

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：T2020090

技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	導螺桿頂昇台使用傘型齒輪之選用
重點	導螺桿頂昇台使用傘型齒輪之選用
產出日期	2020/02/18
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



問：

有一載物平台如下圖所示，要以等比傘型齒輪配合導螺桿使載物平台上下升降，應該要如何選用適當的 KHK 等比傘型齒輪？

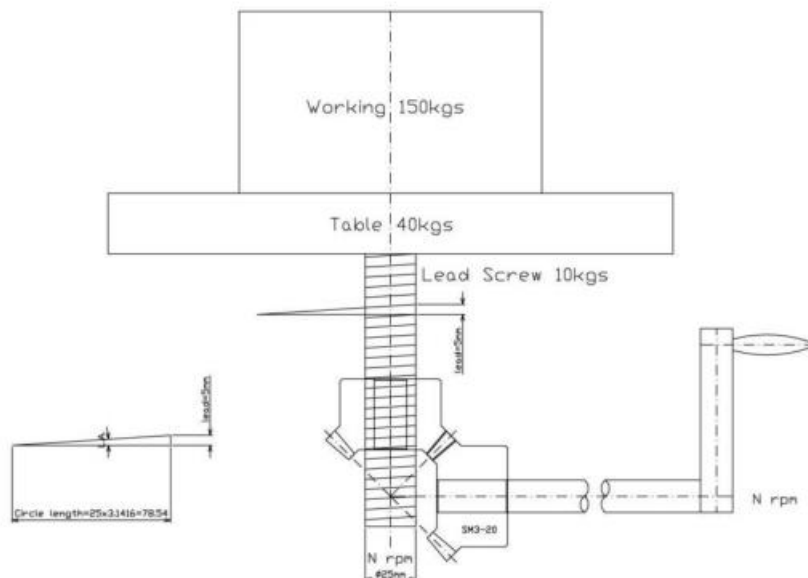
規格如下：

頂昇物件重 150 kgf，

平台之直徑 ϕ 280 mm，重量 40 kgf，

導螺桿直徑 ϕ 25 mm，導程 (節距) = 5 mm，重量約 10 kgf，

以手動方式轉動等比傘型齒輪，再帶動導螺桿旋轉使載物平台上下運動。



答：

既然是以手動方式轉動等比傘型齒輪，

因此我們先假設手把的轉速 $n = 1 \text{ rev/sec} = 60 \text{ rev/min} = 60 \text{ rpm}$

A. 速度計算

等比傘型齒輪之轉速 = 手把之轉速 $n = 1 \text{ rev/sec} = 60 \text{ rev/min} = 60 \text{ rpm}$

頂昇平台上生 (下降) 速率 $S = 5 \text{ mm/sec} = 5 \times 60 \text{ mm/min} = 300 \text{ mm/min} =$

$0.3 \text{ m/min} = 0.005 \text{ m/sec}$

B. 負荷計算

頂昇總荷重 $TW = 150 + 40 + 10 = 200 \text{ kgf}$

導螺桿之效率 η 約為 70%



1. 以能量之觀點來計算

$$\text{理論動力 } W' = F \times S / 102 = 200 \times 0.005 / 102 = 0.0098039 \text{ kW}$$

$$\text{實際動力 } W = W' / \eta = 0.0098039 / 0.7 = \boxed{0.014 \text{ kW}}$$

$$F : \text{kgf} , S : \text{m/sec}$$

$$\text{理論轉動力矩 } T' = 974 \times W / n = 974 \times 0.0098039 / 60 = 0.15915 \text{ kgf -m}$$

$$\text{實際轉動力矩 } T = T' / \eta = 0.15915 / 0.7 = \boxed{0.227357 \text{ kgf -m}}$$

2. 以力學之觀點來計算

$$\tan(LA) = (\text{導程}/\text{導螺桿圓周周長}) = (5/25\pi) = 0.063662$$

$$\text{導程角}(LA) = \tan^{-1}(0.063662) = 0.063576$$

$$\text{頂昇總荷重 } TW = 150 + 40 + 10 = 200 \text{ kgf}$$

$$\text{導螺桿螺旋斜面之理論摩擦力 } f' = TW \times \sin(LA)$$

$$\text{導螺桿之理論切線力 } f'' = f' \times \cos(LA) = TW \times \sin(LA) \times \cos(LA)$$

$$\sin(LA) = 0.063533 , \cos(LA) = 0.99798 , \sin(LA) \times \cos(LA) = 0.063405$$

$$\text{導螺桿之理論切線力 } f'' = TW \times \sin(LA) \times \cos(LA) = 200 \times 0.063405 =$$

$$12.681 \text{ kgf}$$

$$\text{導螺桿之實際切線力 } f = f'' / \eta = 12.681 / 0.7 = 18.1157 \text{ kgf}$$

$$\text{導螺桿之實際力矩 } T = f \times 25 / 2000 = \boxed{0.226446 \text{ kgf -m}}$$

$$\text{實際動力 } W = T \times n / 974 = \boxed{0.01395 \text{ kW}}$$

3. 此二種方式所導出的實際力矩及動力之大小相近，今以

$$\text{實際負荷力矩 } T : \boxed{0.23 \text{ kgf -m}}$$

$$\text{實際負荷動力 } W : \boxed{0.014 \text{ kW}} \text{ 作為選用齒輪負荷之基準。}$$

C. 齒輪之選用

本「導螺桿-傘型齒輪頂昇機構」是以人力手動方式驅動的，因此轉速不高，在實際上「直齒等比傘型齒輪」即可充分使用，也不必擔心噪音的問題。

1. 先假設使用 M1.5 的直齒等比傘型齒輪 (KHK SM2-20)

則依 KHK 網頁型錄上的「強度計算」功能計算得出：

https://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do?indexCode=53&lanq=zH_TW&referrer=series&seihinNm=SM2-20&curPage=default#SM2-20

SM 等比傘形齒輪 [SM2-20] (追加熱處理) 的強度計算結果



【計算結果】

--- 彎曲強度 [JGMA403-01] ---	
容許切線力 (kgf)	39.9784
容許力矩 (kgf·m)	0.6582
容許動力 (kW)	0.0676

--- 面壓強度 [JGMA404-01] ---	
容許切線力 (kgf)	17.3245
容許力矩 (kgf·m)	0.2852
容許動力 (kW)	0.0293

【使用條件輸入值】

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	[1.0]
潤滑油之動態黏	[ISO VG 100] cSt
齒輪的支撐方向	[單側支撐]
信賴度係數	[1.2]

【各項係數值】

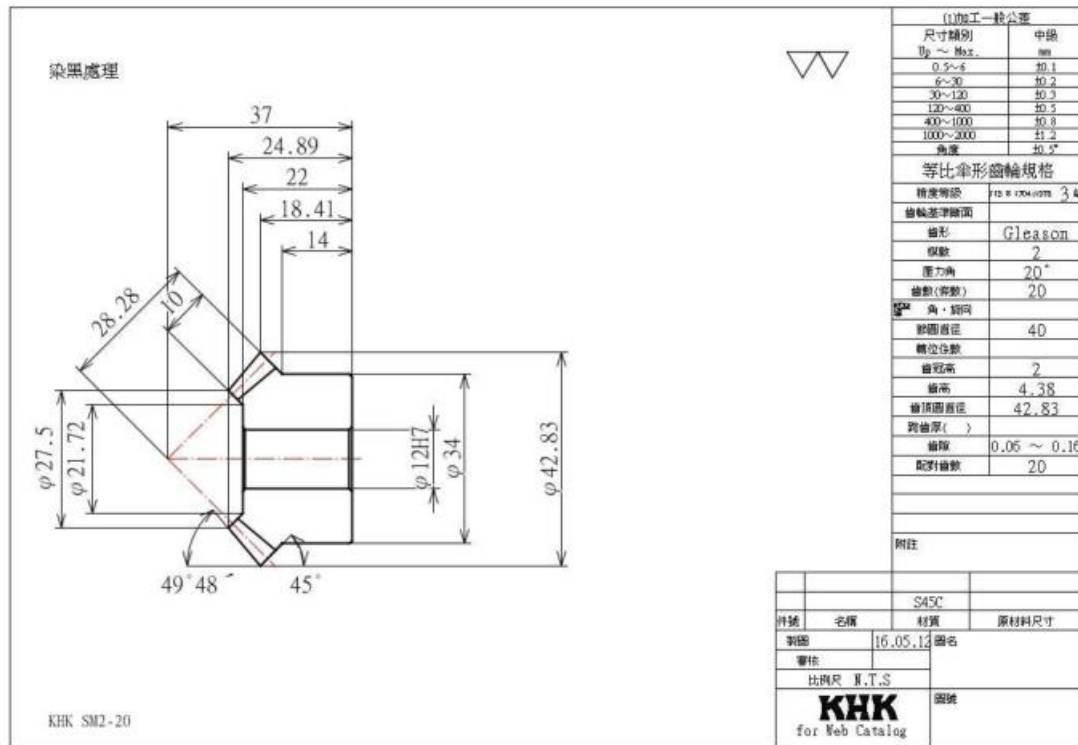
--- 彎曲強度 [JGMA403-01] ---	
齒形係數基本值	2.6618
齒形係數	2.6618
荷重分配係數	0.6096
螺旋角係數	1.0000
工具直徑影響係	1.1500
壽命係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
齒筋荷重分布係	1.8000
動荷重係數 [注]	1.1000
過負荷係數	1.0000
信賴度係數	1.2000
容許彎曲應力	12.6667



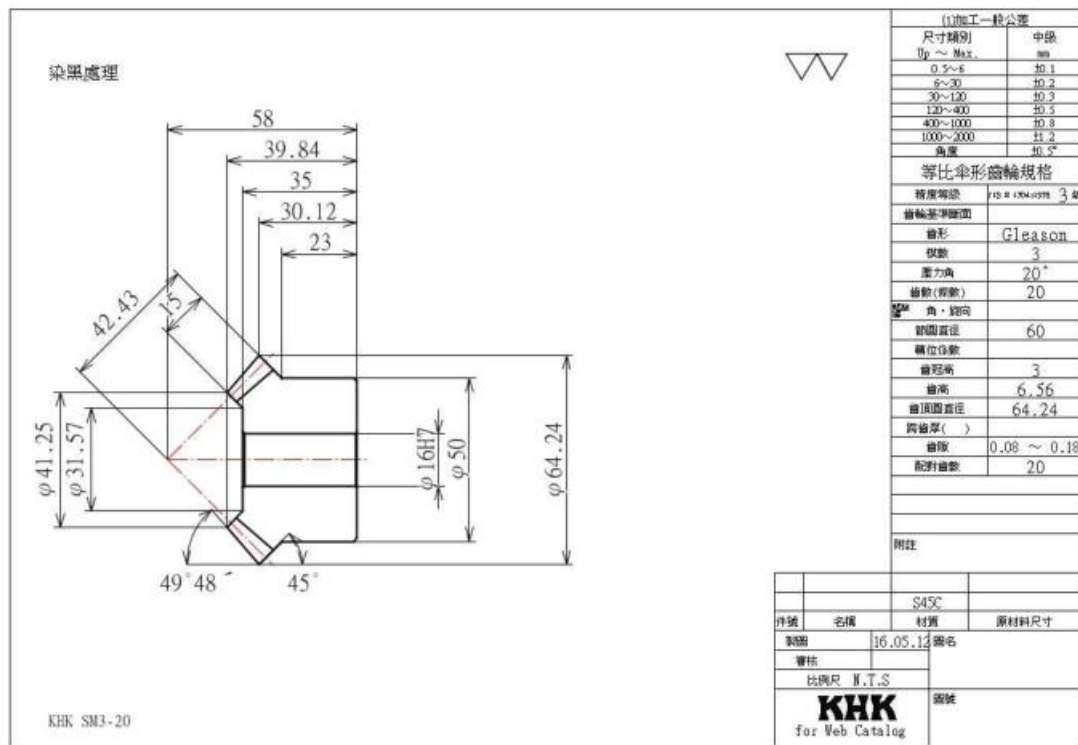
--- 面壓強度 [JGMA404-01] ---	
材質係數	60.6037
壽命係數	1.0000
潤滑油係數	1.0000
粗度係數	0.8797
潤滑速度係數	0.9500
硬度比係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
領域係數	2.4946
咬合率係數	1.0000
螺旋角係數	1.0000
荷重分布係數	2.1000
動荷重係數 [注]	1.1000
過負荷係數	1.0000
信賴度係數	1.2000
容許赫茲應力	90.0000

[注] JIS 4 級

討論：以 KHK SM 等比傘形齒輪 [SM2-20] (追加熱處理)來使用不管是在彎曲強度上或者是面壓強度上，其容許力矩及容許動力都大於實際上的負荷力矩及負荷動力，因此判斷是 OK 的。只是在尺寸上 SM2-20 略嫌小了一些，無法讓 $\phi 25$ 的導螺桿穿過（最大孔徑只能在 $\phi 20$ 左右，下圖是 SM2-20 標準品的圖面），因此我們必須將尺寸放大。



2. 將模數放大，改用 **KHK SM3-20**（如下圖），在尺寸上便無有疑慮了。



3. SM3-20 的強度計算



則依 KHK 網頁型錄上的「強度計算」功能計算得出：

https://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do?indexCode=53&language=zh_TW&referrer=series&seihinNm=SM3-20¤tPage=default#SM3-20

SM 等比傘形齒輪 [SM3-20] (追加熱處理) 的強度計算結果

【計算結果】

--- 彎曲強度 [JGMA403-01] ---		--- 面壓強度 [JGMA404-01] ---	
容許切線力 (kgf)	71.9611	容許切線力 (kgf)	31.9885
容許力矩 (kgf·m)	1.7772	容許力矩 (kgf·m)	0.7900
容許動力 (kW)	0.1095	容許動力 (kW)	0.0487

【使用條件輸入值】

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	[1.0]
潤滑油之動態黏	[ISO VG 100] cSt
齒輪的支撐方向	[單側支撐]
信賴度係數	[1.2]

【各項係數值】

--- 彎曲強度 [JGMA403-01] ---	
齒形係數基本值	2.6618
齒形係數	2.6618
荷重分配係數	0.6096
螺旋角係數	1.0000
工具直徑影響係	1.1500
壽命係數	1.0000
尺寸係數	1.0000

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



齒筋荷重分布係	1.8000
動荷重係數 [注]	1.1000
過負荷係數	1.2500
信賴度係數	1.2000
容許彎曲應力	12.6667

--- 面壓強度 [JGMA404-01] ---	
材質係數	60.6037
壽命係數	1.0000
潤滑油係數	1.0000
粗度係數	0.8909
潤滑速度係數	0.9500
硬度比係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
領域係數	2.4946
咬合率係數	1.0000
螺旋角係數	1.0000
荷重分布係數	2.1000
動荷重係數 [注]	1.1000
過負荷係數	1.2500
信賴度係數	1.2000
容許赫茲應力	90.0000

D. 結論

以 **KHK SM** 等比傘形齒輪 **[SM3-20]** (追加熱處理)來使用不管是在彎曲強度上、或者是面壓強度上，其容許力矩及容許動力都大於實際上的負荷力矩及負荷動力，且在尺寸上 **SM3-20** 也能讓 **φ25** 的導螺桿穿過無虞。