

Audio Jack 的誤用破壞分析

The fracture Analysis of Audio Jack with misuse

利鏗工程團隊

利鏗實業有限公司

摘要

本公司研發的audio jack會進行塑膠的強度測試，距離plug邊緣端，個別施加上、下、左、右、軸向力量、分別觀察塑膠破裂情形，在承受約78N的軸向力時會發生破裂的現象。本文應用ABAQUS分析，預估塑膠破裂行為，並進行結構設變提高極限荷重。

關鍵字：破裂行為、材料損傷失效

ABSTRACT

Audio jack is an exposed component, so it is important to ensure the strength of plastic. The plastic is experimented with over plug and bending tests. In the initial design it cracked at 78 N in over plug test. TIC company use ABAQUS software to determine the over plug force and the fracture behavior. The object of this paper is to promote the strength of plastic ,increase the axial force, and more accurate predict the fracture behavior.

Keywords : fracture behavior , progressive and failure , stress triaxiality

一、前言

利鏗實業有限公司專注於 Audio Jack、DC Jack 等音響、電源插座產品之全球市場需求與產品的設計和研發。

Audio Jack 的塑膠本體有絕緣端子、尺寸管制、支持機械結構、環境屏障等功能。Audio Jack 是外部零件，可能因使用者的誤用導致本體結構破壞，所以在產品的測試中，包含彎曲與過插測試如圖 1，可得極限荷重為 78N 如圖 2 所示，破裂狀況如圖 3 所示。

本文利用 ABAQUS 模擬過插測試，分析極限荷重與破裂位置，並與實際測試比對，進而進行結構設變，提高塑膠極限荷重至 122N，如圖 4 所示。

二、材料參數的假設

ABAQUS 提供多種損傷失效模型本文使用。本文使用 Ductile damage 模型來分析塑膠破裂的行為，ABAQUS Analysis User's Manual 中[1]有詳細的說明。

本文所使用的塑膠材料為 PA10T，根據

材料商提供的參數，其拉伸抗拉強度 (Tensile Strength) 為 140Mpa，伸長率為 2.7%，彎曲模量為 8500Mpa。利用 matweb 材料網站獲得單軸拉伸應力應變曲線，如圖 5 所示。三軸應力狀態與應變關係(stress triaxiality)的設定如圖 6 所示，並輸入斷裂應變能(Fracture Energy)。如此即完成彈塑性與 ductile damage 損傷失效模型的材料參數設定。

彈片部分，使用的材料是 C5210-EH，根據材料商提供的參數，其拉伸抗拉強度 (Tensile Strength) 為 729Mpa，伸長率為 22.1%，楊氏系數 1.1e5Mpa，應力應變曲線如圖 7，並將數據轉換為真實應力應變。

三、分析程序與邊界條件的設定

利用 ABAQUS 的 Importing and Transferring Results[2]可進行模型之間的資料傳輸，如圖 8 所示。首先利用 ABAQUS/STANDARD 分析 Plug 插入，利用 ABAQUS Restart request，設定輸出結果檔，再將初始條件與應力結果傳輸至

ABAQUS/Explicit 接續分析，塑膠共使用 14138 個節點與 24300 個 C3D10M 元素。

邊界條件部分，對彈片的鐸錫區域以及定位柱施加完全的拘束，如圖 9，在 standard 分析時，模擬 plug 插入情形，之後接續分析，利用 Explicit 分析 plug 過插時，塑膠結構破裂的情形。

八、圖片



圖 1 過插測試

四、分析結果

過插分析所得的極限荷重為 103N，如圖 10，與實測值 78N 的誤差約 32%，誤差原因來自塑膠材料含有玻纖，玻纖流動的方向可能垂直或平行於流的方向，目前模流分析結果無法應用在結構分析做到塑性及斷裂，所以此分析是假設不考慮玻纖在流動時造成的差異，材料設定為等向性。

因實測值 78N 未達要求 10KG 以上，故改善塑膠結構，利用相同的假設與材料模型，進行分析，成功達成提高荷重的目的，所得結果比較如表 1，分析結果如圖 11，實測結果如圖 12，塑膠破裂情形如圖 13。



圖 2 過插力 7.912KG (78 N)

五、結論與未來展望

本文應用塑膠材料 PA10T 的材料性質、使用 Ductile damage 模型來分析塑膠破裂的行為，並進行結構設變提高極限荷重，節省設計開發的時間與成本。

未來若能結合模流分析，將結果應用在塑性及斷裂，結果將更準確。

六、參考文獻

- [1]“Abaqus Analysis User's Manual”, 24.Progressive Damage and Failure, Simulia Corp. of Dassault System, 2012.
- [2]“Abaqus Analysis User's Manual”, 16.6. Transferring results between Abaqus analyses, Simulia Corp. of Dassault System, 2012.

七、表格

	實驗結果	分析結果	誤差(%)
原始設計	78N	103N	32%
改善設計	122N	155N	27%

表 1 結果比較

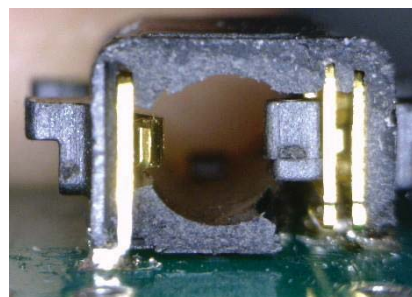
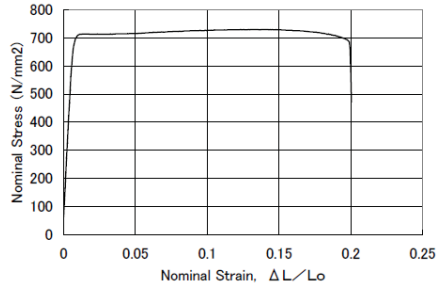


圖 3 過插測試的破裂狀況



圖 4 過插力 12.421KG (122 N)



S-S curve (temper EH, longitude to rolling)

圖 7 C5210-EH 應力應變曲線

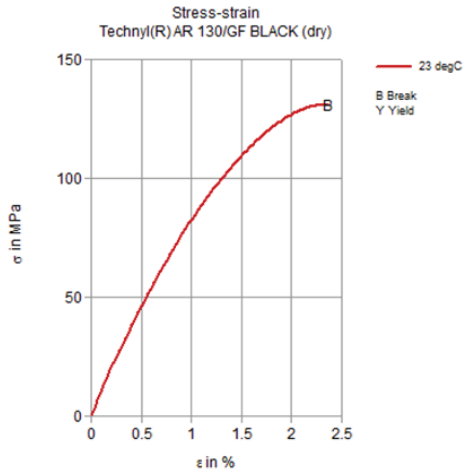


圖 5 單軸拉伸應力應變曲線

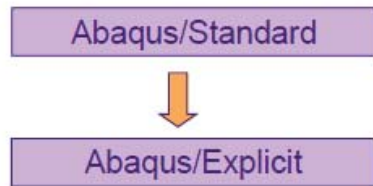


圖 8 Importing and transferring results

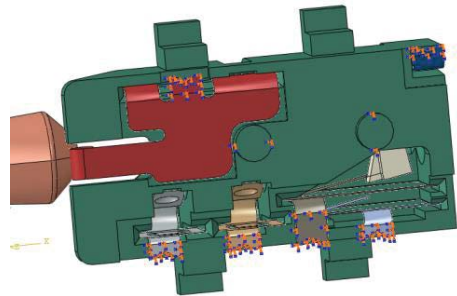


圖 9 邊界條件設定

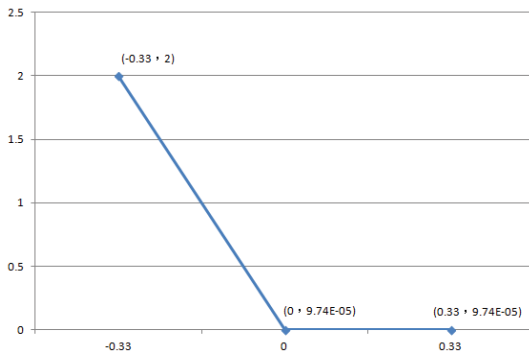


圖 6 三軸應力狀態與應變關係

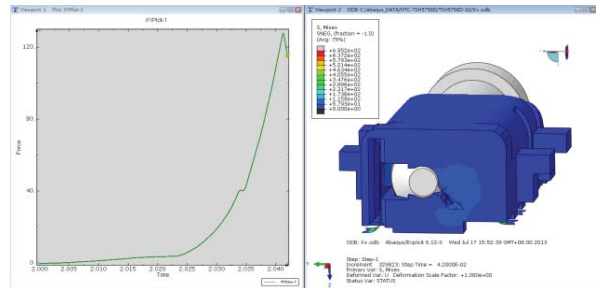


圖 10 分析結果

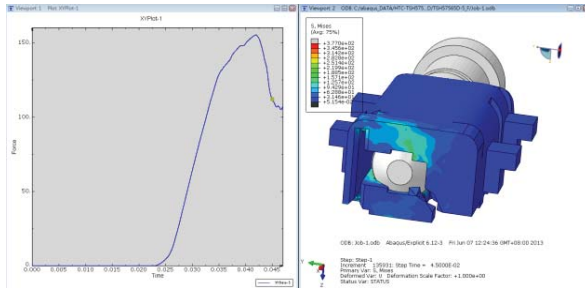


圖 11 設變後分析結果

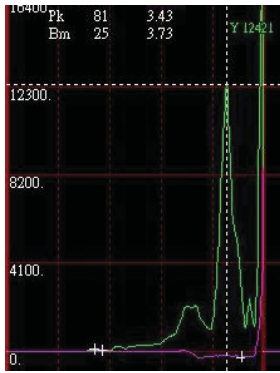


圖 12 設變後實驗結果



圖 13 設變後塑膠破裂情形