

複合材料等厚疊層板疊層排序快速最佳化設計

陳昭仁、鄧世剛

E-mail: 9018498@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。本研究以層間應力之解析解(ANALYTICAL SOLUTION)求解複合材料疊層板之層間應力(XZ, ZZ), 作為最佳化(OPTIMIZATION)之目標函數(OBJECTIVE FUNCTION), 以最佳化理論-二元整數規劃(BINARY INTEGER PROGRAMMING)之分支界限法(BRANCH-AND-BOUND METHOD)導入, 窮舉(EXHAUSTIVE SEARCH)典型等厚度(CONSTANT THICKNESS)對稱矩形疊層板之最佳疊層排序(PLY STACKING SEQUENCE), 找出整體矩形疊層板間接合面(INTERFACE)最低脫層(DELAMINATION)應力之排序, 藉以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、疊層排序、解析解、分支界限法

目錄

第一章 緒論--P1 1.1 研究背景以及動機--P1 1.2 研究目的--P2 第二章 文獻探討--P3 第三章 研究方法--P6 3.1 高級複合材料設計理論(Advanced Composite Material)--P6 3.1.1 虎克定律(Hook's Law Theory)--P6 3.1.2 三維結構--P7 3.1.3 二維疊層板理論--P13 3.2 層間應力推導--P14 3.2.1 基本假設--P14 3.2.2 自由邊界條件及層間連續條件--P17 3.2.3 應力分量最後形式--P19 3.2.4 總餘能最小化--P20 3.3最佳化方法及理論--P21 3.3.1最佳化方法--P21 3.3.2解析解在分支界限法中之限制--P28 3.3.3修正分支界限法--P32 第四章 研究實例探討--P33 4.1建立實驗模式--P33 4.2分析模組規格--P33 4.3分析結果--P34 4.3.1層間應力值分析驗證--P34 4.3.2效能評比--P38 4.3.3最佳化窮舉搜尋結果--P39 第五章 結論與建議--P45 5.1 研究結果--P45 5.2 結論--P45 5.3 建議及未來展望--P46 參考文獻--P47 附錄(A) --P48 附錄(B) --P59 附錄(C) --P61

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 STACK- ING SEQUENCE ON LAMINATE STR -ENGTH, J. COMPOSITE MATERIALS, JANUARY, 1971, PP. 50-57.
- 3.WANG A. S. D. AND CROSSMAN F. W.,1977, "SOME NEW RESULT ON EDGE EFFECT IN SYMMETRIC COMPOSITE LAMINATES " JOURNAL OF COMPOSITE MATERIALS, VOL 11,PP 92-106.
- 4.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 743-750.
- 5.CHIEN-CHANG LIN AND CHIH-YU HSU : INTERLAMINAR STRESSES IN GENERAL LAMINATES WITH STRAI -GHT FREE EDGES,AIAA JOURNAL,AUGUST,1995,VOL.33,NO.8, PP.1471-1476.
- 6.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.
- 7.H. FUKUNAGA, AND G. N. VANDERPLAATS:OPTIMUM DESIGN OF LAMINATED COMPOSITE STRUCTURES, COMPOSITE MATERIALS , PP. 493-507.
- 8.LI-REN TSAI, AND YU-HSIUNG CHANG, AND FU-LAI TSAO:THE DESIGN OF OPTIMAL STACKING SEQUE -NCE FOR LAMINATED FRP PLATES WITH INPLANE LOADING, COMPUTERS & STRUCTURES, VOL.55. NO. 4,1995, PP.565-580
- 9.LI-REN TSAI, AND CHYUAN-HUEI LIU:A COMPARISON BETWEEN TWO OPTIMIZATION METHODS ON THE STACKING SEQUENCE OF FIBER-REINFORCED COMPOSITE LAMINATE, COMPUTERS & STRUC- TURES,VOL5 5. NO.35,1995,PP.515-525
- 10.SHIGAN DENG, & LAI, H.Y., "THE OPTIMIZATION OF PLY STACKING SEQUENCE FOR COMPOSITE LAMIN ATE PLATE WITH CONSTANT THICKE -NSS ",2001,02.
- 11.MICHAEL CHUN-YUNG NIU:COMPOSITE AIRFRAME STRUCTURES, 1992.01.
- 12.TSAI, S. W.:COMPOSITE DESIGN, 4TH EDN,1998, THINK COMPOSITES, DAYTON.