

## 汽車安全輪圈-顛覆傳統,優化未來

趙聰明 黃有宏 柯明松  
1.健信科技工業股份有限公司

### 摘要

本文利用商用有限元素套裝軟體 HYPERWORKS-OPTISTRUCT 來模擬汽車鋁合金輪圈之拓撲最佳化,並利用 ABAQUS 模擬 13 度動態衝擊分析,使輪圈重量達輕量化極致設計外,結構強度更能達車廠法規標準。依照客戶外觀造型要望,於分析模擬中定義可輕量化的設計區域,使其建立優化方向及符合強度的設計,再依國家法規及車廠標準進行 13 度動態衝擊分析與實機測試相互驗證。從此結果探討,拓撲優化所得到的最佳化設計數據,對於車廠法規強度標準是否符合,對於輪圈本身整體結構是否有影響,在撞擊過程中是否達到安全標準,不會產生破裂及漏氣。

**關鍵字：**衝擊試驗、鋁合金輪圈、拓撲優化

### 一、緒論

隨著現代科技的進步及日新月異不斷的創新下,車用鋁合金輪圈不僅要求外型美觀,必須具備符合法規強度,降低無法預期的意外發生,如衝撞安全島,車禍衝撞,路面凸起物及坑洞..等所造成的傷害,進而達到保護作用。更藉由輪圈拓撲優化技術,重量輕量化,減少 CO2 排放及能源消耗,達到綠能環保的未來趨勢。因此,汽車鋁合金輪圈必須通過各種嚴格的國家法規測試,以確保所設計之輪圈可真正達到保護作用。

本文依據汽車鋁合金輪圈測試規範進行動態衝擊分析,加入拓撲優化設計分析,並核對輕量化設計後實際測試之結果,以比對準確性,效益性。透過有限元素分析,可在測試前先瞭解,除依過往經驗設計外,維持外觀造型不變更下,加入拓撲優化設計後,整體結構是否還能符合車廠強度及法規要求,以輔助產品設計,減少開發時間,降低鋁材損耗,避免無效浪費。

### 二、結構分析

CAE 分析中,鋁合金輪圈及衝擊鐵塊皆為自行建構之立體模型,分別給予材料機械性質、密度值及浦松比..等設定參數,再根據車廠提供之法規施力條件,以重力加速度之方式,由上往下施加於法定輪圈受力位置,藉此得到分析結果。而在外觀造型不可變更受限下,當傳統經驗設計在重量減輕及

結構強度達極限時,藉由拓撲優化自動判定取得最佳化設計。依此結果探討,對於車廠法規標準,拓撲優化所得到的最佳化數據是否可符合。優化設計對於輪圈本身整體結構之影響,在撞擊過程中是否達到安全標準,不會產生破裂及漏氣。

### 三、傳統與優化的設計結果比對

輕量化減重效益(如圖一所示)及結構強度分析(如圖二所示),拓撲優化設計確實在減重效益上優於傳統經驗設計,並於實測中通過車廠強度要求(如圖三所示)。

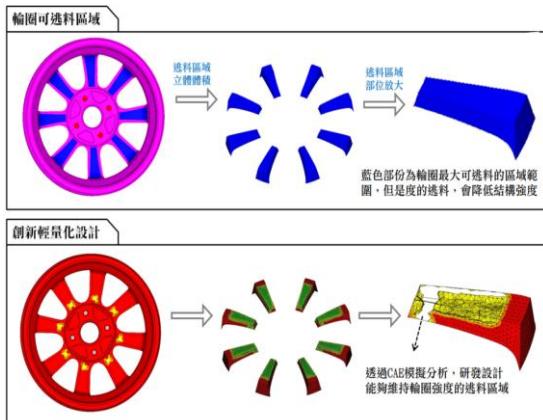
鋁圈傳統設計重量 5.700 Kg,拓撲優化後重量 5.569 Kg,每顆鋁圈約可減輕 131 公克重量。

動態衝擊分析最大應變能密度傳統設計  $31.0 \text{ N-mm/mm}^3$ ,拓撲優化後降為  $21.0 \text{ N-mm/mm}^3$ 。

### 四、結論

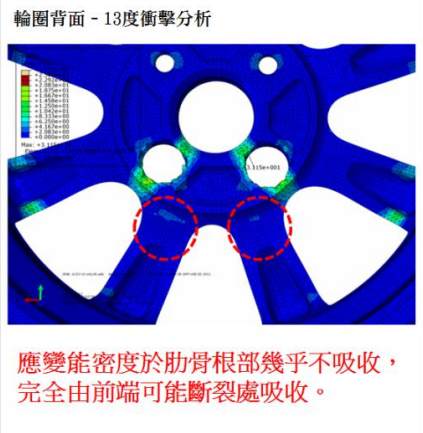
本文進行了汽車鋁合金輪圈-動態衝擊分析及拓撲優化分析,根據 CAE 模擬來輔助產品強度結構及輕量化減重設計,可在實際測試前先瞭解產品各部位拓撲優化是否符合結構強度標準。而在分析中所得優化設計除符合客戶造型要望,車廠要求重量外,更通過法規強度要求,此結果亦說明了拓撲優化分析準確率高及測試前模擬的重要性。

五、圖片



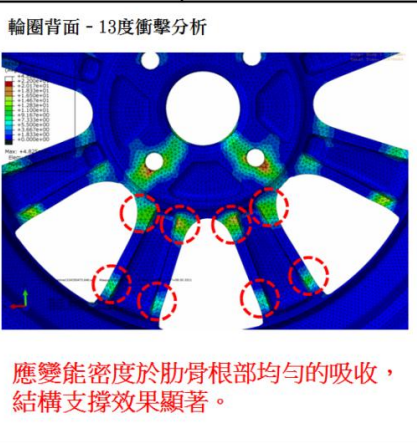
圖一

傳統 輪圈結構



應變能密度於肋骨根部幾乎不吸收，完全由前端可能斷裂處吸收。

創新 輪圈結構



應變能密度於肋骨根部均勻的吸收，結構支撐效果顯著。

圖二

●SPOKE-測試 OK



●VALVE-測試 OK



圖三