



重裝登場-- 大客車檢測能量建置介紹

車輛研究測試中心 鄭有青、陳奕安

一、前言

在環保節能的社會趨勢下，讓愈來愈多的民眾出門時選擇搭乘大眾運輸工具，無論長程短程、平地山坡，大客車一直扮演著重要角色。然而近年來國內發生多次大客車重大事故，除人為操作問題之外，也讓大客車本身結構的安全性倍受重視。目前國內大客車安全法規已有執行車身各部規格及傾斜穩定度等規範，主要強調大客車盡可能不發生翻覆，屬於事前之預防；但對於翻覆後之車體結構是否能承受翻覆的撞擊力則並未考量。為此，交通部將於97年12月實施之「大客車車身結構強度」法規，則是強調依法規所規定的翻覆條件下，其車體結構變形量均不得侵入乘員之生存空間，屬於事後之防護。

車輛中心從去年起在交通部的委辦之下，積極著手進行大客車車身結構檢測能量建置，主要依據為「車輛安全檢測基準第55條」及「ECE R66」之大客車車身結構強度(Strength of Super Structure)驗證規範，並已在今年7月1日正式完成，可以提供車

體製造業者相關大客車之結構開發設計及法規認證檢測等服務，對於大客車的安全性及穩定性提升產生最直接有效的助益。

另依「車輛安全檢測基準第55條」及ECE R66之規定，其驗證方式共有5種，並可選擇1種符合即可；車輛中心規劃建立整車翻覆試驗(如圖1所示)、等效試驗-車身段翻覆試驗(如圖2所示)、等效試驗-電腦模擬整車翻覆試驗(如圖3所示)及等效試驗-依據零組件試驗之模擬靜態計算(如圖4所示)等4種驗證能量；而其所需之設備為整車翻覆平台、骨架接點強度試驗平台及CAE電腦模擬分析軟硬體等3大項。



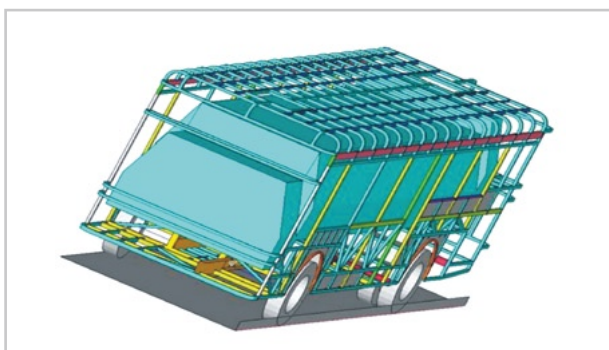
▲ 圖1. 德國TUV整車翻覆試驗圖



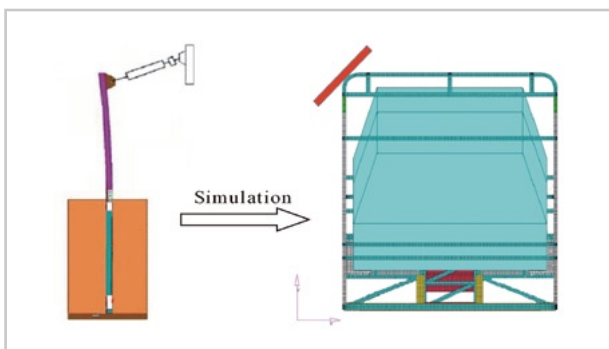
專 題 報 導



▲ 圖2. 等效試驗-車身段翻覆試驗圖



▲ 圖3. 等效試驗-電腦模擬整車翻覆試驗示意圖



▲ 圖4. 等效試驗-依據零組件試驗之模擬靜態計算示意圖

三、內容說明

本次新的檢測設備建置能量主要分有大客車整車翻覆試驗平台及骨架接點強度試驗平台兩大部分。

(一) 大客車整車翻覆試驗平台

1. 翻覆試驗規範

整車翻覆試驗即在每窗戶柱位之車底板上固定一保麗龍模板(代表乘客生存空間)，並將保麗龍模板外側插入鋼銷，若翻覆期間鋼銷往保麗龍板內移動時則表示乘員生存空間遭受入侵。而等效試驗-車身段翻覆試驗與整車翻覆試驗程序相同，主要為一個車身段且至少有兩個間隔結構與主要組件連接，其重心高度與質量分佈需與實車一致，並選擇車身段最弱的區域來執行測試。在設備規劃之初，中心實驗室參考了英國CIC(如圖5)及德國TUV(如圖6)的整車翻覆設備，其中，英國CIC的翻覆平台是以吊車方式完成翻覆動作；而德國TUV翻覆平台頂昇則是以油壓方式進行翻覆動作。



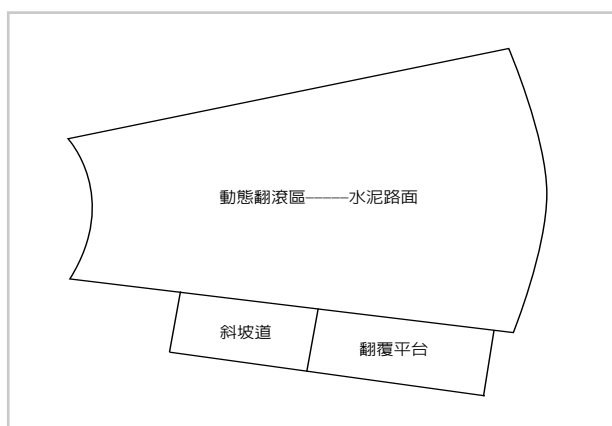
▲ 圖5. 英國CIC整車翻覆設備



▲ 圖6. 德國TUV整車翻覆設備

2. 翻覆場地整修配置

為能符合ECE R66整車翻覆法規之檢測需求，中心針對翻覆平台應有之剛性結構、翻覆能力及地面水平高度作一完整規劃。並依規範將翻覆平台與翻覆地面的高度差設為 800 ± 20 mm及翻覆碰撞區域必須為水平、均質的水泥地面。為符合此條件，中心於現有之動態翻滾區旁建置整車翻覆設備，並依序施以地面開挖、混凝土鋪設整平，以符合法規要求，如圖7所示。



▲ 圖7. 整車翻覆場地配置圖

3. 翻覆平台檢測設備

為確認大客車翻覆過程中與翻覆後乘員生存空間不受侵入，試驗過程中須於車輛內部置放量測設備，藉以確認乘員生存空間有無被侵入而危及乘員安全。對於車輛翻覆與變形過程之量測，則在每個間隔結構旁裝設保麗龍變形樣板，如圖8所示，並於保麗龍變形樣板外並裝設鋼銷以量測車體之變形量，以觀察試驗時車體彈性變形之行爲。



▲ 圖8. 韓國大宇汽車保麗龍變形樣板裝置示意圖

(1) 設備簡介

本設備為三組油壓缸系統藉由可程式控制器控制翻覆平台之傾斜角度，以每秒5度的角速度進行平台之翻覆動作。並於待測大客車車體上裝置位移計、觸發訊號、人形配重冶具及保麗龍變形板。

(2) 設備規格

本設備依ECE R66 Annex5、6之要求，綜合研擬設備規格，包括：翻覆平台、資料



專 題 報 導

擷取系統、油壓動力系統及周邊設備。

A. 翻覆平台

翻覆平台之動力系統，如圖9所示，以油壓缸頂升模式執行，可耐重25公噸以上，並有移動式地磅，鎖附後可供大客車量測重量。



▲ 圖9. 翻覆平台結構

B. 配重之人形冶具

此冶具採用中空設計，可放置配重(塊)包，於大客車座椅上進行配重，如圖10所示。



▲ 圖10. 配重之人形冶具

C. 保麗龍變形樣板

進行翻覆試驗時若車體骨架接觸到保麗龍變形樣板或保麗龍變形樣板的鋼銷，可藉以了

解骨架局部變形之方式是否符合法規規範。本設備之保麗龍變形樣板，如圖11所示，採用壓克力板夾持，鎖附固定於車底板上，可依不同車體形狀調整距地高位置，以了解乘客生存空間是否遭受入侵。



▲ 圖11. 保麗龍變形樣板

D. 油壓動力系統

油壓動力系統提供油壓缸頂昇翻覆平台至

45度以上並可即時顯示平台角度位置、轉動角度(度/秒)，如圖12所示。



▲ 圖12. 油壓動力系統

E. 資料擷取系統

將10組接觸開關及線性位移計連接於車頂肩部，經由資料擷取系統擷取車體瞬間之位移，再將該位移數據計算轉換成大客車車體的變形量，如圖13。



▲ 圖13. 資料擷取系統

(3) 設備安裝

整車翻覆平台設備於鋼筋水泥工程完畢後進行安裝，如圖14所示。



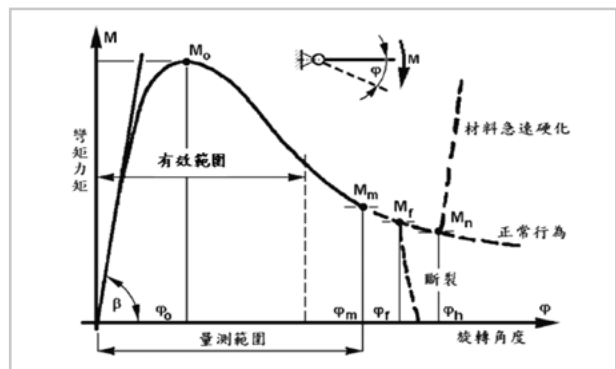
▲ 圖14. 整車翻覆平台翻覆傾斜情況

(二) 骨架接點強度試驗平台

1. 骨架接點強度試驗規範

等效試驗-依據零組件試驗之模擬靜態計算即依車體製造商業者所提供之車身骨架執行骨架結構零件負載(L)-變形(D)試驗，其塑性區之特性曲線為一非線性曲線。因骨架接點之特性為彎矩力矩(M)-旋轉角度(ϕ)之關係，因此

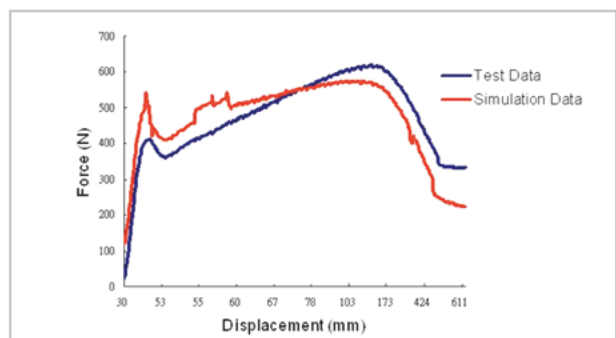
須將負載(L)-變形(D)之數據計算轉換成彎矩力矩(M)-角度(ϕ)關係特性曲線，如圖15所示，再將M- ϕ 數據經由電腦模擬推估完整之車身結構負載情形，並計算出整車骨架吸收能量之結果，以檢視車身結構強度是否有影響乘客之生存空間，如圖16及圖17所示。



▲ 圖15. 骨架接點之M- ϕ 特性曲線



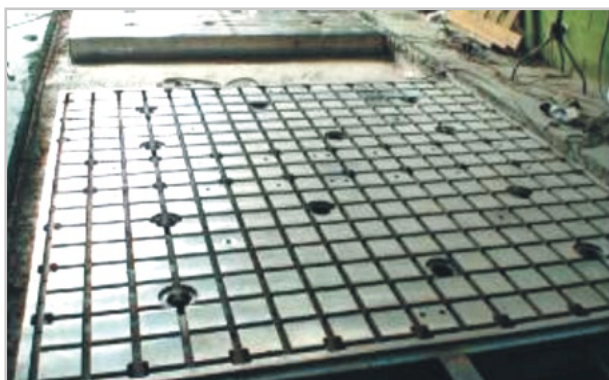
▲ 圖16. 骨架接點試驗與骨架電腦模擬比較



▲ 圖17. 骨架試驗數據與電腦模擬數據比較

2. 骨架接點場地整修配置

實驗室針對地面水平度及T型槽等進行裝修並加強地基，並採用RC結構並均勻設置固定錨鉤以固定T型槽與RC結構，填充水泥強度為3000psi之無收縮水泥與設備結構結合，以強化整體的設備結構，如圖18所示。



▲ 圖18. T型槽裝設

3. 骨架接點檢測設備

(1) 設備簡介

本設備依ECE R66法規等效性試驗-依據零組件試驗之模擬靜態計算所設計之油壓缸擠壓能力，並於油壓缸，如圖19所示，接頭安裝力量感測元件(Load Cell)及位移計，試驗時，將待測之骨架固定於T型槽上，並將待測之骨架與油壓缸之單向接頭接合，試驗後經由軟體將數據換算成彎矩力矩(M)-角度(ϕ)關係特性曲線，以符合電腦模擬之需求。



▲ 圖19. 油壓缸設備圖

(2) 設備規格

本設備依ECE R66 Annex 8-Append 1之要求，綜合研擬設備規格其中包括：油壓缸設備架、油壓缸控制系統、操作軟體及周邊設備等。

本檢測設備架其內部寬度為2.5 m可供三組油壓缸置放平台上下移動，以符合車身骨架之試驗需求，如圖20所示。而油壓缸控制系統由電腦控制並搭配人機介面輔助操作以控制各油壓缸之動作、初始力量調整及設定各油壓缸獨立軸荷重之相關試驗條件，並可由操作人員設定各油壓缸初荷重，待初荷重達到設定值方可執行試驗。



▲ 圖20. 油壓缸設備架組裝



(3) 設備安裝

骨架接點強度設備其油壓缸設備架結構主樑與T型槽結構結合，如圖21所示。



▲ 圖21. 骨架接點試驗作動圖

四、結論

歐洲大客車車身結構強度法規已實施多年並投入了相當多的人力進行研究，以增加車身結構強度及乘客之生存空間。而國內近年來車輛安全逐漸受到重視，政府也致力提昇國內之大客車車輛安全，其中以大客車傾斜穩定度的檢測最早實施，但此項檢測只可證明大客車重心符合標準，但無法確保大客車發生事故時乘客之安全，因此大客車車體結構強度將為目前大客車車輛安全的首要重要之課題。

車輛中心一面汲取歐美先進國家經驗及最新技術，同時與廠商共同研究開發之大客車整車翻覆試驗平台及骨架接點強度試驗平台，以此作為未來檢測大客車車身結構之重要指標，不但對國內業者改善車身結構設計型式將有很大的貢獻，對於乘客安全也將更有保障。

五、參考文獻

- [1] 歐洲ECE R66法規條文
- [2] 美國FMVSS 220 法規條文
- [3] 大客車車體設計技術介紹，車輛研究測試中心,民93.7
- [4] 因應大客車車身結構強度新法之建議，車輛研究測試中心，民97.2
- [5] 國內大客車車體結構調查報告，車輛研究測試中心，民92.6
- [6] E.Larrode, A. Miravete, F. J. Fernandez, "A New Concept of a Bus Structure Made of Composite Materials by Using Continuous Transversal Frames", Composite Structure, Vol.32 345-356 (1995)
- [7] Hiroyuki, Yoshihiro, Fujio, Shungo, "Research on Bus Passenger Safety in Frontal Impacts", The 17th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), Paper Number : 287 (2001)
- [8] Shinichi Yahagi, Takurou Miyazaki, "Safety Measures for the Structure of Trucks and Buses", The 16th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), Paper Number : 98-S4-O-02 (1998)
- [9] Dr Matolcsy, Matyas "Protection of Bus Drivers in Frontal Collisions" The 18th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), Paper Number : 359 (2002)
- [10] Sandor Vincze, "European Test Methods for Superstructures of Buses and Coaches Related to ECE R66 (The Applied Hungarian Calculation Method)", The 16th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), Paper Number : 98-S4-P-18 (1998)