

Analysis of the tire failure strength

蔡弦矩、賴?民

E-mail: 344725@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

Radial tire is a great invention in the world. It ' s long development time and requires a lot of manpower and cost. For each test are need to verify. In particular the strength of the tire, directly affected the user and road users of safety. Therefore, using the finite element analysis can speed up the process of design and development, reduce the verification times and lower development costs. This study is to analyze the deformation and stress of the tire, first create a solid model of the tire. Use the nonlinear analysis with ANSYS software to finite element analysis radial tire. Simulation of the tires can withstand several times the damage caused by internal pressure, and then with the actual maximum the tires pressure blasting verified by comparing the reliability of the results of theoretical calculations. Finally, the use of Taguchi quality engineering method is proposed to improve the response for optimal design factor, and reduce the maximum stress of 13.40 percent, reduce chances of tire damage.

Keywords : radial tire、ANSYS、nonlinear、finite element analysis、Taguchi

Table of Contents

封面內頁 簽名頁 中文摘要 iii ABSTRACT iv 誌謝 v 目錄 vi 圖目錄 ix 表目錄 xi 1. 緒論 1 1.1 研究背景與動機 1 1.2 研究目的 2 1.3 研究流程 3 2. 文獻探討 5 2.1 文獻回顧 5 2.2 輪胎製程簡介 8 3. 研究方法 11 3.1 輪胎構造簡介 11 3.2 輪胎規格標示方法 15 3.3 橡膠理論 16 3.4 簾紗層理論 23 3.5 鋼線理論 25 3.6 有限元素法基本原理 28 4. 模型分析與驗證 31 4.1 分析流程 31 4.2 建構模型 32 4.3 輪胎的材料特性 35 4.4 輪胎的分析過程 39 4.4.1 設定幾何與連結關係 39 4.4.2 網格設定 42 4.4.3 邊界條件設定 45 4.4.4 設定等效應力 48 4.5 收斂性分析 48 4.6 結果分析 50 4.6.1 最大充氣壓力結果 50 4.6.2 破壞強度模擬分析 53 5. 最佳化設計方法 57 5.1 實驗計劃法 57 5.2 田口實驗計劃法 58 5.2.1 產品穩健設計 59 5.2.2 信號雜音比 60 5.2.3 直交表 61 5.2.4 田口品質工程方法分析 62 5.3 最佳化分析結果 63 6. 結論與未來展望 71 6.1 結論 71 6.2 未來展望 72 參考文獻 73

REFERENCES

1. 丁羽辰(2006), “車用先進輪胎擬靜態壓縮試驗”, 國立成功大學航空太空工程學系研究所碩士論文。
2. 于洪、鄭陽等人(2007), “子午線輪胎結構設計與製造工藝”, 中國橡膠工業協會, 267-270。
3. 王嘉麒(2007), “利用有限元素法建構3維的舌頭力學模型”, 國立中央大學電機工程研究所碩士論文。
4. 王鳴先(2000), “複材輪胎之振動行為”, 國立台灣科技大學機械工程系研究所碩士論文。
5. 石琴(2005), “受地面接觸約束的子午線輪胎的模態分析”, 合肥工業大學機械與汽車工程學院。
6. 石琴(2006), “基於有限元理論的輪胎剛度特性的仿真研究”, 合肥工業大學機械與汽車工程學院。
7. 庄繼德(1996), “汽車輪胎學”, 北京理工大學出版社。
8. 吳復強(2005), “產品穩健設計-田口方法之原理與應用”, 全威圖書有限公司, 7-10。
9. 李俊傑(2000), “氣壓輪胎之滾動摩擦行為之電腦模擬”, 國立成功大學工程科學系研究所碩士論文。
10. 李慶專(2006), “應用田口實驗法於快速原型系統參數設計之研究”, 國立台灣科技大學高分子工程系研究所碩士論文。
11. 李輝煌(2000), “田口方法-品質設計的原理與實務”, 高立圖書有限公司, 36-40。
12. 林柏翰(2003), “磨耗型產品壽命之評估及可靠度提升模型之研究”, 義守大學工業工程與管理研究所碩士論文。
13. 林家弘(1999), “輪胎磨耗不均與接地壓力關係之研究”, 國立台灣大學機械工程學研究所碩士論文。
14. 邱仁志(2007), “AZ80鎂合金管材與棒材之熱擠成形性探討”, 國立台灣科技大學機械工程系研究所碩士論文。
15. 邱垂德、潘昌林(2001), 「廢輪胎在公共工程之應用」, 廢棄物在工程上之應用, 台灣營建研究院。
16. 施箴鍼(2006), “應用田口方法於中央胎壓系統(CTIS)設計參數最佳化之研究”, 大葉大學工業工程與科技管理研究所碩士論文。
17. 倉定國(2003), “充氣輪胎之滯滯現象之研究”, 國立成功大學工程科學系研究所碩士論文。
18. 徐清得(1998), “輪胎充氣及路面接觸分析”, 國立成功大學工程科學系研究所碩士論文。
19. 郭文人(1998), “輪胎變形分析”, 國立成功大學工程科學研究所碩士論文。
20. 陳志鏗、李春穎, “COSMOS/Works 2006應用解析-基礎篇”, 高立圖書有限公司, 21-22。
21. 陳翰生(2003), “結合有限元素法和田口法應用於塑膠射出成品補強肋設計之研究”, 大同大學機械工程研究所碩士論文。
22. 黃添進(1991), “應用有限元素法於輪胎的模擬分析”, 國立成功大學機械工程研究所碩士論文。
23. 黃義明(1999), “輪胎與地面接觸之力學探討”, 國立成功大學工程科學系研究所碩士論文。
24. 黃義雄(1997), “輪胎爆胎的分析與改善”, 國立台灣大學機械工程研究所碩士論文。
25. 楊衛民(1998), “子午線輪胎的三維非線性有限元素分析和性能仿真的研究”, 北京化工大學。
26. 葉文濱(2004), “應用田口方法在剛體導引合成機構品質特性參數規劃之研究”, 雲林科技大學機械工程研究所碩士論文。
27. 蔡意輝(2009), “滑蓋彈簧之壽命分析”, 國立台灣科技大學機械工程系碩士論文。
28. 盧義明(1986), “輪胎充氣、迴轉、負重、驅動及剎車時的有限元素法分析”, 私立中原大學機械工程研究所碩士論文。
29. 繆紅燕(2001), “輪胎側偏性能有限元分析”, 北京化工大學機電工程學院。
30. 鍾崑來(2002), “應用

田口式方法於鋼板彎曲成形最佳參數選擇之研究”，國立成功大學造船及船舶機械工程學系研究所碩士論文。 31.顧臻玉(2002)，“超低扁平胎之充氣、接地及滾動狀況下之力學分析”，國立海洋大學系統工程暨造船學系研究所碩士論文。 二、英文文獻 1.Allen, J. M., Cuitino, A. M. and Sernas, V. (1996), “ Numerical investigation of the deformation characteristics and heat generation in pneumatic aircraft tires ”, *Finite Element in Analysis and Design*, 23, 241-290. 2.Cheng, C. C., Young, M. S., Chuang, C. L. and Chang, C. C. (2003), “ Fabrication optimization of carbon fiber electrode with Taguchi method ”, *Biosensors and Bioelectronics*, 18, 847-855. 3.Ebbott, T. G., Hohman, R. L., Jeusette, J. P. and Kerchman, V. (1999), “ Tire Temperature and Rolling Resistance Prediction with Finite Element Analysis ”, *Tire Science and Technology*, 27, 2-21. 4.Fujii, S. (2003), “ Crash analysis of motorcycle tire ”, *JSAE Review*, 24, 471-475. 5.Lu, S. M., Li, Y. M. and Tang, J. C. (2003), “ Optimum design of natural-circulation solar-water-heater by the Taguchi method ”, *Energy*, 28, 741-750. 6.Noor, A. K. and Tanner, J. A. (1985), “ Advances and trends in the development of computational models for tires ”, *Computer and Structures*, 20, 517-533. 7.Shiraishi, M., Yoshinaga, H., Iwasaki, N. and Hayashi, K. (2001), “ Making FEM Tire Model And Applying It For Durability Simulation ”. 8.Watanbe, Y. and Kaldjian, M. J. (1983), “ Modeling and analysis of bias-ply motorcycle tires ”, *Computer and Structures*, 17, 653-658. 9.Yang, L. Y., Shim, V. P. W. and Lim, C. T. (1999), “ A visco- hyperelastic approach to modelling the constitutive behaviour of rubber ”, *International Journal of Impact Engineering*, 24, 545-560.