

MADYMO 氣囊充氣模型之研究 = Study of airbag inflation model in MADYMO

劉宜鑫、鄧作樑

E-mail: 9901178@mail.dyu.edu.tw

摘要

為使氣囊在車輛碰撞事故中能有效的保護乘員，在氣囊設計研發階段必須藉由氣囊靜、動態試驗，以掌握氣囊展開的厚度、時間與安全性評估，而為了能節省龐大的氣囊開發成本，可廣泛應用CAE技術建立氣囊數值模擬分析工具，來進行氣囊靜態展開及相關動態撞擊測試數值模擬分析。在MADYMO分析軟體中有兩種方法模擬氣囊充氣過程，一種是理想狀態的氣體均勻壓力模型，另一種是計算流體動力學模型。雖然氣體均勻壓力模型的運算時間短，技術也較成熟穩定，但由於氣囊以平均充氣的方式進行展開與實際氣囊充氣器的充氣模式不同，使得氣囊與乘員頭部接觸時間較晚，導致在展開初期無法完全正確模擬出氣囊與人偶碰撞時的狀態，其分析準確性也相對下降。反之，計算流體力學模型較能符合模擬實際充氣器對氣囊充氣後的過程與狀態，而且更為重要的是能夠比較準確地模擬充氣過程中與乘員的接觸反應與現象。為了解氣囊模型在MADYMO軟體中兩種充氣模式在靜態展開與碰撞測試過程的差異與適用性，本論文將分別針對正撞與側撞氣囊模型，探討均勻壓力模型與計算流體力學模型在氣囊模組中對靜態展開模擬的比較分析，並將相關模擬結果會與實驗測試結果進行比對，以評析兩種充氣模式的適用性。最後並將正撞與側撞氣囊分別裝置於衝擊台車上，針對上述兩種充氣模式在碰撞測試過程對乘員損傷分析的影響。期望本論文在氣囊數值模型與測試模擬的分析結論可提供車廠及相關研究單位在氣囊設計與改良之參考，並以增進產品設計開發之品質與效能。

關鍵詞：正撞氣囊，側撞氣囊，靜態展開測試，計算流體力學，台車衝擊測試，MADYMO

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	x	圖目錄	xii	表目錄	xv	第一章 緒論	1.1 研究動機	1	1.2 文獻回顧	3	1.3 研究目的	7	1.4 論文架構	8	第二章 MADYMO氣囊模組理論	2.1氣囊模組理論	10	2.1.1氣體熱力學基礎	10	2.2氣囊充氣模型	13	2.2.1均勻壓力模型	14	2.2.2計算流體力學模型	15	第三章 正撞氣囊數值模擬分析	3.1正撞氣囊靜態展開測試	20	3.1.1氣囊靜態展開試驗	20	3.1.2氣囊靜態展開數值模擬	21	3.2正撞台車衝擊試驗	25	3.2.1台車衝擊試驗	25	3.2.2台車衝擊試驗數值模型	26	3.2.3人偶損傷指標	33	3.2.4正撞台車衝擊試驗數值模擬	35	3.5 人偶損傷指標	69	3.6 正撞台車衝擊試驗數值模擬	72	第四章 側撞氣囊數值模擬分析	4.1側撞氣囊靜態展開測試	64	4.1.1氣囊靜態展開試驗	64	4.1.2氣囊靜態展開數值模擬	65	第五章 結論與未來展望	76	參考文獻	78
------	-----	-----	-----	------	----	------	----	----	------	----	---	-----	-----	-----	----	--------	----------	---	----------	---	----------	---	----------	---	------------------	-----------	----	--------------	----	-----------	----	-------------	----	---------------	----	----------------	---------------	----	---------------	----	-----------------	----	-------------	----	-------------	----	-----------------	----	-------------	----	-------------------	----	------------	----	------------------	----	----------------	---------------	----	---------------	----	-----------------	----	-------------	----	------	----

參考文獻

- [1] Honglu Zhang, Madana M. Gopal and Roopesh Saxena, Xavier J. Avula, " An Integrated Optimization System for Airbag Design and Modeling by Finite Element Analysis ", SAE paper No.2003-01-0506, 2003.
- [2] Honglu Zhang, Deren Ma and Srini V. Raman, " CAE-Based Side Curtain Airbag Design ", SAE paper No.2004-01-0841, 2004.
- [3] Honglu Zhang, Srini Raman, Madana Gopal and Taeyoung Han, " Evaluation and Comparison of CFD Integrated Airbag Models in LS-DYNA, MADYMO and PAM-CRASH ", SAE paper No.2004-01-1627, 2004.
- [4] J. J. Nieboer, J. Wismans and E. Fraterman, " status of the MADYMO 2D airbag model ", TNO Road-Vehicles Research Institute Delft, The Netherlands, No.881729.
- [5] J. J. Nieboer, J. Wismans and P. J. A. de Co, " Airbag modelling techniques ", TNO Road-Vehicles Research Institute Delft, The Netherlands, No.902322.
- [6] T. C. Lin, C. Wawa and T. B. Khalil, " Evaluation of the Hybrid Dummy Interactions with Air Bag in Frontal Crash by Finite Element Simulation ", SAE Paper No.952705, 1995.
- [7] Dhafer Marzougui, Cing-Dao Kan, and Nabih E. Bedwi, " Development and Validation of an NCAP Simulation Using LS-DYNA3D ", NCAC paper, 1997.
- [8] Y. C. Deng, " Simulation of belt-restrained occupant response in 30 mph barrier impact, " International Journal of Vehicle Design, Vol.12, No.2, pp.160-174, 1991.
- [9] Lan Xu, " Repeatability Evaluation of the Pre-Prototype NHTSA Advanced Dummy Compared to the HybridIII ", SAE Paper No.2000-01-0165, 2000.
- [10] J. J. Nieboer, " Status of the MADYMO2D airbag model ", SAE Paper No.881729.

- [11] 張學榮, MADYMO安全帶建模及正面碰撞應用, 2005 MADYMO大中華地區用戶大會, TNO汽車中國公司, Paper NO.2005-04, 2005。
- [12] 趙英如, 微型客車乘員約束系統性能分析及改進設計, 碩士論文, 吉林大學汽車工程學院, 2002。
- [13] 王尚文, 兩段式氣囊模組對乘員保護效果之數值評估, 中華民國第十屆車輛工程學術研討會, 中山科學研究院第四研究所, 2005。
- [14] 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, 1995。
- [15] 鄭嘉華, 應用電腦分析的模型與類神經網路設計乘客座低衝力氣囊的質流率, 碩士論文, 中正大學機械工程研究所, 2000。
- [16] Nirmal Narayanasamy, Mohamed, Deren Ma and Victor Suarez, " An Integrated Testing and CAE Application Methodology for Curtain Airbag Development ", SAE paper No.2005-01-0289, 2005.
- [17] Miles Thornton, Richard Sturt, Anastasia Kalabina, " Raid development of multiple fold patterns for airbag simulation in LS-DYNA using Oasys Primer ", 8th International LS-DYNA Users Conference.
- [18] Doris Rieger, " A Benchmark Study of the Gas Flow Module ", Italy 9th International MADYMO User's Meeting, BMW Group, 2002.
- [19] 梁韞, 氣囊及和全帶對乘員胸部性能的影響研究, 2007 MADYMO大中華地區用戶大會, 錦州錦恆汽車安全系統公司, Paper NO.2007-04, 2007。
- [20] 任興命, 王志家, Dave Hampson, 駕駛員離位保護仿真-駕駛員氣囊摺疊模式研究, 2007 MADYMO大中華地區用戶大會, 延鋒百利得(上海)汽車安全系統有限公司, Paper NO.2007-05, 2007。
- [21] 劉立勇, 基於MADYMO軟件的氣囊起爆過程模擬, 2007 MADYMO大中華地區用戶大會, 吉林大學汽車學院, Paper NO.2007-07, 2007。
- [22] 楊書銘, 正撞衝擊測試數值模型之建立與分析, 碩士論文, 大葉大學機械工程研究所, 2004。
- [23] 蔡智雄, 正撞氣囊數值模型之建立與分析, 碩士論文, 大葉大學機械工程研究所, 2006。
- [24] Anders Ohlund, Camilla Palmertz, Jojnny Korner, Magnus Nygren, Katarina Bohman, " The Inflatable Curtain (IC) A New Head Protection System in Side Impacts ", 16th?? ESV Conference No.98-S8-W-29, 1998.
- [25] Michael J. Smith, Helen A. Kaleto, Todd J. Nowak and David G. Gotwals, " Advancements in Equipment and Testing Methodologies for Airbag Systems in Response to Changes to Federal Safety Requirements ", SAE paper No.2003-01-0497, 2003.
- [26] T. Langner, M.R. van Ratingen, T Versmissen, A. Roberts, J. Ellway, " EEVC Research in the Field of Developing a European Interior Headform Test Procedure ", No.158.
- [27] MADYMO Theory Manual.
- [28] 王曉冬, 張金換, 黃世霖氣囊模擬計算技術綜述汽車技術, 2007。
- [29] MADYMO Airbag Modeling, TNO Automotive China, 2007.
- [30] MADYMO Folder Manual [31] Frontal Impact Modeling and Applications, TNO Automotive China, 2007.
- [32] <http://www.seattlesafety.com/newsletter/index.php> [33] 美安 (Autoliv) 工業股份有限公司安全帶簡介 [34] EuroNCAP-Protocol簡介