

# The Study of the Security Protection Devices for Large Sized Vehicle

蔡世欽、張舜長

E-mail: 9314768@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

As times evolving and the society getting wealthy, motor vehicle safety regulations are gradually emphasized by our citizen and authority. The lateral and rear protection devices, which saved many lives during truck or trailer accidents for the past few years, become more and more important today. Domestic and foreign large vehicle( lateral and rear )protection device regulations were collected, organized and compared in this paper. Different materials ( eg. low carbon steel, aluminum alloy and stainless steel ) and different structural shape of the devices were analyzed by Finite Element Method for their cost and strength. The safety characteristics and modification suggestion are also proposed to assist vehicle manufacturers in their design and selection of the structure and materials of the lateral and rear protection devices.

Keywords : vehicle( lateral and rear) protection device 、 Finite Element Method

## Table of Contents

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書	iii 中文摘要
v 英文摘要	vi 誌謝
vii 目錄	viii 圖目錄
x 表目錄	xii 第一章 問
1.1 研究背景	1.2 研究動機與
4.1.3 國內外相關研究情形	4.1.4 研究目標與方法
6.1.5 本文研究綱要	7.1.6 名詞解釋
8 第二章 防止捲入裝置之相關交通事故概況	10 第三章
國內外防止捲入裝置之概況	15 3.1 國內相關防止捲入裝置之概況
15 3.2 國外相	28 第四章 國內外大型車防
關防止捲入裝置之概況	31 4.1 防止捲入裝置之種類
31 4.2 各國防止捲入裝置法規之比較	31 4.3 防止捲入裝置之
37 4.3.1 各國法規防止捲入裝置尺寸要求比較	37 4.3.2 各國法規防止捲入裝置強度要求比較
42 4.3.2.1 後方防止捲入裝置擠壓強度測試相關規定	42 4.3.2.2 側方防止捲入裝置擠壓強度測試相關規定
48 第五章 應用有限元素分析	50 5.1 分析目的
50 5.2 分析步驟	50 5.3 分析與模擬結果
60 5.3.1 側方防止捲入裝置分析	61 5.3.1.1 同一裝置結構依不同材質分析
61 5.3.1.2 依不同種類裝置結構分析	64 5.3.1.3 同一支撐架配合不同型式橫向
64 5.3.1.3 同一支撐架配合不同型式橫向	68 5.3.1.4 單獨針對支撐結構施力的變化
70 5.3.2 後方防止捲入裝置分析結果	73 5.4 模擬結果與實驗數據比較
81 5.4.1 側方防止捲入裝置分析結果	84 5.4.2 後方防止捲入裝置分析結果
86 第六章 結論與建議	88 6.1 結論
88 6.2 建議	88 附錄一
94 參考文獻	102 圖目錄
102 圖目錄	圖2.1 小客車追撞大貨車之事故照片 ( 劈入效應 )
11 圖2.2 未安裝後方防止捲入裝置, 小客車車頭穿入之事故相片(砍頭 效應)	11 圖2.3 後方防止捲入裝置強度不足, 車頭穿入底盤之事故照片
12 圖2.4 側方防止捲入裝置強度不足, 車頭穿入底盤之事故照片	12 圖2.5 小客車從側方穿入大貨車車底, 駕駛室車底被削平之事故
13 圖2.6 小客車快速從側方穿入或車車底, 車頂全部被削斷往後擠出之 測試照片 ( 砍頭效應 )	13 圖2.7 側方撞擊後車頂全部被大貨車削斷之測試照片 ( 砍頭效應)
14 圖3.1 前方防止捲入裝置	16 圖3.2 貨車側方防止捲入裝置照片
16 圖3.3 拖車防止捲入裝置照片	17 圖3.4 貨車後方防止捲入裝置照片
17 圖3.5 貨車後方防止捲入裝置照片 ( 裝置尾門昇降機構 )	18 圖3.6 拖板車後方防止捲入裝置照片
18 圖3.7 半拖車後方防止捲入裝置照片	19 圖3.8 實車碰撞測試, 車頭與後方防止捲入裝置撞擊點位置 ( 撞擊前 )
20 圖3.9 在碰撞實驗室中, 車頭損毀與人偶之狀況 ( 撞擊後, 全貌)	20 圖3.10 在碰撞實驗室中, 撞擊後車頭毀損與人偶之狀況 ( 撞擊後, 局部 )
21 圖3.11 防止小客車衝入車底之智慧型防止捲入裝置實體結	21 圖3.12 防止小客車衝入車底之智慧型防止捲入裝置功能示意圖
22 圖3.13 智慧型防止捲入裝置 ( 撞擊前 )	22 圖3.14 智慧型防止捲入裝置 ( 撞擊中 )
23 圖3.15 智慧型防止捲入裝置 ( 撞擊後 )	23 圖3.16 可擺動式後方防止捲入裝置 ( 型式I ) 各部板件名稱及厚度
24 圖3.17 可擺動式後方防止捲入裝置 ( 型式I ) 各細部元件示意圖	25 圖3.18 可擺動式後方防止捲入裝置 ( 型式I ) 功能示意圖
25 圖3.19 可擺動式後方防止捲入裝置 ( 型式 ) 功能示意圖	26 圖3.20 可擺動式後方防止捲入裝置 ( 型式 ) 功能示意圖
26 圖3.21 可擺動式後方防止捲入裝置 ( 型式 ) 功能示意圖	27 圖3.22 可擺動式後方防止捲入裝置 ( 型式 ) 功能示意圖
27 圖3.23 後方防止捲入裝置寬度不足(損毀)	28 圖3.24 後方防止捲入裝置損毀無法有效防止
28 圖3.25 無裝置後	

方防止捲入裝置 29 圖3.26 側方防止捲入裝置結構不牢固 29 圖3.27 無裝置側方防止捲入裝置 29 圖3.28 側方防止捲入裝置結構不牢固無法有效防止 30 圖3.29 側方防止捲入裝置欄杆高度太高且間隔太大 30 圖3.30 三輪拼裝車(無裝置任何防止捲入裝置) 30 圖4.1 歐洲法規ECE 58 & ECE 73,側方及後方防止捲入裝置法規尺寸要求 38 圖4.2 日本保安基準18-2,側方及後方防止捲入裝置法規尺寸要求 38 圖4.3 我國道安第39條,側方及後方防止捲入裝置法規尺寸要求 39 圖4.4 後方防止捲入裝置FMVSS 224 之尺寸規定 39 圖4.5 後方防止捲入裝置距車尾最後緣與地面之距離示意圖 40 圖4.6 小客車保險桿及車頭最高點之一般高度 41 圖4.7 後方防止捲入裝置FMVSS 223擠壓點位置規定 42 圖4.8 後方防止捲入裝置FMVSS 223之吸收能量要求 45 圖4.9 後方防止捲入裝置ECE R58或日本保安基準18-2擠壓點位置規定(全貌) 46 圖4.10 後方防止捲入裝置ECE R58或日本保安基準18-2擠壓點位置規定(細) 47 圖4.11 後方防止捲入裝置在壓頭擠壓強度測試變形後,距後緣之位置 47 圖4.12 後方防止捲入裝置ECE R58或日本保安基準18-2擠壓點位置與壓頭尺寸規定 48 圖5.1 系統架構圖 51 圖5.2 材料拉伸試驗測試前(分別依序是低碳鋼、鋁合金及不銹鋼) 53 圖5.3 材料拉伸試驗測試中(分別依序是低碳鋼、鋁合金及不銹鋼) 53 圖5.4 材料拉伸試驗測試後(分別依序是低碳鋼、鋁合金及不銹鋼) 53 圖5.5 材料拉伸試驗測試結果比對(分別依序是低碳鋼、鋁合金及不銹鋼) 54 圖5.6 低碳鋼單軸向拉伸試驗圖 54 圖5.7 不銹鋼單軸向拉伸試驗圖 55 圖5.8 鋁合金單軸向拉伸試驗圖 55 圖5.9 低碳鋼之stress-strain模擬曲線圖 56 圖5.10 不銹鋼之stress-strain模擬曲線圖 57 圖5.11 鋁合金之stress-strain模擬曲線圖 57 圖5.12 側方防止捲入裝置, 低碳鋼材方形管受力後位移分佈情形 62 圖5.13 側方防止捲入裝置, 不銹鋼材方形管受力後位移分佈情形 62 圖5.14 側方防止捲入裝置, 鋁合金材方形管受力後位移分佈情形 63 圖5.15 側方防止捲入裝置, 不銹鋼材C形管受力後位移分佈情形 63 圖5.16 側方防止捲入裝置, 低碳鋼材C形管受力後位移分佈情形 64 圖5.17 側方防止捲入裝置C形板與角鐵結構受力位移之分佈 65 圖5.18 側方防止捲入裝置圓管結構受力後位移之分佈(搭接) 65 圖5.19 側方防止捲入裝置圓管結構受力後位移之分佈(角接) 66 圖5.20 側方防止捲入裝置圓管與角鐵結構受力後位移之分佈(形) 66 圖5.21 側方防止捲入裝置圓管與角鐵結構受力後位移之分佈(梯形) 67 圖5.22 側方防止捲入裝置圓管與角鐵結構受力後位移之分佈(A形) 67 圖5.23 支架部分為角鐵焊接成三角形側方橫桿為圓管結構受力後位移之分佈 68 圖5.24 支架部分為角鐵焊接成三角形側方橫桿為長方管結構受力後位移之分佈 69 圖5.25 支架部分為角鐵焊接成三角形側方橫桿為C形管結構受力後位移之分佈 69 圖5.26 防止捲入裝置支架部份受力後的情形(27mm圓管接焊結構) 70 圖5.27 防止捲入裝置支架部份受力後的情形(27mm圓管C形靠焊結構) 71 圖5.28 防止捲入裝置支架部份受力後的情形(34mm圓管接焊結構) 71 圖5.29 防止捲入裝置支架部份受力後的情形(角鐵C型結構) 72 圖5.30 防止捲入裝置支架部份受力後的情形(角鐵型結構) 72 圖5.31 防止捲入裝置支架部份受力後的情形(角鐵省材結構) 73 圖5.32 單體式後方防止捲入裝置在P1點強度測試模擬結果(鋁材) 74 圖5.33 單體式後方防止捲入裝置在P2點強度測試模擬結果(槽鐵) 75 圖5.34 單體式後方防止捲入裝置在P2點強度測試模擬結果(槽鐵與鐵板) 75 圖5.35 單體式後方防止捲入裝置在P2點強度測試模擬結果(槽鐵與V形鐵板) 76 圖5.36 單體式後方防止捲入裝置在P2點強度測試模擬結果(鋁材) 76 圖5.37 單體式後方防止捲入裝置在P3點強度測試模擬結果(槽鐵) 77 圖5.38 單體式後方防止捲入裝置在P3點強度測試模擬結果(槽鐵與鐵板) 77 圖5.39 連續式後方防止捲入裝置在P2點強度測試模擬結果(角鐵與方管結構) 78 圖5.40 連續式後方防止捲入裝置在P2點強度測試模擬結果(槽鐵結構) 78 圖5.41 連續式後方防止捲入裝置在P2點強度測試模擬結果(圓管與角鐵結構) 79 圖5.42 連續式後方防止捲入裝置在P3點強度測試模擬結果(角鐵與方管結構) 79 圖5.43 連續式後方防止捲入裝置在P3點強度測試模擬結果(槽鐵結構) 80 圖5.44 連續式後方防止捲入裝置在P3點強度測試模擬結果(角鐵與圓管結構) 80 圖5.45 ECE R58後方防止捲入裝置測試與分析比對曲線(粗槽鐵) 82 圖5.46 單體式後方防止捲入裝置ECE R58規範在P2點施力25KN強度測試模擬結果(槽鐵與V形鐵板結構) 82 圖5.47 ECE R73側方防止捲入裝置強度測試比較(一般大貨車) 83 圖5.48 ECE R73側方防止捲入裝置規範在施力1000N強度測試模擬結果(角鐵與C型鐵板結構) 83 圖5.49 ECE R73側方防止捲入裝置鐵管支架靠焊與直焊分析比較曲線圖 85 圖5.50 ECE R73側分防止捲入裝置依不同材料分析比較曲線 85 圖5.51 為單體式與連續式後方防止捲入裝置模擬分析比較曲線圖 87 圖5.52 單體式(鐵板與槽鐵結構)後方防止捲入裝置模擬分析曲線圖 87 圖6.1 一般大型車貨廂車斗底部距地高度與小客車保險桿高度關係 89 圖6.2 後方防止捲入裝置支架高度的變化 90 圖6.3 後方防止捲入裝置支架相鄰間距的變化 90 圖6.4 後方防止捲入裝置支架高度變化與位移量關係曲線圖 91 圖6.5 後方防止捲入裝置支架間距變化與位移量關係曲線圖 91 表目錄 表1.1 台灣近幾年來道路交通肇事統計 2 表1.2 90年度台閩地區交通事故統計表 3 表4.1 防止捲入裝置法規比較總表 36 表4.2 後方防止捲入裝置各國法規尺寸要求比較表 40 表4.3 各法規後方防止捲入裝置擠壓點位置強度規定值 43 表4.4 中國國家標準(CNS)擠壓點位置強度規定值 44 表5.1 不同單位系統下(SI及US unit)單位使用的一致性 52

## REFERENCES

- [1] 內政部警政署, <http://nweb.npa.gov.tw/>.
- [2] 彰化縣警察局交通事故調查表。
- [3] <http://www.fem.unicamp.br/~impact/>.
- [4] <http://www.autosafetyexpert.com/underride.html>.
- [5] <http://www.underridenetwork.org/Indexpage.html>.

- [6] <http://www.underridenetwork.org/side.html>.
- [7] <http://www.crashanalysis.com/>.
- [8] <http://www.iot.gov.tw/chinese/topic/s/asv/5/ISUZU.htm>.
- [9] <http://www.crashanalysis.com/images/website/Crash%20Test.htm>.
- [10] D. Boucher. and D. B. T. Davis, "Trail Underride Protection a Canadian Perspective", SAE Paper 2000-01-3522, Society of Automotive Engineers, Inc.
- [11] J. R. L. Mariolani, Inc., "Development of New Underride Guards for Enhancement of Compatibility between Trucks and Cars", State University of Campinas Brazil, -Paper Number 425.
- [12] L. O. F. Schmutzler, A Trap for Humans: the Challenges of the "Guillotine Effect", SAE paper 952207, Society of Automotive Engineers, Inc.
- [13] 89/297 EEC, "Lateral protection".
- [14] ECE No.58, "Rear Underride protective".
- [15] FMVSS 223, U.S. Code of Federal Regulations 49 CFR PART 571.223, "Rear Impact Guards".
- [16] FMVSS 224, U.S. Code of Federal Regulations 49 CFR PART 571.224, "Rear Impact".
- [17] 日本道路運送車輛之保安基準第18-2條(技術基準第十五條)。
- [18] 我國道路交通安全規則第39條第15款，民國91年5月。
- [19] 中華民國車輛型式安全及品質一致性審驗作業要點，附件六，交通部，民國92年5月。
- [20] 大貨車及拖車安全防護裝置，CNS 13453 D2193。
- [21] J. R. L. Mariolani, Inc., "Design and Test of an Articulated Rear Guard Able to Prevent Car Underride", SAE paper 973106, Society of Automotive Engineers, Inc.
- [22] J. R. L. Mariolani, L. O. F. Schmutzler, A. C. F. Arruda, Inc, "Impact Project: Searching for Solution to the Underride Problem", SAE paper 982755, Society of Automotive Engineers, Inc.
- [23] D. Winkelbauer. "Development of a Test Procedure for FMVSS 223-Rear Impact Guard", SAE paper 1999-01-0435, Society of Automotive Engineers, Inc.
- [24] 大貨車安全防護裝置強度分析與檢測技術建立 車輛研測資訊雙月刊92年09月號，財團法人車輛研究測試中心 黃朝琴。
- [25] 最新CNS機械製圖 文京圖書有限公司，機械製圖教學編輯委員會 劉鼎嶽 博士主編。