

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

非軸對稱複合材料構件的可靠性研究-子計劃四： 複合材料構件的纏繞路徑及製程參數研究(I)

A study on filament winding of asymmetric composite parts

計畫編號：NSC88-2212-E009-025

執行期限：87年08月01日至88年07月31日

主持人：金大仁 執行機構及單位名稱：國立交通大學機械工程學系

中文摘要

本研究探討非軸對稱構件的纏繞方式與製程，由分析實驗結果研擬最佳之纏繞方式和製程參數。本研究分三年進行，第一年利用四軸繞線機進行翼形構件的纏繞和成形研究，並探討繞線張力和成形溫度、壓力及時間對構件成形及品質的影響。

關鍵詞：複合材料，纏繞，製程，翼形構件

Abstract

The asymmetric filament winding of composite components is studied experimentally. A four-axle winding machine is used to filament wind airfoil-like components. The fiber is carbon and the adhesive epoxy. The effects of fiber tension, curing temperature, curing pressure and time on the winding process and the quality of the components are studied. The experimental results are then used to improve the winding process.

Keywords : Composite materials, filament winding, curing, airfoil

一、前言

用纏繞方式製造複合材料構件可使構件的製作自動化，因而提高生產量，故深獲產業界重視。過去以纏繞方式製作的構件多為軸對稱，如圓管、高爾夫球桿、壓力容器等，文獻中亦有不少與這方面相關的論文[1-5]。至於非軸對稱複合材料的繞製則尚不多見，目前仍停留在研發階段[6-8]，有待更多的投入。本研究利用實際纏繞一翼形構件來探討非軸對稱構件的纏繞特性，其中包含構件的可纏繞性、纖維張力的變化、黏膠的固化成形特性及心模的製作等。由實作成果研究各纏繞參數對纏製成品品質的影響，並擬定改善之道。

二、心模之製作

本研究所繞製之非對稱構件為一翼形殼件。製作心模之模具分上、下兩鐵模，如圖一所示。心模之材料分兩種，一為砂與可溶性膠的混合物，成形之砂模若經熱水沖泡，便立即將砂模溶解，達到去除心模之目的。二為發泡材，此種心模可作三明治構件的心材，有提高構件剛性之功用。心模之製作步驟為：一、將鐵模內部塗上脫模臘後再覆上脫模層；二、合攏上下模後灌注心模材料；三、將模具加溫使心模材料硬化成形；四、脫模後可得所需之心模，如圖二所示。

三、構件之繞製

利用四軸繞線機進行翼形構件的繞製工作，如圖三所示。所用之纖維為碳纖，黏膠為環氧樹脂。纖維在通過一樹脂槽前受一張力控制器控制其張力，出了樹脂槽後便按預設之角度纏繞在構件上。因翼形構件具一扁平狀斷面，構件表面在纏繞時與纖維所形成的斜率會有很大的變化。所以在纏繞時，纖維的張力會迅速增加，以致張力控制器無法即時調整纖維之張力，因而使心模受力過大而崩裂或纖維張力過大而被拉斷。為此，在纏繞開始前先將纖維張力調低，並降低出線口平移及構件旋轉的速度，使纖維按預定角度纏繞在心模表面上。

四、構件硬化成形

纏繞完成之心模再安放在模具中，然後置放在烤箱中加溫烘烤一段時間，待構件硬化成形後打開模具將構件取出如圖四所示，圖五所示為構件之截面。構件的材料性質受纖維的張力，硬化成形的溫度和壓力、烘烤時間等因素影響，所以真實的材料常數與由實驗室試片求得者將有很大的差異，故需藉由其他的非破壞評估方法來找出構件的真實材料常數，以供將來作品質控制及力學行為分析之用。

五、結語

本研究以實作方式探討非對稱構件的纏繞方法及其可行性，並由實作結果擬定合適的纏繞和製程參數，其中包括纏繞速度、纏繞角度、纖維張力、硬化壓力、烘

烤溫度、成形時間等。本研究利用一翼形構件的纏繞來說明非對稱構件之繞製過程及如何選取合宜的製程參數。繞製完成之成品將進行非破壞評估以研究不同纏繞製程之優劣。

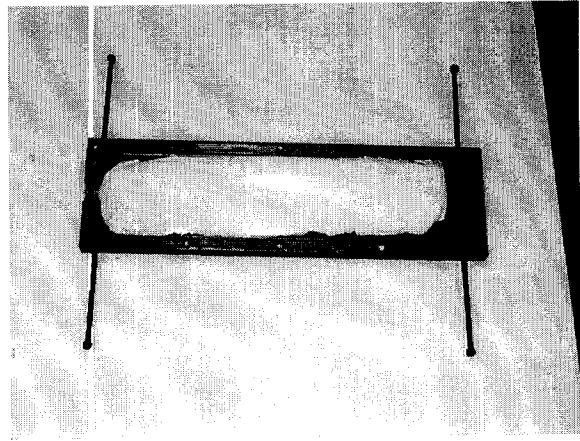
六、參考文獻

1. Brunswick Corporation, Filament wound pressure vessels, October 1985.
2. Callius E. P., Spring G. S., Modelling the filament winding process, Fifth International Conference on Composite Materials ICM-V, San Diego, July 1985.
3. Eui-Jin Jun, Kwang-Joon Yoon, Tsae-Wook Kim, Development of filament wound S-2 glass/epoxy pressure vessels, Proceedings of the International Symposium on Composite Materials and Structuring, p 261-266, Peking, 1986.
4. Lark R. F., Recent advances in lightweight, filament wound composite pressure vessel technology, Proceedings of "The Energy Technology Conference on Composites in pressure vessels and piping(PVP-PB-02)", p. 17-49, Houston, Texas, September 1977.
5. Mitine B. S., Stephanytchev E. I., Pichugin V. S., Fabrication of composite shells by wet-winging process using expanded mandrel, 30th National SAMPE Symposium, March 1985.
6. Middleton V., Owen M. J., Elliman D. G.,

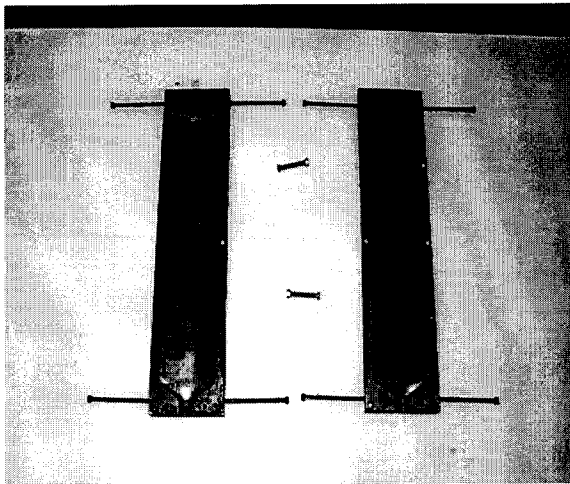
Shearing M., Developments in non-axisymmetric filament winding, Proceedings of the "First international conference on automated composites", University of Nottingham, United Kingdom, September 1986.

7. Scholliers J., Robotic filament winding of non-axisymmetrical parts, Proceedings of the Composite Materials Workshop : level 2, KUL, Louvain, May 1989.

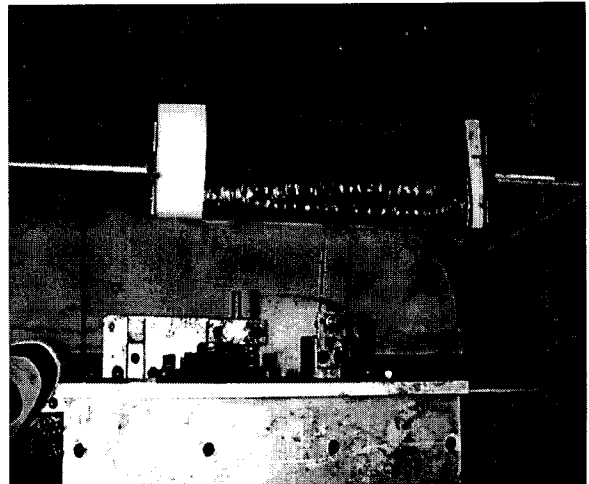
8. Robot N., Filament-winds axisymmetrical parts-modern plastics international, Nov. 1986, pp. 24-25.



圖二、心模的製作



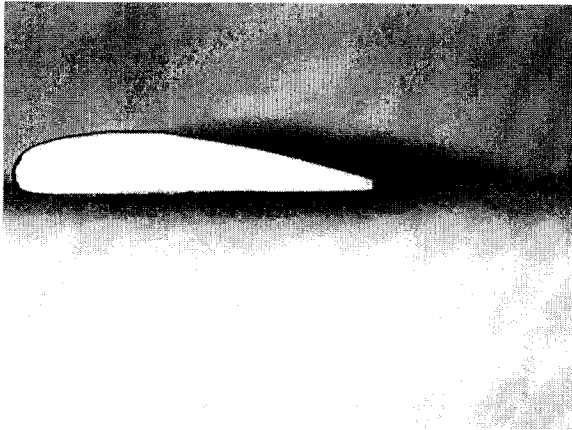
圖一、心模製作所用之模具



圖三、翼形構件之纏繞



圖四、翼形構件



圖五、翼形構件之截面