

嬰兒車之單手收合組彈片受力分析

明門工程團隊

明門實業股份有限公司

摘要

都市生活中要求嬰兒車收合快速便捷，單手收合(One Hand Fold, OHF)車款因而成為市場上的主流。其中單手收合機構設計直接影響到車台收合操作的順暢程度。本文之收合開關及其彈片以塑膠材料製成，透過有限元素分析軟體ABAQUS分析收合開關動作之應力狀態及作用力，以找出最佳之彈片設計，有效節省開發成本並縮短開發時間。

關鍵字：單手收合、嬰兒車、有限元素法

ABSTRACT

The strollers with one hand fold, OHF system are most popular on the market. A good OHF mechanism design can make stroller folding easily and quickly. In this article, a OHF system which made of plastic was simulated to fold by using the commercial finite element software, ABAQUS. And the results would be used to optimize the OHF design.

Keywords: One hand fold system, stroller, finite element method, FEM

一、緒論

明門實業股份有限公司(以下簡稱明門公司)專注於嬰兒車、嬰兒床、汽車安全椅、高腳椅等嬰幼兒產品之全球市場需求與產品設計研發改良。而嬰兒車做為明門公司主要的大宗產品，使用安全性與便利性為設計的重點，單手收合機構設計直接影響到使用的便利性，本文討論一款以單手即可收合車台之機構，旨在最佳化其設計，達到可讓使用者快速收合的目的。

圖一為單手收合車款，此車款的釋鎖按鈕在車手中央。為避免消費者誤觸開關造成收合，使乘坐中的嬰幼兒發生危險，故單手收合組設計需有兩道開關。其中按鈕二為釋鎖開關，作用是拉動纜線與收合機構的卡榫；按鈕一則為安全開關，其卡榫可防止按鈕二作動，操作時必須先向左推才能按下按鈕二，達到安全設計的要求。

設計上為節省零件數目，因此將按鈕與彈片合為一件以塑膠製成，透過改變彈片尺寸及形狀來調整按鈕按壓所需的力量。彈片的材料為聚縮醛(POM)，屬於泛用工程塑膠，具有高機械強度、耐潛變、高彈性恢復和耐磨等特性。



圖一：單手收合組按鈕

二、分析程序及邊界條件

本文之彈片組裝時產生預應力，因此將分析程序分成按鈕預組裝和按鈕釋鎖兩個步驟，並將預組裝分析結果匯入釋鎖步驟為初始狀態來進行分析。

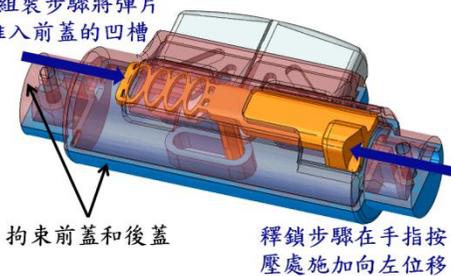
預組裝步驟以 Abaqus/Standard 進行分析，前蓋、後蓋和按鈕二假設為剛體。前蓋和後蓋拘束位移，按鈕一和按鈕二不做拘束，僅設定與其他零件的接觸面。由於彈片壓縮量遠大於元素大小，無法使用接觸模組自動排除干涉，故我們模擬彈片推入凹槽時末端與前後蓋接觸並壓縮的過程(如圖二)，使彈片產生預應力。

按鈕釋鎖步驟以 Abaqus/Explicit 進行分析，邊界條件與預組裝分析相同，匯入預組裝分析結果做為初始狀態，在按鈕的手指按壓處施加位移至釋鎖位置。

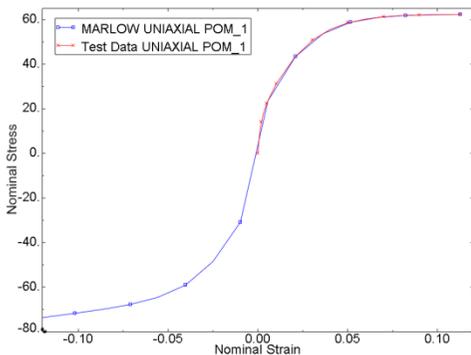
按鈕一的材料為 POM，由於材料有較明顯的非線彈性(nonlinear elastic)行為，以傳統線彈性-塑性行為的假設無法準確的描述此材料的行為，因此本文使用 Abaqus 內建的超彈性(Hyperelastic)本構模型，加上塑性本構模型來定義此材料。

Abaqus 的 Hyperelastic 潛在應變能函數有數種選擇，僅有單軸向試驗數據情況下選擇 Marlow 函數會比較適用。圖三為試驗數據與 Marlow 函數計算得到的應力應變曲線，以此 Hyperelastic 設定做為 POM 彈性區的材料假設。

預組裝步驟將彈片推入前蓋的凹槽



圖二：邊界條件設定



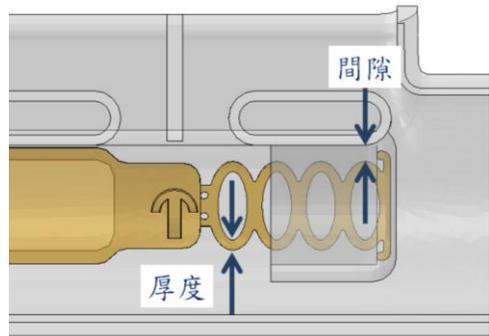
圖三：POM 的 Marlow 應力應變曲線

三、設計變數

彈片設計形式如圖四，以橢圓形結構做為彈片，壓縮時會改變橢圓孔的形狀。本文的設計參數一為彈片與外蓋的間隙，參數二為彈片厚度，分析的方案如表一。

表一：彈片設計表格

	方案一	方案二	方案三
間隙	2.3mm	0.7mm	0.7mm
厚度	1.5mm	1.5mm	0.8mm



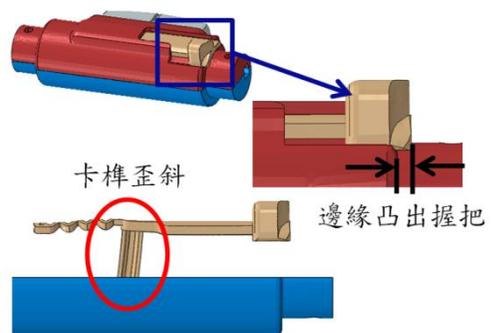
圖四：彈片設計形式

四、分析結果與討論

4.1 預組裝分析結果

在彈片預組裝後彈片產生預壓力，造成卡榫歪斜，且按鈕邊緣凸出握把(如圖五)。彈片預壓力越大造成的凸出量也越大，分析結果如表二。

方案一與方案二的彈片設計類似，但方案一的預壓量比較小，因此預壓力也比較小。方案三因彈片厚度較薄，預壓力為三組裡最小。



圖五：彈片預組裝分析

表二：預組裝分析結果

	方案一	方案二	方案三
預壓力	28.3N	34.7N	7.9N
凸出量	1.8mm	2.7mm	0.7mm

4.2 釋鎖分析結果

各方案彈片分析結果如圖六。結果顯示方案一因間隙較大，彈片到達釋鎖位置前已產生挫曲，其中兩個橢圓孔應變量較大，局部區域產生較大的拉伸塑性應變。

方案二因間隙較小，彈片壓縮後未產生挫曲。末端的橢圓孔因邊緣支撐區域較大，未產生明顯的壓縮，變形集中在其餘三個橢圓孔。分析結果仍然有局部產生塑性應變，在重複操作後容易產生破壞。

方案三縮小彈片厚度，以及修改末端外形，四個橢圓孔有比較均勻的壓縮，達到釋鎖位置時沒有產生塑性應變。

表三為壓縮到釋鎖位置時的外力。方案三的力量為 14N，為一般使用者較合理的使用力量範圍。綜合考量下，方案三可以達到作用行程的要求，且外力較適當，為較佳的設計方案。

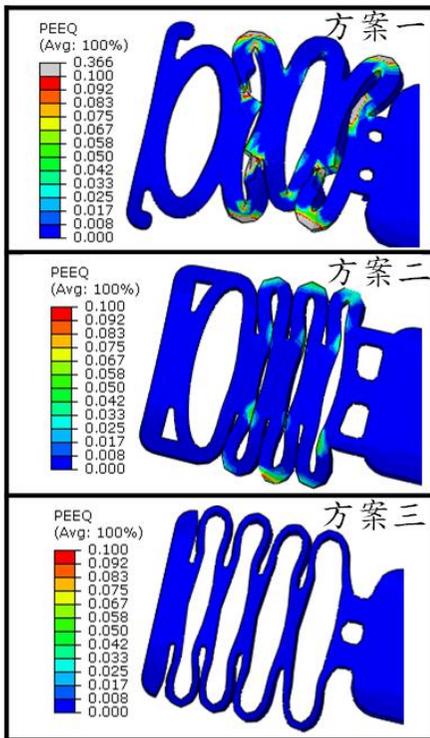
表三：釋鎖力量分析結果

	方案一	方案二	方案三
力量	105N	102N	14N

五、結論與未來展望

本文主在進行單手收合組之彈片結構分析，在設計階段協助找出較佳之設計方案，省去反覆修改和驗證耗費的時間，縮短產品開發的週期。彈片的設計經驗也可當作未來設計的參考，減少反覆設計變更和分析的時間。

本文以 Abaqus/Standard 和 Abaqus/Explicit 進行彈片不同程序的分析，未來也可將此模型應用在其他類似的分析上，加入預應力的影響，使分析更加符合實際狀態。



圖六：彈片釋鎖程序等效塑性應變等高線圖