

電動車傳動系統濕式離合器壽命分析

黃礪德¹, 陳柏炆²

工業技術研究院 機械所 精密傳動技術部 工程師

¹E-mail: itriA40449@itri.org.tw

摘要

本論文透過Abaqus建立有限元素模型，模擬離合器系統結構強度分析，分別建立材料參數與網格化模型，再以系統運轉過程之負載及邊界條件模擬運轉中結構之受力及變形情況，協助電動車傳動系統濕式離合器壽命分析。

關鍵字：電動車、傳動系統、濕式離合器、有限元素法

ABSTRACT

This study establishes a finite element model, we can simulate the structural strength of the clutch system analysis, and establish material parameters and grid model. Then, the system operation of the load and boundary conditions to simulate the operation of the structure of the force and deformation.

Keywords: Electric vehicle, Transmission, Wet clutch, Finite element method

一、緒論

近年節能政策及議題廣受矚目，油耗、碳排放法規也日趨嚴格，然而單純以傳統引擎達成實屬不易，電動車輛因應崛起。一般電動車輛之動力系統必須依不同使用場合而設計，以達到更高的傳動效率，因此世界知名車廠陸續投入動力零組件之研發，其中變速箱之性能要求尤其重要，本研究透過現有雙檔位變速箱之技術探索，期許未來能拓展電動車產業之技術，並達成環保節能、提升車輛性能等效益。

歐盟、美國及中國對於車輛之油耗、排放法規標準嚴格化，依台灣法規“車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法第四條”所述：“廠商製造或進口汽、柴油引擎之小客車（轎式、旅行式）應符合下列第一款（歐規）或第二款（美規）耗用能源標準。”台灣與國際同步接軌，跟進相關法規標準，電動車其相關技術重要性確實值得深入探討。

現有電動車的變速箱，一般採用單速變速箱，其速比於 1:6.4 - 1:7.5 之間，在此情況下傳動比固定，而在車輛進行爬坡時無法提供高扭矩；在車輛在平地上行駛時，無法為車輛提高較高的行駛速度。為了改善單

速變速箱的缺點，進而發展兩速變速系統，藉由雙速之傳動比來適應車輛行駛於高扭矩或高速度下的不同要求，具有能量利用率高、爬坡能力強等特點。

另外在應用上，雙檔位變速傳動系統安裝於馬達動力驅動軸，可將車輛由二驅傳動提升為四驅傳動，若將此系統單獨使用也可做為一般純電/混動車輛之驅動，除了提高車輛動力以及操控行能之外，同時改善油耗增加能源使用效率。除四輪車輛之外，近年來也逐漸開始評估雙檔位變速傳動系統於較低功率之電動接駁車或電動小貨車之應用。

二、濕式離合器模組分析

2.1. 結構有限元素分析

離合器傳動系統主要包含基座 (Boss)、傳動及煞車離合器 (Clutch Plate and Friction Plate)、外殼 (Housing)、壓板 (Press Plate)，如圖 1 所示。

使用有限元素分析軟體 Abaqus 建立有限元素模型，進行離合器系統結構強度分析，分別建立材料參數與網格化模型，再以系統運轉過程中，承受輸入扭力、壓板推力做為輸入負載條件，以外殼為固定端做為邊

界條件。分別將各元件建立實體網格，在鎖孔處及結構中需要特別注意強度之處，建立較密集的網格，以提升分析準確度，分析元件 CAD 模型及元件網格化模型(圖 2)。

邊界及負載設定，負載(Load)設定輸入底座施加煞車力矩及彈簧施予壓板力。其中，所有會接觸到的元件設定接觸條件，摩擦材質作用於摩擦片和離合器片間，同時設定摩擦係數。其中，出現最大應力位置為輸入栓槽處，推測應力集中原因為離合器承受輸入扭矩，易在溝槽處產生應力集中。離合器傳動系統主要包含基座(Boss)、傳動及煞車離合器(Clutch Plate and Friction Plate)、外殼(Housing)、壓板(Press Plate)，各元件之安全係數皆大於 2，在正常操作情況下結構件總成符合使用規格需求。

2.2. 輸出軸總成有限元素分析

將 Abaqus 最大應力分析結果轉入 nCode 進行壽命分析，nCode 使用 Stress-Life 計算壽命(圖 3)，使用固定應力頻率去當負載，當結果為 10^3 or 10^4 以上可視為不會破壞，結果如圖 3 所示，在應力集中處會造成壽命不夠的現象，此時可以再將網格切密提高分析準確度，或是進行機構上的調整。

三、結論

車輛直線性能動態分析包含取得車速變化、馬達轉速變化、車輪驅動力及車輛前後輪正向力變化等幾個重要數據，藉此可判斷此兩段變速系統對於車輛動態之影響，並能透過調變檔位減速比提升車輛直線性能，透過數值模擬建立車輛動態模型計算車輛的運動狀態。經由離合器與單向軸承的配置，建構了自動與手動的二檔變速機構，簡化一般傳動箱機構複雜度，並達成換檔的功能，由於機構複雜度的下降，與控制簡化，整體機構的製造成本也能壓低。

建立離合器傳動系統壽命分析流程(圖 4)，使用 Abaqus 進行結構有限元素分析，透過建立有限元素模型，模擬離合器系統結構強度分析，分別建立材料參數與網格化模型，再以系統運轉過程之負載及邊界條件模擬運轉中結構之受力及變形情況，並計算安全係數，確保結構之安全性。nCode 進行反覆之應力週期作用，計算出材料在此工況下之壽命，耐久測試是一項費時費工的驗證，若是可以在模擬軟體上先獲得疲勞之結

果，可以省下製造成本和驗證週期。

四、誌謝

本研究蒙工業技術研究院機械與機電系統研究所精密傳動技術部門(計畫編號 G353C61200)使本計畫得以順利進行，特此致謝。

五、參考文獻

- [1] J. Y. Wong, Theory of ground vehicles, New York: John Wiley & Sons, 2001.M. Åkerblom and M. Pärssinen, "A Study of Gear Noise and Vibration", Volvo Construction Equipment Components, 2002

六、圖片

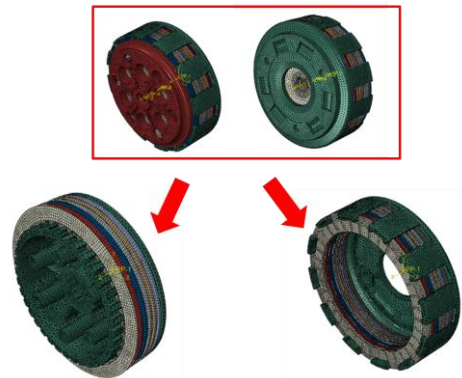


圖 1 離合器傳動模組

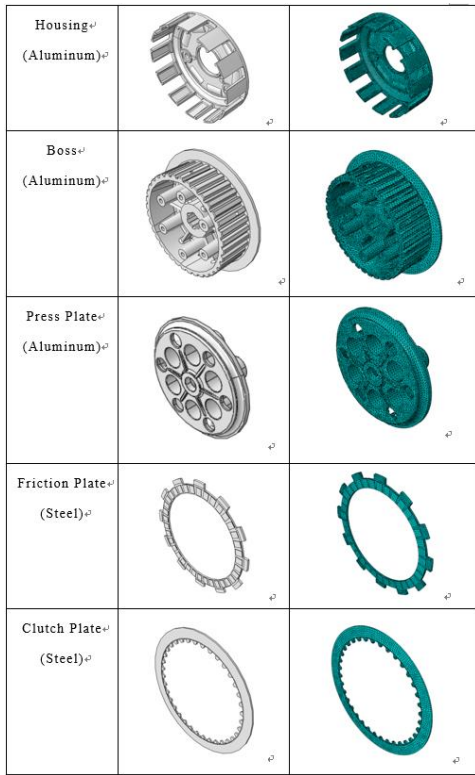


圖 2 元件網格化模型

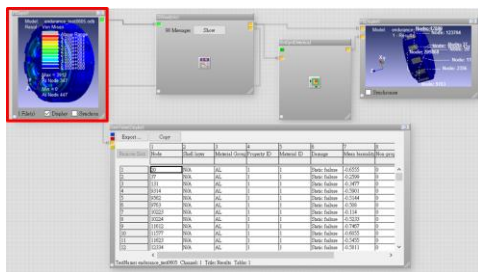


圖 3 nCode 壽命分析

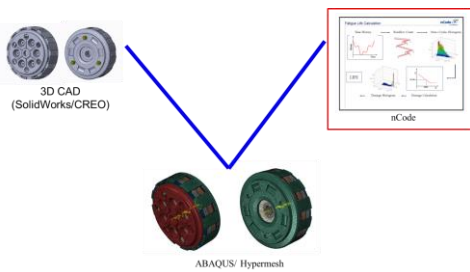


圖 4 離合器傳動系統壽命分析流程