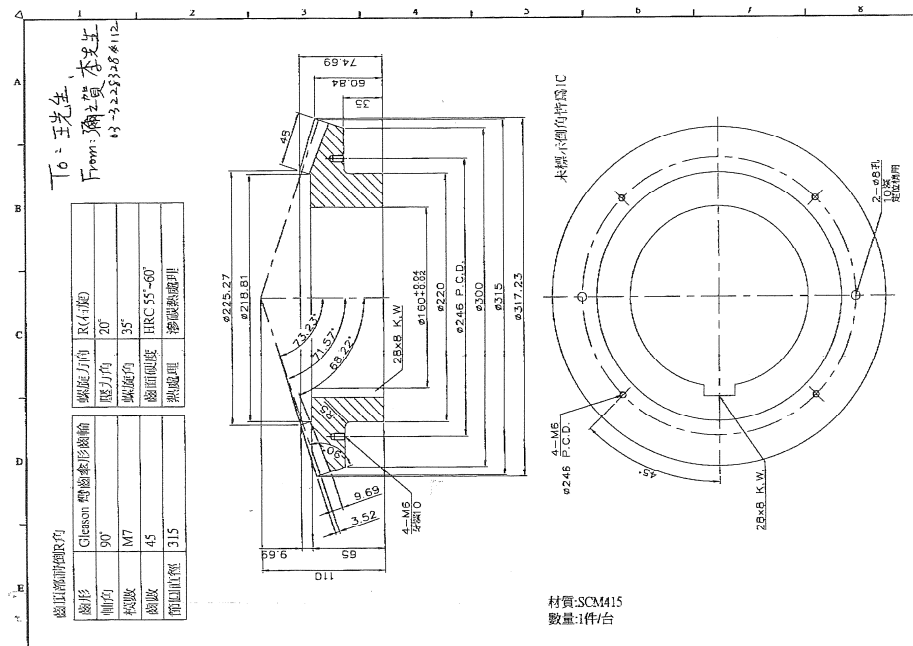
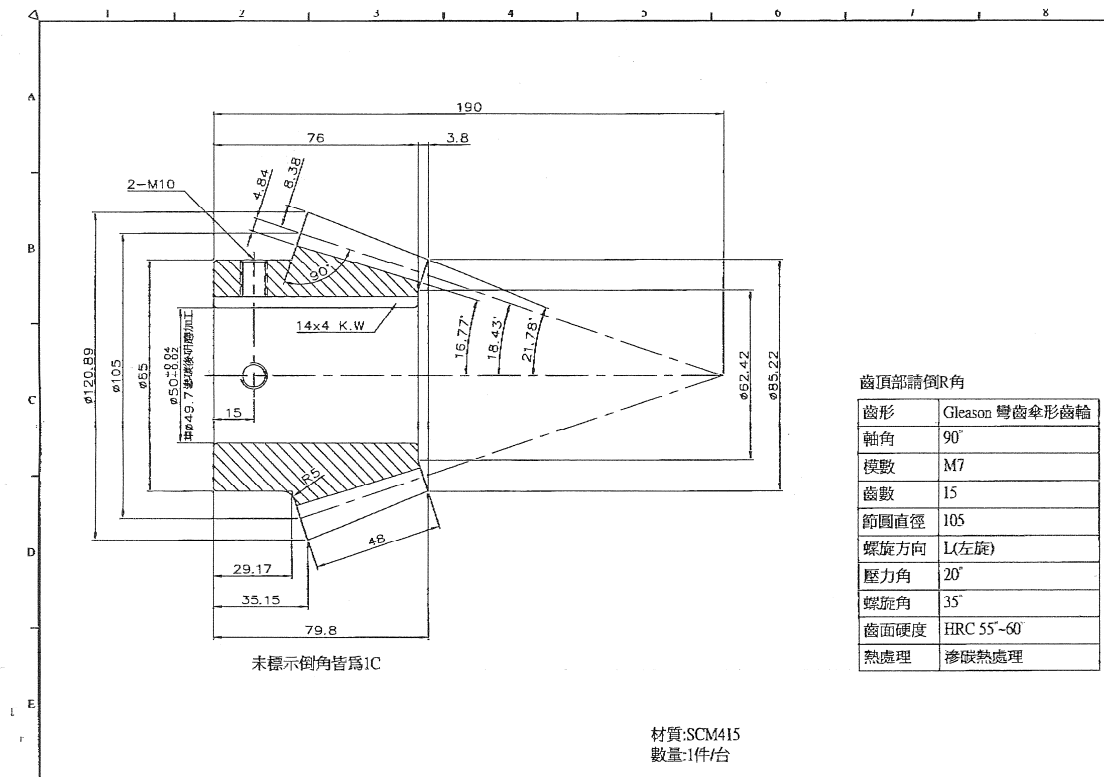


問：

材質為 SCM415 之彎齒傘形齒輪（如下圖）， M7-15TLH / M7-45TRH ，其容許強度為何？（小齒輪之轉速為 135RPM）



答：

依 GLEASON 之計算公式、彎曲（抗折）強度計算 [JGMA403-01]及彎齒傘形齒輪 齒面（面壓）強度計算 [JGMA404-01]，得以下之計算結果如下，請依實際的負荷判斷齒輪的強度是否足夠。齒輪的損壞原因很多，強度不足僅是其中原因之一。通常只有小齒輪發生損壞時，應該是屬於小齒輪強度不足所引起的，這時變更小齒輪的材料、提高小齒輪的硬度，可以獲得改善。另外，螺絲或機殼上異物的掉落、熱處理不當造成齒根部的淬火裂痕，也是在齒輪使用一段時間（4 個月）後，急性損壞的常見原因，敬請一併檢討。

彎齒傘形齒輪 尺寸計算

2012/03/08

齒輪種類	GLEASON 彎齒傘形齒輪	
軸角	90° 0' 0"	
正面（軸直角）模數	7	
齒直角壓力角	20° 0' 0"	
螺旋角	35° 0' 0"	
	小齒輪	大齒輪
齒數	15	45
縱轉位係數	0.34667	-0.34667
圓弧齒厚係數（橫轉位係數）	0	0
圓錐距離	166.01958	
齒幅（齒面寬）	48	
基準圓（節圓）直徑	105	315
齒冠高	8.37667	3.52333
齒根高	4.83933	9.69267
全齒高	13.216	13.216
外端齒頂圓直徑	120.89361	317.22835
裝配距離	190	110
全長	79.79955	74.6941
外端齒頂尖端至裝配底部	35.14893	60.84253
內端齒頂圓直徑	85.21862	225.26985
基準圓錐角（節錐角）	18°26' 6"	71°33'54"
齒頂圓錐角	21°46'34"	73°14' 5"
齒底圓錐角	16°45'55"	68°13'26"
正面咬合率	1.23483	

彎齒傘形齒輪 彎曲（抗折）強度計算 [JGMA403-01]

2012/03/08

適用模數	1.5~25	mm
適用節圓直徑 d	~1600	mm 直齒傘形齒輪
	~1000	mm 彎齒傘形齒輪
適用圓周速率 v	~25	m/s
適用回轉速率 n	~3600	rpm

$$F_m = \frac{102P}{v_m} = \frac{1.95 \times 10^6 P}{d'n} = \frac{2000T}{d'}$$

$$P = \frac{F_m v_m}{102} = \frac{10^{-6}}{1.95} F_m d' n$$

$$T = \frac{F_m d'}{2000} = \frac{974P}{n}$$

$$F_t \leq F_{t\lim}$$

$$\sigma_F \leq \sigma_{F\lim}$$

$$F_{m\lim} = 0.85 \cos \beta_m \sigma_{F\lim} \frac{R_a - 0.5b}{R_a} \frac{mb}{Y_F Y_\epsilon Y_\beta Y_C} \left(\frac{K_L K_{FX}}{K_M K_V K_O} \right) \frac{1}{K_R}$$

$$\sigma_F = F_m \frac{Y_F Y_\epsilon Y_\beta Y_C}{0.85 \cos \beta_m mb R_a - 0.5b} \left(\frac{K_M K_V K_O}{K_L K_{FX}} \right) K_R$$

容許圓周力 $F_{m\lim}$ (kgf)	1536.30263	1603.43646
容許力矩 (kgf·m)	68.99617	216.03356
容許動力 (kW)	9.56551	9.9835
齒輪種類	GLEASON 彎齒傘形齒輪	
軸角	90° 0' 0"	
正面（軸直角）模數	7	
齒直角壓力角	20° 0' 0"	
螺旋角	35° 0' 0"	
	小齒輪	大齒輪
齒數	15	45
基準圓（節圓）直徑	105	315
基準圓錐角（節錐角）	18°26' 6"	71°33'54"
圓錐距離	166.01958	
齒幅（齒面寬）	48	
中央節圓直徑	89.82107	269.4632
齒冠高	8.37667	3.52333

齒根高	4.83933	9.69267
全齒高	13.216	13.216
齒頂圓直徑	120.89361	317.22835
正面咬合率	1.23483	
重疊咬合率	1.78662	
精度	JIS 3	JIS 3
CROWNING 加工	有	
刀具直徑	304.8	
材料	SCM415	SCM415
熱處理	滲碳熱處理	滲碳熱處理
芯部硬度	HB 270	HB 270
齒面硬度	HV 600	HV 600
轉速 (rpm)	135	45
圓周切線速度 (m/s)	0.74215	
反覆次數	10,000,000 以上	
負荷方向	兩方向	
齒輪的支撐方法	兩齒輪皆單側支撐	
軸心及齒輪箱之剛性	普通	
有效齒幅 (齒面寬)	48	
齒形係數基本值	2.32176	2.22455
齒形係數	2.32176	2.22455
荷重分配係數	0.80983	
螺旋角係數	0.75	
刀具直徑影響係數	0.95	
壽命係數	1	1
尺寸係數	0.98	0.98
齒向荷重分佈係數	1.8	
動荷重係數	1	1
過負荷係數	1.25	
信賴度係數	1.2	
容許齒根彎曲應力 σ_{Flim} (kgf/mm ²)	28.33333	28.33333

彎齒傘形齒輪 齒面（面壓）強度計算 [JGMA404-01]

2012/03/08

適用模數	1.5~25	mm
適用節圓直徑 d	~1600	mm 直齒傘形齒輪
	~1000	mm 彎齒傘形齒輪
適用圓周速率 v	~25	m/s
適用回轉速率 n	~3600	rpm

$$F_m = \frac{102P}{v_m} = \frac{1.95 \times 10^6 P}{d'n} = \frac{2000T}{d'} \quad v = \frac{\pi d'n}{60000}$$

$$P = \frac{F_m v_m}{102} = \frac{10^{-6}}{1.95} F_m d'n$$

$$T = \frac{F_m d'}{2000} = \frac{974P}{n}$$

$$F_t \leq F_{t\lim}$$

$$\sigma_H \leq \sigma_{H\lim}$$

$$F_{m\lim} = \left(\frac{\sigma_{H\lim}}{Z_M} \right)^2 \frac{d_{01}}{\cos \delta_{01}} \frac{R_a - 0.5b}{R_a} b \frac{i^2}{i^2 + 1} \left(\frac{K_{HL} Z_M Z_R Z_V Z_W K_{HX}}{Z_H Z_H Z_\beta} \right)^2 \frac{1}{K_{H\beta} K_V K_O} \frac{1}{C_R^2}$$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{\cos \delta_{01} F_m}{d_{01} b} \frac{i^2 + 1}{i^2} \frac{R_a}{R_a - 0.5b} \frac{Z_H Z_M Z_\epsilon Z_\beta}{K_{HL} Z_L Z_R Z_V Z_W K_{HX}} \sqrt{K_{H\beta} K_V K_O} C_R}$$

容許圓周力 $F_{m\lim}$ (kgf)	1707.72887	
容許力矩 (kgf·m)	76.69502	
容許動力 (kW)	10.63286	
齒輪種類	GLEASON 彎齒傘形齒輪	
軸角	90° 0' 0"	
正面（軸直角）模數	7	
齒直角壓力角	20° 0' 0"	
螺旋角	35° 0' 0"	
	小齒輪	大齒輪
齒數	15	45
基準圓（節圓）直徑	105	315
基準圓錐角（節錐角）	18°26' 6"	71°33'54"
圓錐距離	166.01958	
齒幅（齒面寬）	48	
中央節圓直徑	89.82107	269.4632
齒冠高	8.37667	3.52333

齒根高	4.83933	9.69267
全齒高	13.216	13.216
齒頂圓直徑	120.89361	317.22835
正面咬合率	1.23483	
重疊咬合率	1.78662	
精度	JIS 3	JIS 3
CROWNING 加工	有	
齒面精加工方法	精切削	精切削
齒面平均粗度 (Rmax)	12.5	12.5
材料	SCM415	SCM415
熱處理	滲碳熱處理	滲碳熱處理
芯部硬度	HB 270	HB 270
齒面硬度	HV 600	HV 600
轉速 (rpm)	135	45
圓周切線速度 (m/s)	0.74215	
潤滑油之動黏度 (cSt)	100	
反覆次數	10,000,000 以上	
負荷方向	兩方向	
齒輪的支撐方法	兩齒輪皆單側支撐	
軸心及齒輪箱之剛性	普通	
有效齒幅 (齒面寬)	48	
領域係數	2.13072	
材料常數係數 (kgf/mm ²) ^{0.5}	60.60368	
咬合率係數	0.8999	
螺旋角係數	1	
壽命係數	1	
潤滑油係數	1.0051	1.0051
粗度係數	0.91738	0.91738
潤滑速度係數	0.94829	0.94829
硬度比係數	1	1
尺寸係數	1	
齒向荷重分佈係數	2.1	

動荷重係數	1	1
過負荷係數	1.25	
信賴度係數	1.15	
容許齒面赫茲應力 σ_{Hlim} (kgf/mm ²)	160	160