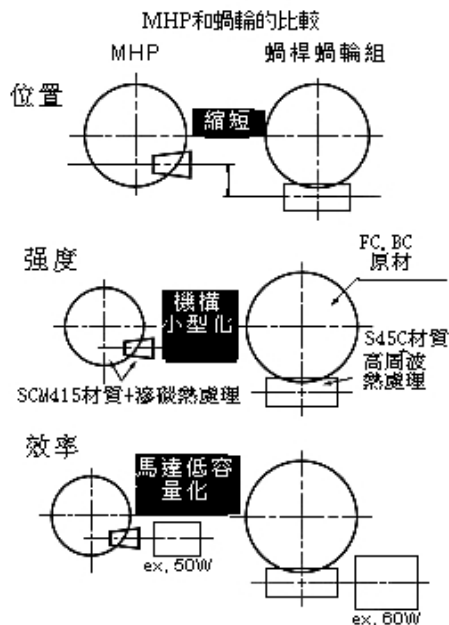


3. 高剛性

因為經滲碳熱處理，所以可比使用蝸輪更加小型化。

4. 縮短裝配位置

齒輪箱的尺寸大約可和大齒輪的外徑相當。(參考下圖)



■關於旋向與偏移(offset)位置

MHP 載齒輪的旋向設計為大齒輪右旋，小齒輪左旋。不能生產旋向相反的產品，請諒解。另外，本產品的偏移位置一定，請參考下圖在設計及組裝時多加注意。

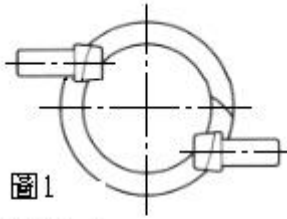


圖1 低於中心線
小齒輪為左旋的情形如圖所示的嚙合位置稱為低於中心線。

MHP 載齒輪，只有如圖 1 所示低於中心線的產品。

徑向負荷及軸向負荷的計算方法

MHP 高轉速比載齒輪使用前，請先確認徑向及軸向負荷的方向。各負荷值請由下式計算求出。

徑向負荷之計算

W_{RP} ：小齒輪或左旋齒輪之徑向負荷 (kgf)

$$W_{RP} = W_{KP} \times T_G \times n / N$$

W_{KP} ：小齒輪或左旋齒輪之徑向負荷係數 (上述表格)

T_G ：大齒輪或右旋齒輪之力矩 (kgf-m)

n ：小齒輪或右旋齒輪之齒數

N ：大齒輪或右旋齒輪之齒數

W_{RG} ：大齒輪或又旋齒輪之徑向負荷 (kgf)

$$W_{RG} = W_{KG} \times T_G$$

W_{KG} ：大齒輪或右旋齒輪之徑向負荷係數 (上述表格)

T_G ：大齒輪或右旋齒輪之力矩 (kgf-m)

軸向負荷之計算

W_{XP} ：小齒輪或左旋齒輪之軸向負荷 (kgf)

$$W_{XP} = W_{NP} \times T_G \times n / N$$

W_{NP} ：小齒輪或左旋齒輪之軸向負荷係數 (上述表格)

T_G ：大齒輪或右旋齒輪之力矩 (kgf-m)

n ：小齒輪或右旋齒輪之齒數

N ：大齒輪或右旋齒輪之齒數

W_{XG} ：大齒輪或又旋齒輪之軸向負荷 (kgf)

$$W_{XG} = W_{NG} \times T_G$$

W_{NG} ：大齒輪或右旋齒輪之軸向負荷係數 (上述表格)

T_G ：大齒輪或右旋齒輪之力矩 (kgf-m)

齒輪之負荷方向與回轉方向之關係整理如下表：

徑向負荷方向與回轉方向之關係

小齒輪或 L (左旋齒輪) 之回轉方向	速比 1 / 1 、 1 / 1.5		速比 1 / 2	
	L · P	R · G	P	G
C W	—	+	+	+
C C W	+	—	+	—

軸向負荷方向與回轉方向之關係

小齒輪或 L (左旋齒輪) 之回轉方向	速比 1 / 1 、 1 / 1.5		速比 1 / 2	
	L · P	R · G	P	G
C W	+	—	+	+
C C W	—	+	—	+

L：速比 1/1 之左旋齒輪

R：速比 1/1 之右旋齒輪

P：速比 1/1.5 以上之小齒輪

G：速比 1/1.5 以上之大齒輪

【附註】CW 代表順時針，CCW 則為逆時針旋轉。負數的係數值為配合的齒輪在互相嚙合方向產生壓力。係數值為正值時，齒輪在遠離配對齒輪的方向受力、負值則為相互接近方向受力。

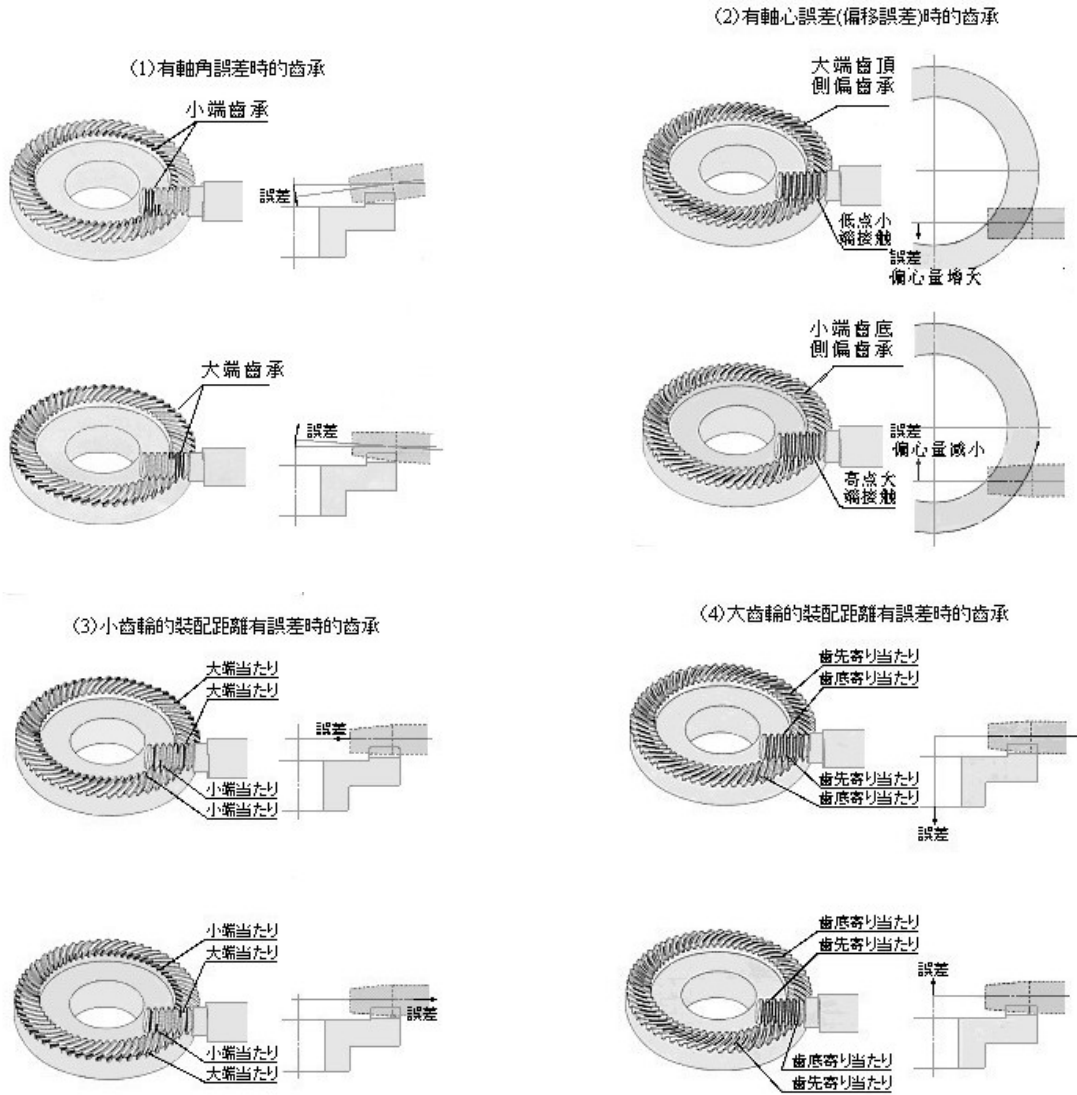
MHP 戟齒輪徑向及軸向負荷係數表

產品型號	徑向負荷係數		軸向負荷係數	
	CW	CCW	CW	CCW
MHP1 -0453R	48.48	-37.67	13.00	31.74
MHP1 -3045L	147.30	523.74	969.92	-831.16
MHP1.5-0453R	26.78	-18.67	8.98	21.19
MHP1.5-3045L	100.09	338.45	566.72	-466.63
MHP1 -0603R	33.88	-26.20	10.11	23.73
MHP1 -3060L	159.43	502.91	956.55	-829.74
MHP1.5-0603R	20.44	-16.54	7.15	13.95
MHP1.5-3060L	119.32	194.45	577.56	-511.77
MHP1 -0602R	33.59	-24.15	8.21	24.77
MHP1 -2060L	186.59	784.13	1461.23	-1248.60
MHP1.5-0602R	20.39	-15.29	8.96	14.75
MHP1.5-2060L	142.71	466.20	899.10	-782.21
MHP1 -0451R	48.04	-35.58	11.13	34.11
MHP1 -1045L	400.81	1579.79	3014.60	-2605.26
MHP1.5-0451R	26.36	-16.04	6.88	22.02
MHP1.5-1045L	233.59	1034.08	1755.84	-1439.58
MHP1 -0601R	33.34	-23.12	7.41	25.14
MHP1 -1060L	357.61	1564.18	2936.72	-2514.09
MHP1.5-0601R	22.63	-17.19	5.82	15.81
MHP1.5-1060L	303.06	974.40	1912.11	-1675.65
MHP1 -0901R	21.08	-15.72	5.71	15.17
MHP1 -1090L	464.70	1404.28	2777.98	-2443.73
MHP1 -1201R	21.17	-16.46	6.39	14.76
MHP1 -1120L	720.78	1811.47	3718.13	-3326.46
MHP1 -1801R	11.69	-9.25	3.53	7.96
MHP1 -1180L	614.04	1458.90	3026.67	-2721.83
MHP1 -2001R	10.77	-8.9	3.58	7.05
MHP1 -1200L	695.62	1430.75	3074.35	-2808.83

【附註】CW 代表順時針，CCW 則為逆時針旋轉。負數的係數值為配合的齒輪在互相嚙合方向產生壓力。係數值為正值時，齒輪在遠離配對齒輪的方向受力、負值則為相互接近方向受力。

由於裝配位置不良所對應的齒承變化

如果裝配位置與正確位置有所出入，齒承會產生如下所示的變化，請再確認機殼有否誤差。



Copyright (C) 1996 KOHARA GEAR INDUSTRY CO., LTD.
All Rights Reserved.