

## NB 鍵盤中橡膠件最佳化分析

### Optimization Analysis of Rubber Dome in NB keyboard

林世斌<sup>1</sup> 陳泓任<sup>1</sup> 徐穎成<sup>2</sup>

1.精元電腦股份有限公司

2.瑞其科技有限公司

#### 摘要

現在 3C 產品已經越來越普及，即便觸控式的控制技術已經越來越發達，但傳統的按鍵式控制技術仍被大量使用，例如：電腦鍵盤、非智慧型手機甚至是家電的遙控器等，因此按鍵結構的設計方式仍為一個重要的議題。NB 鍵盤中橡膠件為橡膠材質，分析過程中包含了大變形與接觸行為，本文使用 Abaqus 強大的非線性計算能力，計算出按鍵本體的下壓與回彈的曲線，並將模型的材料係數設定為設計參數，以下壓回彈曲線的實測值為目標函數，配合最佳化運算軟體得到與實驗曲線吻合的分析曲線，實現在電腦上建立虛擬的實驗室，在開模進行實際測試之前就能驗證設計的可行性。

**關鍵字:** 最佳化、橡膠鍵盤結構、非線性分析

#### Abstract

3C products have become more and more popular recently. Even though touch-control technology has become increasingly developed, the traditional push-button control technology is mostly used, such as keyboard, cell phone and remote control. It is important to design the key structure. The material of the key structure is included rubber and the analysis contains large deformation and contact behavior, we use the CAE software Abaqus to solve the nonlinear problem. We can obtain the force and displacement curve from the analysis, and set the material parameters to the design variables. We set the experimental curve as the target, and use the optimization software, doing the Iterative calculation, to get the simulation one. Matching these two curves, we can build the virtual laboratory on the computer. We can check the feasibility of our design before real test.

**Key words:** Optimization, Rubber Dome, Nonlinear Analysis

#### 一、緒論

鍵盤手感的好壞其決定性的因子為其中的橡膠件結構，而衡量橡膠件對於手感影響的物理參數為橡膠件的下壓回彈曲線，以往下壓回彈曲線皆由實驗取得，但實驗所花費的時程與成本較高，所以模型設計變更後若要取得新的下壓回彈曲線，花費的成本是高昂的，利用 CAE 分析技術，可在設計圖面的階段就先驗證設計的可行性，大幅降低橡膠件下壓回彈曲線的取得成本與時間。

#### 二、分析與驗證

##### 2.1 初始設計強度分析

初始設計的橡膠件結構如圖 1，其模型的主要結構對於中心軸是對稱的，考量分析的速度與效率在設計前端採用軸對稱模型來分析如圖 2，為驗證軸對稱模型的適用性，本文使用一個舊有的模型比較 3D 模型與軸對稱模型的差異如圖 3，依分析結果可看出軸對稱模型與 3D 模型的差異性不大，兩曲

線的三個峰值的差異量分別為 7.2%、6%、1%，在設計前端確實可用軸對稱模型來預估模型對設計變更的反應。

##### 2.2 測試分析比對

測試分析比對的結果如圖 4，結果顯示 CAE 的分析結果與實驗數據比較並不理想，CAE 分析的數據與實驗數據在許多點為上並不一致，造成這些差異包含幾個因素：(1) 實際模型與 CAE 分析模型有差異、(2) 邊界條件設定與實驗不符、(3) 模型網格密度不夠、(4) 使用的材料參數與實際材料不符；經由再三的檢查與確認模型資料，推測應是材料參數與實際材料不符所致。

#### 三、最佳化分析尋找材料係數

為了找尋正確的材料參數，本文使用了最佳化的疊代運算技術進行最佳化分析；經過多次的疊代運算後目標函數曲線如圖 5，最終找到一組合適的材料參數，並將 3D 模型使用此材料參數設定來做驗證，可得 3D 模型的下壓回彈曲線，與實驗數據比對如圖

6，兩曲線的面積差異為 6.767，而三峰值的差異量分別為 0.13 %、9.7 %、2.78 %，由結果可知 CAE 的分析與實驗數據大致吻合，成功地使用最佳化技術完成曲線擬合。

#### 四、結論與未來展望

CAE 分析能夠快速驗證設計方案的優劣，能以較低的成本與時間找到產品現有問題，若確切解決所面臨的問題，必須要有正確的設計對策，過去依賴設計者多年累積的經驗，難以量化與傳承，使用最佳化分析技術能將設計方案與其對應的結果數據化，一方面快速找到設計對策，另一方面也有助於設計知識累積與技術傳承，未來期望使用最佳化的技術，解決在工程上所面臨的問題，提升公司產品的品質。

#### 五、圖片

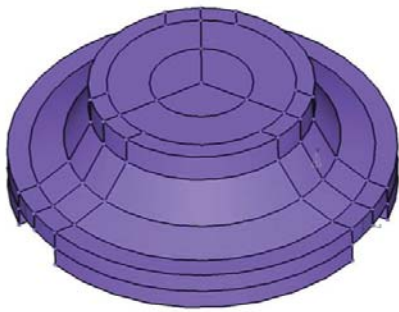


圖 1 橡膠件結構初始設計

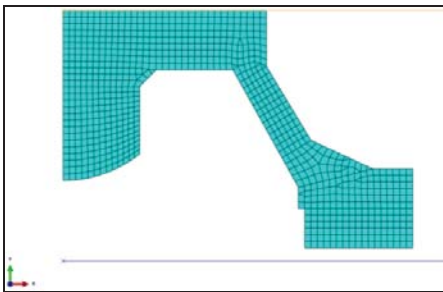


圖 2 橡膠件結構軸對稱模型

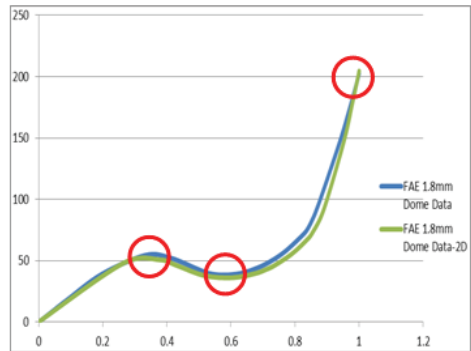


圖 3 軸對稱模型與 3D 模型結果比較

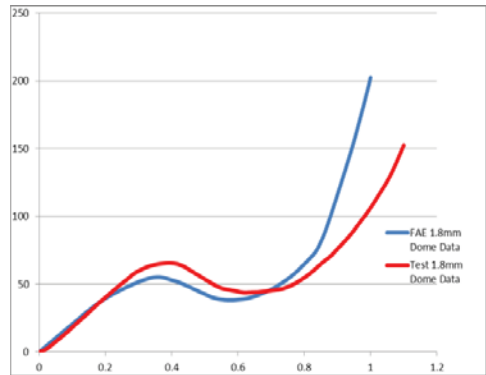


圖 4 初始的測試分析比對

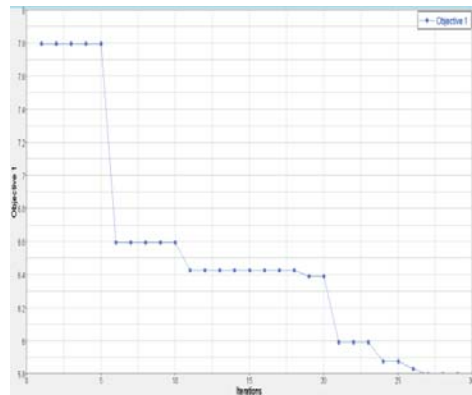


圖 5 疊代運算目標函數曲線圖

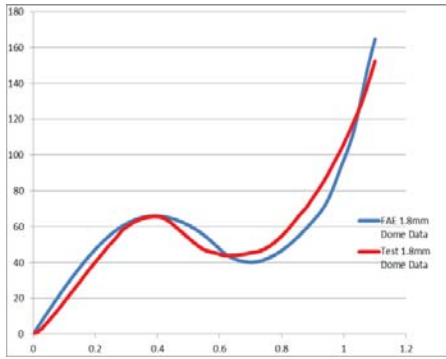


圖 6 最終的測試分析比對