

應用歐規ECE R66-擬靜態計算法進行大客車上層結構設計之探討

陳文賢、梁卓中

E-mail: 9708031@mail.dyu.edu.tw

摘要

大客車在承載人數上遠多於一般小客車，因此大客車的安全問題顯得格外重要。在國內之大客車多數為雙層遊覽車，國內業者因同業競爭，往往強調車內配備影音娛樂豪華程度而過度使用上層結構，使得車輛重心上移，且台灣國道車輛眾多、觀光地區亦多為山區，經過曲度過大之道路或緊急轉彎情況下，翻覆的可能性將大為增加。世界各國考慮大客車翻覆安全性之嚴重性，大多各自建立一套安全法規，其中最著名的就是歐規ECE R66 (Economic Commission for Europe, ECE)，此法規為確保在翻覆意外發生時大客車可保有固定之乘客生存空間。而臺灣亦在94年開始著手修訂大客車相關結構強度法規，目前國內交通部參考歐規2006年ECE R66.01版本制定符合本國之大客車車體結構強度法規。而在歐規ECE R66.01版本中新增之等效認證法是過去文獻中較少論及之部份，因此本論文將以大客車翻覆強度作為研究對象，首先根據歐規ECE R66新增之等效認證方法之一的根據零組件試驗之擬靜態計算法(Quasi-static calculation based on testing of components)，配合有限元素分析軟體LS-DYNA建構大客車上層結構強度之數值研究環境。首先，進行國內大客車製造廠環肋結構常用管材抗擠壓強度之數值模擬分析，發現斷面模數對於車身強度影響甚巨，其次，配合大客車原型車之環肋結構進行改善抗擠壓強度之設計，比較原型車與進行改善後車型之抗擠壓強度，並比較其吸收能量與車身重量由研究結果得知40mm × 80mm × 2mm之斷面尺寸為本論文使用車型之較佳選擇，其中，也發現本論文使用車型之結構弱點為車身骨架尾段不連續環肋及截面積大幅度變化之處，並進行改善研究。此外，本論文並探討法規中整車翻覆數值模擬與擬靜態計算法之差異性，發現此兩驗證法均能發現車身結構之弱點，但整車翻覆數值模擬具有較嚴苛之通過門檻；另車身後段為引擎安裝位置車身結構較為不完整，應設法將最後排座椅前移或移除，確保乘客安全，最後本論文將提供大客車製造業者設計車身結構之參考依據。

關鍵詞：大客車，ECE R66，翻覆，擬靜態計算法，環肋連續。

目錄

目錄封面內頁	簽名頁	授權書	iii	中文摘要	iv	英文摘要	vi	誌謝	viii	目錄	xii	圖目錄	xiii	表目錄	xvii	符號說明	xviii	第一章 緒論																																																																																																																						
1.1.1	研究背景	1	1.1.2	文獻回顧	3	1.3	本文目的	6	第二章 歐規ECE R66等效認證方法-根據零組件試驗之擬靜態計算法	15	2.1	歐規ECE R66起源	15	2.1.1	歐規ECE R66法規驗證測試方法	15	2.1.2	大客車乘員安全空間(residual space)	17	2.2	等效認證法 根據零組件試驗之擬靜態計算	18	2.2.1	上層結構塑性鉸(plastic hinge)之幾何參數	18	2.2.2	模擬靜態計算之需求	20	2.2.3	計算方法	21	第三章 大客車翻覆數值分析理論基礎	30	3.1	LS-DYNA基本理論	31	3.1.1	運動方程式	31	3.1.2	時間積分(Time Integration)	32	3.2	LS-DYNA程式之數值分析技巧	33	3.2.1	前處理器	33	3.2.2	LS-DYNA主程式處理器	38	3.2.3	後處理器	38	第四章 大客車環肋結構擠壓試驗數值模擬分析	43	4.1	常用之大客車環肋結構尺寸	43	4.2	大客車環肋結構有限元素模型建構	43	4.3	大客車環肋結構擠壓試驗之模擬環境建構	44	4.3.1	邊界條件	44	4.3.2	施力板位移	44	4.3.3	接觸設定	45	4.4	大客車環肋結構擠壓試驗之數值模擬結果	45	4.5	結果分析與討論	52	第五章 大客車整車結構抗擠壓強度之探討	72	5.1	歐規ECE R66大客車擬靜態計算法之數值模擬環境建構	72	5.1.1	邊界條件及接觸設定	72	5.1.2	施力板位移	73	5.1.3	安全空間設置	73	5.2	大客車原型車數值模擬分析	74	5.2.1	有限元素模型建構	74	5.2.2	結果與討論	75	5.3	考量不同環肋結構之大客車整車抗擠壓強度之探討	76	5.3.1	考量不同環肋結構之大客車整車抗擠壓強度之數值模擬分析	76	5.4	環肋連續與不連續之差異	78	5.4.1	有限元素模型建構	78	5.4.2	結果與討論	79	5.5	整車翻覆試驗數值模擬與擬靜態計算法模擬結果之差異	79	5.5.1	歐規ECE R66大客車整車翻覆試驗之數值模擬環境建構	80	5.5.2	有限元素模型建構	80	5.5.3	結果與討論	81	第六章 結論與未來展望	112	參考文獻	114	附錄	116

參考文獻

- [1] 行政院交通部，<http://www.motc.gov.tw/> [2] 華視全球資訊網，<http://www.cts.com.tw/> [3] TVBS-NEWS，<http://www.tvbs.com.tw/index/> [4] NHTSA，<http://www.nhtsa.dot.gov> [5] 邱筱婷，“大客車骨架結構補強型式之設計與評估”，大葉大學車輛工程研究所碩士班畢業論文，2007。
- [6] UNECE，<http://www.unece.org/> [7] J. C. Brown，“The design and type approval of coach structures for roll-over using the CRASH-D program” Int. J. of Vehicle Design, vol. 11, nos 4/5, pp.361-373. (1990).
- [8] D. Kecman, M. Djokic，“The effect and modeling of 'finite stiffness hinges' in the collapse analysis of roll-over safety rings in buses and coaches”，Int. J. of Vehicle Design, vol. 11, nos4/5, pp.374-384. (1990).

- [9] T. Roca, J. Arbiol and S. Ruiz, “ Development of rollover – resistance bus structures ”, Society of Automotive Engineers, 970581 (1997).
- [10] M. Matolcsy, “ Body section rollover test as an approval method for requires strength of bus superstructures ”, Society of Automotive Engineers, 2001-01-3209 (2001).
- [11] 吳昌明, “ 大客車車身結構之翻覆強度分析 ”, 大葉大學車輛工程研究所碩士班畢業論文, 2004。
- [12] 梁卓中, 黃朝琴, 吳昌明, 張瑞宏, “ 歐規ECE R66大客車車身段擺錘碰撞試驗之數值模擬 ”, 第二十一屆全國學術研會論文集, pp.3275-3280, 2004。
- [13] 梁卓中, 粘鴻祺, 蔡易修, “ 美規FMVSS 220校車車頂擠壓試驗之數值模擬 ”, 第二十一屆全國學術研會論文集, pp.3281-3285, 2004。
- [14] 梁卓中, 蔡易修, 粘鴻祺, “ 大客車門窗開口對強度之影響及設計建議 ”, 車輛研測資訊雙月刊, pp.2-7, 2005-03。
- [15] 張瑞宏, “ 提升大客車車體結構強度之研究 ”, 大葉大學車輛工程研究所碩士班畢業論文, 2005。
- [16] S. 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).
- [17] J. C. Anderson, “ Rollover Crashworthiness of a New Coach Structure ” Society of Automotive Engineers, 2000-01-3520 (2000).
- [18] 林育正, “ 建立大客車骨架擠壓分析測試與優化之設計方法 ”, 第十一屆ABAQUS Taiwan Users conference, 2006。
- [19] 粘鴻祺, “ 大客車車身結構強度之防撞性研究 ”, 第十一屆車輛工程學術研討會, 2006。
- [20] LS-DYNA THEORETICAL MANUAL, 1998.
- [21] LS-DYNA KEYWORD USE ' S MANUAL, V970, 2003.