

在排氣系統中的應用

Application In Exhaust system

張展維

健泰工業股份有限公司

摘要

目前國內各大汽車排氣系統業者，對於汽車排氣系統之開發大多侷限於 OEM 階段，投入技術皆僅於產品製程方面著墨，對於產品之設計與研發，大多受制於國外車廠。本公司跨足設計領域，對於排氣系統之產品開發過程仰賴 HyperMesh 優勢快速劃分網格。健泰公司有鑒於過去在汽車排氣系統所累積之多年製造經驗結合 CAE 軟體分析結果，並進行實物的測試；從中建立自主設計能力且提升公司之國際競爭力。

關鍵字：汽車排氣系統 Abqus/CAE 自主設計

一、緒論

健泰工業所開發之汽車排氣系統，依據 QC/T 631 2009 標準進行其結構暨流場特性(背壓、結構強度及振動耐久)CAE 分析與改善。使用 Abaqus/CAE 軟體能夠達成之目標如下：

(1)針對改善設計之汽車排氣系統，以 6kg 水壓進行水壓注入之結構強度 CAE 分析，以評估目標排氣系統之結構強度特性是否符合設計目標(不發生破裂)。

二、文獻回顧

2.1 有限元模型建立

健泰工業所開發之汽車排氣系統，幾何外型如圖 1 所示。

2.2 網格劃分

採用 HyperMesh 進行前處理(網格劃分)，如圖 2、3、4 和圖 5 所示。

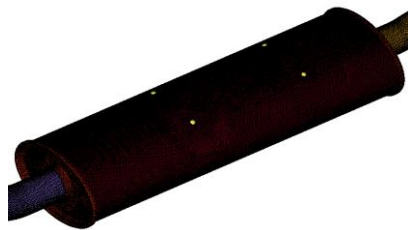


圖 2

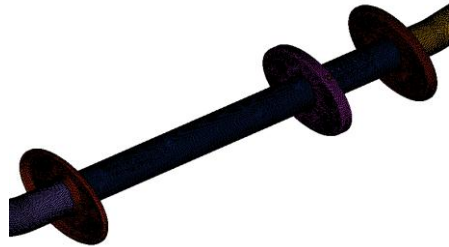


圖 3



圖 1

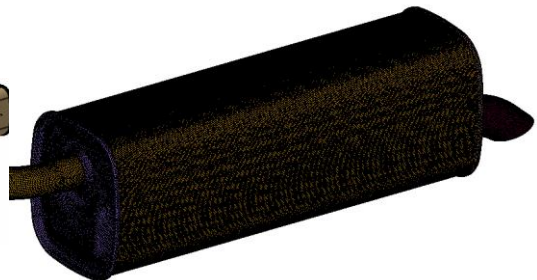


圖 4

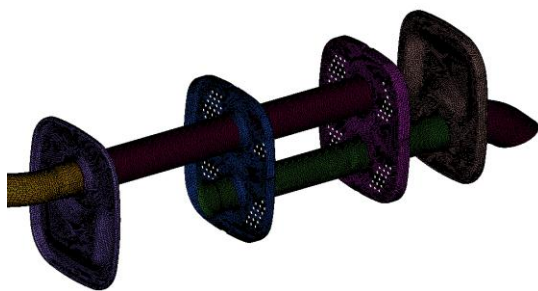


圖 5

三、材料與屬性

計算中所使用的材料參數如下：

JFE409L 不鏽鋼的材料參數：

- 彈性模量：201000MPa
- 材料密度：7.74e-9kg/mm³
- 泊松比：0.25

長度單位為：mm

JFE436LT 不鏽鋼的材料參數：

- 彈性模量：212000MPa
- 材料密度：7.73e-9kg/mm³
- 泊松比：0.2

長度單位為：mm

四、水壓強度測試及分析

水壓強度試驗如圖 6 所示，由一端注水(圖 6-a)，另一端封閉(圖 6-b)，中管及後管分別進行(圖 6-c)，強行將管內注入 6kg/cm² 之水壓(ES-X-25026 規範之基本要求)而不破裂，後續持續注水至破裂為止。初使破裂位置幾乎皆發生在封口處，此封口型式是以彎折方式構成(圖 6-d)。



(a) 注水端



(b) 封閉端



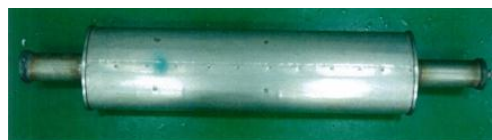
(c) 分段量測



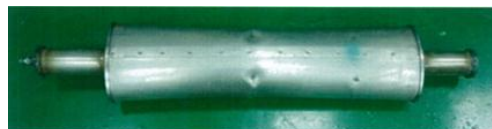
(d) 封口處彎折斷面

圖 6 水壓強度試驗圖

中段管測試如圖 7 所示，測試結果如圖 8 所示，滿足 6kg/cm² 水壓而不破裂之要求，最高可承受 8.9kg/cm² 之水壓。



(a) 測試前



(b) 測試後

圖 7 中段管水壓試驗圖

編號	試品名稱	最大壓力 (Kg/cm ²)
1	AGSI-A065	8.9

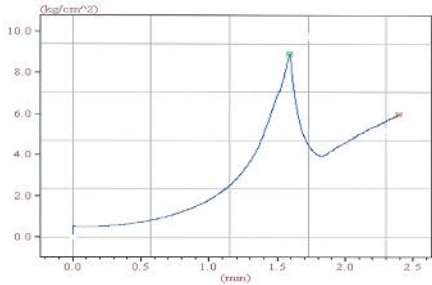
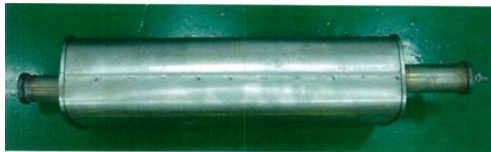


圖 8 中段管水壓試驗結果

後段管測試如圖 9 所示，測試結果如圖 10 所示，滿足 6kg/cm² 水壓而不破裂之要求，最高可承受 17.1kg/cm² 之水壓。



(a) 測試前



(b) 測試後

圖 9 後段管水壓試驗圖

編號	試品名稱	最大壓力 (Kg/cm ²)
1	AGSI-A050	17.1

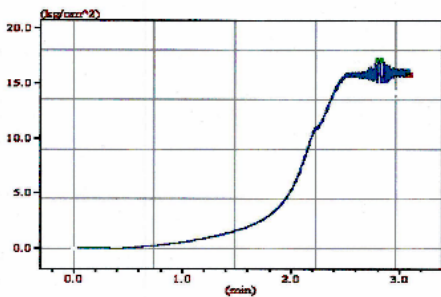


圖 10 後段管水壓試驗結果

五、計算結果圖

圖 2、3、4 和 5 為後段消音器之 CAE 模型，將模型於 ABAQUS 進行相關設定。如圖 11 所示，在排氣管表面上給與均壓設定，後續將設定完成之模型進行結構應力分析。

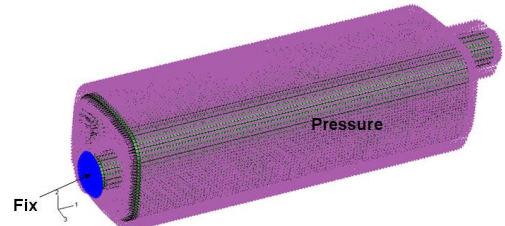
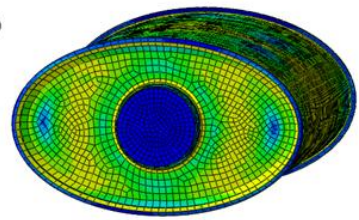
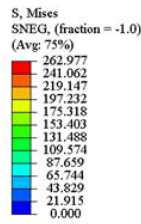
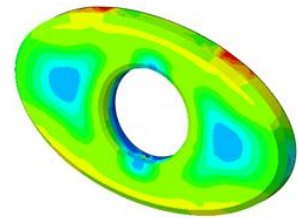
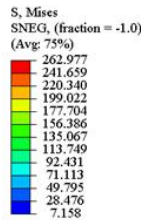


圖 11 分析設定

中段管於 6kg/cm² 水壓下之應力分析結果如圖 12 所示。在焊點周圍應力較大，應力值(約 262.9MPa)，如圖 12-b 所示。中段外擋板應力圖如圖 13 所示。



(a) 外管



(b) 擋板

圖 12 中段擋板應力圖(6kg/cm²)

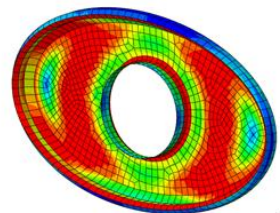
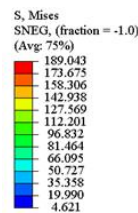


圖 13 中段外擋板應力圖(6kg/cm²)

後段管於 6kg/cm² 水壓下之應力分析結果如圖 14 所示。在焊點周圍應力較大，應力值(約 343.6MPa)，如圖 15 所示。後段管應力分析圖如圖 16 所示。

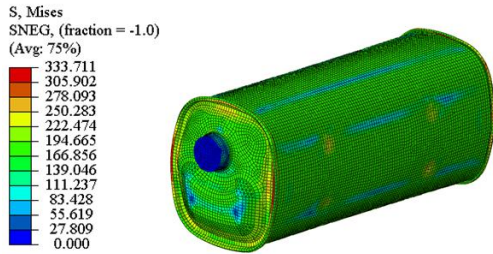


圖 14、後段應力分析圖(6kg/cm²)

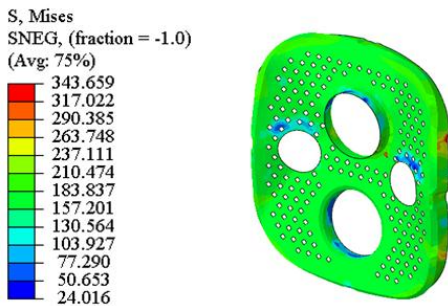


圖 15、後段檔板應力分析圖(6kg/cm²)

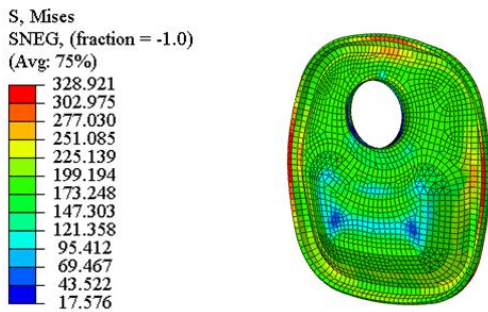


圖 16、後段外蓋應力分析圖(6kg/cm²)

六、分析與結論

從應力分佈圖，可得知焊點周圍應力高。反觀；消音器與外檔板結合處，應力值沒有比焊點附近應力高；由此可初步判斷在實際測試時，焊點周邊優先產生破壞。從表一得知，中消和後消的最大應力值，都沒有超過該材料破壞強度。利用 CAE 分析結果判斷，可以通過水壓強度(6kg/cm²)條件的測驗。

表一、水壓強度分析結果

分析	部件	Mises stress (MPa)	破壞強度 (MPa)	判定
1	中消	262.9	360	OK
1-1	外檔板	189.0	360	OK
2	後消	333.7	360	OK
2-1	外檔板	238.9	360	OK

在水壓實驗測試時，中消和後消分別抗水壓強度達 8.9kg/cm² 及中消抗水壓強度達 17.1kg/cm²，才產生破壞。

依 CAE 分析結果中消和後消都通過實際測試。另一方面，測試發生破壞的地方，是在焊點附近，使得充滿消音器內部的高壓水，從焊點附近破裂出流出。最後、我們需要持續地、深入研究 CAE 和 HyperMesh 軟體，增加準確性和開發新產品的效率。

九、參考文獻

- [1] 杜其室，陳今如. 有限元方法的數學理論. 北京: 科學出版社, 2012
- [2] 石亦平，周玉蓉. ABAQUS 有限元素分析實例詳解. 北京: 機械工業出版社, 2006
- [3] 張勝蘭，鄭冬黎，郝琪，李楚琳. 基于 HyperWoerks 的結構優化設計技術. 北京: 機械工業出版社, 2007
- [4] 于開平，周傳月. HyperMesh 從入門到精通. 北京: 科學出版設, 2005.