

The Fatigue Analysis and Optimization for Automobile Steering Wheels

姚格能、王正賢

E-mail: 9423583@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

Steering wheels have been the one which has the huge variety in product development. As the market keen competition, lots of steering wheel manufacturers are endeavor to show their capabilities in technology and to do market expand. Because of this, they improve the traditional steel armature to aluminum die casting armature and now to Aluminum-Magnesium alloy armature to instead of steel armature. In order to combine the airbag module and to achieve the light target, the trend is now going to use Aluminum alloy or Magnesium alloy armature. During the product development period, modification is normally needed after the first trial. It will have lots of effects no matter in project timing, cost, tooling life or product quality. This is why that CAE analysis become much more important in new product development. In this research, the key issues are expected to be found out by using the design software. Through computer software modification, it can reduce the design low error even zero. At the same time, Taguchi method was adopted together with ANSYS to find out the best design parameter so as to create the best design for aluminum alloy armature and magnesium alloy armature. It can also be used to establish steering wheel design's CAE analysis fixture standard to reduce development timing so as to meet customer's quick requirement and to reduce the risk in product development and increase the reliability of design. Through the ultimate analysis to prove that steering wheel armature structure strength fail position is same as real product. Through this study to find out the improve method and product design development model.

Keywords : Steering wheels ; Magnesium alloy ; CAE analysis

Table of Contents

封面內頁 簽名頁 授權書	iii 中文摘要
v 英文摘要	vii 誌謝
viii 目錄	ix 圖目錄
xii 表目錄	xiv 第一章 緒論 1.1 研究動機.....
.....1 1.2 研究目的.....4 1.3 研究方法.....4 1.3 研究方法.....
.....5 1.4 研究限制與假設.....8	第二章 文獻探討 2.1 鋁合金概論.....
.....10 2.2 鎂合金概論.....12	2.2 疲勞現象.....
.....17 2.3.1 疲勞破壞過程.....18	2.3.2 材料單調拉伸性質.....19
2.3.3 材料循環應力性質.....20	2.3.4 材料循環應變性質.....23
2.4 田口方法.....	2.4 田口方法.....
26 2.4.1 實驗設計.....27	2.4.2 直交表.....27
2.4.3 田口方法的步驟.....30	第三章 汽車方向盤開發與規範 3.1 汽車方向盤開發之概念.....
31 3.2 汽車方向盤支架之設計.....36	3.2 汽車方向盤的規範.....41
3.3 靜負荷試驗.....46	3.3.1 靜負荷試驗.....46
3.3.2 傾斜負荷試驗.....47	3.3.2 傾斜負荷試驗.....47
3.3.3 彎曲負荷試驗.....49	3.3.3 彎曲負荷試驗.....49
3.3.4 扭轉疲勞試驗.....51	3.3.4 扭轉疲勞試驗.....51
3.3.5 彎曲疲勞試驗.....52	3.3.5 彎曲疲勞試驗.....52
第四章 汽車方向盤之結構分析與最佳化 4.1 汽車方向盤之2D結構與3D模型之設計.....53	4.2 電腦輔助工程分析.....
56 4.2.1 靜負荷分析.....62	4.2.1 靜負荷分析.....62
4.2.2 傾斜負荷分析.....68	4.2.2 傾斜負荷分析.....68
4.2.3 彎曲負荷分析.....70	4.2.3 彎曲負荷分析.....70
4.2.4 扭轉疲勞分析.....74	4.2.4 扭轉疲勞分析.....74
4.2.5 彎曲疲勞分析.....74	4.2.5 彎曲疲勞分析.....74
4.3 田口方法之應用.....75	第五章 結果與討論 5.1 結果.....
82 5.2 討論.....87	5.2 討論.....87
6.1 結論.....87	第六章 結論與未來展望 6.1 結論.....90
6.2 未來展望.....91	6.2 未來展望.....91
附錄.....91	參考文獻.....90
圖目錄 圖 1.1 美國機動車每十萬掛牌車輛之死亡人數事故統計圖.....3	圖 1.2 美國機動車每十萬人車禍死亡人數統計圖.....
3 圖 1.3 研究方法.....7	圖 2.1 應力-應變圖.....
20 圖 2.2 循環應力曲線.....22	圖 2.3 應變循環疲勞試驗量測之材料遲滯迴圈.....
24 圖 2.4 循環應力-應變曲線.....25	圖 3.1 汽車方向盤分類圖.....
32 圖 3.2 支架分類圖.....33	圖 3.2 支架分類圖.....33
34 圖 3.3 方向盤開發流程圖.....35	圖 3.3 方向盤開發流程圖.....35
35 圖 3.4 方向盤製造流程圖.....35	圖 3.4 方向盤製造流程圖.....35
35 圖 3.5 高級方向盤的控制界面	圖 3.5 高級方向盤的控制界面

..... 40 圖 3.6 靜負荷試驗示意圖.....	46 圖 3.6 靜負荷試驗實驗圖
..... 47 圖 3.7 傾斜負荷試驗示意圖.....	48 圖 3.7 傾斜負荷試驗
實驗圖.....	48 圖 3.8 彎曲負荷試驗示意圖.....
49 圖 3.8 彎曲負荷	49 圖 3.8 彎曲負荷
試驗實驗圖.....	50 圖 3.9 扭轉疲勞試驗.....
51 圖 3.10 彎曲	51 圖 3.10 彎曲
疲勞試驗.....	52 圖 4.1 汽車方向盤之結構圖.....
53 圖 4.2 方	53 圖 4.2 方
向盤支架之2D圖.....	55 圖 4.3 有限元素分析流程圖.....
60 圖 4.4	60 圖 4.4
旋轉彎曲疲勞曲線.....	61 圖 4.5 A356 S-N Curve.....
61	61
圖 4.6 3D 幾何模型.....	62 圖 4.7 AM60B 材料機械性質.....
.....	63 圖 4.9 網格元素大小.....
63 圖 4.8 AM60B S-N Curve.....	63 圖 4.9 網格元素大小.....
.....	64 圖 4.10 方向盤支架網格化.....
64 圖 4.10 方向盤支架網格化.....	64 圖 4.11 靜負荷固定位置.....
.....	65 圖 4.12 靜負荷施力方式.....
65 圖 4.12 靜負荷施力方式.....	66 圖 4.13 靜負荷應力分佈圖 (Type 1)
.....	66 圖 4.13 靜負荷應力分佈圖 (Type 1)
67 圖 4.14 傾斜負荷施力方式.....	68 圖 4.15 傾斜負荷應力分佈圖 (Type 1) ...
67 圖 4.14 傾斜負荷施力方式.....	68 圖 4.15 傾斜負荷應力分佈圖 (Type 1) ...
.....	69 圖 4.16 彎曲負荷固定位置.....
69 圖 4.16 彎曲負荷固定位置.....	70 圖 4.17 彎曲負荷施力方式.....
.....	71 圖 4.18 彎曲負荷應力分佈圖 (Type 1)
71 圖 4.18 彎曲負荷應力分佈圖 (Type 1)	72 圖 4.19 反覆扭轉負荷施力方式 (Type
71 圖 4.18 彎曲負荷應力分佈圖 (Type 1)	72 圖 4.19 反覆扭轉負荷施力方式 (Type
1)	72 圖 4.19 反覆扭轉負荷施力方式 (Type
73 圖 4.20 反覆彎曲負荷施力方式 (Type 1)	74 圖 4.21 魚骨圖.....
73 圖 4.20 反覆彎曲負荷施力方式 (Type 1)	74 圖 4.21 魚骨圖.....
.....	76 圖 5.1 傾斜負荷試驗曲線.....
76 圖 5.1 傾斜負荷試驗曲線.....	83 圖 5.2 方向盤支架應力集中位置圖.
.....	83 圖 5.2 方向盤支架應力集中位置圖.
85 圖 5.3 方向盤支架再改善示意圖.....	86 表目錄 表 2.1 鋁合金特性表.....
85 圖 5.3 方向盤支架再改善示意圖.....	86 表目錄 表 2.1 鋁合金特性表.....
.....	11 表 2.2 壓鑄用之鎂合金元素編碼.....
11 表 2.2 壓鑄用之鎂合金元素編碼.....	15 表 2.3 四水準直交
11 表 2.2 壓鑄用之鎂合金元素編碼.....	15 表 2.3 四水準直交
表 L16(45).....	28 表 3.1 材料機械性質表.....
表 L16(45).....	28 表 3.1 材料機械性質表.....
.....	37 表 3.2 材料物理
.....	37 表 3.2 材料物理
性質表.....	38 表 3.3 鎂鋁合金材料化學成分表.....
性質表.....	38 表 3.3 鎂鋁合金材料化學成分表.....
.....	38 表 3.4 試驗規格
.....	38 表 3.4 試驗規格
表.....	43 表 4.1 ANSYS 分析領域.....
表.....	43 表 4.1 ANSYS 分析領域.....
.....	57 表 4.2 ANSYS
.....	57 表 4.2 ANSYS
之產業應用.....	58 表 4.3 汽車方向盤設計控制因子及水準表.....
之產業應用.....	58 表 4.3 汽車方向盤設計控制因子及水準表.....
.....	77 表 4.4 L9(34)
.....	77 表 4.4 L9(34)
直交表.....	78 表 4.5 最佳設計參數表.....
直交表.....	78 表 4.5 最佳設計參數表.....
.....	79 表 4.6 最佳
.....	79 表 4.6 最佳
設計參數分析表.....	80 表 6.1 設計參數表.....
設計參數分析表.....	80 表 6.1 設計參數表.....
.....	88 表 6.2 最
.....	88 表 6.2 最
佳化設計效果表.....	89
佳化設計效果表.....	89

REFERENCES

- [1] 劉俊宏，車架結構之碰撞強度分析碩士論文，大葉大學 機械工程學系，2002。
- [2] National Highway Traffic Safety Administration National Center for Statistics and Analysis U.S. Department of Transportation Washington, DC 20590, Crash Data Report 1990-1999, 47. JULY 2002 [3] 林文樹，AZ91D 壓鑄鎂合金之熱間鍛造性及手機外殼混合成形之應用研究，國立成功大學 材料科學及工程學系，2002。
- [4] 梁卓中 徐慶瑜，結構疲勞分析簡介，海軍官校季刊19卷，6期。
- [5] Socie, D. F., Mitchell, M. R. and Caulfield, E. M., " Fundamentals of Modern Fatigue Analysis," FCP Report No. 26, Fracture Control Program, University of Illinois, (1978).
- [6] Esin, A., " A Method of Correlating Different Types of Fatigue Curves," International Journal of Fatigue, 2(4), 153, 158, (1980).
- [7] Tucker, L. E, Landgraf, R. W. and Brose, W. R., " Proposed Technical Report on Fatigue Properties for the SAE Handbook," SAE Technical Paper 740279, SAE, (1974).
- [8] Socie, D. F. and Morrow, J., " Review of Contemporary Approaches to Fatigue Damage Analysis in: Risk and Failure Analysis for Improved Performance and Reliability," J. J. Burke and V. Weiss, Plenum Publishing Corp., 141, 194, (1980).
- [9] 吳祥輝，應用模糊田口方法於架空式起重機桁架穩健多目標最佳設計 碩士論文，高雄第一科技大學，2003。
- [10] 李輝煌，田口方法-品質設計的原理與實務，二版，臺灣:高立圖書，44。
- [11] 陳精一，ANSYS6.0電腦輔助工程分析，初版，臺灣:全華科技圖書股份有限公司，1-4。
- [12] Alan P. Druschitz, Eric R. Showalter, Joseph B. McNeill and David L. White ; INTERMET Corporation, Evaluation of Structural and High-Temperature Magnesium Alloys, SAE TECHNICAL PAPER SERIES, 2002-01-0080 [13] J.-P. GABATHULER, H. J. HUBBER, and J. ERLING: Proc.Int. Conf and Proc. Int. Conf.on ' Aluminium alloys: new processing technologies ' Ravenna, and Italy, June 1993, 169 – 180; (1993).