

# 第一章 前言及研究動機

複合材料的基本定義是把兩種或兩種以上的不同材料，結合在一起，使其具有更好的材料性質以供人們使用；目前工程領域所研究的複合材料，大多是指玻璃、硼或石墨等纖維強化的熱固(塑)性樹脂基材料，尤其是長石墨纖維強化的複合材料，其強度可與鋼相比，而其單位重量大約是鋼的六分之一，甚至更輕。由於使用複合材料能夠取代傳統的金屬材料而大幅降低重量，又有高比強度、高比勁度的特性，再加上材料性能可以依需求來設計調配、能以強化材補強來增加使用壽命等諸多優點；本文擬研究的碳纖維/環氧樹脂(graphite/epoxy)複材更具有防磁、防腐蝕、耐疲勞等特性，因此廣泛使用於電機與電子產業、航太與汽車工業、建築、化學及醫療研究等各方面。

在實際的使用上，複合材料元件在製造過程中會有無法避免的缺陷產生，到使用階段或運作時承受靜態或往復持續的動態負荷，以及環境和溫度等複雜因素的影響，對於其內部微觀裂縫的產生和延伸逐漸累積，直到物件的有效面積不足以承載負荷，於是破壞產生。加上複合材料零件或構造由於設計的美觀、配線的問題或構件互相連接上的需要，往往需要進行鑽孔的加工，而圓孔因為加工容易且應力集中現象較為緩和，是最常使用的方式。這裡依照鑽孔工具及方法的差別，介紹幾種不同的加工方式[1]：

- (1) KTH 方法：可同時做軸向和環繞狀的加工，由於工具中心的移動降低軸向力，控制環繞半徑的大小可以加工不同尺寸大小的孔，加工孔徑的精密性由位置控制所決定，而非刀具本身，也能降低加工刀具數量上的使用而降低成本。
- (2) 使用鑲嵌多晶鑽石於頂端的鑽頭：簡稱 PCD 鑽頭，鑽頭頂端有

八個平面，有非常好的磨損阻抗，由 NC 控制加工。

(3)強化碳化物鑽頭(尖頭)：簡稱 Dagger 鑽頭，鑽頭頂端為削尖設計，減少加工件表面的受力，由 NC 控制加工。

KTH 加工方法不會造成試片明顯的損害，再者依次為 Dagger 鑽頭以及 PCD，後者損害的範圍最嚴重，約接近加工孔的半徑。實驗證實孔的尺寸比加工的品質，對疲勞強度的影響較多[2]，不過對於本論文研究在固定孔徑下孔距的影響，加工孔的品質問題仍需格外注意。

而在經濟效益的考量下，為了多孔配線使用上的方便或多方零件配接上的需要，也許物件不單只有一個加工孔，而孔的間距越密集更能減輕重量、縮小製造件的體積，相對有較大的空間以及減少成本的支出；然而，由於局部孔洞或裂縫所造成的應力集中現象，因圓孔周圍纖維束的切斷造成局部應力分布的不連續，直接影響到物件或構造體本身的靜態與疲勞強度，在工程設計的安全上是一個很重要的考量因素。

因此本論文針對碳纖維強化的熱固性複合材料(graphite/epoxy)依照 $[0/+45/90/-45]_{2s}$ 共 16 層堆疊方式使成擬均向性積層板後，於試片中心橫向穿兩個 3 公厘大小的孔洞，以研究孔洞間距改變及修補與否的方式，來探討孔距對試片靜態與疲勞性質的影響，研究動機如下：

1. 在經濟考量下，配線孔的使用或零件配接上的需要，在孔的間距越密集越能縮小製造件的體積，相對有較大的空間以及減少成本支出的優點，因此研究孔距寬度對試片的靜態與疲勞負載之損傷機制有何明顯的差異？是否有孔距寬度極限值的存在？
2. 由於製造或使用過程，檢測出複合材料構件產生裂縫，因裂縫尖端會有很大的應力集中現象，此時可將裂縫區域先貼上修補片，

再將其挖成圓孔，如此不僅可以降低應力集中效應，修補片也具有支撐強化的效果。

3. 由於加工需要產生的圓孔，會產生局部的應力集中而影響使用壽命，同時也是損害預先發生的區域，因此在製造過程就先於需要鑽孔處黏貼修補片來做局部強化，使其增加使用年限。
4. 考量實際應用上複合材料物件多為立體，構件內部不容易拆裝或是厚度大而只有某一面出現裂縫，單邊貼片修補較為方便可行，但是，單邊貼片修補會造成中立軸偏移，若試片受到軸向拉伸負荷時，試片會產生彎曲負載，因此另外加做一組雙邊貼片修補來做比較。並評估試片修補的效果。
5. 最後，期許能給予工程設計及模擬分析人員以此實驗結果，在往後對判斷材料的實際使用情況，及設計結合構件及其它相關研究的依據。

因為隨著時代的進步，人們對於生活的便利性及能源的消耗需求增加，為了讓地球上有限的能源作有效的利用，使用高性能複合材料於生活上的各個層面，可以避免不必要的能源消耗，對於地球上資源的節約使用達到最佳的成果。