

國立中央大學

機械工程研究所  
碩士論文

由煞車距離推估行車速度之研究

研究生：王信發

指導教授：董基良教授

中華民國九十一年七月



## 國立中央大學圖書館 碩博士論文授權書

(91年5月最新修正版)

本授權書所授權之論文全文與電子檔，為本人於國立中央大學，撰寫之碩/博士學位論文。(以下請擇一勾選)

() 同意 (立即開放)

(  ) 同意 (一年後開放)，原因是：\_\_\_\_\_

(  ) 同意 (二年後開放)，原因是：\_\_\_\_\_

(  ) 不同意，原因是：\_\_\_\_\_

以非專屬、無償授權國立中央大學圖書館與國家圖書館，基於推動讀者間「資源共享、互惠合作」之理念，於回饋社會與學術研究之目的，得不限地域、時間與次數，以紙本、光碟、網路或其它各種方法收錄、重製、與發行，或再授權他人以各種方法重製與利用。以提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

研究生簽名：王信發

論文名稱：由煞車距離推估行車速度之研究

指導教授姓名：董基良

系所：機械工程 所  博士  碩士班

學號：89323119

日期：民國 91 年 07 月 18 日

備註：

1. 本授權書請填寫並親筆簽名後，裝訂於各紙本論文封面後之次頁(全文電子檔內之授權書簽名，可用電腦打字代替)。
2. 請加印一份單張之授權書，填寫並親筆簽名後，於辦理離校時交圖書館(以統一代轉寄給國家圖書館)。
3. 讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印上列論文，應依著作權法相關規定辦理。

# 博碩士論文授權書

(國科會科學技術資料中心版本 91.2.17)

本授權書所授權之論文為本人在 國立中央大學 機械工程學系研究所 系統組 90 學年度第 2 學期取得 碩士 學位之論文。

論文名稱：由煞車距離推估行車速度之研究

同意  不同意 (政府機關重製上網)

本人具有著作財產權之論文全文資料，授予行政院國家科學委員會科學技術資料中心、國家圖書館及本人畢業學校圖書館，得不限地域、時間與次數以微縮、光碟或數位化等各種方式重製後散布發行或上載網路。

本論文為本人向經濟部智慧財產局申請專利(未申請者本條款請不予理會)的附件之一，申請文號為：\_\_\_\_\_，註明文號者請將全文資料延後半年再公開。

-----  
 同意  不同意 (圖書館影印)

本人具有著作財產權之論文全文資料，授予教育部指定送繳之圖書館及本人畢業學校圖書館，為學術研究之目的以各種方法重製，或為上述目的再授權他人以各種方法重製，不限地域與時間，惟每人以一份為限。

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。上述同意與不同意之欄位若未鈎選，本人同意視同授權。

指導教授姓名： 董基良

研究生簽名：

學號:89323119

(親筆正楷)

(務必填寫)

日期:民國 91 年 7 月 18 日

- 
1. 本授權書 (得自 <http://nr.stic.gov.tw/theses/html/authorize.html> 下載) 請以黑筆撰寫並影印裝訂於書名頁之次頁。
  2. 授權第一項者，請確認學校是否代收，若無者，請個別再寄論文一本至台北市(106-36)和平東路二段106號1702室 國科會科學技術資料中心 王淑貞。(本授權書諮詢電話:02-27377746)
  3. 本授權書於民國 85 年 4 月 10 日送請內政部著作權委員會(現為經濟部智慧財產局)修正定稿，89.11.21 部份修正。
  4. 本案依據教育部國家圖書館 85.4.19 台(85)圖編字第 712 號函辦理。

國立中央大學碩士班研究生

論文指導教授推薦書

機械工程 研究所 王信發 君所提之論文

由煞車距離推估行車速度之研究

( 題 目 )

係由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授

董基良

(簽章)

九十一年七月八日

國立中央大學碩士班研究生  
論文口試委員審定書

機械工程 研究所 王信發 君所提之論文

由煞車距離推估行車速度之研究

( 題 目 )

經本委員會審議，認定符合碩士資格標準。

學位考試委員會召集人

馮君平

委 員

董基良

張國岡

(簽章)

中華民國 九十一年 七 月 八 日

## 摘要

近年來，社會大眾越來越注重交通安全的重要性，然而，隨著交通事故發生後，肇事責任和法律刑責判定成為一個重要的課題。以往發生車禍事故時，肇事原因分析依據肇事資料，判斷事故車輛運行的軌跡、速度，從而釐清責任的歸屬；本研究即針對煞車胎痕，經由文獻的探討及實車測試的結果，找出推估車輛之行車速度的方法，在整段煞車歷程中，產生煞車胎痕的時間為一極重要之因素，另外，踩踏煞車踏板到車輛開始減速之車輛反應時間也會影響煞車距離，然而在傳統的速度推估法中，並沒有考慮到此兩個因素，本研究則進行實車測試，找出產生煞車胎痕的時間及車輛反應時間，並擬出一煞車距離與行車速度推估表，以方便實務上的應用；另外，由於我國現行之煞車距離與行車速度推估表僅適用於一般煞車系統，並不適用於 ABS 煞車系統，然而隨著科技的進步，ABS 系統已經廣泛的為社會大眾所使用，傳統的煞車距離與行車速度推估表已經不敷使用，本研究亦經由改良之速度推估公式，嘗試找出 ABS 系統車輛之煞車距離與行車速度的關係。然而影響煞車距離的因素很多，車輛的差異也是其中一個重大的因素，不同車種會有不同的煞車距離，欲詳細推估行車速度與煞車距離的關係需要詳細的車輛資料，本研究亦收集不同國家之煞車距離測試資料，以供推估行車速度時之參考。

## 誌謝

本論文得以順利完成須感謝董基良教授、黃俊仁教授、鄭銘章教授給予我的細心指導，使這本論文能夠順利的完成，也感謝所有曾付出心力的學長、同學與學弟們，謝謝你們陪我度過了這些時光，充實了我兩年的回憶，還有在背後默默支持我的家人朋友們，因為有你們才有今日的我，謝謝！

# 總目錄

摘要.....	I
總目錄.....	III
圖目錄.....	V
表目錄.....	VI
第一章 緒論.....	1
1-1 研究動機與目的.....	1
1-2 研究方法.....	2
1-3 論文架構.....	3
第二章 文獻回顧.....	5
2-1 煞車胎痕.....	5
2-2 影響煞車距離的因素.....	7
2-3 速度推估理論公式.....	12
2-4 國內煞車距離與行車速度研究.....	18
2-5 ABS 煞車系統.....	19
第三章 改良速度推估公式及實驗整備.....	25
3-1 速度推估公式的改良.....	25
3-2 分析國內數據之速度推估公式改良.....	26
3-3 實車測試.....	31

第四章 國內行車速度與煞車距離試驗數據分析.....	43
4-1 一般煞車系統測試資料.....	43
4-2 ABS 煞車系統測試資料.....	53
4-3 煞車距離資料庫之應用.....	56
第五章 實驗結果與討論.....	57
5-1 實驗結果.....	57
5-2 討論.....	61
第六章 結論與未來發展建議.....	64
6-1 結論.....	64
6-2 未來發展建議.....	65
參考文獻.....	68
附錄 A 日本煞車距離測試資料庫	
附錄 B 澳洲煞車距離測試資料庫	
附錄 C Movit 煞車距離測試資料庫	
附錄 D 改良速度推估公式之驗證	
附錄 E 煞車胎痕產生時間與車速之關係	
附錄 F 推估國內試驗數據之阻力係數	
附錄 G Honda Civic 第五代車輛 ABS 系統試驗數據圖	
附錄 H Honda Civic 第五代車輛 一般系統試驗數據圖	

## 圖目錄

圖 2-1 Scrub Mark(A 為碰撞點，B 為 Scrub Mark).....	6
圖 2-2 煞車歷程圖 .....	8
圖 2-3 不同車輛的煞車距離 .....	10
圖 2-4 煞車距離與 Delta-V 關係圖 .....	12
圖 2-5 加速度與時間關係圖 .....	15
圖 3-1 不同推估公式之加速度曲線 .....	25
圖 3-2 試驗場地的規劃圖 .....	33
圖 3-3 里程計(安裝於車底變速箱).....	34
圖 3-4 加速規安裝位置(後座，接近車輛底盤) .....	35
圖 3-5 電源供應器 .....	35
圖 3-6 不斷電系統(UPS).....	36
圖 3-7 訊號擷取卡 .....	36
圖 3-8 筆記型電腦 .....	37
圖 3-9 加速規的原始訊號圖(低通 5Hz 濾波).....	42
圖 3-10 加速度對時間積分之速度圖 .....	42
圖 3-11 速度對時間積分之煞車距離圖 .....	42
圖 3-12 煞車訊號圖 .....	42
圖 4-1 阻力係數與速度的關係圖 .....	45
圖 5-1 ABS 系統車輛的加速度圖.....	58
圖 5-2 ABS 系統車輛的速度圖.....	58
圖 5-3 ABS 系統車輛的口令訊號圖.....	58
圖 5-4 ABS 系統車輛的煞車訊號圖.....	58
圖 5-5 不同煞車系統之減速度 .....	59
圖 5-6 實驗量測訊號圖 .....	60
圖 5-7 時間分析圖 .....	61

## 表目錄

表 2-1 踏板力等級劃分 .....	9
表 2-2 不同路面的摩擦係數 .....	11
表 2-3 不同胎壓在不同路面的煞車距離(feet) .....	11
表 2-4 NRMA 煞車距離測試資料 .....	24
表 2-5 煞車距離測試資料 .....	24
表 3-1 三種速度推估方法的比較 .....	29
表 3-2 三種推估結果比較 .....	29
表 3-3 實驗儀器整備 .....	34
表 3-4 里程計校正結果 .....	41
表 4-1 阻力係數與車速的關係 .....	45
表 4-2 胎痕產生時間與車速關係 .....	45
表 4-3 傳統公式推導之阻力係數 .....	46
表 4-4 Neptune 公式推導之阻力係數 .....	46
表 4-5 本研究改良公式推導之阻力係數 .....	47
表 4-6 傳統公式驗證結果 .....	48
表 4-7 Neptune 驗證結果 .....	48
表 4-8 本研究驗證結果 .....	48
表 4-9 84 年汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數對照表 .....	49
表 4-10 86 年汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數對照表 .....	50
表 4-11 Neptune 公式推估之煞車痕跡與行車速度對照表 .....	51
表 4-12 本研究推估之煞車痕跡與行車速度對照表 .....	52
表 4-13 乾燥路面，車輛輕載時的阻力係數 .....	53
表 4-14 潮濕路面，車輛輕載時的阻力係數 .....	53

表 4-15 乾燥路面，車輛滿載時的阻力係數.....	54
表 4-16 潮濕路面，車輛滿載時的阻力係數.....	54
表 4-17 本研究改良公式推估之煞車痕與煞車距離.....	55
表 4-18 NRMA 煞車距離資料庫推算之阻力係數及煞車痕.....	56
表 5-1 ABS 煞車系統與一般煞車系統之實驗數據.....	60
表 5-2 ABS 系統車輛之測試資料(Honda Civic 第五代).....	62
表 5-3 一般煞車系統車輛之測試資料(Honda Civic 第五代).....	63

## 符號說明

$a$	車輛之加速度
$C$	實驗參數
$e$	路面坡度
$f$	阻力係數
$F_z$	輪胎正向力
$g$	重力加速度
$I_\omega$	輪胎之質量慣性矩
$k$	煞車器力矩作用速率
$R_w$	輪胎半徑
$S_S$	煞車胎痕
$S_T$	煞車距離
$S_{T1}$	修正之煞車距離
$S_t$	輪胎滑率
$t_{nb}$	車輛反應時間
$t_s$	胎痕產生時間
$t_{rp}$	駕駛者反應時間
$V_0$	車輛煞車初速
$V_c$	車輛碰撞時之速度
$V_S$	產生胎痕時之車輛初速
$V_{trad}$	傳統公式推估之煞車初速
$\mu$	路面摩擦係數

# 第一章 緒論

## 1-1 研究動機與目的

交通安全一直是政府與研究人員所關注的目標，同時也是與一般大眾息息相關的一個問題，在意外事故發生之後，肇事鑑定就成了一相當重要的工作，因為它關係著肇事責任和法律刑責判定。以往發生車禍事故時，肇事原因分析係依據肇事資料，判斷事故車輛運行的軌跡、速度，從而釐清責任的歸屬。車禍事故之重建主要可分幾個步驟：(1)收集所有事故資料(包括車輛的受損情況、煞車胎痕、及車輛位置等)，(2)觀察事件結果，找出其所代表的意義(如是否逆向行駛)，(3)判斷是否需要其他的科學理論幫助理解(如行車速度推估法)，(4)找出事故如何發生，以釐清個別之肇事責任。

本研究即針對事故重建中之速度推估法作研究，傳統在推估行車速度上，有三種方法：(1)煞車距離和動量關係。(2)車損法(以車體毀壞情形來推估)。(3)衝撞相位的車速計算(由碰撞前後的運動情形使用動量動能守恆定律推估)。其中以第一種應用最簡單且最廣泛，此方法主要是由事故現場煞車胎痕的長度，和車輛的相對位置，即可估算行車速度和各種資訊。然而影響到整個推估過程的因素很多，其中以現場的資料完整和推估方法最為重要。本篇論文即針對速度推估公式加以討論。從煞車胎痕推算行車速度有兩個重要的參數必須先加以確定，一為煞車胎痕長度，另一則為阻力因子(Drag Factor)，影響阻力因子的原因很多，包括路面摩擦係數(Friction Coefficient)，風速，車速等，將分別於下面章節中介紹。

國內目前之煞車距離與行車速度之推估，皆是以現行汽車煞車距

離、行車速度及道路摩擦係數之對照表作為參考之依據。然而近年來，無論汽車科技或道路工程設計均已隨科技日新月異而大幅進步，各式可提高煞車效能之系統與零件不斷被研發及運用，不但煞車距離與行車速度對照表之適用性遭到質疑，甚至部分車輛因加裝防鎖死煞車系統(Anti-Locked Brake System, ABS)、電磁式等先進煞車系統，使得車禍現場所遺留之煞車痕不易發現及量測，致使肇事鑑定無法公正客觀求得行車速度，實有必要對現行提供交通事故鑑定使用之汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數對照表所列之參數加以檢討修正，以健全該表之實用功能，使其適應目前道路與交通環境與新世代車輛的變化。

## 1-2 研究方法

國內目前有一汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數之對照表，提供交通事故鑑定中，由小客車煞車距離推估行車速度，其理論根據即為速度推估公式：

近年來，由於 ABS 煞車系統及電磁式煞車系統已大量的使用在小客車及大型車輛上，而目前國內所使用之汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數對照表僅針對傳統煞車系統，並不適用於其他不同型式的煞車系統。針對此點，本研究藉由參考以往國內外之相關文獻及研究成果，嘗試規劃出 ABS 系統車輛之汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數對照表，並規劃實車試驗以驗證推估之正確性。然而除了 ABS 煞車系統有較多的文獻可供參考外，其餘煞車系統大都是各製造廠商自行開發，而無公開資料可供參考，因此針對其他型式之煞車系統，本研究收集相關資訊，整理成適當的表格，以供實用之參考。

由於煞車歷程中，包含了駕駛者踩踏煞車踏板到開始產生減速度的車輛反應時間以及產生煞車胎痕之前的胎痕產生時間，此兩者皆為影響煞車距離的因素，本研究之實車測試的主要目的，就是找出車輛之反應時間及胎痕產生時間，實驗方法為，準備三部介於 1600~2000 c.c. 的小客車，紀錄其在乾柏油路面，車輛輕載時，於不同時速下的胎痕產生時間及車輛反應時間，並觀察 ABS 系統對於煞車距離及胎痕產生時間的影響。

事實上，每一個煞車系統應用在不同的車上均有不同的效果，若要詳細推估其煞車速度，必須根據不同車型的煞車測試資料作推估，因此本研究以各國之新車測試中心(New Car Assessment Program, NCAP)為資料收集依據，嘗試整理出各車型的煞車距離資料庫。再根據速度推估公式做不同速度與煞車痕跡的關係表，供現場實務上使用。

### 1-3 論文架構

本篇論文內容共分為緒論、文獻回顧、改良速度推估公式及分析國內試驗數據、實車測試、實驗結果分析及討論、未來發展建議等六部分，各章節大綱如下：

第一章 緒論：敘述研究動機與目的，並對論文架構加以說明。

第二章 文獻回顧：說明國內外文獻的研究成果。

第三章 速度推估公式改良及實驗整備：討論傳統的速度推估公式及提出改良方法及說明實車測試的規劃。

第四章 國內煞車距離與速度試驗數據分析：針對文獻所做過的煞車試驗數據，使用第三章所提出之速度推估公式加以討論及分析。

第五章 實驗結果及討論：針對實車測試的結果作分析和對本研究的  
成果做出結論。

第六章 未來發展建議：對本研究之未來發展提出一些建議。

## 第二章 文獻回顧

有關本論文的參考文獻收集方面，可分為針對煞車痕分類、影響煞車距離的因素、速度推估公式、國內測試數據及 ABS 煞車系統五個方面。

### 2-1 煞車胎痕

Rivers[1]曾針對車禍現場所遺留下的胎痕作一番整理，煞車胎痕的重要性為煞車胎痕能決定車輛從何地開始煞車，煞車初速與碰撞時的位置。胎痕乃是車輪在路面上所留下的，一般可區分為兩類：(1)刻印胎痕：車輪滾動無滑動所留下之胎痕，如車輪輾到泥土或雪地。(2)摩擦胎痕：車輪的滑動或側滑所留下的胎痕，如煞車胎痕，偏擺胎痕等。煞車胎痕是屬於摩擦胎痕的一種，其發生的原因乃過重之煞車操作導致車輪鎖死，輪胎受熱之後，與路面摩擦所留下的痕跡而於路面產生滑動所留下之痕跡，通常發生於緊急煞車狀況。車禍現場留下的痕跡可分為下列幾種：

1. Impending Skid Mark：由煞車輪尚未完全停止滾動所留下。
2. Skid Mark：煞車輪完全鎖死後所留下。
3. Sideslip：由於側滑所留下的痕跡。
4. Scuff Mark：輪胎同時旋轉和滑動所留下的痕跡，與 Impending Skid Mark 的差別在於，Scuff Mark 不是煞車痕，而是類似加速或是側滑留下的胎痕。如加速痕，偏移痕和洩氣的輪胎痕。
5. 搖晃胎痕：由於輪胎失去胎壓所造成。
6. Scrub Mark：在車輛碰撞後，由鎖死的輪胎在路面滑動所留下的痕跡(圖 2-1)。

7. Spin Skid Mark：旋轉的煞車胎痕，類似甩尾的動作。
8. Skip Skid Mark：為一個跳動的煞車痕，像撞到洞後彈起的痕跡。
9. 間斷性的 Skip Skid Mark：發生在鎖死的車輪放鬆後又再鎖死，一般發生在駕駛者採用點煞的煞車方式。

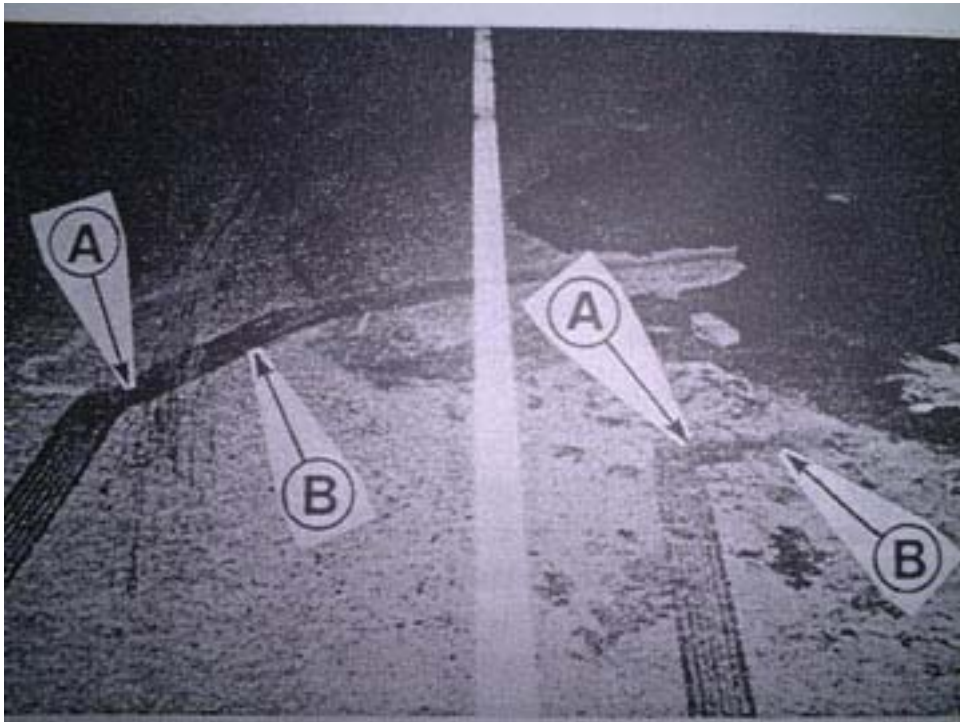


圖 2-1 Scrub Mark(A 為碰撞點，B 為 Scrub Mark)

當車輛發生碰撞時，煞車痕在撞擊其他車輛後可能改變方向，如圖 2-1 中之 A 點，在事故現場重建時，往往可以用來決定車輛的碰撞點。

Rivers [2]也曾經提到如何使用煞車胎痕幫助事故重建；在事故重建時，因為煞車胎痕通常能夠顯示出車輛的位置，如在錯誤的車道方向，或是在行人穿越道等，在這些情況下，所測量的煞車胎痕要儘可能的準確。測量煞車胎痕時，最少需量得 15 公分的長度，以幫助事故的分析。測量煞車胎痕要分別測量煞車輪完全停止滾動前的痕跡及

車輪完全鎖死後的痕跡；不同情況下的量測原則如下：

1. 當四輪接近同時鎖死時，即四輪幾乎同時產生胎痕，紀錄其最長的煞車胎痕。若四輪鎖死時間沒那麼接近時，則分別紀錄其煞車胎痕，計算時使用平均煞車胎痕。車禍現場的平行煞車胎痕如果幾乎同時產生則可以測量一個當兩個使用。
2. 處理 Skip Skid Mark(鎖死的輪胎撞到洞後彈跳造成)：視為一般的煞車痕，紀錄胎痕的起點到終點。
3. 處理 Intermittent Skid Mark：由於輪胎鎖死後放鬆再鎖死造成的胎痕時，則將可見的煞車痕長度相加，忽略兩段胎痕中的間隙。
4. 處理 Spin Skid Mark(旋轉的煞車胎痕)：紀錄胎痕的起點到終點的長度，但是紀錄時需判斷是否有側滑的現象。
5. 煞車時經過不同的路面：即在不同的路面留下煞車痕時，則分別紀錄煞車痕長度，並註明路面的種類。
6. 其他彎曲的胎痕：如 Slight Curve，輕微的彎曲胎痕和 Offset Skid Mark，彎曲較嚴重的煞車痕，則測量全部的痕跡。

## 2-2 影響煞車距離的因素

影響煞車距離的因素主要可以分成：人、車、環境等三個因素，圖 2-2 為煞車過程之時間分析圖[3]，由圖 2-2 可以看出煞車過程中，影響煞車距離的因素：車輛乃由駕駛人控制，而駕駛人會因車況、天候、路況等因素而影響車輛之操作或判斷，而每部車的設計亦不相同，同一人，同樣的駕駛方式會因為不同車輛而有不同的煞車距離，茲分別討論如下：

Baker[4]曾經提到提到每個人的感知時間都不相同，即使同一人，也會因為是否有心理準備及當時的身體情況(如酒醉及昏睡)而有

很大的變動，不過一般的情況下，感知時間約介於 0~0.8 秒之間，反應時間大約介於 0.7~0.8 秒之間；若將感知時間及反應時間，應用在道路安全設計時，各個國家所定義的時間範圍不同，舉例而言，我國設定感知時間為 0.75 秒，反應時間也為 0.75 秒，而全美州際公路交通協會(Northern Assn. Of State Highway & Transportation Officials, NASHTO)，所使用的感知時間為 1.5 秒，反應時間為 1 秒。

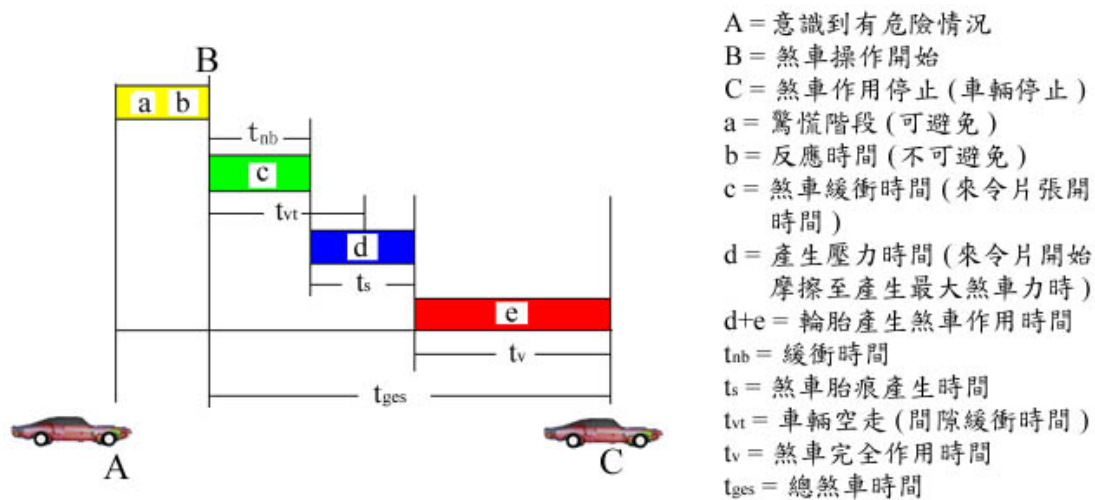


圖 2-2 煞車歷程圖

美國公路安全協會 (National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)曾對影響煞車距離的因素進行探討[5~8]，一般來說，煞車方式可分為一腳踩死及連續踩放方式，兩種煞車方式在不同時速下會有不同的煞車距離增益。大抵上來說，低速時以一腳踩死方式會有較短的煞車距離，而在較高速時，以連續踩放方式的煞車距離較短。考慮不同駕駛人的因素，一個有經驗的駕駛者，會因為車速的不同使用不同的煞車方式，但一般駕駛者，在遇到緊急狀況時大都使用一腳踩死的方式。

NHTSA[5]將踏力依 0.1 秒、0.2 秒、0.3 秒時，踏板的作用力大

小，分成四個等級(等級 A, B, C, D)，如表 2-1，根據分析的結果，在最短時間內達到最大踏板力的踩踏方式會有最短的煞車距離，也就是等級 A，劇烈煞車的方式。不同的車輛荷重會對煞車距離造成影響，一般來說，車輛載重越大的，煞車距離越長，這是因為載重車輛之慣性力較大，所以其煞車距離較長；在煞車器溫度部分，煞車器溫度越低，煞車距離越短，不過進行實驗時，溫度過低時會造成煞車器過冷(Cold Brake)，也會影響整體評估的結果，在進行煞車試驗時，必須控制煞車器溫度在 65~100°C 之間。另外，不同的路面環境也會造成煞車距離的變化，大部分車輛在乾地時的煞車距離皆較短，因為乾地之阻力係數較大，且溼地時，會產生水膜現象，使車輛滑動而增加煞車距離；其他如風速、輪胎溫度和路面周圍溫度等週遭環境參數，則對煞車距離並沒有很大的影響。

表 2-1 踏板力等級劃分

等級	0.1 秒	0.2 秒	0.3 秒
A	Over 445N	Over 445N	Over 445N
B	334-445N	Over 445N	Over 445N
C	222-334N	Over 445N	Over 445N
D	0-222N	222-445N	Over 445N

NHTSA[6]評估不同駕駛員、不同車輛及不同路段所造成煞車距離的變異性。首先針對踏板的應用能力討論，不同駕駛人踩踏煞車踏板的方式往往不同，不同的踏板應用方式造成不同的踏力曲線及不同的煞車力曲線，其煞車距離也跟著改變，不過推估事故現場的車速時，並不考慮此因素；其次，車輛的差異會直接影響煞車距離的長短，不同的車輛設計會直接的影響煞車的距離(如圖 2-3)；另外，同樣的路面(如柏油路面)會因其使用頻率及使用時間的長短，而改變其路面

摩擦係數，造成路面摩擦力的改變，進而影響煞車距離。

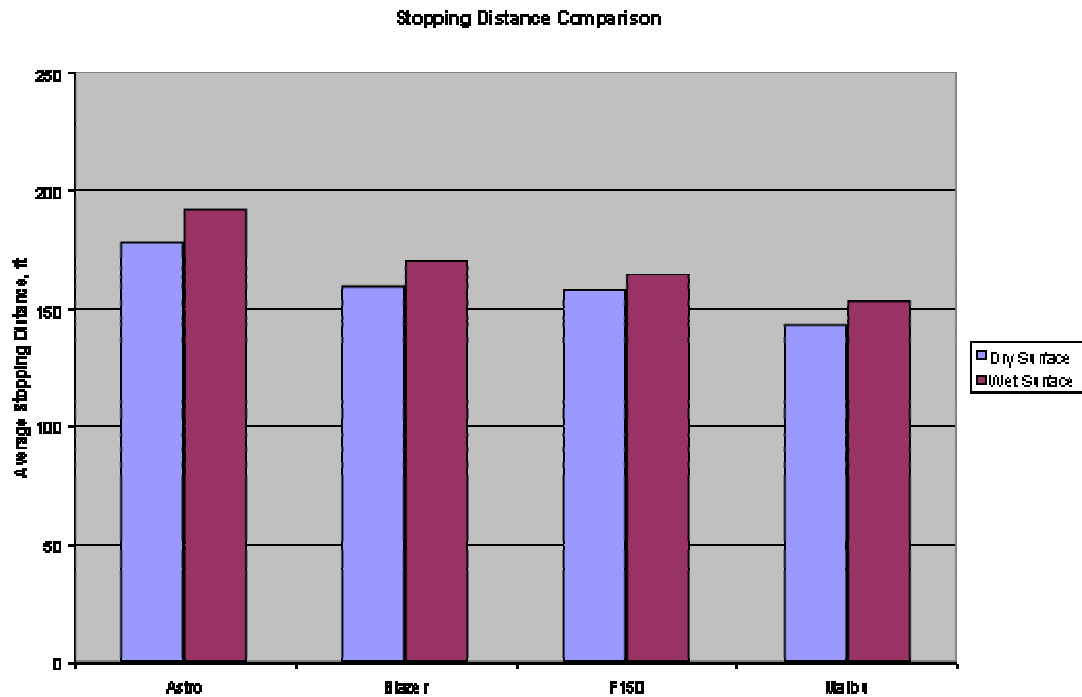


圖 2-3 不同車輛的煞車距離

NHTSA[7]針對不同路面對煞車距離的影響做相關的研究，路面的摩擦係數是影響煞車距離的一個主要的因素，不同的路面有不同的摩擦係數，同一部車輛、同樣載重，在不同的路面時會有不同的煞車距離。此外，不同的操作方式所導致的煞車距離變化，則根據車種的相異，並非有絕對結果。

Baker[8]曾針對不同路面下的摩擦係數做一推估表(表 2-2)，研究中發現，路面摩擦係數會隨著車速的不同而改變，尤其在低速時的變化更大(摩擦係數範圍較大)，這是由於低速時，速度變化率較大，煞車距離較短(圖 2-4)，車輪鎖死的時間在整個煞車歷程中所佔得時間比例較大，即使是同一個駕駛人，也會因為踩踏行為的不同而有較大的差異性，因此推估之摩擦係數變化較大。

表 2-2 不同路面的摩擦係數

路面型式		乾地		溼地	
		速度小於 30 mph	速度大於 30 mph	速度小於 30 mph	速度大於 30 mph
水泥地	新的	0.80~1.20	0.7~1.00	0.50~0.80	0.40~0.75
	走過的	0.60~0.80	0.60~0.75	0.45~0.70	0.45~0.65
	磨到光滑的	0.55~0.75	0.50~0.65	0.45~0.65	0.45~0.60
柏油路	新的	0.80~1.20	0.65~1.00	0.50~0.80	0.45~0.75
	走過的	0.60~0.80	0.55~0.70	0.45~0.70	0.40~0.65
	磨到光滑的	0.55~0.75	0.45~0.65	0.45~0.65	0.40~0.60
	磨掉瀝青的	0.50~0.60	0.35~0.60	0.30~0.60	0.25~0.55
礫石地	緊密的	0.55~0.85	0.50~0.80	0.40~0.80	0.40~0.60
	鬆散的	0.40~0.70	0.40~0.70	0.45~0.75	0.45~0.75
煤渣	緊密的	0.50~0.70	0.50~0.70	0.65~0.75	0.65~0.75
石子地	壓碎的	0.55~0.75	0.55~0.75	0.55~0.75	0.55~0.75
冰地	光滑的	0.10~0.25	0.07~0.20	0.05~0.10	0.05~0.10
雪地	緊密的	0.30~0.55	0.35~0.55	0.30~0.60	0.30~0.60
	鬆散的	0.10~0.25	0.10~0.20	0.30~0.60	0.30~0.60

NHTSA[9]提出胎壓對煞車距離的影響，當胎壓過低時，會造成輪胎的外型改變，進而影響車輛的行為，如車輛搖晃和煞車距離的改變，表 2-3 為 NHTSA 於時速 60 mph 時針對不同胎壓所造成不同的煞車距離測試資料。

表 2-3 不同胎壓在不同路面的煞車距離(feet)

胎壓 路面	15 psi	20 psi	25 psi	30 psi	35 psi
濕水泥	148.8	147.5	145.9	144.3	146.5
乾水泥	142.0	143.0	140.5	140.4	139.8
濕柏油	158.5	158.6	162.6	161.2	158.0
乾柏油	144.0	143.9	146.5	148.2	144.0

由表 2-3 的資料，可以發現雖然在乾地測試時，胎壓對於煞車距離的影響不大，但就四個路面的測試資料來看，胎壓 35 psi 時的煞車距離最短，當胎壓不足會增加煞車距離，胎壓介於 15~30 psi 時，不同路面會有不同的煞車距離變化：水泥路面時，胎壓增加則煞車距離減少，而在柏油路面上其煞車距離卻增加。在正確的胎壓下，煞車距離跟速度變化的關係如圖 2-4 所示，煞車初期車速緩慢變化，車輛停止前的速度變化量則劇增，就整個煞車歷程而言，當低速時，行車速度很快的進入速度變化量大的區域，煞車距離較短；而當車速較高時，在煞車過程中，速度變化量低的部分增加，故煞車距離增加。

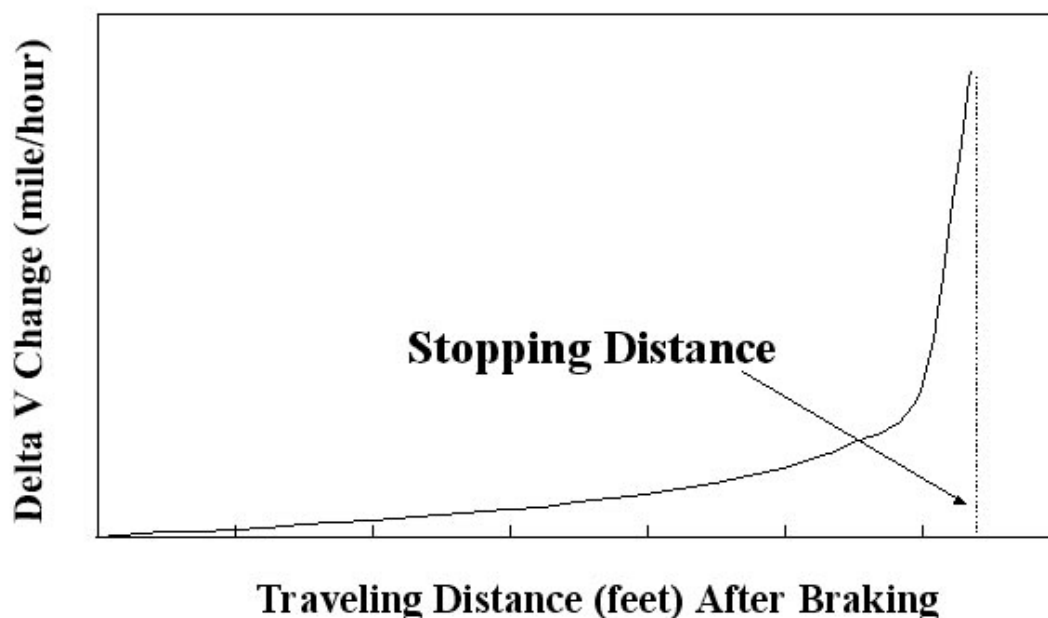


圖 2-4 煞車距離與 Delta-V 關係圖

### 2-3 速度推估理論公式

傳統推估行車速度有幾種方法：1. 煞車距離和動量關係；2. 車損法(以車體毀壞情形來推估)；3. 衝撞相位的車速計算(動量動能守恆)。目前最普遍推估車輛速度(最低速度)的方法是利用事故現場所殘留的煞車痕跡(Skid Marks)來推估，即所謂之軌跡法。

Cooper[10]提出如何使用車禍現場的煞車痕跡，推估其行車速度，在傳統的推估方法上，車輛未經碰撞而緊急煞車至車輛靜止，所產生的煞車胎痕 $S_s$ ，可依據 $V_{trad} = \sqrt{2 \cdot g \cdot \mu \cdot S_s}$ 之運動方程式計算車速 $V_{trad}$ 值；若車輛在停止前發生碰撞或其他情形(如翻車)，則必須由現場車輛的相對位置和其他相關資訊，先行估算碰撞前之車速( $V_c$ )後，利用 $V_{trad} = \sqrt{V_c^2 + 2 \cdot g \cdot \mu \cdot S_s}$ 公式，再估算行車速度。但是使用煞車痕跡推估行車速度方法，必須了解下列需注意的事項：

1. 煞車距離(車輛滑動至停止的距離)。
2. 摩擦係數 $\mu$ ，或阻力因素 $f$ 。
3. 路面坡度(Roadway Grade)或邊坡角度(Superelevation)。
4. 煞車輪胎數量。
5. 車輛滑動至停止前不可撞擊堅固的物體。
6. 若車輛為拖車則拖掛車廂需和拖車同時煞車。

在車輛事故現場所得到的煞車距離通常都是量測路面上所遺留的煞車痕跡長度，但是在路面上所遺留的煞車痕跡，包括了真實煞車距離和車輛的輪軸距離(Wheel Base)。因此真實煞車距離必須將路面上所遺留的車痕跡減去車輛的輪軸距。

摩擦係數是兩物體產生相對運動時的抵抗力，摩擦係數的計算方法是使物體在水平方向能夠連續運動的力和物體重量的比值，摩擦係數在車輛事故重建上的應用只有在當所有的輪胎已經鎖死，也就是車輛在路面上滑行時使用。而阻力係數的量測方法和摩擦係數一樣，不過在車輛事故重建上的應用是所有煞車未鎖死時使用，在事故重建時，通常使用阻力係數。決定路面阻力係數之後，可以經由煞車距離

推估車輛的速度，依車輛的軌跡不同，有不同的推估公式，其中直線、平坦、單一路面的速度與煞車距離關係如 (2-1) 式所示：

$$V_s = \sqrt{254S_s \cdot f \cdot n} \quad (2-1)$$

其中，

$V_s$ ：速度(km/hr)，

$S_s$ ：煞車距離(m)，

$f$ ：阻力係數，

$n$ ：車輪鎖死的能力(%)。

當煞車痕跡通過兩種以上路面時，各段煞車痕跡必須分開考慮，其推估公式如下：

$$V = \sqrt{254n[(f_1S_1) + (f_2S_2)]} \quad (2-2)$$

其中，

$f_1$  與  $f_2$  為不同路面的阻力係數，

$S_1$  與  $S_2$  為不同路面的煞車距離。

車禍發生過程往往不只單一種情況當車輛發生碰撞或其他情形時，必須將各種情況的速度計算方式合併，以符合真實的情況，合併計算的公式如下：

$$V = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2} \quad (2-3)$$

Neptune[11]的理論基礎為根據煞車時的減速度曲線，如圖 2-5 所示，將減速度劃分為兩部分，一部份的減速度與時間值成正比，另一部份的減速度值則為定值，圖 2-5 中，虛線部分為實際之減速度，實線部分為 Neptune 所分割的兩部分。在傳統的推估公式中，所使用之基本理論公式如(2-4)式所示：

$$V_s = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \quad (2-4)$$

其中，

$V_s$  為車輛開始打滑時的速度(m/s)，

$a$  為車輛在煞車過程中的減速度( $m/s^2$ )，

$S_s$  為車輛產生可見的 Skid Mark 後行走的距離(m)。

所以使用傳統公式推估之速度應該為開始產生煞車胎痕時之速度，並非煞車開始時之初速度。另外，根據牛頓運動第二運動定律 ( $F = m \cdot a$ ) 及摩擦力公式 ( $F = mg \cdot f$ )，可推導出煞車時的加速度公式，如 (2-5) 式所示：

$$a = f \cdot g \quad (2-5)$$

其中，

$f$  為阻力係數，

$g$  為重力加速度( $m/s^2$ )。

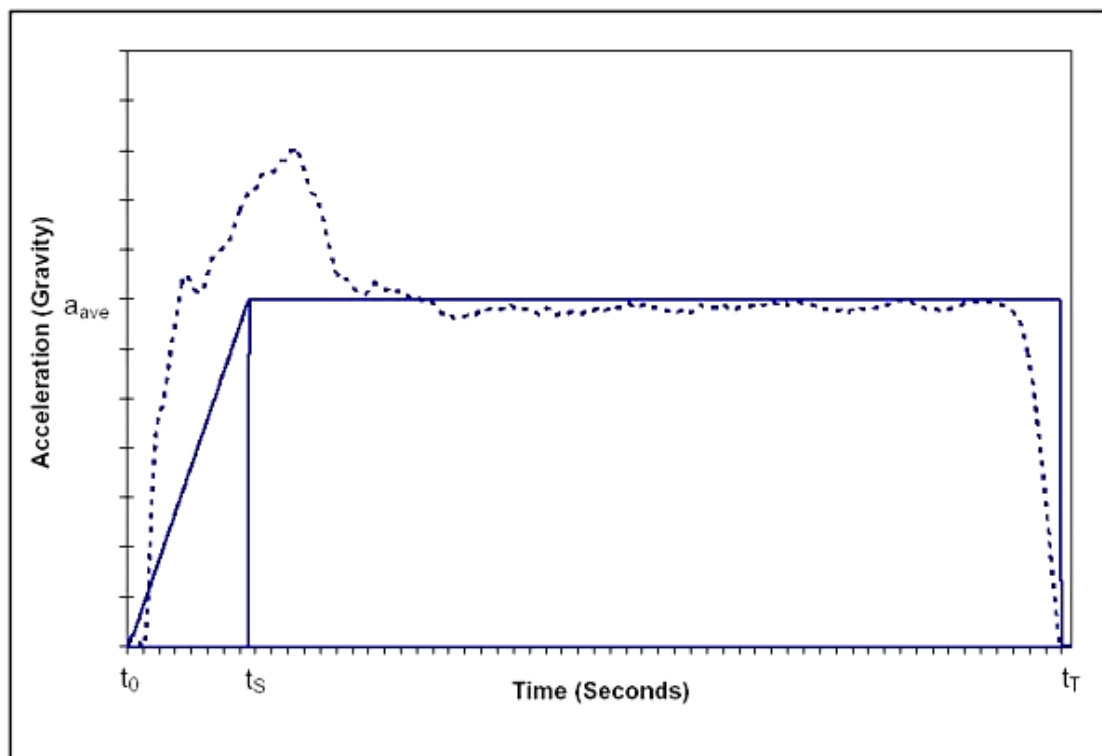


圖 2-5 加速度與時間關係圖

此處的  $f$  並非單指輪胎與路面的摩擦係數，尚包含了其他環境因素的影響參數，如風速，大氣溫度等。阻力係數為摩擦係數的一個函數，當路面坡度不大時，動摩擦係數( $\mu$ )可用下式推估，

$$\mu = f \pm e \quad (2-6)$$

其中： $e$  為路面坡度

從(2-4) 式、(2-5) 式、(2-6) 式，可以推導出(2-7)式，

$$\mu = \frac{V_s^2}{2 \cdot g \cdot S_s} \pm e \quad (2-7)$$

其中

$V_s$  為產生煞車胎痕時之車速(m/s)，

$S_s$  為可見的車輛打滑胎痕(m)。

在 Neptune 所使用的公式中，將開始出現煞車胎痕的時間( $t_s$ )之前的加速度定義為一線性增加的減速度，出現胎痕之後到煞車停止前的減速度視為一常數，如(2-8) 式及(2-9) 式所示：

$$a(t) = \frac{a}{t_s} \cdot t, \quad t_0 \leq t \leq t_s, \quad t_0 = 0 \quad (2-8)$$

其中，

$a$  為煞車幾乎穩定時的平均減速度。

$$a(t) = a, \quad t_s \leq t \leq t_T \quad (2-9)$$

其中，

$t_s$  為胎痕的起始時間，

$t_T$  為車輛停止時間。

考慮出現煞車胎痕之前的煞車距離，將 (2-4) 式改寫成(2-10)式：

$$V_0 = \sqrt{V_c^2 + 2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t_s \quad (2-10)$$

其中，

$V_c$  為撞擊時的速度(m/s)。

若將(2-10)式再積分一次，可以得到全部的煞車距離  $S_T$ ，如 (2-11) 式所示：

$$S_T = S_s + \sqrt{V_c^2 + 2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 \quad (2-11)$$

在撞擊前的全部煞車時間如 (2-12) 式所示：

$$t_T = \frac{V_s - V_c}{a} + t_s \quad (2-12)$$

動摩擦係數( $\mu$ )與最短的胎痕起始時間( $t_s$ )與車速無關，而與路面有關，不同的路面有不同的摩擦係數。而在某些路面，煞車胎痕較不易見，胎痕起始時間( $t_s$ )也有所改變。另外，由於傳統的推估公式將車輛打滑的距離當作是總煞車距離，於是所推估出來的參數亦並非阻力係數，而是一個實驗參數，如 (2-13) 式所示：

$$C = \frac{V^2}{2 \cdot g \cdot S_s} \pm e \quad (2-13)$$

其中，

$V_0$  為車輛煞車時的速度(m/s)。

由於煞車時的初速比產生胎痕時的速度來的高，所推估的實驗參數會大於實際的摩擦係數，如 (2-14) 式所示：

$$C > \mu \quad (2-14)$$

在許多文獻和推估方法中，對於煞車距離的估算會加上駕駛人的反應因素，以真正了解到駕駛人從反應到發生事故的距離，除了可以做為事故重建的依據，並可以做為行車安全間距規定的依據。

Rudolf[12]對胎痕產生時間( $t_s$ )的見解和 Neptune 不同，Rudolf 指

出  $t_s$  值應與車速相關，其所定義之  $t_s$  公式如 (2-15) 式：

$$t_s = \frac{S_t I_\omega \omega_0}{f F_z R_w} + \frac{f F_z R_w}{k} \quad (2-15)$$

其中，

$F_z$  為輪胎正向力，

$I_\omega$  為輪胎之質量慣性矩。

$k$  為煞車器力矩作用速率，大約介於 8000 ~ 40000 lb·in/sec。

$R_w$  為輪胎半徑。

$\omega_0$  為輪胎初始角速度。

$f$  為輪胎與路面的阻力係數。

$S_t$  為輪胎的滑率。

又  $V = R_w \cdot \omega_0$ ，因此  $t_s$  與車速成正比關係。

## 2-4 國內煞車距離與行車速度研究

交通部運研所曾經針對肇事鑑定之煞車距離應用與行車速度推估方法之研究進行為期三年之研究[13~15]，具體成果如下：

1. 84 年針對影響汽車煞車距離有關之參數進行分析，探討汽車煞車距離、行車速度、載重與路面種類、狀況之相關聯性，以及量測目前暢銷國產汽車於各種載重、天候、路面不同情況下之緊急煞車距離。研究成果發現，車輛載重及路面摩擦係數會因道路路面鋪設差異而對煞車距離產生不同影響；低速時，煞車過程中要使車輪鎖死所需時間較長(煞車油壓反應時間相對而言較長)，雖為同一駕駛人，仍會因踩踏行為之不同而產生較大的變化，另外，在溼地測試時，若車速愈高，則水膜現象會逐漸發生。
2. 85 年加入人、車、環境等三大方面影響煞車距離之因素加以探討。本研究主要針對影響煞車距離之道路鋪面狀況(新、舊路面)、

輪胎性質、煞車系統、來令片材質、車輛負載情況、路面溫度、車輛種類、駕駛人情況(新手、老手)、路面材質等因素加以探討，並以實車測試來加印證。研究結果發現，輪胎寬度增加對煞車距離並無直接的影響，輪胎寬度最大的作用乃在提高車輛橫向行駛操作性能；緊急煞車時，後輪之煞車力分配僅佔全車之 20% 左右，另外，車種不同所造成煞車距離的變化，其主要原因為車輛之設計理念及車型年代。

3. 86 年則從國產車中擇二部不同型之車輛(自小客及廂型貨車)進行實車路試，以測試結果加以驗證，以確認該草案之正確性。並就實際運用該對照表時之方法條件及限制等提出說明。實車路試之測試條件涵括新、舊柏油鋪裝，乾燥、潮濕路面，滿載重、輕載重及車速從 30，40，50 至 100 km/hr 等各條件組合之情況。其結論為：四種測試條件之測試結果有共通模式，其阻力係數上下限彼此誤差均在 0.1 以內，故正常小型車於一般路面煞車時，其阻力係數範圍差異不大，另外，再考慮載重與阻力係數的影響時，須注意車輛之煞車系統規格及功能，對加裝負荷感應器之車輛，在考慮載重量時應特別注意。

## 2-5 ABS 煞車系統

在美國 ABS 系統已經是一個很廣泛的煞車系統，照理說，ABS 系統擁有較好的煞車力，在煞車行為的表現上，比一般的煞車系統要好的多，發生事故的機率應該減少，然而，和預計不同的是，雖然採用了 ABS 系統，但是在單一車輛事故的發生次數上，如車輛撞擊固定物體，撞上路邊的障礙物或是路上的安全島，使用 ABS 系統似乎並沒有任何改善，甚至反有增加的趨勢，其可能原因如下，

1. 駕駛者駕駛時較不安全，如與人競速或是想炫耀車子性能。

2. 先前的 ABS 模型有漏洞；由於先前之 ABS 系統模組較古老，新型的 ABS 系統應該能幫助避免單一車輛事故的發生。
3. 與非 ABS 系統相較，由於 ABS 系統並非在所有情況下都能適時的停止(例如劇烈的轉彎，在草地、碎石地上等等)，此種漏失導致單一車輛事故的增加。
4. 配備 ABS 系統的車輛並非四輪 ABS 系統，如果沒有在四輪皆架設 ABS 系統，則在劇烈煞車時仍會失去方向盤的控制。
5. 在配有 ABS 系統時，駕駛者或許會改變其開車行為，駕駛者會更高速的行駛，也就造成更多的事故。

NHTSA 針對 ABS 系統對減少車禍事故的幫助做了一份調查，為了找出是由於之前的 ABS 系統的技術較不成熟，或是 ABS 的駕駛者在駕駛車輛時，比較輕忽大意，NHTSA 針對 ABS 系統曾經作了一系列相關研究，如下，

1. 藉由更新統計學上的數據，研究採用 ABS 系統後，在單一及多部車輛事故中的發生次數的多寡；本部分主要的目的在找出新世代的 ABS 系統在車禍事故中發生的比例，結果證明了 ABS 並不能減少來自側向的碰撞事故，但能夠減少正向的碰撞，如撞上行人或駛離路面[16]。
2. 藉由電話訪問的方式對駕駛人做一份問卷調查，調查駕駛人對 ABS 系統跟非 ABS 系統車輛的駕駛經驗，以及煞車時預期的煞車行為，並根據這份資料，將有關 ABS 系統的正确概念對特定的團體作一個宣導活動，不過目前未有完整之報告；
3. 藉由研究國家事故取樣系統(National Accident Sampling System, NASS)的檔案來決定，配有 ABS 系統的單一車輛事故中，車禍發

生的原因是煞車系統的關係，還是由於人為因素造成的路線偏移，如駕駛者處於昏睡或是酒醉，不過目前尚在收集及分析資料。

4. 針對裝備 ABS 的車輛在不同的條件下的煞車情形作一個紀錄，找出為什麼 ABS 系統的煞車情形不如預期，在哪些情境下，ABS 系統的煞車行為會不如配備 ABS 系統的車輛[17]。本研究有較完整的探討 ABS 系統煞車效益之成果，將於第四章中做較詳細之說明。
5. ABS 駕駛人可能因為不正確的駕駛行為，導致事故的增加，由於非 ABS 系統在鎖死車輪時，方向盤會失去作用，而 ABS 系統不會鎖死車輪，方向盤仍會繼續作用，當遇到緊急事故時，駕駛人習慣控制方向盤往路邊偏，因此導致車輛衝出路面，造成單一車輛事故的增加，本部分即確認駕駛人在開車時，是否本能的避免車禍的發生，同時確認駕駛人在駕駛 ABS 跟非 ABS 的車輛時，其避免車禍發生的行為是否相同[18~22]。NHTSA 的研究發現 79%的駕駛人在煞車時都是先踩煞車然後轉方向盤，在踏板應用的反應時間上，平均放開油門時間為 0.97 秒，使用煞車時間為 1.14 秒，這些反應不會因煞車系統的變化而有所不同；有改變的是方向盤的控制，當駕駛者遇到緊急事故時，使用 ABS 系統的駕駛者，其方向盤轉動角度較小，過度轉動方向盤的情況較少；研究同時發現，速度大小並不會影響車輛的穩定性，則根據駕駛者的反應時間，可以應用在道路安全的設計上，避免事故的發生。
6. 對「有關 ABS 對駕駛人重新控制車輛的能力的影響」的文獻進行探討，對於在駕駛人失去對車輛的控制時(偏離行車路線)，重新控制車輛所會遇到的問題提出討論。

7. 針對駕駛員的駕駛行為作實驗，判斷 ABS 系統的駕駛人是否傾向於以較不安全的方式開車，如開快車，緊急煞車或是其他突然的行為。研究方法有二，其一為根據公路上的車輛其車速改變的情況，紀錄其車牌號碼，從車牌號碼判斷車輛是否配置 ABS 系統；另一為將一個紀錄駕駛者和車輛行為的儀器裝配在 40 輛車上，使其照一般日常生活一樣駕駛，觀察其一年之中的駕駛情況。
8. 檢視 ABS 的作用和駕駛人使用 ABS 來避免車禍的能力，討論 ABS 與車禍發生的關係，並對研究的結果加以討論，經由這種討論的形式，以期未來增加 ABS 系統對一般車輛的功用。
9. NHTSA 在每年的一月對所得研究結果作一份簡報，將所得到有關 ABS 系統在各個情況下的作用情況以及 ABS 與駕駛者的互動關係做一番整理與討論。

交通部運研所也曾對 ABS 防鎖煞車系統作一效用評估[23]，主要利用四種不同的測試方法進行 ABS 煞車系統的煞車性能調查，其測試方法如下：

1. 在乾燥和潮濕的柏油路面進行直線煞車測試
2. 在直線煞車時會經過兩種不同摩擦係數的路面
3. 車道變換測試
4. 轉彎時煞車

就其結果發現在固定路面上進行直線煞車測試，在車速 40 km/hr 以上時，其可縮短煞車時間約 0.4~1.6 秒，而車速 60 km/hr 以上時，煞車距離的增益更是明顯增加；時速 40 km/hr 以下時，ABS 系統的增益較小的原因為低速時，就整段煞車距離來看，受到煞車器作用時間及煞車壓力建立時間的影響較大，即輪胎鎖死的時間不長，因此

ABS 系統及點煞方式煞車的增益較小；當高速時，輪胎鎖死的時間較長，ABS 系統及點煞方式煞車的增益較大。

由於車種的差異會造成行車速度推估的誤差，本研究亦收集國外所作之煞車距離測試的資料，建立一煞車距離資料庫，以供更詳細的推算行車速度與煞車距離的關係。

1. 日本新車測試中心(National Organization for Automotive Safety & Victims' Aid, OSA)之煞車測試資料[24]

根據日本新車測試中心的煞車測試資料，ABS 系統車輛在時速 100 km/hr 的時速下，其在乾、濕柏油路面的煞車距離詳細資料如附錄 A。日本的新車測試中心的測試報告主要以車輛的排氣量(c.c. 數)作為分類，並分別測試不同路面下的煞車距離，與其他測試報告相同，乾燥路面上的煞車距離都比潮濕路面短；而從其煞車距離來看，介於 1500~2000 c.c.的車種，其煞車距離最短，而 c.c.數最小的車種其煞車距離反而最長。其可能原因為不同的車種設計會有不同的煞車力，並非純粹看車子的重量做判定，即使是相同的一款車子，也會因為車輛的部分設計(如引擎)而影響其煞車距離。

2. 澳洲國家公路和車輛協會(National Roads and Motorists' Association, NRMA)的煞車測試資料[25]

根據澳洲國家公路和車輛協會的煞車測試資料，將車輛依車種設計分類成 8 種，以車速 80 km/hr 的時速測試其煞車距離，其詳細資料如附錄 B，表 2-4 為不同型式車輛的平均煞車距離：由表 2-4 可以看出跑車型之煞車距離最短，而小型車輛之煞車距離較長，推測其原因為車種之設計，跑車型車輛之馬力較大，緊急煞車時能有較大之煞車力，因此其煞車距離最短。

表 2-4 NRMA 煞車距離測試資料

車型	平均煞車距離(80 km/hr)
Small	32.63 m
Mid size	30.02 m
Large	29.20 m
People	29.48 m
Sports	28.39 m
Luxury	28.99 m
4WD	31.50 m
Commercial	32.63 m

### 3. Movit 煞車距離測試資料[26]

Movit 為德國的一家煞車器製造公司，煞車距離測試資料使用其製造之煞車器，目的為證明其所製造之煞車器能有效的減短煞車距離，故進行煞車距離測試，在車速 100 km/hr 下車輛之煞車距離(附錄 C)，其車輛資料較不完全，使用之煞車器亦為其所製造。

### 4. 其他煞車距離資料庫

本研究另外亦找到一數量較少之煞車距離測試資料，Popular Science and AutoWeek magazines 所列之煞車距離資料如表 2-5。

表 2-5 煞車距離測試資料[27]

車輛	排氣量 (c.c.)	ABS	煞車距離 (60 mi/hr)	煞車距離 (60 mi/hr)
BMW M3	3200		120 feet	37 m
Toyota Celica GT	1794	◎	128 feet	39 m
Lincoln Continental	4605	◎	131 feet	40 m
Nissan Maxima	3500	◎	142 feet	43 m
Chevrolet Blazer	4300	◎	158 feet	48 m
Dodge Colt GL	1500		167 feet	51 m

◎：有安裝 ABS 系統

### 第三章 改良速度推估公式及實驗整備

#### 3-1 速度推估公式的改良

根據汽車煞車時的加速度與時間的關係圖，在進行煞車速度推估時，胎痕產生時間  $t_s$  與車輛反應時間  $t_{nb}$  的影響很大，在 Neptune 的推估法中，將  $t_s$  時間內的車輛減速度與時間視為線性關係，但若將  $t_s$  時間內之減速度與時間視為一拋物線，會較為接近實際之車輛減速度(如圖 3-1)；車輛反應時間  $t_{nb}$  為，當駕駛者踩下煞車踏板後，煞車泵開始作用，到煞車來令片張開到摩擦輪胎表面所花費的時間，根據 Rudolf 的研究，一般液壓煞車系統之  $t_{nb}$  值皆在 0.1 秒以內[12]；本研究亦進行實車測試判斷  $t_s$  與  $t_{nb}$  值，並根據實車驗證的數據驗證  $t_s$  與  $t_{nb}$  值的推導。

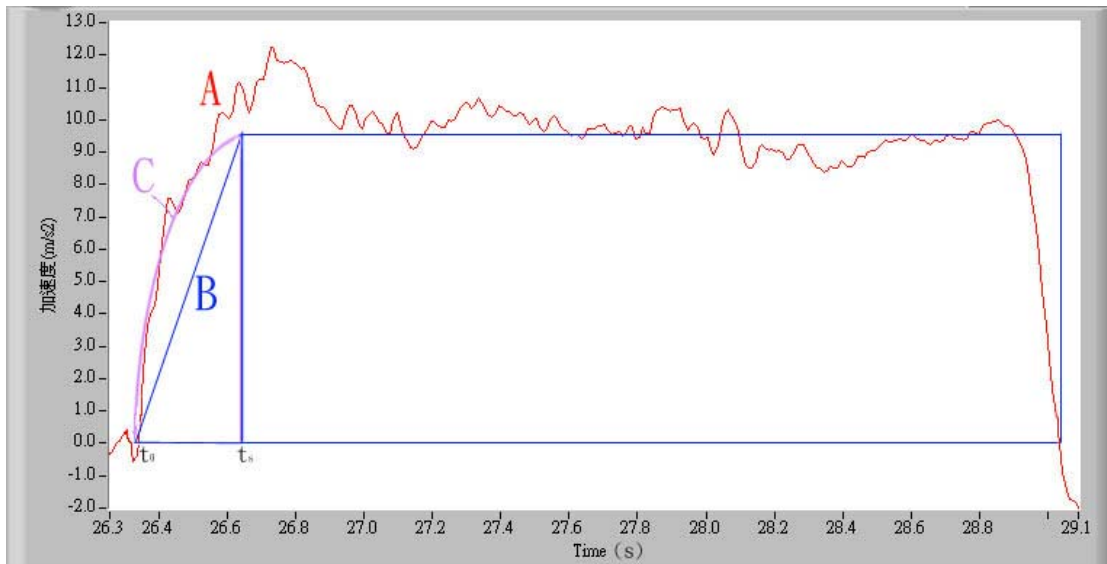


圖 3-1 不同推估公式之加速度曲線

參考 Neptune 的速度推估法，但在估算產生胎痕時間  $t_s$  之前的加速度時，將其視為一拋物線關係，可假設加速度與時間的關係如下式，

$$a(t) = -a \times \sqrt{\frac{t}{t_s}}, \quad 0 < t < t_s \quad (3-1)$$

將上式積分，可得：

$$\int_0^{t_s} a(t) dt = -\frac{2}{3} a \cdot t_s \quad (3-2)$$

根據 (2-10) 式及 (3-2) 式，煞車初速可以改寫如下式，

$$V_0 = \sqrt{V_c^2 + 2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s \quad (3-3)$$

其中  $\sqrt{V_c^2 + 2 \cdot a \cdot S_s}$  為產生胎痕時之車輛速度  $V_s$ ，在產生煞車胎痕之前的速度為

$$V = V_0 - \frac{2a}{3} \times t_s^{-1/2} \times t^{3/2} \quad (3-4)$$

再積分一次可以得到總煞車距離，

$$S_T = S_s + \int_0^{t_s} \left( V_0 - \frac{2a}{3} \times t_s^{-1/2} \times t^{3/2} \right) dt \quad (3-5)$$

$$S_T = S_s + V_0 t_s - \frac{4}{15} a \cdot t_s^2 \quad (3-6)$$

再將 (3-3) 式代入 (3-6) 式，整理後得到總煞車距離為(3-7)式：

$$S_T = S_s + \sqrt{V_c^2 + 2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 \quad (3-7)$$

### 3-2 分析國內數據之速度推估公式改良

在實際煞車時加入  $t_{nb}$  及  $t_s$  的考慮因素，以運研所在民國 86 年的實驗數據為範例，由於其實驗方法以煞車燈為起始訊號、使用一腳踩死方式，所以不考慮反應時間的影響及踏力的影響因素，再忽略風速及其他環境因素的影響，則可以 Neptune 的公式和本研究改良的推估法，反推不同路段和不同路面環境的胎痕產生時間及阻力係數，其推估過程如下：

Neptune 推估公式修正如(3-8)式及(3-9) 式：

$$V_0 = \sqrt{2aS_s} + \frac{1}{2}at_s \quad (3-8)$$

$$S_T = S_s + \sqrt{2aS_s} \cdot t_s + \frac{1}{3}at_s^2 + V_0 \cdot t_{nb} \quad (3-9)$$

其中，

$V_0$  為初始車速(km/hr)，

$a$  為輪胎鎖死後之減速度( $m/s^2$ )，

$S_s$  為可見之煞車胎痕(m)，

$S_T$  為煞車距離(m)，

$t_s$  為胎痕產生時間(sec)。

根據運研所之測試結果，只有車輛的減速度  $a$  及胎痕產生時間  $t_s$  未知，則從(3-8)式可推導出(3-10)式及(3-11)式：

$$t_s = \frac{2V_0 - \sqrt{8aS_s}}{a} \quad (3-10)$$

將(3-10)式代回(3-9)式，可得(3-11)式：

$$S_{T1} - S_s = \frac{2V_0\sqrt{2aS_s} - 4aS_s + \frac{4}{3}V_0^2 - \frac{8}{3}V_0\sqrt{2aS_s} + \frac{8}{3}aS_s}{a} \quad (3-11)$$

其中  $S_{T1} = S_T - V_0 \cdot t_{nb}$ ，整理(3-11)式，可得(3-12)式：

$$a^2(3S_{T1} + S_s)^2 - a \times 8V_0^2(3S_{T1} + 2S_s) + 16V_0^4 = 0 \quad (3-12)$$

將  $(3S_{T1} + S_s)^2$  假設為  $L$ ， $-8V_0^2(3S_{T1} + 2S_s)$  假設為  $M$ ， $16V_0^4$  假設為  $N$ ，

則可得(3-13)式：

$$a = \frac{-M \pm \sqrt{M^2 - 4LN}}{2L} \quad (3-13)$$

代回(3-10)式可求出  $t_s$ ，再根據  $a = f/g$ ，可推出阻力係數  $f$ 。

本研究修改 Neptune 之速度推估公式如(3-14)式及(3-15)式，其參數如上所述：

$$V_0 = \sqrt{2aS_s} + \frac{2}{3}at_s \quad (3-14)$$

$$S_T = S_s + \sqrt{2aS_s} \cdot t_s + \frac{2}{5}at_s^2 + V_0 \cdot t_{nb} \quad (3-15)$$

由(3-14)式可推導出(3-16)式：

$$t_s = \frac{3V_0 - \sqrt{18aS_s}}{2a} \quad (3-16)$$

將(3-16)式代回(3-15)式，整理之後可得(3-17)式：

$$10aS_{T1} - 2aS_s = 9V_0^2 - 3V_0\sqrt{2aS_s} \quad (3-17)$$

其中  $S_{T1} = S_T - V_0 \cdot t_{nb}$ ，整理(3-17)式，可得(3-18)式：

$$a^2(100S_{T1}^2 + 40S_{T1}S_s + 4S_s^2) - a \times (180S_{T1}V_0^2 + 54S_sV_0^2) + 81V_0^4 = 0 \quad (3-18)$$

將  $(100S_{T1}^2 + 40S_{T1}S_s + 4S_s^2)$  假設為  $L$ ， $-(180S_{T1}V_0^2 + 54S_sV_0^2)$  假設為  $M$ ， $81V_0^4$  假設為  $N$ ，則可得(3-19)式：

$$a = \frac{-M \pm \sqrt{M^2 - 4LN}}{2L} \quad (3-19)$$

代回(3-16)式可求出  $t_s$ 。再根據  $a = f/g$ ，可推出阻力係數  $f$ 。

將所得到之新推估公式以運研所在民國 86 年的實驗數據做驗證(附錄 D)，附錄 D 中之表 D1~D16 為使用 Neptune 推估公式驗證之結果，表 D17~D32 為使用本研究改良推估公式驗證之結果， $t_s$  使用第四章經由數據分析及統計後得到之  $t_s$ ，發現所推估之速度比傳統公式及 Neptune 的推估公式更加接近，唯在低速時誤差較大，其可能原因為低速時煞車痕較短，量測煞車胎痕的誤差影響推估的結果。表 3-1 為不同速度推估法的公式整理。

表 3-1 三種速度推估方法的比較

傳統方法	Neptune	本研究法
$a(t) = a$	$a(t) = \frac{a}{t_s} \cdot t$ , $t_0 \leq t \leq t_s$ $a(t) = a$ , $t_s \leq t \leq t_T$	$a(t) = -a \times \sqrt{\frac{t}{t_s}}$ , $t_0 \leq t \leq t_s$ $a(t) = a$ , $t_s \leq t \leq t_T$
$V_{\text{trad}} = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s}$	$V_0 = \sqrt{V_c^2 + 2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$	$V_0 = \sqrt{V_c^2 + 2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$
$S_T = S_s$	$S_T = S_s + \sqrt{V_c^2 + 2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s$ $+ \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{\text{nb}}$	$S_T = S_s + \sqrt{V_c^2 + 2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s$ $+ \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{\text{nb}}$

以實際量測 Corona 車在三義路段，以時速 70 km/hr 踩下煞車所量測之煞車痕與煞車距離，並由煞車胎痕推估其行車速度，假設路面阻力係數為 0.85， $t_s$  值為 0.28，表 3-2 為三個推估方法的結果比較，使用傳統方法明顯低估，而使用兩種改良方法時，則視阻力係數和  $t_s$  值而定。

表 3-2 三種推估結果比較

	傳統方法	Neptune	本研究法
時速(km/hr)	70	70	70
實測煞車痕 $S_s$ (m)	19.91	19.91	19.91
實測煞車距離 (m)	25.94	25.94	25.94
推估速度( $V_0$ ) (km/hr)	65.57	69.76	71.16
推估煞車距離 $S_T$ (m)	19.91	25.81	25.85
煞車距離誤差(%)	-23.25	-0.5	-0.33
速度誤差(%)	-6.33	-0.34	1.66
$t_{\text{nb}}$ (sec)	0	0.03	0.03

以上修正之速度推估公式乃根據運研所 86 年之試驗方法而定，因為 86 年所紀錄之資料包含了煞車初速、煞車胎痕以及煞車距離，

所以可以由推估公式推算出阻力係數及胎痕產生時間，然而 83 年的測試報告為 ABS 煞車系統的效益，僅記錄了煞車初速、煞車距離及煞車過程之減速度變化，並沒有紀錄煞車胎痕的數據，無法使用(3-8)式~(3-19)式的修正方法，不過根據其不同煞車系統的減速度變化曲線比較圖及本研究之實車驗證結果，ABS 煞車系統與一般煞車系統之  $t_s$  差異不大，故可以根據已知的煞車初速及煞車距離，再由本研究歸納出之  $t_s$  與車速的關係，給定  $t_s$  值，如此便可使用速度推估公式推估 ABS 煞車系統的煞車胎痕與阻力係數的關係，以 Neptune 推估公式推估其煞車胎痕時，由於其實驗方式包含了駕駛者判斷煞車點，然後踩下煞車的反應時間，所以在進行推估時，必須將其量測之煞車距離扣除反應時間( $t_{rp}$ )及來令片張開時間( $t_{nb}$ )中車輛行駛的距離，以修正後之煞車距離及行車速度，再去推算出阻力係數  $f$  及假設的煞車胎痕  $S_s$ ，在不考慮碰撞的情況下  $V_c = 0$ ，先將(3-9)式修正如下，

$$S_T = S_s + \sqrt{2aS_s} \cdot t_s + \frac{1}{3}at_s^2 + V_0 \cdot (t_{rp} + t_{nb}) \quad (3-20)$$

由公式(3-8)可整理出(3-21)式，

$$S_s = \frac{\left(V_0 - \frac{a \cdot t_s}{2}\right)^2}{2a} \quad (3-21)$$

將(3-21)式代入(3-20)式，再經過整理可得

$$\frac{1}{12}a^2t_s^2 + a(2S_{T1} - V_0 \cdot t_s) - V_0^2 = 0 \quad (3-22)$$

其中，

$$S_{T1} = S_T - V_0 \cdot (t_{rp} + t_{nb})。$$

假設  $L = \frac{1}{12}t_s^2$ ， $M = (2S_{T1} - V_0 \cdot t_s)$ ， $N = -V_0^2$ ，則

$$a = \frac{-M \pm \sqrt{M^2 - 4LN}}{2L} \quad (3-23)$$

代回(3-21)式可求出  $S_s$ ，再根據  $a = f/g$ ，可推出阻力係數  $f$ 。

若使用本研究改良公式(3-3)、(3-7)，在不考慮碰撞的情況下  $V_c = 0$ ，先將(3-7)式修正為

$$S_T = S_s + \sqrt{2aS_s} \cdot t_s + \frac{2}{5}at_s^2 + V_0 \cdot (t_{rp} + t_{nb}) \quad (3-24)$$

則由公式(3-3)可整理出(3-25)式：

$$S_s = \frac{\left(V_0 - \frac{2}{3}a \cdot t_s\right)^2}{2a} \quad (3-25)$$

將(3-25)式代入(3-24)式，再經過整理可得

$$\frac{4}{45}a^2t_s^2 + a\left(2S_{T1} - \frac{2}{3}V_0 \cdot t_s\right) - V_0^2 = 0 \quad (3-26)$$

其中，

$$S_{T1} = S_T - V_0 \cdot (t_{rp} + t_{nb})。$$

假設  $L = \frac{4}{45}t_s^2$ ， $M = \left(2S_{T1} - \frac{2}{3}V_0 \cdot t_s\right)$ ， $N = -V_0^2$ ，則

$$a = \frac{-M \pm \sqrt{M^2 - 4LN}}{2L} \quad (3-27)$$

代回(3-25)式可求出  $S_s$ ，再根據  $a = f/g$ ，可推出阻力係數  $f$ 。

根據上述改良公式推估方法，針對國內試驗之數據做分析及討論，其詳細結果如第四章。

### 3-3 實車測試

交通部運研所曾對不同車速時的煞車距離進行實車測試，並記錄車速、煞車痕與煞車距離，以作為行車速度與煞車距離之速度推估表依據，不過其擬定之推估表使用的是傳統速度推估公式，並未考慮胎

痕產生時間之前的車輛行駛距離，而是直接使用煞車痕作為判斷車速的依據，另外由於運研所的煞車距離紀錄方式為依據煞車燈亮作為判定煞車距離的起始時間，並非車輛真正開始減速時間，其所紀錄之煞車距離包含了一段車輛接收到煞車訊號，使得來令片張開至摩擦輪胎產生減速度的車輛反應時間，但其擬定行車速度與煞車距離推估表時，並未考慮胎痕產生時間及車輛反應時間這兩種因素。然而進行行車速度推估時，煞車胎痕產生時間( $t_s$ )與車輛反應時間( $t_{nb}$ )的影響很大，在 Neptune 的推估法中，將  $t_s$  時間內的車輛減速度與時間視為線性關係，但根據圖 5-1 的結果，若將產生煞車胎痕之前的減速度與時間關係視為一拋物線函式，會與實際之車輛減速度較為接近。 $t_{nb}$  為車輛反應時間，即當駕駛者踩下煞車踏板後，煞車泵開始作用，到煞車來令片張開到摩擦輪胎表面所花費的時間，由於  $t_s$  與  $t_{nb}$  值的重要性，本研究進行實車測試判斷  $t_s$  與  $t_{nb}$  值，並根據實車驗證的數據驗證  $t_s$  與  $t_{nb}$  值的推導，並觀察不同車輛之胎痕產生時間與車輛反應時間的變化。

1. 試驗場地：本實驗的場地選擇在林口重劃區，主要考慮下列數項優點：

- (1) 此場地為一新鋪設之瀝青柏油路，路面的清潔性佳。
- (2) 地形平坦，整個實驗路段無斜度之變化。
- (3) 道路為一長度 600 公尺之四線道，足夠供應各項實驗之條件。
- (4) 過往車輛甚少，交通狀況容易維持。

2. 場地的規劃及實驗駕車法：

先將實驗車由靜止開始加速到一規定時速，維持此車速 5~10 秒後，快速且用力的踩下煞車。為配合實驗車的操作，本實驗將測試場

路段規劃出加速路段 500 公尺以及煞車路段 100 公尺，在加速路段之起始點設一加速起始點，在煞車路段起始點設一煞車起始點，且在煞車起始點垂直於行車方向的路邊，放置一明顯的標竿，讓判斷煞車點的人員能容易的判斷煞車的起始點。圖 3-2 為試驗場地的規劃圖。

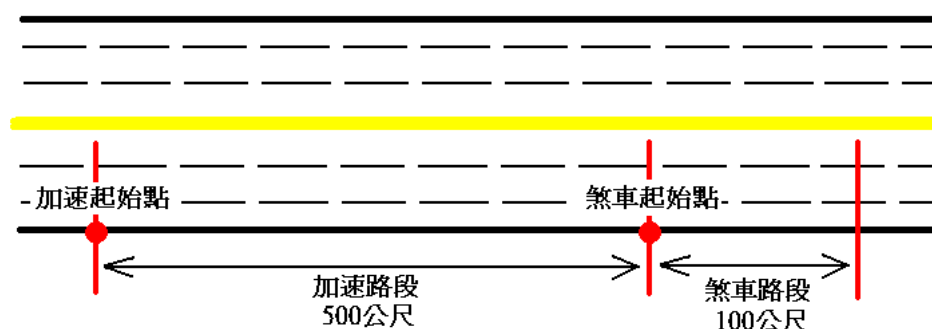


圖 3-2 試驗場地的規劃圖

### 3. 實驗儀器：

實驗儀器的整備及用途列於表 3-3，實驗數據的紀錄使用 LabVIEW 軟體進行訊號的截取和資料的分析，不過電腦必須加裝訊號截取卡以截取里程計、加速規、剎車訊號產生器的訊號，另外，根據 NHTSA[6]的研究結論，風速、輪胎溫度和路面周圍溫度對煞車距離的影響不大，所以在進行測試時，考慮一般風速(小於 5 m/s)及一般大氣溫度的情況下，不準備風速計及溫度計，並在試驗前確定胎壓在安全範圍內，不另行準備胎壓計。但是必須考慮煞車器溫度的影響，故每次試驗之後必須進行煞車器冷卻步驟，煞車器冷卻步驟參考 JASO 規範 C402-79，以時速 50 km/hr 行駛 2~3 分鐘，利用車輛行進時的自然風來降溫。

表 3-3 實驗儀器整備

實驗儀器	用途
里程計	計算車速和行駛距離，取樣頻率為 100 Hz
加速規	量測車子加速和煞車時加速度，取樣頻率為 100 Hz
剎車訊號產生器	煞車時，會產生 3.5 V 的電壓
紀錄器(電腦)	收集並紀錄實驗資料
電源供應器 (Power Supply)	供應里程計及訊號放大器 12 V 的電源
不斷電系統(UPS)	供應電腦及電源供應器所需的電力
特製的圓管	縮小判斷煞車起始點人員的視野，以幫助其正確的判斷煞車起始點的位置
皮尺	量測煞車距離及煞車痕跡的長度
粉筆	在地面上做記號，以增加量測煞車距離及煞車痕跡的精度



圖 3-3 里程計(安裝於車底變速箱)



圖 3-4 加速規安裝位置(後座，接近車輛底盤)



圖 3-5 電源供應器



圖 3-6 不斷電系統(UPS)



圖 3-7 訊號擷取卡



圖 3-8 筆記型電腦

4. 試驗規範之各項實驗條件如下：

試驗樣車：三部介於 1600~2000 c.c. 之小客車。

車輛載重：車輛輕載，載重約為空車重+200 kgf。

試驗路面：乾柏油路面。

試驗車速：時速 50、60、70、80 km/hr。

試驗所需人手：四人(一人駕駛，一人操作儀器，兩人維護交通狀況)。

5. 實驗步驟：

(1) 將實驗的路段用警告標示封住，並將實驗路面清理乾淨。

(2) 將實驗路段規劃出加速路段、煞車路段、加速起始點及煞車起始點，並於煞車起始點垂直於行車方向的路邊，放置一明顯的標竿。

(3) 將所需之儀器裝置於實驗車輛上，並設定與校正各項儀器功

能。

- (4) 將車子的載重調整到實驗規定，輕載重時為車上兩人加上實驗器材的重量。
- (5) 將實驗車輛從起始點開始加速，加速到欲測煞車初速度左右，車輛保持均速，檔位仍置於 D 檔，使試驗車輛維持在煞車初速度的  $\pm 3$  km/hr 以內。
- (6) 判斷煞車點的人員戴上特製的圓管，向垂直於行車方向觀看，當判斷煞車點的人員看到煞車點的目標物時，快速的向駕駛喊煞車。
- (7) 當駕駛聽到煞車命令時，快速且大力的踩下煞車，直到車輛完全停止。
- (8) 駕駛下車並用粉筆先畫下四個輪胎的位置，然後將車子移開。
- (9) 用皮尺測量出煞車胎痕及煞車距離。

#### 6. 實驗步驟注意事項：

- (1) 煞車完全停止後，應使煞車來令片充分冷卻至規定溫度後，重複 4~9 的步驟。(煞車來令片冷卻方式參考 JASO 規範 C402-79，使車輛以一般加速方式加速至 50 km/hr，並保持定速行駛 1600 公尺或 2~3 分鐘，在這期間非必要時不使用煞車，而以引擎煞車來減速)。
- (2) 同一試驗速度下執行四次有效量測數據煞車試驗後，再執行另一試驗速度，試驗時由低速而高速之順序進行。
- (3) 所測得之煞車胎痕需減去車輛之輪軸距。
- (4) 踏板應用方式為一腳踩死。
- (5) 若煞車之初速度( $V_{\text{actual}}$ )與預定之初速度( $V_{\text{target}}$ )相差在  $\pm 3$  km/hr 以內，則需進行數據修正，如下式所示：

$$S_s' = \frac{\left(V_{\text{target}} - \frac{1}{2}a \cdot t_s\right)^2}{\left(V_{\text{actual}} - \frac{1}{2}a \cdot t_s\right)^2} \times S_{s\text{actual}} \quad (3-28)$$

其中，

$S_s'$  為所收集到之煞車痕，

$V_{\text{target}}$  為目標之初始車速，

$V_{\text{actual}}$  為實際之初始車速，

$S_{s\text{actual}}$  為實際之煞車痕。

$$S_T' = \frac{\frac{1}{2a} \left(V_{\text{target}} - \frac{1}{2}a \cdot t_s\right)^2 + V_{\text{target}} \cdot t_s - \frac{1}{6}a \cdot t_s^2}{\frac{1}{2a} \left(V_{\text{actual}} - \frac{1}{2}a \cdot t_s\right)^2 + V_{\text{actual}} \cdot t_s - \frac{1}{6}a \cdot t_s^2} \times S_{T\text{actual}} \quad (3-29)$$

其中，

$S_T'$  為所收集到之煞車距離，

$V_{\text{target}}$  為目標之初始車速，

$V_{\text{actual}}$  為實際之初始車速，

$S_{T\text{actual}}$  為實際之煞車距離。

## 7. 資料擷取：

為了得到車子行駛速度、煞車初速、煞車距離、減速度、煞車時間，所以本實驗截取的訊號有三個，分別為：

### (1) 加速規訊號

加速規黏貼在駕駛座右邊，近車子中心位置，垂直於地面之一平面，由加速度對時間積分可得到車子行駛的速度，再由速度對時間積分可得到車子行駛的距離。圖 3-9 為將實驗速度 80 km/hr 左右時的原始加速度，以低通 5 Hz 濾波後得到之加速度圖(參考 Neptune 分析

法)，圖中加速度值小於 0 時為車子加速狀態，加速度值大於 0 時為車子減速狀態；圖中之起始時間為煞車開始時間，之前為車輛之加速曲線。圖 3-10 為加速度對時間積分所得到車子行駛的速度圖，圖 3-11 為速度對時間積分所得到車子行駛的距離圖。

以圖 3-9 的案例做驗證，里程計所計算的時速為 84.5 km/hr，由加速規訊號推算之時速為 86.5 km/hr，誤差不超過 5%，所以我們可以直接可以由加速規所得到的速度和距離，作為判斷的數據。

### (2) 里程計訊號：

里程計裝在變速箱的輸出軸，里程計轉一圈產生 6 個訊號，經由里程計的驗正實驗，得到每一個訊號中車輛的行駛距離，把每產生一個訊號所得到的距離除以每產生一個訊號所花的時間就可得到車輛的行駛速度。

### (3) 煞車訊號

煞車訊號是從煞車燈的線路得到，當踩下煞車踏板時會產生一 3.5 V 的電壓，煞車訊號的產生時間就是使用煞車的起始時間。圖 3-12 為煞車訊號圖，電壓值 0 V 時表示駕駛沒踩煞車踏板，電壓值為 3.5 V 時表示駕駛踩下煞車踏板。

## 8. 實驗儀器驗證：

為確保實驗所得資料之正確性，本實驗做了加速規校正和里程計的驗證。

(1) 加速規校正：交由台威科技公司測試加速規訊號之準確性。

(2) 里程計的驗正方法：

- a. 用皮齒測量出一 400 公尺的直線距離。
- b. 計算車輛行駛 400 公尺時，里程計產生之脈衝數。
- c. 再把 400 公尺除以所得到的脈衝數，即可得到每一個脈衝車輛行走距離。
- d. 里程計實驗共做五次，取其平均值。
- e. 里程計的校正注意事項：
  - (a) 將實驗車的載重、胎壓調整至和實驗之條件一樣。
  - (b) 車子行走時要盡量為一直線，減少誤差。
  - (c) 測驗路面要平坦。
- f. 里程計校正結果：

表 3-4 為車子走完 400 公尺時，里程計所產生的脈衝次數，車輪轉動一圈產生 6 個脈衝，試驗車之車輪直徑為 0.49 公尺，故車輪轉動一圈行走之距離為 1.538 公尺，400 公尺車輪轉動約 260 圈，而五次試驗之脈衝平均為 1562 次，與轉動圈數符合，所以可得到每一個脈衝車子行走 0.256 公尺。

表 3-4 里程計校正結果

實驗的次數	脈衝產生次數
第一次	1561 次
第二次	1564 次
第三次	1559 次
第四次	1560 次
第五次	1566 次

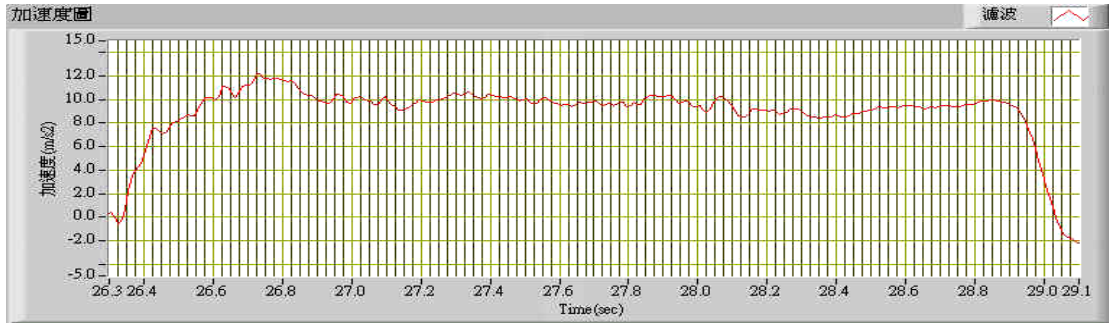


圖 3-9 加速規的原始訊號圖(低通 5Hz 濾波)

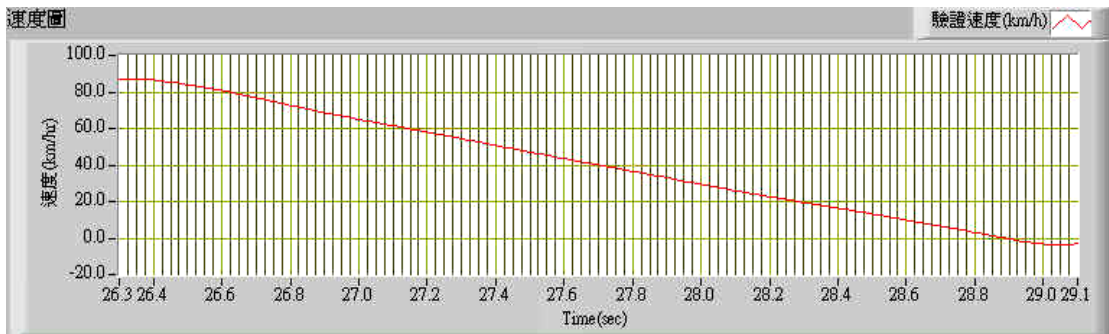


圖 3-10 加速度對時間積分之速度圖

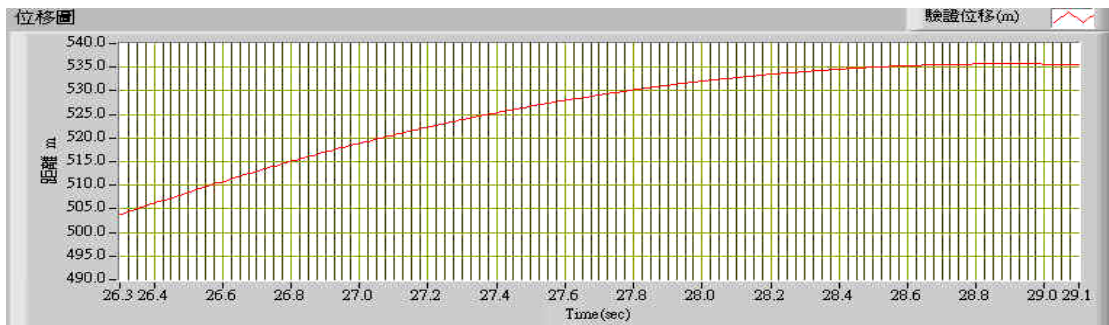


圖 3-11 速度對時間積分之煞車距離圖

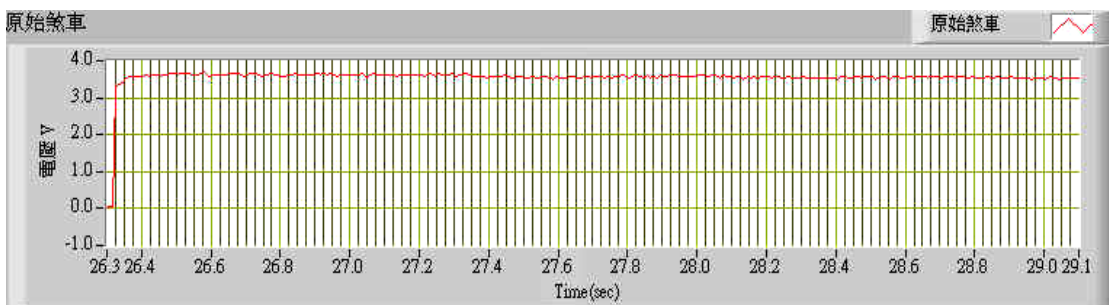


圖 3-12 煞車訊號圖

## 第四章 國內行車速度與煞車距離試驗數據分析

### 4-1 一般煞車系統測試資料

交通部運研所在 84~86 年曾做出一煞車距離與行車速度之對照表，八十四年之推估表(表 4-9)，乃根據民國 84 年以前所使用的汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數的對照表，藉由考慮更多影響煞車距離有關的因素，如車輛的載重、路面情況、煞車性能等，配合測試的理論，加上實車測量的結果，對舊有的對照表提出修正報告；然而，84 年所作的煞車痕因素所考慮的因素為摩擦係數，而就整個煞車過程中，所考慮的係數應該為不同情況下之不同的阻力係數，因此八十六年時，運研所再經由實車測試資料，定義其阻力係數與煞車胎痕及行車速度的推估表(表 4-10)，其速度推估公式的定義為  $V_0^2 = 2aS_s = 2fgS_s$ ，運研所 86 年的報告即為考慮阻力係數  $f$  和煞車胎痕長度  $S_s$  時，修正 84 年之對照表的結果。

不過其測試方法有幾個缺點，第一，其計算煞車距離的方式為使用光學第五輪，判斷車輪打滑率超過 20 % 時，開始計算煞車距離，將煞車胎痕作為煞車距離，其使用的公式為傳統的推估公式，將煞車胎痕視為總煞車距離來推估行車速度，然而  $V_0^2 = 2aS_s$  公式推估出來之速度，只適用於車輪完全鎖死時煞車胎痕，但是在車輪尚未完全鎖死之前，並非打滑之煞車胎痕，傳統推估公式沒有考慮車輛產生煞車胎痕所花費的時間( $t_s$ )中，車輛所行走的距離，於是其推估之  $f$  為一實驗參數，並非阻力係數，其所推估出來之數值高於實際之阻力係數；第二，由於八十六年之測試方式為以煞車痕作為煞車距離，忽略了煞車器作用時間( $t_{nb}$ )， $t_{nb}$  為煞車來令片張開時間，為踩下煞車踏板後，到

煞車器真正作用的時間， $t_{nb}$  與車輛的設計有關，與感知及反應時間無關，在考慮煞車距離時必須考慮其影響，一般液壓煞車系統  $t_{nb}$  為 0.1 秒以下；根據以上兩點，我國現行之汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數的對照表，可再加以修正，如表 4-11 及表 4-12。

考慮  $t_s$  及  $t_{nb}$  的影響，使用修正後之改良速度推估公式(公式的推導參考 3-2 節)，由 86 年的測試數據，以兩種推估公式來看  $t_s$  的變化(附錄 E)，可以發現  $t_s$  與車速成正比；由於低速時，煞車應用時間跟煞車壓力建立時間對煞車距離的相對影響較大，所以本研究主要以 50~100 km/hr 為準。圖中所取之線性迴歸乃根據  $t_s$  的推算公式，判斷  $t_s$  與車速為線性關係，於是取直線迴歸。

另外，由於運研所的測試數據是以第五輪量測煞車距離，其測得之數據包括了煞車反應時間( $t_{nb}$ )的行走距離，所以必須將實際測得的煞車距離做修正，扣除煞車反應時間所行走的距離。在使用改良的推估公式推算  $t_s$  和  $f$  時，煞車距離會影響其結果，而修正後之煞車距離與  $t_{nb}$  有關， $t_{nb}$  一般小於 0.1 秒，本研究則藉由實車測試決定  $t_{nb}$  值為 0.03 秒。

表 4-1 及表 4-2 是以 86 年中，Corona 車在三義路段乾地輕載的測試結果為依據，使用不同推估公式所推算出來之  $t_s$  和  $f$  的差異。圖 4-1 為不同推估公式所推估出來之速度與阻力係數的關係圖，由圖 4-1 可以看出，以傳統推估公式所推算之阻力係數變化較大，而且出現阻力係數大於 1 的情況。而以 Neptune 及本研究所使用的推估公式所推導之阻力係數皆小於 1，變化亦較小。在胎痕的起始時間方面，由表 4-2 可看出兩種改良之速度推估公式推估之胎痕起始時間差異不大。

表 4-1 阻力係數與車速的關係(Corona 車，三義路段，乾地輕載)

車速(km/hr)	40	50	60	70	80	90	100
推估公式							
傳統公式	1.09	1.02	0.99	0.97	0.96	0.95	0.94
Neptune	0.90	0.88	0.87	0.85	0.84	0.84	0.85
本研究修改	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.81	0.82

表 4-2 胎痕產生時間與車速關係(Corona 車，三義路段，乾地輕載)

車速(km/hr)	40	50	60	70	80	90	100
推估公式							
傳統公式	0	0	0	0	0	0	0
Neptune	0.22	0.23	0.25	0.29	0.33	0.34	0.36
本研究修改	0.23	0.23	0.25	0.29	0.33	0.35	0.36

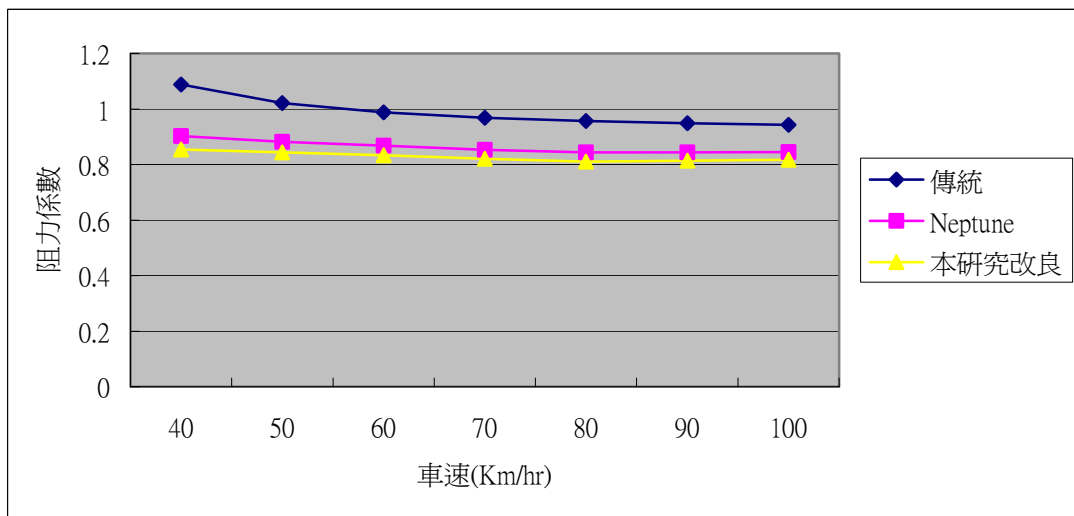


圖 4-1 阻力係數與速度的關係圖(Corona 車，三義路段，乾地輕載)

表 4-3、表 4-4 及表 4-5 為不同公式所推導出不同載重與不同路面的阻力係數變化，從表中可以看出，乾地時的阻力係數大於溼地，輕載的阻力係數大於滿載，這是因為阻力係數的推估方法與煞車距離有關，而乾地時的煞車距離比溼地短，輕載時的煞車距離也比滿載時的煞車距離短。以平均阻力係數來看，傳統公式的阻力係數明顯較

大，其標準差亦偏高，由兩種改良方法推估之結果則較接近。若以乾地輕載時的阻力係數為基準，使用兩種改良推估方式，比較不同載重和不同路面(乾地或溼地)在不同時速(40~100 km/hr)的阻力係數變化，則車輛滿載和路面潮濕時，其阻力係數約為乾地輕載的 86 %。以 Neptune 所推導之阻力係數為例，定義阻力係數在乾地輕載為 0.86、乾地滿載為 0.75、溼地輕載為 0.74、溼地滿載為 0.60。本研究所推估之阻力係數則分別為 0.83、0.72、0.72、0.59。

表 4-3 傳統公式推導之阻力係數

車速(km/hr) 傳統公式	40	50	60	70	80	90	100	平均	標準差
乾地輕載	1.09	1.02	0.99	0.97	0.96	0.95	0.94	0.99	0.05
乾地滿載	1.01	0.91	0.87	0.84	0.82	0.81	0.81	0.87	0.07
溼地輕載	0.81	0.81	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.81	0.01
溼地滿載	0.78	0.68	0.64	0.62	0.61	0.60	0.59	0.65	0.07

表 4-4 Neptune 公式推導之阻力係數

車速(km/hr) Neptune 改良	40	50	60	70	80	90	100	平均	標準差
乾地輕載	0.90	0.88	0.87	0.85	0.84	0.84	0.85	0.86	0.02
乾地滿載	0.80	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.73	0.75	0.03
溼地輕載	0.73	0.76	0.74	0.74	0.73	0.74	0.74	0.74	0.01
溼地滿載	0.67	0.63	0.61	0.60	0.56	0.56	0.55	0.60	0.04

表 4-5 本研究改良公式推導之阻力係數

車速(km/hr)	40	50	60	70	80	90	100	平均	標準差
本研究									
乾地輕載	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.81	0.82	0.83	0.02
乾地滿載	0.75	0.72	0.72	0.71	0.70	0.69	0.71	0.72	0.02
溼地輕載	0.71	0.74	0.72	0.72	0.71	0.72	0.72	0.72	0.01
溼地滿載	0.64	0.61	0.60	0.59	0.55	0.55	0.54	0.58	0.04

運研所在 86 年共使用 TOYOTA Corona Exsior 車和 NISSAN Vannette 車做實車測試，根據其測試結果推估之阻力係數如附錄 F。由於 Vannete 車輛為箱型客貨車，煞車系統配備有負荷感應閥(Left Superior Pulmonary Vein, LSPV)，會自動感測車重而調整煞車力，所以當車輛荷重增加時，不會對其煞車距離造成負面的影響，甚至發生荷重增加時，其煞車距離減少，因而推估出之阻力係數較高。另外，Vannete 於三義路段進行濕地輕載測試時，可能因為路面的潮濕情況不同，使得煞車穩定性不佳，考慮駕駛人安全因素，測試人員藉由控制踏板力保持車輛的穩定性，導致其阻力係數推估較不準確，進行速度推估時誤差亦較大。

運研所為了驗證其對照表之正確性，另外使用了一部車作實例的驗證，在乾柏油路面，車輛輕載時進行緊急煞車測試，量測煞車胎痕及車速，再依據煞車胎痕推估其行車速度，現以其數據結果，使用三種推估公式作行車速度的驗證，表 4-6~表 4-8 分別為使用傳統公式、Neptune 公式及本研究改良公式的驗證結果。

由於阻力係數會隨著車速而改變，本研究將阻力係數依照車速分成三個區段，表 4-6 中的阻力係數為傳統推估公式所推導，車速小於

50 km/hr 使用阻力係數為 1.18，車速介於 50~80 km/hr 使用阻力係數 0.99，車速大於 80 km/hr 使用阻力係數 0.95；表 4-7 為使用 Neptune 公式推導出的阻力係數平均值，車速小於 50 km/hr 使用 0.92，車速介於 50~80 km/hr 使用 0.87，車速大於 80 km/hr 使用阻力係數 0.84；表 4-8 則使用本研究推導出的阻力係數平均值，分別為 0.86、0.83 及 0.81。

表 4-6 傳統公式驗證結果

實際車速(km/hr)	20	40	60	80	100
實測煞車胎痕(m)	1.40	8.10	18.10	31.30	49.10
阻力係數	1.18	1.18	0.99	0.95	0.95
推估速度(km/hr)	20.48	49.27	67.47	86.91	108.85

表 4-7 Neptune 驗證結果

實際車速(km/hr)	20	40	60	80	100
實測煞車胎痕(m)	1.40	8.10	18.10	31.30	49.10
阻力係數	0.92	0.92	0.87	0.84	0.84
推估速度(km/hr)	21.33	46.75	67.08	86.32	107.54

表 4-8 本研究驗證結果

實際車速(km/hr)	20	40	60	80	100
實測煞車胎痕(m)	1.40	8.10	18.10	31.30	49.10
阻力係數	0.86	0.86	0.83	0.81	0.81
推估速度(km/hr)	21.53	46.11	66.65	86.16	107.18

在使用速度推估表時，如表 4-10、表 4-11 及表 4-12，主要根據煞車胎痕長度推算煞車時的初速度，其過程中，阻力係數的影響很大，阻力係數的範圍愈大，所推算出來的行車速度也就愈不準確。若使用兩種改良推估公式，其阻力係數的變動較小(上下限差異較小)，且考慮了胎痕產生時間的因素，故能推算出更準確的行車速度。

表 4-9 民國八十四年汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數的對照表

路面情況	載重	摩擦係數	行車速度(km/hr)																	
			20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
瀝青路面			煞車距離(m)																	
新築		0.85	1.8	2.8	4.2	5.6	7.4	9.3	11.5	14.0	16.6	19.9	23.0	26.2	30.0					
乾 1~3 年		0.75	2.0	3.2	4.6	6.4	8.4	10.5	13.0	16.0	18.0	22.8	26.0	30.0	34.0					
燥 3 年以上		0.70	2.2	3.4	5.5	6.9	9.0	11.5	14.1	17.0	20.2	24.0	27.9	32.0	36.0					
乾 一年以內	輕載	0.81			4.7	6.2	8.0	9.9	12.2	14.6	17.3	20.3	23.5	26.9	30.5	34.4	38.5	42.9	47.4	
	滿載	0.71			4.8	6.6	8.7	11.2	13.9	16.8	20.1	23.7	27.5	31.6	36.5	40.7	45.7	50.9	56.5	
	乾 一年以上	輕載	0.87			3.9	5.4	7.1	9.1	11.3	13.7	16.3	19.2	22.3	25.6	29.2	32.9	37.0	41.2	45.7
	燥	滿載	0.71			4.8	6.6	8.8	11.2	13.9	16.9	20.1	23.7	27.5	31.7	36.1	40.8	45.8	51.0	56.6
潮 新築		0.80	1.9	3.2	4.4	6.0	8.8	10.0	12.2	15.0	17.9	21.0	24.5	28.0	32.0					
	1~3 年	0.65	2.4	3.7	5.4	7.4	9.5	12.2	15.4	18.4	22.0	26.0	30.0	35.0	37.0					
	濕 3 年以上	0.60	2.6	4.1	5.9	8.0	10.5	13.4	16.5	20.0	24.0	28.5	32.2	37.0	41.0					
潮 一年以內	輕載	0.76			4.9	6.3	8.0	10.2	12.9	15.9	19.4	23.3	27.7	32.5	37.7	43.3	49.4	55.9	62.8	
	滿載	0.67			5.3	6.8	8.9	11.6	14.7	18.4	22.7	27.4	32.8	38.6	45.0	51.9	59.3	67.3	75.8	
	潮 三年以上	輕載	0.83			4.0	6.3	8.4	9.5	11.8	14.4	17.2	20.3	23.6	27.2	31.0	35.0	39.3	43.8	48.6
	濕	滿載	0.72			4.2	6.3	8.4	10.8	13.8	17.1	21.0	25.2	30.0	35.5	40.8	46.9	53.5	60.5	68.0
砂石路面		0.68	2.3	3.1	5.2	7.2	9.0	11.6	14.0	17.2	21.0	24.0	28.0	32.0	36.0					
	輕載																			
備註			(1)本表乃依 Ford Festiva 1.3 A/T GLX 三廂四門車型之測試結果所修訂。																	
			(2)使用本表時以肇事車輛之車輪中最長煞車胎痕者為判斷對象，並考慮其載重情況。																	
			(3)本表中所指滿載係由空車重+400 kg 而得。																	
			(4)本表不適用 ABS 車輛及肇事前車功能已異常之車輛。																	
			(5)若肇事車輛牽涉較大之變形(動量變化)，推算其速度時，必須將此列入考慮。																	
			(6)表中之摩擦係數乃以本表中之煞車距離(50 km/hr)換算而來。																	

表 4-10 民國八十六年汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數的對照表

修訂後之“汽車煞車胎痕與行車速度關係對照表”草案																					
車速(km/hr)		20	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
阻力係數(f)範圍		煞車痕長度(m)																			
乾燥柏油																					
輕載	0.80	2.0	4.4	6.0	7.9	10.0	12.3	14.9	17.7	20.8	24.1	27.7	31.5	35.6	39.9	44.4	49.2	54.3	59.5	65.1	70.9
	1.03	1.5	3.4	4.7	6.1	7.7	9.6	11.6	13.8	16.1	17.7	21.5	24.5	27.6	31.0	34.5	38.2	42.1	46.2	50.5	55.0
滿載																					
	0.68	2.3	5.2	7.1	9.3	11.7	14.5	17.5	20.8	24.5	28.4	32.6	37.1	41.8	46.9	52.2	57.9	63.8	70.1	76.6	83.4
	0.88	1.8	4.0	5.5	7.2	9.1	11.2	13.5	16.1	18.9	21.9	25.2	28.6	32.3	36.2	40.4	44.7	49.3	54.1	59.2	64.4
潮濕柏油																					
輕載	0.68	2.3	5.2	7.1	9.3	11.7	14.5	17.5	20.8	24.5	28.4	32.6	37.1	41.8	46.9	52.2	57.9	63.8	70.1	76.6	83.4
	0.88	1.8	4.0	5.5	7.2	9.1	11.2	13.5	16.1	18.9	21.9	25.2	28.6	32.3	36.2	40.4	44.7	49.3	54.1	59.2	64.4
滿載																					
	0.57	2.8	6.2	8.5	11.1	14.0	17.3	20.9	24.9	29.2	33.8	38.8	44.2	49.9	55.9	62.3	69.1	76.1	83.6	91.3	99.5
	0.75	2.1	4.7	6.4	8.4	10.6	13.1	15.9	18.9	22.2	25.7	29.5	33.6	37.9	42.5	47.4	52.5	57.9	63.5	69.4	75.6
備註	(1)本表適用於液壓煞車系統之小型客貨車(無 ABS 裝置者),但不適用於機車,大型車或氣壓煞車系統之車輛。																				
	(2)胎痕之取用以各輪中最長煞車胎痕者為之,斷續者以總長度為之,然僅限煞車系統功能正常情況之車輛。																				
	(3)事故車輛應詳細紀錄其車型年份、載重量、煞車系統規格功能及各輪煞車胎痕狀況等等資訊以利推估阻力係數(f)																				
	(4)上表依 $V^2 = 2fgL$ 運算而得, V 為車速(km/hr), L 為煞車距離(m), f 為阻力係數, g 為重力加速度( $9.8m/s^2$ )																				
	(5)車速 110 km/hr 以下,由煞車胎痕推算車速之速度範圍區間在 $\pm 5$ km/hr 內																				
	(6)輕載約為空車重+2人;滿載對轎式車而言為空車重+400 kgf,對廂式客貨車而言約為空車重+740 kgf																				

表 4-11 使用 Neptune 公式推估之汽車煞車痕跡、行車速度及道路阻力係數的對照表

車速(km/hr)		20	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
		阻力係數(f)																
乾燥柏油																		
輕載	上限	0.84	1.36	3.43	4.81	6.43	8.25	10.24	12.44	14.85	17.48	20.32	23.38	26.65	30.13	33.83	37.80	42.13
	平均值	0.86	1.32	3.33	4.68	6.26	8.03	9.97	12.11	14.46	17.02	19.79	22.77	25.95	29.35	32.95	36.82	41.04
	下限	0.90	1.24	3.15	4.43	5.93	7.62	9.46	11.50	13.73	16.17	18.80	21.63	24.66	27.88	31.31	34.99	39.02
滿載																		
滿載	上限	0.72	1.67	4.12	5.76	7.67	9.77	12.12	14.72	17.58	20.69	24.05	27.66	31.53	35.65	40.02	44.84	49.92
	平均值	0.74	1.61	3.99	5.58	7.44	9.47	11.75	14.28	17.05	20.06	23.32	26.83	30.58	34.58	38.83	43.51	48.45
	下限	0.80	1.45	3.63	5.10	6.80	8.67	10.76	13.07	15.62	18.38	21.38	24.59	28.04	31.71	35.60	39.91	44.47
潮濕柏油																		
輕載	上限	0.73	1.64	4.06	5.67	7.55	9.71	12.13	14.76	17.60	20.69	24.02	27.61	31.44	35.52	39.86	44.44	49.27
	平均值	0.74	1.61	3.99	5.58	7.44	9.56	11.95	14.54	17.34	20.38	23.67	27.20	30.98	35.00	39.27	43.78	48.54
	下限	0.76	1.55	3.87	5.41	7.21	9.28	11.60	14.12	16.84	19.79	22.98	26.41	30.08	33.99	38.14	42.52	47.15
滿載																		
滿載	上限	0.56	2.28	5.52	7.67	10.16	13.01	16.21	19.65	23.43	27.53	31.97	36.73	41.83	47.25	53.01	59.10	65.52
	平均值	0.60	2.10	5.10	7.09	9.42	12.07	15.04	18.24	21.74	25.55	29.67	34.10	38.83	43.87	49.22	54.88	60.84
	下限	0.67	1.83	4.49	6.26	8.32	10.68	13.33	16.17	19.28	22.66	26.32	30.25	34.45	38.93	43.68	48.70	54.00

備註：不同路面與不同載重之  $t_s$  推估公式如下：

乾地輕載時：車速 < 40 km/hr,  $t_s = 0.2 (s)$ ；40 km/hr < 車速 < 90 km/hr,  $t_s = 0.003x + 0.07$ ；90 km/hr < 車速,  $t_s = 0.35(s)$

乾地滿載時：車速 < 40 km/hr,  $t_s = 0.2 (s)$ ；40 km/hr < 車速 < 90 km/hr,  $t_s = 0.003x + 0.08$ ；90 km/hr < 車速,  $t_s = 0.35 (s)$

溼地輕載時： $t_s = 0.003x + 0.043$

溼地滿載時： $t_s = 0.003x + 0.05$

表 4-12 本研究推估之汽車煞車痕跡、行車速度及道路摩擦係數的對照表

車速(km/hr) 阻力係數(f)		20	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
		路面															
乾燥柏油																	
輕載 上限	0.81	1.27	3.33	4.73	6.37	8.21	10.20	12.41	14.83	17.47	20.32	23.39	26.68	30.19	33.90	37.92	42.34
平均值	0.83	1.23	3.23	4.59	6.18	7.97	9.91	12.05	14.41	16.98	19.75	22.74	25.94	29.34	32.96	36.87	41.17
下限	0.85	1.19	3.13	4.45	6.00	7.75	9.63	11.72	14.01	16.51	19.21	22.12	25.23	28.54	32.06	35.87	40.06
滿載 上限	0.69	1.60	4.08	5.75	7.71	9.72	12.21	14.85	17.75	20.91	24.32	28.00	31.93	36.12	40.56	45.52	50.76
平均值	0.72	1.51	3.87	5.46	7.33	9.24	11.62	14.14	16.90	19.91	23.16	26.67	30.41	34.41	38.65	43.38	48.39
下限	0.75	1.42	3.68	5.20	6.98	8.80	11.08	13.48	16.12	18.99	22.10	25.44	29.02	32.83	36.88	41.42	46.21
潮濕柏油																	
輕載 上限	0.71	1.54	3.94	5.56	7.45	9.62	12.07	14.72	17.56	20.65	23.99	27.58	31.42	35.51	39.85	44.44	49.28
平均值	0.72	1.51	3.87	5.46	7.33	9.47	11.88	14.49	17.28	20.33	23.61	27.15	30.93	34.95	39.23	43.74	48.51
下限	0.74	1.45	3.74	5.29	7.09	9.17	11.51	14.04	16.75	19.70	22.89	26.32	29.98	33.89	38.03	42.42	47.04
滿載 上限	0.54	2.22	5.50	7.68	10.23	13.14	16.42	19.92	23.75	27.92	32.43	37.28	42.46	47.98	53.84	60.03	66.57
平均值	0.59	1.98	4.95	6.93	9.25	11.90	14.88	18.05	21.53	25.32	29.41	33.81	38.52	43.53	48.85	54.47	60.40
下限	0.64	1.78	4.48	6.29	8.42	10.85	13.58	16.48	19.66	23.12	26.86	30.89	35.19	39.77	44.63	49.78	55.20

備註：不同路面與不同載重之  $t_s$  推估公式如下：

乾地輕載時：車速  $< 40$  km/hr,  $t_s = 0.2$  (s)； $40$  km/hr  $<$  車速  $< 90$  km/hr,  $t_s = 0.003x + 0.07$ ； $90$  km/hr  $<$  車速,  $t_s = 0.35$ (s)

乾地滿載時：車速  $< 40$  km/hr,  $t_s = 0.2$  (s)； $40$  km/hr  $<$  車速  $< 90$  km/hr,  $t_s = 0.003x + 0.08$ ； $90$  km/hr  $<$  車速,  $t_s = 0.35$  (s)

溼地輕載時： $t_s = 0.003x + 0.043$

溼地滿載時： $t_s = 0.003x + 0.05$

## 4-2 ABS 煞車系統測試資料

根據交通部運研所 83 年的測試報告，ABS 煞車系統的煞車過程中，其穩定時的減速度約為非 ABS 系統的 1.15 倍，與本研究進行之實車驗證結果相近；若使用 83 年的測試數據推算 ABS 系統與一般煞車系統之阻力係數  $f$  及假設的煞車胎痕  $S_s$ ，所使用的推估公式如 (3-24) 式~(3-28) 式，由於運研所在八十三年之實驗方式與本研究進行之方式不同，其反應時間較短，表 4-13~表 4-16 為使用本研究改良公式推估後，其阻力係數與車速的關係，反應時間使用 0.08 秒。

表 4-13 乾燥路面，車輛輕載時的阻力係數

車速(km/hr)	阻力係數(f)		阻力係數比值(%)
	ABS	No_ABS	ABS /No_ABS
20	1.13	1.28	0.88
40	1.01	1.03	0.97
60	1.04	0.89	1.18
80	1.04	0.87	1.19
100	1.03	0.87	1.18

表 4-14 潮濕路面，車輛輕載時的阻力係數

車速(km/hr)	阻力係數(f)		阻力係數比值(%)
	ABS	No_ABS	ABS /No_ABS
20	1.19	1.13	1.05
40	1.08	0.83	1.30
60	1.01	0.84	1.20
80	1.05	0.73	1.45
100	0.96	0.71	1.35

表 4-15 乾燥路面，車輛滿載時的阻力係數

車速(km/hr)	阻力係數(f)		阻力係數比值(%)
	ABS	No_ABS	ABS /No_ABS
20	1.19	1.47	0.81
40	0.99	0.98	1.01
60	1.00	0.84	1.19
80	1.00	0.81	1.24
100	1.01	0.79	1.29

表 4-16 潮濕路面，車輛滿載時的阻力係數

車速(km/hr)	阻力係數(f)		阻力係數比值(%)
	ABS	No_ABS	ABS /No_ABS
20	1.09	0.92	1.19
40	0.89	0.84	1.06
60	0.91	0.62	1.46
80	0.92	0.60	1.52
100	0.93	0.56	1.65

使用 ABS 系統之車輛，於乾地輕載時的測試數據，再使用阻力係數分段法，當車速低於 50 km/hr 時，使用阻力係數 1.07，阻力係數介於 50~70 km/hr 時，使用 1.04，車速高於 70 km/hr 時，阻力係數使用 1.03，再重新推算煞車痕及煞車距離(表 4-17)。由表 4-17 可以發現，推估之煞車距離誤差並不大，因此 ABS 煞車系統同樣可以使用速度推估公式推算其煞車距離。

表 4-17 本研究改良公式推估之煞車痕與煞車距離

時速(km/hr)	20.4	20.5	20.9	21	39.3	39.7	40.8	40.1	59.4	59.7
運研所修正前煞車距離(m)	2.43	2.32	2.68	2.58	8.04	8.5	8.26	7.99	16.93	16.64
本研究修正後煞車距離(m)	1.81	1.69	2.04	1.94	6.84	7.29	7.01	6.76	15.12	14.82
$t_s$ 乾輕載(0.03x+0.07)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.25	0.25
推算之阻力係數 f (ABS)	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.04	1.04
煞車胎痕長度 $S_s$ (m)	0.87	0.88	0.93	0.94	4.34	4.44	4.73	4.54	10.73	10.84
推估煞車距離 $S_T$ (m)	1.90	1.91	1.98	2.00	6.41	6.53	6.88	6.66	14.66	14.81
推估距離誤差(%)	-4.89	-12.90	2.98	-3.07	6.29	10.34	1.90	1.57	3.02	0.07
$t_{nb}+t_{rp}$ (sec)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11

表 4-17(續) 本研究改良公式推估之煞車痕與煞車距離

時速(km/hr)	60	60.6	79.2	80.4	80.5	80.7	98.9	99.1	99.2	100
運研所修正前煞車距離(m)	16.72	16.71	28.7	28.82	29.58	29.33	44.65	42.67	43.49	44.56
本研究修正後煞車距離(m)	14.89	14.86	26.28	26.36	27.12	26.86	41.63	39.64	40.46	41.50
$t_s$ 乾輕載(0.03x+0.07)	0.25	0.25	0.31	0.31	0.31	0.31	0.35	0.35	0.35	0.35
推算之阻力係數 f (ABS)	1.04	1.04	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
煞車胎痕長度 $S_s$ (m)	10.96	11.18	19.56	20.18	20.23	20.33	31.07	31.21	31.28	31.84
推估煞車距離 $S_T$ (m)	14.95	15.25	26.07	26.86	26.93	27.06	40.36	40.52	40.59	41.23
推估距離誤差(%)	-0.44	-2.63	0.78	-1.90	0.70	-0.74	3.05	-2.20	-0.34	0.67
$t_{nb}+t_{rp}$ (sec)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11

### 4-3 煞車距離資料庫之應用

由國內數據分析及本研究進行之實驗發現，一般煞車系統與 ABS 煞車系統最大的不同點為車輛之減速度，亦即阻力係數的差異，本研究目前收集了多個國家之煞車距離資料庫，可根據本研究改良之速度推估公式，推估 ABS 煞車系統車輛之阻力係數，表 4-18 為使用 NRMA 資料庫推估之範例。

表 4-18 NRMA 煞車距離資料庫推算之阻力係數及煞車痕

廠牌	C.C	ABS	煞車距離 (80 km/h)	推估阻力係數(f)		推估煞車痕(m)	
				Neptune	本研究	Neptune	本研究
Citroen Xsara VTR Coupe	1587	◎	27.9	1.06	1.01	20.51	20.60
Chrysler PT Cruiser	1995	◎	27.8	1.06	1.01	20.41	20.50
Citroen C5 Estate 2.0 Manual	1997	◎	27.3	1.08	1.03	19.91	20.00
Chrysler Grand Voyager 3.3 Litre SE Automatic	3301	◎	26.5	1.12	1.07	19.12	19.21
Alfa Romeo 166 3.0 litre V6 Sportronic	2959	◎	27.3	1.08	1.03	19.91	20.00
Alfa Romeo 156 2.0 Litre Twin Spark Manual	1970	◎	29.1	1.01	0.96	21.70	21.79
BMW X5 4WD wagon 4.4	4398	◎	27.3	1.08	1.03	19.91	20.00
Ford Falcon AU11 Utility XR8 Pursuit automatic	4942	◎	26.7	1.11	1.06	19.32	19.41

◎：有安裝 ABS

## 第五章 實驗結果與討論

### 5-1 實驗結果

在實驗數據的擷取與分析方面，判斷  $t_s$  與  $t_{nb}$  時，可以由加速度圖與煞車訊號圖得到， $t_{nb}$  值的判定可以由圖 3-9 及圖 3-12 得到，由煞車訊號圖(圖 3-12)，可以得到踩下煞車踏板的時間約在 26.32 秒，而煞車減速度起始時間約在 26.35 秒，若將訊號圖放大，可以得到  $t_{nb}$  值為 0.03 秒，另外，如圖 3-1，可以看出放開油門到踩下煞車踏板所需的時間和  $t_s$ ，踏板交替動作的時間大約為 0.01 秒。圖中之 A 為原始的濾波訊號，B 為 Neptune 所使用之曲線，C 為本研究所使用之拋物線，由加速度積分得到之速度，以本研究之拋物線最為接近實際之煞車初速，另外，由圖中可看出  $t_s$  約為 0.3 秒，與使用 Neptune 及本研究之改良速度推估公式所推算之結果相符。

關於 ABS 系統對煞車行為的影響，圖 5-1~5-4 為使用 ABS 系統煞車時，車輛的減速度、速度以及反應時間和煞車器作用時間的關係圖。圖 5-5 則為兩種煞車系統之減速度比較圖。

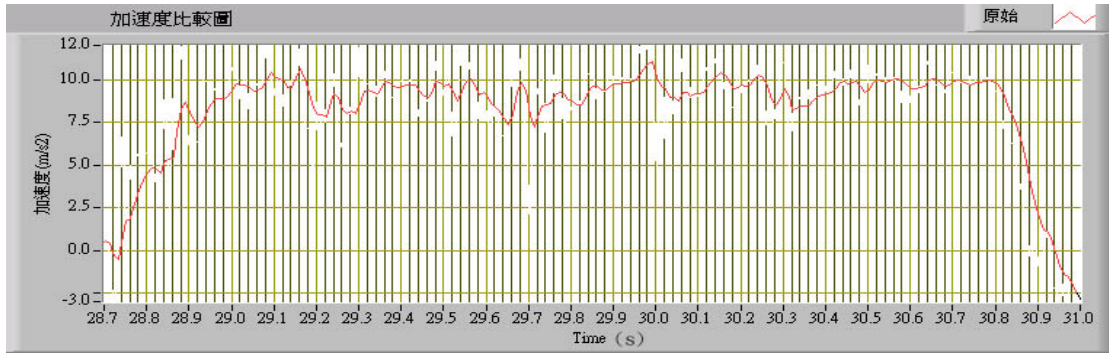


圖 5-1 ABS 系統車輛的加速度圖

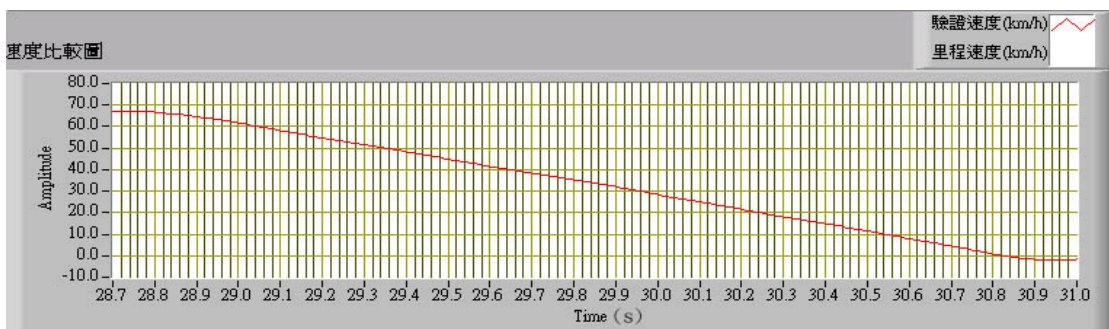


圖 5-2 ABS 系統車輛的速度圖

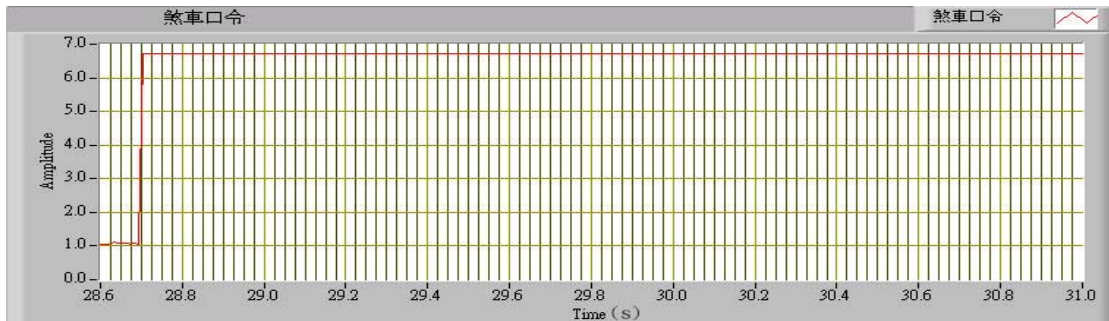


圖 5-3 ABS 系統車輛的指令訊號圖

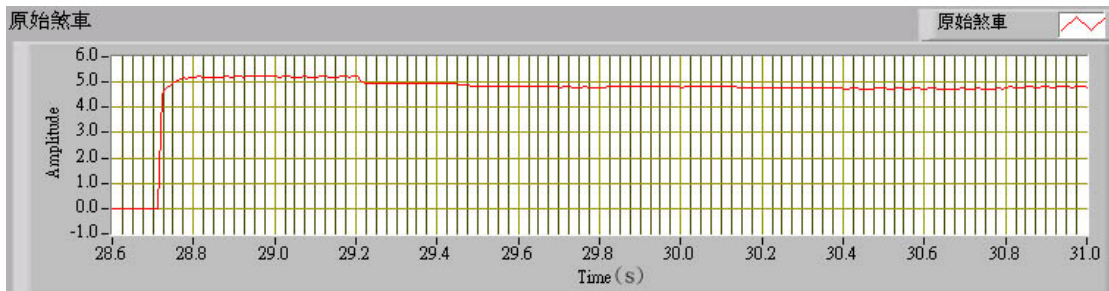


圖 5-4 ABS 系統車輛的煞車訊號圖

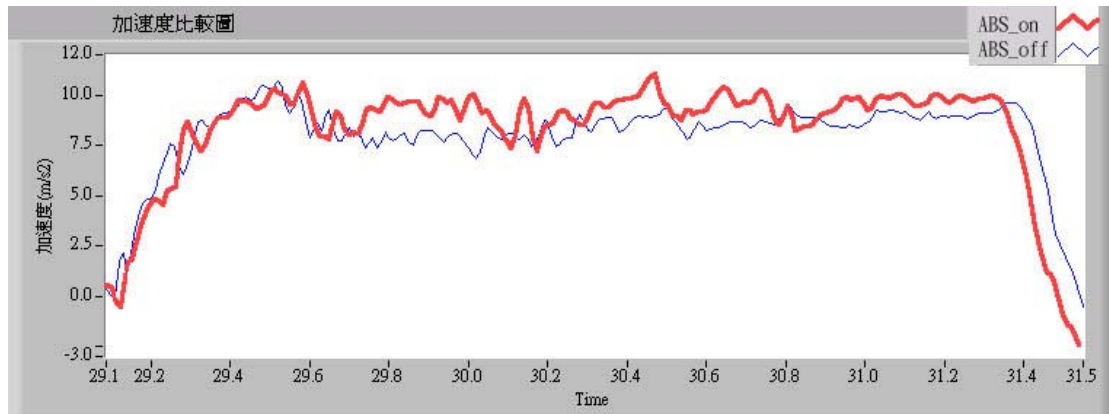


圖 5-5 不同煞車系統之減速度

由圖 5-5 可以看出 ABS 系統車輛煞車時能保有較大的煞車力，在車輛開始減速後，大約 0.3 秒到達最大之減速度，然後保持一約為  $9.5 \text{ m/s}^2$  之減速度直至車輛停止，而一般煞車系統車輛在車輛開始減速後，同樣大約 0.3 秒到達最大之減速度，不過之後減速度開始降為  $8 \text{ m/s}^2$ ，直至車輛停止。另外，兩者到達最大煞車力所需時間同樣約為 0.3 秒，不過 ABS 系統之總煞車時間較短，表 5-1 為圖 5-1 及圖 5-5 的原始實驗數據，ABS 系統在緊急煞車時仍有煞車胎痕產生，但並不明顯，視線良好時較易觀測，ABS 系統之煞車胎痕較傳統煞車系統短， $t_{nb}$  及  $t_s$  並不會因為煞車系統的不同而有所改變。不過車輛的差異會影響  $t_{nb}$  值，這是因為每部車輛的設計不同所造成。

從煞車時之減速度圖可以發現，ABS 系統與一般煞車系統的最大差別在於到達最大煞車力之後的穩定減速度，由於 ABS 煞車系統能夠保持較大之煞車力，因此 ABS 煞車系統之煞車時間與煞車距離比一般煞車系統短。

表 5-1 ABS 煞車系統與一般煞車系統之實驗數據

煞車系統	煞車初速 (km/hr)	煞車痕(m)	$t_{rp}$ (s)	$t_{nb}$ (s)	$t_s$ (s)	煞車距離(m)
ABS	67.16	6.00	0.20	0.02	0.31	20.56
一般系統	64.95	11.97	0.28	0.02	0.29	20.58

根據表 5-1 之實驗結果，再使用 Neptune 推估公式，由於車速、 $t_s$  及煞車距離已知，可以應用(3-20)式~(3-27)式，推算出車輛之阻力係數，ABS 系統之阻力係數為 1.00，一般系統之阻力係數為 0.91，ABS 系統與一般系統之阻力係數比值 1.10。

表 5-2 及表 5-3 為 ABS 系統與一般煞車系統之測試資料，表中所列皆由實驗數據分析得到，以圖 5-6 為例，將指令訊號、煞車訊號及車輛之減速度曲線放在一起比較，可以得到駕駛者聽到煞車指令到實際踩下煞車踏板的感知時間( $t_{rp}$ )，以及踩下煞車踏板至車輛減速度大於零所花費的車輛反應時間( $t_{nb}$ )；圖 5-7 為以煞車訊號產生點為中心，將圖 5-6 局部放大後之時間分析圖。由表中可以看出， $t_{nb}$  為 0.02 秒； $t_s$  與煞車系統無關，但會隨著車速的升高而增加，當車速增加時， $t_s$  亦有增加的趨勢，與第四章所推導出之  $t_s$  迴歸線相近。詳細之實驗數據圖如附錄 G、附錄 H。

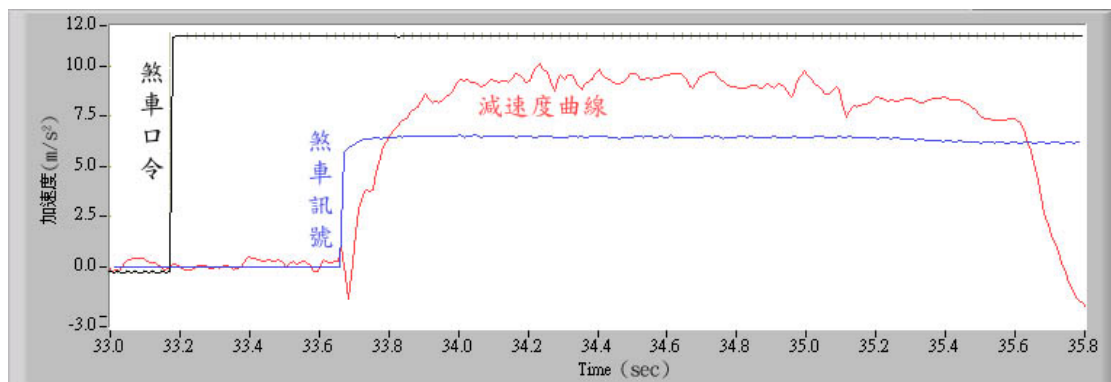


圖 5-6 實驗量測訊號圖

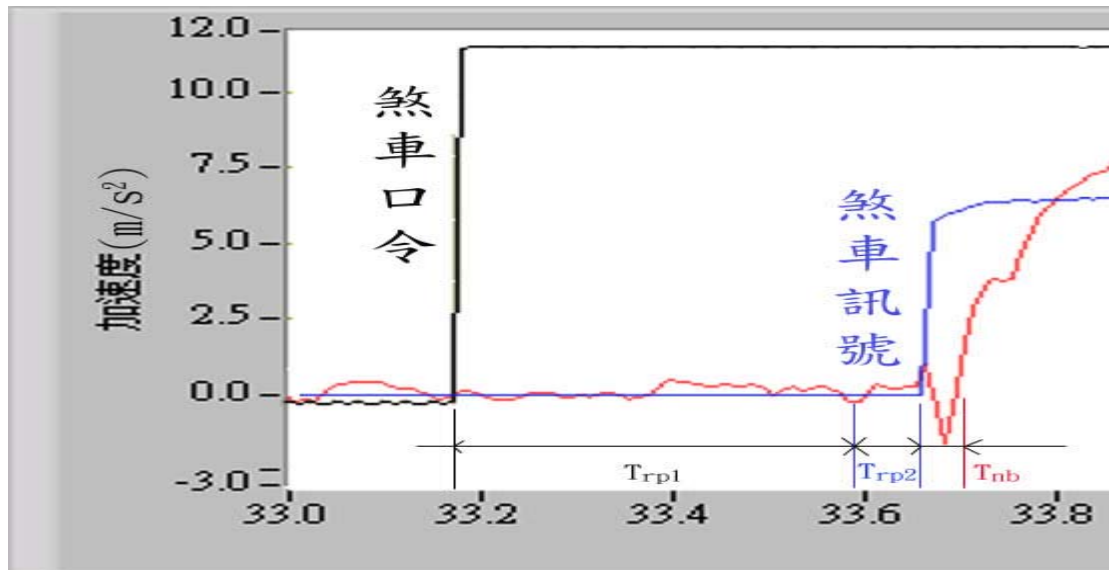


圖 5-7 時間分析圖

本實驗紀錄之  $t_{rp}$  包含駕駛者聽到煞車指令後到鬆開油門的感知時間  $t_{rp1}$ ，以及踏板交替時間  $t_{rp2}$ ， $t_{rp} = t_{rp1} + t_{rp2}$ 。

## 5-2 討論

經由實車測試資料，發現 ABS 煞車系統與一般煞車系統的最大差別在於，一般煞車系統在車輪鎖死之後會開始滑動，使得煞車力下降到一穩定的減速度，而防鎖死煞車系統(ABS)能夠保持車輪的滾動，當車輪鎖死之際馬上放鬆油壓力，使車輪繼續滾動，然後再重新鎖死車輪，使得車輛能保持在一較高的減速度；因此在煞車胎痕產生時間方面，ABS 系統與一般煞車系統之差異不大，車輛反應時間亦相同，如此可應用速度推估公式，觀察 ABS 煞車系統與一般煞車系統在一般路面上之煞車距離差異，從而定出 ABS 系統車輛在一般路面上的阻力係數值，並且經由國內試驗數據之驗證，證實本研究改良之速度推估公式在推估 ABS 系統車輛之可行性。

表 5-2 ABS 系統車輛之測試資料(Honda Civic 第五代)

檔案號碼	初速 $V_0$	$V_s(t_s)$	$t_{rp}$ (s)	$t_{nb}$ (s)	$t_s$ (s)	速度差 ( $V_0 - V_s$ )	速度差 (公式推估)	車輛行駛距離 (0 ~ $t_s$ )	車輛行駛距離 ( $t_s$ 後至停止)	總煞車距離 (m)
50_1	53.45	45.66	0.44	0.02	0.36	7.79	5.83	5.20	9.03	14.23
50_2	53.00	45.84	0.44	0.02	0.22	7.16	3.56	4.47	9.22	13.69
50_3	57.49	48.98	0.35	0.02	0.28	8.51	4.54	5.26	9.86	15.13
50_4	56.10	48.93	0.32	0.02	0.28	7.17	4.54	4.44	10.29	14.72
平均					0.29					
60_1	67.16	60.16	0.02	0.02	0.31	7.00	4.45	5.38	15.18	20.56
60_2	62.40	57.21	0.39	0.02	0.25	5.19	4.19	3.54	13.65	17.19
60_3	62.58	57.05	error	0.02	0.28	5.53	4.79	4.89	13.83	18.72
60_4	61.85	55.16	0.31	0.02	0.28	6.69	4.62	4.62	12.71	17.32
平均					0.28					
70_1	74.63	68.06	error	0.03	0.31	6.57	5.72	6.00	18.09	24.09
70_2	77.12	72.71	0.16	0.04	0.22	4.41	4.06	4.62	21.05	25.67
70_3	71.08	63.64	0.72	0.03	0.25	7.43	4.61	5.46	16.55	22.01
70_4	67.14	60.19	0.28	0.03	0.37	6.95	6.83	5.37	14.99	20.37
平均					0.29					
80_1	82.99	74.02	0.31	0.02	0.36	8.97	6.64	7.95	21.15	29.10
80_2	84.98	78.28	0.28	0.02	0.29	6.70	5.35	6.66	23.79	30.45
80_3	85.62	79.91	0.33	0.02	0.25	5.71	4.61	8.71	21.20	29.91
80_4	84.96	78.10	0.30	0.02	0.34	6.86	6.27	7.82	23.54	31.36
平均					0.31					

表 5-3 一般煞車系統車輛之測試資料(Honda Civic 第五代)

檔案號碼	初速 $V_0$	$V_s(t_s)$	$t_{rp}$ (s)	$t_{nb}$ (s)	$t_s$ (s)	速度差 ( $V_0 - V_s$ )	速度差 (公式推估)	車輛行駛距離 (0 ~ $t_s$ )	車輛行駛距離 ( $t_s$ 後至停止)	總煞車距離 (m)
50_1	48.57	41.87	0.34	0.02	0.30	6.70	4.59	3.85	8.00	11.85
50_2	48.90	46.24	0.30	0.02	0.18	2.66	2.75	2.00	8.89	10.89
50_4	51.91	48.12	error	0.02	0.20	3.79	3.06	2.98	10.10	13.07
50_5	53.73	48.90	0.33	0.02	0.22	4.83	3.37	3.16	12.27	15.44
平均					0.23					
60_1	69.07	56.69	0.25	0.02	0.31	12.38	4.46	9.16	14.63	23.79
60_2	64.95	58.87	0.28	0.03	0.29	6.08	4.18	4.52	16.06	20.58
60_3	66.75	59.24	0.28	0.02	0.30	7.51	4.32	5.31	16.05	21.36
60_5	62.46	56.11	0.33	0.03	0.25	6.35	3.60	4.69	13.03	17.72
平均					0.30					
70_1	75.16	66.40	0.33	0.02	0.36	8.76	5.51	7.15	19.48	26.63
70_2	70.03	65.33	0.29	0.02	0.19	4.70	2.91	3.58	19.34	22.92
70_3	69.08	61.40	0.29	0.02	0.29	7.68	4.44	5.30	16.98	22.28
70_4	70.44	65.10	0.32	0.03	0.24	5.34	3.67	4.56	19.38	23.94
平均					0.27					
80_1	84.05	76.20	0.38	0.02	0.37	7.84	5.66	8.37	26.84	35.21
80_2	88.09	81.48	0.30	0.02	0.29	6.62	4.44	6.89	28.66	35.55
80_3	83.64	76.66	0.30	0.02	0.27	6.97	4.13	6.06	26.57	32.62
80_4	85.73	80.16	0.42	0.02	0.25	5.57	3.84	5.85	28.62	34.46
平均					0.30					

## 第六章 結論與未來發展建議

### 6-1 結論

本研究之主要目標為如何利用事故現場遺留之煞車胎痕判斷當時車輛之行車速度，我國目前已有一「汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數的對照表」，但未考慮胎痕產生時間  $t_s$  及車輛反應時間  $t_{nb}$  的影響，故有較大之低估，亦未考慮 ABS 系統及其他因素，本研究經由文獻的探討，提出一更新的速度推估理論公式，並且經由國內之一般煞車系統的煞車試驗數據資料作驗證，發現本研究改良之速度推估公式能夠更準確的推算出一般煞車系統車輛的行車速度，同時經由修正阻力係數，本研究改良之速度推估公式亦可推估 ABS 系統車輛之行車速度。

歸納而言，本研究之結論如下，

1. 經過文獻的探討，發現我國舊有的速度推估表所使用的阻力係數其實是一個實驗參數，其所推算的結果通常比阻力係數更大，推估煞車初速時，因未考慮車輛反應時間( $t_{nb}$ )及胎痕產生時間( $t_s$ )因素，故誤差也較大。
2. 本研究經由修正速度推估的數學模式，重新整理出一份汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數對照表，使得整個推估表更加的精確。
3. 由實車測試的結果，發現 ABS 系統車輛與一般煞車系統車輛在煞車行為上的差異並不大，如胎痕產生時間與車輛反應時間皆很相近，ABS 煞車系統之胎痕產生時間也與車速呈線性關係，故可經

由調整阻力係數值，使用同樣之速度推估公式，推估裝備有 ABS 系統車輛之煞車距離。

4. 不同車種及不同路段均會影響煞車距離，欲詳細推估每部車輛的煞車距離，需根據每部車的煞車測試資料及路面情況，方可得到一準確的推估煞車距離。
5. 由於 ABS 系統已經廣泛的為社會大眾所使用，並且研發了許多更新的煞車系統，另外，不同車種的煞車距離也不相同，若要做到詳細推估煞車距離，則必須以各車種的煞車測試資料為依據，從而定出一相對的推估表，本研究目前亦摘錄了相關之煞車距離測試資料，如第二章所整理之煞車距離資料庫。

## 6-2 未來發展建議

近年來，社會大眾越來越正視交通安全的重要性，發生事故時，肇事責任的歸屬也就更加的受重視，事故現場的煞車胎痕為車禍重建時很重要的一個資料，經由煞車胎痕可以看出車輛之運動軌跡，以及推算出車輛之行車速度，國內目前已有一煞車距離與行車速度推估表，不過其使用之速度推估公式並不夠完善，本研究目前已藉由改良之速度推估之數學模組，重新擬定一般煞車系統之煞車距離與行車速度推估表，並針對國內之 ABS 煞車距離測試數據，做 ABS 煞車系統之行車速度與煞車距離的分析，研究成果發現改良後之速度推估公式亦適用於 ABS 煞車系統；不過由於其他幫助增加煞車力的裝置的測試資料不足，無法測試改良速度推估公式之推估情況，而近幾年來，為了使車輛的操控性更好，除了 ABS 系統之外，還有許多種不同的防鎖死煞車系統一直被研發出來，就已知的有為了保持車輛行駛、起步、轉彎中，各車輛的速度在一定範圍內的車速，發展所謂的軌跡控

制系統(Traction Control System, TCS)或稱自動穩定控制系統(Automatic Stability Control, ASC)、或稱防滑控制(Anti Slip Regulation, ASR)、動態穩定控制(Dynamic Stability Control, DSC)、加速防滑穩定系統，以及電磁式煞車系統等等，若再考慮到車輛的設計系統，則相同的車輛也會因車款的更新而有不同的煞車距離；未來應可針對其他煞車系統的煞車行為，以及其他車種(如重型車輛)，在不同路面(水泥地或碎石地)，嘗試做出相對的行車速度與煞車距離的推估表。

另外，本研究目前僅收集了部分國家之煞車距離測試資料，對於車種資料以及其他煞車系統之煞車測試資料其實尚不夠完備，未來應可繼續收集、補充相關之煞車資料庫，如不同車種，不同的煞車系統、不同的路面以及不同的載重情形下的煞車距離，測試改良後之速度推估數學模組之可行性，並決定不同情況下之阻力係數，再嘗試製作相關之速度推估軟體，直接藉由車種資料及車禍現場結果的輸入，推估其行車速度。

## 參考文獻

1. R. W. Rivers, "Technical Traffic Accident Investigators' Manual," Charles C Thomas, USA, 1995.
2. R. W. Rivers, "Technical Traffic Accident Investigators' Manual," Charles C Thomas, USA, 1997.
3. 趙志勇, "汽車煞車系統 ABS 理論與實際", 全華, 民國 86 年。
4. B. J. Stannard, "Perception and Reaction in Traffic Accidents," Topic 864 of the Traffic Accident Investigation Manual, Northwestern University Traffic Institute, 1990.
5. U.S. Army Aberdeen Test Center, "Consumer Braking Information, Work Performed by U.S. Army Aberdeen Test Center, Phase I," National Highway Traffic Safety Administration, 1998.
6. U.S. Army Aberdeen Test Center, "Consumer Braking Information, Work Performed by U.S. Army Aberdeen Test Center, Phase II," National Highway Traffic Safety Administration, 1999.
7. G. J. Forkenbrock, M. Flick, and W. R. Garrott, "A Test Track Study of Light Vehicle ABS Performance Over a Broad Range of Surfaces and Maneuvers," National Highway Traffic Safety Administration Vehicle Research and Test Center, 1999.
8. B. J. Stannard, "Traffic Accident Investigation Manual," Northwestern University Traffic Institute, 1975.
9. Office of Regulatory Analysis and Evaluation, "Tire Pressure Monitoring System FMVSS No.138," National Highway Traffic Safety Administration, 2001.
10. G. W. Cooper, "Work, Energy, and Speed from Damage in Traffic Accidents," Topic 870 of the Traffic Accident Investigation Manual, Northwestern University Traffic Institute, 1990.

11. J. A. Neptune, J. E. Flynn, P. A. Chavez and H. W. Underwood, "Speed from Skids: A Modern Approach," SAE Paper No. 950354, 1995.
12. L. Rudolf, "Motor Vehicle Accident Reconstruction and Cause Analysis, Third edition," The Michie Company, Charlottesville, Va, 1989.
13. 林大煜，廖慶秋，“我國汽車煞車距離與行車速度關係之測試與研究”，交通部運輸研究所，民國 84 年。
14. 林大煜，廖慶秋，“影響汽車煞車距離相關因素之探討與分析”，交通部運輸研究所，民國 85 年。
15. 林豐福、廖慶秋，“煞車距離與行車速度影響關係之試驗與研究”，交通部運輸研究所，民國 86 年。
16. H. Ellen, "Analysis of the Crash Experience of Vehicles Equipped with All Wheel Antilock Braking Systems (ABS)- A Second Update Including Vehicles with Optional ABS," Ph.D., National Highway Traffic Safety Administration, 2000.
17. G. J. Forkenbrock, M. Flick and W. R. Garrott, "A Test Track Study of Light Vehicle ABS Performance Over a Broad Range of Surfaces and Maneuvers," National Highway Traffic Safety Administration Vehicle Research and Test Center, 1999.
18. G. Forkenbrock, M. Flick and W. R. Garrott, "A Comprehensive Light Vehicle Antilock Brake System Test Track Performance Evaluation," SAE Paper No. 1999-01-1287.
19. E. N. Mazzae, G. H. Scott Baldwin, D. V. McGehee, "Driver Crash Avoidance Behavior with ABS in an Intersection Incursion Scenario on the Iowa Driving Simulator," SAE Paper No. 1999-01-1290.
20. E. N. Mazzae, G. H. Scott Baldwin, D. V. McGehee, "Driver Reaction Time in Crash Avoidance Research: Validation of a Driving

- Simulator Study on a Test Track,” Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Conference, Vol. 3.
21. D. V. McGehee, E. N. Mazzae, G. H. Scott Baldwin, P. Grant, C. J. Simmons, J. Hankey and G. Forkenbrock, “Examination of Drivers' Collision Avoidance Behavior Using Conventional and Antilock Brake Systems on the Iowa Driving Simulator,” National Highway Traffic Safety Administration, 2000.
  22. E Elizabeth N. Mazzae , F. Barickman, G. H. Scott Baldwin and Garrick Forkenbrock, “Driver Crash Avoidance Behavior with ABS in an Intersection Incursion Scenario on Dry Versus Wet Pavement,” SAE Paper No. 1999-01-1288.
  23. 林大煜等，”車輛安全配備：ABS 防鎖煞車系統之效用評估”，交通部運輸研究所，民國 83 年。
  24. 日本新車測試中心網站，<http://www.osa.go.jp/indexe.html>.
  25. 澳洲國家公路和車輛協會網站，  
<http://www.nrma.com.au/Page/Public?PageId=welcome>.
  26. Movit 煞車器公司網站，<http://www.movit.de/home.htm>.
  27. Popular Science and AutoWeek magazines  
<http://www.batesville.k12.in.us/physics/PhyNet/Mechanics/Kinematics/BrakingDistData.html>.

## 附錄 A 日本煞車距離資料庫

車輛分類	車型	廠牌	測試年份	ABS	排氣量 (c.c.)	煞車距離(100 Km/hr)		煞車距離平均值	
						乾地	溼地	乾地	溼地
小型車	Alt	Suzuki Motors Corporation	2000	◎	658	45	49.0	45.6857	49.7143
	MIRA	Daihatsu Motor Co., Ltd	1999	◎	659	44.9	48.4		
	LIFE	Honda Motor Co., Ltd.	1999	◎	660	45.4	47.8		
	WAGON R	Suzuki Motors Corporation	2000	◎	658	44.1	46.4		
	TOPPO BJ	Mitsubishi Motors Corporation	1999	◎	657	46.8	53.7		
	MOVE	Daihatsu Motor Co., Ltd.	1999	◎	659	48.9	53.1		
	PLEO	Fuji Heavy Industries Ltd.	1999	◎	658	44.7	49.6		
小於 1500 cc	VITZ (OLD)	Toyota Motor Corporation	1999	◎	997	45.8	49.6	45.27	49.13
	VITZ	Toyota Motor Corporation	1999	◎	1348	45.8	49.6		
	CUBE	Nissan Motor Co., Ltd.	1999	◎	1298	43.8	48.1		
	FUNCARGO (OLD)	Toyota Motor Corporation	2000	◎	1298	45.3	48.1		
	FUNCARGO	Toyota Motor Corporation	2000	◎	1298	45.3	48.1		
	COROLLA	Toyota Motor Corporation	2000	◎	1496	44.2	45.9		
	SUNNY	Nissan Motor Co., Ltd.	1999	◎	1497	42.8	47.7		
	CIVIC	Honda Motor Co., Ltd.	2000	◎	1496	50.4	58.1		
	WINGLOAD	Nissan Motor Co., Ltd.	2000	◎	1497	44.5	48.1		
	PRIUS	Toyota Motor Corporation	2000	◎	1496	44.8	48.0		

車輛分類	車型	廠牌	測試年份	ABS	排氣量 (c.c.)	煞車距離(100 Km/hr)		煞車距離平均值	
						乾地	溼地	乾地	溼地
1500 ~ 2000 cc	MARK II	Toyota Motor Corporation	2000	◎	1988	44	48.8	42.3	45.6
	LEGACY	Fuji Heavy Industries Ltd.	2000	◎	1944	40.6	42.4		
大於 2000 cc	CROWN	Toyota Motor Corporation	1999	◎	2491	43.2	46.4	44.05	47.6
	CEDRIC	Nissan Motor Co., Ltd.	1999	◎	2987	44.9	48.8		
小卡車 箱型車	DION	Mitsubishi Motors Corporation	2000	◎	1997	43.9	47.0	44.32	48.78
	SERENA	Nissan Motor Co., Ltd.	2000	◎	1998	44.2	53.4		
	ODYSSEY	Honda Motor Co., Ltd.	2000	◎	2253	44.3	49.5		
	ESTIMA	Toyota Motor Corporation	2000	◎	2362	44.7	46.8		
	MPV	Mazda Motor Corporation	2000	◎	2494	44.5	47.2		

## 附錄 B 澳洲煞車距離資料庫

	廠牌	測試年份	排氣量(c.c.)	ABS	煞車距離(80 km/h)
Small	Citroen Xsara 1.8L	1999	1761		34.8
	Citroen Xsara 2.0L	1999	1998		31.5
	Citroen Xsara VTR Coupe	2001	1587	◎	27.9
	Daewoo Matiz	1999	796		35
	Daihatsu Sirion	1998	1590		30.9
	Daihatsu Sirion GTvi	2001	1298	◎	30
	Ford KA	1999	1299		34.2
	Holden Barina Swing	1998	1389		35.6
	Holden Barina XC	2001	1389		40.2
	Honda Civic	2001	1668	◎	29.8
	Honda Civic CXi	1999	1590		41.6
	Honda Civic VTi-R	1999	1595	◎	34.4
	Honda Insight Two-door coupe	2001	995	◎	31.4
	Hyundai Accent	2000	1495		33.6
	Hyundai Excel Sprint	1998	1495	◎	29.5
	Kia Rio	2000	1493		32.1
	Mazda 121 Metro 'Shades'	2000	1498		30.5
	Mazda 323 Astina SP20	2001	1991	◎	27.4
	Mercedes Benz A-Class Avantgarde	1998	1598	◎	28
Mercedes Benz A190	1998	1898	◎	27.5	

	廠牌	測試年份	排氣量(c.c.)	ABS	煞車距離(80 km/h)
Small	Mitsubishi Mirage	1998	1468		31.9
	Peugeot 206 XT	2001	1587		30.8
	Peugeot 307	2001	1997	◎	28.3
	Proton Satria Gti	2000	500	◎	30.6
	Seat Ibiza Cupra	1999	1984	◎	26.9
	Suzuki Baleno GL	1999	1590		45.2
	Suzuki Baleno GLX	1999	1590		40.7
	Suzuki Ignis	2001	1328		31.9
	Suzuki Liana	2002	1586	◎	40.3
	Suzuki Wagon R+ GL	1998	996		32.1
	Toyota Echo	1999	1299		31.1
	Toyota Starlet Life	1998	1332	◎	33.4
	Volkswagen Golf GLE 1.8L	1999	1781	◎	29.2
	Volkswagen Golf GL 1.6L	1999	1595	◎	29.5
	Volkswagen Golf GTi	1998	1781	◎	28.3
Volkswagen Polo	1998	1598		35.1	
Mid size	Chrysler PT Cruiser	1999	1995	◎	27.8
	Citroen Xantia 3.0L V6	2000	2956	◎	31
	Citroen Xantia 2.0L	1999	1998	◎	28.9
	Citroen Xsara 1.8L Manual	1999	1761		34.8
	Citroen Xsara 2.0L Manual	1999	1998		31.5

	廠牌	測試年份	排氣量(c.c.)	ABS	煞車距離(80 km/h)
Mid size	Citroen Xsara VTR	2001	1587	◎	27.9
	Daewoo Leganza	1999	2198	◎	32.6
	Daewoo Nubira	2000	1998	◎	31.6
	Daihatsu Pyzar GRV	1999	1590		30.9
	Daewoo Nubira CDX	1998	1998		30.4
	Ford Laser KN LXi 1.6L Manual	1999	1598		37.4
	Ford Laser KN GLXi 1.8L Manual	1999	1840		30.1
	Ford Laser SR2	2001	1991	◎	27
	Ford Mondeo ST24	2000	2544	◎	28.6
	Holden Astra	2000	1796		34.4
	Holden Astra City	1998	1796		32.1
	Holden Astra Hatch	2001	1796		30.2
	Holden Vectra GL	1998	2198	◎	28.7
	Holden Vectra JS Series II 2.2L	1999	2198	◎	30.6
	Holden Vectra JS Series II 2.6 V6	2000	2597	◎	31.1
	Honda Accord 3.0L V6 Automatic Sedan (OHC)	1998	2997		31.4
	Honda Accord 3.0L V6 Automatic Sedan (SOHC)	1999	2997		28.6
	Honda Accord VTi	1998	2254	◎	28.9
	Honda Accord VTi-L	1999	2254	◎	33.3
	Hyundai Elantra XD	2000	1975	◎	32.6
Hyundai Lantra GLS	1999	1975		30.6	

	廠牌	測試年份	排氣量(c.c.)	ABS	煞車距離(80 km/h)
Mid size	Hyundai Sonata GLE 2.0L	1998	1997		32.9
	Hyundai Sonata GLS 2.5L	1998	2493		31.8
	Hyundai Sonata EF-B	2001	2657		28.5
	Kia Cremos	1998	1998		28.7
	Kia Mentor GLX	1998	1793		28.3
	Lexus IS200 2.0L Manual	1999	1988	◎	25.4
	Lexus IS200 2.0L Automatic	1999	1988	◎	27.9
	Mazda 323 Protege 1.6L Automatic	1998	1598		32.9
	Mazda 323 Astina 1.8L Manual	1998	1840		32.9
	Mazda 626 Classic 2.0L Manual Station Wagon	1998	1991	◎	31.3
	Mazda 626 Classic 2.0L Manual Sedan	2000	1991	◎	29.9
	Nissan Pulsar LX 1.6 Litre Manual	2000	1597	◎	29.9
	Nissan Pulsar ST 1.8 Litre Auto Sedan	2000	1769		36.6
	Nissan Pulsar Hatch	2001	1769		29.1
	Subaru Impreza RX 2.0 Litre Manual	2000	1994	◎	27.5
	Subaru Liberty GX 2.0L Automatic	1999	1994	◎	27.4
	Subaru Liberty Heritage 2.5 Litre Automatic	2000	2457	◎	27.6
	Subaru Liberty Heritage 2.5L Automatic	1998	2457	◎	27.9
	Subaru Liberty Heritage 2.5L Manual	1998	2457	◎	28.2
	Subaru Liberty RX 2.5L Manual	1998	2457	◎	27.6
Toyota Corolla Conquest	1998	1762		34.8	

	廠牌	測試年份	排氣量(c.c.)	ABS	煞車距離(80 km/h)
Mid size	Toyota Corolla CS 1.6L DOHC Manual	1989	1587		31.9
	Toyota Corolla CSX 1.8L Manual	1998	1762	◎	28.2
	Toyota Corolla Levin	2000	1762	◎	28.3
	Toyota Prius Hatch	2002	1497	◎	27.6
	Volkswagen Bora 2.0L 4-cylinder Manual	2000	1984	◎	32.1
	Volkswagen Bora 2.3L V5 Manual	2000	2324	◎	32.1
	Volkswagen Beetle 2.0 Litre Manual	2000	1984	◎	26.8
	Volkswagen Passat 2.8L V6 Automatic	1998	2771	◎	29.7
	Volkswagen Passat 1.8L Automatic	1998	1781	◎	28.6
	Volkswagen Passat Syncro 2.8L V6 Automatic	1999	2771	◎	29.7
	Volvo S60 Sedan 2.4 litre 20 valve SE automatic	2001	2435	◎	29.2
	Volvo S60 Sedan 2.3 litre T5 Geartronic automatic	2001	2319	◎	26.2
Large	Citroen C5 Estate 2.0 Manual	2001	1997	◎	27.3
	Ford Fairlane Ghia 4.0 Litre Automatic	2000	3984	◎	28.9
	Ford Falcon AU Forte 4.0L 6 Cylinder Automatic	1998	3984		29.4
	Ford Falcon AU Futura 4.0L Automatic	1999	3984		35.3
	Ford Falcon Futura AU Ser.II 4.0 Litre Auto	2000	3984	◎	29.1
	Ford Futura LPG AU Series II 4.0 litre Auto	2000	3984	◎	26.6
	Holden Commodore S VT 3.8L V6 Automatic	1998	3791		28.5
	Holden Commodore VT Series II Automatic	1999	3791	◎	27.7
	Holden Commodore VX 3.8 Litre V6 Automatic	2000	3791	◎	27.5

	廠牌	測試年份	排氣量(c.c.)	ABS	煞車距離(80 km/h)
Large	Holden Monaro CV6 Automatic	2002	3791	◎	27.7
	Holden Monaro CV8 Manual	2002	5665	◎	29.3
	Hyundai Grandeur 3.0L Automatic	1999	2972	◎	27.8
	Hyundai Sonata GLE 2.0L Automatic	1998	1997		32.9
	Hyundai Sonata GLE & GLS	1998	2493		31.8
	Hyundai Sonata EF-B 2.7 Litre GL automatic	2001	2657	◎	28.5
	Mitsubishi TH Magna 3.5L Automatic	1999	3497		31.3
	Mitsubishi Magna TJ 3.5L Automatic	2000	3497	◎	30
	Nissan Maxima ST 3.0L Automatic	2000	2988	◎	28
	Peugeot 406 ST Hdi 2.0 Litre Manual	2000	1997	◎	33.4
	Peugeot 406 ST Hdi 2.0 litre automatic	2001	1997	◎	26.9
	Toyota Avalon CSX 3.0 Litre Automatic	2000	2995	◎	28.5
	Toyota Camry Csi 3.0L V6 Automatic	1998	2995		30.3
	Toyota Camry Touring 3.0L V6 Automatic	1999	2995	◎	27.1
People	Chrysler Grand Voyager 3.3 Litre SE Automatic	2001	3301	◎	26.5
	Chrysler Voyager 3.3 Litre LX LWB Automatic	2000	3300	◎	30.6
	Daewoo Tacuma 2.0 Litre 5 Door Auto	2001	1998		33.2
	Daewoo Tacuma 2.0 Litre 5 Door Manual	2001	1998		30.1
	Holden Zafira 2.2 Litre Automatic	2001	2198	◎	28
	Honda Odyssey 2.3L Automatic	1998	2254	◎	32.3
	Honda Odyssey 3.0 Litre V6 Automatic	2000	2997	◎	33.2

	廠牌	測試年份	排氣量(c.c.)	ABS	煞車距離(80 km/h)
People	Hyundai Trajet 2.7 Litre V6 Automatic	2000	2700		31.2
	Kia Carens 1.8 Litre Automatic	2000	1793		35
	Kia Carnival 2.5L V6 Automatic	1999	2497		32.7
	Kia Carnival LS 2.5L Automatic	2002	2497		35.5
	Mazda MPV 2.5L V6 Automatic	2000	2498	◎	30.7
	Mazda Premacy 1.8 Litre	2001	1839	◎	30.3
	Mitsubishi Nimbus 2.4 L V4 Automatic	1998	2351		32.4
	Renault Scenic 2WD Manual	2001	1998	◎	29.2
	Renault Scenic 4WD Manual	2001	1998		35.2
	Toyota Spacia 2.0L Manual	1998	1998		34.2
	Toyota Tarago 2.4 Litre GLX Automatic	2000	2362		27.4
	Volkswagen Caravelle 2.5L Automatic	1998	2461		31.3
Sport	Alfa Romeo 166 3.0 litre V6 Sportronic	2001	2959	◎	27.3
	Citroen Xantia 2.0L Manual Coupe	1998	1970	◎	31.6
	Citroen Xantia 3.0L V6 Manual	1998	2959	◎	26.4
	Audi A4 Quattro 2.4L V6 Manual	1998	2393	◎	31
	BMW Z3 1.9L 4 Cylinder Manual	1998	1895	◎	26.2
	Ford Cougar 2.5L V6 Manual	1999	2500	◎	29
	Ford Mustang Cobra 4.6 Litre V8 Manual	2001	4600	◎	30
	Holden Monaro CV6	2002	3791	◎	27.7
	Holden Monaro CV8	2002	5665	◎	29.3

	廠牌	測試年份	排氣量(c.c.)	ABS	煞車距離(80 km/h)
Sport	Honda Integra Type R 1.8L Manual	2002	1797	◎	25.6
	Honda S2000 2.0L Manual	1999	1997	◎	30.6
	Jaguar S-Type 3.0L V6 Manual	1999	2967	◎	27.9
	Jaguar XJ8 4.0L Automatic	1998	3996	◎	27.9
	Lexus SC 430 Convertible/Coupe	2002	4293		33.7
	Mazda MX-5 1.8L Manual	1998	1839		27.8
	Mazda MX-5 Sports 1.8 Litre Six-speed Manual	2001	1839	◎	27.1
	Mercedes Benz CLK230 2.3L Automatic	1998	2295	◎	29.6
	MG F Roadster 1.8 Litre Stepspeed Automatic	2001	1796	◎	29.5
	Nissan 200SX Coupe 2.0L Turbocharged Manual	2001	1998	◎	26
	Porsche 911 Carrera 3.2 litre six-speed manual	1998	3179	◎	31.2
	Porsche Boxter S 3.4L Tiptronic	2000	3387		26.8
	Renault Megane Cabriolet 1.6 Litre	2001	1598	◎	31.8
	Saab 9-3 Aero Convertible 2.0L Automatic	2001	1985	◎	27.1
	Subaru Impreza WRX 2.0L Manual	1999	1994	◎	27.1
	Subaru Impreza RV 2.0 Litre Manual	1999	1994	◎	27.8
	Toyota Celica 1.8 Litre Manual	2000	1796	◎	28.6
	Toyota MR2 Spyder 1.8L Manual	2000	1794	◎	26.5
Volvo C70 2.4L Light Pressure Turbo Automatic	2000	2435	◎	27.2	
Luxury	Alfa Romeo 156 2.0 Litre Twin Spark Manual	1999	1970	◎	29.1
	Alfa Romeo 156 2.0 Litre Selespeed	2000	1970	◎	40.1

	廠牌	測試年份	排氣量(c.c.)	ABS	煞車距離(80 km/h)
Luxury	Audi A3 Five-door .6 Litre Manual	2001	1595	◎	31.1
	Audi A6 2.8L V6 Automatic	1998	2771	◎	30.1
	Audi S4 2.7 litre six speed manual	2000	2671	◎	27.6
	BMW 318i 1.9L 4 Cyl Manual	1998	1895	◎	30.7
	Ford Fairlane GHIA 4.0L Automatic	1999	3984	◎	30.5
	Ford Fairmont AU Ghia 4.0L VCT Automatic	1998	3984		30.2
	Holden Calais VT 5.0L V8 Automatic	1998	4987	◎	29
	Holden Statesman WH 5.7L V8 Automatic Sedan	1999	5665	◎	27.6
	Honda Accord VTi-L 2.3 Litre 4 Door Manual	2001	2254	◎	30.4
	Honda Legend 3.5L V6 Automatic	1999	3473	◎	26.3
	Honda Legend with Traction Control Automatic	1998	3474	◎	27.3
	Lexus ES300 3.0 Litre V6 Automatic	2002	2995	◎	26.8
	Lexus GS300 3.0L Automatic Sedan	1998	2997	◎	26.7
	Lexus LS430 4.3 Litre Automatic	2001	4293	◎	28
	Lexus SC 430 Convertible/Coupe	2002	4293	◎	33.7
	Mazda Eunos 800 2.3 L V6 Miller Cycle Automatic	1999	2254	◎	28.3
	Mazda Millenia 2.3 Litre V6 Automatic	2001	2254	◎	27.2
	Mercedes Benz C240 Automatic	2001	2597	◎	28.7
	Mercedes Benz C320 Automatic	2001	3199	◎	28.4
	Mercedes Benz E280 2.8 Litre V6 Automatic	2000	2799		27.1
Mercedes Benz S-Class 3.2L V6 Automatic	1999	3199		29	

	廠牌	測試年份	排氣量(c.c.)	ABS	煞車距離(80 km/h)
Luxury	Mercedes Benz S-Class 4.3L V8 Automatic	1999	4266		27
	Peugeot 607 3.0L V6 Automatic	2002	2946	◎	25.2
	Rover 75 Connoisseur 2.5 Litre Automatic	2001	2497	◎	27.4
	Saab 9-5 AERO Sedan 2.3 Litre manual	2000	2290	◎	26.1
	Saab 9-3 Aero 5-Door Sedan 2.0 Litre automatic	2000	1985	◎	26
	Saab 9-3 Monte Carlo 2L Manual	1999	1985	◎	31.7
	Saab 9-3 S 2.3L Automatic	1998	2290		32.5
	Saab 9-5 2.3L light pressure turbo Automatic	1998	2290		30.9
	Saab 9-5 Aero Estate 2.3 Litre Automatic	2000	2290	◎	26.6
	Saab 9-5 Arc 2.3t sedan	2002	2290	◎	26.8
	Saab 9-5 Estate 2.3L Turbo Automatic	1999	2290	◎	31.8
	Saab 9-5 SE Auto Sedan 2.3 Litre	2001	2290	◎	29.3
	Volvo S80 T6 2.8L Automatic	2002	2783	◎	27.1
	Volvo V70 SE 2.4L Automatic	2001	2435	◎	26.8
Volvo V70 T 2.5L Automatic	1998	2435	◎	32.3	
4WD	BMW X5 4WD wagon 4.4 Litre Automatic	2001	4398	◎	27.3
	BMW X5 4WD wagon 3.0 Litre Automatic	2001	2979	◎	26.8
	Chrysler Jeep 4.7L V8 Automatic	1999	4000	◎	28.4
	Ford Explorer 4.0 litre automatic	2002	4009	◎	29.4
	Daewoo Korando 3.2L Automatic	1999	3199	◎	34.8
	Daewoo Musso 2.9L Turbo Diesel Automatic	1998	2874		32.6

	廠牌	測試年份	排氣量(c.c.)	ABS	煞車距離(80 km/h)
4WD	Holden Frontera 3.2L V6 Manual	1999	3165	◎	39.3
	Holden Jackaroo 3.0L Turbo Diesel Manual	1998	2999		33.2
	Holden Jackaroo 3.5L V6 Petrol Automatic	2001	3494		31.5
	Holden Jackaroo Monterey 3.0 Litre Automatic	1998	2999		31.5
	Holden Suburban 5.7L Petrol Engine Automatic	2000	5734	◎	35.6
	Honda CR-V Sport 2.0L Manual	1999	1973		29.3
	Honda HR-V Five Door 1.6 Litre	2000	1590		29.5
	Honda HR-V Sport 1.6L Manual	1999	1590	◎	27.8
	Hyundai Santa Fe 2.7 Litre Automatic	2001	2656		27.5
	Kia Sportage 2.0 Litre Manual	2001	1998		33.8
	Land Rover Discovery SE7 2.5L Tdi Auto	1998	2495	◎	32.3
	Land Rover Discovery SE7 Td5 2.5L Turbo Diesel	1999	2495	◎	31.2
	Land Rover Freelander 2.5 V6 Automatic	2001	2497	◎	28.9
	Land Rover Freelander XE 2.0L Turbocharged Diesel	1998	1994	◎	37.5(wet track)
	Lexus LX470 4.7L V8 Automatic	1998	4664	◎	31.1
	Mazda Tribute 3.0 Litre V6 Automatic	2001	2967	◎	30.1
	Mercedes Benz ML320 3.2L V6 Automatic	1998	3199	◎	32.5
	Mitsubishi Challenger 3.0L V6 Automatic	1998	2972		29.6
	Mitsubishi Challenger LS 3.0 Litre V6 Automatic	2000	2972	◎	33.1
	Mitsubishi Pajero iO 1.8L Manual	1999	1834		40.3
Mitsubishi Pajero NM 3.5 Litre Automatic	2000	3497	◎	34.7	

	廠牌	測試年份	排氣量(c.c.)	ABS	煞車距離(80 km/h)
4WD	Nissan GU Patrol ST 2.8L Turbo Diesel Manual	1998	2826		39.3
	Nissan GU Patrol Ti 4.5L Automatic	1998	4479		34.6
	Nissan Pathfinder Series 2 ST 3.3L Automatic	1999	3274	◎	32.9
	Nissan Patrol ST 4.2L Turbo Diesel Manual	1999	4169		35.5
	Nissan Patrol ST 3.0L Limited Automatic	2000	2953		31.2
	Subaru Forester 3.0 Litre Turbo Diesel Manual	2000	1994	◎	29
	Subaru Forester GT 2L Turbocharged Automatic	1999	1994	◎	28.5
	Subaru Outback H6 3.0 Litre Automatic	2000	2999	◎	28.2
	Suzuki Grand Vitara 2.5L Automatic	1998	2493	◎	33.8
	Suzuki Grand Vitara 2.0L Manual	1999	1995		33.6
	Suzuki Jimny 1.3L Automatic	1999	1298		32
	Suzuki XL-7 4WD 2.7 Litre V6 Manual	2001	2736	◎	30.4
	Toyota Landcruiser 4.2 Litre Manual	2000	4164	◎	36
	Toyota Landcruiser 100 Series Standard 4.5L Manual	1998	4477	◎	35.6
	Toyota Landcruiser 100 Series GXV 4.7L V8 Automatic	1998	4664	◎	30.5
	Toyota Landcruiser 78 series 4.2L Diesel Manual	1999	4164	◎	40.1
	Toyota Prado 3.0L Turbo Diesel	2000	2982		31.7
Toyota RAV4 Cruiser 2.0 Litre Five Door Manual	2000	1998	◎	38.1	
Commercial	Citroen Berlingo 1.4L Manual	1999	1360		無測試資料
	Ford Falcon AU Ute XL 4.0L Manual	1999	3984		無測試資料

	廠牌	測試年份	排氣量(c.c.)	ABS	煞車距離(80 km/h)
Commercial	Ford Falcon AUII Utility XR8 Pursuit automatic	2001	4942	◎	26.7
	Holden Rodeo 3.2L V6 Manual	1998	3165		34.2
	Holden VU Utility 3.8 litre Automatic Ute	2001	3791	◎	37.2
	Holden VU Utility 5.7 litre Manual SS	2001	5665	◎	26.8
	Mazda Bravo 2.5L Turbo Diesel Manual	1999	2500		32.6
	Toyota Hilux 2.7L Petrol Manual	1998	2694	◎	38.3
	Toyota Hilux 3.0 litre Turbo Diesel Manual	2000	2982	◎	無測試資料

## 附錄 C Movit 網站煞車距離測試資料

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
Alfa Romeo 166 3.0	2001	2959	◎	41.5	43.3
Alfa Romeo 145 1.4 Twin	1998	1712	◎	41.0	41.0
Alfa Romeo 146 1.6 Twin				40.8	
Alfa Romeo 156 1.9 JTD	2001	1910		41.5	43.8
Alfa Romeo 156 2.4 TD	1997	2387	◎	42.9	48.1
Alfa Romeo GTV 2.0 TS	1999	1976	◎	39.7	
Alfa Romeo Spider	1993	2000		51.4	40.6
Alfa Romeo Spider 2.0 TS	1997	2000	◎	39.8	49.5
Alpina B10 V8	1999	4600	◎	37.1	38.5
Aston Martin Vantage	1998	5340		41.9	47.0
Aston Martin DB7 Vantage	2000	5935	◎	37.8	40.2
Audi A2	2002	1390	◎	41.0	41.5
Audi A3 1.6	2001	1595	◎	38.6	37.5
Audi A3 1.8	2001	1789	◎	39.0	40.6
Audi A3 T	2001	1800	◎	37.8	

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
<b>Audi A4 1.6</b>	1999	1595	◎	<b>40.2</b>	<b>41.5</b>
<b>Audi A4 2.8 Quattro</b>	2000	2800	◎	<b>37.1</b>	<b>42.6</b>
<b>Audi A4 2.8 Avant</b>	2002	2771	◎	<b>41.9</b>	<b>45.4</b>
<b>Audi A6 1.8 Avant Quattro</b>	1999	1781	◎	<b>43.1</b>	
<b>Audi A6 Avant 2.6</b>	2000	2771	◎	<b>40.6</b>	<b>43.1</b>
<b>Audi A6 2.5 TDI</b>	2001	2461	◎	<b>38.2</b>	<b>39.0</b>
<b>Audi A8 4.2 Quattro</b>	2001	4172	◎	<b>39.8</b>	<b>42.4</b>
<b>AUDI S4</b>	2002	2671	◎	<b>41.5</b>	<b>37.5</b>
<b>Audi TT 1.8 T</b>	2001	1781	◎	<b>38.2</b>	<b>39.8</b>
<b>Audi TT 1.8 T Quattro</b>	2000	1781		<b>36.1</b>	<b>37.5</b>
<b>Audi TT B&amp;B</b>				<b>39.0</b>	
<b>Audi TT WKR</b>				<b>41.5</b>	
<b>Audi TT Hohenester</b>				<b>39.4</b>	
<b>Audi TT Projektzwo</b>				<b>42.4</b>	
<b>Bentley Arnage</b>	1999~2002	4398	◎	<b>39.8</b>	<b>42.4</b>

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
BMW 316 i	1999	1596	◎	39.4	40.6
BMW 318 i	2001	1895	◎	41.2	
BMW 318 is Coupe	2002	1895	◎	40.6	
BMW 320 I	2002	2171	◎	39.4	45.4
BMW 320 d	1999	2000	◎	36.7	37.8
BMW 323 ti compact				37.8	38.6
BMW 328 i	1996	2793	◎	38.2	38.6
BMW 328 i Touring				38.2	38.6
BMW 330 Ci	2001~2002	2979	◎	38.6	39.0
BMW 523 i Touring				39.0	39.0
BMW 528 i	1997	2800	◎	40.2	41.5
BMW 530 d				38.6	40.6
BMW 540 i	1999	4398	◎	40.1	40.4
BMW 540 i Hartge	1999	4398	◎	37.8	39.0
BMW M3 neu	1998~2002	3246	◎	38.2	38.6

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
BMW M 5 neu	2000~2002	4941	◎	38.6	39.2
BMW 740 i	1999	4398	◎	41.9	41.0
BMW 750 il	1999	5379	◎	37.8	43.3
BMW M Coupe Digi Tec	1999~2002	3246	◎	38.2	
BMW M Coupe Hamann	1999~2002	3246	◎	41.0	
BMW M Coupe Hartge	1999~2002	3246	◎	38.2	
BMW M Roadster	1998~1999	3246	◎	37.1	37.8
BMW X5 4.4i	2000~2002	4398	◎	41.5	43.3
BMW Z3 1.9	1996	1900		38.5	39.8
BMW Z3 1.9 MK Motorsp				38.2	39.9
BMW Z3 2.0	1999	1991	◎	38.2	37.5
BMW Z3 2.8	2001	2793	◎	36.7	39.0
BMW Z8	2000~2001	4941	◎	37.5	37.5
Camaro Z 28				37.8	41.0
Cadillac Escalade	1999~2002	5967	◎	110 kph 72.60	

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
<b>Cadillac Seville STS</b>	1997~2002	4565	◎	<b>38.6</b>	<b>41.0</b>
<b>Chevrolet Tahoe LT</b>	1996~2002	5326	◎	<b>48.2</b>	<b>62.2</b>
<b>Chrysler 300 M 2.7</b>				<b>39.4</b>	<b>42.9</b>
<b>Chrysler 300 M 3.5</b>	1999~2002	3518	◎	<b>46.0</b>	
<b>Chrysler Viper GTS</b>	2000	8000		<b>40.2</b>	<b>42.4</b>
<b>Citroen C5 2.2 HDI</b>	2001	2179	◎	<b>41.5</b>	<b>37.8</b>
<b>Citroen C5 3.0i V6 Exclusive</b>				<b>37.8</b>	<b>40.2</b>
<b>Corvette C5</b>	2000	5680	◎	<b>39.4</b>	
<b>Corvette C5 cabrio</b>				<b>38.6</b>	<b>37.8</b>
<b>Daewoo Leganza 2.0 CDX</b>	1999~2001	2198	◎	<b>42.3</b>	
<b>Ferrari F 355 F1</b>	1999	3496	◎	<b>36.6</b>	<b>37.5</b>
<b>Ferrari Maranello</b>	1998~2002	5474	◎	<b>38.2</b>	<b>37.8</b>
<b>Ferrari Modena</b>	1999	1747	◎	<b>37.1</b>	<b>37.5</b>
<b>Fiat Barchetta</b>	1995	1581	◎	<b>41.9</b>	<b>45.4</b>
<b>Fiat Brava 1.6 16v ELX</b>	1998	1581		<b>43.9</b>	

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
<b>Fiat Bravo 155 20V HGT</b>	1998	1995		<b>40.2</b>	
<b>Fiat Coupe 2.0 20 V</b>				<b>38.8</b>	
<b>Fiat Multipla JTD 105 ELX</b>		1581	◎	<b>42.4</b>	<b>43.8</b>
<b>Fiat Punto Sporting</b>	2000	1200	◎	<b>39.8</b>	<b>41.9</b>
<b>Ford Cougar 24 V Wild</b>	2001	2500		<b>38.0</b>	<b>40.2</b>
<b>Ford Escort 1.8TD Turnier</b>		1753	◎	<b>40.6</b>	<b>46.4</b>
<b>Ford Fiesta 1.3</b>				<b>40.2</b>	<b>47.7</b>
<b>Ford Focus 1.4 i 16v</b>				<b>42.4</b>	<b>45.4</b>
<b>Ford Focus 1.8 DI Ghia</b>				<b>41.5</b>	<b>44.3</b>
<b>Ford Focus 1.8 DI Turnier</b>				<b>41.0</b>	<b>44.3</b>
<b>Ford Focus 2.0 i 16V</b>				<b>40.6</b>	
<b>Ford Galaxy 2.3 Trend</b>				<b>40.6</b>	<b>55.1</b>
<b>Ford Mondeo 2.0 i GLX</b>	2000	1988	◎	<b>37.8</b>	<b>42.0</b>
<b>Ford Mondeo 2.5 V6 24 V</b>	1999	2544	◎	<b>44.4</b>	
<b>Ford Mondeo 2.5 V6 Ghia</b>				<b>37.1</b>	<b>39.8</b>

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
<b>Ford Puma Wolf</b>				<b>38.2</b>	
<b>Ford KA</b>	1997	1000		<b>44.3</b>	<b>46.6</b>
<b>Honda Accord 1.8i ES</b>				<b>40.6</b>	<b>40.6</b>
<b>Honda CR-V 2.0 RVSi</b>	2000	1972		<b>47.4</b>	
<b>Honda Integra Type R</b>	2000~2002	1997	◎	<b>37.8</b>	<b>38.2</b>
<b>Honda S 2000</b>	1999	1975	◎	<b>37.1</b>	<b>36.1</b>
<b>Hyundai Coupe</b>				<b>41.1</b>	
<b>Hyundai Galopper 2.5 TDI</b>				<b>46.50</b>	
<b>Hyundai H1 Starex</b>	1997	2600		<b>44.3</b>	<b>61.5</b>
<b>Hyundai Lantra</b>	1999	1599		<b>41.5</b>	<b>47.1</b>
<b>Jaguar S</b>	2000~2002	2967	◎	<b>38.6</b>	<b>39.8</b>
<b>Jaguar X -Type 3.0 V6 Sport</b>	2002	2495	◎	<b>36.8</b>	<b>38.7</b>
<b>Jaguar XL8 4.0 Sovereign</b>				<b>40.2</b>	<b>45.9</b>
<b>Jaguar XJR 4.0</b>	1990	3980	◎	<b>41.5</b>	
<b>Jaguar XK8</b>	2001~2002	3996	◎	<b>43.3</b>	<b>56.7</b>

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
Jaguar XKR Cabrio	2001~2002	3996	◎	39.0	38.2
Jeep Grand Cherokee 4.7 Limited	1998~2002	4701	◎	37.5	52.1
Kia Sportage	1999~2002	1908	◎	55.9	71.7
Lancia Delta HPE 2.0 HF	1999	1995	◎	37.8	46.8
Lancia K 2.4 JTD LS				43.7	
Lancia Kappa Coupe				41.0	40.6
Lancia Y elefantino				45.9	51.7
Lancia Z 2.1 td				44.5	
Landrover Freelander 2.0	2002	2497	◎	43.8	57.6
Landrover Discovery V8i	1998~2002	3950	◎	44.9	59.4
Lexus GS 300	2001~2002	2997	◎	39.4	47.0
Lexus LS 400	1996~2000	3996	◎	37.5	51.4
Lexus Lx 400	2000		◎	110 kph/66.30	
Lincoln Navigator	1998~2002	5408	◎	110 kph/73.3	
Lotus Elise 111s	2000	1795		44.3	38.6

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
<b>Lotus Esprit GT3</b>	1998~2002	3588	◎	<b>42.9</b>	<b>41.1</b>
<b>Lotus Esprit Sport 350</b>	2001	3506		<b>40.2</b>	<b>41.9</b>
<b>Lincol Navigator</b>				<b>56.7</b>	<b>53.6</b>
<b>Maserati Quattro.V8 Evo</b>				<b>38.6</b>	<b>38.9</b>
<b>Mazda 626 1.8 GLX SW</b>	2001	1991	◎	<b>45.0</b>	
<b>Mazda 626 TD</b>				<b>40.2</b>	<b>42.9</b>
<b>Mazda MPV 2.5 TD</b>	2000	2498	◎	<b>43.8</b>	
<b>Mazda MX-5 1.9 16v</b>	2000	1839	◎	<b>37.5</b>	<b>48.2</b>
<b>MCC Smart</b>	1998	600	◎	<b>45.4</b>	<b>50.1</b>
<b>Mercedes A 140</b>	2001	1397	◎	<b>39.8</b>	<b>40.6</b>
<b>Mercedes A 160</b>	2001	1598	◎	<b>38.2</b>	<b>40.6</b>
<b>Mercedes A 170 CDI</b>	2001	1689	◎	<b>42.4</b>	<b>44.9</b>
<b>Mercedes C 180</b>	2002	1998	◎	<b>39.0</b>	<b>39.0</b>
<b>Mercedes C 200 cdi</b>	2002	1998	◎	<b>37.5</b>	<b>39.5</b>
<b>Mercedes C 220 cdi</b>	2002	2148	◎	<b>37.1</b>	<b>38.5</b>

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
<b>Mercedes C 280</b>	2000	2799	◎	<b>37.8</b>	<b>38.3</b>
<b>Mercedes C 280 T</b>				<b>37.1</b>	<b>40.2</b>
<b>Mercedes CLK Cabrio</b>				<b>40.2</b>	<b>39.4</b>
<b>Mercedes CLK 320</b>	2000~2002	3199	◎	<b>36.1</b>	<b>38.2</b>
<b>Mercedes CLK 430</b>	2000~2002	4266	◎	<b>36.4</b>	<b>39.4</b>
<b>Mercedes E 280</b>	2001	2799	◎	<b>40.2</b>	<b>39.4</b>
<b>Mercedes E 320</b>	1998~2002	3199	◎	<b>40.2</b>	<b>41.9</b>
<b>Mercedes E 430</b>	1998~2002	4266	◎	<b>40.2</b>	<b>40.8</b>
<b>Mercedes ML 320</b>	1998~2002	3199	◎	<b>43.8</b>	<b>49.5</b>
<b>Mercedes ML 430</b>	1999	3199	◎	<b>43.8</b>	<b>42.4</b>
<b>Mercedes S 430</b>	2000~2002	4266	◎	<b>39.8</b>	<b>39.4</b>
<b>Mercedes S 500 L</b>	2000~2002	4966	◎	<b>41.6</b>	
<b>Mercedes SL 500 Cabrio</b>	1998~2002	4966	◎	<b>38.6</b>	<b>40.7</b>
<b>Mercedes SL 600</b>	2002	5987	◎	<b>38.6</b>	<b>38.6</b>
<b>Mercedes SLK 200</b>	2002	2000	◎	<b>41.5</b>	<b>40.2</b>

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
<b>Mercedes SLK 230 Kompr</b>	1998~2001	2295	◎	<b>37.5</b>	<b>37.5</b>
<b>Mercedes SLK Carlsson CK 23</b>				<b>39.4</b>	<b>38.2</b>
<b>Mercedes AMG C 36</b>				<b>40.6</b>	<b>40.6</b>
<b>Mercedes AMG E 5.5</b>	2002	5500	◎	<b>35.4</b>	<b>42.8</b>
<b>Mercedes AMG S 5.5</b>				<b>38.6</b>	<b>39.4</b>
<b>Mitsubishi Carisma 1.8</b>				<b>41.1</b>	<b>48.3</b>
<b>Mitsubishi Carisma GT</b>	2001	1997		<b>39.8</b>	
<b>Mitsubishi Eclipse 2.0</b>	1999	1996	◎	<b>40.2</b>	
<b>Mitsubishi Galant</b>	1998~2002	2350		<b>41.9</b>	<b>43.8</b>
<b>Mitsubishi GDI Space wagon</b>	1999	2350	◎	<b>40.6</b>	<b>42.4</b>
<b>Mitsubishi GT Evo 5</b>				<b>39.8</b>	<b>40.6</b>
<b>Mitsubishi Pajero 2.5 TDI</b>				<b>50.2</b>	
<b>Mitsubishi Pajero 3500 V6</b>	1998	3497	◎	<b>44.3</b>	<b>55.9</b>
<b>Nissan Primera 2.0 16v</b>				<b>44.1</b>	
<b>Opel Astra 1.6 Caravan</b>	1998	1598	◎	<b>41.0</b>	<b>41.9</b>

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
Opel Astra 1.6 16V Sport				44.0	
Opel Astra 2.0 16V				39.8	
Opel Astra 2.0 DI 16 v				41.5	42.2
Opel Astra 2.0 DI caravan				39.8	41.0
Opel Corsa 1.0 12 V	2002	1398	◎	49.5	55.9
Opel Corsa 1.2 16V	1998	1398	◎	48.2	52.1
Opel Frontera 2.2 DTI				41.0	48.2
Opel Monterey 3.5 V6 LTD				44.3	47.6
Opel Omega 2.0 16 V	2000	1998	◎	39.6	
Opel Tigra 1.6				39.0	45.9
Opel Vectra 1.8 16v SW	1999	1799	◎	42.3	
Opel Vectra 2.0 DTI 16v	1999	1988	◎	39.4	40.6
Opel Vectra 2.0 16V Sport	1999	1988	◎	37.3	36.9
Opel Vectra i 500				38.2	39.8
Peugeot 206 1.1				40.8	41.7

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
Peugeot 206 1.4 xt				45.2	
Peugeot 306 S 16	1998	1761	◎	38.6	
Peugeot 306 XR Break				42.4	44.3
Peugot 405 1.8 SR GPL				45.0	
Peugot 406 2.0 hdi st	1999	1998	◎	40.6	41.9
Peugot 406 Coupe	1999	2946	◎	41.3	
Peugot 806 2.0 16 v Premium				41.9	54.3
Porsche Carrera 4	2002	3600	◎	37.5	
Porsche Carr.Cabr.				36.4	35.1
Porsche 911 Turbo				36.0	34.9
Porsche 911 GT2	2002	3600	◎	35.5	36.7
Porsche GT3	1999	3387	◎	35.1	35.1
Porsche 911 GT3 Cup				32.2	
Porsche Boxter	1999~2002	2687	◎	39.0	38.2
Porsche Boxter S	2000~2002	3179	◎	36.4	35.1

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
<b>Range Rover</b>	2002	4554	◎	<b>110 kph/ 62.7</b>	
<b>Renault Clio</b>				<b>43.4</b>	
<b>Renault Espace 2.0 16V RXE</b>				<b>42.4</b>	<b>47.6</b>
<b>Renault Espace V6</b>				<b>47.6</b>	<b>44.9</b>
<b>Renault Laguna W2.2 dt</b>				<b>48.2</b>	<b>killed</b>
<b>Renault Laguna 3.0 V6 24V</b>				<b>38.6</b>	<b>38.6</b>
<b>Renault Megane 1.9 dTi</b>		1870		<b>45.6</b>	
<b>Renault Megane 1.9 dTi RXE</b>		1870		<b>39.8</b>	<b>40.6</b>
<b>Renault Megane Scenic 1.9 dti</b>				<b>43.3</b>	<b>49.1</b>
<b>Renault Megane 2.0 16v</b>				<b>39.4</b>	
<b>Renault Megane Coach</b>				<b>44.9</b>	<b>52.1</b>
<b>Renault Scenic RX4</b>	2001	1998	◎	<b>41.5</b>	<b>42.4</b>
<b>Renault Twingo 1.2</b>	1999	1149		<b>47.0</b>	<b>58.5</b>
<b>Rover 220 SDi</b>	1999	2000		<b>43.2</b>	
<b>Rover 620 Si</b>	1997	1997	◎	<b>42.5</b>	

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
Saab 9-3SE 2.2 TID	1999~2002	2290	◎	42.4	45.9
Saab 9-5 SE 2.3 Kombi	2002	1985	◎	40.6	41.9
Saab 9-5 3.0 V6 t SE	2000	2962	◎	40.2	47.6
Seat Alhambra 1.9 TDI				44.9	
Seat Ibiza Cupra 2				36.4	39.4
Seat Ibiza Cupra 2.0 16v	1977	1984	◎	43.3	
Skoda Octavia 1.6		1595		46.5	
Skoda Octavia 1.8				41.1	40.9
Skoda Octavia 1.9 tdi slx				41.8	
Subaru Impreza Turbo GT				41.9	42.9
Subaru Outback H6-3.0	2000~2002	2999	◎	43.6	43.6
Suzuki Jimny	2001	1300		45.9	47.6
Toyota Avensis Station W				43.4	
Toyota Celica 2.0 16v	1994~2002	1794		43.4	
Toyota Corolla 1.3 G6	1997	1300	◎	46.5	

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
<b>Toyota Landcruiser 100 V8 special</b>	1995~2002	4664	◎	<b>45.9</b>	<b>51.4</b>
<b>Toyota Previa</b>	1991~1997	2438		<b>38.6</b>	<b>39.8</b>
<b>Toyota RAV4</b>	1997~2002	1998	◎	<b>45.9</b>	<b>64.3</b>
<b>Volvo S 40 1.8</b>	2002	1948	◎	<b>40.2</b>	<b>47.7</b>
<b>Volvo S 40 2.0 T</b>	2000~2001	1948	◎	<b>41.5</b>	<b>41.9</b>
<b>Volvo S60 2.4</b>	2000~2001	2435	◎	<b>40.7</b>	<b>43.2</b>
<b>Volvo S 70</b>	2000	1984	◎	<b>39.0</b>	<b>41.5</b>
<b>Volvo S 80 2.9</b>	1999~2002	2922	◎	<b>41.0</b>	<b>48.8</b>
<b>Volvo V 40</b>	2000~2002	1948	◎	<b>41.7</b>	
<b>Volvo V 70</b>	1998~2002	2319	◎	<b>48.2</b>	<b>47.8</b>
<b>VW Beetle 2.0</b>	2000	1984	◎	<b>38.2</b>	<b>39.2</b>
<b>VW Beetle Digi Tec 1.8T</b>	2002	2327	◎	<b>42.2</b>	
<b>VW Beetle Muggianu VR6</b>	2002	1595	◎	<b>42.4</b>	
<b>VW Beetle Wendland TDI</b>	2002	1800	◎	<b>43.8</b>	
<b>VW Beetle ascari TDI</b>				<b>41.0</b>	

車型	年份	排氣量 c.c	ABS	煞車距離	
				100 kmh - 0 empty	100 kmh - 0 loaded
VW Bora 2.3 V5	2000	2324	◎	37.1	40.2
VW Golf 1.6	2002	1600	◎	42.3	
VW Golf 1.8 20V				39.8	41.2
VW Golf 1.8 T GTI				38.2	
VW Golf 1.9 TDI	2002	1900	◎	38.6	41.9
VW Golf Variant TDI				42.9	45.9
VW Golf V5 4 motion				38.6	
VW Passat TDI	2000	1781	◎	41.0	40.6
VW Passat V5 Comfortline	2001~2002	2324	◎	38.9	41.9
VW Passat VR5				37.8	39.9
VW Polo 75	2001	1390	◎	42.9	44.3
VW Sharan	2000	2792	◎	43.3	46.5

## 附錄 D 速度推估公式及推估結果

表 D-1 Corona 車，三義路段，乾地輕載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	2.79	5.79	9.64	14.35	19.91	26.33	33.61	41.75
實測煞車距離 ( m )	5.09	8.53	13.13	18.86	25.94	34.17	42.76	52.3
推估 $V_s$ ( Km/hr )	25.53	36.78	46.16	56.31	66.33	74.95	84.68	94.38
推估初速 $V$ ( Km/hr )	28.78	40.03	49.53	60.15	70.63	79.55	89.72	99.57
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	4.58	8.29	13.01	18.94	25.88	33.71	42.68	52.10
煞車距離誤差 (%)	-10.04	-2.85	-0.88	0.42	-0.25	-1.33	-0.20	-0.39
推估速度誤差 (%)	-4.07	0.08	-0.94	0.25	0.90	-0.57	-0.31	-0.43
阻力係數 $f$	0.92	0.92	0.87	0.87	0.87	0.84	0.84	0.84
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-2 Corona 車，三義路段，乾地滿載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	2.66	6.22	10.79	16.38	22.99	30.61	39.25	48.9
實測煞車距離 ( m )	5.42	9.93	15.61	21.76	29.68	39.38	50.77	59.61
推估 $V_s$ ( Km/hr )	24.11	36.86	45.34	55.86	66.18	74.82	84.73	94.57
推估初速 $V$ ( Km/hr )	27.14	39.90	48.38	59.30	70.02	78.89	89.17	99.01
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	4.36	8.71	14.23	21.08	29.11	38.17	48.53	59.22
煞車距離誤差 (%)	-19.53	-12.25	-8.82	-3.12	-1.92	-3.08	-4.42	-0.66
推估速度誤差 (%)	-9.53	-0.26	-3.24	-1.16	0.02	-1.39	-0.92	-0.99
阻力係數 $f$	0.86	0.86	0.75	0.75	0.75	0.72	0.72	0.72
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-3 Corona 車，三義路段，濕地輕載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	4.44	7.81	12.14	17.42	23.67	30.89	39.06	48.2
實測煞車距離 ( m )	5.48	9.69	14.27	21.3	29.1	38.63	47.88	58.51
推估 $V_s$ ( Km/hr )	28.69	38.06	48.09	57.61	67.15	76.20	85.69	95.19
推估初速 $V$ ( Km/hr )	31.27	40.63	50.74	60.56	70.50	79.89	89.77	99.66
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	6.38	10.35	15.33	21.61	29.13	37.74	47.50	58.39
煞車距離誤差 (%)	16.41	6.84	7.40	1.46	0.10	-2.30	-0.80	-0.21
推估速度誤差 (%)	4.23	1.58	1.48	0.93	0.71	-0.13	-0.25	-0.34
阻力係數 $f$	0.73	0.73	0.75	0.75	0.75	0.74	0.74	0.74
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-4 Corona 車，三義路段，濕地滿載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	3.22	8.11	14.4	22.08	31.15	41.63	53.49	66.76
實測煞車距離 ( m )	6.1	10.96	17.42	24.63	34.1	48.35	60.64	76.11
推估 $V_s$ ( Km/hr )	24.44	38.78	47.24	58.49	69.47	76.95	87.23	97.45
推估初速 $V$ ( Km/hr )	27.01	41.35	49.39	60.97	72.27	79.82	90.39	100.91
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	4.92	10.69	17.52	26.42	36.89	48.65	62.18	77.29
煞車距離誤差 (%)	-19.30	-2.43	0.58	7.28	8.17	0.62	2.54	1.55
推估速度誤差 (%)	-9.96	3.39	-1.22	1.61	3.25	-0.23	0.43	0.91
阻力係數 $f$	0.73	0.73	0.61	0.61	0.61	0.56	0.56	0.56
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-5 Corona 車，大甲路段，乾地輕載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	2.2	5.49	9.72	14.88	20.99	28.03	36.02	44.94
實測煞車距離 ( m )	5.3	9.21	13.54	19.7	26.14	34.09	43.86	53.04
推估 $V_s$ ( Km/hr )	22.92	36.21	45.54	56.35	66.92	75.94	86.09	96.16
推估初速 $V$ ( Km/hr )	26.24	39.52	48.80	60.05	71.07	80.37	90.95	101.16
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	3.85	7.96	13.05	19.46	26.99	35.49	45.21	55.45
煞車距離誤差 (%)	-27.43	-13.60	-3.60	-1.20	3.27	4.11	3.07	4.54
推估速度誤差 (%)	-12.55	-1.19	-2.40	0.09	1.53	0.46	1.05	1.16
阻力係數 $f$	0.94	0.94	0.84	0.84	0.84	0.81	0.81	0.81
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-6 Corona 車，大甲路段，乾地滿載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	3.53	7.22	11.97	17.78	24.64	32.55	41.53	51.55
實測煞車距離 ( m )	5.96	10.06	15.65	22.32	30.19	39.64	48.87	61.44
推估 $V_s$ ( Km/hr )	26.11	37.33	46.79	57.02	67.13	76.62	86.54	96.42
推估初速 $V$ ( Km/hr )	28.79	40.02	49.71	60.33	70.81	80.63	90.93	100.81
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	5.33	9.73	15.50	22.56	30.83	40.26	50.98	62.04
煞車距離誤差 (%)	-10.58	-3.31	-0.96	1.06	2.12	1.58	4.31	0.98
推估速度誤差 (%)	-4.05	0.04	-0.58	0.54	1.16	0.78	1.03	0.81
阻力係數 $f$	0.76	0.76	0.72	0.72	0.72	0.71	0.71	0.71
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-7 Corona 車，大甲路段，濕地輕載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	3.58	7.38	12.26	18.23	25.28	33.42	42.64	52.94
實測煞車距離 ( m )	5.54	9.6	14.68	21.41	28.33	38.74	47.4	61.34
推估 $V_s$ ( Km/hr )	26.63	38.24	47.68	58.14	68.47	77.09	87.07	97.02
推估初速 $V$ ( Km/hr )	29.38	40.99	50.26	61.01	71.72	80.58	90.94	101.26
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	5.41	9.94	15.42	22.45	30.83	40.33	51.18	63.29
煞車距離誤差 (%)	-2.32	3.54	5.05	4.86	8.82	4.10	7.98	3.17
推估速度誤差 (%)	-2.05	2.48	0.51	1.69	2.46	0.73	1.04	1.26
阻力係數 $f$	0.78	0.78	0.73	0.73	0.73	0.70	0.70	0.70
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-8 Corona 車，大甲路段，濕地滿載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	4.13	8.68	14.53	21.68	30.12	39.87	50.91	63.25
實測煞車距離 ( m )	6.33	10.94	17.3	24.88	34.61	43.29	55.51	71.49
推估 $V_s$ ( Km/hr )	26.71	38.72	47.45	57.96	68.32	77.95	88.09	98.18
推估初速 $V$ ( Km/hr )	29.11	41.12	49.60	60.43	71.11	81.02	91.47	101.89
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	5.95	11.25	17.66	25.99	35.77	46.98	59.69	73.87
煞車距離誤差 (%)	-5.96	2.86	2.10	4.45	3.36	8.53	7.53	3.33
推估速度誤差 (%)	-2.97	2.80	-0.80	0.72	1.59	1.28	1.64	1.89
阻力係數 $f$	0.68	0.68	0.61	0.61	0.61	0.60	0.60	0.60
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-9 Vannette 車，三義路段，乾地輕載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	3.72	6.56	10.21	14.68	19.96	26.05	32.95	40.66
實測煞車距離 ( m )	5.4	9.33	14	19.89	27.22	34.53	46.02	55.85
推估 $V_s$ ( Km/hr )	27.67	36.74	46.40	55.63	64.87	74.11	83.35	92.59
推估初速 $V$ ( Km/hr )	30.52	39.60	49.62	59.29	68.97	78.65	88.33	97.71
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	5.61	9.04	13.59	19.21	25.80	33.36	41.89	50.83
煞車距離誤差 (%)	3.94	-3.11	-2.91	-3.40	-5.21	-3.39	-8.98	-8.99
推估速度誤差 (%)	1.75	-1.01	-0.77	-1.18	-1.47	-1.69	-1.86	-2.29
阻力係數 $f$	0.81	0.81	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-10 Vannette 車，三義路段，乾地滿載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	5.53	9.586667	14.28333	19.59	26.37667	33.86333	43.77
實測煞車距離 ( m )	5.78	9.92	14.7	20.09	26.96	34.53	44.52
推估 $V_s$ ( Km/hr )	28.02	36.70	46.98	56.12	65.29	75.41	84.73
推估初速 $V$ ( Km/hr )	30.66	39.35	50.22	59.79	69.39	80.04	89.80
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	6.02	9.54	14.42	20.23	27.04	34.94	43.79
煞車距離誤差 (%)	4.23	-3.83	-1.93	0.70	0.31	1.20	-1.65
推估速度誤差 (%)	2.21	-1.63	0.45	-0.35	-0.88	0.05	-0.23
阻力係數 $f$	0.75	0.75	0.80	0.80	0.80	0.82	0.82
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-11 Vannette 車，三義路段，濕地輕載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	3.57	6.88	11.13	16.33	22.47	29.56	37.59	46.57
實測煞車距離 ( m )	6.46	10.84	17.68	22.53	31.38	38.98	54.19	64.85
推估 $V_s$ ( Km/hr )	25.73	35.72	45.12	54.65	64.11	73.53	82.91	92.29
推估初速 $V$ ( Km/hr )	28.30	38.29	47.66	57.48	67.32	77.12	86.89	96.65
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	5.34	9.29	14.15	20.33	27.71	36.20	45.78	56.47
煞車距離誤差 (%)	-17.26	-14.27	-19.98	-9.75	-11.70	-7.14	-15.52	-12.92
推估速度誤差 (%)	-5.65	-4.27	-4.68	-4.20	-3.83	-3.60	-3.46	-3.35
阻力係數 $f$	0.73	0.73	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

附註：本次推估誤差較大的原因可能是實驗時，路面潮濕程度不同所致。

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-12 Vannette 車，三義路段，濕地滿載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	4.57	8.04	12.5	17.96	24.41	31.86	40.29
實測煞車距離 ( m )	6.23	10.47	15.61	21.94	28.47	36.52	47.71
推估 $V_s$ ( Km/hr )	28.10	37.27	47.81	57.31	66.82	77.39	87.03
推估初速 $V$ ( Km/hr )	30.49	39.67	50.35	60.23	70.12	81.17	91.20
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	6.47	10.53	15.67	22.25	29.98	38.96	49.02
煞車距離誤差 (%)	3.85	0.60	0.37	1.39	5.30	6.69	2.75
推估速度誤差 (%)	1.65	-0.84	0.71	0.39	0.17	1.47	1.34
阻力係數 $f$	0.68	0.68	0.72	0.72	0.72	0.74	0.74
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-13 Vannette 車，大甲路段，乾地輕載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	3.8	6.93	10.95	15.86	21.67	28.36	35.95	44.44
實測煞車距離 ( m )	5.47	9.24	14.24	19.99	27.65	34.88	45.54	55.34
推估 $V_s$ ( Km/hr )	27.61	37.29	47.17	56.77	66.36	75.92	85.47	95.03
推估初速 $V$ ( Km/hr )	30.40	40.08	50.28	60.30	70.31	80.29	90.27	99.97
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	5.69	9.44	14.38	20.47	27.62	35.81	45.07	54.83
煞車距離誤差 (%)	3.97	2.15	0.95	2.38	-0.11	2.68	-1.02	-0.92
推估速度誤差 (%)	1.34	0.20	0.55	0.50	0.44	0.36	0.30	-0.03
阻力係數 $f$	0.79	0.79	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-14 Vannette 車，大甲路段，乾地滿載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	2.22	5.5	9.7	14.85	20.92	27.94	35.88
實測煞車距離 ( m )	5.6	9.4	14.14	20.8	28	36.7	45.1
推估 $V_s$ ( Km/hr )	22.65	35.66	44.95	55.62	66.01	74.88	84.85
推估初速 $V$ ( Km/hr )	25.86	38.87	48.28	59.38	70.21	79.34	89.73
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	3.85	7.93	13.13	19.55	27.05	35.53	45.20
煞車距離誤差 (%)	-31.30	-15.61	-7.14	-6.02	-3.41	-3.20	0.21
推估速度誤差 (%)	-13.79	-2.83	-3.45	-1.04	0.29	-0.83	-0.30
阻力係數 $f$	0.91	0.91	0.82	0.82	0.82	0.79	0.79
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-15 Vannette 車，大甲路段，濕地輕載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	2.75	6.84	12.1	18.52	26.12	34.88	44.81	55.91
實測煞車距離 ( m )	6.02	10.33	15.52	22.59	30.65	41.54	52.77	66.95
推估 $V_s$ ( Km/hr )	23.64	37.28	46.38	57.39	68.15	76.47	86.67	96.82
推估初速 $V$ ( Km/hr )	26.46	40.10	48.85	60.14	71.27	79.76	90.32	100.81
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	4.42	9.35	15.19	22.69	31.64	41.73	53.31	66.22
煞車距離誤差 (%)	-26.61	-9.50	-2.16	0.44	3.23	0.46	1.02	-1.09
推估速度誤差 (%)	-11.79	0.26	-2.29	0.23	1.82	-0.29	0.35	0.81
阻力係數 $f$	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.66	0.66	0.66
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-16 Vannette 車，大甲路段，濕地滿載時，使用 Neptune 公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	3.06	6.79	11.59	17.45	24.38	32.38	41.44
實測煞車距離 ( m )	6.11	9.97	14.96	22.38	30.29	41.3	51.55
推估 $V_s$ ( Km/hr )	24.78	36.91	46.36	56.88	67.24	75.33	85.22
推估初速 $V$ ( Km/hr )	27.57	39.70	48.93	59.85	70.59	78.86	89.12
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	4.79	9.28	14.68	21.71	29.98	39.30	50.00
煞車距離誤差 (%)	-21.61	-6.95	-1.89	-2.99	-1.02	-4.83	-3.01
推估速度誤差 (%)	-8.11	-0.75	-2.13	-0.26	0.84	-1.42	-0.98
阻力係數 $f$	0.79	0.79	0.73	0.73	0.73	0.69	0.69
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{1}{2} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{1}{3} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-17 Corona 車，三義路段，乾地輕載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	2.79	5.79	9.64	14.35	19.91	26.33	33.61	41.75
實測煞車距離 ( m )	5.09	8.53	13.13	18.86	25.94	34.17	42.76	52.3
推估 $V_s$ ( Km/hr )	24.54	35.36	45.08	55.00	64.79	73.60	83.16	92.68
推估初速 $V$ ( Km/hr )	28.54	39.36	49.38	59.88	70.26	79.51	89.64	99.35
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	4.54	8.22	12.97	18.87	25.79	33.64	42.58	51.98
煞車距離誤差 (%)	-10.87	-3.62	-1.22	0.07	-0.59	-1.55	-0.42	-0.61
推估速度誤差 (%)	-4.86	-1.61	-1.25	-0.19	0.37	-0.61	-0.40	-0.65
阻力係數 $f$	0.85	0.85	0.83	0.83	0.83	0.81	0.81	0.81
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 E-18 Corona 車，三義路段，乾地滿載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	2.66	6.22	10.79	16.38	22.99	30.61	39.25	48.9
實測煞車距離 ( m )	5.42	9.93	15.61	21.76	29.68	39.38	50.77	59.61
推估 $V_s$ ( Km/hr )	23.10	35.33	44.42	54.73	64.84	73.78	83.54	93.25
推估初速 $V$ ( Km/hr )	26.82	39.05	48.32	59.14	69.75	79.04	89.30	99.01
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	4.32	8.64	14.19	21.02	29.03	38.12	48.46	59.14
煞車距離誤差 (%)	-20.34	-12.99	-9.07	-3.38	-2.18	-3.21	-4.55	-0.80
推估速度誤差 (%)	-10.60	-2.39	-3.36	-1.44	-0.35	-1.20	-0.77	-0.99
阻力係數 $f$	0.79	0.79	0.72	0.72	0.72	0.70	0.70	0.70
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-19 Corona 車，三義路段，濕地輕載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	4.44	7.81	12.14	17.42	23.67	30.89	39.06	48.2
實測煞車距離 ( m )	5.48	9.69	14.27	21.3	29.1	38.63	47.88	58.51
推估 $V_s$ ( Km/hr )	28.30	37.53	47.45	56.84	66.25	75.16	84.52	93.89
推估初速 $V$ ( Km/hr )	31.64	40.87	50.88	60.66	70.59	79.96	89.82	99.70
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	6.37	10.34	15.31	21.58	29.09	37.69	47.44	58.31
煞車距離誤差 (%)	16.30	6.70	7.27	1.33	-0.03	-2.43	-0.93	-0.34
推估速度誤差 (%)	5.46	2.18	1.76	1.11	0.85	-0.06	-0.20	-0.30
阻力係數 $f$	0.71	0.71	0.73	0.73	0.73	0.72	0.72	0.72
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-20 Corona 車，三義路段，濕地滿載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	3.22	8.11	14.4	22.08	31.15	41.63	53.49	66.76
實測煞車距離 ( m )	6.1	10.96	17.42	24.63	34.1	48.35	60.64	76.11
推估 $V_s$ ( Km/hr )	23.58	37.43	46.85	58.01	68.90	76.26	86.45	96.58
推估初速 $V$ ( Km/hr )	26.78	40.63	49.67	61.26	72.57	80.01	90.59	101.10
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	4.89	10.63	17.51	26.41	36.87	48.62	62.14	77.25
煞車距離誤差 (%)	-19.89	-3.02	0.54	7.23	8.12	0.56	2.48	1.49
推估速度誤差 (%)	-10.73	1.57	-0.66	2.09	3.67	0.02	0.65	1.10
阻力係數 $f$	0.68	0.68	0.60	0.60	0.60	0.55	0.55	0.55
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$  ,  $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$  ,  $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-21 Corona 車，大甲路段，乾地輕載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	2.2	5.49	9.72	14.88	20.99	28.03	36.02	44.94
實測煞車距離 ( m )	5.3	9.21	13.54	19.7	26.14	34.09	43.86	53.04
推估 $V_s$ ( Km/hr )	21.79	34.43	44.72	55.33	65.72	75.00	85.02	94.96
推估初速 $V$ ( Km/hr )	25.79	38.43	48.91	60.09	71.05	80.76	91.34	101.47
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	3.79	7.87	13.02	19.42	26.93	35.45	45.16	55.39
煞車距離誤差 (%)	-28.41	-14.56	-3.82	-1.42	3.04	4.00	2.96	4.42
推估速度誤差 (%)	-14.02	-3.93	-2.18	0.16	1.50	0.95	1.48	1.47
阻力係數 $f$	0.85	0.85	0.81	0.81	0.81	0.79	0.79	0.79
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-22 Corona 車，大甲路段，乾地滿載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	3.53	7.22	11.97	17.78	24.64	32.55	41.53	51.55
實測煞車距離 ( m )	5.96	10.06	15.65	22.32	30.19	39.64	48.87	61.44
推估 $V_s$ ( Km/hr )	25.23	36.09	45.80	55.82	65.72	75.53	85.32	95.05
推估初速 $V$ ( Km/hr )	28.57	39.42	49.54	60.04	70.42	80.73	91.00	100.73
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	5.29	9.67	15.46	22.49	30.74	40.21	50.91	61.96
煞車距離誤差 (%)	-11.19	-3.88	-1.24	0.78	1.84	1.43	4.17	0.84
推估速度誤差 (%)	-4.76	-1.44	-0.93	0.07	0.60	0.91	1.11	0.73
阻力係數 $f$	0.71	0.71	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-23 Corona 車，大甲路段，濕地輕載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	3.58	7.38	12.26	18.23	25.28	33.42	42.64	52.94
實測煞車距離 ( m )	5.54	9.6	14.68	21.41	28.33	38.74	47.4	61.34
推估 $V_s$ ( Km/hr )	25.94	37.25	47.35	57.74	68.00	76.53	86.45	96.33
推估初速 $V$ ( Km/hr )	29.42	40.73	50.74	61.52	72.28	81.13	91.53	101.89
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	5.39	9.90	15.42	22.45	30.82	40.32	51.17	63.27
煞車距離誤差 (%)	-2.76	3.11	5.04	4.84	8.80	4.08	7.96	3.15
推估速度誤差 (%)	-1.93	1.82	1.48	2.53	3.26	1.41	1.70	1.89
阻力係數 $f$	0.74	0.74	0.72	0.72	0.72	0.69	0.69	0.69
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-24 Corona 車，大甲路段，濕地滿載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	4.13	8.68	14.53	21.68	30.12	39.87	50.91	63.25
實測煞車距離 ( m )	6.33	10.94	17.3	24.88	34.61	43.29	55.51	71.49
推估 $V_s$ ( Km/hr )	25.91	37.56	47.06	57.48	67.75	77.30	87.35	97.36
推估初速 $V$ ( Km/hr )	28.92	40.58	49.88	60.73	71.42	81.32	91.79	102.22
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	5.92	11.20	17.66	25.98	35.76	46.96	59.66	73.83
煞車距離誤差 (%)	-6.48	2.38	2.05	4.41	3.31	8.47	7.48	3.28
推估速度誤差 (%)	-3.59	1.44	-0.24	1.21	2.03	1.66	1.99	2.22
阻力係數 $f$	0.64	0.64	0.60	0.60	0.60	0.59	0.59	0.59
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-25 Vannette 車，三義路段，乾地輕載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	3.72	6.56	10.21	14.68	19.96	26.05	32.95	40.66
實測煞車距離 ( m )	5.4	9.33	14	19.89	27.22	34.53	46.02	55.85
推估 $V_s$ ( Km/hr )	26.97	35.82	45.26	54.28	63.29	72.30	81.32	90.33
推估初速 $V$ ( Km/hr )	30.60	39.44	49.35	58.92	68.49	78.06	87.63	96.83
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	5.59	9.00	13.54	19.14	25.71	33.24	41.74	50.65
煞車距離誤差 (%)	3.51	-3.49	-3.27	-3.76	-5.55	-3.74	-9.31	-9.30
推估速度誤差 (%)	1.99	-1.39	-1.30	-1.80	-2.16	-2.42	-2.63	-3.17
阻力係數 $f$	0.77	0.77	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$  ,  $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$  ,  $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-26 Vannette 車，三義路段，乾地滿載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	5.53	9.586667	14.28333	19.59	26.37667	33.86333	43.77
實測煞車距離 ( m )	5.78	9.92	14.7	20.09	26.96	34.53	44.52
推估 $V_s$ ( Km/hr )	27.26	35.71	46.09	55.06	64.06	74.02	83.17
推估初速 $V$ ( Km/hr )	30.60	39.05	50.25	59.77	69.31	79.96	89.67
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	6.00	9.50	14.38	20.18	26.98	34.86	43.69
煞車距離誤差 (%)	3.73	-4.25	-2.17	0.45	0.06	0.96	-1.87
推估速度誤差 (%)	2.00	-2.38	0.51	-0.38	-0.98	-0.05	-0.36
阻力係數 $f$	0.71	0.71	0.77	0.77	0.77	0.79	0.79
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-27 Vannette 車，三義路段，濕地輕載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	3.57	6.88	11.13	16.33	22.47	29.56	37.59	46.57
實測煞車距離 ( m )	6.46	10.84	17.68	22.53	31.38	38.98	54.19	64.85
推估 $V_s$ ( Km/hr )	24.65	34.22	43.85	53.11	62.30	71.46	80.58	89.69
推估初速 $V$ ( Km/hr )	27.80	37.37	47.04	56.68	66.35	75.98	85.58	95.17
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	5.29	9.22	14.09	20.25	27.60	36.06	45.61	56.26
煞車距離誤差 (%)	-18.04	-14.95	-20.31	-10.11	-12.04	-7.50	-15.84	-13.24
推估速度誤差 (%)	-7.33	-6.57	-5.91	-5.54	-5.22	-5.02	-4.91	-4.83
阻力係數 $f$	0.67	0.67	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

附註：本次推估誤差較大的原因可能是實驗時，路面潮濕程度不同所致。

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-28 Vannette 車，三義路段，濕地滿載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	4.57	8.04	12.5	17.96	24.41	31.86	40.29
實測煞車距離 ( m )	6.23	10.47	15.61	21.94	28.47	36.52	47.71
推估 $V_s$ ( Km/hr )	27.68	36.71	47.14	56.51	65.88	76.33	85.84
推估初速 $V$ ( Km/hr )	30.78	39.82	50.44	60.30	70.16	81.25	91.26
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	6.46	10.52	15.65	22.22	29.94	38.91	48.96
煞車距離誤差 (%)	3.71	0.44	0.23	1.26	5.15	6.55	2.62
推估速度誤差 (%)	2.61	-0.45	0.88	0.50	0.23	1.56	1.40
阻力係數 $f$	0.66	0.66	0.70	0.70	0.70	0.72	0.72
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-29 Vannette 車，大甲路段，乾地輕載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	3.8	6.93	10.95	15.86	21.67	28.36	35.95	44.44
實測煞車距離 ( m )	5.47	9.24	14.24	19.99	27.65	34.88	45.54	55.34
推估 $V_s$ ( Km/hr )	27.09	36.58	46.28	55.70	65.10	74.48	83.85	93.23
推估初速 $V$ ( Km/hr )	30.66	40.15	50.26	60.22	70.17	80.09	90.01	99.57
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	5.67	9.41	14.34	20.42	27.55	35.73	44.97	54.71
煞車距離誤差 (%)	3.73	1.89	0.71	2.13	-0.35	2.44	-1.25	-1.14
推估速度誤差 (%)	2.20	0.38	0.53	0.37	0.25	0.12	0.01	-0.43
阻力係數 $f$	0.76	0.76	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-30 Vannette 車，大甲路段，乾地滿載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( $Km/hr$ )	30	40	50	60	70	80	90
實測煞車痕 $S_s$ ( $m$ )	2.22	5.5	9.7	14.85	20.92	27.94	35.88
實測煞車距離 ( $m$ )	5.6	9.4	14.14	20.8	28	36.7	45.1
推估 $V_s$ ( $Km/hr$ )	21.50	33.85	43.84	54.24	64.38	73.44	83.23
推估初速 $V$ ( $Km/hr$ )	25.36	37.70	48.06	59.01	69.70	79.16	89.48
使用 $t_s$ ( $Sec$ )	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35
推估煞車距離 $S_T$ ( $m$ )	3.79	7.84	13.08	19.47	26.95	35.44	45.09
煞車距離誤差 (%)	-32.26	-16.57	-7.50	-6.37	-3.76	-3.43	-0.03
推估速度誤差 (%)	-15.46	-5.74	-3.88	-1.65	-0.43	-1.05	-0.57
阻力係數 $f$	0.82	0.82	0.78	0.78	0.78	0.76	0.76
$t_{nb}$ ( $Sec$ )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( $m$ )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-31 Vannette 車，大甲路段，濕地輕載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( Km/hr )	30	40	50	60	70	80	90	100
實測煞車痕 $S_s$ ( m )	2.75	6.84	12.1	18.52	26.12	34.88	44.81	55.91
實測煞車距離 ( m )	6.02	10.33	15.52	22.59	30.65	41.54	52.77	66.95
推估 $V_s$ ( Km/hr )	22.58	35.61	45.72	56.56	67.17	75.30	85.35	95.34
推估初速 $V$ ( Km/hr )	26.02	39.05	48.92	60.13	71.22	79.56	90.06	100.50
使用 $t_s$ ( Sec )	0.20	0.20	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34
推估煞車距離 $S_T$ ( m )	4.37	9.27	15.16	22.66	31.59	41.67	53.23	66.12
煞車距離誤差 (%)	-27.43	-10.30	-2.30	0.29	3.08	0.31	0.87	-1.24
推估速度誤差 (%)	-13.28	-2.38	-2.17	0.21	1.74	-0.55	0.07	0.50
阻力係數 $f$	0.73	0.73	0.68	0.68	0.68	0.64	0.64	0.64
$t_{nb}$ ( Sec )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( m )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

表 D-32 Vannette 車，大甲路段，濕地滿載時，使用本研究改良公式之速度推估

時速 ( $Km/hr$ )	30	40	50	60	70	80	90
實測煞車痕 $S_s$ ( $m$ )	3.06	6.79	11.59	17.45	24.38	32.38	41.44
實測煞車距離 ( $m$ )	6.11	9.97	14.96	22.38	30.29	41.3	51.55
推估 $V_s$ ( $Km/hr$ )	23.82	35.48	45.40	55.70	65.84	74.23	83.98
推估初速 $V$ ( $Km/hr$ )	27.25	38.92	48.69	59.49	70.12	78.80	89.02
使用 $t_s$ ( $Sec$ )	0.20	0.20	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32
推估煞車距離 $S_T$ ( $m$ )	4.75	9.21	14.64	21.65	29.90	39.25	49.92
煞車距離誤差 (%)	-22.29	-7.63	-2.15	-3.24	-1.27	-4.97	-3.15
推估速度誤差 (%)	-9.15	-2.71	-2.62	-0.85	0.17	-1.49	-1.09
阻力係數 $f$	0.73	0.73	0.70	0.70	0.70	0.67	0.67
$t_{nb}$ ( $Sec$ )	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
$t_{nb}$ 所行走距離 ( $m$ )	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75

$V_1 = \sqrt{2aS_s}$ ， $V_1$  為煞車痕產生時的車速

$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} + \frac{2}{3} a \cdot t_s$ ， $V$  為推估的煞車初速

$S_T = S_s + \sqrt{2 \cdot a \cdot S_s} \cdot t_s + \frac{2}{5} \cdot a \cdot t_s^2 + V \cdot t_{nb}$

## 附錄 E 以改良之速度推估公式反推 $t_s$ 曲線圖

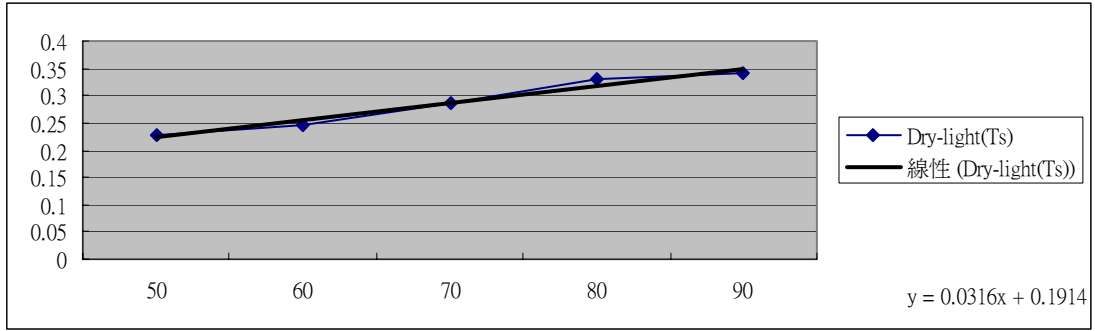


圖 E-1 CORONA 車於三義路段乾地輕載時，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

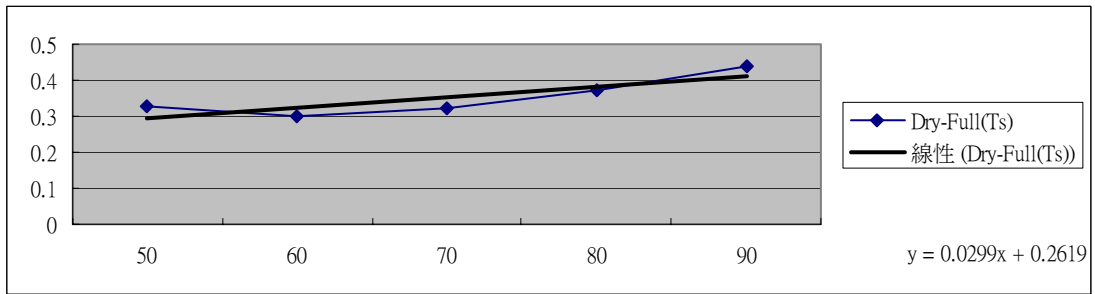


圖 E-2 CORONA 車於三義路段乾地滿載時，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

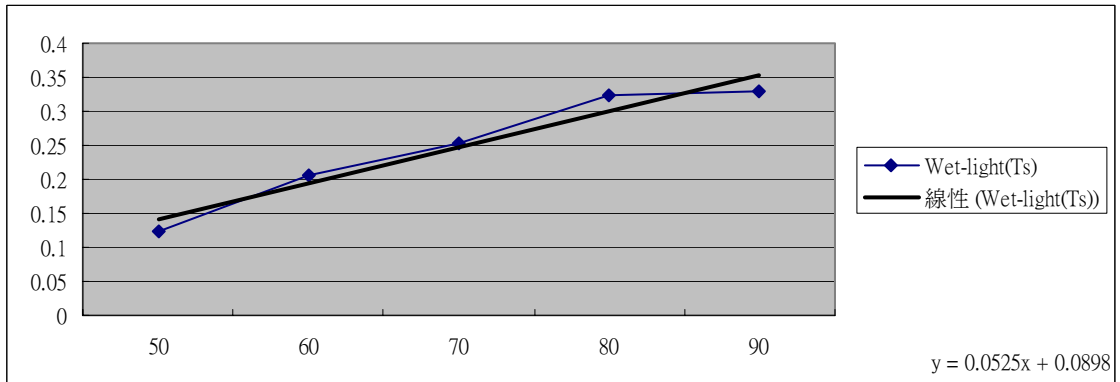


圖 E-3 CORONA 車於三義路段溼地輕載時，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

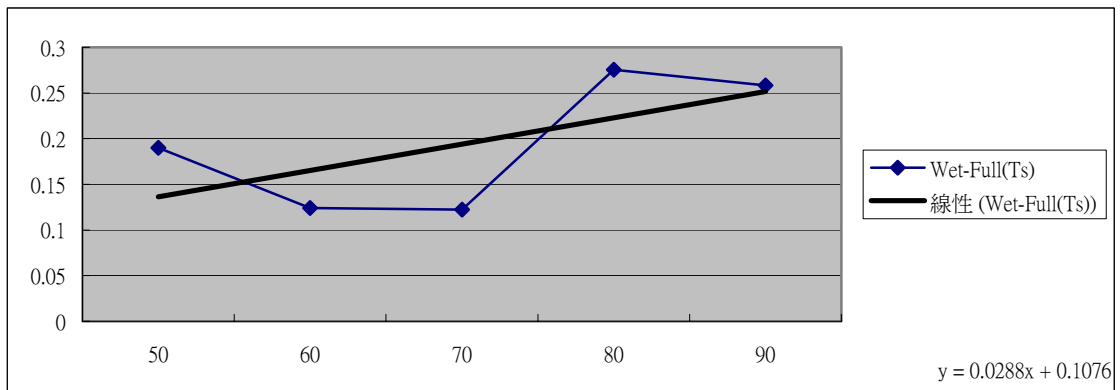


圖 E-4 CORONA 車於三義路段溼地滿載時，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

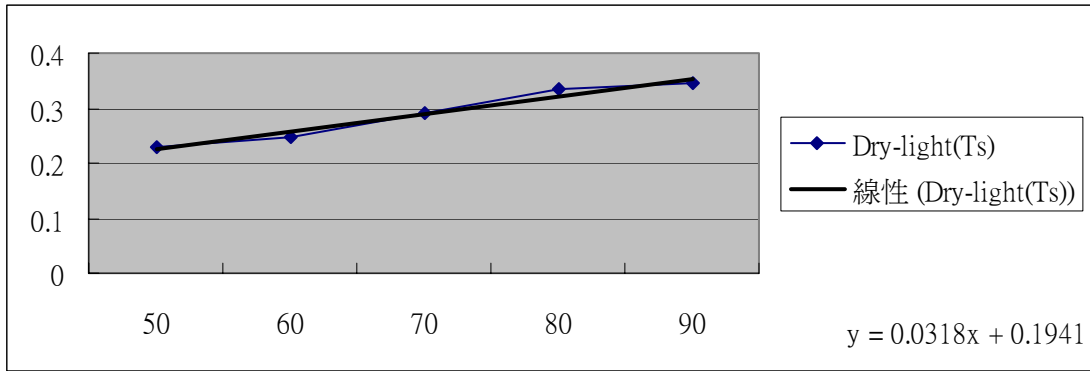


圖 E-5 CORONA 車於三義路段乾地輕載時，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

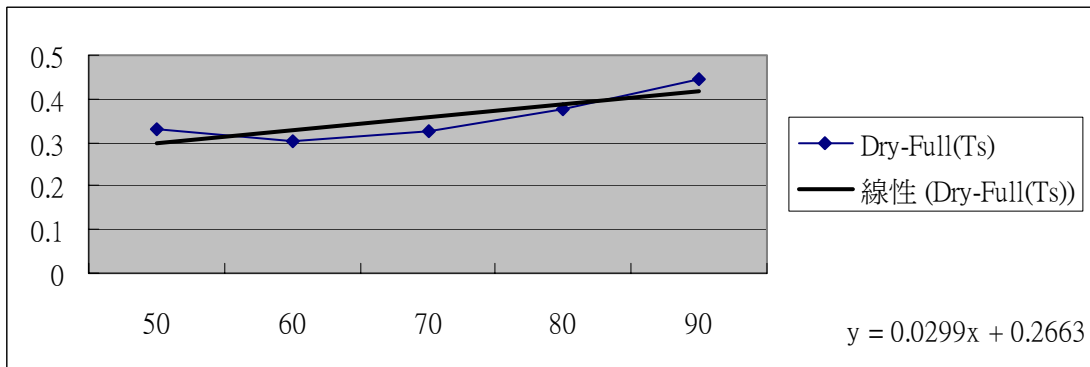


圖 E-6 CORONA 車於三義路段乾地滿載時，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

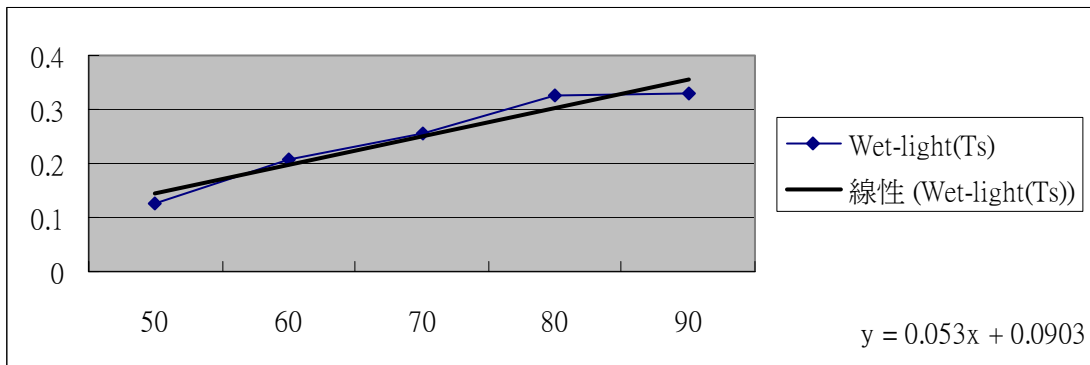


圖 E-7 CORONA 車於三義路段溼地輕載時，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

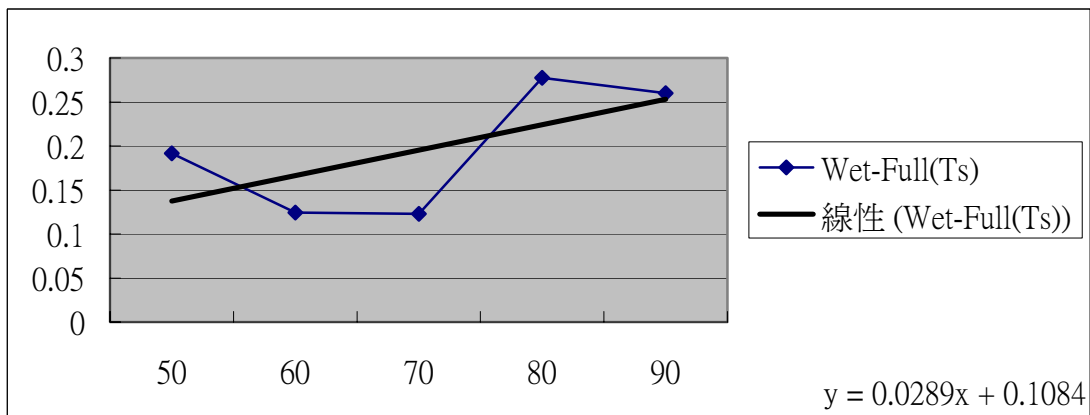


圖 E-7 CORONA 車於三義路段溼地滿載時，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

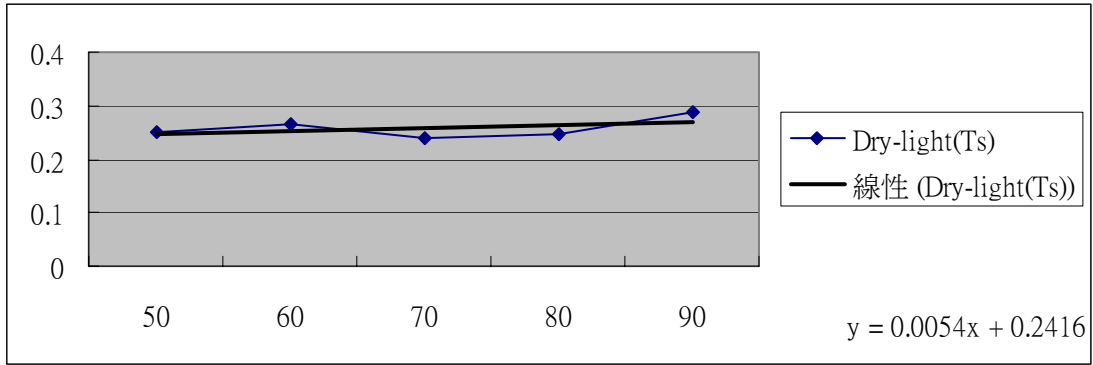


圖 E-9 CORONA 車於大甲路段乾地輕載時，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

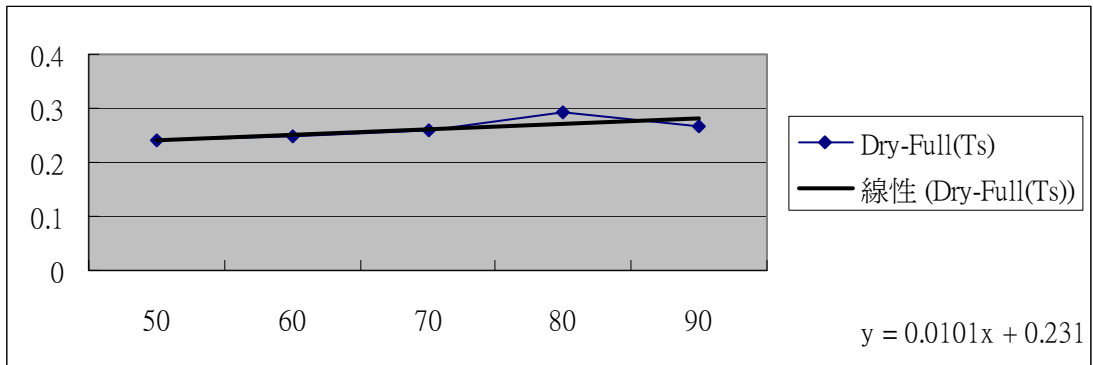


圖 E-10 CORONA 車於大甲路段乾地滿載，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

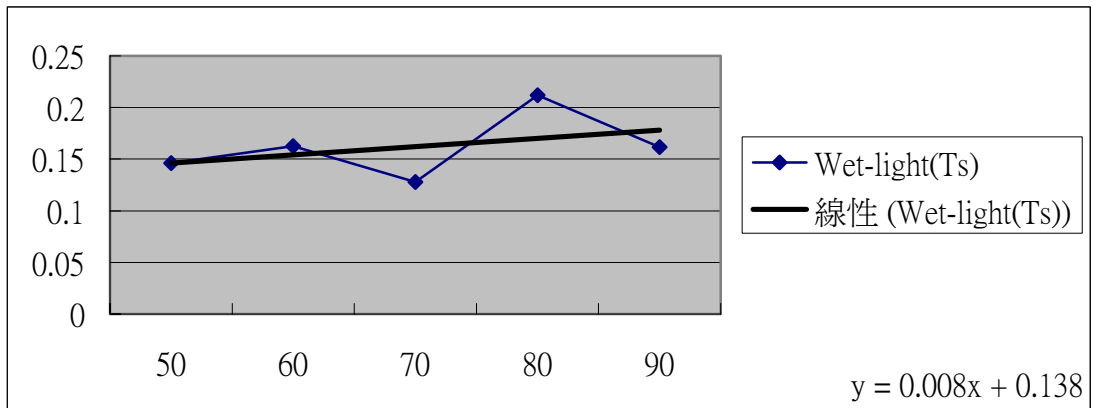


圖 E-11 CORONA 車於大甲路段溼地輕載，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

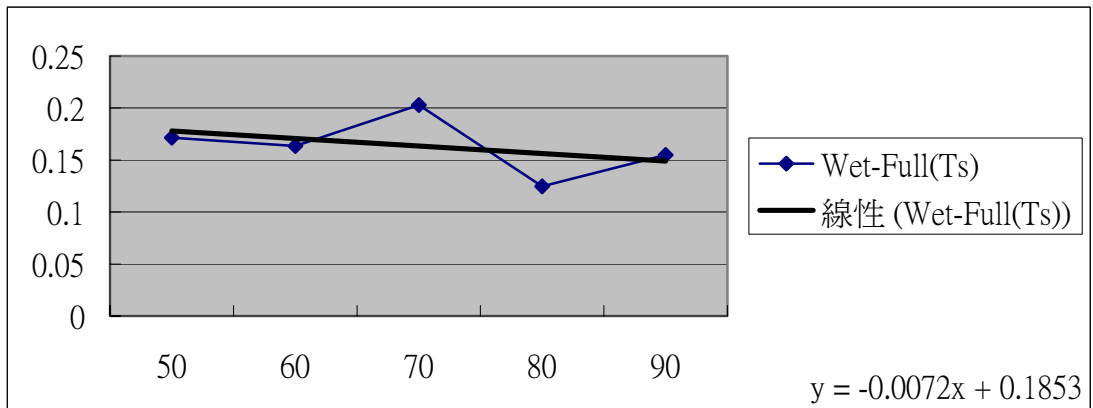


圖 E-12 CORONA 車於大甲路段溼地滿載，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

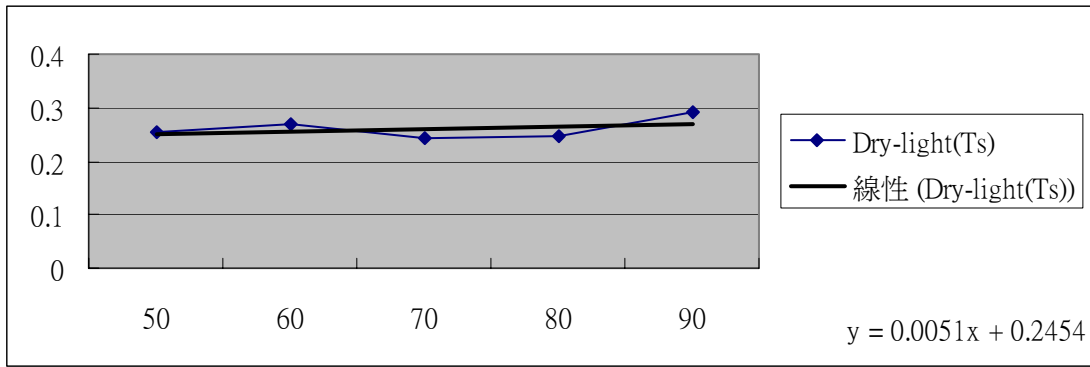


圖 E-13 CORONA 車於大甲路段乾地輕載，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

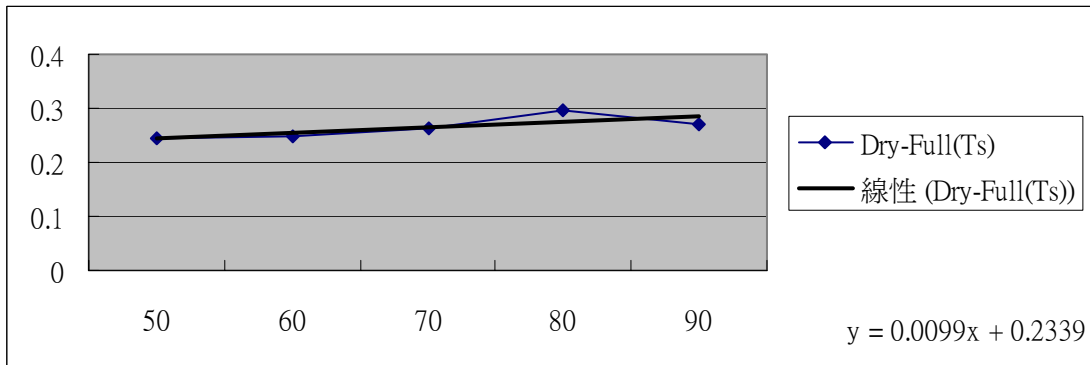


圖 E-14 CORONA 車於大甲路段乾地滿載，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

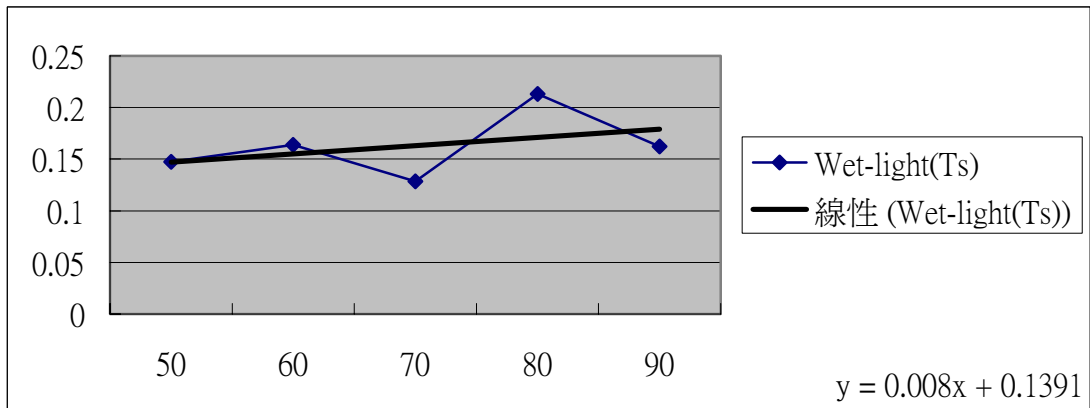


圖 E-15 CORONA 車於大甲路段溼地輕載，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

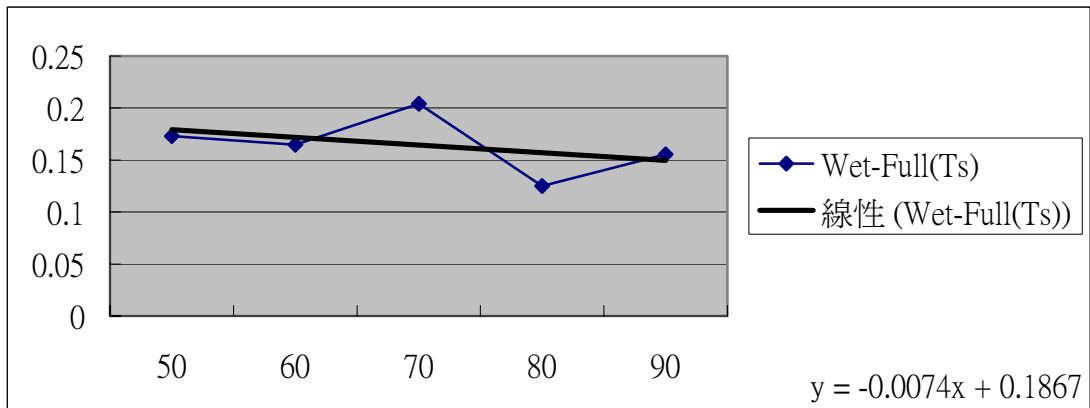


圖 E-16 CORONA 車於大甲路段溼地滿載，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

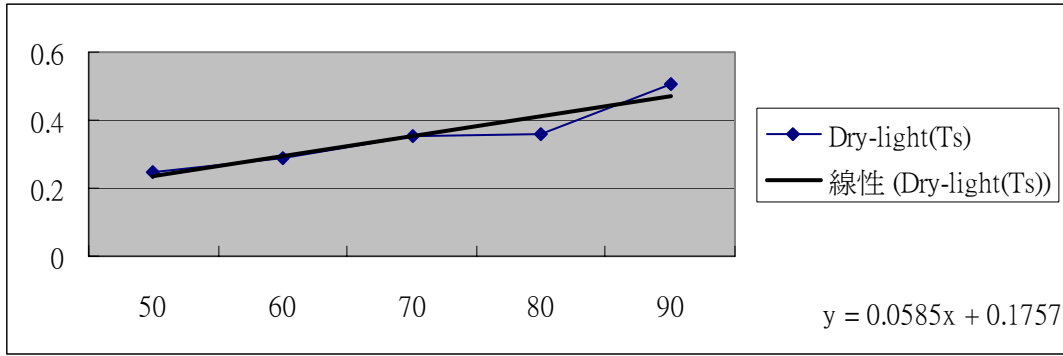


圖 E-17 Vannette 車於三義路段乾地輕載，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

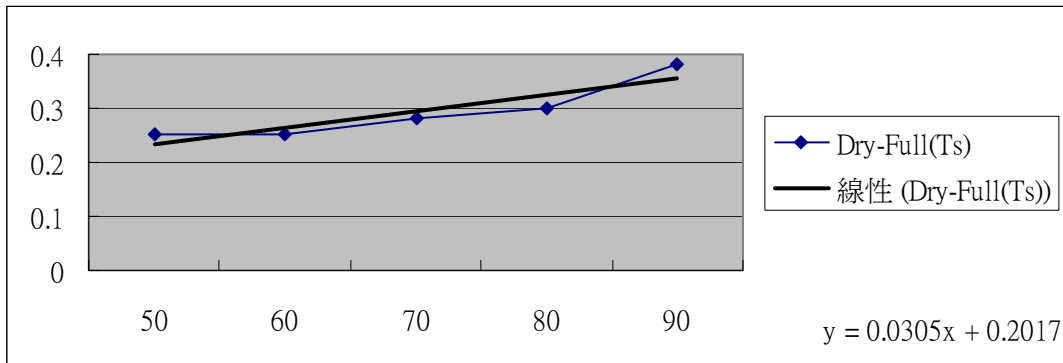


圖 E-18 Vannette 車於三義路段乾地滿載，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

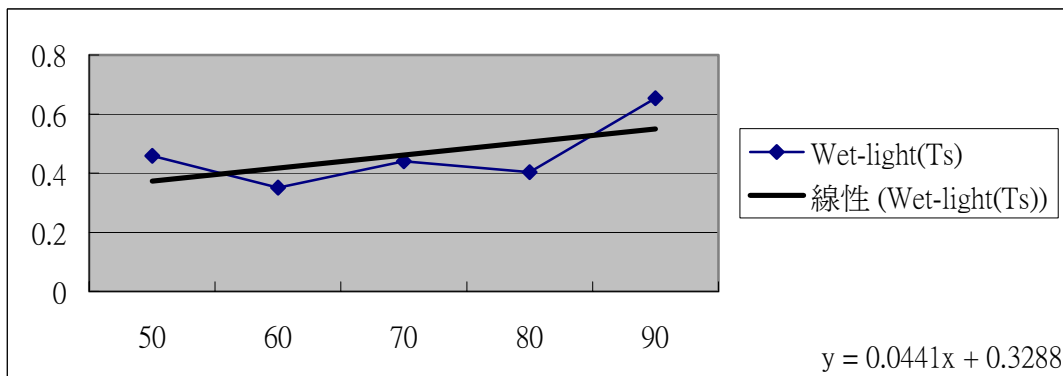


圖 E-19 Vannette 車於三義路段溼地輕載，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

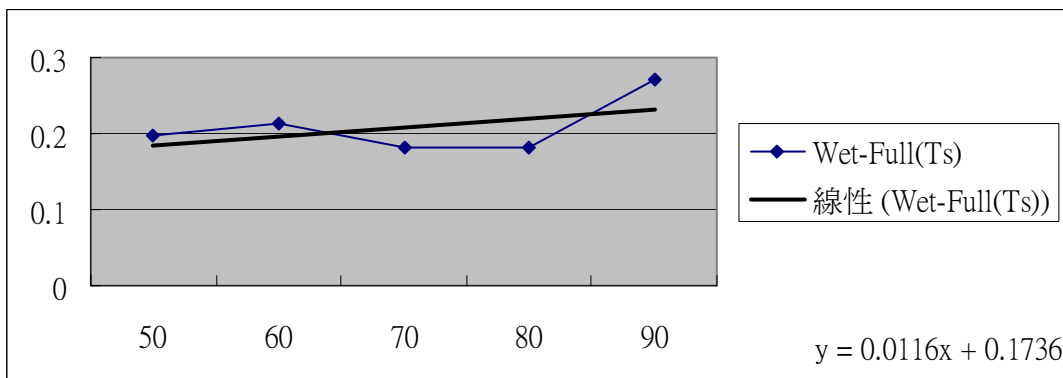


圖 E-20 Vannette 車於三義路段溼地滿載，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

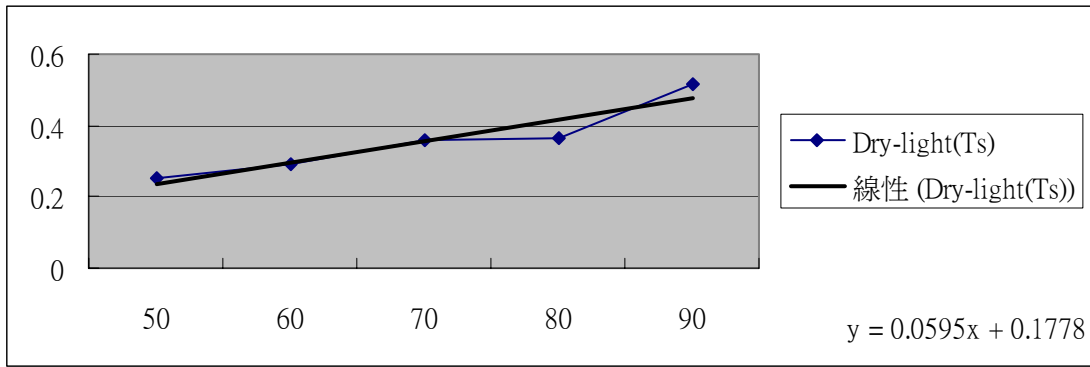


圖 E-21 Vannette 車於三義路段乾地輕載，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

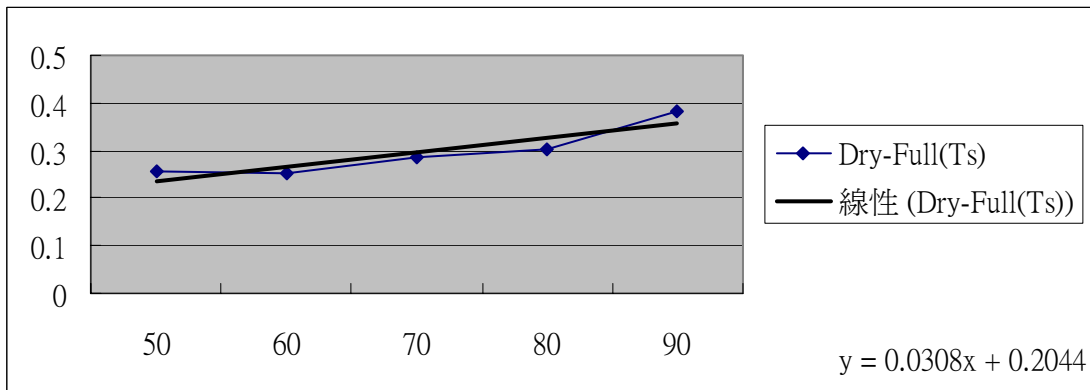


圖 E-22 Vannette 車於三義路段乾地滿載，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

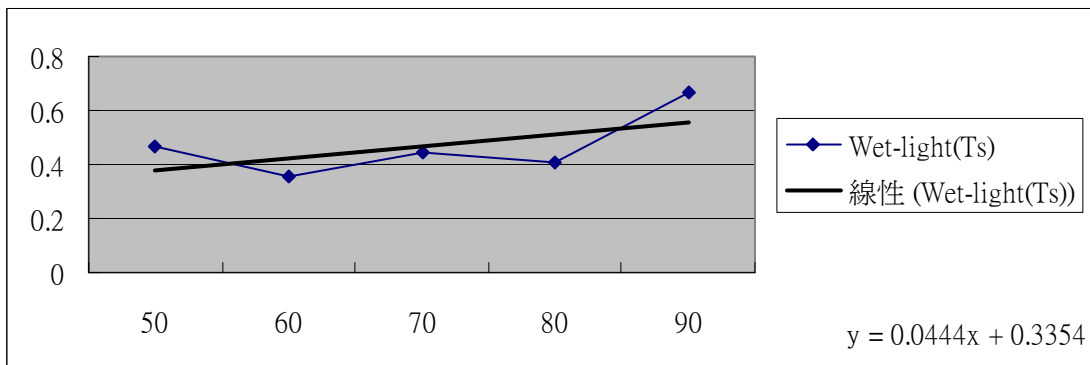


圖 E-23 Vannette 車於三義路段溼地輕載，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

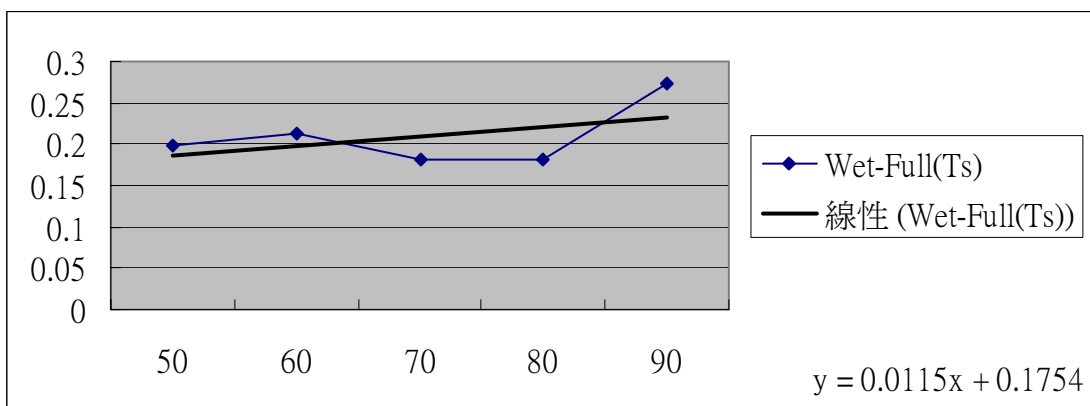


圖 E-24 Vannette 車於三義路段溼地滿載，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

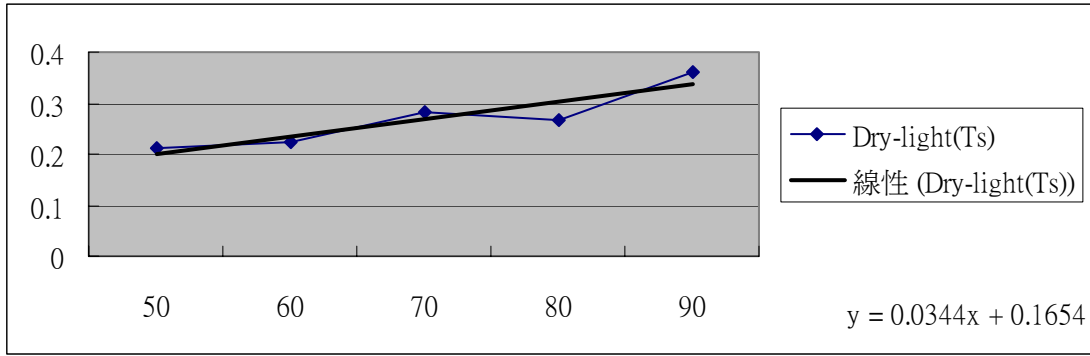


圖 E-25 Vannette 車於大甲路段乾地輕載，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

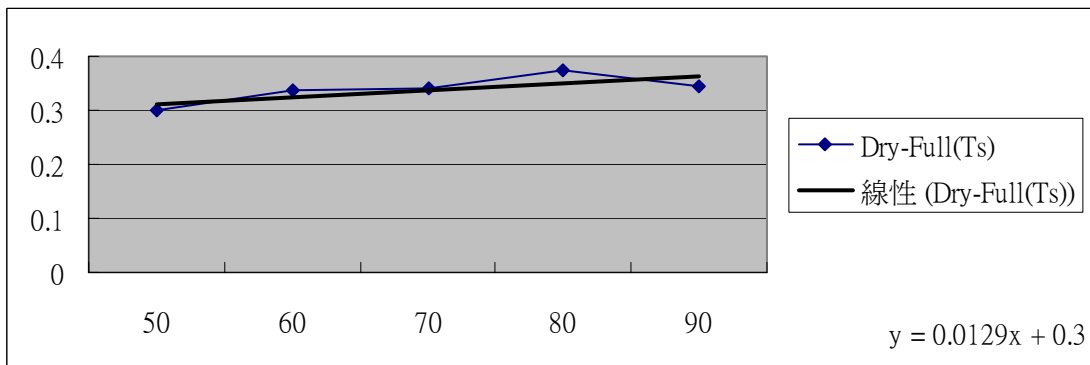


圖 E-26 Vannette 車於大甲路段乾地滿載，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

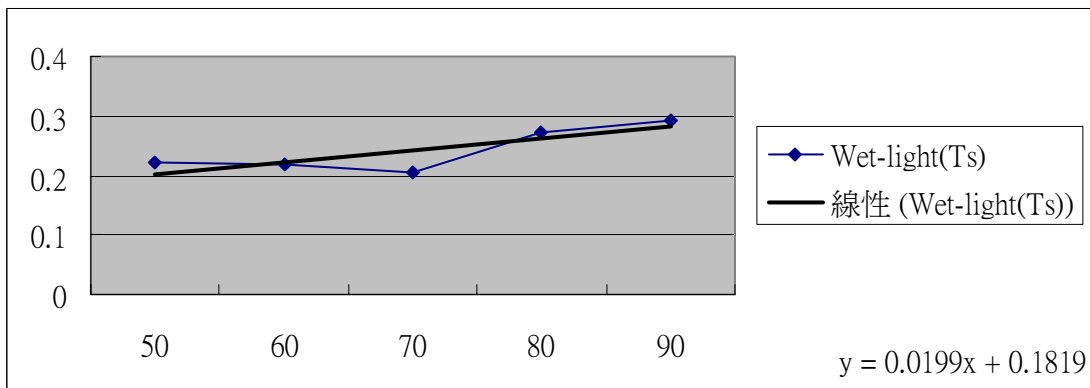


圖 E-27 Vannette 車於大甲路段溼地輕載，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

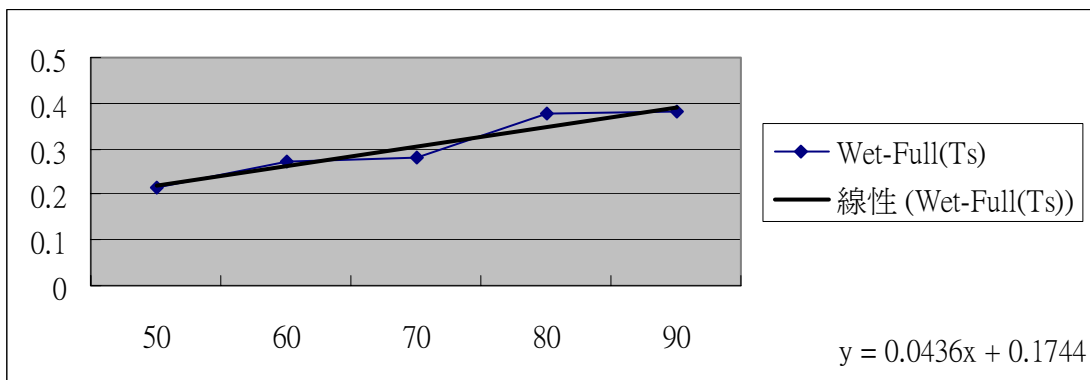


圖 E-28 Vannette 車於大甲路段溼地滿載，使用 Neptune 公式推導之  $t_s$  曲線圖

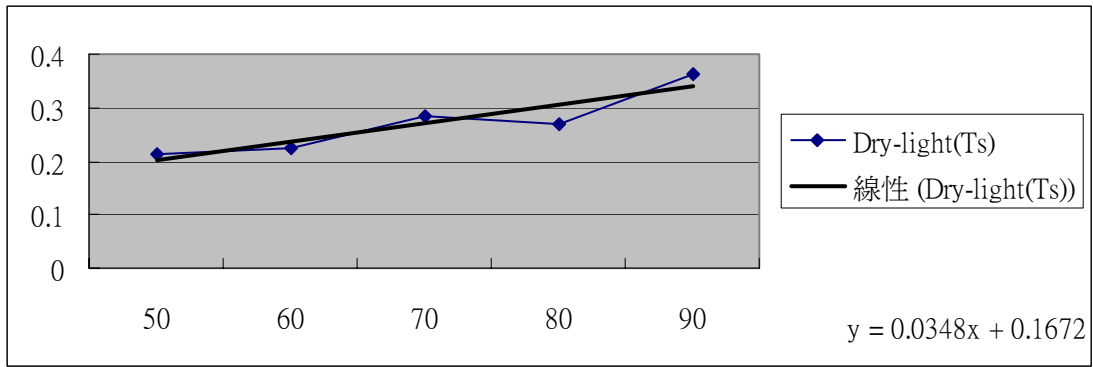


圖 E-29 Vannette 車於大甲路段乾地輕載，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

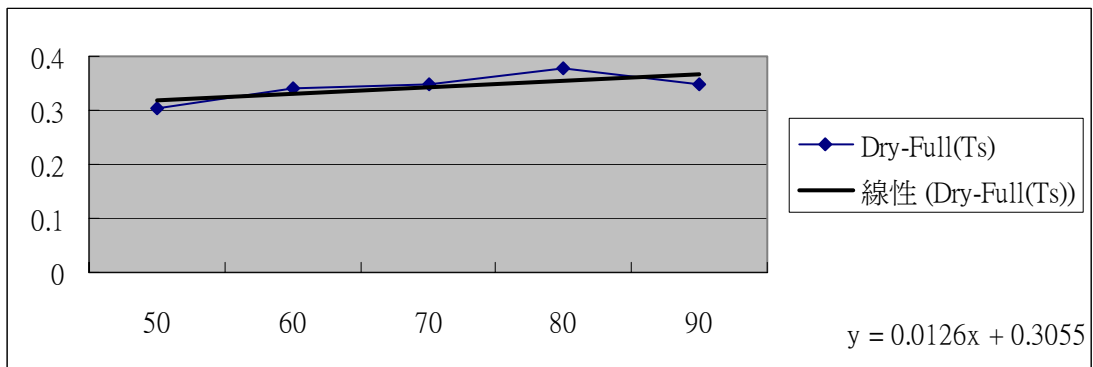


圖 E-30 Vannette 車於大甲路段乾地滿載，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

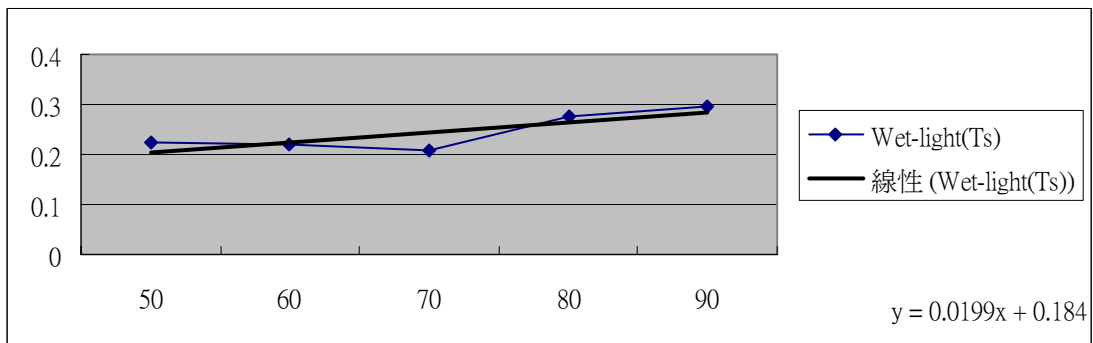


圖 E-31 Vannette 車於大甲路段溼地輕載，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

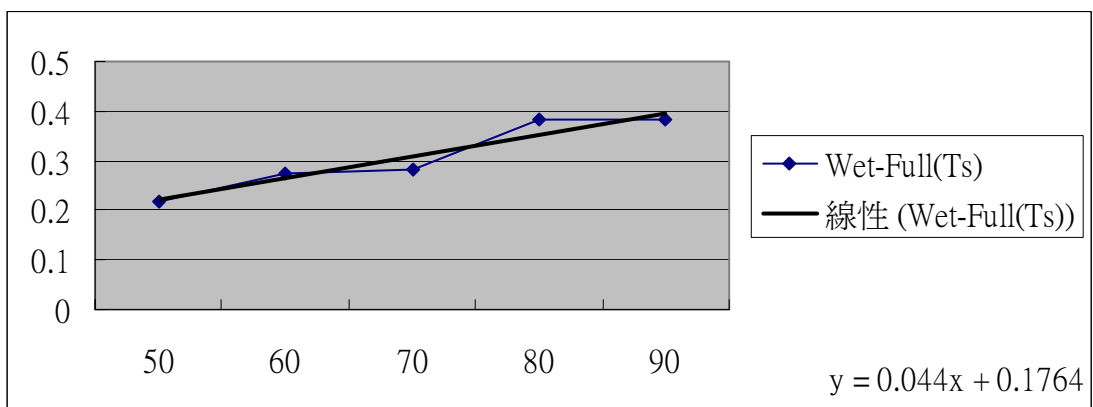


圖 E-32 Vannette 車於大甲路段溼地滿載，本研究改良公式推導之  $t_s$  曲線圖

附錄 F 使用三種速度推估公式推估運研所 86 年之煞  
車距離測試數據之阻力係數

表 F-1 Corona 車於三義路段時的阻力係數推估

傳統公式 \ 車速(Km/hr)	30	40	平均值	50	60	70	平均值	80	90	100	平均值
乾地-輕載	1.27	1.09	1.18	1.02	0.99	0.97	0.99	0.96	0.95	0.94	0.95
乾地-滿載	1.33	1.01	1.17	0.91	0.87	0.84	0.87	0.82	0.81	0.81	0.81
溼地-輕載	0.8	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82
溼地-滿載	1.1	0.78	0.94	0.68	0.64	0.62	0.65	0.61	0.6	0.59	0.6

Neptune 改良 \ 車速(Km/hr)	30	40	平均值	50	60	70	平均值	80	90	100	平均值
乾地-輕載	0.93	0.90	0.92	0.88	0.87	0.85	0.87	0.84	0.84	0.85	0.84
乾地-滿載	0.91	0.80	0.86	0.76	0.75	0.74	0.75	0.73	0.72	0.73	0.72
溼地-輕載	0.73	0.73	0.73	0.76	0.74	0.74	0.75	0.73	0.74	0.74	0.74
溼地-滿載	0.79	0.67	0.73	0.63	0.61	0.60	0.61	0.56	0.56	0.55	0.56

本研究 \ 車速(Km/hr)	30	40	平均值	50	60	70	平均值	80	90	100	平均值
乾地-輕載	0.86	0.85	0.86	0.84	0.83	0.82	0.83	0.81	0.81	0.82	0.81
乾地-滿載	0.83	0.75	0.79	0.72	0.72	0.71	0.72	0.70	0.69	0.71	0.70
溼地-輕載	0.71	0.71	0.71	0.74	0.72	0.72	0.73	0.71	0.72	0.72	0.72
溼地-滿載	0.72	0.64	0.68	0.61	0.60	0.59	0.60	0.55	0.55	0.54	0.55

表 F-2 Corona 車於大甲路段時的阻力係數推估

傳統公式 \ 車速(Km/hr)	30	40	平均值	50	60	70	平均值	80	90	100	平均值
乾地-輕載	1.61	1.15	1.38	1.01	0.95	0.92	0.96	0.90	0.89	0.88	0.89
乾地-滿載	1.00	0.87	0.94	0.82	0.80	0.78	0.80	0.77	0.77	0.76	0.77
溼地-輕載	0.99	0.85	0.92	0.80	0.78	0.76	0.78	0.75	0.75	0.74	0.75
溼地-滿載	0.86	0.73	0.80	0.68	0.65	0.64	0.66	0.63	0.63	0.62	0.63

Neptune 改良 \ 車速(Km/hr)	30	40	平均值	50	60	70	平均值	80	90	100	平均值
乾地-輕載	0.99	0.88	0.94	0.86	0.83	0.83	0.84	0.82	0.81	0.81	0.81
乾地-滿載	0.77	0.74	0.76	0.72	0.72	0.71	0.72	0.71	0.71	0.70	0.71
溼地-輕載	0.80	0.76	0.78	0.74	0.72	0.73	0.73	0.71	0.71	0.69	0.70
溼地-滿載	0.70	0.65	0.68	0.63	0.62	0.60	0.61	0.61	0.60	0.59	0.60

本研究 \ 車速(Km/hr)	30	40	平均值	50	60	70	平均值	80	90	100	平均值
乾地-輕載	0.88	0.82	0.85	0.82	0.80	0.80	0.81	0.80	0.78	0.79	0.79
乾地-滿載	0.71	0.71	0.71	0.70	0.69	0.69	0.69	0.68	0.69	0.68	0.69
溼地-輕載	0.75	0.73	0.74	0.72	0.71	0.72	0.72	0.69	0.70	0.68	0.69
溼地-滿載	0.65	0.63	0.64	0.61	0.60	0.59	0.60	0.60	0.60	0.58	0.59

表 F-3 Vannette 車於三義路段時的阻力係數推估

傳統公式 \ 車速(Km/hr)	30	40	平均值	50	60	70	平均值	80	90	100	平均值
乾地-輕載	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
乾地-滿載	0.86	0.89	0.88	0.91	0.91	0.92	0.91	0.92	0.93	No Test	0.93
溼地-輕載	0.99	0.92	0.96	0.88	0.87	0.86	0.87	0.85	0.85	0.85	0.85
溼地-滿載	0.78	0.78	0.78	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	No test	0.79

Neptune 改良 \ 車速(Km/hr)	30	40	平均值	50	60	70	平均值	80	90	100	平均值
乾地-輕載	0.80	0.81	0.81	0.83	0.83	0.83	0.83	0.84	0.82	0.82	0.83
乾地-滿載	0.74	0.76	0.75	0.78	0.81	0.82	0.80	0.82	0.82	No Test	0.82
溼地-輕載	0.73	0.73	0.73	0.70	0.74	0.73	0.72	0.74	0.70	0.71	0.72
溼地-滿載	0.67	0.69	0.68	0.71	0.72	0.74	0.72	0.74	0.73	No Test	0.74

本研究 \ 車速(Km/hr)	30	40	平均值	50	60	70	平均值	80	90	100	平均值
乾地-輕載	0.76	0.77	0.77	0.79	0.80	0.79	0.79	0.81	0.78	0.79	0.79
乾地-滿載	0.70	0.72	0.71	0.75	0.78	0.79	0.77	0.80	0.79	No Test	0.79
溼地-輕載	0.67	0.68	0.67	0.65	0.71	0.69	0.68	0.71	0.66	0.68	0.68
溼地-滿載	0.64	0.67	0.66	0.69	0.70	0.72	0.70	0.73	0.71	No Test	0.72

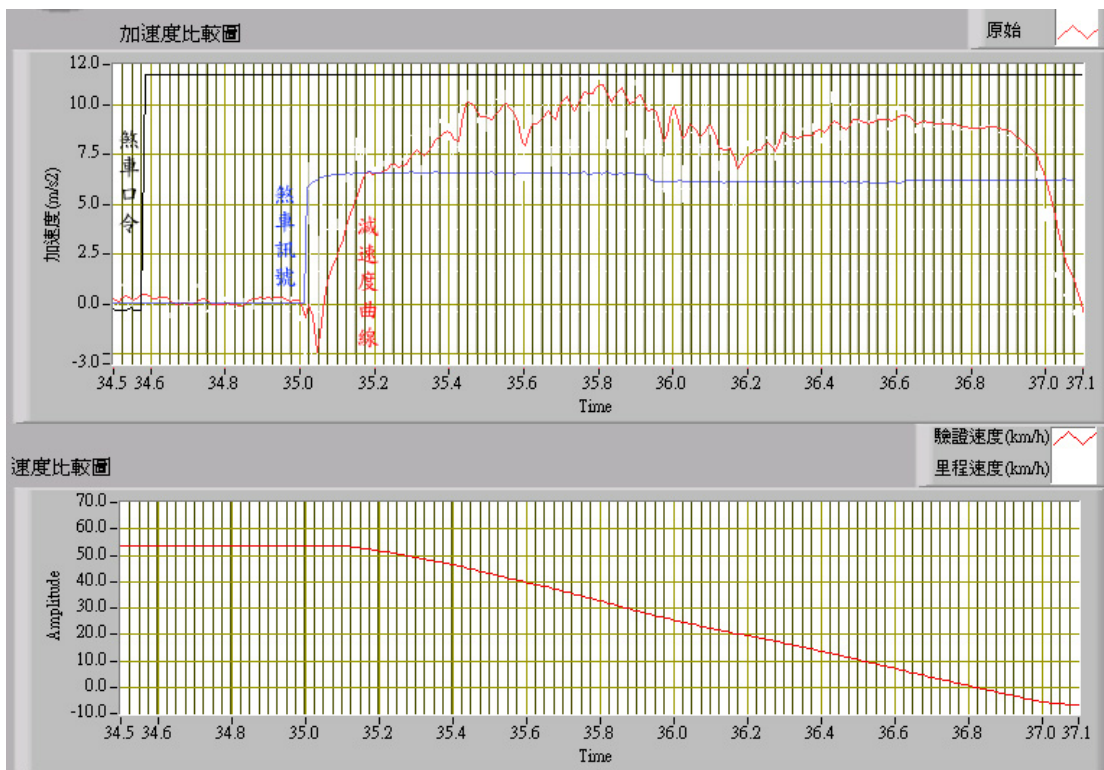
表 F-4 Vannette 車於大甲路段時的阻力係數推估

傳統公式 \ 車速(Km/hr)	30	40	平均值	50	60	70	平均值	80	90	100	平均值
乾地-輕載	0.93	0.91	0.92	0.90	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
乾地-滿載	1.60	1.15	1.38	1.01	0.95	0.92	0.96	0.90	0.89	No Test	0.90
溼地-輕載	1.29	0.92	1.11	0.81	0.77	0.74	0.77	0.72	0.71	0.70	0.71
溼地-滿載	1.16	0.93	1.05	0.85	0.81	0.79	0.82	0.78	0.77	No Test	0.78

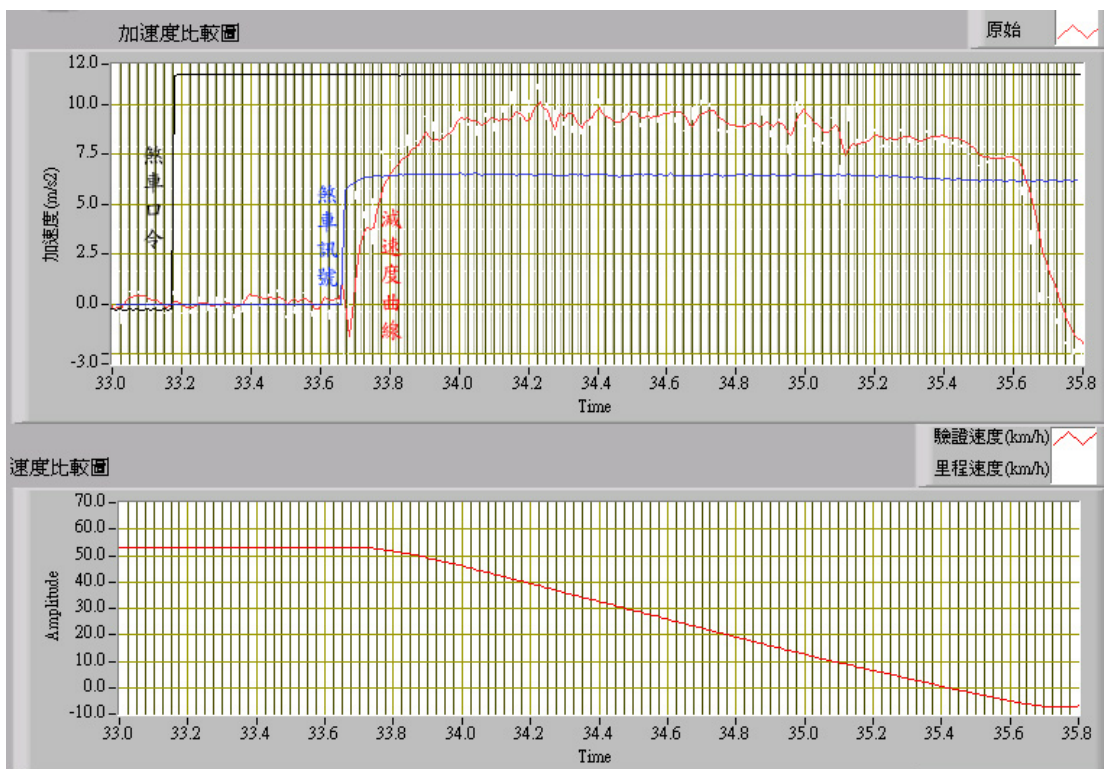
Neptune 改良 \ 車速(Km/hr)	30	40	平均值	50	60	70	平均值	80	90	100	平均值
乾地-輕載	0.79	0.80	0.79	0.80	0.80	0.79	0.80	0.81	0.79	0.80	0.80
乾地-滿載	0.95	0.87	0.91	0.84	0.81	0.80	0.82	0.79	0.80	No Test	0.79
溼地-輕載	0.84	0.75	0.80	0.72	0.70	0.69	0.70	0.67	0.66	0.65	0.66
溼地-滿載	0.80	0.77	0.79	0.75	0.72	0.71	0.73	0.69	0.69	No Test	0.69

本研究 \ 車速(Km/hr)	30	40	平均值	50	60	70	平均值	80	90	100	平均值
乾地-輕載	0.75	0.76	0.76	0.77	0.78	0.76	0.77	0.78	0.76	0.77	0.77
乾地-滿載	0.84	0.80	0.82	0.80	0.77	0.77	0.78	0.76	0.77	No Test	0.76
溼地-輕載	0.75	0.71	0.73	0.70	0.68	0.67	0.68	0.65	0.64	0.63	0.64
溼地-滿載	0.73	0.73	0.73	0.73	0.70	0.69	0.70	0.67	0.67	No Test	0.67

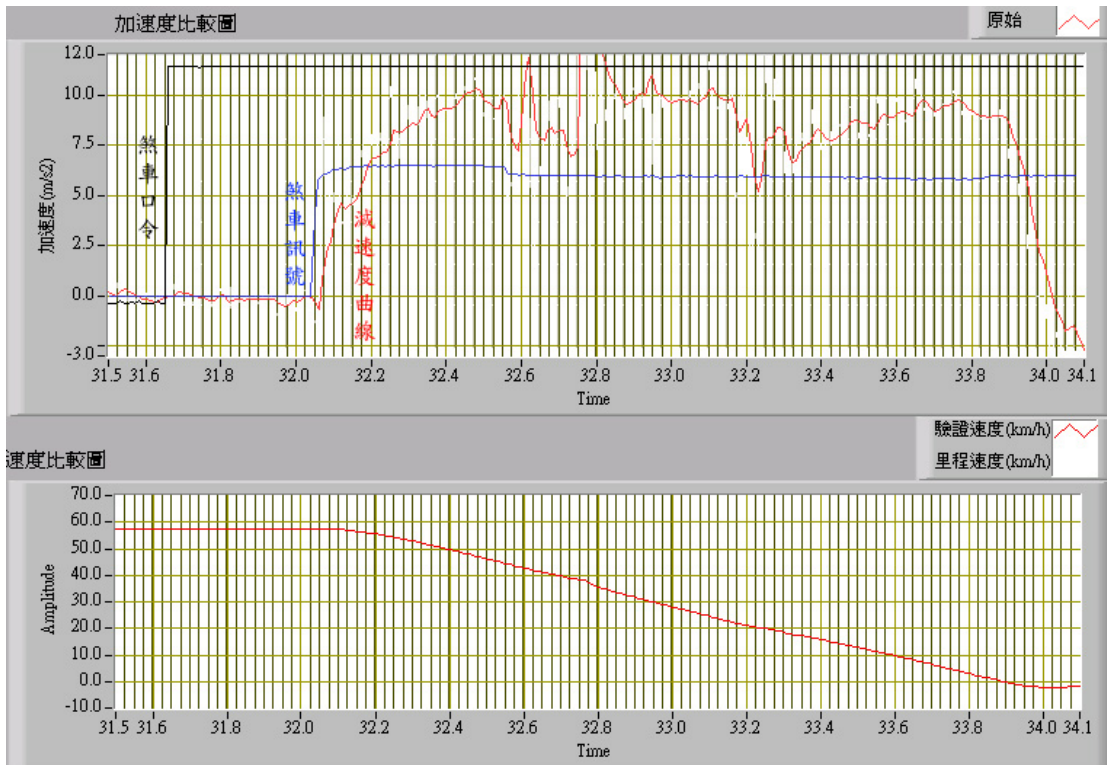
## 附錄 G Honda Civic 第五代 ABS 系統之試驗數據圖



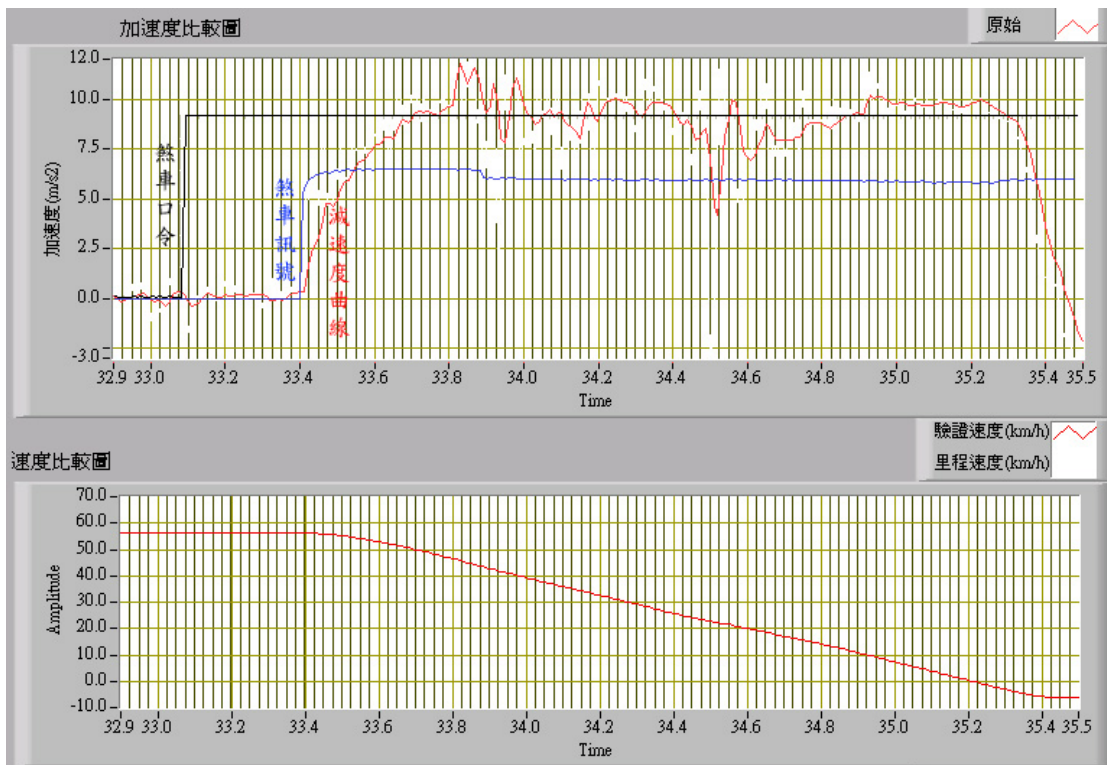
File 50-1



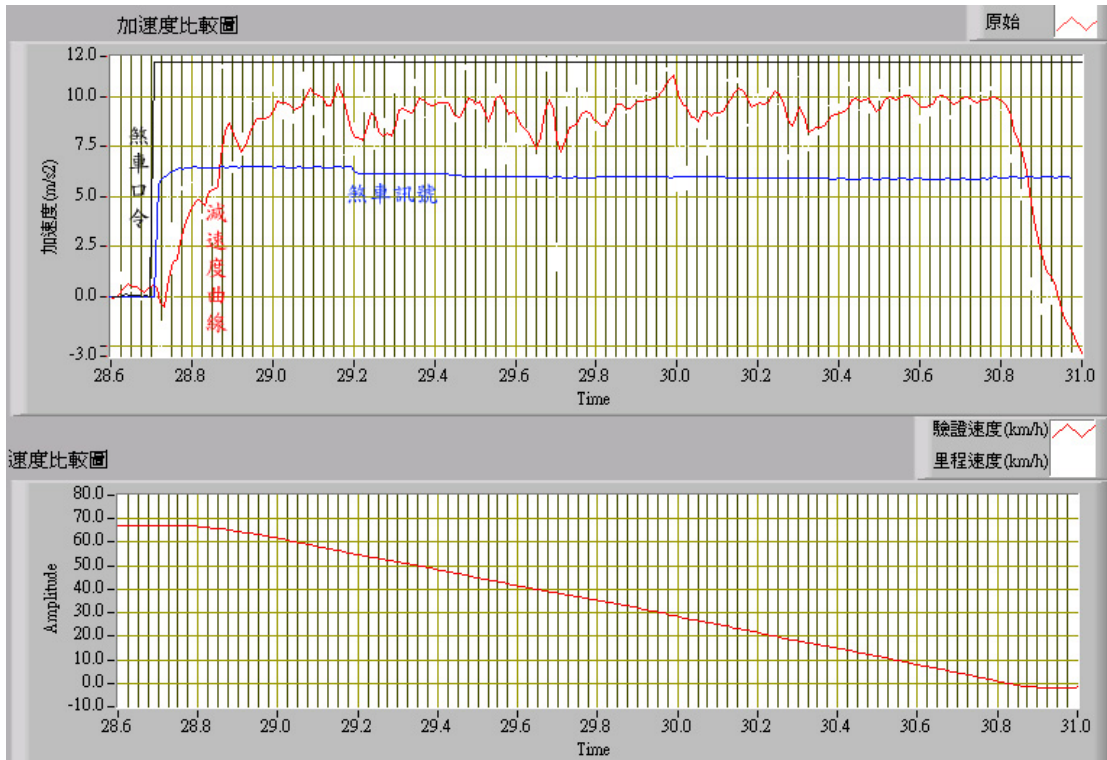
File 50-2



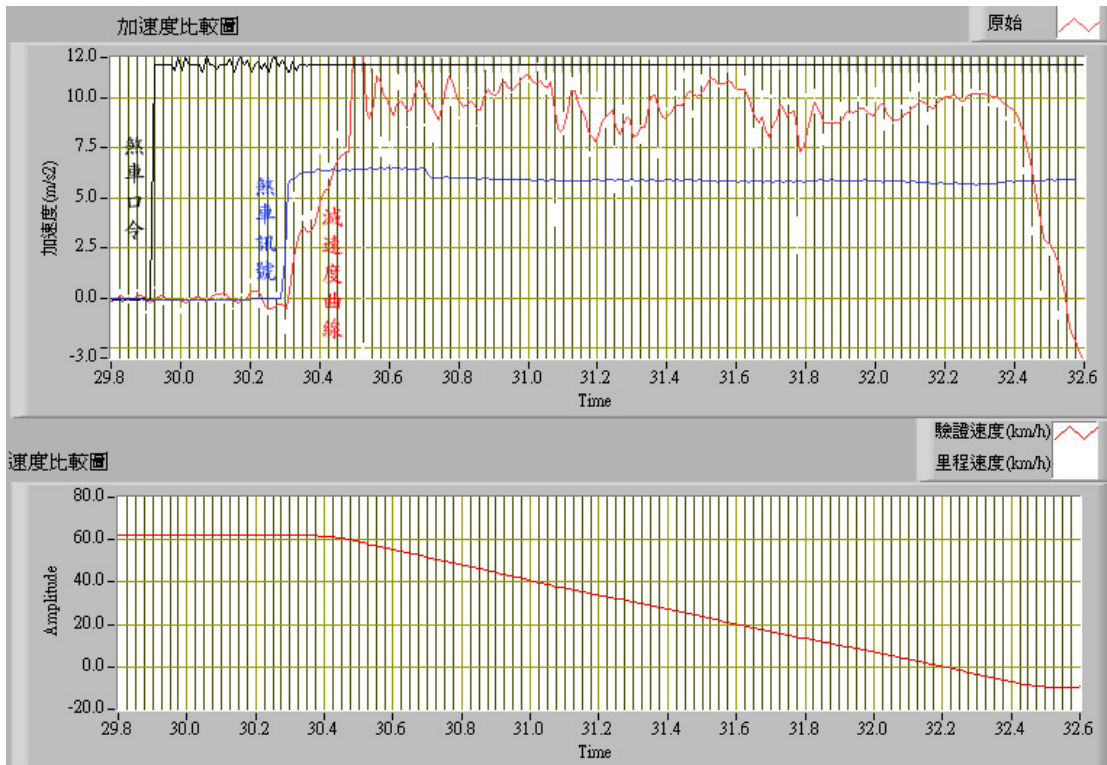
File 50-3



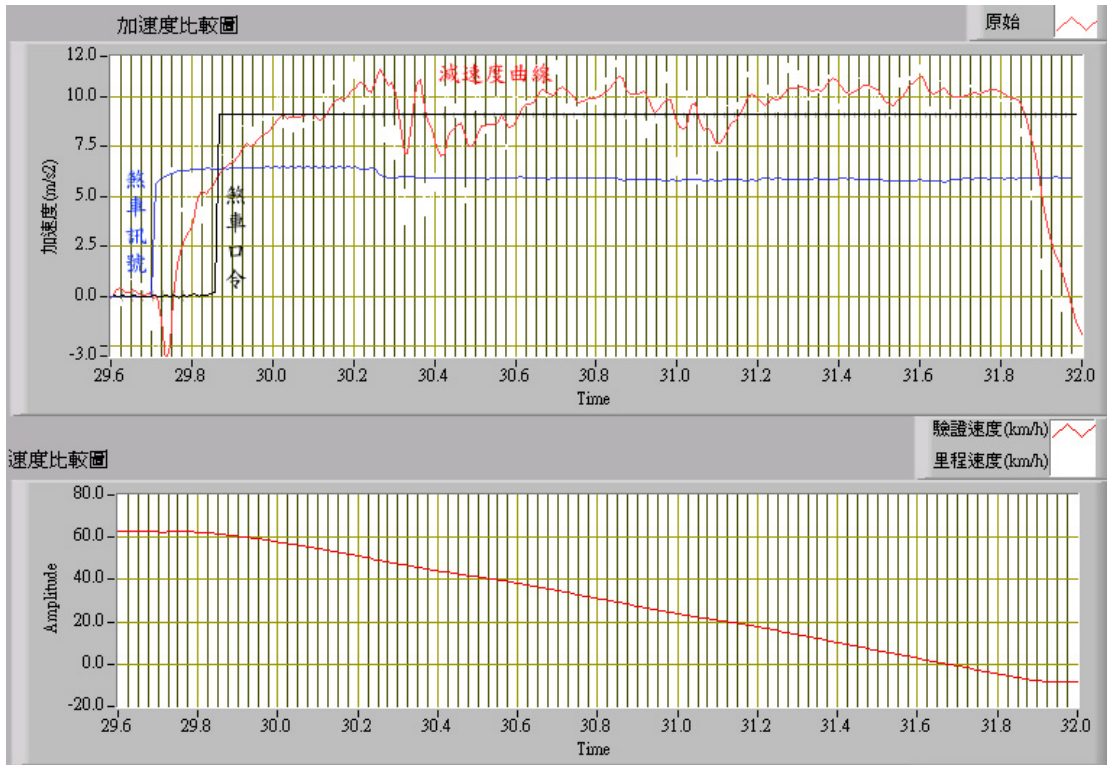
File 50-4



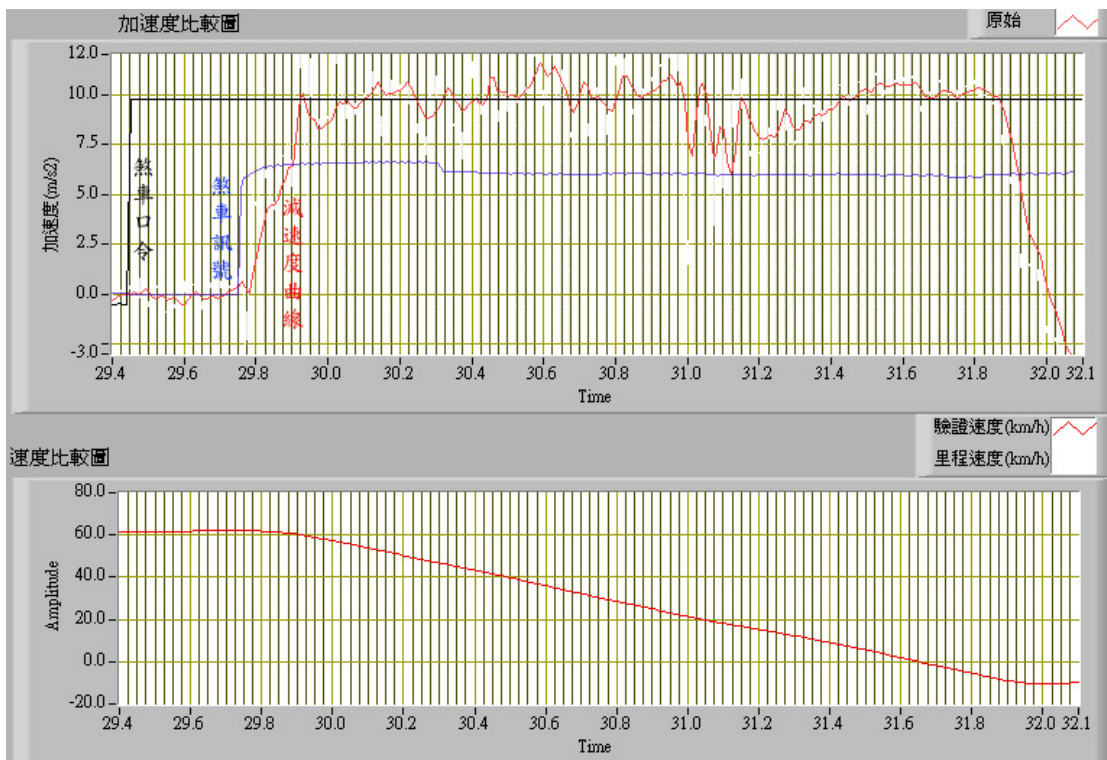
File 60-1



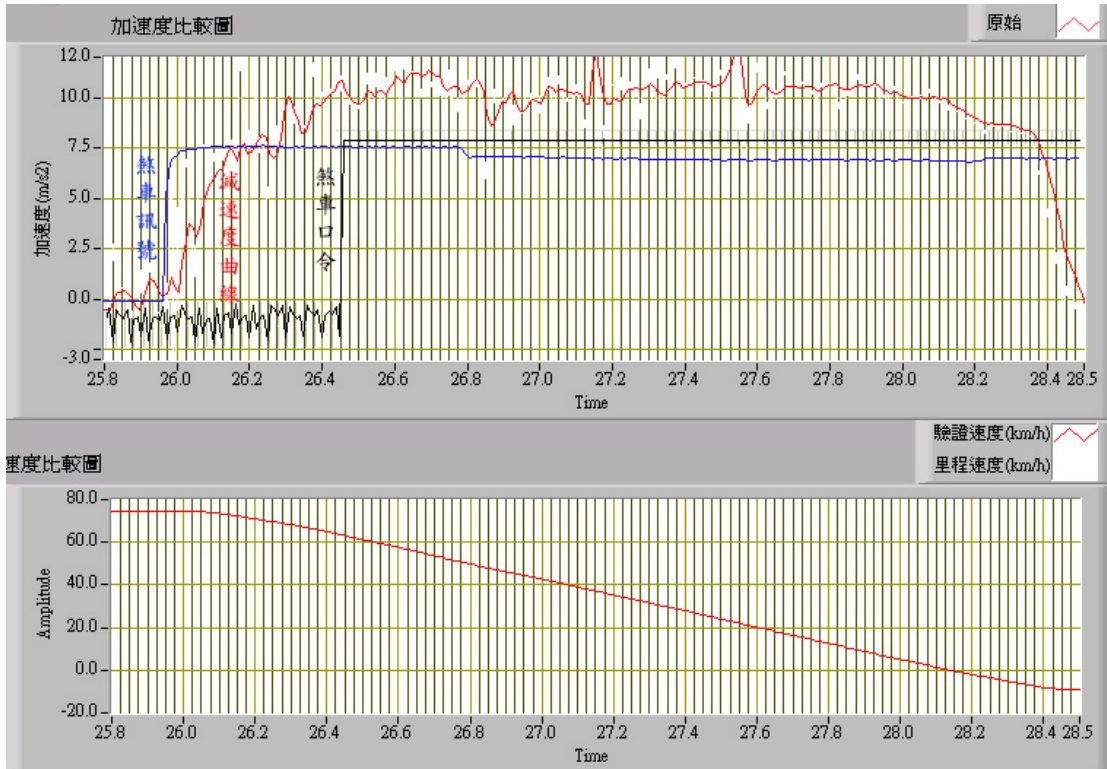
File 60-2



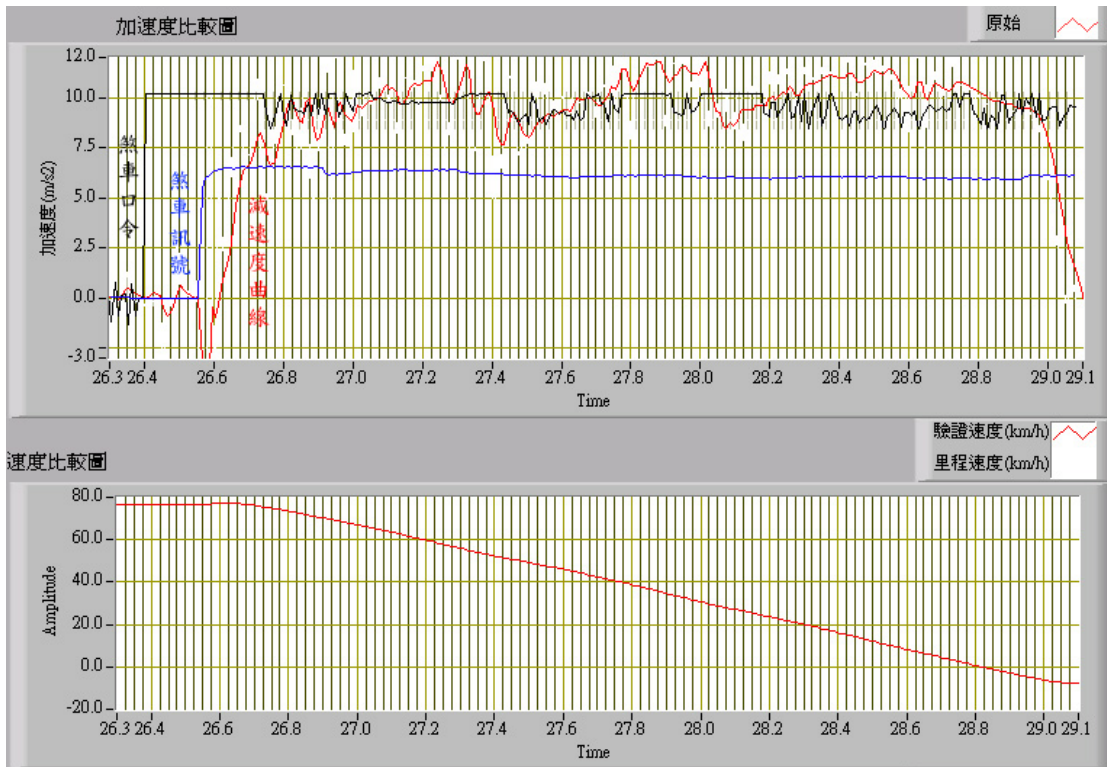
File 60-3



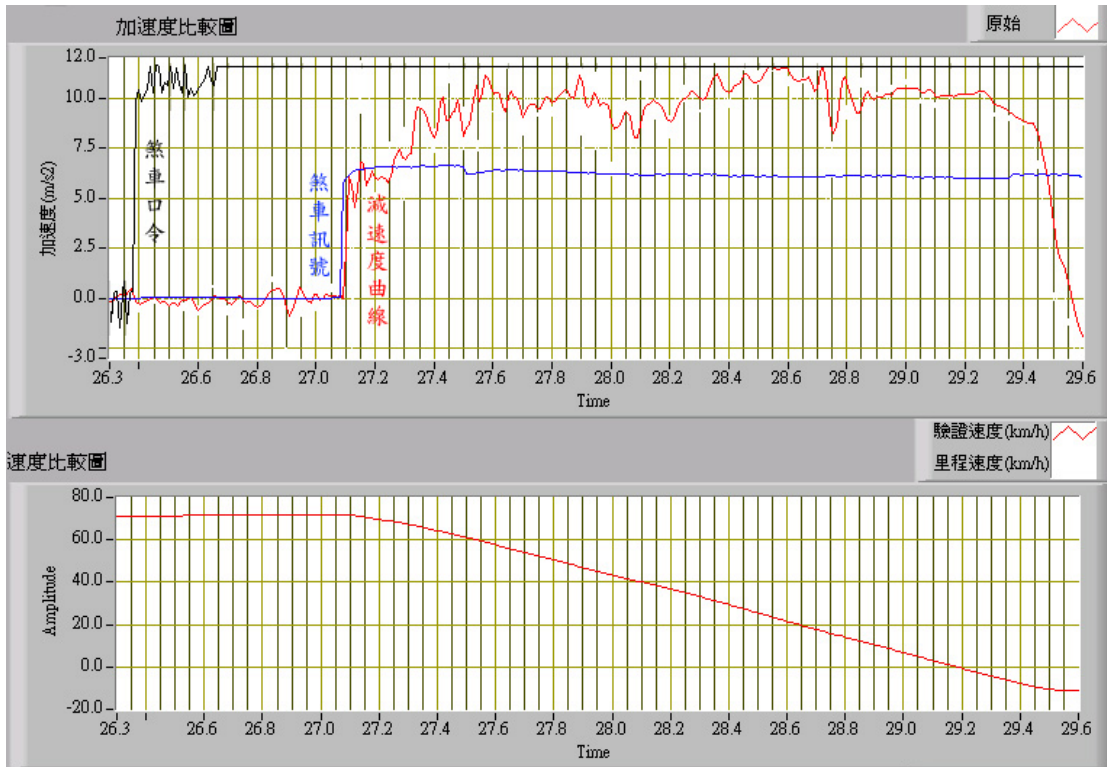
File 60-4



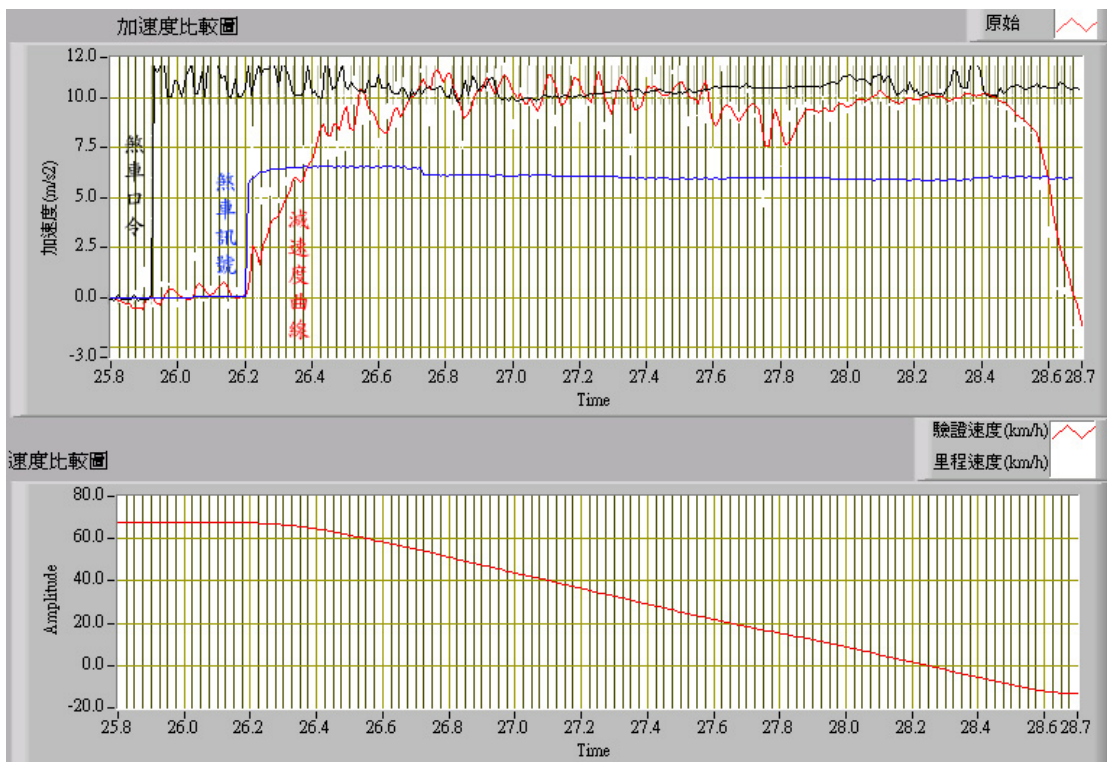
File 70-1



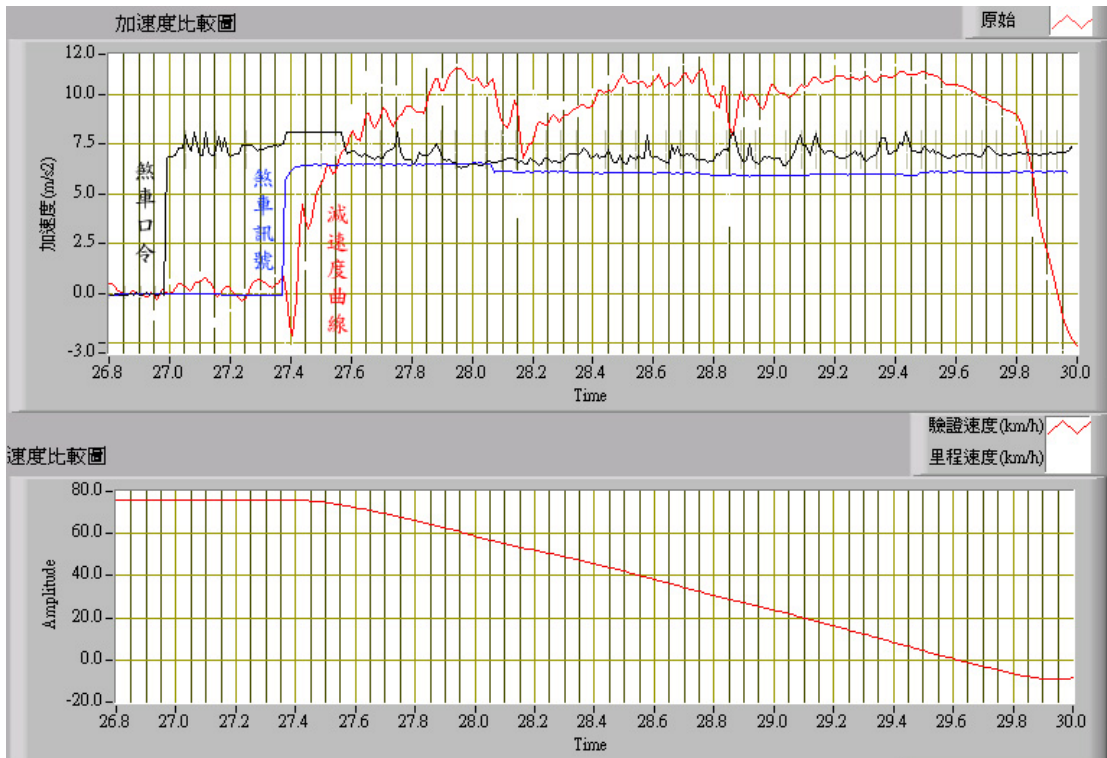
File 70-2



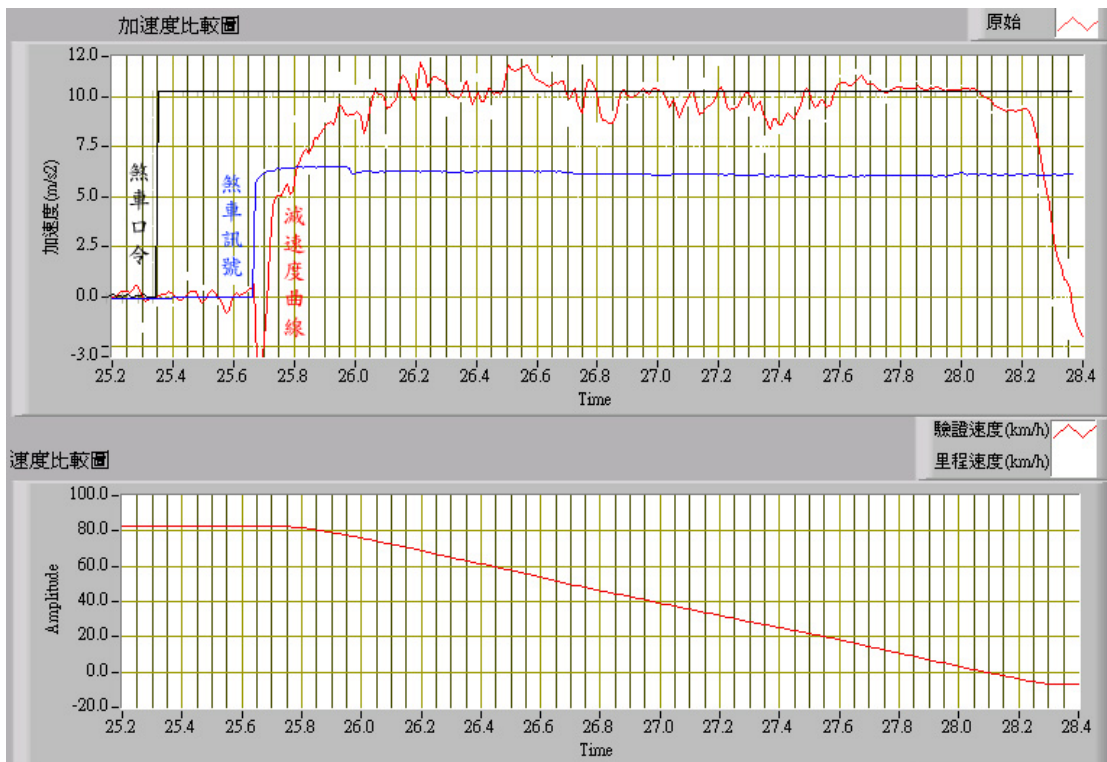
File 70-3



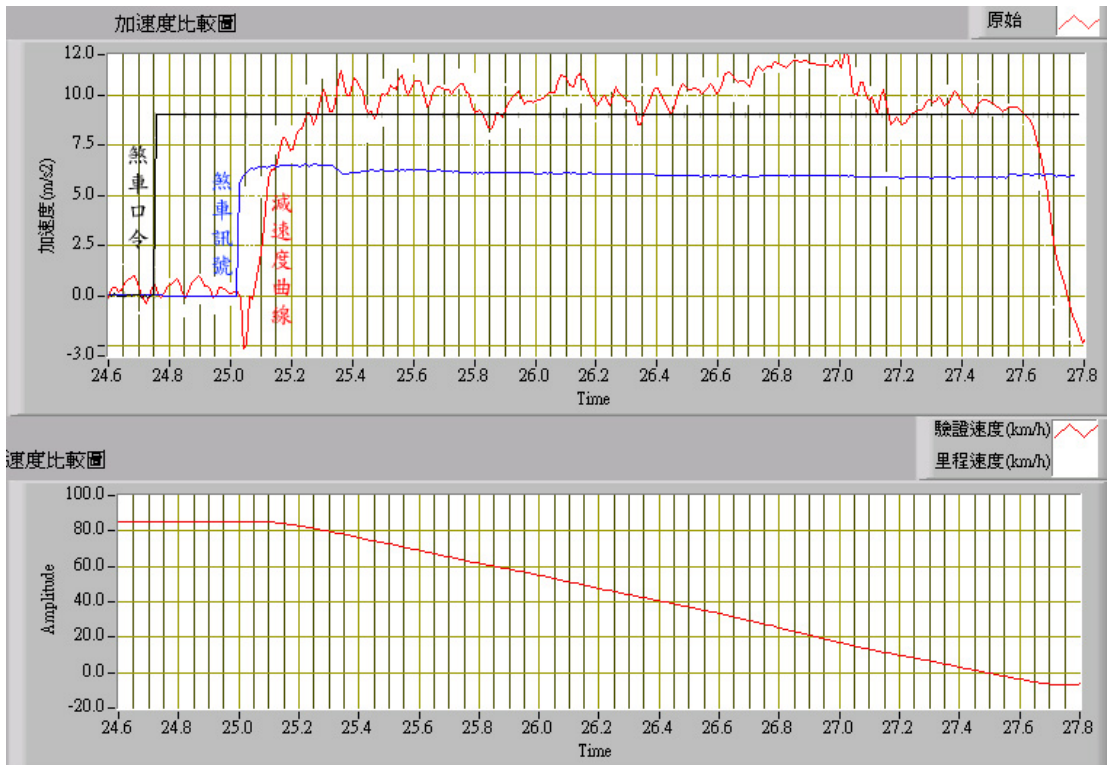
File 70-4



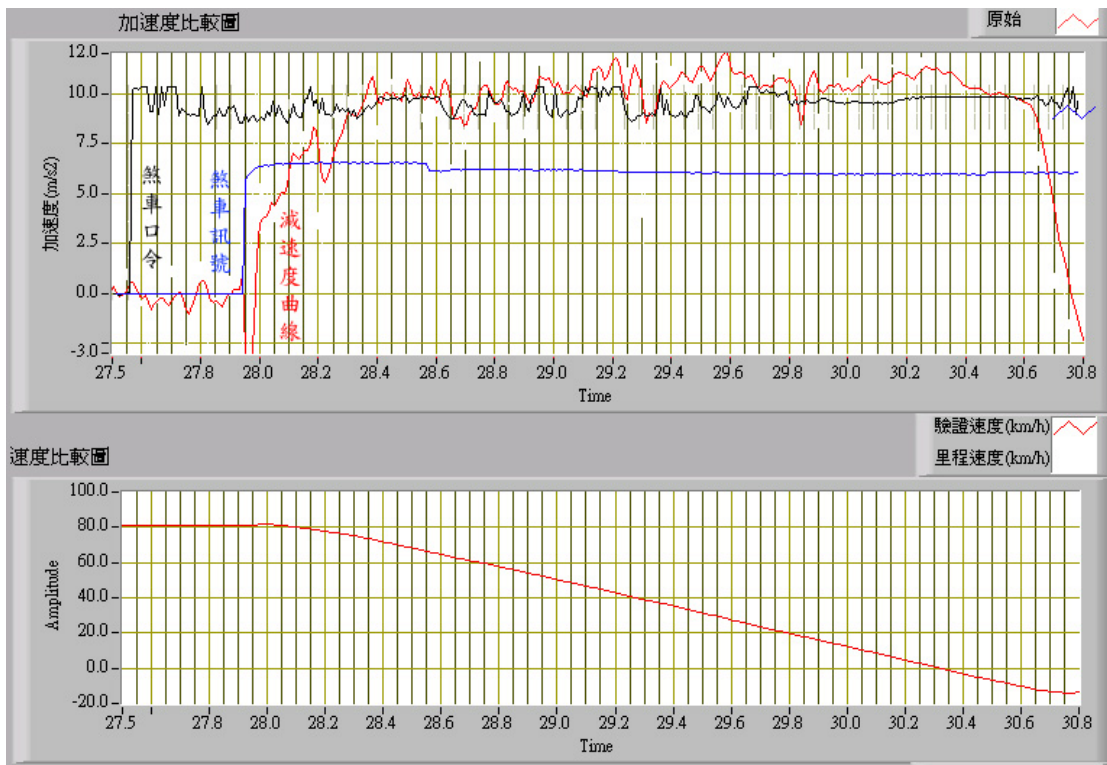
File 70-5



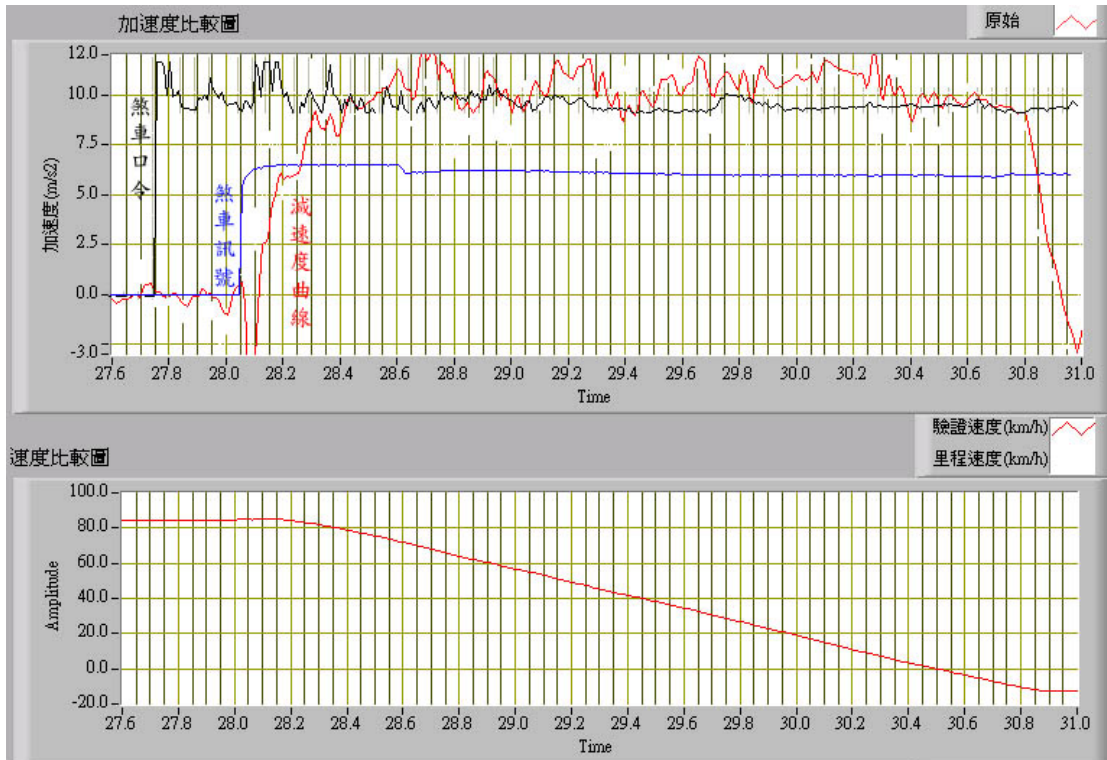
File 80-1



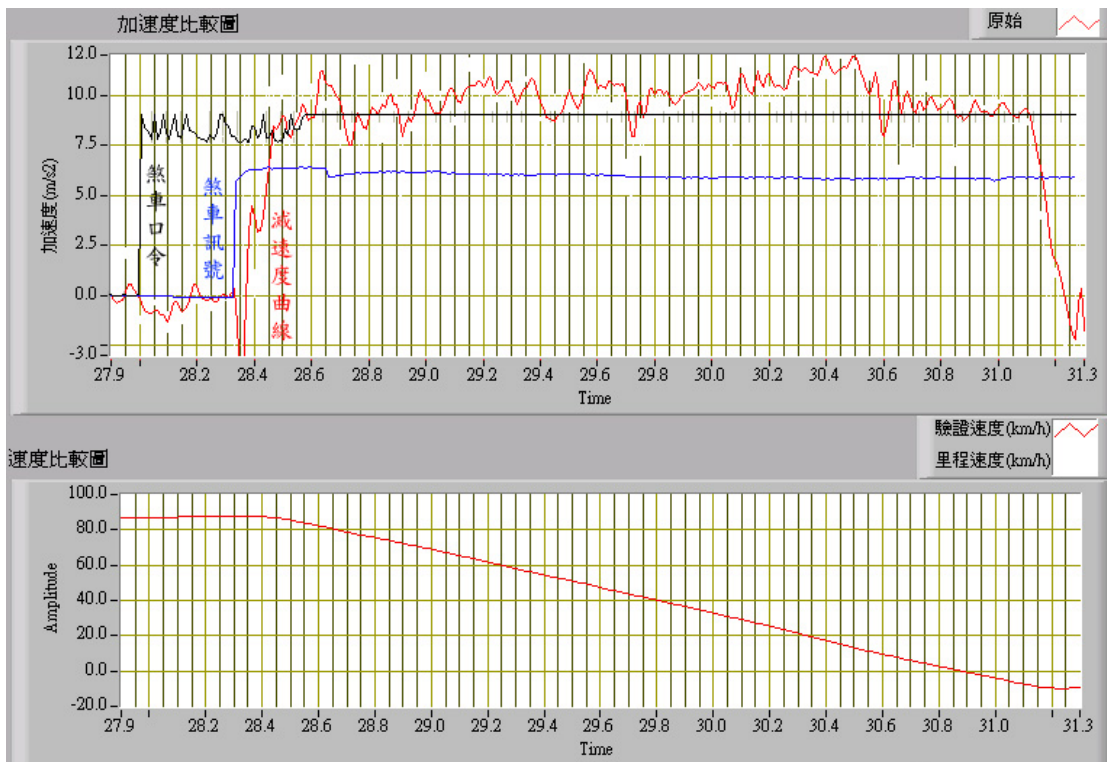
File 80-2



File 80-3

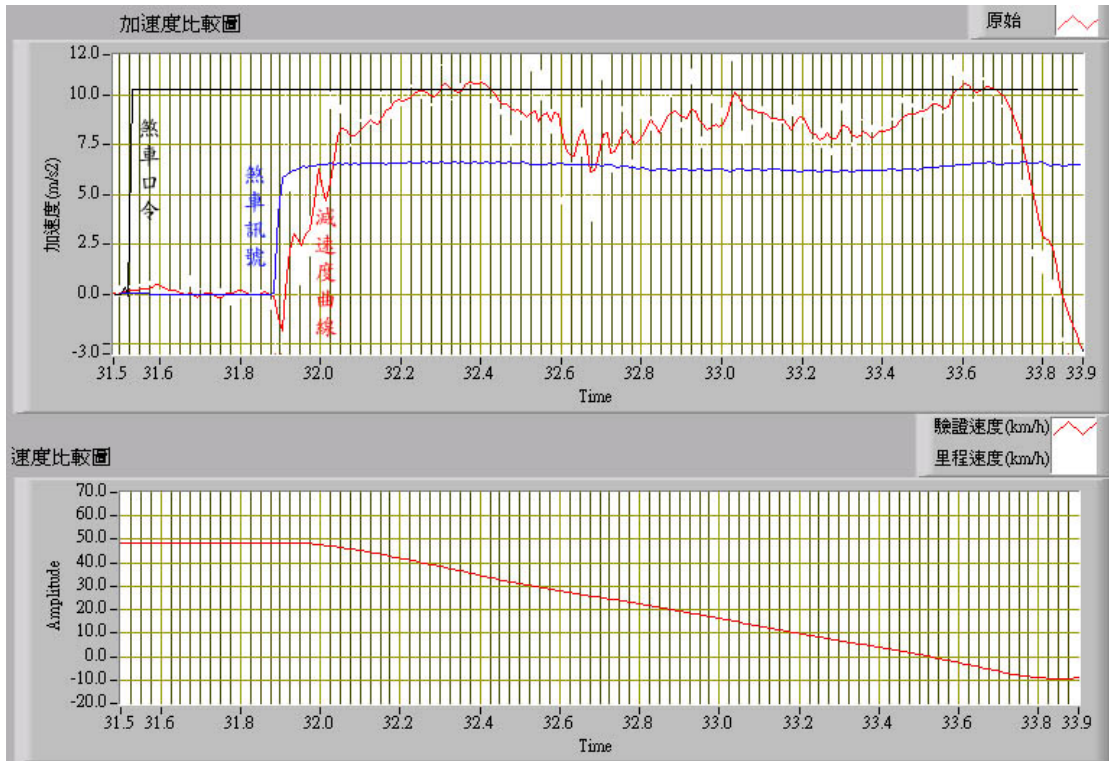


File 80-4

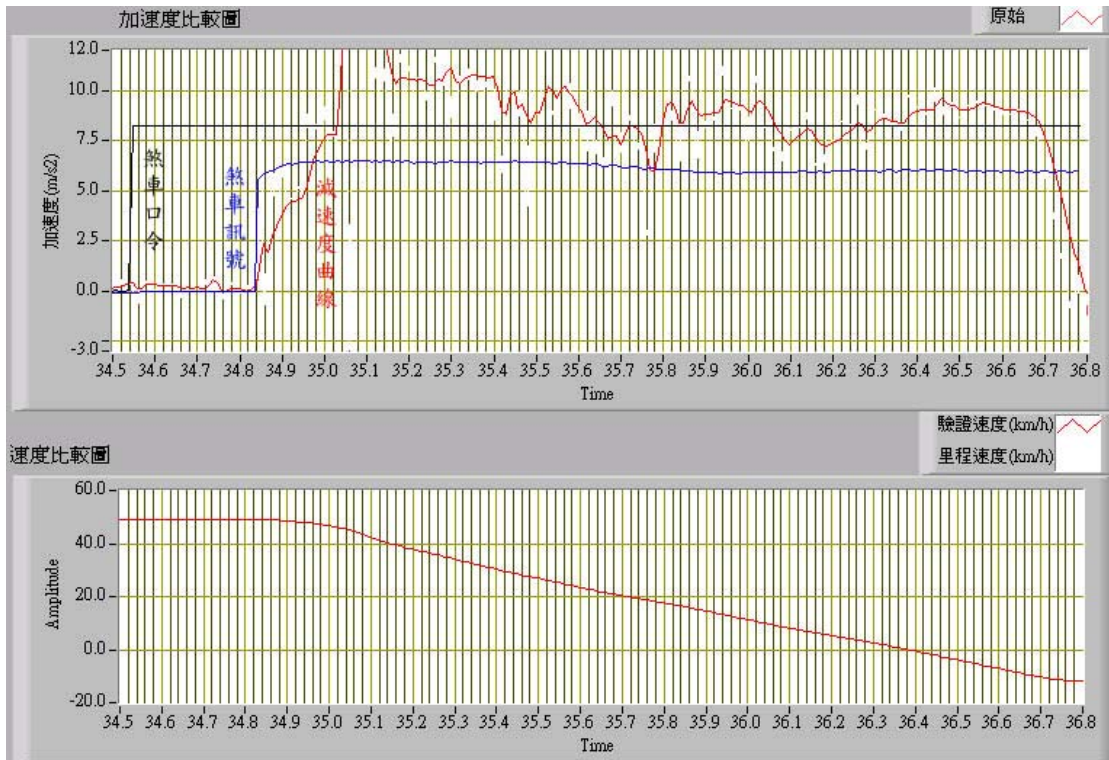


File 80-5

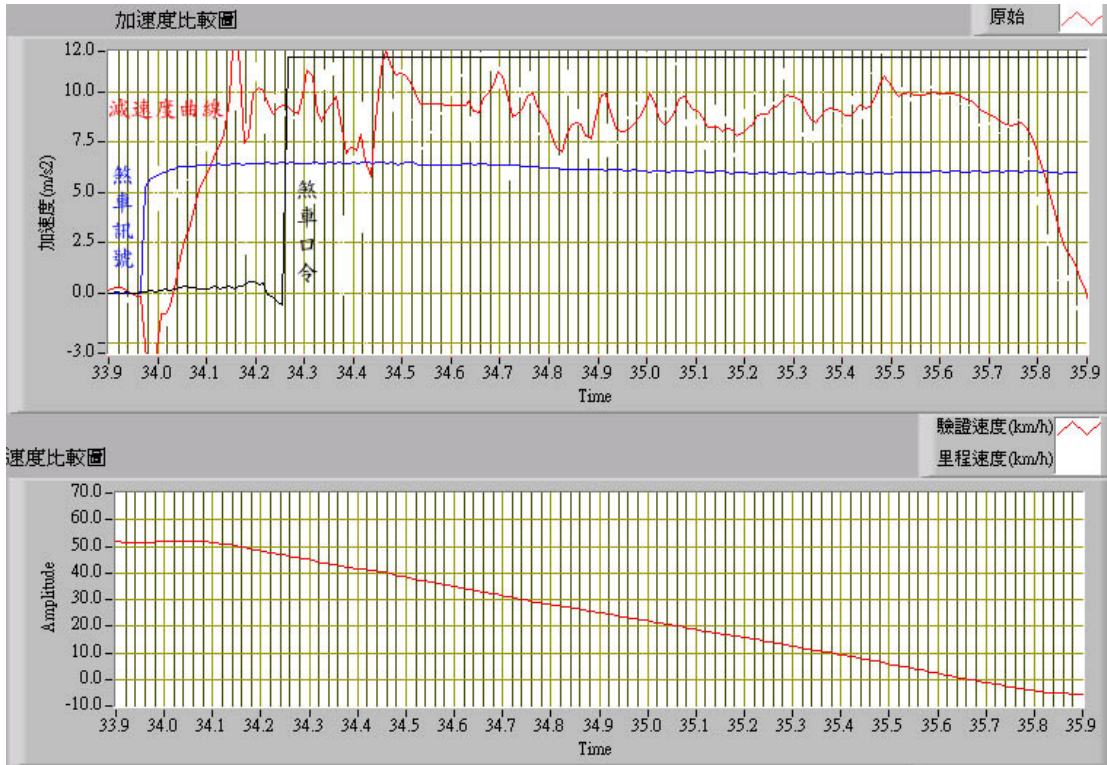
附錄 H Honda Civic 第五代 一般煞車系統之試驗數據  
圖



File 50-1



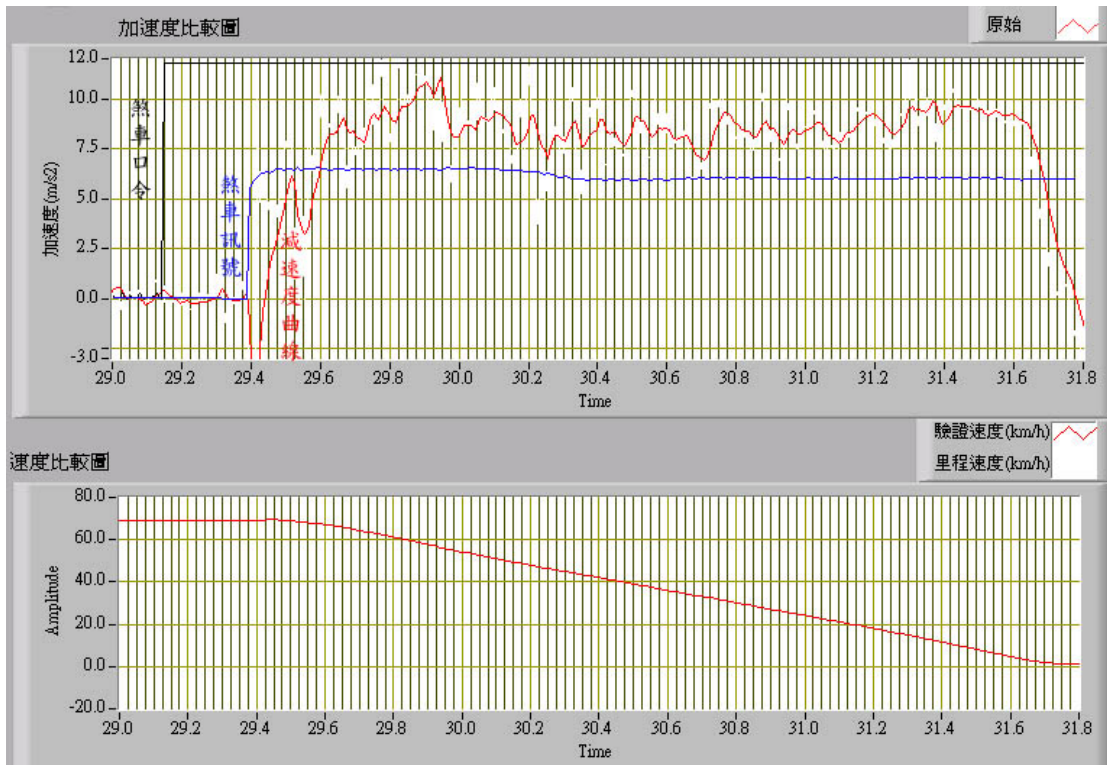
File 50-2



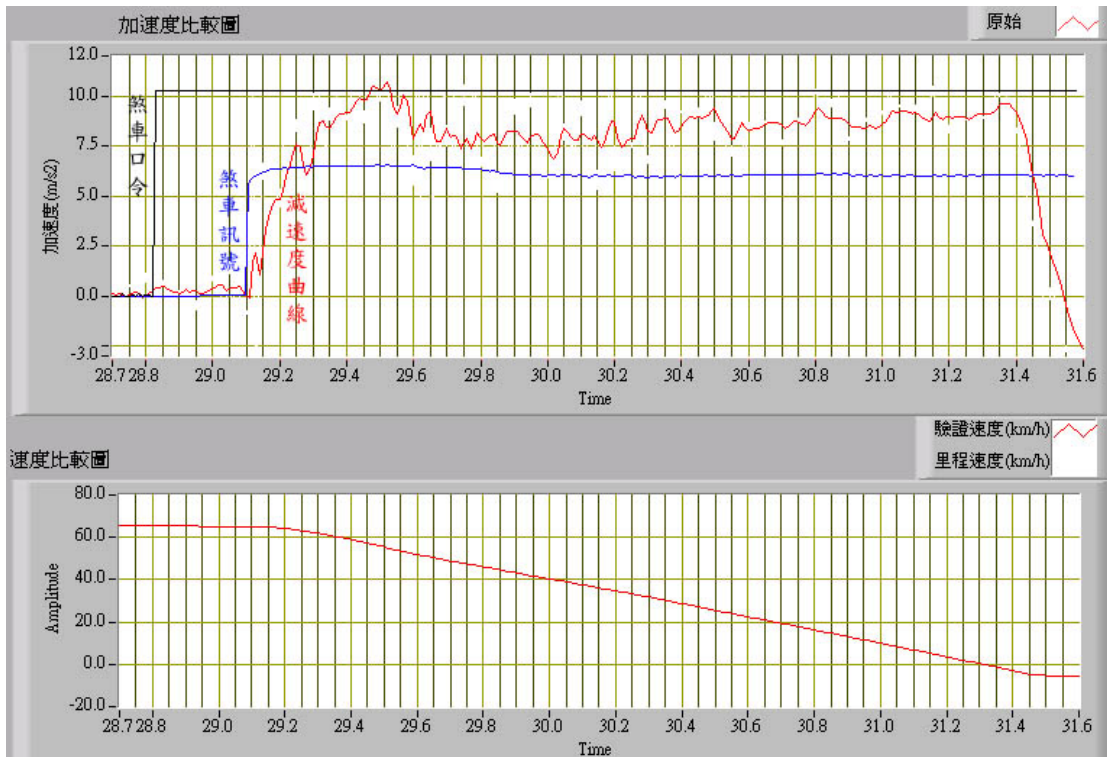
File 50-4



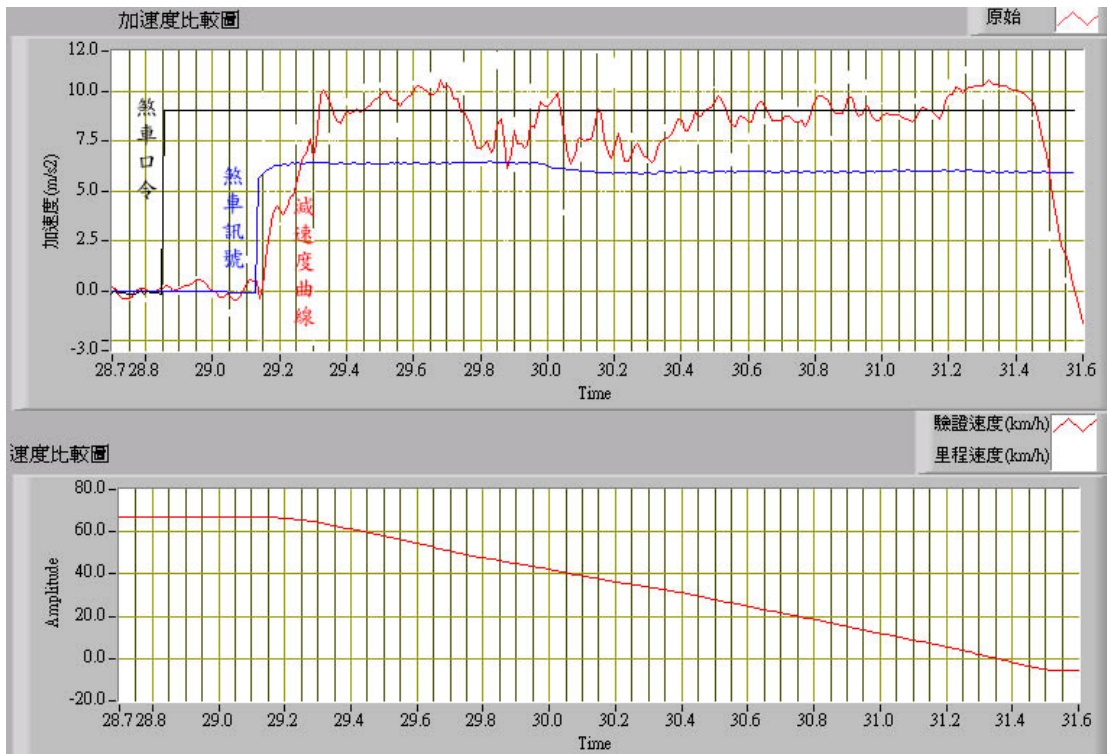
File 50-5



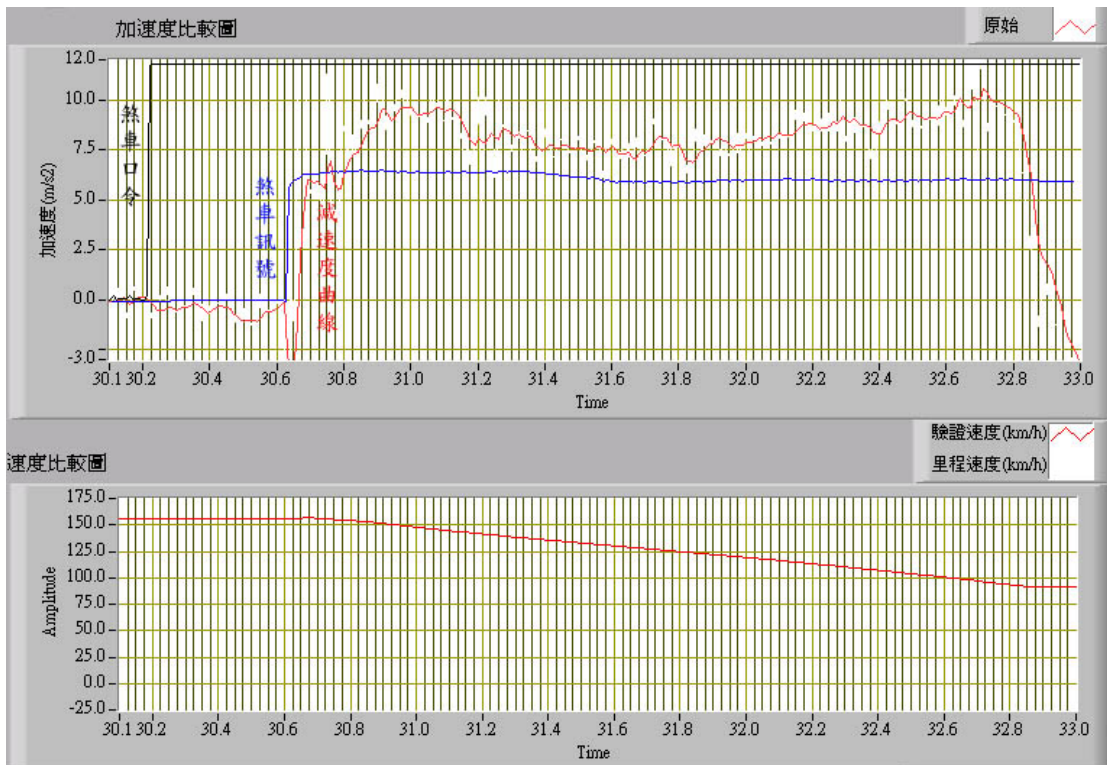
File 60-1



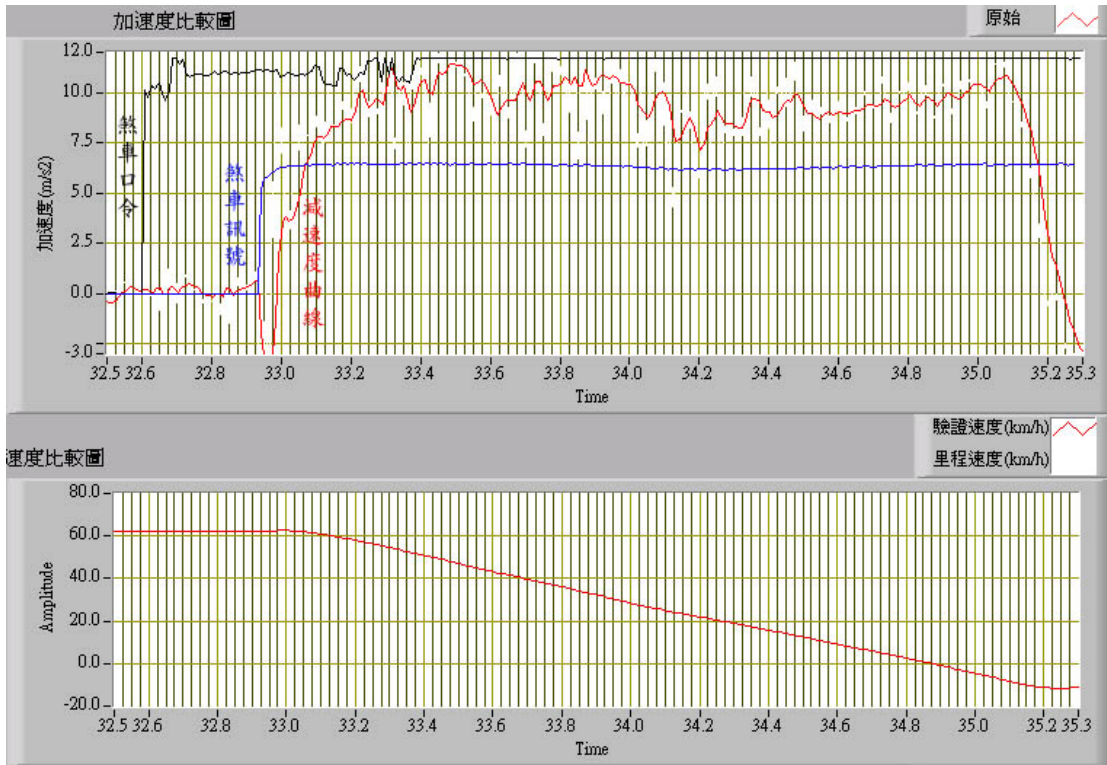
File 60-2



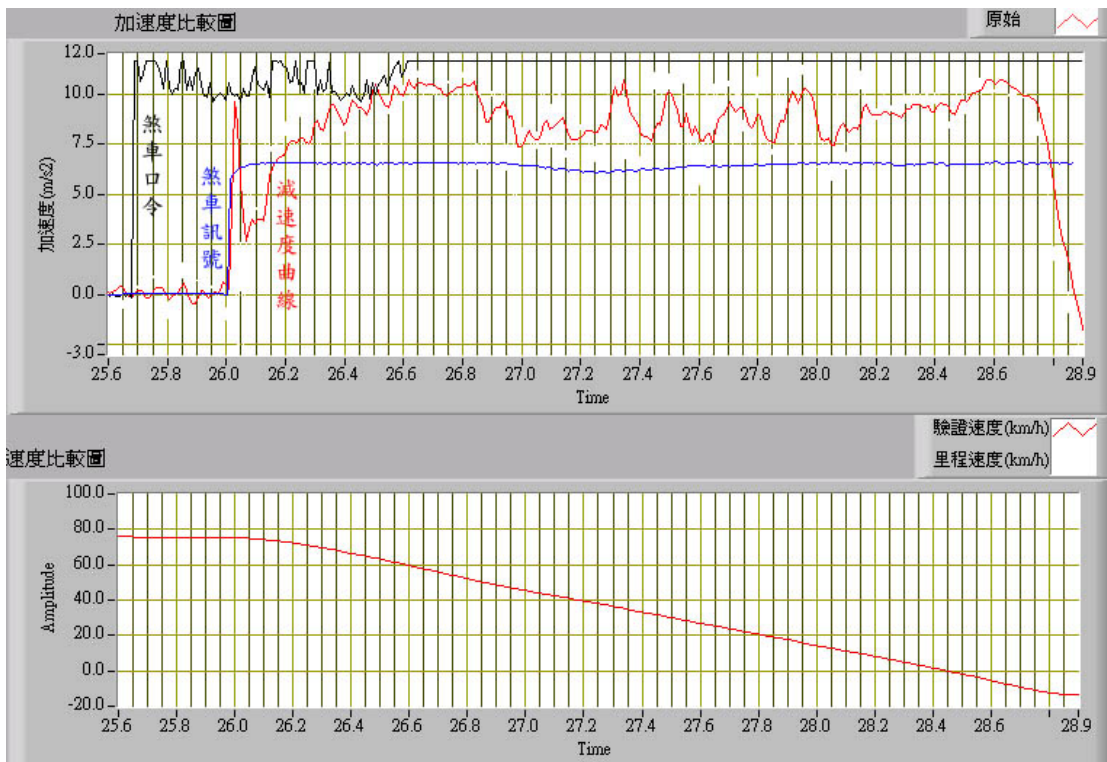
File 60-3



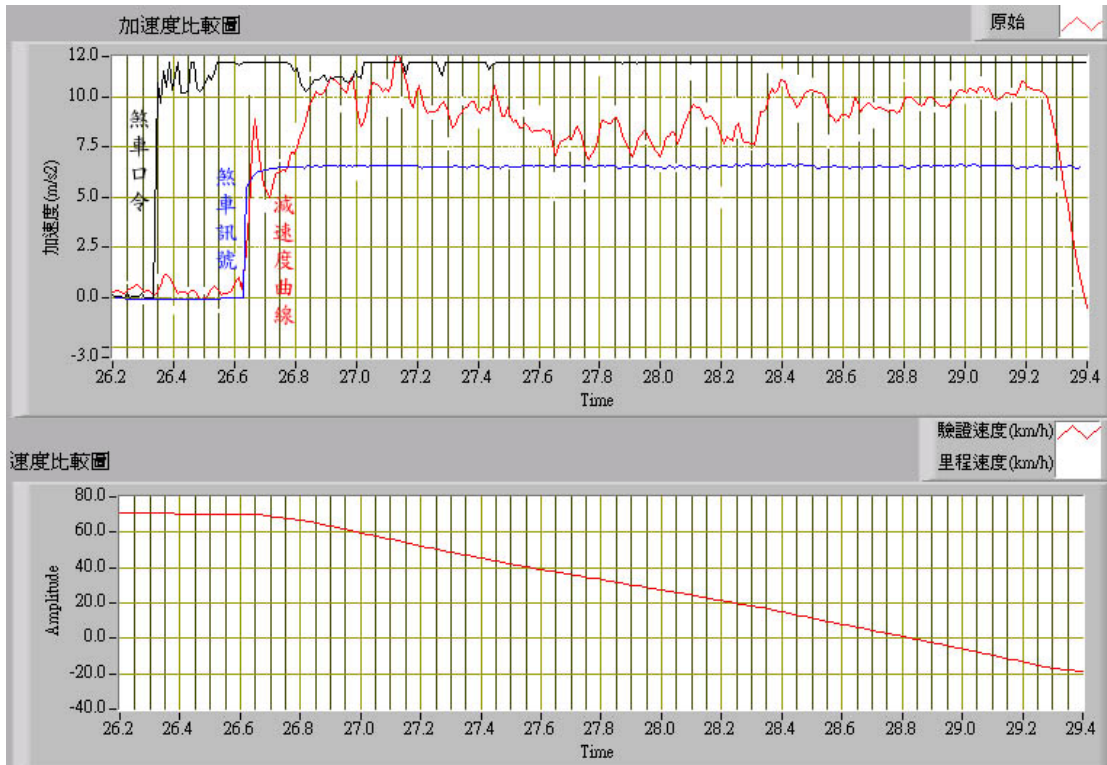
File 60-4



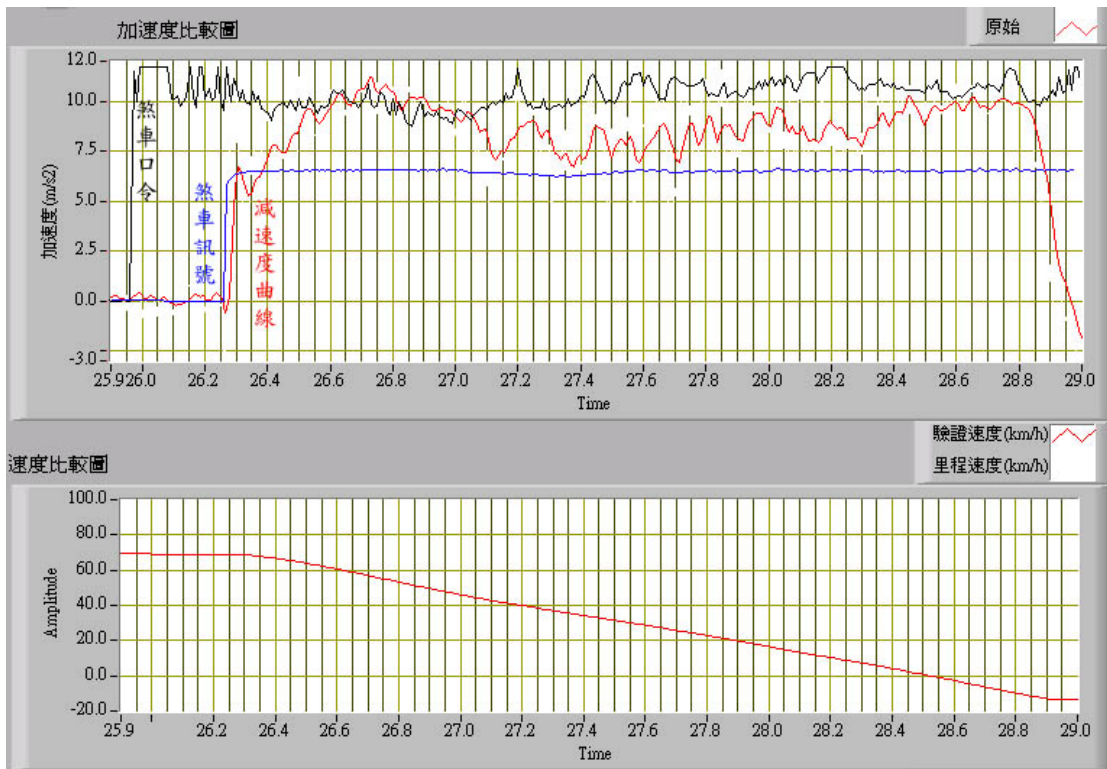
File 60-5



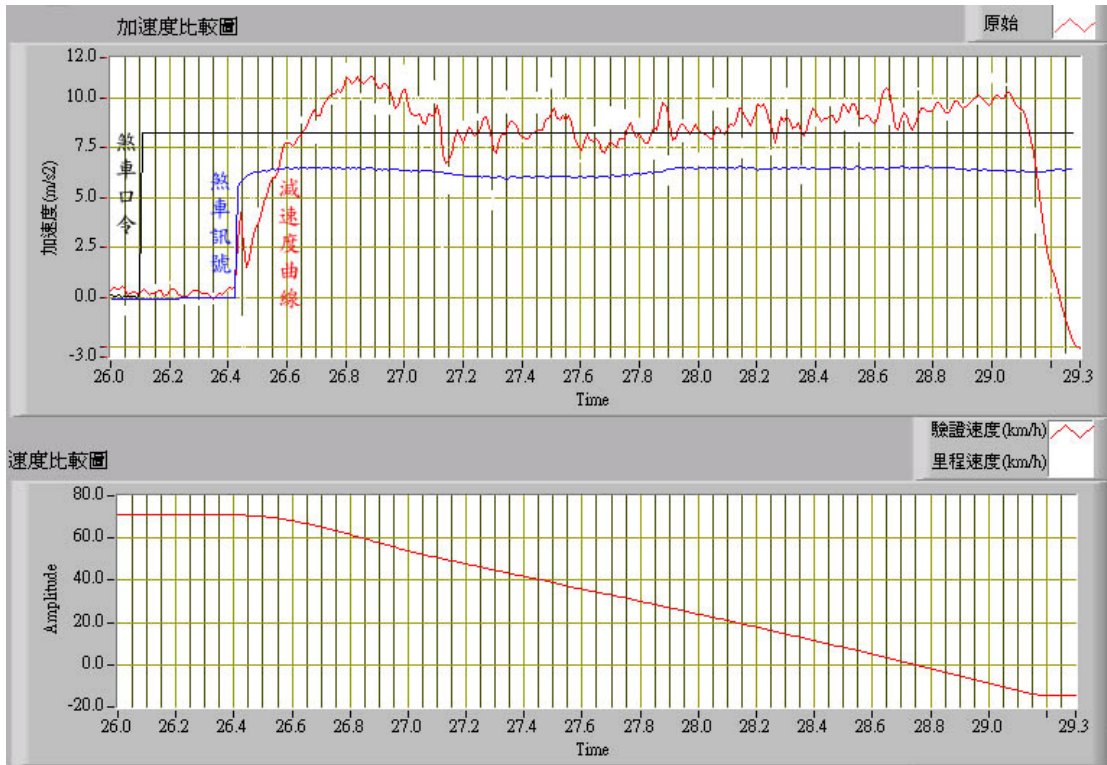
File 70-1



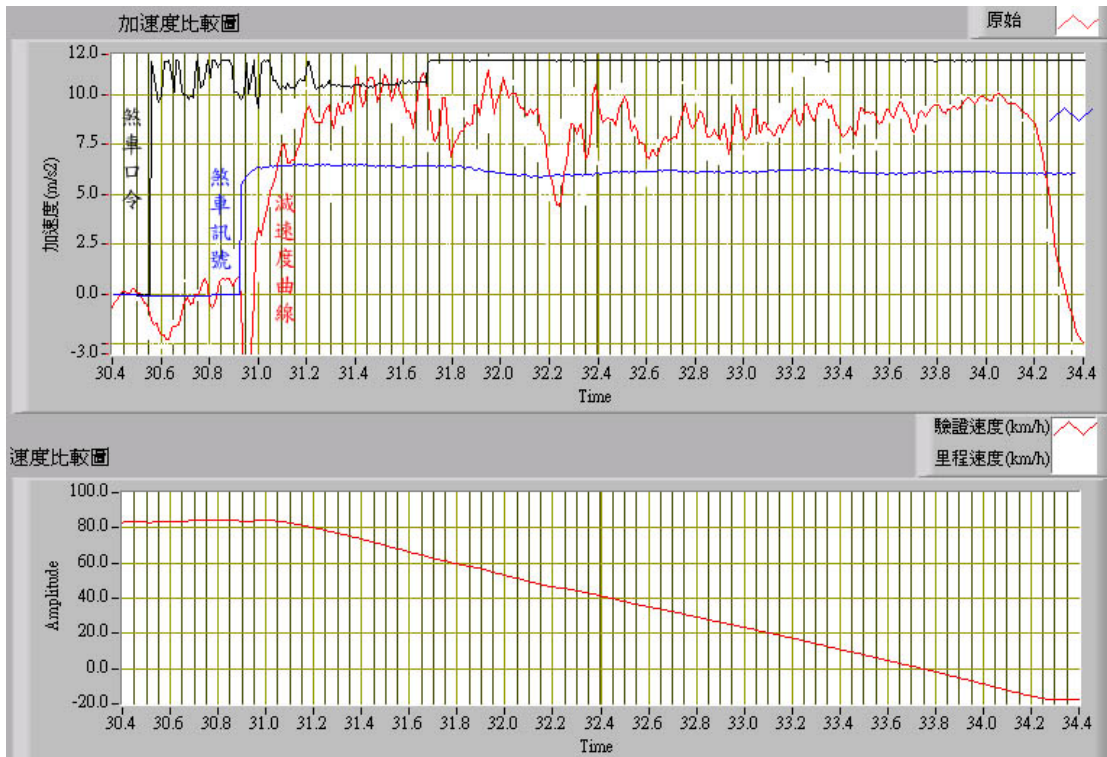
File 70-2



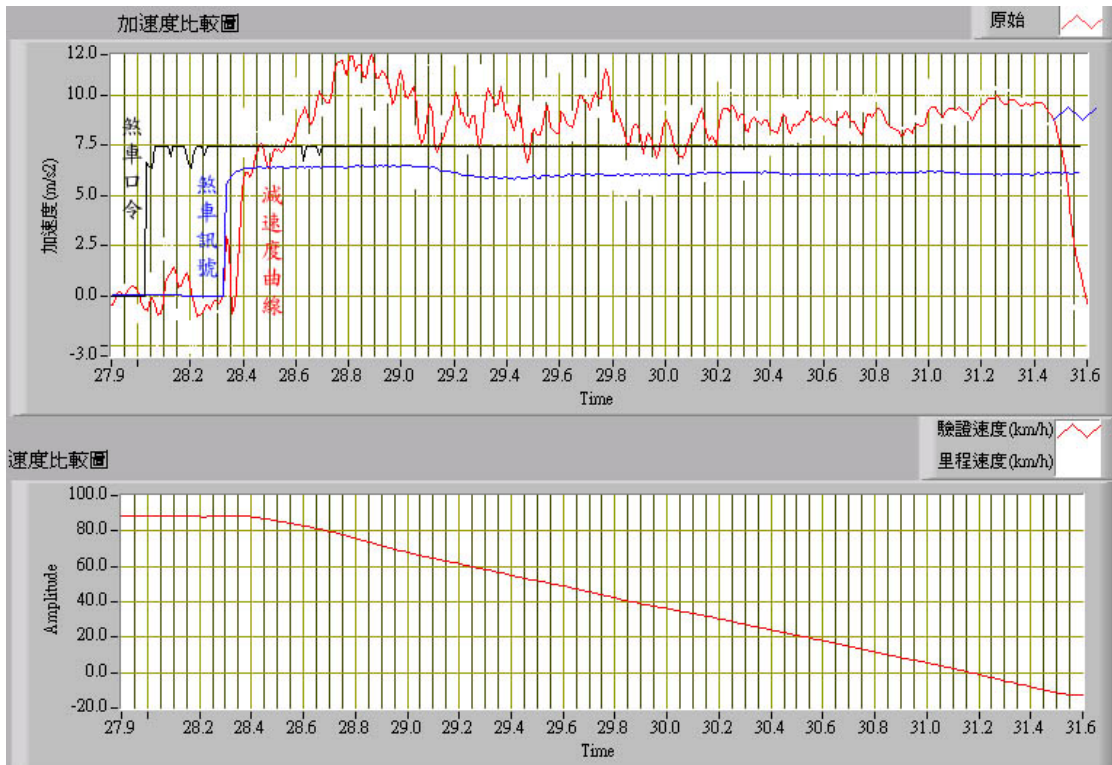
File 70-3



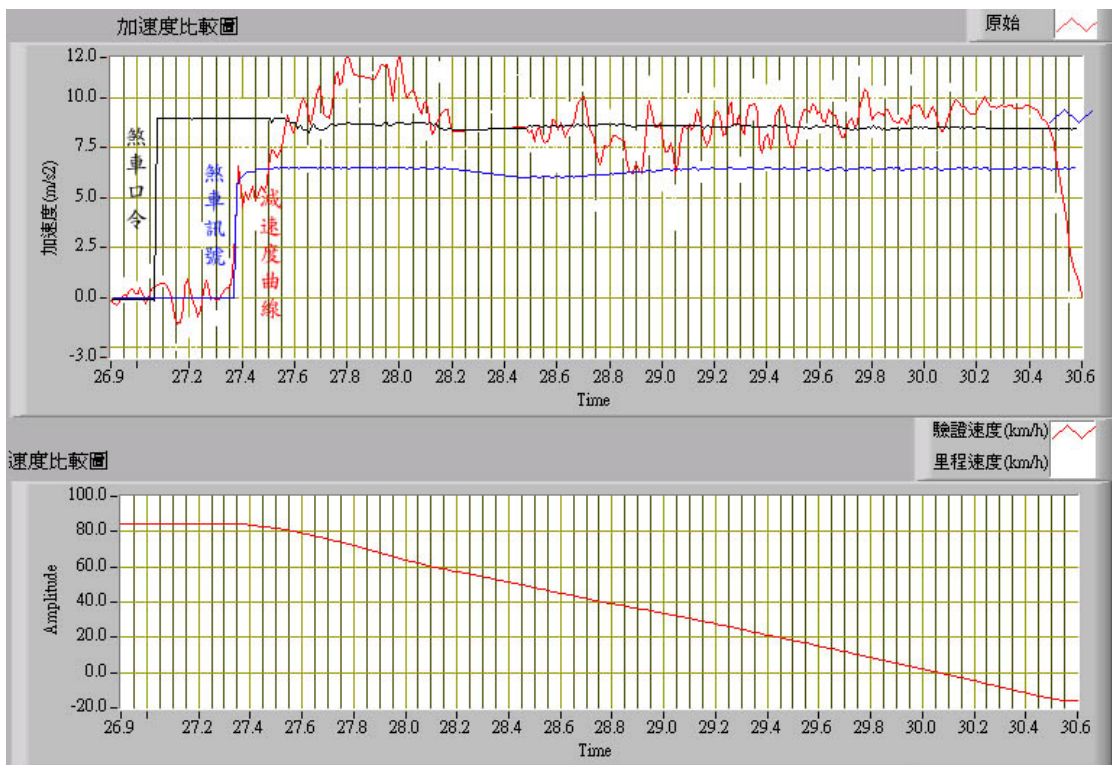
File 70-4



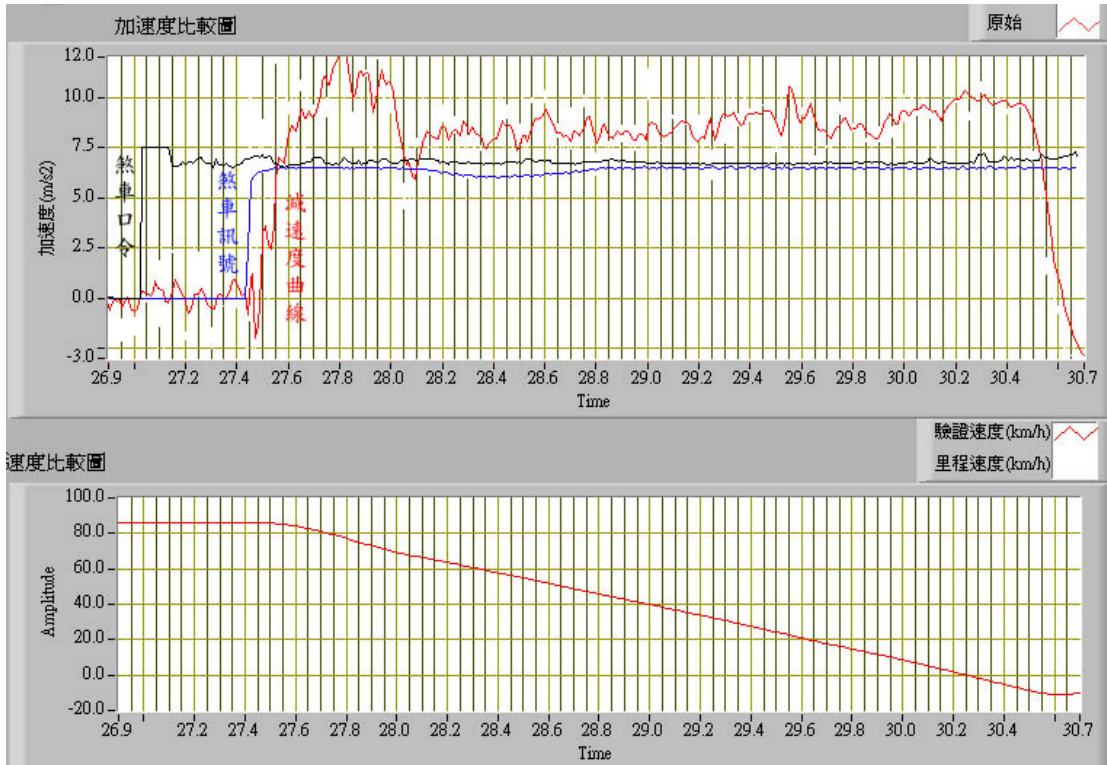
File 80-1



File 80-2



File 80-3



File 80-4