

複合材料等厚度疊層板之疊層排序最佳化設計

賴宏源、鄧世剛

E-mail: 9900286@mail.dyu.edu.tw

摘要

基於世界先進國家航太、汽車等產業使用複合材料(Composite Materials)之比率逐年升高，複合材料之強度優勢為其主要之因素。以現行全球各大航太製造工業而言，複合材料之製造以及作業程序，分為結構設計以及分析兩大部分，而其飛行器之蒙皮零件設計以及生產過程中，疊層排序處理佔其相當重要之比例，然對於此疊層之結構排序處理，一般仍多處於以手動排列組合之編排方式。因此，找尋出一套依據製造限制之疊層排序最佳化設計，以協助相關產業進行複合材料零件開發工作，不但可節省複合材料零件開發工時，更可提高複合材料零件的可靠度。本研究以有限元素法(Finite Element Analysis)求解複合材料疊層板之層間應力(Shear Stress)，作為最佳化(Optimization)之目標函數(Objective Function)，以最佳化理論求解二元整數規劃(Binary Integer Programming)之分支界限法(Branch-and-Bound Method)導入，搜尋典型等厚度(Constant Thickness)對稱六層、對稱八層矩形疊層板之最佳疊層排序(Ply Stacking Sequence)，達到整體矩形疊層板間接合面(Interface)最低脫層效應(Delamination)之成果，藉此免除手動繁雜及冗長之排序工作，完成自動化之複合材料疊層排序設計。

關鍵詞：複合材料；層間應力；排序；分支界限法

目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書iii 中文摘要iv Abstractv 誌謝vi 目錄vii 圖目錄ix 表目錄xi 第一章 緒論1 1.1研究背景以及動機1 1.2複材疊層板之製造限制2 1.3研究目的4 第二章 文獻探討5 第三章 研究方法8 3.1高級複合材料設計理論8 3.1.1虎克定律8 3.1.2三維結構9 3.2有限元素分析17 3.3最佳化方法及理論23 第四章 研究實例探討30 4.1建立實驗模式30 4.2分析模組規格31 4.3材料性質導入32 4.4分析結果33 4.4.1疊層體元素分析33 4.4.2撓性體元素分析41 4.5最佳化搜尋實驗結果58 第五章 結論與未來研究建議70 5.1結論70 5.2未來研究建議71 參考文獻72

參考文獻

1.Pipes, R. Byron, and N. J. Pagano: Interlaminar Stresses in Composite Laminates under Uniform Axial Extension, J. Composite Materials, October, 1970, pp. 538-548. 2.Pagano, N. J., and R. Byron Pipes: The Influence of Stacking Sequence on Laminate Strength, J. Composite Materials, January, 1971, pp. 50-57. 3.C.Kassapoglou, P.A.Lagace: An Efficient Method for The Calculation of Interlaminar Stresses in Composite Materials, Journal of Applied Mechanics, December, 1986, Vol.53, pp.744-760. 4.Chien-Chang Lin and Chih-Yu Hsu : Interlaminar Stresses in General Laminates with Straight Free Edges, AIAA Journal, August, 1995, Vol.33, No.8, pp.1471-1476. 5.Bo Ping Wang, and Daniel P. Costin: Optimum Design of a Composite Structure with Three Types of Manufacturing Constraints, AIAA Journal, Vol.30, 1992, pp. 1667-1669. 6.H. Fukunaga, and G. N. Vanderplaats: Optimum Design of Laminated Composite Structures, Composite Materials, pp.493-507. 7.Li-ren Tsai, and Yu-Hsiung Chang, and Fu-Lai Tsao: The Design of Optimal Stacking Sequence for Laminated FRP Plates With Inplane Loading, Computers & Structures, Vol.55. No.4, pp.565-580, 1995. 8.Li-ren Tsai, and Chyuan-huei Liu: A Comparison between Two Optimization Methods on The Stacking Sequence of Fiber-Reinforced Composite Laminate, Computers & Structures, Vol55. No.3, pp.515-525, 1995. 9.Michael Chun-Yung Niu: Composite Airframe Structures, 1992.01. 10.Tsai, S. W.: Composite Design, 4th edn, 1998, Think Composites, Dayton. 11.Robert M. Jones: Mechanics of Composite Materials, September, 1985, Scripta Book Company.