

單人座小型賽車車架之結構分析與設計

游家華、梁卓中

E-mail: 9314783@mail.dyu.edu.tw

摘要

小型賽車Go-kart(亦稱KARTING),在國際上屬於方程式賽車的一種,專為競賽而設計的純種車輛,車上的每一元件及系統之設計均具有競賽功能,由於小型賽車車架並未配有差速器及懸吊系統等裝置,車架系統需負責提供整體結構之剛性及適當扭轉勁度,於車輛過彎時產生負載轉移(load transfer)之功能,以彌補無差速器之不足;另由美國十個州立管理局所整理出Go-kart意外統計,以Go-kart撞擊到道路設施的意外大約有170件佔意外件數24%,Go-kart相互撞擊的意外大約有450件佔意外件數64%,此二比率共佔意外事件的88%,顯示小型賽車碰撞安全性之重要;因此,本論文以小型賽車競賽型車架為研究對象,採用數值模擬軟體LS-DYNA3D來研究小型賽車車架操控安全性及碰撞安全性,藉由車架之添加桿件及寬度改變以改善操控安全性及碰撞安全性,以Solazzi車架為參考母型,建構14種不同之小型賽車車架構型,尋求滿足CIK/FIA尺寸規定下較適之車架構型,其間並探討車架整體扭轉勁度、前保險桿潰縮量、左保險桿潰縮量、右保險桿潰縮量、三個方向撞擊之車架最大壓縮量及三個方向之各保險桿和車架最大吸收能量;將14種小型賽車車架構型分為添加桿件後之車架構型及寬度改變後之車架構型兩類,以車架整體扭轉勁度方面,發現寬度改變後之車架構型優於添加桿件後之車架構型,以碰撞安全性方面,保險桿為撞擊時主要吸收車架能量之構件,可吸收90%以上,其車架可吸收能量不多,因而保險桿最為碰撞安全性之最重要分析對象;本論文研究之成果藉由綜合改善設計,可使車架整體之扭轉勁度提升43.17%,並提高保險桿之整體吸收能量及減少車架最大壓縮變形,希能供未來小型賽車設計之參考。

關鍵詞:小型賽車,車架之扭轉勁度,碰撞強度

目錄

| | | | | | |
|---|-----|--------------------------------|----|-------------------------------------|-----|
| 封面內頁 簽名頁 授權書..... | iii | 中文摘要..... | v | 英文摘要..... | vii |
| 誌謝..... | vii | 目錄..... | ix | 圖目錄..... | xiv |
| 表目..... | xiv | 第一章 緒論 1.1 緣起..... | 1 | 1.2 文獻回顧..... | 1 |
| 1.2.1 小型賽車Go-kart發展史..... | 3 | 1.2.2 小型賽車國內外相關研究..... | 4 | 1.3 本文目標..... | 7 |
| 第二章 小型賽車車架之基本分析理論 2.1 小型賽車Go-kart設計考量重點及規定..... | 13 | 2.1.1 小型賽車Go-kart設計考量重點..... | 13 | 2.1.2 小型賽車Go-kart設計規定..... | 16 |
| 2.2 小型賽車之整體扭轉勁度..... | 17 | 2.2.1 小型賽車側傾時四輪垂向力之計算..... | 18 | 2.2.2 計算小型賽車之整體等效扭轉勁度..... | 21 |
| 2.2.3 小型賽車整體扭轉勁度與垂直位移量相互關係..... | 22 | 2.3 小型賽車Go-kart數值分析之理論基礎..... | 23 | 2.3.1 LS-DYNA3D程式之基本理論..... | 24 |
| 2.3.1.1 統御方程式(Governing Equations)..... | 24 | 2.3.1.2 Lagrangian描述法..... | 25 | 2.3.1.3 微分方程式..... | 26 |
| 2.3.1.4 等向性彈性材料組構關係(constitutive relation)..... | 26 | 2.3.1.5 運動方程式..... | 27 | 2.3.2 LS-DYNA3D程式之應用技巧..... | 30 |
| 第三章 小型賽車整體扭轉勁度計算之實例驗證與分析 3.1 小型賽車之整體扭轉勁度實例驗證..... | 46 | 3.1.1 問題描述..... | 46 | 3.1.2 有限元素模型..... | 47 |
| 3.1.3 小型賽車側傾時四輪垂向位移分析..... | 47 | 3.1.4 小型賽車整體扭轉勁度分析與驗證..... | 48 | 3.2 不同小型賽車車架構型之扭轉勁度分析..... | 49 |
| 3.2.1 不同小型賽車車架構型之探討..... | 49 | 3.2.2 不同小型賽車車架構型之整體扭轉勁度比較..... | 51 | 第四章 小型賽車之抗撞性能分析 4.1 保險桿碰撞規定之驗證..... | 60 |
| 4.1.1 問題描述..... | 60 | 4.1.2 有限元素模型..... | 61 | 4.1.3 保險桿碰撞規定之驗證分析..... | 62 |
| 4.2 小型賽車碰撞分析..... | 65 | 4.2.1 問題描述..... | 65 | 4.2.2 有限元素模型..... | 66 |
| 4.2.3 前撞性能分析與比較..... | 66 | 4.2.4 左撞性能分析與比較..... | 67 | 4.2.5 右撞性能分析與比較..... | 68 |
| 第五章 小型賽車車架設計之探討 5.1 小型賽車設計之評估..... | 81 | 5.1.1 車架整體扭轉勁度之評估..... | 81 | 5.1.2 小型賽車碰撞之評估..... | 81 |
| 5.2 小型賽車綜合改善設計..... | 82 | 5.2.1 問題描述..... | 82 | 5.2.2 有限元素模型..... | 82 |

參考文獻

1. 經濟部工業局新聞稿, "經濟部工業局推動新興產業之發展政策與方向", 2002年。 2. <http://www.honeylakesports.com/kart%20structure.htm/> 3. Saferparks, "Sources of Data on U.S. Amusement Ride-Related Accidents and Injuries", Revision 2, 2002. 4. 竹南小型賽車場, <http://www.rks.idv.tw/index01.asp/> 5. 中華賽車會, "如何振興台灣小型賽車運動社論", 2003年。 6. Lonny L. Thompson, Srikanth Raju and E. Harry Law, "Design of a Winston Cup Chassis for Torsional Stiffness", SAE Paper, No.983053, pp.2571~2583, 1998. 7. Lonny L. Thompson, Pipasu H. Soni, Srikanth Raju and E. Harry Law, "The Effects of Chassis Flexibility on Roll Stiffness of Winston Cup Race Car", SAE Paper, No.983051, pp.2558~2570, 1998. 8. Lonny L. Thompson, Jon K. Lampert and E. Harry Law, "Design of a Twist Fixture to Measure the Torsional Stiffness of a Winston Cup Chassis", SAE Paper, No.983054, 1998. 9. John W. Melvin, Kenneth J. Baron, William C. Little, Thomas W. Gideon, John Pierce, "Biomechanical Analysis of Indy Race Car Crashes", SAE Paper, No.983161, 1998. 10. Kerry T. Wilcoxon, "Occupant Restraint Design for Commercial Go-karts", SAE Paper, No.1999-01-1294, 1999. 11. Andrew Deakin, David Crolla, Juan Pablo Ramirez and Ray Hanley, "The Effect of Chassis Stiffness on Race Car Handling Balance", SAE Paper, No.2000-01-3554, 2000. 12. R. Baudille, M. E. Biancolini, C. Brutti, L. Reccia, "Analisi integrata multi-body FEM del comportamento dinamico di un kart", AIAS 2001, Alghero, settembre 2001. 13. E. Pezzuti, L. Reccia, A. Ubertini, A. Gaspari, "Analisi dell'interazione pilota-kart mediante tecnica multi-body", AIAS 2002, settembre 2002. 14. L. Solazzi, S. Matteazzi, "Analisi e sviluppi strutturali di un telaio per kart da competizione", AIAS 2002, settembre 2002. 15. M. E. Biancolini, R. Baudille, C. Brutti, L. Reccia, "Integrated multi-body/FEM analysis of vehicle dynamic behaviour", Fisita Congress, giugno 2002. 16. T. Amato, F. Frendo, M. Guiggiani, "Handling Behavior of Racing Karts", SAE Paper, No.2002-01-2179, 2002. 17. <http://www.torvergata-karting.it/article/articleview/11/1/2/> 18. Filho, R. R. P, Rezende, J. C. C, Borges, J. A. F, "Automotive Frame Optimization", SAE Paper, No.2003-01-3702, 2003. 19. 梁卓中, 鄧作樑, 游家華, "單人座小型賽車Go-kart行駛彎道之車架分析", 第20屆機械工程研討會, 第C冊固力與設計上集, No.1701~1708, 2003. 20. CIK/FIA Technical Regulations, 2003. 21. CIK/FIA Homologation Regulations, 2003. 22. Thomas Gillespie, "Fundamentals of Vehicle Dynamics", SAE Paper, pp.210-214, 1993. 23. LS-DYNA THEORETICAL MANUAL, V960, 1998. 24. 劉俊宏, "車架結構之碰撞強度分析", 大葉大學機械工程學系碩士班畢業論文, 2002. 25. 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. 26. 林忠旗, "高速撞擊下AISI 4340合金鋼之變形行為分析與模擬", 成功大學機械工程學系碩士畢業論文, 1995.