

Finite element model analysis of golf club fabricated with graphite/epoxy composite

黃敏雄、李春穎

E-mail: 9707246@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

The purpose of this report is to study the process of using commercial software ANSYS in the modal analysis of a golf club. Through the computational modal analysis, the characteristic parameter of vibration can be obtained, including natural frequencies, the mode shapes of deformation and stress distribution. The chosen element type and discretization scheme were first verified by analyzing a thin-walled cantilevered rod. By way of comparing to modal characteristics between the golf club made of the composite material and steel, the reason of adopting the composite material instead of steel can be obviously demonstrated. It is found that the calculated natural frequencies converge very quickly by using the finite element model with increasing number of nodes. However, the computational time increased more or less linearly with the number of nodes employed in the model. The first few natural frequencies of the graphite/epoxy golf club by present ANSYS model were found to be within 10% of accuracy comparing with those by experimental modal analysis. Keywords: golf

Keywords : golf club, modal analysis, finite element analysis

Table of Contents

授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	英文摘要.....	v
目錄.....	vii	圖目錄.....	ix	表目錄.....	xii
第一章 緒論.....	1	1.1 研究背景與動機.....	1	1.2 研究目的.....	5
1.3 複合材料性質.....	5	1.4 本報告之內容架構.....	12	第二章 理論基礎.....	14
2.1 軟體設計流程.....	14	2.2 有限元素定義.....	17	2.3 懸臂樑驗證.....	17
2.3.1 問題定義.....	17	2.3.2 分析目標.....	18	第三章 分析方法與結果.....	30
3.1 選用ANSYS的要素.....	30	3.2 桿頭模型之建立.....	33	3.3 ANSYS之分析架構.....	39
第四章 實驗模態分析與結果討論.....	50	4.1 問題定義.....	50	4.2 實驗模態分析.....	50
第五章 結論.....	59	參考文獻.....	60	附錄一 分析程式.....	63
附錄二 碳纖維桿身積層規格.....	63				67

REFERENCES

- [1]. 王.村, 洪研庭, 劉文全, 2003, 「碳纖維高爾夫球桿材料機械性質探討」, 第十一屆中華民國振動與噪音工程學術研討會, 第65頁。
- [2]. Zienkiewicz, O. C., and Campbell, J. S., 1973, "Shape Optimization and Sequential Linear Programming," in Gallagher, R. H. and Zienkiewicz, O. C. eds., Optimal Structural Design, John Wiley, New York, pp. 109-126.
- [3]. Braibant, V., and Fleury, C., 1984, "Shape optimal Design Using B-Spline," Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Vol. 44, pp. 247-267.
- [4]. Hocknell, A., Mitchell, S. R., Jones, P., and Rothberg, S. J., 1998, "Hollow Golf Club Head Modal Characteristics: Determination and Impact Applications," Experimental Mechanics, Vol. 38, pp. 140-146.
- [5]. 王.村, 李建興, 趙志燁, 2006, 「高爾夫球模型驗證及振動特性探討」, 2006 Taiwan ANSYS User Conference, 第5-8頁。
- [6]. 康淵翁, 焜煌, 2003, 「高爾夫1號木桿頭打擊聲響品質之頻譜分析研究」, 大專高爾夫學刊, 第3期, 第26-39頁。
- [7]. 王.村, 黃瑞光, 2000, 「不同球頭之高爾夫球桿聲音品質分析」, 中華民國音響學會第十三屆學術研討會論文集, 第A47-A54頁。
- [8]. 王.村, 林昆正, 徐川洋, 2003, 「高爾夫球頭振動與聲音關聯性之探討」, 中華民國音響學會第十六屆學術研討會論文集, 第212-219頁。

- [9].王.村, 李建興, 許燕吉, 高毓廷, 謝佳雄, 2006, 「不同高爾夫球桿擊球之音頻特性分析」, 中華民國音響學會第十九屆學術研討會論文集, 第A8頁。
- [10].王.村, 趙志燁, 吳建德, 1999, 「應用實驗模態分析於高爾夫球頭素料之材料性質測定」, 中華民國振動與噪音工程學會第七屆學術研討會論文集, 第68-72頁。
- [11].王.村, 陳又毓, 高毓廷, 黃裕仁, 陳詠升, 2008, 「高爾夫球具擊球聲音與振動模態關聯探討」, 中華民國振動與噪音工程學會第十六屆學術研討會論文集, 第C6頁。
- [12].黃振賢, 2004, 機械材料第二版, 新文京開發出版股份有限公司, 第470~475頁。
- [13].劉國雄, 林樹均, 李勝隆, 鄭晃忠, 葉均蔚, 「機械材料學」, 2007, 全華圖書股份有限公司, 第380~381頁。
- [14]. Anonym, 1992, ANSYS User's Guides and Seminar Notes for Revision, Swanson Analysis Systems, Inc.
- [15].翁通楹, 1983, 機械設計手冊上冊, 高立圖書有限公司, 第8-23~8-39頁。
- [16].王.村, 廖學任, 李建興, 2005, 「不同材料模型於碳纖維之機械性質探討」, 中華民國振動與噪音工程第十三屆學術研討會論文集, 第E3頁。
- [17].康淵, 陳信吉, 2007, 「ANSYS 入門」, 全華圖書股份有限-61-公司, 第6-17頁。