



文件序號：T2020287

技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	小齒輪之單側磨損問題
重點	小齒輪之單側磨損問題
產出日期	2020/05/21
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



問：

使用 SS2-18J15 小齒輪與 SRFD2-1500，今天只運轉約 30min，減速機輸出轉速 2 rpm。

小齒輪磨損狀況如下所示，但齒條狀況良好。這樣的磨損狀況會不會令小齒輪的使用壽命縮的很短？



問題為何？謝謝

答：

以磨耗的情形來看，不一定是所選用齒輪的容許強度接近或小於實際負荷所致。

而，通常齒條的強度會比齒輪大上許多（彎曲強度，齒條只講容許切線力，不講容許力矩）

如果真是強度不足且比負荷小很多，則運轉後齒輪的損壞應該會立即以齒的斷裂來表現。

SS2-18J15 齒輪強度計算



SS 正齒輪[SS2-18J15] 的強度計算結果 (齒面無熱處理)

【計算結果】

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---		--- 面壓強度 [JGMA402-01] ---	
容許切線力 (kgf)	204.5957	容許切線力 (kgf)	24.2004
容許力矩 (kgf-m)	3.6827	容許力矩 (kgf-m)	0.4356
容許動力 (kW)	0.0076	容許動力 (kW)	0.0009

【使用條件輸入值】

配對種類	[齒條]
配對齒數	-
配對齒面寬	[20]
配對齒輪加工法	[切削]
回轉數	[2.0] rpm
反覆回轉數	[10,000,000 以上]
負荷方向	[兩方向]
過負荷係數	[1.25]
潤滑油之動態黏	[ISO VG 100] cSt
齒輪的支撐方向	[單側支撐]
安全率	[1.2]

【各項係數值】

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---	
有效齒面寬	20.0000
齒形係數	2.8979
荷重分配係數	0.5697
螺旋角係數	1.0000
壽命係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
動荷重係數 [注]	1.0000
過負荷係數	1.2500
安全率	1.2000
容許彎曲應力	12.6667



--- 面壓強度 [JGMA402-01] --	
領域係數	2.4946
材質係數	60.6037
咬合率係數	1.0000
螺旋角係數	1.0000
壽命係數	1.0000
潤滑油係數	1.0000
粗度係數	1.0684
潤滑速度係數	0.9000
硬度比係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
荷重分布係數	1.6056
動荷重係數 [注]	1.0000
過負荷係數	1.2500
安全率	1.2000
容許赫茲應力	49.0000

[注] 齒形經過修正 JIS 4 級

SRFD2-1500 齒輪強度計算

SRFD 裝配加工齒條 [SRFD2-1500] 的強度計算結果 (齒面無熱處理)

【計算結果】

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---	
容許切線力 (kgf)	390.8255
容許力矩 (kgf-m)	0.0000
容許動力 (kW)	1.2041

--- 面壓強度 [JGMA402-01] --	
容許切線力 (kgf)	72.5837
容許力矩 (kgf-m)	0.0000
容許動力 (kW)	0.2236

【使用條件輸入值】

配對種類	[正齒輪]
配對齒數	[30]
配對齒面寬	[20]
配對齒輪加工法	[切削]
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]
安全率	[1.2]

【各項係數值】

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---	
有效齒面寬	20.0000
齒形係數	2.0665
荷重分配係數	0.5503
螺旋角係數	1.0000
壽命係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
動荷重係數 [注]	1.0000
過負荷係數	1.0000
安全率	1.2000
容許彎曲應力	13.3333

[注] 無齒形經過修正 JIS 4 級

--- 面壓強度 [JGMA402-01] -	
領域係數	2.4946
材質係數	60.6037
咬合率係數	1.0000
螺旋角係數	1.0000
壽命係數	1.0000
潤滑油係數	1.0000
粗度係數	1.1039
潤滑速度係數	0.9000
硬度比係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
荷重分布係數	1.3667
動荷重係數 [注]	1.0000
過負荷係數	1.0000
安全率	1.2000
容許赫茲應力	52.5000

如果能夠知道實際負荷力矩，那將會更方便比對。

又照片上顯示齒輪的磨耗大部份只侷限現在馬達側，這表示馬達軸與齒條在運轉時的咬合情形是不平行的，才會讓齒輪出現『吃孤邊』單側磨損的情形。由於分攤的齒面面積不足（幾乎只剩下 20%），這會讓應力更為集中（升高約 4~5 倍）。更容易造成齒輪的磨損，顯得強度不足。

改善：

先將馬達座校正，使馬達軸確實平行齒條，這會改善齒承（tooth bearing）情形，讓應力平均分布於齒面上減少齒面上應力的集中，從而使磨耗降低。



且要提升並保持馬達座的剛性，使運轉時不至於讓應力影響到馬達座的彎曲變形。

至於小齒輪如果加以齒面硬化，會不會提高其彎曲強度？

經計算得出：

SSG2-18J15 齒輪強度計算

SSG 齒研正齒輪[SSG2-18J15] 的強度計算結果（齒面有熱處理）

【計算結果】

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---		--- 面壓強度 [JGMA402-01] --	
容許切線力 (kgf)	204.5957	容許切線力 (kgf)	90.5842
容許力矩 (kgf-m)	3.6827	容許力矩 (kgf-m)	1.6305
容許動力 (kW)	0.0076	容許動力 (kW)	0.0033

【使用條件輸入值】

配對種類	[齒條]
配對齒數	-
配對齒面寬	[20]
配對齒輪加工法	[切削]
回轉數	[2.0] rpm
反覆回轉數	[10,000,000 以上]
負荷方向	[兩方向]
過負荷係數	[1.25]
潤滑油之動態黏	[ISO VG 100] cSt
齒輪的支撐方向	[單側支撐]
安全率	[1.2]

【各項係數值】

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---	
有效齒面寬	20.0000
齒形係數	2.8979
荷重分配係數	0.5697
螺旋角係數	1.0000



壽命係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
動荷重係數 [注]	1.0000
過負荷係數	1.2500
安全率	1.2000
容許彎曲應力	12.6667

[注] 無齒形經過修正 JIS 3 級

--- 面壓強度 [JGMA402-01] ---	
領域係數	2.4946
材質係數	60.6037
咬合率係數	1.0000
螺旋角係數	1.0000
壽命係數	1.0000
潤滑油係數	1.0000
粗度係數	1.0662
潤滑速度係數	0.9500
硬度比係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
荷重分布係數	1.6056
動荷重係數	1.0000
過負荷係數	1.2500
安全率	1.2000
容許赫茲應力	90.0000

表示不管有無熱處理，**SS2-18J15** 或 **SSG2-18J15** 二者的容許彎曲應力是相同的 (**3.6827 kgf-m**)

熱處理並不會改變齒輪的彎曲強度，但會增強齒輪的面壓強度（但這也在高速運轉時才能顯示其優異性，低速運轉則沒有顯著效果）

如果無法正確瞭解實際負荷，且真的經過以上的改善，還無法避免齒輪的磨損，則表示確實是強度不足所引起的，這時就要改變材質（提升）才能真的獲得改善。

將材質由 **S45C** 換成 **SCM415** 時彎曲強度會增加約 2.47 倍 (**9.1099kgf -m**)



MSGB2-18 齒輪強度計算

MSGB 齒研正齒輪[MSGB2-18] 的強度計算結果

【計算結果】

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---		--- 面壓強度 [JGMA402-01] ---	
容許切線力 (kgf)	506.1052	容許切線力 (kgf)	308.1652
容許力矩 (kgf-m)	9.1099	容許力矩 (kgf-m)	5.5470
容許動力 (kW)	0.0187	容許動力 (kW)	0.0114

【使用條件輸入值】

配對種類	[齒條]
配對齒數	-
配對齒面寬	[20]
配對齒輪加工法	[切削]
回轉數	[2.0] rpm
反覆回轉數	[10,000,000 以上]
負荷方向	[兩方向]
過負荷係數	[1.25]
潤滑油之動態黏	[ISO VG 100] cSt
齒輪的支撐方向	[單側支撐]
安全率	[1.2]

【各項係數值】

--- 彎曲強度 [JGMA401-01] ---	
有效齒面寬	20.0000
齒形係數	2.8979
荷重分配係數	0.5697
螺旋角係數	1.0000
壽命係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
動荷重係數 [注]	1.0000
過負荷係數	1.2500
安全率	1.2000
容許彎曲應力	31.3333

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



--- 面壓強度 [JGMA402-01] ---	
領域係數	2.4946
材質係數	60.6037
咬合率係數	1.0000
螺旋角係數	1.0000
壽命係數	1.0000
潤滑油係數	1.0000
粗度係數	1.0662
潤滑速度係數	0.9500
硬度比係數	1.0000
尺寸係數	1.0000
荷重分布係數	1.6056
動荷重係數 [注]	1.0000
過負荷係數	1.2500
安全率	1.2000
容許赫茲應力	166.0000

[注] 無齒形經過修正 JIS 1 級