



文件序號：T2020164

技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	蝸桿蝸輪的自鎖作用
重點	蝸桿蝸輪的自鎖作用
產出日期	2020/03/04
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



問：

因為設計需要我需模數為 0.5 的蝸輪蝸桿

我有選定兩組 分別是 蝸輪蝸桿 KWG0.5-R1+AG0.5-40R1

及 BG0.5-40R1+SW0.5-R1

這兩組都是 40 : 1 減速比

主要是想利用蝸輪蝸桿的自鎖功能讓它可以承受 2.2Nm 的扭距

1. 想知道這兩組的最大承受扭距可以多少？
2. 不知這兩組可以適用於哪總軸承？
3. 還有有看到蝸輪蝸桿有條數 1 條數 2 不知道差別是在哪？

答：

蝸輪的**面壓強度計算**，也牽涉到蝸桿的轉速，請由下列的連結中的畫面下方「**強度計算**」按鈕進入，自行代入相關數據來計算：

AG0.5-40R1

http://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do?indexCode=77&lang=zh_TW&referrer=series&seihinNm=AG0.5-40R1&curPage=default#AG0.5-40R1

BG0.5-40R1

http://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do?indexCode=79&lang=zh_TW&referrer=series&seihinNm=BG0.5-40R1&curPage=default#BG0.5-40R1

作用在各種齒輪上的力

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	$F_t = \frac{2000T}{d_m}$	$F_t \tan \alpha \sin \delta$	$F_t \sin \alpha \cos \delta$
彎齒傘形齒輪		凸齒面為主動齒面時:	
	其中 d_m 是中央標準圓直徑	$\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \sin \delta - \sin \beta_m \cos \delta)$	$\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \cos \delta + \sin \beta_m \sin \delta)$



		$d_m = d - b \sin \delta$		
			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	

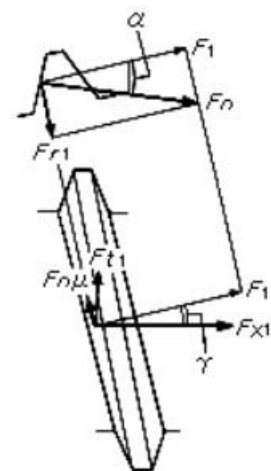
作用於蝸輪蝸桿齒上的力

蝸桿為主動時

蝸桿為主動時，在齒直角平面中，垂直作用在齒面上的作用力 F_n 被分解為 F_1 和 F_{r1} 。

$$\begin{cases} F_1 = F_n \cos \alpha_n \\ F_{r1} = F_n \sin \alpha_n \end{cases}$$

而在節平面上，除 F_1 外，還有另外一個作用力，稱為蝸輪組的齒面滑動摩擦抵抗力 = 正壓力 $F_n \times$ 摩擦係數 $\mu = F_n \mu$ 。 F_1 和 $F_n \mu$ 又可分解為圓周方向(t)分力及軸向(x)分力。合成之後可為：

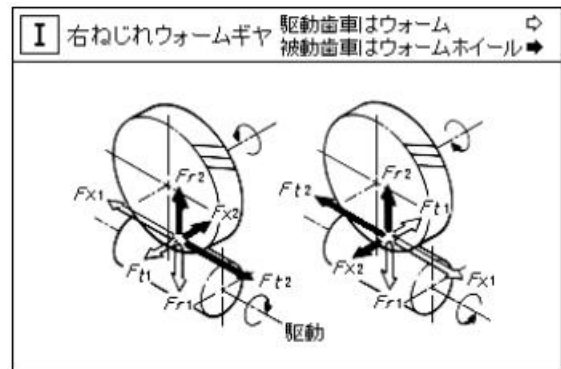




$$\begin{cases} F_{t1} = F_1 \sin\gamma + F_n \mu \cos\gamma \\ F_{x1} = F_1 \cos\gamma + F_n \mu \sin\gamma \end{cases}$$

綜合上述各式，得出加於蝸桿齒上的力為
 (參照右圖)：

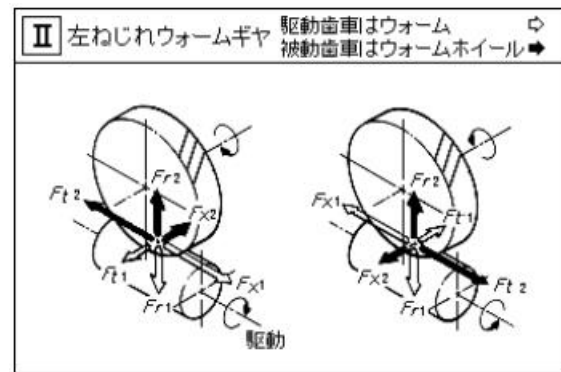
$$\begin{cases} F_{t1} = F_n (\cos\alpha_n \sin\gamma + \mu \cos\gamma) \\ F_{x1} = F_n (\cos\alpha_n \cos\gamma - \mu \sin\gamma) \\ F_r = F_n \sin\alpha_n \end{cases}$$



軸角 $\Sigma = 90^\circ$ 的蝸輪蝸桿，其齒上各力之間有下列關係(右圖 I 及 II)：

$$\begin{cases} F_{x1} = F_{t2} \\ F_{t1} = F_{x2} \\ F_{r1} = F_{r2} \end{cases}$$

如式中所示，軸角 $\Sigma = 90^\circ$ 的蝸桿蝸輪，作用在主動齒輪的軸向力 F_{x1} 和被動齒輪的切線力 F_{t2} 大小相同方向相反。同樣地，主動齒輪的切線力 F_{t1} 和被動齒輪的軸向力 F_{x2} 也是大小相同方向相反。徑向力 F_{r1} 和 F_{r2} 也是相同情形。



當蝸輪為主動時，蝸輪上齒的受力情況關係式如下：

$$\begin{cases} F_{t2} = F_n (\cos\alpha_n \cos\gamma + \mu \sin\gamma) = F_{x1} \\ F_{x2} = F_n (\cos\alpha_n \sin\gamma - \mu \cos\gamma) = F_{t1} \\ F_{r2} = F_n \sin\alpha_n = F_{r1} \end{cases}$$

蝸輪組的自鎖作用

自鎖作用是蝸輪組的特點之一。自鎖作用是指無法由蝸輪驅動蝸桿的狀態。利用這種特性使用在升降裝置中，可以簡單地保持停止位置，另外在其他方面亦有很多有效的用途。

受各種因素的影響，蝸輪組分能自鎖作用和不能自鎖作用兩種。



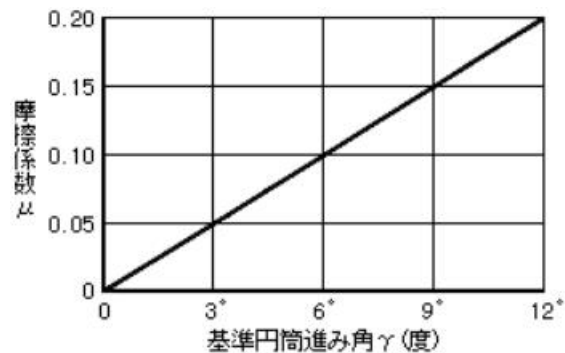
在不計算軸承損失及攪拌潤滑油損失等影響的理想狀態下，判斷是否會發生自鎖作用是取決於齒面的作用力。在蝸輪做為驅動齒輪時，蝸桿的切線力 F_{t1} 可由下式算得。

$$F_{t1} = F_{x2} = F_n(\cos\alpha_n \sin\gamma - \mu \cos\gamma)$$

當作用於蝸桿的切線力 F_{t1} 大於零時，蝸桿便有轉動的力矩產生，故不能自鎖。反之，當蝸桿的切線力 F_{t1} 小於等於零時，蝸桿蝸輪組便能自鎖了。從公式中可以看出，齒直角壓力角 α_n ，節圓筒導角 γ 和摩擦係數 μ 這三要素影響自鎖作用的產生。其中靜摩擦係數 μ 受到潤滑狀況及齒面表面粗度等的影響，是不確定的因素。

在實際的蝸輪組中，摩擦係數 μ 值的正確值計算不易。而且，實際上由於軸承損失及潤滑油攪拌損失等也會引起制動作用，因此要想完全正確地掌握這些因素的變化非常困難。所以，對於蝸輪組是否能自鎖的判斷也就相當的困難了。

不過，可以很確定地說，標準圓筒導角 γ 越小，蝸輪組的自鎖性也就越高。經驗上，當單牙蝸桿的導角 $\gamma < 4^\circ$ 時，會發生自鎖作用。雙牙蝸桿的導程角很有可能都比 4° 大，因此不太能保有自鎖作用。



右圖對角線上方的區域為會發生自鎖作用的區域。

因此大部分單牙蝸桿（R1，L1，條數=1）的導角多小於 4° ，因此會有自鎖作用。

但，相同外徑雙牙或以上（條數 ≥ 2 ）蝸桿的導角多大於 4° ，因此沒有自鎖作用。請參閱附件「圓筒蝸桿蝸輪相關資料的整理」，第 37 頁

- KHK KWG0.5-R1 的導角為 $3^\circ 11'$ 有自鎖作用
- KHK KWG0.5-R2 的導角為 $6^\circ 20'$ 沒有自鎖作用
- KHK SW0.5-R1 的導角為 $2^\circ 36'$ 有自鎖作用
- KHK SW0.5-R2 的導角為 $5^\circ 13'$ 沒有自鎖作用

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



作用於蝸輪蝸桿齒上的力

請參閱附件「圓筒蝸桿蝸輪相關資料的整理」，第 12~14 頁