

複合材料應用於腳踏車軸心有限元素分析與最佳化設計

林琨堡、賴

E-mail: 9808075@mail.dyu.edu.tw

摘要

近年來複合材料廣泛運用於各種不同的場合裡，例如：電子業、建築事業、汽機車工業、船舶工業等；腳踏車各部份機件更是朝質輕、耐磨耗且更大量使用複合材料。本研究主要為考量以複合材料取代鋁鎂合金之可行性，探討以複合材料疊層板運用於腳踏車心軸纖維排列結構之最佳組合；即以有限元素商用軟體ANSYS，模擬探討腳踏車心軸踩動時，所產生的徑向壓力、與扭轉應變所產生角度變化，再探討同時產生徑向壓力與扭轉應變時，所產生之變化，並以基因演算法作最佳化設計之演算法，以求得心軸承受壓力與扭力時，其位移、角度變化量最小之多目標設計問題為目標函數，在限制條件下，找尋等厚度下的最佳製造參數，使其產生位移量最小、旋轉角最小的複合材料疊層排列組合方式，以達到單一目標及多目標的最佳化組合。最後再以自行設計製作之試片與測試治具以實物實驗方式驗證所求得複合材料板疊層排列最佳解之正確性，以期使本研究更具其實用性。

關鍵詞：複合材料、多目標、製造參數、基因演算法、最佳化設計，有限元素分析

目錄

第一章 緒論	1
1.1 緣起	1
1.2 研究動機	2
1.3 研究目的	2
1.4 研究範圍	3
1.5 研究流程	3
第二章 複合材料纏繞心軸設計與應用	6
2.1 腳踏車傳動系統及軸心概述	6
2.2 複合材料概述	8
2.3 複合材料桿件應用文獻回顧	11
2.4 複合材料桿件製作方式介紹	12
2.5 複材圓桿件基本力學性質	13
2.5.1 複材積層板力學性質	14
2.5.2 積層複合材料圓管分析	16
2.5.3 破壞準則	18
第三章 有限元素法分析	19
3.1 數值方法	19
3.2 有限元素分析	20
3.2.1 定義及特色	20
3.2.2 處理程序	21
3.3 ANSYS分析軟體簡介	23
3.3.1 電腦輔助分析基本步驟	23
3.3.2 ANSYS功能簡介	24
3.4 元件有限元素模擬分析	25
3.4.1 腳踏車心軸幾何模型	25
3.4.2 ANSYS模擬建模	27
3.4.3 選用ANSYS建模元素	29
3.4.4 材料性質與座標設定	30
3.4.5 設定模型邊界條件	30
3.4.6 加上負載	31
3.4.7 實際範例應用	32
第四章 最佳化設計	36
4.1 基因演算法之理論基礎	36
4.1.1 基因演算法概述	36
4.1.2 基本觀念介紹	38
4.2 最佳化參數分析	39
4.3 心軸基因演算法設計原則	40
4.4 心軸基因演算法設計範例	43
第五章 研究結果與實驗驗證	48
5.1 複合材料試片的材料參數量測	48
5.2 心軸管件基因演算法最佳化結果	52
5.3 心軸管件有限元素模擬分析結果	55
5.3.1 徑向變形位移量最佳化	56
5.3.2 扭轉軸心方向角度變形量最佳化	60
5.3.2 位移與角度變化最佳化	64
5.4 實驗心軸複合材料管件與模具製作	72
5.4.1 試片治具製作	72
5.4.2 複材試管製作	74
5.4.3 頂壓治具製作	77
5.4.4 實體測試與應證	79
第六章 結論與未來展望	87
6.1 結論	87
6.2 未來展望	88

參考文獻

- [1]. J. Berlamont, Production Oriented Design of Filament Wound Composites, pp. 33-59, Apr. 1990.
- [2]. S. T. Peters, W. D. Humphrey, R. F. Foral, Filament Winding, Composite Structure Fabrication, 1991.
- [3]. Y. M. Tranpol, A. I. Beil, Problems of the Mechanics of Composite Winding-Fabrication of Composite, Handbook of Composites, Vol.4, pp. 45-108, 1983.
- [4]. A. M. Shibley, Filament Winding, Handbook of Composites, 1982.
- [5]. 蔡坤聰, “纏繞式複合材料壓力容器之製程研究”, 國立交通大學機械工程研究所碩士論文, 新竹市, 1998.
- [6]. 游皓全, “纏繞式複合材料壓力容器之強度研究”, 國立交通大學機械工程研究所碩士論文, 新竹市, 1998.
- [7]. 王文庭, “複合材料結構的彈性常數識別”, 國立交通大學機械工程研究所博士論文, 新竹市, 2000.
- [8]. 葉乃綱, “纏繞式複合材料桿件之研製”, 國立交通大學機械工程研究所碩士論文, 新竹市, 2001.
- [9]. 林彥方, “纏繞式桁架之研製”, 國立交通大學工學院精密與自動化工程學程碩士論文, 新竹市, 2003
- [10]. 張維成, “纏繞式複合材料桁架之強度分析”, 國立交通大學工學院機械工程學系碩士論文, 新竹市, 2005
- [11]. S. Kurt Olofsson, P. Gudmundson, L. Anders Strombeck, “Process Simulation of Wet Filament Winding and Curing of Thick Walled Cylinders,” 37, International SAMPLE Symposium, pp. 1132-1145, 1992.
- [12]. R.R. Rizzo and A.A. Vicario, “A Finite Element Analysis of Laminated Anisotropic Tubes,” J. Composite Materials, Vol.4, pp. 37344-359, 1970.
- [13]. N.J. Pagano and J.M. Whitney, “Geometric Design of Composite Cylindrical Characterization Specimens,” J. Composite Materials, Vol.4, pp. 360-379, 1970.

- [14]. H. Fukunaga, & T. W. Chou, " Simplified design techniques for laminated cylindrical pressure vessels under stiffness and strength constraints, " Journal. Comp. Master. , Vol.9, pp. 1157-1169 , 1988.
- [15]. H. Kranderkar, R. Srivivasan, F. Mistree, & W. J .Fuchs, Compromise: " An effective approach for the design of pressure vessels using composite materials, " Computer & Structure, Vol. 33, No. 6, pp. 1465-1477 , 1989.
- [16]. S. Aladi., Summers E. B. & V. E. Verijenko., " Optimization of laminated cylindrical pressure vessels under strength criterion, " Composite Structures, Vol. 25, pp. 305-312 , 1993.
- [17]. R. F. Gibson , " Principles of Composite Material Mechanics, " McGraw Hill Inc. , pp. 190-215 , 1994.
- [18]. 賴?民、王正賢、李東穎, " 應用混合螞蟻演算法於空間桁架之多目標最佳化設計 ", 中華民國力學學會第廿九屆全國力學會議, 新竹市, 2005 [19]. 賴?民、賴志強、許雅真, " 應用遺傳基因演算法於複合材料圓形管件的最佳化設計及實作 ", 第二十屆機械工程研討會論文集, 台北市, 2004