

問：

您好，我在網路上查詢了計算正齒輪強度的相關數據有查詢到幾個表格，但對表格上的數據有些疑問

針對 SSG 材料的齒輪，附件中圖 1 與圖 2 的數據無法兜起來。

若圖 2 的數據考慮雙面受力時，以 2/3 計算完後也不是圖 1 內的數據不知是否還有其他公式？

會造成干擾的組合。 塑膠及金屬間的融着強 SSAY/ 附 K 形夾齒輪。

**■ 彎曲強度的計算**

產品型號	MSG A(B)	SSG (SSGS)	SS, SSA, SSSY, SSAY, SSAY/K, SSR	SUS, SUSA, SUSL, LS	BSS
公式 <sup>注1</sup>	正齒輪及螺旋齒輪的彎曲強度計算公式 (JGMA401-01)				
配合齒輪的齒數	同一齒數 (SSR 取 30 齒)				
回轉速	600min <sup>-1</sup>		100min <sup>-1</sup>		
反覆次數	超過 10 <sup>7</sup> 次				
主動側傳來的衝擊	均一負荷				
被動側傳來的衝擊	均一負荷				
負荷的方向	兩方向				
齒根的容許彎曲應力 $\sigma_{Fm}$ 注1	31.33kgf/mm <sup>2</sup>	14(16.67)kgf/mm <sup>2</sup>	12.67kgf/mm <sup>2</sup>	7kgf/mm <sup>2</sup>	2.67kgf/mm <sup>2</sup>
安全係數 $S_F$	1.2				

**■ 面壓強度的計算 (與抗彎強度不共用的參數)**

產品型號	MSG A(B)	SSG (SSGS)	SS, SSA, SSSY, SSAY, SSAY/K, SSR	SUS, SUSA, SUSL, LS	BSS
公式 <sup>注1</sup>	正齒輪及螺旋齒輪的面壓強度公式 (JGMA402-01)				
潤滑油的動態粘度	100cSt(50)				
齒輪的支撐方式	軸承於兩側對稱支撐				
容許赫茲應力 $\sigma_{Hm}$	166kgf/mm <sup>2</sup>	90(99)kgf/mm <sup>2</sup>	49kgf/mm <sup>2</sup>	41.3kgf/mm <sup>2</sup>	—
安全係數 $S_H$	1.15				

圖 1

**■ Calculation of Bending Strength of Gears**

Item	Catalog No.	MSG A MSG B	SSGS	SSG	SSS, SS, SSA, SSSY, SSAY, SSAY/K, SSR	SUS, SUSA, SUSL, LS	BSS
Formula NOTE 1	Formula of spur and helical gears on bending strength (JGMA401-01)						
No. of teeth of mating gears	Same number of teeth (30 for SSGS, SSS, SSR)						
Rotation	600rpm			100rpm			
Durability	Over 10 <sup>7</sup> cycles						
Impact from motor	Uniform load						
Impact from load	Uniform load						
Direction of load	Bidirectional						
Allowable bending stress at root $\sigma_{F1m}$ (kgf/mm <sup>2</sup> ) NOTE 1	47	24.5	19 (24.5)NOTE 3	19 (24.5)NOTE 4	10.5	4	
Safety factor $S_F$	1.2						

圖 2

謝謝

答：

感謝您的提問

因此隨著時間的步伐，及型錄版本的不同，會出現不同的數值。現在和以前不盡相同，未來也可能和目前有異。

因此造成您的困擾及疑惑，我們在此深表歉意。

在相同材質下會出現不同容許彎曲應力數值，是由於所採用的數據有一定的範圍（**RANGE**）之故，例如下表所顯示的。

在材料廠商對材質的改善，熱處理（調質 高周波硬化）等硬度的不同，製造方式及技術的改善，皆會對「齒根容許彎曲應力  $\sigma_{Flim}$ 」造成影響。

表 10.6 高周波淬火齒輪

	材 料 (前頭所示為參考範圍)	高周波淬火前的 熱處理條件	心部硬度		齒面硬度 <sup>(1)</sup>	$\sigma_{Flim}$ kgf/mm <sup>2</sup>	
			H <sub>B</sub>	H <sub>V</sub>	H <sub>V</sub>		
完全淬火到 齒底部	構造用 碳鋼	S48C ↔ S43C	正常化處理	160	167	550 以上	21
				180	189	〃	21
				220	231	〃	21.5
				240	252	〃	22
	構造用 合金鋼	SMn443 ↔ SCM440 ↔ SCM435 ↔ SNC836 ↔ SNCM439	淬火回火處理	200	210	550 以上	23
				210	221	〃	23.5
				220	231	〃	24
				230	242	〃	24.5
				240	252	〃	25
				250	263	〃	25
				230	242	550 以上	27
				240	252	〃	28
	250	263	〃	29			
	260	273	〃	30			
	270	284	〃	31			
	280	295	〃	32			
290	305	〃	33				
300	316	〃	34				
310	327	〃	35				
320	337	〃	36.5				
齒根部 不淬硬 的情況下						上記數值 的 75%	

備註： $\sigma_{Flim}$  之值，受淬裂，淬火深度不足或不均勻等缺陷之影響，會顯著下降，請多加注意。

注(1) 齒面硬度低時， $\sigma_{Flim}$  值使用表 10.5 中的與之相當的材料之值。

KHK 標準齒輪最新的強度計算數據刊載於：

<http://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/tobiraLink.do?method=series&gearType=1>

■ 彎曲強度的計算

產品型號 設定條件	MSGA MSGB	SSGS	SSG	SSS,SS,SS A SSY,SSAY SSAY/K SSR	SUS SUS A SUS L LS	BSS	NSU	PU PS PS A	DSL DS
公式 注1	正齒輪及螺旋齒輪的彎曲強度計算公式 (JGMA401-01)						路易士公式		
配合齒輪的齒數	同一齒數(SSGS,SSS,SSR 取 30 齒)						—		
回轉速	600rpm			100rpm					
反覆次數	超過 10 <sup>7</sup> 次						—		
主動側傳來的衝擊	均一負荷						容許彎曲應力 (kgf/mm <sup>2</sup> )		
被動側傳來的衝擊	均一負荷						1.38(無潤滑, 40°C)	1.15 (無潤滑, 40°C)	m 0.5 4.0
負荷的方向	兩方向								m 0.8 4.0
齒根的容許彎曲應力 $\sigma_{Flim}$ 注2	47kgf/mm <sup>2</sup>	24.5kgf/mm <sup>2</sup>	19(24.5)kgf/mm <sup>2</sup> 注3	19(24.5)kgf/mm <sup>2</sup> 注4	10.5kgf/mm <sup>2</sup>	4kgf/mm <sup>2</sup>			m 1.0 3.5 (潤滑脂潤滑, 40°C)
安全係數 SF	1.2								

■ 面壓強度的計算(與彎曲強度不共用的參數)

產品型號 設定條件	MSGA MSGB	SSGS	SSG	SSS,SS,SSA SSY,SSAY SSAY/K SSR	SUS SUSA SUSL LS	BSS
公式 注1	正齒輪及螺旋齒輪的面壓強度公式 (JGMA402-01)					
潤滑油的動態粘度	100cSt(50°C)					
齒輪的支撐方式	軸承於兩側對稱支撐 注5					

容許赫茲應力 $\sigma_{Hlim}$	166kgf/m m <sup>2</sup>	99kgf/m m <sup>2</sup>	90(62.5)kgf/m m <sup>2</sup> 注3	49(62.5)kgf/m m <sup>2</sup> 注4	41.3kgf/ mm <sup>2</sup>	—
安全係數 SH	1.15					

這些數值有但書：

- 【注1】齒輪強度的計算公式是由 JGMA(日本齒輪工業協會規格),日本 POLYPENCO(株式會社)的「MC 尼龍技術資料」, POLYPLASTIC(株式會社)的「DURACON 齒輪」所提供。回轉速(rpm)和應力(kgf/mm<sup>2</sup>)與公式中的單位一致。
- 【注2】考慮到作為行星齒輪或中間齒輪使用時, 負荷方向為正反雙方向, 所以 JMGA401-01 的容許齒根彎曲應力  $\sigma_{Flim}$  的數值設定為應力值的 2/3。
- 【注3】模數在 1.5 以上的 SSS 正齒輪軸、因其材料經過調質處理、所以容許齒根彎曲應力及容許赫茲應力使用括弧內的數值。
- 【注4】模數在 1.5 以上的 SSS 帶軸正齒輪、因其材料經過調質處理、所以容許齒根彎曲應力及容許赫茲應力使用括弧內的數值。
- 【注5】模數在 1 以下的 SSS 帶軸正齒輪(SA 形狀)為單側帶軸、所以齒輪支撐設定為單側。

各齒輪廠商或減速機廠商在計算強度時, 會因為採用材料的強度、各項係數、潤滑係數、壽命係數、全係數等的不同, 甚至對相同尺寸、材料, 會出現不同的容許強度結果, 這個情形令人十分地困擾。

一些設想不到的狀況, 包括：

瞬間產生的超負荷、加工精度誤差、裝配精度、潤滑油雜質、潤滑油及軸承與油封所產生的運轉損耗, 以及一些沒有考慮到的因素, 這些我們無法一一掌握的因素對齒輪強度所造成的影響, 可以籠統地全部都讓「安全率」來概括承擔。

若算得的齒輪強度大於計算負荷, 不表示齒輪就一定不會壞。

若算得的齒輪強度小於計算負荷, 也不表示齒輪就一定會壞。

這是因為實際負荷和計算負荷也會有落差之故, 這個落差甚至會相當的大。

這樣看來, 齒輪設計時強度的計算也做不到十分精確, 那麼有必要施行嗎?

雖然齒輪的強度計算僅僅是讓使用者有一個八九不離十的依據, 但如果選用方向正確 (例如高速運轉時使用齒面研磨的齒輪, 而不會用到一般滾製的齒輪), 在經過仔細的考慮並填入各項參數係數, 各項係數及安全率又不會設得太緊迫 (譬如說安全率只採用 1.05, 那顯然是太小了), 這時所選用的齒輪應該可以放心的使用。

KHK 型錄內所刊登的齒輪強度數值，是以日本齒輪製造工業協會「JGMA」所推薦的公式，加上一定的轉速、配對齒輪齒數、種種預設參數、所算得的結果，這是提供使用者在選用時的一個概略方向。

等要精細強度查核時，請使用該當齒輪的網頁下方之「強度計算」功能，輸入更為確定的使用參數 DATA，便可以求算出比較接近實情的齒輪容許強度。

我們要再次強調，所算得的「齒輪容許強度」和實際運作時的情形仍會有些許的差距，不是小就是多。

應用科學沒有絕對的數值，也沒有標準答案。

以上說明

感謝您的用心