

麗台國際有限公司

Lead Taiwan International Corporation

台中市台灣大道二段 285 號 20F

TEL : 886-423232026 , Website : www.ltic.com.tw ,

Email : salestw@ltic.com.tw



文件序號：T2020052

技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	螺旋齒輪齒條計算例
重點	螺旋齒輪齒條計算例
產出日期	2020/02/12
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



問：

規劃條件如下：

目前規劃走行總長 8,800 mm，需在 10 秒內完成（即 880 mm/s）

走行軸以螺旋齒輪+螺旋齒條為傳動方式，雙邊各有一組滑軌輔助支撐負載齒輪
只做帶動，負載總重量約 300 kgf。

動力來源伺服馬達，3.5 kW（+10 比減速機），伺服馬達以轉速 1,000 rpm
運轉（額定 3,000 rpm）

減速機出力軸（φ40 mm）方式鎖附，搭配 12x8 鍵槽

預設螺旋齒條 = KHK SRHFD3-1000R

請問小齒輪應該選用 KHK 產品中哪一個型號？

答：

1. 速率計算

載台速率 $V = 880 \text{ mm/s} = 52,800 \text{ mm/min}$

伺服馬達轉速 = 1,000 rpm

減速機輸出轉速 $N' = \text{小齒輪轉速} = 1,000 \times 1/10 = 100 \text{ rpm}$

假設小齒輪的節圓直徑 = $\varphi D'$ mm

則小齒輪之節圓周長 = $\pi \times D'$ mm

載台之速率 $V = \text{小齒輪移動速率} = \pi \times D' \times N' = 52,800$

則小齒輪的節圓直徑 = $\varphi D' = 52800 / (\pi \times N') = 52800 / (\pi \times 100) = \varphi$
168.067 mm

在 KHK 型號中先選用最接近的 SH3-60L（節圓直徑 $D = \varphi 186.35$ ）

若以 $N' = 100 \text{ rpm}$ 轉動，則載台的速率 $V = \pi \times D \times N' = 58,543.716$
 $\text{mm/min} = 975.73 \text{ mm/s}$

若要獲得載台的速率 $V = 52800 \text{ mm/s}$ ，則小齒輪轉速 $N = 52800 / (\pi \times D) =$
 $52800 / (\pi \times 186.35) = 90.189 \text{ rpm}$

今先以 KHK SH3-60L，

節圓直徑 $D = \varphi 186.35 \text{ mm}$

小齒輪轉速 $N = 100 \text{ rpm}$

載台速率 $V = 975.73 \text{ mm/s}$ 作為強度計算之基礎

2. 負荷計算

載台總重量 $W = 300 \text{ kgf}$ ，有滑軌位於台下方輔助支撐，因此推動載台之推力
 F 約為載台總總重量的 1/10（摩擦係數 $\mu = 0.1$ ），即

$F = W \times \mu = 300 \times 1/10 = 30 \text{ kgf}$

推動載台之推力 F ，也就是小齒輪之切線負荷。



則小齒輪上的負荷力矩 $T = F \times$ 小齒輪的節圓半徑 $= 30 \times (186.35/2000) = 2.79525\text{kgf}\cdot\text{m}$

整理得

小齒輪之切線負荷 $F = 30 \text{ kgf}$

小齒輪之負荷力矩 $T = 2.79525 \text{ kgf}\cdot\text{m}$

3. 小齒輪、齒條之強度計算

因為載台之移動速率接近 1 m/s ，因此齒輪的表面容易疲勞，所以建議齒輪齒面做高周波硬化處理，以增加齒面的疲勞強度。

再者，載台於高速運轉時，啟動與制動的時間又不明確，將齒輪齒條之安全率提高可以避免這方面的不足。在此，將安全率設為 2.4 ，並以 KHK 網頁上的強度計算功能計算。

a. SH 螺旋齒輪 [SH3-60L] (追加熱處理) 的強度計算結果

https://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do?indexCode=17&lang=zh_TW&referrer=series&seihinNm=SH3-60L&curPage=default#SH3-60L

【使用條件輸入值】

配對種類	[齒條]
配對齒數	-
配對齒面寬	[35]
配對齒輪加工法	[切削]
回轉數	[100.0] rpm
反覆回轉數	[10,000,000 以上]
負荷方向	[兩方向]
過負荷係數	[1.25]
潤滑油之動態黏度	[ISO VG 100] cSt
齒輪的支撐方向	[單側支撐]
安全率	[2.4]

【計算結果】

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---		
容許切線力 (kgf)	361.9880	> 30 kgf OK
容許力矩 (kgf·m)	33.7282	> 2.79525 kgf·m OK
容許動力 (kW)	3.4637	> 3.5 kW OK



--- 面 壓 強 度 [JGMA402-01] ---		
容許切線力 (kgf)	468.6360	> 30 kgf OK
容許力矩 (kgf·m)	43.6651	> 2.79525 kgf-m OK
容許動力 (kW)	4.4842	> 3.5 kW OK

b. SRHFD 附裝配孔螺旋齒條 [SRHFD3-1000R] (追加熱處理) 的強度計算結果

https://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do?indexCode=34&lang=zh_TW&referrer=series&seihinNm=SRHFD3-1000R&curPage=default#SRHF_D3-1000R

【使用條件輸入值】

配對種類	[螺旋齒輪]
配對齒數	[60]
配對齒面寬	[35]
配對齒輪加工法	[切削]
回轉數	[100.0] rpm
反覆回轉數	[10,000,000 以上]
負荷方向	[兩方向]
過負荷係數	[1.25]
潤滑油之動態黏度	[ISO VG 100] cSt
齒輪的支撐方向	[單側支撐]
安全率	[2.4]

【計算結果】

--- 彎 曲 強 度 [JGMA401-01] ---		
容許切線力 (kgf)	363.5292	> 30 kgf OK
容許力矩 (kgf·m)	0.0000	
容許動力 (kW)	3.4784	≧ 3.5 kW OK

麗台國際有限公司

Lead Taiwan International Corporation

台中市台灣大道二段 285 號 20F

TEL : 886-423232026 , Website : www.ltic.com.tw ,

Email : salestw@ltic.com.tw



--- 面 壓 強 度 [JGMA402-01] ---		
容許切線力 (kgf)	429.5830	> 30 kgf OK
容許力矩 (kgf · m)	0.0000	
容許動力 (kW)	4.1105	> 3.5 kW OK

KHK SH3-60L 齒面熱處理，孔徑，鍵槽 追加加工
熱處理後無法保證齒輪的精度等級。

(1)加工一般公差	
尺寸類別	中級
$D_p \sim \text{Max.}$	mm
0.5~6	±0.1
6~30	±0.2
30~120	±0.3
120~400	±0.5
400~1000	±0.8
1000~2000	±1.2
角度	±0.5°
螺旋齒輪規格	
精度等級	
齒輪基準線面	齒直角
齒形	標準全齒深齒
模數	3
壓力角	20°
齒數(齒數)	60
螺旋角·旋向	15° L
節圓直徑	186.35
齒位係數	
齒冠高	3
齒高	6.75
齒頂圓直徑	192.35
跨齒厚()	
齒隙	
配對齒數	
高周波熱處理	50~60HRC
附註	

件號	名稱	材質	原材料尺寸
		S45C	
製圖	17.10.13	圖名	
審核			
比例尺 1:1			
KHK		圖號	
for Web Catalog			

KHK SRHFDS-1000R 齒面熱處理 追加加工
熱處理後無法保證齒輪的精度等級。

(1)加工一般公差	
尺寸類別	中級
$D_p \sim \text{Max.}$	mm
0.5~6	±0.1
6~30	±0.2
30~120	±0.3
120~400	±0.5
400~1000	±0.8
1000~2000	±1.2
角度	±0.5°
螺旋齒輪規格	
精度等級	
齒輪基準線面	齒直角
齒形	標準全齒深齒
模數	3
壓力角	20°
齒數(齒數)	102
螺旋角·旋向	15° R
節圓直徑	
齒位係數	
齒冠高	3
齒高	6.75
齒頂圓直徑	
跨齒厚()	
齒隙	
配對齒數	
高周波熱處理	50~60HRC
附註	

件號	名稱	材質	原材料尺寸
		S45C	
製圖	17.10.13	圖名	
審核			
比例尺 1:1			
KHK		圖號	
for Web Catalog			