

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫編號：NSC 89-2212-E009-071

計畫名稱：複合材料連結桿件之電腦輔助設計及分析

計畫主持人：陳大潘

計畫共同主持人：金大仁

執行機構及單位名稱：國立交通大學機械系

一、中文摘要

複合材料之優點在重量輕而強度高，其應用範圍已自軍事用途轉用於民生工業，目前複合材料之製成品數量日漸增加而其經濟價值亦日漸提昇。複合材料之製造方法通常使用者為疊層法及纏繞法兩種。疊層法適用於製造平寬型之板件，而纏繞法適用於細長型之圓柱或各種桿件。例如筒型容器、高爾夫球桿及新近發展超輕型航空器所採用之各種連桿及桿頭。

本研究之重點在以有限單元法來分析上述超輕型航空器所用各種連桿及其桿頭之受力情況，以找出其結構上及疲勞強度上是否具有缺失，並研究其改良方法。由於複合材料製造法中纏繞法之特性，係用具高強度之合成纖維絲束，以某一特定纏繞方式纏繞於特製零件之表面而成。目前對於一些造型比較簡單之零件已有特定之纏繞方式可用，惟對造型比較特別之零件，纏繞方式仍有待開發。本研究之另一重點在針對桿件桿頭現有之若干缺失，研發新型之桿頭造型，並以計算幾何法，開發新型桿頭合於實用之纏繞方式。

關鍵詞：複合材料桿件設計製造，纏繞路徑之電腦輔助設計

Abstract

Composite materials generally possess unique quality of being light in weight but strong in strength. They have been used primarily for military purposes but recently have been converted to be used for the benefit of the common daily life of human being. There are two commonly-used methods in manufacturing composite materials: the layer-stacking method and the fiber-string winding method. The former method is suitable for the manufacturing of generally plate-type parts and the latter for rounded cylindrical container, golf club, and the connecting rods used in an ultra-light aircraft.

One of the main purposes in this research is to use finite element method to investigate the loading situation in the connecting rods of the ultra-light aircraft. The aim of the investigation is to check for defects in both static and fatigue strength of the structure and to make improvements to any defects found. Due to the nature of the fiber-string winding, a particular winding pattern has to be determined for a part to be manufactured. The other main purpose of this research is to develop better geometric shape for the adapter-head of the connecting rod and to develop new patterns for the fiber-string winding of the adapter-heads.

Keywords : Design and Manufacture of Composite Material Connecting Rods, Computer-Aided Winding Pattern Design

二、緣由及目的

複合材料雖具優異特性，其使用之推廣猶待方便而實用之成品來突顯其優異。目前複材應用成品中，以複材桿件接合而成之組合型結構（參閱圖一）堪稱符合方便及耐用之需求。然而在組合型結構中，桿件與桿件間的接合方式，對整個結構在組裝上之方便性及組合後之強度，具決定性之影響。本研究目的即在針對實用工程結構桿件接頭，在幾何形狀及結構強度上提出合用之設計，期能將複材高強度、輕重量之優異特性具體展現水準。

三、研究內容及成果

本研究應用套裝軟體 ANSYS 及 CATIA 來依桿件接頭之成型設計及相關之分析。在桿件設計接頭上，本研究共提出兩種設計。其一為輕量型設計，即滑扣式接頭。其設計之重點在令接頭之接合可在一般人力量能及之範圍，亦即令其易於裝拆。其二為重量型設計，及壓扣式接頭，設計重點為一輕量型設計，即滑扣式接頭。其設計之重點在令接頭之接合可在一般常人力量能及之範圍，亦即令其易於裝拆。其二為重量型設計，即壓扣式接頭，設計重點為一具彈性之扣環，在接頭之槽溝內完成接合，這種設計因不易分開適用於工程結構如橋樑結構之應用。

滑扣式接頭之細部應力設計及其有限單元之應力分析網格以圖示於圖三及圖四。單鍵式壓扣接頭示於圖五。C 環式壓扣接頭示於圖六，經有限單元應力分析，設計中壓扣之溝槽附近，容易出現較高之應力，此應力集中現象已經以導圓角之處理而得以緩和。接頭與桿件本體之連接，已於另一國科會專題研究計畫中完成。本研究所設計之接頭，可直接用於成品產生。

圖一 組合架構

圖二 桿件接頭組合

圖三 公接頭網格分割圖

圖四 母接頭網格分割圖

圖五 單鍵式壓扣組合

圖六 C 環式壓扣組合