

小型競賽車外流場之數值模擬與風阻之實驗測試

謝琛、吳佩學

E-mail: 9707386@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究主要目的在於同時利用計算流體力學之數值模擬與縮小模型阻力係數之風洞量測兩種技術，探討小型競賽車輛之外流場與阻力係數，以作為外形改善之依據。首先利用1比8縮小模型在風洞內作阻力係數測試及流動觀察，再採用不同紊流模型，對風洞實驗的縮小模型狀況做數值模擬，將模擬結果與實驗結果做比較，以選定較適當的紊流模型。最後利用選定的紊流模型與數值計算程序，探討影響小型競賽車輛風阻係數之重要參數，例如雷諾數、前擋板之設計、底板傾斜角度、與駕駛者姿態等。實驗與數值模擬結果比較顯示，數值計算採用紊流模型所得結果與風洞實驗數據最相吻合。利用此紊流模型做高雷諾數之延伸，由數值計算結果提出涵蓋實際應用範圍的風阻係數曲線。對整車外型，尤其是前擋板與前整流罩，作減低風阻之設計後，新設計原型車之風阻比市售車有明顯的降低。參數探討的結果顯示，前擋板角度之設計以及跟車距離影響風阻較為明顯，駕駛者姿態對風阻的影響決定於最後形成的壓力場分布情形。

關鍵詞：小型競賽車輛;數值模擬;風洞實驗;風阻係數

目錄

第一章 緒論

1.1 研究背景

1.2 研究動機

第二章 文獻回顧 2.1 空氣動力學與造型探討 2.2 CFD數值模擬應用於車輛 第三章 研究方法

3.1 風洞實驗 3.2 數值分析程序 3.3 數值分析程序 3.4 統御方程式 3.5 紊流方程式 3.6 數值求界方法 3.7 收斂條件 3.8 鬆弛因子 3.9 網格數量測試 3.10 動力相似驗證 3.11 計算區域驗證 第四章 結果與討論 4.1 風洞條件下實驗與模擬比較結果 4.1.1 SI模型實驗與模擬結果 4.1.2 Phase I 模型實驗與模擬結果 4.1.3 Phase II 模型實驗與模擬結果 4.1.4 三種車型之模擬結果比較 4.2 改變駕駛姿勢支實驗與模擬結果 4.3 跟車實驗與模擬結果 4.4 三種車型於自由區域下之模擬結果 4.5 自由區域下改變front panel 角度模擬結果 4.6 自由區域下各零組件模擬結果 4.7 與自由區域下加底板之模擬結果 第五章 結論與建議 5.1 結論 5.2 建議 參考文獻

參考文獻

- [1] 經濟部工業局，2002，「經濟部工業局推動新興產業之發展政策與方向新聞稿」，1年3月5日。
- [2] 李添財，2005，汽車空氣動力學，全華科技圖書股份有限公司。
- [3] 秦大鈞，1983，航空動力學概論，國立編譯館主編。
- [4] Hirata, Koichi and Syusuke Kawai, 2001, Hydrodynamic Performance of Stream-lined Body, Prototype Fish Robot, UPF-2001, National Maritime Research Institute [5] 楊文昌，2000，基礎流體力學，五南圖書出版公司。
- [6] 邱懷慶，2008，低風阻省油車之造型設計研究，私立大葉大學設計研究所碩士論文 [7] Jawad, B. A. and Longnecker M. M. 2001, " Aerodynamic Evaluation on Formula SAE Vehicles " ,SAE paper No.2001-01-1270.
- [8] 陳凡，2003 <http://www.tier.org.tw/energymonthly/outdatecontent.asp>. ReportIssue=9201&Page=18 [9] 文黃璋，2002，太陽能車之外型分析研究，台灣大學機械工程研究所碩士論文。
- [10] 林家緯，2006，低風阻車輛外型設計方法，台灣大學機械工程學研究所碩士論文。
- [11] Makowski M. V., 1964, " Flow Around Circular Cylinder-A Kaleidoscope of Challenging Fluid Phenomena, " Symposium of Fully Separated Flows, ASME, Philadelphia, pa., pp.102-118.
- [12] Kleber, A., 2001 " Simulation of Air Flow Around an OPELASTRA Vehicle with FLUENT, " Journal Articles by Fluent Software Users, Fluent Inc., JA132.
- [13] Kee J.D, Kim. M.S and Lee B.C, 2001, " The COANDA Flow Control and Newtonian Concept Approach to Achieve Drag Reduction of Passenger Vehicle " ,SAE paper No.2001-01-1267 [14] Lietz, R., Pien, W., Hands, D., and McGrew J., 1999, " Light Truck Aerodynamic Simulations Using a Lattice Gas Based Simulation Technique " , SAE paper No. 1999-01-3756.
- [15] Ramnefors, M., Bensryd, R., Holmberg, E., and Perzon, S., 1996, " Accuracy of Drag Predictions on Cars Using CFD – Effect of Grid Refinement and Turbulence Models, " SAE paper No. 960681.
- [16] Han, T., Sumantran, V., Harris, C., Kuzmanov, T., Huebler, M. 1996, " Flow-Field Simulations of Three Simplified Vehicle Shapes and Comparisons with Experimental Measurements " , SAE paper No. 960678.

- [17] Zhu .X and Gleason. M,2007, " A CFD Application of Surface Morphing for Vehicle Exterior Development " SAE paper No.2007-01-0110
- [18] Yang .Z, Schenkel. M and Fadler. G. J,2003, " Corrections for the Pressure Gradient Effecton Vehicle Aerodynamic Drag " SAE paper No.2003-01-0935 [19] Ashok D. Khondge, Sandeep D. Sovani and Bipin S. Lokhande Fluent Inc.,2004, " Simulation of the Flow-Field Around aGeneric Tractor-Trailer Truck " SAE paper No.2004-01-1147 [20] Brzustowicz .J. P. and Lounsberry .T. H,2002,. " Experimental & Computational Simulations Utilized During the Aerodynamic Development of the DodgeIntrepid R/T Race Car " SAE paper No.2002-01-3334
- [21] Williams, J., Quinlan, W.J., Hackett, J.E., Thompson, S.A., Marinaccio, T., and Robertson, A., 1994, " A Calibration Study of CFD for Automotive Shapes and CD, " SAE paper No. 940323.
- [22] Laise, T.D., and Bayless, K.S., 1994, " Aerodynamic Development of a Successful NASCAR Winston Cup Race Car, " SAE paper No. 942521.
- [23] Launder, B.E., and Spalding, D.B., 1972, " Lectures in Mathema-Tical Model of Turbulence. " Academic Press, London, England.
- [24] Patankar, S.V., 1980, " Numerical Heat Transfer and Fluid Flow . " Hemisphere Publishing Corp., Washington DC.
- [25] 龔棉英, 2006, ?新型風力渦輪於設計階段之空氣動力特性數值分析?, 私立大葉大學機械工程研究所碩士論文。
- [26] Cooper .K. R.,1982, " Correlation Experience with theSAE Wind Tunnel Test Procedurefor Trucks and Buses " SAE paper No. 820375
- [27] Fluent Inc., 2002, Formula 1 External Aerodynamics, Application Briefs from Fluent, EX166.
- [28] 陳立昀, 2005, ?波形板流道熱傳與壓降的三維數值模擬?, 私立大葉大學機械工程研究所碩士論文。
- [29] 賴春源, 2007, ?利用多孔材料於衝擊冷卻熱傳增強的實驗 探 討?, 私立大葉大學機械工程研究所碩士論文。
- [30] 王玉仁, 2004, ?車輛超車流場之數值模擬?, 國立屏東科技 大學車輛工程系碩士論文。
- [31] 歐陽績譯, 1983, 空氣動力學。
- [32] Fluent 6.2, Fluent Inc., 2003.
- [33] 杜鳳棋, 1995, 流體力學(下), 高立圖書有限公司。
- [34] Alfa Romeo147, http://www.channel4.com/4car/gallery/A/alfa-romeo/147/147_page_8.html [35] Audi Apollo, http://www.fourtitude.com/news/publish/Features/printer_1238.s.html [36] Chevrolet Corvette05, <http://www.channel4.com/4car/gallery/C/chevrolet/corvette.html> [37] ChevroletCorvette84, <http://www.hemmings.com/index.cfm/fuseaction/popups.editoria/285>
- [38] FerrariF430, http://www.automobilemag.com/reviews/coupes/0501_ferrari_f43-0/index1.html [39] Ford Probe V, <http://www.vikart.demon.co.uk/probe/> [40] Honda Dream, <http://www.ecplanet.com/foto.php?imm=KsZC.jpg&epochi=10-64805321> [41] Hondalmas, http://vtec.net/news/news-item?news_item_id=162473 [42] Lamborghini Gallardo, http://www.autobuy.com.cn/new_cars/showcar.html?arsid=593 [43] Lexus ES300, <http://www.autosite.com/content/research/index.cfm/action/show-ticle/AID/137791> [44] Mercedes Bionic Diesel, <http://www.aiada.org/article.asp?id=42000> [45] Mercedes C111, <http://www.classicdriver.com/uk/magazine/3200.asp> [46] NASA, <http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/shaped.html> [47] Net Car Show, <http://www.netcarshow.com> [48] Plymouth Prowler, <http://www.theautochannel.com/news/2002/02/26/03634-8.html> [49] Porsche 911 GT2, <http://content3.us.porsche.com/prod/911/gt2.nsf/pmeenglish/aero-dynamics> [50] Rumpier Teardrop, http://www.deutsches-museum.de/ausstell/dauer/kfz/e_kfz-2.htm [51] Speedy Cars, <http://www.speedycars.net> [52] UBCSuper mileage car, http://www.greencarcongress.com/2005/06/high_scho-ol_tea.html [53] UBCST Supermileage car, http://www.fluent.com/about/news/newsletters/04_v1-3i2/a27.htm [54] VW1L, <http://greatchange.org/footnotes-1-liter-car.html>