

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：T2020060

技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	KRHGF 齒條與 KHG 齒輪之計算例
重點	KRHGF 齒條與 KHG 齒輪之計算例
產出日期	2020/02/14
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



問：

目前規劃內容(如附件)，要求如下述：

說明：

1. 組件要求：以 KHK 斜齒輪，KHK 斜齒排做搭配，需搭載伺服馬達(無煞車)，與減速機為移載動力
2. 動作要求：移 載上方需搭載六軸手臂，總移載物重量約 400KG
3. 時間要求：單 趟移載 8300mm 需在 10 秒內完成(包含加減速)

初步計算斜齒輪

若需符合需求 8300mm/10s 完成(830mm/s)

斜齒輪差不多需為模數 3，搭配 40 齒

負載 400KG，滑軌摩擦係數抓 0.01，約需 4kgf(39.2Nm)

選用 2.0kW 伺服馬達(轉矩 9.5Nm)+1/5 比減速機約 47.5Nm(安全係數取 2.4)

減速機出力軸 40mm，請幫我找找 KHK 有無標準斜齒輪可搭配的那幫忙確認斜齒輪 40 齒，及斜齒排模數 3 的搭配是否足夠？

答：

速率計算

若是將減速機之速比以 1/5 計，則減速機之輸出為 $1500 \text{ rpm} \times 1/5 = 300 \text{ rpm} = 5 \text{ rps}$

平均速率 $V = 8,300\text{mm}/10\text{sec} = 0.83 \text{ m/sec}$ ，因為機台運行有啟動及制動階段，且加速與減速不明確，所以假設運行中之最高速率 V_{max} 以 1.5 m/sec 計

齒輪之節圓直徑 = $\phi d \text{ mm}$ ，則周長 = $\pi d \text{ mm} = \pi d / 1000 \text{ m}$

$V_{\text{max}} = \text{周長} \times \text{rps} = \pi d / 1000 \times 5 = 1.5 \text{ m/sec}$ ，則 $d = 1.5 \times 200 / \pi = \phi 95.49 \text{ mm}$ (in 速比 1/5)

負荷計算

總重量 = 400 kgf，機台下有滑軌，動摩擦係數 = 0.01，則定額推力 $F = 400 \times 0.01 = 4 \text{ kgf}$ 即以足夠。

定額轉動力矩 $T = F \times S = 4 \text{ kgf} \times \text{齒輪半徑(m)} = 4 \times 95.49 / 2000 = 0.19 \text{ kgf-m}$



齒輪強度計算 (in 速比 1/5)

若先以 M2 來考量，小齒輪使用 KHG2-48L (pcd=φ96 mm，300 rpm) 以 KHK 網頁中「強度計算」功能計算齒輪強度

https://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do?indexCode=16&referrer=series&lang=zh_TW&seihinNm=KHG2-48L&curPage=default#KHG2-48L

【計算結果】 (因為啟動制動不明之故，安全率取 2.4)

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---		--- 面壓強度 [JGMA402-01] ---	
容許切線力 (kgf)	162.9390	容許切線力 (kgf)	241.4816
容許力矩 (kgf·m)	7.8211	容許力矩 (kgf·m)	11.5911
容許動力 (kW)	2.4096	容許動力 (kW)	3.5710

容許切線力皆 > 4 kgf，容許力矩皆 > 0.19 kgf-m，容許動力皆 > 2 kW OK

但 KHG2-48L 孔徑無法擴孔至 φ40mm，以 M3 (in 速比 1/5) 來考量是正確的則以 KHG3-32LJ40 選用

https://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do?indexCode=16&lang=zh_TW&referrer=series&seihinNm=KHG3-32LJ40&curPage=default#KHG3-32LJ40

【計算結果】 (因為啟動制動不明之故，安全率取 2.4)

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---		--- 面壓強度 [JGMA402-01] ---	
容許切線力 (kgf)	352.5843	容許切線力 (kgf)	369.2323
容許力矩 (kgf·m)	16.9240	容許力矩 (kgf·m)	17.7232
容許動力 (kW)	5.2140	容許動力 (kW)	5.4602

容許切線力皆 > 4 kgf，容許力矩皆 > 0.19 kgf-m，容許動力皆 > 2 kW OK

配合之齒條為 KRHGFD3-1000RJ

https://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do?indexCode=33&lang=zh_TW&referrer=series&seihinNm=KRHGFD3-1000RJ&curPage=default#KRHGFD3-1000RJ



【計算結果】（因為啟動制動不明之故，安全率取 2.4）

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---

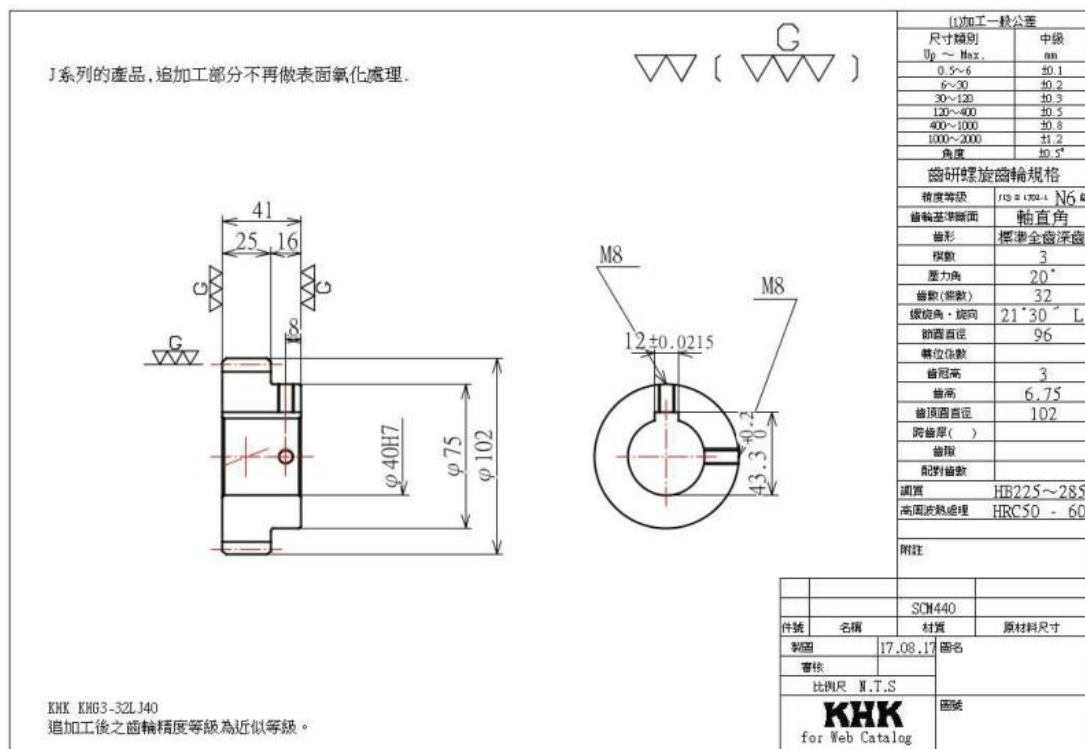
容許切線力 (kgf)	493.2773
容許力矩 (kgf · m)	0.0000
容許動力 (kW)	7.2946

--- 面壓強度 [JGMA402-01] ---

容許切線力 (kgf)	202.3850
容許力矩 (kgf · m)	0.0000
容許動力 (kW)	2.9929

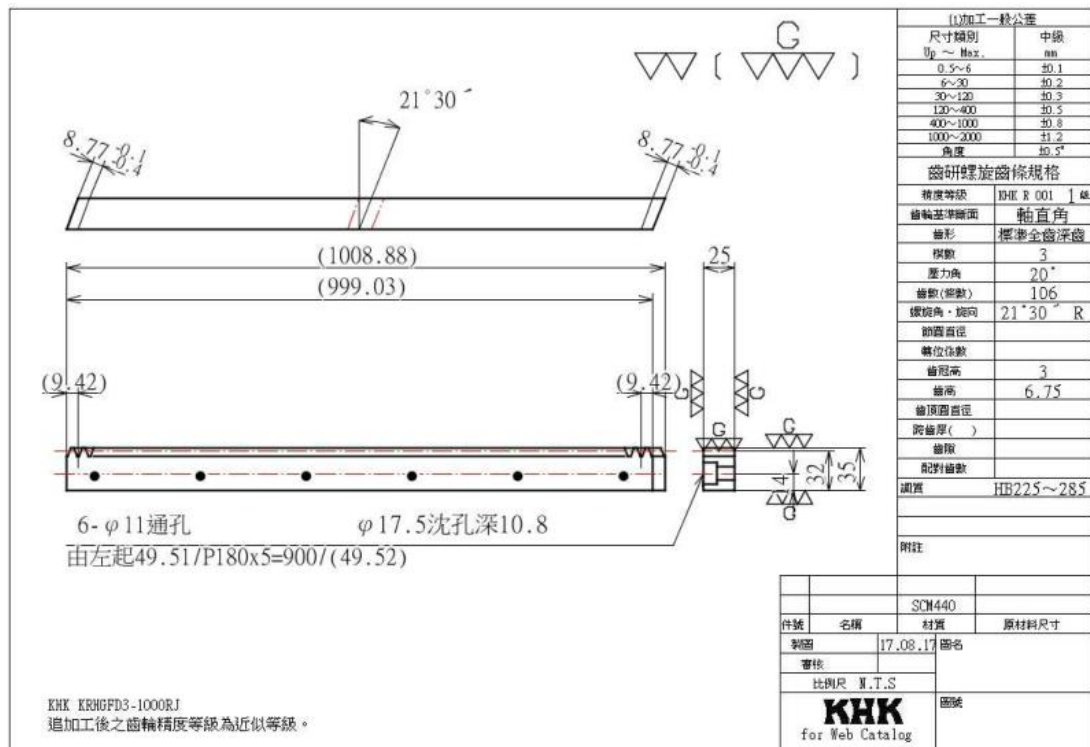
容許切線力皆 > 4 kgf，容許動力皆 > 2 kW OK

KHG3-32LJ40 圖：





KRHGFD3-1000RJ 圖：



實際使用時

選用 **2.0kW 伺服馬達**(轉矩 9.5Nm)+1/5 比減速機約 47.5Nm
 KHK 小齒輪 KHG3-32LJ4 搭配 KHK 齒條 KRHGFD3-1000RJ

速度

轉速 1500 rpm x 1/5 = **300 rpm** (小齒輪最高轉速)

使用小齒輪：KHG3-32LJ40，pcd=φ96 mm，節圓半徑=96/2000=0.048 m

機台手臂最高移動速率 **Vmax** = 300 x 96 x π = 90,478 mm/min

≙ 90.5 m/min = **1.5 m/sec**

負荷

運行推力 = **4 kgf** (約 40N)

小齒輪負荷力矩 = 4 x 0.048 = **0.192 kgf-m** (約 1.92 N-m)

齒輪齒條之容許負荷

為安全考量，取「彎曲強度」和「面壓強度」中數值較小的作為容許負荷的查核依據

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



小齒輪：KHG3-32LJ40

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---		
容許切線力 (kgf)	352.5843	> 4
容許力矩 (kgf · m)	16.9240	> 0.192
容許動力 (kW)	5.2140	> 2.0

齒條：KRHGFD3-1000RJ

--- 面壓強度 [JGMA402-01] ---		
容許切線力 (kgf)	202.3850	> 4
容許力矩 (kgf · m)	0.0000	
容許動力 (kW)	2.9929	> 2.0

以 KHK 小齒輪 KHG3-32LJ4 搭配 KHK 齒條 KRHGFD3-1000RJ，能滿足設計及使用上之需求。