

# 大客車複材加勁骨架之研究

朱惠民、梁卓中、鄧作樑

E-mail: 364841@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

目前國內外較缺乏大客車骨架新材料開發的具體想法，為開發大客車之複材加勁骨架結構，以改善大客車於翻覆事故中上層結構發生嚴重變形而侵入乘員空間之情況，並改善車體重量及骨架受氧化程度。本論文以複合材料包覆鋼材的複材加勁骨架為研究對象，依據ECE R66大客車上層結構強度法規，以LS-DYNA數值模擬軟體進行結構分析。首先依據大客車骨架擠壓試驗方法，建構骨架擠壓試驗之數值模擬環境，並以模擬分析結果與實驗結果進行比對，以驗證骨架擠壓試驗之數值模型的正確性；再以複材加勁骨架進行擠壓試驗數值模擬，以評估複材加勁對骨架結構強度提升的有效性。最後再考量複材加勁骨架之車身段與整車骨架結構，依據ECE R66法規進行車身段與整車翻覆試驗之數值模擬，以評估複材加勁骨架是否侵入安全空間。本論文研究開發之複材加勁骨架，除可確保大客車翻覆事故時，車身內部空間仍能保有適當安全空間，減少乘客受車身段結構擠壓而造成傷亡；另外複材加勁骨架亦可減輕大客車整車重量與降低全車重心，有效提升大客車行駛的安全性。期望本論文所開發之骨材新材料與改善設計技術，提供國內大客車車體製造商參考，使國內大客車業者能與國外車輛工業先進國家並駕齊驅，以及促進國內車輛產業升級轉型的目的。 關鍵詞：大客車，骨架，複材加勁，骨架擠壓試驗，翻覆試驗，安全空間

關鍵詞：大客車、骨架、複材加勁、骨架擠壓試驗、翻覆試驗、安全空間

## 目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要.....	iii	英文摘要.....	iv	誌		
謝.....	vi	目錄.....	vii	圖目		
錄.....	x	表目錄.....	xiii	第一章 緒		
論.....	1	1.1 緣起.....	1	1.2 文獻回顧.....	3	1.3 論
文目標.....	7	第二章 歐洲大客車上層結構強度法規—ECE R66.....	9	2.1 ECE R66法規測		
試方法.....	10	2.2大客車乘員安全空間.....	12	2.3大客車整車翻覆測		
試.....	12	2.4 大客車車身段翻覆測試.....	13	2.5擬靜態車身段負載測		
試.....	14	2.6結構元件測試之擬靜態計算.....	16	2.7電腦模擬整車翻覆測		
試.....	17	第三章 大客車翻覆數值分析理論基礎.....	26	3.1數值分析理		
論.....	27	3.1.1運動方程式.....	27	3.1.2時間積		
分.....	28	3.2數值分析流程與設定.....	28	3.2.1前處理		
器.....	29	3.2.2 LS-DYNA主程式處理器.....	33	3.2.3後處理		
器.....	34	第四章 複材加勁骨架擠壓試驗與模擬分析.....	40	4.1 大客車骨架擠		
壓試驗.....	40	4.1.1大客車骨架擠壓試驗之設置.....	41	4.1.2鋼材骨架擠壓試驗		
結果.....	41	4.2 鋼材骨架擠壓試驗數值模擬.....	42	4.2.1骨架擠壓試驗之有限元		
元素模型.....	42	4.2.2骨架擠壓試驗數值模擬結果.....	43	4.3 加勁複合結		
構.....	44	4.4 複材加勁骨架擠壓試驗之數值模擬.....	45	4.4.1複材加勁骨架擠壓試驗之		
有限元素模型.....	45	4.4.2複材加勁骨架擠壓試驗數值模擬結果.....	46	第五章 大客車翻覆試		
驗之數值模擬分析.....	54	5.1 鋼材骨架車身段翻覆試驗之數值模擬.....	54	5.1.1 ECE R66車身段翻		
覆試驗有限元素模型.....	54	5.1.2 鋼材骨架車身段有限元素模型.....	55	5.1.3 鋼材車身段翻覆試驗數值		
模擬結果.....	56	5.2 複材加勁骨架車身段翻覆試驗之數值模擬.....	57	5.2.1 複材加勁骨架車身段有限元素模		
型.....	58	5.2.2 複材加勁骨架車身段翻覆試驗數值模擬結果.....	58	5.2.3 鋼材與複材加勁骨架		
車身段翻覆模擬結果比較.....	60	5.3 鋼材骨架整車翻覆試驗之數值模擬.....	60	5.3.1 整車翻覆試驗有限		
元素模型.....	61	5.3.2 鋼材骨架整車有限元素模型.....	61	5.3.3 鋼材骨架整車翻覆試		
驗數值模擬結果.....	61	5.4 複材加勁骨架整車翻覆試驗之數值模擬.....	63	5.4.1 複材加勁骨架整車有		
限元素模型.....	63	5.4.2 複材加勁骨架整車翻覆試驗數值模擬結果.....	63	5.4.3 鋼材與複材加		
勁骨架整車翻覆模擬結果比較.....	64	第六章 結論與未來展望.....	88	參考文		
獻.....	90	附錄A 歐洲ECE 66法規-大客車上層結構強度法規.....	93			

## 參考文獻

- 參考文獻 [1]行政院交通部, <http://www.motc.gov.tw/> (2012-07) [2]UNECE, [http://www.unece.org/stats/stats\\_h.html](http://www.unece.org/stats/stats_h.html)(2012-07)
- [3]S.Vincze, " European Test Methods for Superstructures of Buses and Coaches Related to ECE R66(The Applied Hungarian Calculation Method) ", Society of Automotive Engineers 2000-01-3520(2000) [4]Savaidis " Hot-Spot Stress Evaluation of Fatigue in Welded Structural Connections Supported By Finite Element Analysis " International Journal of Fatigue 22.85-91(2000) [5]Wittenberg " Design of Fiber Metal Laminate Shear Panels For Ultra-High Capacity Aircraft " Aircraft Design 4(2001)99-113 [6]Matolcsy " Protection of Bus Drivers in Frontal Collisions " The 18th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), Paper Number:359 (2003) [7]Belingardi, " Multibody Analysis of M3 Bus Rollover: Structure Behaviour and Passenger Injury Risk " The 18th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), Paper number:288(2003) [8]Castejon, Jesus Cuartero, Antonio Miravete and Marco Carrera Carrera " Simulation and Testing of Composite Buses Roll over " SAE 2004-01-0741(2004) [9]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論文, 2004。
- [10]梁卓中, 林育正, 吳昌明, " 歐規ECE R66大客車車身段翻覆試驗之數值模擬 ", 第二十一屆全國學術研會論文集, pp.3269-3274, 2004。
- [11]M.Meo, " Numerical Simulations of Low-Velocity Impact on An Aircraft Sandwich Panel " Composite Structure 62(2005)353-360
- [12]Yu-Cheng Lin and Hong-Chi Nian, " Structural Design Optimization of the Bodysection Using the Finite Element Method " Society of Automotive Engineers, 2006-01-0954(2006), 第11屆ABAQUS Taiwan User ' s Conferevce, 2006。
- [13]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11屆ABAQUS Taiwan User ' s Conferevce, 2006。
- [14]胡惠文, " 大客車車體結構之翻覆碰撞強度分析 " 第十一屆車輛工程學術研討會, 2006彰化。
- [15]Su-Jin Park, Yuen-Ju Kwon, hyun-Woo Kim and Wan-Suk Yoo " OMPARISON OF BEAM MODEL AND SHELL MODEL FOR ROLLOVER SIMULATION OF BUS WITH THE LS-DYNA PROGRAM " Proceedings of ACMD06(2006) Paper Number:A00654 [16]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。
- [17]黏鴻祺, " 大客車車身結構強度之碰撞性研究 ", 第十一屆車輛工程學術研討會, 2006。
- [18]Liu Bo, " Composite Materials Commonly Used in Modern Automobiles ", Hi-Tech Fiber & Application, 2007 [19]邱筱婷, " 大客車骨架結構補強型式之設計與評估 ", 大葉大學機械工程研究所碩士班論文, 2007。
- [20]Sebastian Heimbs, Sven Heller, Middendorf " Simulation of Low Velocity Impact on Composite Plates With Compressive Preload " EADS, Innovation Works, 81663 Munich, Germany(2008) [21]宋毅, " 複合材料層合圓柱殼體緩衝吸能的實驗與模擬 " 華南理工大學學報1000-565X(2009)。
- [22]機械工程師學會, <http://www.imeche.org/Home>。
- [23]財團法人車輛研究測試中心, 大客車設計應用技術研討會, 2004。
- [24]車輛研究測試中心, <http://www.artc.org.tw/>。
- [25]LS-DYNA THERETICAL MANUAL, 1998 [26]LS-DYNA KEYWORD USE ' S MANUAL, V970, 2003