

小型運動休閒越野車之結構設計與碰撞安全分析

朱孝文、梁卓中

E-mail: 345428@mail.dyu.edu.tw

摘要

本論文以SAE Mini Baja越野車之結構設計與碰撞安全分析為研究目標，參照2010 Baja SAE Rules設計一款Mini Baja車架，以電腦輔助工程繪圖軟體Solidworks繪製3D實體幾何模型，且應用有限元素前處理軟體Hypermesh將車架進行網格劃分，其次進行Mini Baja越野車架之靜態強度荷載及扭轉剛性分析以驗證Mini Baja車架之正確性。最終進行3D實車碰撞模擬分析，使用動態非線性有限元素分析軟體LS-DYNA3D作為模擬求解器，本論文將以歐規汽車前向撞擊測試程序ECE R94、歐規汽車後向撞擊測試程序ECE R32模擬分析3D實車碰撞。在前撞模擬測試方面以Mini Baja越野車左側B柱下方X軸加速度，匯入至正撞衝擊台車系統內，可得到人偶頭部損傷值，依照歐規前撞測試程序所規定之頭部損傷值(HIC)，本論文評估Mini Baja越野車是否通過法規，若無法通過，本論文將改變歐規前撞的測試速度，將速度降低為Mini Baja 4小時耐力賽之平均時速，並依照上述測試方法再次求出人偶頭部損傷值(HIC)，探討Mini Baja越野車在改變撞擊速度下，是否通過人偶頭部損傷值之規定，並以AIS損傷級數作為判定本論文在前撞測試後人偶頭部損傷之級距。

關鍵詞：SAE Mini Baja、LS-DYNA3D、ECE R94、ECE R32

目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要	iii	ABSTRACT	v
iv 誌謝	v	目錄	x
vii 圖目錄	x	表目錄	xiv
xiv 第一章 緒論	1	1.1 前言	5
1.1.2 文獻回顧	5	1.2.1 世界各地Mini Baja越野車討論	5
1.2.2 骨架型車輛及Mini Baja競賽車討論	6	1.2.3 前向撞擊文獻探討	9
1.2.4 後向撞擊文獻探討	11	1.3 本文目的	13
第二章 SAE Mini Baja越野車數值分析之理論基礎	19	2.1 SAE Mini Baja越野車碰撞之數值分析理論	20
2.1.1 運動方程式	20	2.1.2 時間積分(Time Integration)	21
2.2 LS-DYNA3D程式之應用技巧	22	第三章 Mini Baja設計	31
3.1 SAE Mini Baja法規	31	3.1.1 SAE Mini Baja法規之基本要求	31
3.1.2 SAE Mini Baja車架結構之設計規範	31	3.2 Mini Baja結構設計	34
3.3 Mini Baja數值模型	36	3.3.1 Mini Baja整車數值模型簡介	36
3.3.2 Mini Baja各部件材料及元素特性	36	3.4 Mini Baja車架扭轉勁度與靜態荷載分析	38
3.4.1 計算Mini Baja車架整體等效扭轉勁度	38	3.4.2 Mini Baja車架整體扭轉勁度分析與驗證	39
3.4.3 Mini Baja車架靜態強度荷載實例驗證	40	3.4.4 Mini Baja車架靜態強度荷載分析與驗證	41
第四章 Mini Baja前向撞擊	57	4.1 ECE R94前撞法規測試程序	57
4.2 ECE R94前撞法規測試程序之有限元素情境建構	58	4.2.1 ECE R94碰撞壁(蜂巢鋁結構)有限元素模型	58
4.2.2 正撞衝擊台車測試系統有限元素模型	58	4.3 ECE R94前撞測試程序之模擬	61
4.3.1 前向撞擊結果分析	61	4.3.2 正撞衝擊台車結果分析	64
4.4 考慮Mini Baja之安全性修改ECE R94測試條件	65	4.4.1 Mini Baja 35kph前撞模擬分析	66
第五章 Mini Baja 後向撞擊	88	5.1 ECE R32後撞測試程序	88
5.2 ECE R32後撞法規測試程序之有限元素情境建構	89	5.3 ECE R32後撞測試程序之模擬	89
5.3.1 後向撞擊結果分析	90	5.3.2 Mini Baja後向撞擊之驗核	90

參考文獻

- [1] 2010 Baja SAE Rules [2] http://projects.fit.edu/minibaja/2008MEDIA/Mini-Baja_TD_PS.jpg [3] <http://www.baja.mtu.edu/media/stout/2005/007.jpg> [4] <http://www.pgo.com.tw/BUGGY%20500.shtml> [5] <http://www.auto-online.com.tw/news/78-15402> [6] Brent Zollinger, Robert H. Todd, " Rethinking the Design Paradigm: A Customer-Focused Approach to Designing a Mini-Baja Vehicle " , SAE Paper No.2000-01-2651(2000) [7] Thomas J. Labus and Paul Wasielewski, " An Off-Road Competition Hydraulic Vehicle " , SAE Paper No.2002-01-1450 NCFP 102-21.4(2002) [8] Hashemi , Jonathan Hastie, " Mini Baja Vehicle Design Optimization " ,(2005) [9] Allan Burke, Jose Carlos Miranda, " Mini baja Frame Design using Topological Optimization and Impact Testing " , SAE Paper No.2006-01-0952,(2006) [10] Kerry T. Wilcoxon, " Occupant Restraint Design for Commercial Go-Karts " , SAE Paper No 1999-01-1294,(1999) [11] Abhijit Duraphe, Ajit D. Kelkar , David Klett, " Non-linear Structural Analysis of An Allterrainvehicle Using ANSYS " ,(1999) [12] Romulo Rossi Pinto Filho, Jean Carlos Campos Rezende, Marcus de Freitas Leal, Jose Antonio Ferreira Borges, " Automotive Frame Optimization " , SAE Paper No.2003-01-3702,(2003) [13] Curtis Calwell, John Dejan, William Lo, Robert McKinlay, " University of Windsor SAE Mini-Baja Design Report " , SAE Paper No. Vehicle #38,(2005) [14] Anthony Taylor Owens, Marc Daniel Jarmulowicz , Peter Jones, " Structural Considerations of a Baja SAE Frame " , SAE paper No.2006-01-3626,(2006) [15] Mark Gilbert, Jeremy Goodman, " University of Tennessee at Chattanooga 2006 Mini Baja Design Report " , SAE Paper No. Vehicle #134,(2006) [16] Tyler Forbes, Jeff LaPierre, Luke Leahy, Ben Mies, " Worcester Polytechnic Institute SAE Baja Design Report " ,(2007) [17] Juniper Filanc-Bowen, Kyle Krause, Frank Spiteri, Bradley Vinton, " Bronco Racing Design Report " , SAE Paper No. Vehicle #025,(2008) [18] Matthew Beenen, Jon Wilson , Ned Lincoln, " Union College SAE Baja Vehicle Design Report " , SAE Paper No. Vehicle #83,(2009) [19] Brendan Behrens, Kyle Droessler, " UW-Platteville 2009 Mini Baja Team Design Report " , SAE Paper No. Vehicle #22,(2009) [20] Eric Halfmann, " Lamar University 2010 Baja Design Report " , SAE Paper No. Vehicle #099,(2010) [21] 李春穎、顏健軒, " 輕量化兩輪電動車車架設計 " , 第十五屆車輛工程學術研討會, (2010) [22] Abdullatif K. Zaouk, Nabin E. Bedewi, Cing-Dao Kan, and Dhafer Marzougui, " Validation of A Non-Linear Finite Element Vehicle Model Using Multiple Impact Data " , NCAC paper,(1996) [23] Dhafer Marzougui, Cing-Dao Kan, and Nabih E. Bedewi, " DEVELOPMENT AND VALIDATION OF AN NCAP SIMULATION USING LS-DYNA3D " FHWA/NHTSA National Crash Analysis Center The George Washington University, Ashburn,(1997) [24] 吳建勳, " 車輛側撞擊事故中人體之損傷分析 " , 大葉大學機械工程學系碩士班畢業論文, (2003) [25] 陳海樹、賴征海, " LS-DYNA在汽車碰撞模擬過程中的應用 " , 沈陽大學學報第18卷第四期, (2006) [26] 黃興閔、許永明、陳偉霖, " 台車模擬碰撞與實車碰撞之特性比對 " , 車輛研究測誦中心, (2008) [27] 黃信裕、施尚融、李易昌, " 二維台車模擬碰撞技術 " , 第十四屆車輛工程學術研討會, (2009) [28] 楊沛霖、吳建勳、謝寶賢, " 輕型電動車正側碰撞分析與改良設計研究 " , 中國汽車安全技術國際研討會, (2009) [29] 施尚融、黃秀榕、詹英敏, " 前側全寬碰撞與偏置碰撞測誦之比較 " , 第十五屆車輛工程學術研討會, (2010) [30] 林源富、吳建勳, " 車輛後碰撞分析探討 " , 第三十屆全國力學會議, (2006) [31] 陳宥霖, " 防後撞頸部損傷之座椅設計 " , 大葉大學機械工程學系碩士班畢業論文, (2009) [32] Dhruv Vikram Patel, " STUDY OF REAR IMPACT IN LIGHT TRUCKS AND POTENTIAL INJURIES TO THE OCCUPANTS " , Bachelors of Engineering, Mumbai University,(2003) [33] LS-DYNA THEORETICAL MANUAL,V971,(2007) [34] <http://live.unece.org/index.php?id=986>, 歐洲汽車前撞測誦程序, UN/ECE R94 [35] <http://live.unece.org/index.php?id=986>, 歐洲汽車後撞測誦程序, UN/ECE R32 [36] 游家華, " 單人座小型賽車(Go-Kart)車架之結構分析與設計 " , 大葉大學機械工程學系碩士班畢業論文, (2004) [37] 林智群, " 車輛碰撞之動態反應分析 " , 大葉大學機械工程學系碩士班畢業論文, (2003) [38] Justin Larsen, Joshem Gibson, Stephen Prax, " ME4000 2006-2007 Mini Baja " , Department of Mechanical Engineering University of Utah,(2007) [39] 美國道路交通安全管理局 <http://www.nhtsa.dot.gov/> [40] Vijay, Manvinder, " ME320S " , <http://www.freewebs.com/manvinder/baja.pdf> [41] 黃秀榕, " 車輛動態安全法規 " , 車輛研究測誦中心, (2008) [42] VPG (Virtual Proving Ground)3.0, <http://www.eta.com/index.php/software/vpg> [43] 馮德安, " 車輛撞擊曲線之研究 " , 大葉大學機械工程學系碩士班畢業論文, (2007)