

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：T2020212

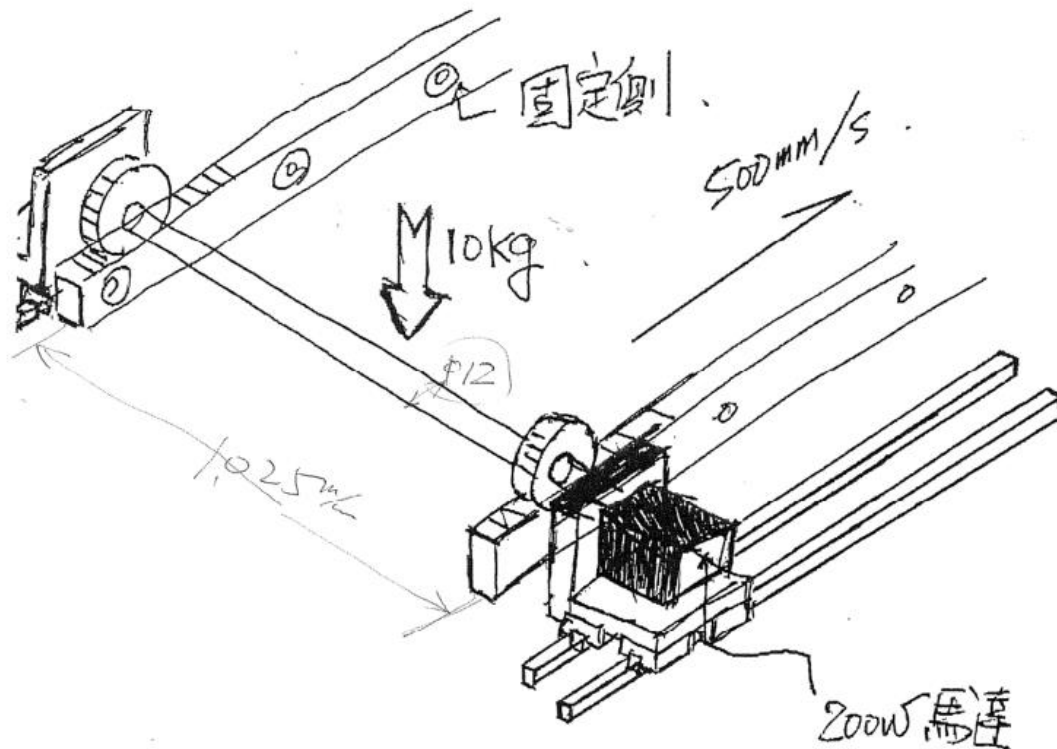
## 技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	小齒輪齒條同步機構計算
重點	小齒輪齒條同步機構計算
產出日期	2020/03/13
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



問：

欲在無塵室使用小齒輪齒條同步機構如下圖，小齒輪前進速率為 500 mm/sec，馬達、馬達座、軸心之重量約為 10 kgf，使用 200W 之伺服馬達，並希望能有初步的定位功能，請推薦小齒輪及齒條，謝謝！



答：

因為使用在無塵室，加上必須要能初步定位，因此建議使用 KHK 不銹鋼 CP（整數周長）小齒輪及不銹鋼 CP 齒條。首先，假設選用的型號為：

小齒輪：KHK SUSCP5-30

齒條：KHK SURCPF5-1000

### 速度計算

SUSCP5-30 之 pcd（節圓直徑）為  $\phi 47.74$  mm，小齒輪轉動一周前進距離 = 150 mm/rev（即小齒輪周長）。

希望小齒輪前進速率 = 500 mm/sec，

換算小齒輪的轉速 =  $500/150$  rev/sec = 3.333 rev/sec =  $3.333 \times 60$  rev/min = 200 rpm



### 負荷計算

SUSCP5-30 重量為 0.32 kgf，總重量為原有的 10 kgf 加上 2 個小齒輪重。

得，總重量（正壓力）= 10 + 0.32 × 2 = 10.64 kgf，以 11 kgf 計

由於馬達座下設有滑軌，加上正齒輪的效率約為 99%，因此系統的摩擦係數以 0.1 來計算，求得系統摩擦力 = 正壓力 × 系統摩擦係數 = 11 kgf × 0.1 = 1.1 kgf。

因此可將系統摩擦力視為小齒輪的推力（圓周切線力）= 1.1 kgf = 齒條的切線推力。

則，小齒輪的轉動負荷力矩 = 小齒輪圓周切線力 × 小齒輪節圓半徑 = 1.1 × 47.74/2 = 26.257 kgf-mm = **0.026257 kgf-m**。

### 齒輪強度計算

以 KHK 網頁型錄附帶的「強度計算」功能來查核

#### SUSCP5-30 齒輪強度計算

配對齒輪	<input checked="" type="checkbox"/> 正齒輪 <input checked="" type="checkbox"/> 齒條 <input checked="" type="checkbox"/> 內齒輪		
配對齒數	30		
配對齒面寬	15		
配對齒輪加工法	<input checked="" type="checkbox"/> 切削 <input checked="" type="checkbox"/> 研磨		
回轉數	100 rpm		
反覆回轉數	10,000,000以上		
過負荷係數	1.25		
	來自被動機械的衝擊		
衝擊來自原動機側	均一負荷	中度衝擊	激烈衝擊
均一負荷	<u>1.00</u>	<u>1.25</u>	<u>1.75</u>
輕度衝擊	<u>1.25</u>	<u>1.50</u>	<u>2.00</u>
中度衝擊	<u>1.50</u>	<u>1.75</u>	<u>2.25</u>



潤滑油之動態黏度	ISO VG 100
安全率	1.2
齒輪的支撐方向	<input checked="" type="checkbox"/> 單側支撐 <input checked="" type="checkbox"/> 兩側支撐
負荷方向	<input checked="" type="checkbox"/> 單方向 <input checked="" type="checkbox"/> 兩方向
單位	<input checked="" type="checkbox"/> kgf <input checked="" type="checkbox"/> N

**SUSCP 不銹鋼 CP 齒輪 [SUSCP5-30] 的強度計算結果**

【計算結果】

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---	
容許切線力(kgf)	80.0482
容許力矩(kgf-m)	<b>1.9108</b>
容許動力 (kW)	0.3924

--- 面壓強度 [JGMA402-01] ---	
容許切線力(kgf)	21.2317
容許力矩(kgf-m)	<b>0.5068</b>
容許動力 (kW)	0.1041

【使用條件輸入值】

配對種類	[ 齒條 ]
配對齒數	-
配對齒面寬	[ 15 ]
配對齒輪加工法	[ 切削 ]
回轉數	[ 200.0 ] 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	[ 1.2 ]



【各項係數值】

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---	
有效齒面寬	15.0000
齒形係數	2.5290
荷重分配係數	0.5503
螺旋角係數	1.0000
壽命係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
動荷重係數 [注]	1.0000
過負荷係數	1.2500
安全率	1.2000
容許彎曲應力	7.0000

[注] 齒形經過修正 JIS 4 級

--- 面壓強度 [JGMA402-01] ---	
領域係數	2.4946
材質係數	60.6037
咬合率係數	1.0000
螺旋角係數	1.0000
壽命係數	1.0000
潤滑油係數	1.0000
粗度係數	1.0888
潤滑速度係數	0.9000
硬度比係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
荷重分布係數	1.3428
動荷重係數 [注]	1.0000
過負荷係數	1.2500
安全率	1.2000
容許赫茲應力	41.3000

算得小齒輪 SUSCP5-30 的彎曲強度容許力矩 = **1.9108kgf-m > 0.026257kgf-m**

OK

算得小齒輪 SUSCP5-30 的面壓強度容許力矩 = **0.5068kgf-m > 0.026257kgf-m**

OK

[http://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do?indexCode=41&lang=zh\\_TW&referrer=series&seihinNm=SUSCP5-30&curPage=default#SUSCP5-30](http://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do?indexCode=41&lang=zh_TW&referrer=series&seihinNm=SUSCP5-30&curPage=default#SUSCP5-30)

**SURCPF5-1000 齒輪強度計算**

配對齒輪	<input checked="" type="checkbox"/> 正齒輪 <input type="checkbox"/> 齒條 <input type="checkbox"/> 內齒輪
配對齒數	<input type="text" value="30"/>
配對齒面寬	<input type="text" value="15"/>
配對齒輪加工法	<input checked="" type="checkbox"/> 切削 <input type="checkbox"/> 研磨



回轉數	200 rpm			
反覆回轉數	10,000,000以上			
過負荷係數	1.25			
	衝擊來自原動機側	來自被動機械的衝擊		
		均一負荷	中度衝擊	激烈衝擊
	均一負荷	1.00	1.25	1.75
	輕度衝擊	1.25	1.50	2.00
中度衝擊	1.50	1.75	2.25	
潤滑油之動態黏度	ISO VG 100			
安全率	1.2			
齒輪的支撐方向	<input checked="" type="checkbox"/> 單側支撐 <input checked="" type="checkbox"/> 兩側支撐			
負荷方向	<input checked="" type="checkbox"/> 單方向 <input checked="" type="checkbox"/> 兩方向			
單位	<input checked="" type="checkbox"/> kgf <input checked="" type="checkbox"/> N			

**SURCPF 不銹鋼 CP 齒條 [SURCPF5-1000] 的強度計算結果**

**【計算結果】**

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---	
容許切線力(kgf)	<b>89.0617</b>
容許力矩(kgf-m)	0.0000
容許動力 (kW)	0.4367

--- 面壓強度 [JGMA402-01] ---	
容許切線力(kgf)	<b>19.3052</b>
容許力矩(kgf-m)	0.0000
容許動力 (kW)	0.0947

**【使用條件輸入值】**

配對種類	[ 正齒輪 ]
配對齒數	[ 30 ]
配對齒面寬	[ 15 ]



配對齒輪加工法	[ 切削 ]
回轉數	[ 200.0 ] 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	[ 1.2 ]

【各項係數值】

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---	
有效齒面寬	15.0000
齒形係數	2.0665
荷重分配係數	0.5503
螺旋角係數	1.0000
壽命係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
動荷重係數 [注]	1.1000
過負荷係數	1.2500
安全率	1.2000
容許彎曲應力	7.0000

[注] 無齒形經過修正 JIS 5 級

--- 面壓強度 [JGMA402-01] ---	
領域係數	2.4946
材質係數	60.6037
咬合率係數	1.0000
螺旋角係數	1.0000
壽命係數	1.0000
潤滑油係數	1.0000
粗度係數	1.0888
潤滑速度係數	0.9000
硬度比係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
荷重分布係數	1.3427
動荷重係數 [注]	1.1000
過負荷係數	1.2500
安全率	1.2000
容許赫茲應力	41.3000

算得齒條 SURCPF5-1000 的彎曲強度容許切線力 = **89.0617 kgf** > 1.1 kgf OK

算得齒條 SURCPF5-1000 的面壓強度容許切線力 = **19.3052 kgf** > 1.1 kgf OK

<http://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do?indexCode=42&lang=zh>





[\\_TW&referrer=series&seihinNm=SURCPF5-1000&curPage=default#SURCPF5-1000](#)

### 功率計算

馬達功率 = 負荷力矩  $\times$  RPM / 974 = 1.1 kgf-m  $\times$  200 rpm / 974 = 0.2258 kW。  
這還沒將整系統之效率計入，若將系統之效率 90% 納入計算，則，  
馬達的功率選用 = 0.2258 / 90% = 0.25 kW = **250 W**。因此原有馬達功率 200 W 會稍嫌不足。

### 軸心計算

由於要注重左右的同步性，因此傳動軸心不只要考慮耐受負荷力矩的強度，還要考慮限制扭轉角的剛性強度。

$$\text{限制扭轉角的剛性強度之軸徑 } d \text{ (cm)} = 12 \times \sqrt[4]{\frac{HP}{N}}$$

$$= 12 \times \sqrt[4]{\frac{T \times N}{716}} = 12 \times \sqrt[4]{\frac{T}{716}} = 12 \times \sqrt[4]{\frac{0.026257}{716}}$$

$$= 12 \times 0.07782 = 0.934 \text{ cm} = 9.34 \text{ mm} < \text{原設計的 } \varphi 12 \text{ mm OK}。$$



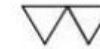
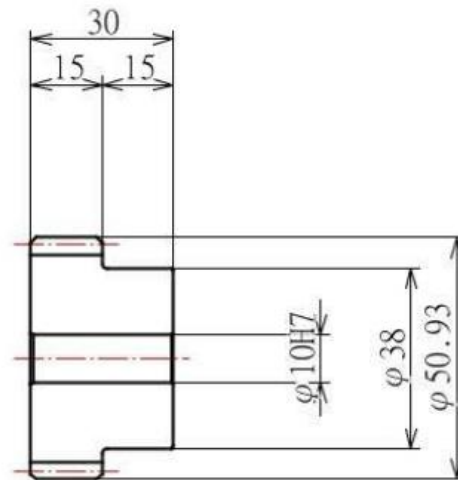
# 麗台國際有限公司

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



(1)加工一般公差	
尺寸類別 Up ~ Max.	中級 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°

### 不銹鋼C P 正齒輪規格

精度等級	JIS B 1704-1 N8 級
齒輪基準斷面	
齒形	標準全齒深齒
模數	CP5
壓力角	20°
齒數(齒數)	30
角・旋向	
節圓直徑	47.74
轉位係數	
齒冠高	1.592
齒高	3.581
齒頂圓直徑	50.93
跨齒厚( )	
齒隙	
配對齒數	

附註

SUS303	
件號	名稱
製圖	11.12.28 圖名
審核	
比例尺 N.T.S	
 for Web Catalog	
圖號	

KHK SUSCP5-30

# 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

