

膠合技術應用在球頭發展

丁羽辰, 徐元展, 陳正哲, 利建良
復盛股份有限公司

摘要

台灣高爾夫球的產業發展由早年的OEM轉變成為與客戶共同開發的ODM的階段, 高爾夫球頭材料的演變由木頭演變成鈦合金空心球頭, 現今更有許多複合異種材質的設計。其中碳纖維的應用最為廣泛, 其複合的方式為膠合。本篇從膠合實驗開始, 對照模擬該設定的膠合參數, 驗證之後應用在高爾夫球頭膠合結構設計模擬上, 找尋膠裂、漆裂的原因。

關鍵字: 有限元素分析、高爾夫球頭、膠合元素、膠合強度

ABSTRACT

The golf industry in Taiwan is converted from OEM to ODM. The material of golf club head is turned from wood into titanium alloy with hollow structure. Furthermore, combining different kinds material to club head is becoming a trend of design. The most popular one is carbon fiber composite, and it is glued to the titanium alloy body. This paper begins from the adhesive experiment to get relative cohesive parameters for finite element analysis (FAE). Then those parameters are applied to the adhesive structure design. This application of cohesive element is used to study the reason of glue or paint crack on the bonding area of club head.

Keywords: Finite element analysis, Golf club head, Cohesive element, Adhesive strength

一、緒論

近二十年來台灣為高爾夫球產業的製造重鎮, 而產業的發展漸漸的由早年的純粹代工走向與客戶協同開發產品。高爾夫球頭的規格有其重量的範圍, 例如一號木桿頭的重量約為 195g~200g 左右。為了能有更多的重量配置靈活性, 在球頭的上部(Crown)或底部(Sole)用密度 1.5~1.8g/cc 的碳纖複合材料替代鈦合金, 可以得到數十克的重量空間可以應用。碳纖複合散件與鈦合金本體的接合多用膠著方式黏結。因此接合區域的強度需足夠才不至於造成球頭打擊時複合部份脫落, 或是因為膠裂造成表面烤漆也產生裂紋等現象。

復盛公司 CAE 單位為了提供給設計單位避免上述缺陷的設計解決方案, 由基礎實驗找到複合用膠的材料常數及破壞強度, 並實際應用在球頭膠合結構的設計模擬分析上, 幫助改善漆裂、膠裂的問題。

二、分析架構

台灣大學鄭榮和教授[1]很清楚的說明了膠合元素(Cohesive element)的原理與使用方法。依其方法先就復盛在作複合製程所使用的膠材料作拉伸強度與楊氏係數[2]、剪切強度及剪切係數[3]的測試。由於剝離實驗器材缺乏[4], 故並無進行此測試。依照鄭教授的測試結果, 剝離的材料常數與破壞強度皆與剪切強度相同, 同時在 Abaqus 的模擬中更改剝離參數並不會影響到拉伸與剪切的結果, 故使用剪切的材料性質與剝離的材料性質在本篇文章中設定為相等。

三、結果分析

圖 1~圖 4 為拉力、剪力強度的實驗與模擬比較, 反覆調整材料參數後, 模擬的實驗歷程狀況與實驗的歷程相接近。以模擬所得之參數模擬圖 5 的三種複合的結構設計。靜態的彎折模擬由圖 6 顯示倒勾結構會使得複合的變形較為均勻, 然而由動態砲擊

模擬比較接合處(圖7)的節點位移差,搭橋結構的位移差的幅度最大。三種結構在做砲擊模擬時皆不會脫落,可見膠的強度是足夠承受砲擊的。

四、結論與未來展望

膠的性質模擬參數在實驗的比較下,無論是現象以及數值皆能夠與實驗結果相互驗證。而本篇應用在球頭複合結構模擬的結果,將來會實際製作不同結構來做測試比較。

球頭設計上有越來越多異種材質複合的方式,膠合為其中之一。其他有如硬焊等複合方式,復盛 CAE team 在未來會繼續就各項複合方式研究適合的模擬手法來輔助設計上能有更多的嘗試。

五、參考文獻

- [1]馮瑞裕, 鄭榮和." 膠合元素的實驗驗證與應用," 第十二屆 2007 ABAQUS Taiwan Users' Conference, pp.223-232
- [2]ASTM C297, "Standard Test Method for Flatwise Tensile Strength of Sandwich Constructions," Annual Book of ASTM Standards, 2004.
- [3]ASTM D3165, "Standard Test Method for Strength Properties of Adhesives in Shear by Tension Loading of Single-Lap-Joint Laminated Assemblies," Annual Book of ASTM standards, 2002.
- [4]ASTM D1781, "Standard Test Method for Climbing Drum Peel for Adhesives," Annual Book of ASTM Standards, 2004.

六、圖片

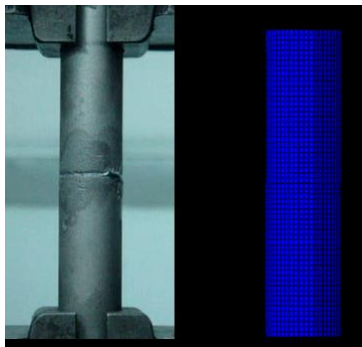


圖 1 拉伸強度測試與模擬

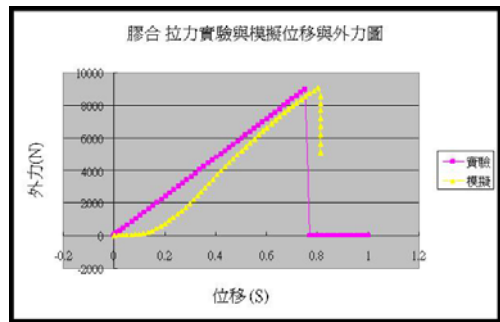


圖 2 拉力強度測試實驗與模擬比較



圖 3. 剪力強度測試與模擬

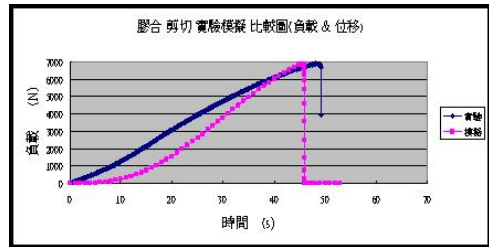


圖 4. 剪力強度測試實驗與模擬比較

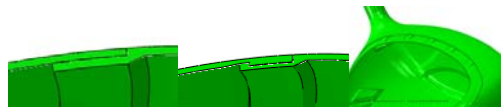


圖 5. 搭接、倒勾、搭橋結構

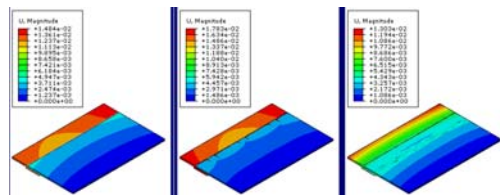


圖 6. 搭接、倒勾、搭橋結構靜態彎折模擬

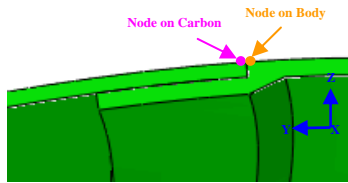


圖 7. 位移差比較節點

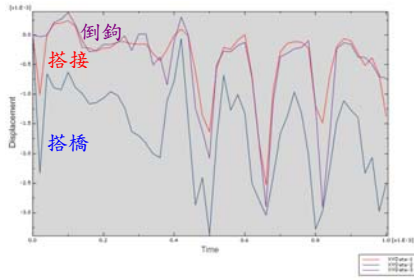


圖 8.