

# 車輛正面撞擊之數值模擬分析

藍宏文、鄧作樑

E-mail: 9314889@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本論文將藉由非線性有限元素軟體LS-DYNA3D分別進行正撞人偶各部位模擬驗證，並將分析結果與文獻資料進行比對。最後在深入探討實車模擬內部環境遭受正面撞擊時人偶之動態反應模擬，其模擬重點在於胸部與方向盤之撞擊、頭部與擋風玻璃之撞擊、頭部與方向盤之撞擊、膝蓋與擋板之撞擊等等的動態反應，並依據美國聯邦汽車安全標準（FMVSS208）所規範之台車及實車碰撞試驗條件分別進行分析模擬，且計算頭部（HIC）、胸部（SI）、骨盤（ares）max之損傷標準值及簡易損傷標準（AIS）等二種量化值，以探討人偶遭受碰撞之動態反應及各部位之損傷分析，提供學術單位研發安全防護配備如：可潰縮方向機柱、安全氣囊等，並使人體胸部於車禍碰撞時之傷害程度降至最低，作為國內車輛正面碰撞模擬人體損傷分析的基礎，並可運用建立車輛正面碰撞相關法規之訂定。

關鍵詞：LS-DYNA3D，正面碰撞，正撞人偶，人體損傷

## 目錄

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	v	英文摘要.....	vi
謝.....	vii	目錄.....	viii	圖目錄.....	xii
錄.....	xvi	符號說明.....	xviii	第一章 前言 1.1 研究動機.....	1
顧.....	3	1.3 研究目的.....	7	1.4 論文架構.....	8
分程式之空間離散法.....	13	2.1.1 Lagrangian 描述法.....	14	2.1.2 Eulerian描述法.....	15
LS-DYNA程式之應用.....	15	2.2.1 前、後處理器.....	16	2.2.2 網格的劃分.....	16
沙漏控制(Hourglass control).....	17	2.2.4 撞擊分析所採用之元素.....	18	2.2.5 材料選擇.....	18
2.2.6接觸碰撞之計算(Contact-Impact Algorithms).....	19	2.3 人體損傷指標.....	21	2.3.1 頭部傷害指	
標.....	23	2.3.2 頸部傷害指標.....	23	2.3.3 胸部傷害指標.....	24
準.....	25	2.4 簡易損傷指標.....	26	第三章 車輛撞擊試驗之簡介 3.1 Hybrid 實驗人偶的發展	
史.....	36	3.2 Hybrid 型實驗人偶的構造.....	37	3.3 Hybrid 實驗人偶使用特性.....	39
人偶的種類.....	40	3.4.1 LSTC Hybrid 50% 剛性人偶.....	40	3.4.2 LSTC Hybrid 50% 可變形人偶.....	40
3.4.3 FT_ARUP Hybrid 50% 可變形人偶.....	41	3.4.4 有限元素人偶之比較.....	42	3.5 台車衝擊測	
試.....	43	3.6 實車衝擊測試.....	44	第四章 有限元素模型之建構 4.1 有限元素人偶模型之建	
構.....	72	4.1.1 頭部 (Head).....	72	4.1.2 頸部 (Neck).....	72
Torso).....	73	4.1.4 下軀幹 (Lower Torso).....	73	4.1.5 上四肢 (Upper Extremities).....	74
4.1.6 下四		4.1.7 人偶關節之建構.....	74	4.2 實驗人偶測試法規.....	76
肢 (Lower Extremities).....	74	4.2.1 頭部墜落驗證.....	76	4.2.2 頸部擺臂撞擊驗證.....	77
4.2.3 胸部擺錘撞擊驗證.....	78	4.2.4 膝部擺錘撞擊驗證.....	79	4.3 有限元素人偶模型之驗證.....	80
4.3.1 頭部模型驗證.....	80	4.3.2 胸部模型驗證.....	81	4.3.3 膝部模型驗證.....	82
4.3.4 腹部模型驗證.....	83	4.4 Ford Taurus全車有限元素模型之建構.....	83	4.5 Ford Taurus全車有限元素模型之驗證.....	84
第五章 正面撞擊人體損傷		分析 5.1 台車衝擊實驗數值模擬分析.....	108	5.1.1 人偶動態反應分析.....	109
5.1.2 人偶損傷分		析.....	110	5.2 實車撞擊試驗數值模擬分析.....	112
5.3 台車與實車衝擊試驗之比較.....	114	第六章		結論與未來展望.....	133
參考文獻.....	136				

## 參考文獻

- 【1】 行政院內政部警政署, <http://nweb.npa.gov.tw>
- 【2】 “ Traffic Safety Facts 2001 ”, NHTSA DOT HS 809 327, 2002.
- 【3】 Kallieris D., Otte D., Mattern R., and Wiedmnn P., “ Comparison of Sled Tests with Real Traffic Accidents ”, SAE Paper No.952707, 1995.
- 【4】 McHenry R. R., “ Analysis of The Dynamics of Automobile Passenger-Restraint Systems ”, Proceedings of The 7th Stapp Conference, 1963.
- 【5】 Robbins D. H., Roberts V. L., “ Development of Two- and Three-Dimensional Crash Victim Simulators ”, HSRI Report No. Bio M-70-3, 1970.
- 【6】 美國通用汽車公司 <http://www.gm.com>
- 【7】 Cheng H., Rizer A. L., “ Articulated Total Body Model Version V: User ’ s Manual ”, Biodynamics and Protection Division, Human Effectiveness Directorate, Air Force Research Laboratory, Feb. 1998.
- 【8】 Walsh .M.J.,

Romeo D. j., ‘ ‘ Results of Cadaver and Anthropomorphic Dummy Tests in Identical Crash Simulations ’ ’ SAE Paper No. 760803, 1976.

【9】 Bruno J.Y., Hartemann F., Thomas C., Fayon A., Tarrriere C., “ Correlation between Thoracic Lesions and Force Values Measured at the shoulder of 92 belted Occupants Involved in Real Accidents ” SAE Paper No.780892, 1978. 【10】 Alem N., Bowman B., Melvin J., Benson J., “ Whole-Body Human Surrogate Response to Three-Point Harness Restraint ” SAE Paper No.780895, 1978. 【11】 Cesari D., Ramet M., “ Evaluation of Human Tolerance in Frontal Impacts ” SAE Paper No.791032, 1979. 【12】 John D. H., David C. V., “ Influence of the Surrogate in Laboratory Evaluation of Energy-Absorbing Steering System, ” SAE paper No. 841660, 1984. 【13】 Tawifik B. Khalil, and Kuang-Huei Lin, “ Hybrid Thoracic Impact on Self-Aligning Steering Wheel by Finite Element Analysis and Mini-Sled Experiment, ” SAE paper No.912894, 1991. 【14】 Brian Walker and Nicholas Martindale, John Green and Neil Ridley, “ The Crash Analysis of a Passenger Vehicle Under Differing Frontal Crash Conditions ”, SAE Paper No. 932910, pp. 2388-2400, 1993. 【15】 朱健源, 汽車後撞中人體動態反應模擬, 碩士論文, 成功大學醫學工程所, 台南, 1994. 【16】 蔡文魁, Hybrid 衝擊人偶有限元素模型的建立與應用, 碩士論文, 中正大學機械研究所, 嘉義, 1994. 【17】 周正賓, 人體動態有限元素分析, 碩士論文, 成功大學醫學工程研究所, 台南, 1995. 【18】 Nilson G., “ An Analytical Method to Assess the Risk of the Lap-Belt Slipping off the Pelvis in Frontal Impact ” SAE Paper No.952708, 1995. 【19】 Otte D., “ Review of the Air Bag Effectiveness in Real Life Accidents Demands – for Positioning and Optimal Deployment of Air Bag Systems ” SAE Paper No.952701, 1995. 【20】 Muser M.H., Krabbel G., Utzinger U., Prescher V., “ Optimised Restraint Systems for Low Mass Vehicles ” SAE Paper No.962435, 1996. 【21】 賴大鵬, 應用有限元素法電腦模擬台車衝擊實驗, 碩士論文, 中正大學機械研究所, 嘉義, 1996. 【22】 Moss S., Huang Y., “ Development of an Advanced Finite Element Model Database of the Hybrid Crash Test Dummy Family ”, SAE Paper No.971042, 1997. 【23】 Dhafer Marzougui, Cing-Dao Kan, and Nabih E. Bedwi, “ Development and Validation of an NCAP Simulation Using LS-DYNA3D ”, NCAC paper, 1997. 【24】 Bruno J.Y., Trosseille X., Coz J.Y., “ Thoracic Injury Risk in Frontal Car Crashes with Occupant Restrained with Belt Load Limiter ” SAE Paper No.983166, 1998. 【25】 楊秉文, 車禍事故中人體頭頸部之損傷分析, 碩士論文, 國防大學中正理工學院兵器系統工程研究所, 桃園, 2002. 【26】 吳建昌, “ 車禍肇事中人體受正面撞擊之損傷分析 ”, 大葉大學機械工程學系碩士班畢業論文, 2003. 【27】 林智群, “ 車輛碰撞之動態反應分析 ”, 大葉大學車輛工程學系碩士班畢業論文, 2003. 【28】 吳建勳, “ 車輛側面撞擊事故中人之損傷分析 ”, 大葉大學機械工程學系碩士班畢業論文, 2003. 【29】 美國LS-DYNA總公司 <http://www.ls-dyna.com> 【30】 Kleinberger M., Sun E., Eppinger R., Kuppa S., and Saul R., Development of Improved Injury Criteria for the Assessment of Advanced Automotive Restraint Systems, NHTSA, 2002. 【31】 西班牙車輛測試中心 <http://www.idiada.es> 【32】 美國國家高速公路安全局 <http://www.nhtsa.dot.gov> 【33】 財團法人車輛研究測試中心, “ 2002年實車碰撞技術應用研討論文集 ”, 91/12/23 【34】 Foster J. K., Kortge J. O., and Wolanin M. J., “ Hybrid III biomechanically-based crash test dummy, ” Proceedings of The 21th Stapp Conference No. 770938, 1977. 【35】 LS-DYNA Keyword User Manual, V960, (1998) 【36】 <http://www.ncac.gwu.edu> 【37】 Marcus J.H., Morgan R.M., and Eppinger R.H., “ Human Response to and Injury from Lateral Impact ” SAE Paper No.831634, 1983. 【38】 Backaitis S. H., Hicks M. E., “ Variability of Hybrid Clearance Dimensions within the FMVSS 208 and NCAP Vehicle Test Fleets and the Effects of Clearance Dimensionson Dummy Impact Responses ” SAE Paper No.952710, 1995. 【39】 Langwieder K Danner M., Schmelzing W., “ Comparison of Passenger Injuries in Frontal Car Collisions with Dummy Loadings in Equivalent Simulations ” SAE Paper No.791009, 1979. 【40】 美國醫學規則系統章程 <http://www.medal.org>