

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

中華民國八十四年二月

合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱 中文：我國汽車煞車距離與行車速度關係之測試與研究 外文：Study on Review, Modification, and Test of the Relationship Between Braking Distance and Vehicle Speed.			
國際標準書號(或叢刊號)		政府出版品統一編號 009104840190	
		運輸研究所出版品編號 84-19-3117	
主辦單位：運安組 主管：林大煜 計畫主持人：林大煜 研究人員：劉韻珠 田養民		合作研究單位：財團法人車輛研究測試中心 計畫主持人：廖慶秋 研究人員：鍾國良、張起豪、鍾日堂、 黃品誠、蔡志明、劉嘉福、 地址：新竹縣湖口鄉信勢村成功路415號	
		研究期間 自83年 1月 至83年 6月	
關鍵詞：煞車距離、行車速度、道路摩擦係數、輕載配重、滿載配重、輪胎轉速、煞車胎痕、新舊道路鋪面			
摘要：本研究是在探討與汽車煞車距離有關之參數，並分析煞車輪胎痕跡與車速及道路摩擦係數之相關聯性。進而從國產暢銷車中，選擇排氣量1,000cc~1,400cc之汽車一部執行煞車距離相關之測試，藉實車測試結果修訂我國之「汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數對照表」。測試條件包括在新舊之乾溼柏油鋪面上，以滿載及輕載之配重，車速自30~100km/hr(以10km/hr為增加量)，來執行煞車距離相關參數的量測，利用非接觸式光學速率計自動量測輪胎轉速及煞車距離的關係，進而求出車輛之煞車胎痕與車速之相關聯性。 本研究各章節撰稿人： 第一章 劉韻珠、廖慶秋、田養民 第四章 廖慶秋、鍾國良、黃品誠 第二章 劉韻珠 第五章 劉韻珠、廖慶秋 第三章 鍾國良、劉韻珠			
出版日期	頁數	工本費	本出版品取得方式
84年 2月	154	227	凡屬機密或限閱性出版品均不對外公開。一般性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按工本費價購。
管制等級： <input type="checkbox"/> 機密(<input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 主辦單位視情況辦理解密) <input type="checkbox"/> 限閱(<input type="checkbox"/> 解限日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 主辦單位視情況辦理解限) <input checked="" type="checkbox"/> 一般			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

我國汽車煞車距離與行車速度 關係之測試與研究

目 錄

頁次

第一章 緒 論

1.1 研究緣起.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究方法與步驟.....	3
1.4 研究內容.....	5

第二章 影響煞車距離相關因素之分析(文獻回顧)

2.1 影響煞車距離相關因素之分析.....	7
2.2 國內曾進行之汽車行車速度與煞車距離之研究與測試.....	11

第三章 我國新型汽車煞車距離與行車速度測試計畫之擬訂與進行

3.1 測試計畫概要說明.....	15
3.2 計畫試驗規範.....	18
3.3 測試實施方法與步驟.....	22

第四章 測試結果分析及比較

4.1 抗滑儀 μ 值之量測.....	35
4.1.1 測試道路摩擦係數之量測.....	35
4.1.2 道路摩擦係數測試結果.....	36

4.2 實車測試數據之彙整.....	38
4.3 實車測試結果分析.....	45
4.3.1 實車測試數據分析流程.....	45
4.3.2 煞車距離與行車速度之關係.....	46
4.3.3 實車測試結果之分析.....	59
第五章 結論與建議	
5.1 結論.....	77
5.2 建議.....	79
誌謝.....	79
參考文獻.....	81
附錄.....	83

表 目 錄

	頁次
表1.1 我國現行『汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦 係數對照表』.....	2
表2.1 民國六十五年煞車距離測試試驗車種及性能一覽表.....	11
表3.1 試驗項目需求概況表.....	16
表3.2 儀器設備及功能.....	23
表3.3 車輛規格.....	25
表3.4 各單位之工作分配與職掌.....	27
表3.5 兩前(後)輪之行爲相近示意表.....	33
表4.1 路面抗滑儀量測結果(高工局中工處).....	37
表4.2 屏東煞車距離與行車速度測試擷取之資料檔格式.....	39
表4.3 南投煞車距離與行車速度測試擷取之資料檔格式.....	40
表4.4 乾地實際量測最長胎痕與儀器量測最長胎痕之比較 (屏東).....	41
表4.5 乾地實際量測最長胎痕與儀器量測最長胎痕之比較 (南投).....	42
表4.6 煞車距離與行車速度測試結果之彙總.....	44
表4.7 總煞車距離(S)-車速(V)之比較表(屏東).....	47
表4.8 總煞車距離(S)-車速(V)之比較表(南投).....	48

表4.9	最長煞車胎痕(L)-車速(V)之比較表(屏東).....	49
表4.10	最長煞車胎痕(L)-車速(V)之比較表(南投).....	50
表4.11	煞車胎痕長度比較示意表(屏東).....	51
表4.12	煞車胎痕長度比較示意表(南投).....	52
表4.13	路面摩擦係數(μ)-車速(V)之比較表(屏東).....	53
表4.14	路面摩擦係數(μ)-車速(V)之比較表(南投).....	54
表4.15	載重變化對煞車胎痕之影響--車速之比較表.....	55
表4.16	乾地最長煞車胎痕/總煞車距離(L/S)-速度(V)之比較..	56
表4.17	濕地最長煞車胎痕/總煞車距離(L/S)-速度(V)之比較..	57
表4.18	汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數對照表.....	76
表5.1	修訂行車速度對照表應執行之試驗計畫表.....	80

圖 目 錄

	頁次
圖1-1 計畫實施流程.....	4
圖2-1 民國六十五年煞車距離測試次數圖解.....	13
圖3-1 同一裝載之試驗次數.....	17
圖3-2 煞車試驗量測示意圖.....	21
圖3-3 儀器設備之安裝位置及資料擷取、處理流程.....	24
圖3-4 屏東台22號道路10K000~11K150交通管制圖.....	29
圖3-5 南投水里-集集間快速道路(台16號)14K800~15K000 交通管制圖.....	30
圖4-1 滑動比(λ)-摩擦係數(μ)-之比較圖.....	43
圖4-2 煞車距離測試數據分析流程圖.....	45
圖4-3 乾地總煞車距離(S)-車速(V)-之比較圖.....	61
圖4-4 乾地最長煞車胎痕(L)-車速(V)-之比較圖.....	62
圖4-5 濕地總煞車距離(S)-車速(V)-之比較圖.....	63
圖4-6 濕地最長煞車胎痕(L)-車速(V)-之比較圖.....	64
圖4-7 總煞車距離(S)-車速(V)-之比較圖(屏東).....	65
圖4-8 最長煞車胎痕(L)-車速(V)-之比較圖(屏東).....	66
圖4-9 總煞車距離(S)-車速(V)-之比較圖(南投).....	67
圖4-10 最長煞車胎痕(L)-車速(V)-之比較圖(南投).....	68

圖3-11 乾地載重變化對煞車胎痕與車速之影響比較圖.....	69
圖3-12 濕地載重變化對煞車胎痕與車速之影響比較圖.....	70
圖3-13 乾地摩擦係數--車速(V)之比較圖.....	72
圖3-14 濕地摩擦係數--車速(V)之比較圖.....	73
圖3-15 乾地 L/S-V之比較圖.....	74
圖3-14 濕地 L/S-V之比較圖.....	75

附 錄 目 錄

頁次

附錄一、本研究聘請之諮詢委員名單一覽表.....	83
附錄二、財團法人車輛研究測試中心實車測試小組成員.....	84
附錄三、實車測試照片一覽表.....	85
附錄四、詳細之迴歸運算過程.....	100
附錄五、測試數據之初步資料.....	118
附錄六、本研究歷次諮詢委員會議紀錄.....	142

我國汽車煞車距離與行車速度 關係之測試與研究

第一章：緒論

1.1 研究緣起

我國現行「汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數對照表」(如表1.1)係依照美國西北大學研究之「車速測定量規」所制訂者，而其中道路摩擦係數則係參照國內外相關資料加以研訂，經交通部道路交通安全督導會報於61.5.5以交督發字第0444號函送臺灣省交通處，而交通處再於61.5.12以交道字第19902號函送各地區車輛行車事故鑑定委員會參考運用。目前該表係供各級軍司法機關、交通憲警單位作為鑑定汽車肇事時車輛是否超速之參考。惟本表沿用至今已達二十餘年，迄未修正。

多年以來，由於汽車科技發展迅速，汽車性能、煞車系統與道路工程設計等已隨科技進步日新月異，該表所列之各項參數早已無法符合實務狀況需要，故實有必要持續性的針對該對照表之各項參數加以檢討修正與更新，以期健全與落實該對照表之實際運用功能與適應目前之道路與交通環境變化。

由於該對照表原始所用之車輛係為美國境內所使用者，而有關國產汽車之行車速度與煞車距離之研究，交通部道路交通安全督導會報（道委會前身）雖在民國六十五年七月即已辦理一次，但迄今十七年餘均無其他類似之研究試驗進行。

近年來，無論國產或進口汽車之煞車系統，已由傳統鼓式煞車發展為碟式煞車，甚至為更進步之ABS (Anti-lock Braking System)防止煞車鎖死系統，輪胎亦由一般車胎（含內胎）演進為高速車胎（無內胎）；此外，路面鋪設技術亦均大幅提昇。前述車輪與路面因素均使原試驗

表1.1 我國現行『汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數對照表』

單位：公尺

路面情況	熱車距離 (公尺)	車速	行車速度 (每小時公里)											
			車速											
			20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
青瀝 乾燥 新築 一年至三年 以上	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
	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
	0.70	2.2	3.4	5.0	6.9	9.0	11.5	14.1	17.0	20.2	24.0	27.9	32.0	36.0
	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
	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
	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
混凝土 乾燥 新築 一年至三年 以上	0.90	1.7	2.7	3.8	5.3	6.9	8.9	10.9	13.2	16.0	18.6	21.8	25.0	28.0
	0.78	1.9	2.2	4.5	6.0	7.9	10.2	12.5	15.0	18.2	21.1	25.0	28.5	35.0
	0.70	2.2	2.5	5.0	6.7	8.9	11.4	14.2	17.0	20.5	24.0	28.0	32.2	37.0
	0.78	1.9	3.1	4.5	6.0	7.9	10.2	12.5	15.0	18.2	21.1	25.0	28.5	35.0
	0.70	2.2	3.5	5.0	6.7	8.9	11.4	14.2	17.0	20.5	24.0	28.0	32.2	37.0
	0.62	2.5	3.8	5.6	7.6	10.2	12.7	16.0	19.1	23.0	26.9	31.5	36.0	41.0
砂石	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

- 註：1.本表作為汽車肇事時鑑定其是否超速之參考。
2.本表係依照美國西北大學研究之「車速測定量規」所求出者。
3.本表道路摩擦係數係參考國內資料加以研討。
4.本表係交通部道路交通安全督導會報於61.5.5.以交督發字第0四四號函送交通處，交通處再於61.5.12.以交道字第一九九0二號函送參考運用。
5.柳克聰先生編著之煞車距離表經交通處於61.6.9.以交道字第二四六三八號函規定應予停止使用。

有關煞車距離之參數狀況發生重大變化，因此除亟需對煞車距離有關參數加以重新檢討分析外，並應執行國產新型車輛之實車測試以修正之，俾供日後行車事故鑑定單位作為由煞車距離推算行車速度之參考。

1.2 研究目的

本研究針對煞車距離有關參數加以重新檢討分析，並進行國產暢銷車輛之實車測試，期能達到下列目的：

1. 針對影響汽車煞車距離有關之參數進行分析，並探討汽車煞車距離、行車速度、載重與路面種類、狀況之相關聯性。
2. 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。
3. 檢討我國現行「汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數對照表」之適用性，並研擬出初步對照表修正草案，提供司法機關、交通憲警與車輛行車事故鑑定委員會等單位，作為判定汽車肇事時行車速度之參考。

1.3 研究方法與步驟

本研究係配合測試理論以實車測試為基礎，研擬與建立修正該對照表各項參數之測試步驟與方法，以期在學理上與實際上相結合，進而以測試資料修正該表之各項參數值。

本計畫除由財團法人車輛研究測試中心參與計畫人員負責試驗計畫之執行，及本所承辦同仁負責試驗計畫之督導外，並邀請相關之單位及學者專家多人，組成研究諮詢小組，負責評估試驗計畫之研擬、審查試驗過程之進行以及試驗之成果。本研究之作業流程詳如圖 1-1 所示。

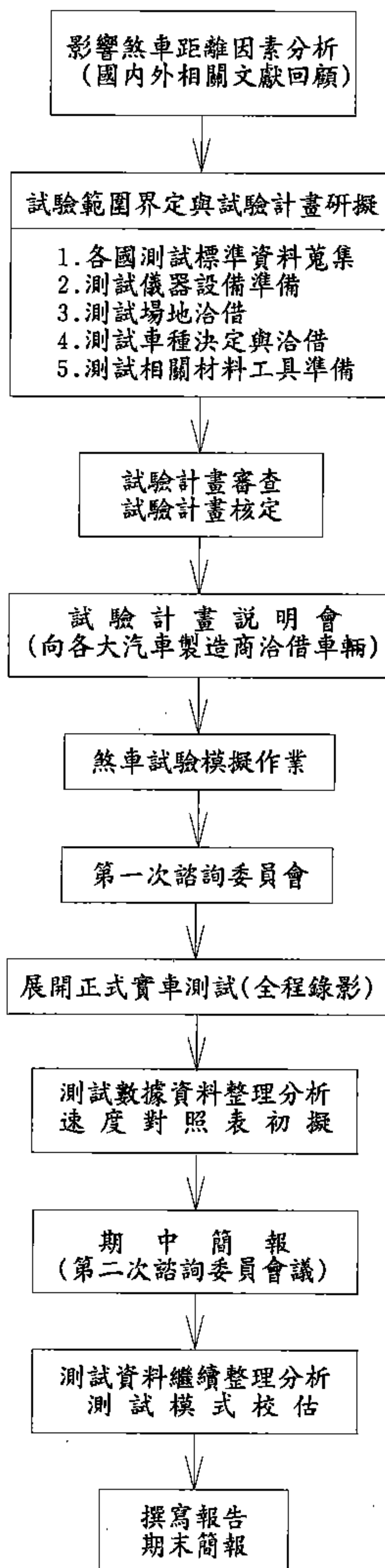


圖1-1 計畫實施流程

1.4 研究內容

本研究之內容計有：

1. 探討先進國家對影響汽車煞車距離有關參數之理論討分析，以及各國測試標準資料之蒐集與整理。
2. 研擬影響煞車距離各項參數之實際測試技術步驟與測試計畫。
3. 選定不同鋪面之道路加以交通管制，依照測試計畫進行實車測試。
4. 量測測試結果，以建立迴歸模式。
5. 將測試結果所建立之迴歸模式進行校估與驗證。
6. 研提修正之「汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數對照表」。

第二章 影響煞車距離相關因素之分析(文獻回顧)

本章將國內外有關影響煞車距離相關因素之文獻進行分析，包括理論之探討與實車測試之介紹。

2.1 影響煞車距離相關因素之分析

論及影響煞車距離之因素計有道路鋪面狀況之新舊、輪胎之材質配方、花紋、尺寸大小、胎壓等、煞車系統如碟式、鼓式或ABS (Anti-lock Braking System)、來令片材質、車輛負載情況(Vehicle weight)、路面溫度、車輛種類、駕駛人情況如男性、女性、新手或老手、路面之材質等。其中主要之影響因素有三項：車速(Velocity，簡稱V)、車輛之載重(Vehicle weight，簡稱W)、道路摩擦係數(Road friction，簡稱 μ)。[1]

由於煞車方式有二種，一為一腳踩死，多在緊急狀況下行之。此時常因車輪鎖死而產生滑動現象，此外其煞車距離也常受道路摩擦係數 μ 值之影響。另一為多次煞車，控制車輪使其不達鎖死(lock)狀態，此時能量測得最短之煞車距離。

就某一車速而言，影響煞車距離之因素分別說明如下：

1. 車輛之載重(W)：

由於煞車距離之長短與車輛之載重多寡成正比，故一般實車測試時多不考慮中載之情況；而滿載之異常狀況與偏載之特殊狀況其條件並不一致，故通常實車測試時僅考慮依軸重分配進行。因此就此因素而言，所須考慮者為車輛之種類、等級與其載重狀況。

若欲計算x方向之煞車性能，則可由牛頓第二定律(Newton's Second Law)獲得一般之煞車性能公式如下：

$$F = Ma_x = -\frac{W}{g}D_x = -F_{xf} - F_{xr} - D_A - W \sin \Theta \quad (2-1)$$

其中

W =車輛載重(Vehicle weight)

g =動力加速度(Gravitational acceleration)

$D_x = -a_x$ =線性減速度(Linear deceleration)

F_{xf} =前軸踏力(Front axle braking force)

F_{xr} =後軸踏力(Rear axle braking force)

D_A =空氣動力拖曳力(Aerodynamic drag)

Θ =坡度(Uphill grade)

煞車時由扭力所產生之前後軸踏力會受到車輪轉動之抗力與摩擦力影響，並沿著行車動線而拖曳。此外，煞車時所施予之踏力亦能對車輛產生減速效果。

2. 道路摩擦係數(μ)

由於道路摩擦係數 μ 值為影響輪胎與路面之間最重要的因素，故將相關因素詳細說明如下：

- (1)輪胎之材質、配方、花紋、尺寸與胎壓等均會影響車輪與路面之摩擦力，惟應在輪胎特性之相關研究中探討[2]，以研究何種輪胎能提供較高之 μ 值、較低之噪音與達到較舒適之行車目的。
- (2)路面材質狀況如瀝青、水泥、粒材粗細與大小，均會影響車輛煞車之距離。
- (3)道路鋪面之新舊，如修築時間與交通流量多寡影響道路鋪面之 μ 值，進而影響煞車之性能。

(4)路面之乾溼狀況亦會影響煞車效果，由於路面潮溼時會在表面產生水膜作用，而使車輛於煞車後產生水漂現象。

3.駕駛者行為亦會影響煞車距離之長短。

由於男性、女性、老手與新手之反應時間有快慢之分，而對踏板之踏踩快慢與踏力大小也會對煞車性能造成影響。此一因素可依統計方法對不同類型之駕駛人進行測試，以求出一平均值來作為實車測試之依據。

4.煞車來令片之材質特性亦會影響煞車距離之長短。

一般而言，來令片之材質特性主要在探討在高低溫、其經溫度變化後、或經水浸泡後之煞車性能。就最短之煞車距離來說，較相關者為來令片表面之摩擦係數值。雖有部份來令片在冷車低溫時之摩擦係數較低，煞車時所需踏力極重，惟其不易將車輪鎖死，但此為特殊情況。故在正常工作溫度下，就緊急煞車而言，考慮之因素應為踏力，應可不予考慮該項變數。

2.2 國內曾進行之汽車行車速度與煞車距離之研究與測試

交通部道安會報(道委會前身)有鑑於六0年代國內汽車數量劇增，交通肇事問題嚴重，為避免汽車肇事，並減少生命財產損失，即於民國六十一年從事國產新型汽車行車速度與煞車距離之研究。

該會報曾採用美國西北大學交通學院所研究之「車速測定量規」，研訂『汽車煞車距離行車速度及道路摩擦係數對照表』，分發交通管理機關參考應用。由於該表所列各種數字均係依據學理計算，其車型設計亦採用於國外生產及大量使用之汽車，目前於我國生產及使用之汽車，是否亦可完全適用，值得加以檢討。

該會報復於民國六十四年度成立專案小組，將國產車型納入該研究案之範疇。小組成員先後訪問國內汽車製造業裕隆、福特六和與三陽等公司，獲得其對本案之支持。隨後經訂定實車試驗計畫，選定各公司生產小型車八種，分別以新舊輪胎、空車與重車、乾燥與潮溼路面等六種情況，及由每小時二〇、四〇、六〇公里等三種速度，利用臺灣省一一五號公路之楊梅至新屋段進行試驗，並作成紀錄。接著採用美國西北大學交通學院之公式($S=\sqrt{DXF}$)進行演算，再作比較與校正，以證明試驗所得數據符合理論依據。

至民國六十五年度再度繼續研究，擴大試驗範圍，除原先各汽車廠提供新型客貨車種外，復有中華汽車製造公司參加，提供其生產之小型客貨兩用車、大型貨車併同試驗，總計有客貨車七種參加試驗。實地試驗方式與上一年度略同，惟行車速度增為時速二五、三〇、三五、四〇、四五、五〇、五五與六〇公里等八種，試驗結果除作精確分析外，並製成煞車痕跡距離比較曲線圖，顯示國產汽車之煞車性能，經實際試驗所得之效益，與理論推算極為接近，頗具試驗之求證價值。

該案經兩年來之實地試驗，雖受場地、設備、技術等各類因素之限制，惟各公司全力支援新車、試車手、維修保養技師、以及助手協助測試之進行，晴雨無間、不辭辛勞與危險，終能圓滿達成試驗，不惟在我國係為創舉，且為政府機關與民間企業建立合作研究發展之先鋒。

茲將該案之相關內容詳述如下：

1. 試驗車種及性能：有關車種、年份、總排氣量、空重、載重、煞車型式分別說明如表2.1：

表 2.1 民國六十五年煞車距離測試試驗車種及性能一覽表

試驗車輛之種類	年份	排氣量	空重(Kg)	載重(Kg)	煞車型式
裕隆速利豪華型轎車	1975	1,200cc	775±50	275	油壓式
裕隆萬利豪華型轎車	1975	1,600cc	960±50	275	油壓式
福特六和雅士型轎車	1975	1,297cc	890	295	前碟後鼓式
福特六和跑天下型轎車	1975	1,598cc	1,030	295	前碟後鼓式
三陽TN360型小貨車	1975	354.1cc	540	600	獨立制動
中華得利卡客貨兩用車	1975	3,800cc	890	1,100	雙油壓迴路
中華復興大貨車	1975	9,955cc	6,500	8,500	前後分離鼓式

2.測試項目：計分不同天候狀況、不同路面狀況、不同載重狀況、不同胎紋狀況下進行試驗。

3.測試方式：

- (1)由國產汽車生產機構，藉出廠之各型車輛成品，實施品管檢驗或商品檢驗時，配合進行實地試驗。
- (2)由研究小組派員至各公司視察實地試驗，將試驗紀錄資料提送研究小組報告與研討。
- (3)實地試驗作業計畫，由各公司另定之。
- (4)試驗方法為採用煞車踏板直接測量。

4.試驗所需裝備器材及人員：

- (1)參加試驗之各型車輛，由各原屬公司提供。
- (2)實地試驗時所需之各種裝備器材，如溫度表、捲尺等，由各公司準備。
- (3)試驗紀錄及照片由各單位視需要自行準備。
- (4)車輛測速請公路警察大隊協助。

(5)試驗作業及一般支援人員由各公司遴選技術經驗優良者擔任。

5.試驗期間：自民國六十四年十一月起至六十五年四月三十日止。

6.試驗場地：

(1)使用各公司原定試驗地點及路線即楊梅--新屋--五號公路。

(2)路面摩擦係數之量測：由臺灣省公路局材料試驗所負責支援。

7.試驗所需費用：

(1)各公司對試驗所需費用等，均由各該公司自理。

(2)研究小組及支援人員誤餐及雜支等費用，由交通部核實辦理，並在道安會報年度預算內研究費項下支應。

8.試驗次數：每一車速針對每一狀況各作四次，總計試驗次數為256次，有關各車速與各狀況之次數如圖2-1所示。

9.試驗方法及計算基準：

(1)試驗煞車距離測量方法：係採用煞車踏板直接測量，當一踏煞車板立即在路面上打印標記，然後由停車位置至標記之間量取距離，再依次量取前左、後左及前右、後右四個輪胎之「煞車痕跡距離」，以求得其平均值，作為判定車輛煞車時所行進之速度。測試時在車輛最後端(後保險桿位置)裝置信號發射器一具，裝填黃色特製信號彈一枚，以電路導線連接煞車踏板及煞車燈，當駕駛人踩下煞車踏板時，通向煞車燈之電流使擊針觸發信號彈標記於路面某點，此點即為試驗煞車距離計算之基準位置。同時為使車輛在試驗煞車距離時能保持指定速度，特於試驗路段設置雷達測速器一具，位置於車輛行駛之相同車道路側，以監視車輛行進之速度是否正確，否則立即予以指示修正、或重新試驗。

(2)試驗煞車距離測量計算標準：

①煞車痕跡距離之鑑定係自煞停後之車輛前輪或後輪輪軸中心點所垂直於地面之位置算起，向各該輪之後方延伸計量，直至道

路表面所顯露之輪胎滑擦痕跡無法發現時為止，此即為各該輪之煞車痕跡距離。

- ②煞車痕跡距離平均值為推算行車速度之主要因素。以每一種車速下連續進行四次試驗所得該車各車輪煞車痕跡長度之平均數，然後將該車四車輪之煞車痕跡長度平均數相加之總和，再以四平均，即為該車之煞車痕跡平均值。其公式如下：

(前左輪痕跡+後左輪痕跡)+(前右輪痕跡+後右輪痕跡)

$$\frac{\text{四 個 車 輪}}{\text{四 個 車 輪}} = \text{平均煞車痕跡距離}$$

第三章 我國新型汽車煞車距離與 行車速度測試計畫之擬訂與進行

有鑑於近年來科技發展日新月異，無論國產或進口汽車之煞車系統，已由傳統鼓式煞車發展為碟式煞車或更進步之ABS防止煞車鎖死系統，輪胎亦由一般車胎演進為高速車胎，同時路面鋪設技術亦大幅提昇。前述車輛與路面因素均使民國六十五年原試驗有關煞車距離之參數狀況發生重大變化，因此亟需以國產新型車輛進行實車測試以修正之。本章為敘述研訂與進行我國新型汽車煞車距離與行車速度之測試計畫之細節。

3.1 測試計畫概要說明

本計畫主要針對現行國產小型車進行緊急時之煞車狀況的測試，依據我國（CNS）、歐洲（ECE）、美國（FMVSS、SAE）、日本（JASO）之汽車煞車性能測試標準，研擬本計畫之測試方法，且採用最先進光學測速計（德國Datron EEP-2系統）執行測試，以確保試驗過程中量測數據之準確性。〔1,2,3,4,5〕

有關實車測試計畫之內容與進行方式詳如下述：

1. 舉辦測試計畫說明會：

由本所及財團法人車輛研究測試中心共同召開測試計畫說明會，透過車輛公會向車輛業者尋求支持，並其提供測試車輛以利測試之進行。

2. 成立研究諮詢小組及測試小組：

(1) 研究諮詢小組係由本所邀請相關單位及學者專家組成(名單如附件一)，以指導測試計畫之進行與結果之評估、審查。

(2) 測試小組係由本所相關人員、財團法人車輛研究測試中心、以及支援單位(高公局中公處、消防隊與交通隊)所組成，執行計畫中所有測試，並提出試驗結果及建議。

3. 試驗項目：

有關試驗之車輛與路面需求概況如表3.1所示，預估每輛車於同一載重下之試驗次數合計為192次(如圖3-1所示)，如包含不同載重執行試驗時，則同一輛車之試驗總次數為384次。

表3.1 試驗項目需求概況表

項 目	建 議 試 驗 範 圍	備 註
1. 試驗樣車	1. 1000kg 以下約 1000~1400 c.c. 2. 本計畫預計執行 1部車	. 由暢銷車車型中， 擇一為試驗樣車 . Ford Festiva 1.3L 三廂四門，自排GLX
2. 車輛載重	1. 滿載(Full Load)：汽車總重量 2. 輕載(Light Load)：空車+駕駛員+ 儀器 (約空車重 + 100 kg)	. 滿載=空車重+400kg . 依各國標準(FMVSS , SAE, JASO等)本測 試應包括輕載及滿 載的狀況
3. 試驗路面	1. 瀝青路面	. 依ASTM E274規範 量測路面摩擦係數 (高公局中工處)
4. 試驗路面 使用情況	1. 新鋪~1年之路面：屏東 2. 一年以上路面：南投	. 依ASTM E274規範 量測路面摩擦係數
5. 試驗路面	1. 乾燥路面(晴天) 2. 潮濕路面(雨天)：以灑水車為之	
6. 試驗車速	30~100km/hr, 每10km/hr 為間隔車 速	. 使用DATRON光學測 速計量測各項數據 . 各試驗速度需執行 往返各三次測試 (FMVSS, SAE, JASO 等均規定執行至少 6次以上)

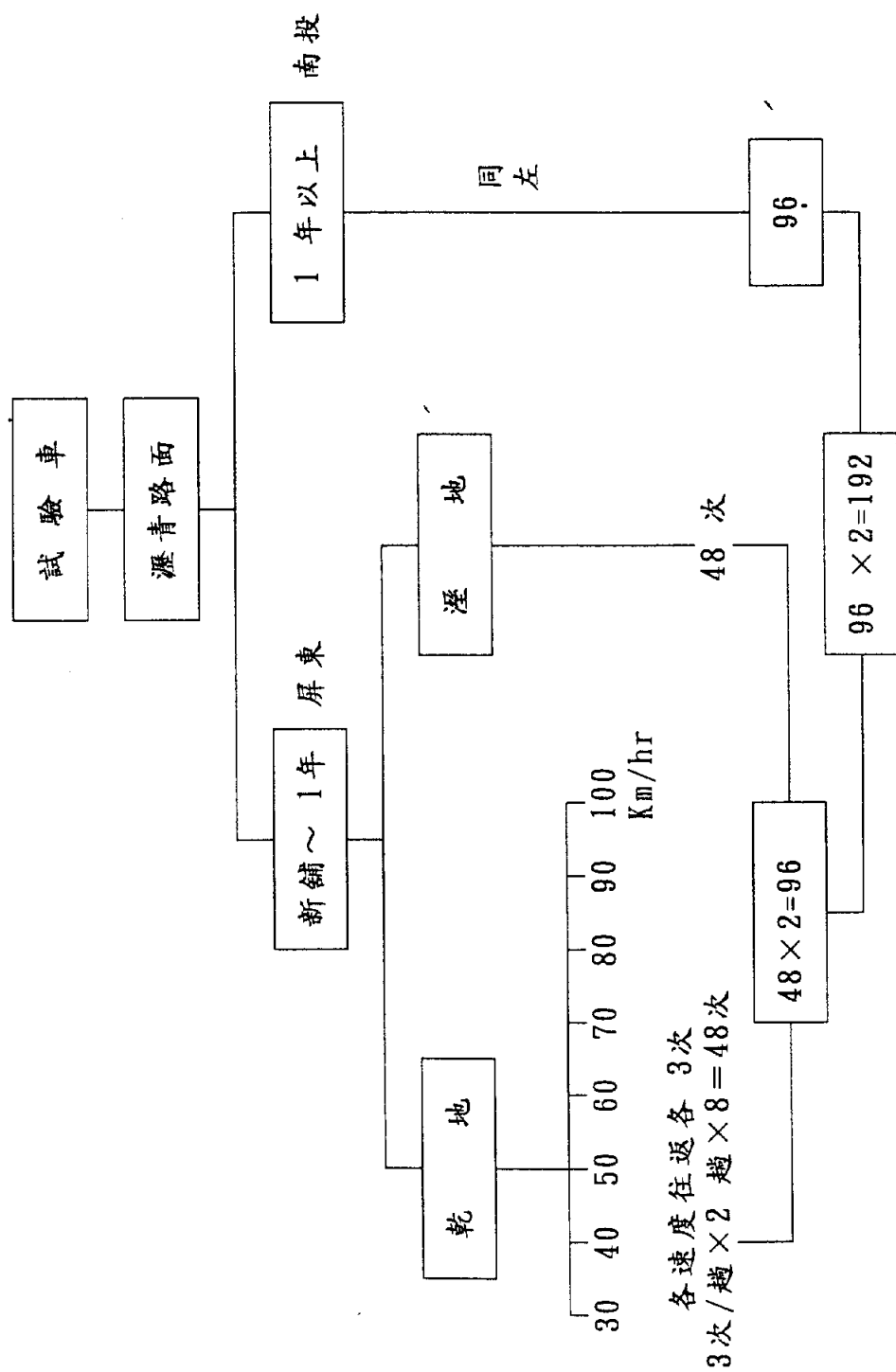


圖3.1 同一裝載下之試驗次數

註：同一試驗車若考慮滿載、輕載則共需執行 $192 \times 2 = 384$ 次。

由前章所述影響煞車距離之相關因素甚多，本研究係針對煞車距離有關參數中較重要者，例如道路摩擦係數、行車速度、煞車系統等進行國產暢銷車輛之實車測試。

4. 本計畫所需之經費及人力：本計畫測試之總經費為新臺幣貳佰柒拾柒萬元整，測試小組成員之分工如附件二所示。

3.2 計畫試驗規範

依據前述各國測試標準，研擬適合本計畫之試驗規範如下：

1. 試驗條件

(1) 載重狀況：

① 滿載(Full Load)：汽車總重量（最大負載下的汽車總重量），空車重+400 kg。

② 輕載(Light Load)：空車重+駕駛員+儀器，約空車重+100 kg。

(2) 使用輪胎與鋼圈：

① 使用原製造廠選用之廠牌規格。

② 輪胎測試前需經200km以上道路駕駛磨合。

③ 測試時確保各輪胎紋深度在基準值的50%以上。

④ 胎壓值按原廠建議正常胎壓值（冷態時）。

(3) 油箱容量：輕載時油箱容量至少保持容積50%以上，滿載時則依軸重配重。（詳如3.3節測試車整備）

(4) 試驗道路及氣象狀況：

① 試驗道路需寬8m以上，長1km以上之平直道路。（100m內坡度小於1%）

② 平均風速需小於5m/sec，氣溫約4~35°C。

2. 試驗方法

(1) 使用儀器量測參數：

- ① 使用非接觸式光學測速計(Datron EEP-2)來量測車輛之制動初速度(km/hr)、制動距離(m)、煞車胎痕距離(m)。
- ② 車輛脈衝轉換器：量測四輪角轉速並換算為滑動比(Slip ratio)，由光學測速計輸出。
- ③ 境量測計：量測環境溫度、平均風速。

(2) 制動煞車操作：

- ① 制動初速度需為規定試驗速度的 $\pm 3\text{km/hr}$ 以內(依SAE J299 煞車距離量測標準(Stopping Distance Test)[6]。
- ② 制動時需以最短時間將煞車踏板施力使車輪鎖死，至車輛完全停止為止。(模擬緊急狀況，駕駛人煞車制動行為)
- ③ 手排車輛制動時，檔位置於該制動初速度下變速箱穩定(不顫動)的最高檔位，自排車輛制動時，檔位置於D檔。
- ④ 制動完全停止後，應予適度冷卻再繼續進行測試：(依FMVSS-105規定)
 - 車輛以一般加速方式加速至 50km/hr ，並保持均速行駛 1600m 或 120 秒以上，在這期間非必要時不使用煞車，而以引擎煞車來減速。
 - 車子靜止冷卻，控制前輪來令片溫度使制動初溫為 $70\sim 100^{\circ}\text{C}$ 時再執行下一次制動，控制溫度時以車輪中的最高溫者為之(註：制動初溫：指車輪於制動開始時，煞車來令片的溫度)。
- ⑤ 試驗時車速由低速而高速，載重則由輕載而滿載，路面狀況則由溼地而乾地。

3. 試驗數據整理與分析

(1) 試驗之量測：

本計畫係模擬駕駛人於緊急狀況下猛踩煞車之煞車距離，其距離量測示意如圖3-2。駕駛人於A點踩下煞車到B點車輪將近鎖死並於路面留下煞車胎痕，到C點時車子完全停止。

由A點至C點測試過程中，皆由Datron光學測速計主動記錄各種數據：速度、總制動距離、車輪滑動比等，可節省人力及避免判斷量測胎痕之誤差。

(2) 試驗量測數據包括下列各項：

制動初速度： V (km/hr)

總制動距離： S_t (m)

踏力(kgf)或油壓(kg/cm²)

車輪滑動比： λ (Slip ratio:%)

(3) 試驗結果：

$$\textcircled{1} S_t = L + S_u$$

②依據各種條件下實測之最長胎痕長度(L)數據、以Curve fitting方式得：

$$L = K_0 + K_1 V + K_2 V^2$$

其中： S_t ：總制動距離(m)

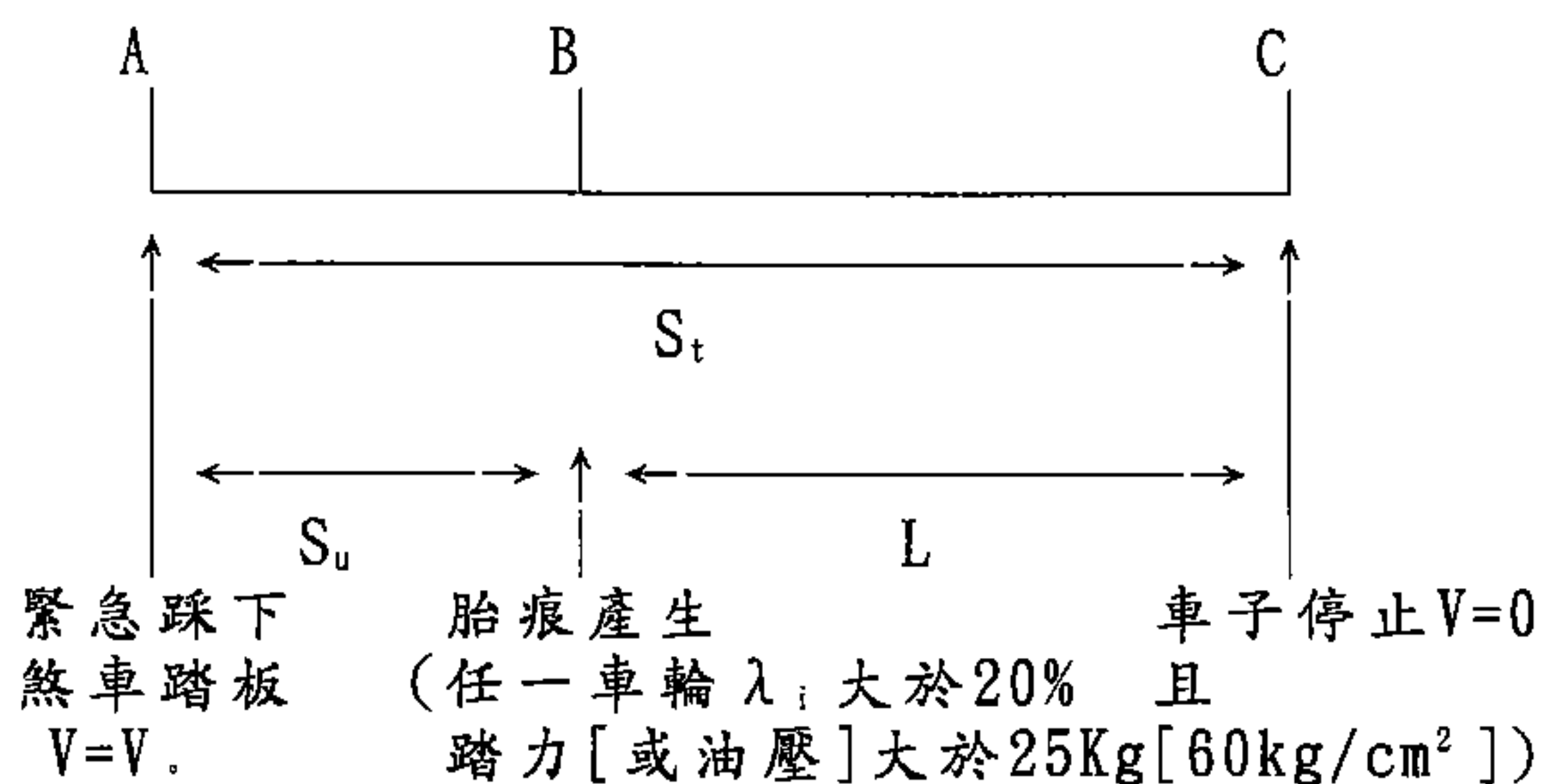
L ：車輪鎖死後之煞車距離(m)

S_u ：車輪未鎖死行走距離(m)

V ：車速(km/hr)

K_0 、 K_1 、 K_2 ：常數

依上述建立之方程式、求得其他速度(35,45,55.....km/hr)之煞車胎痕長度，初步研擬出修訂之煞車胎痕長度與行車速度之對照表草案。



$$S_t = S_u + L$$

其中 S_t : 煞車過程之總制動距離(m)
 S_u : 煞車過程車輪未鎖死前之煞車距離(m)
 L : 煞車過程中車輪產生之煞車胎痕長度(m)
 V_0 : 車輛初速度(km/hr)
 λ_i : 各車輪滑動比(slip ratio)

$$\lambda = \frac{\text{車速} - \text{輪速}}{\text{車速}} * 100\%$$

圖3.2 煞車試驗量測示意圖

3.3 測試實施方法與步驟

有關測試之實施方法與步驟計分下列各項：

1. 規劃煞車性能測試儀器

- (1) 有關汽車實車煞車距離測試所需之各項儀器設備及功能如表3.2所示。
- (2) 各儀器設備之安裝位置及測試資料之擷取、處理流程如圖3-3所示。
- (3) 儀器安裝如附件(三)之照片圖1～圖6。

2. 測試車整備：

- (1) 此次測試車乃向福特六和汽車股份有限公司借得嘉年華1.3 GLX車壹部，測試車之一般規格與煞車系統規格如表3.3所示。
- (2) 測試車除依計畫需要安裝測試儀器外，為掌握煞車來令片之溫度，乃依美國聯邦機動車安全法規--105(FMVSS-105)規定製作溫度量測熱電偶(Thermocouple)安裝於兩前輪煞車摩擦塊(Pad)上，以控制煞車時之制動初溫。
- (3) 為確認煞車系統作用是否正常，於煞車系統各迴路之前輪上均裝有一油壓計(Pressure transducer)，以監控其煞車油壓。

3. 選定測試路線

本試驗計畫在選定測試路線時，係依照ISO 6597:1991(E):汽車--液壓煞車系統--煞車性能之測試(Road vehicles -- Hydraulic braking system-- Measurement of braking performance)中規定〔7〕：

- 測試道路之平均縱向坡度在1%以內、且平均之橫向坡度小於2%。
- 一般煞車測試時之環境條件為氣溫不超過35℃，風速小於5m/sec。

表3.2 儀器設備名稱及功能

儀器名稱	功能及用途	量測參數
非接觸式速度計 (含資料擷取系統 及速度感應器)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 量測車輛前進速度. 2. 量測車輛制動時速度、距離、時間及加速度之變化並記錄之. 3. 由車輪轉速間接計算求得 Slip ratio. λ. 4. 記錄車輛制動時之踏力、來令片溫度及四輪之 Slip ratio. 	距離(m) 速度(km/hr) 加速度(m/s^2)
車輪脈衝轉換計	量測車輪之角速度及行走距離	距離(m) 角速度(rpm)
踏力計	量測踏板踏力	踏力(kgf)
油壓計	量測煞車管路油壓	油壓(kg/cm^2)
加速規	量測車輛之減速度	減速度(G)
應變計類比放大器	將放大器訊號放大	
制動觸發器	觸發非接觸式速度計開始擷取資料	
溫度風速計	量測環境之溫度及風速	風速(m/s) 溫度
個人電腦及週邊設備	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過RS-232介面傳收測試資料 2. 列印所有資料 	
熱電偶	量測煞車來令片之溫度	溫度

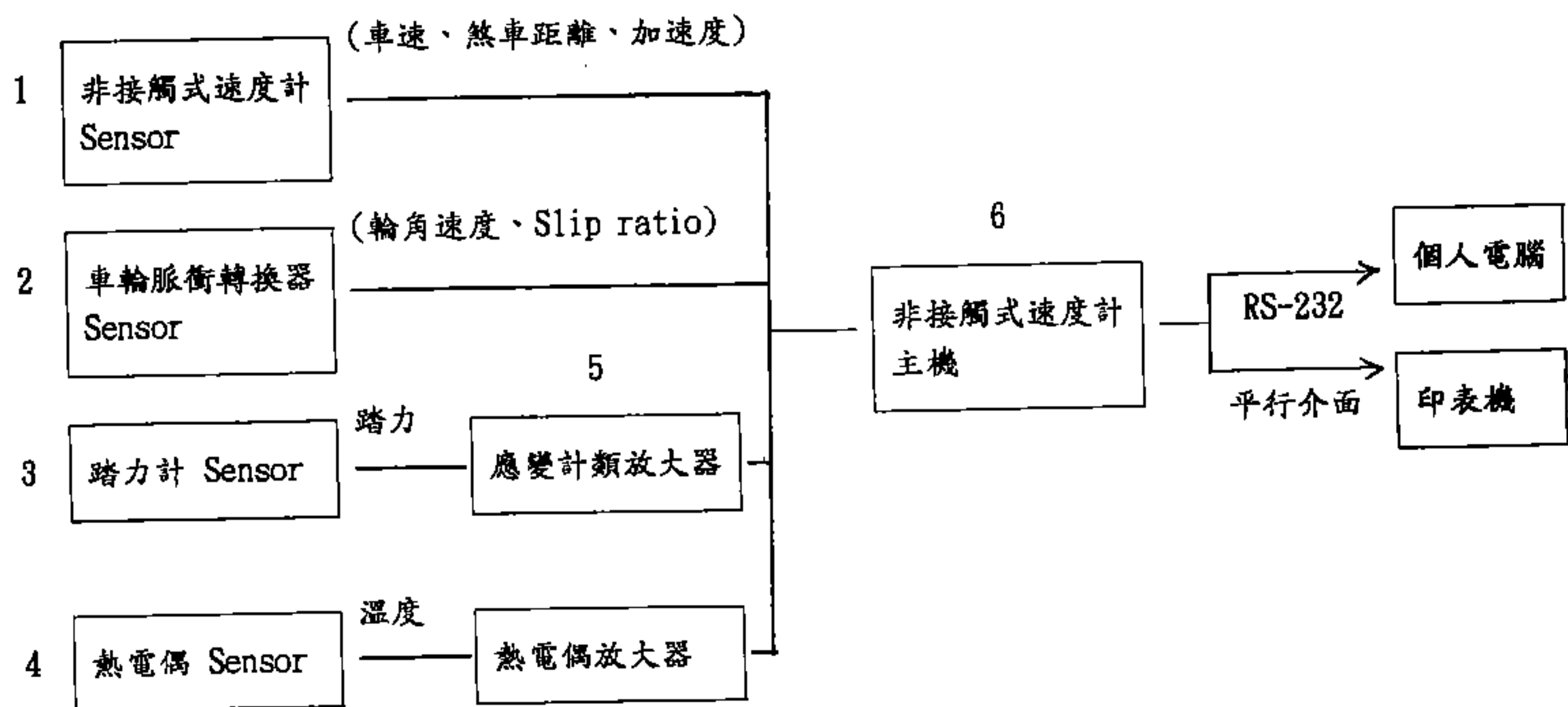
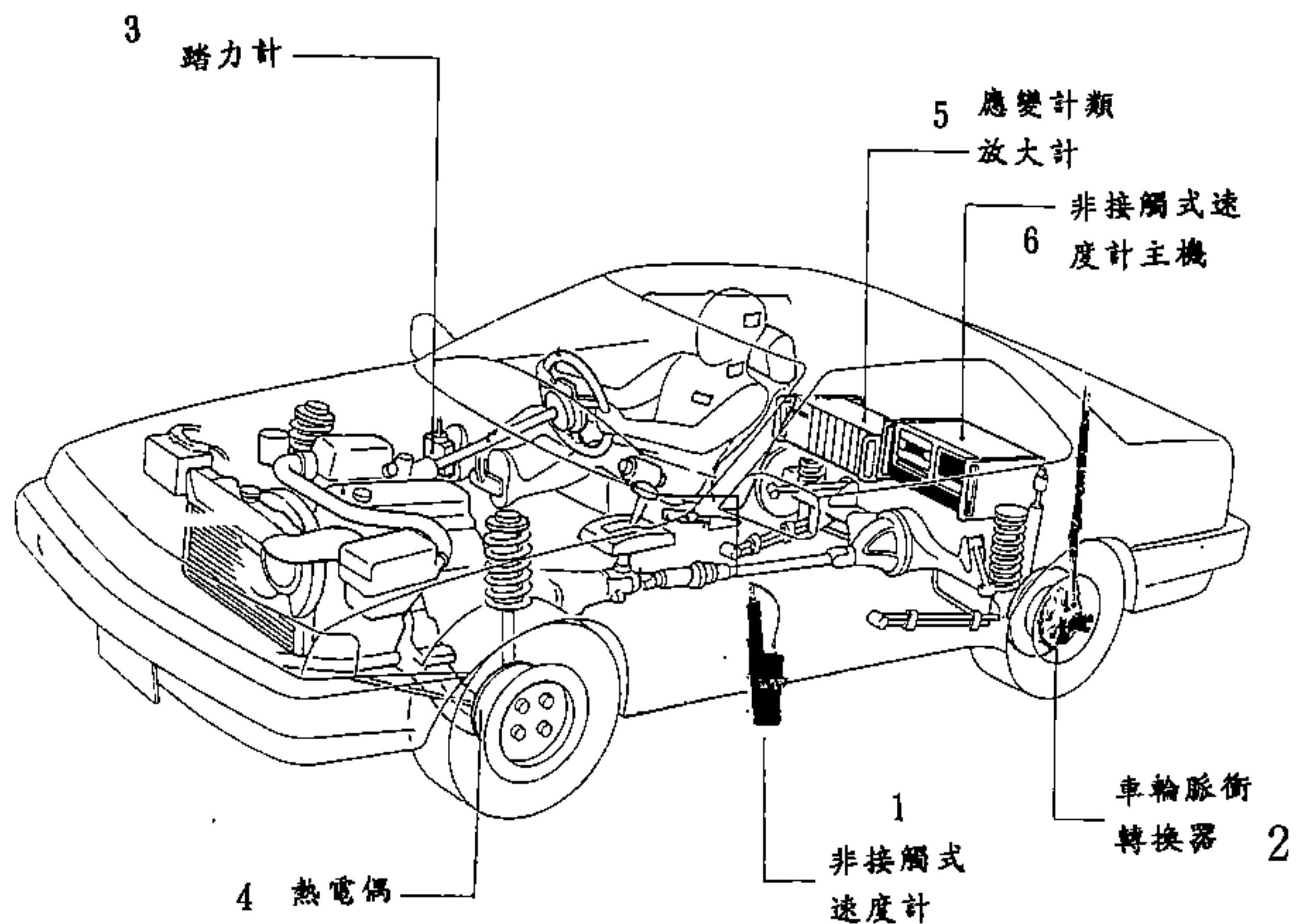


圖3-3 儀器設備之安裝位置及資料之擷取、處理流程

表3.3 車輛規格

廠牌型式	Ford Festiva 1.3L 4D GLX		
引擎型式	直列四缸		
總排氣量c.c.	1323 c.c.		
最大馬力ps/rpm	87/5500 (JIS)		
最大扭力kgm/rpm	13.5/3000		
變速箱型式	A3 (自排三檔)		
軸距 m. m.	2345		
煞車系統型式	前碟後鼓 (交叉式液壓雙迴路)		
ABS	無		
空車重 (kg)	F: 555		R: 351
滿載重 (kg)	F: 670		R: 638
輕載重 (kg)	F: 610		R: 412
懸吊系統	前輪	圈狀彈簧 獨立懸吊	後輪 扭力桿
輪胎廠牌型號	Bridgestone 165/65 R 13		
輪胎胎壓(kg/cm ²)	F: 2.0		R: 2.0

煞車系統規格表

項目	前煞車	後煞車
型式	碟式	鼓式
分泵(W/C)	$\varphi = 48.1\text{mm}$	$\varphi = 15.87\text{mm}$
摩擦材質	非石棉材質	非石棉材質
前碟盤/後鼓	$\varphi 219 \times \varphi 135 \times 13\text{mm}$ R=90mm (有效半徑)	R=85mm (有效半徑)
總泵(M/C)	$\varphi = 19.05\text{mm}$	
倍力器(Booster)	比率=3.5, 尺寸=8"	
比例閥(DPV)	25 x 0.3	

由於考慮台灣地區之道路多為瀝青道路，故本計畫乃先執行瀝青路面之測試，經本所函請公路局第二、三區工程處工務課協助，提供先期測試路線之勘查，計包括台中縣新台1線(梧棲--龍井段)、台中市第7、8期重劃區、屏東戰備跑道(水底寮--新埤)、屏東台22線、南投水里--集集快速道路及旗山光陽機車試車道，並請其提供相關道路設計圖面資料供初步之書面審查。隨後經數次之詳細實地勘查後，得以順利挑選合適之測試場地。

此外，再考慮道路摩擦係數受其修築使用年限影響，就合乎煞車測試要求(平直之鋪裝道路)之試驗場地(如附件(三)之照片圖7~圖12)中合乎需求者選擇如下：

- (1)1年以內新鋪道路：屏東台22號道路(11k+000~11k+150)，其平均縱向坡度為0.2%。
- (2)1年以上道路：南投水里--集集間快速道路台16號(14k+800~15k+000)，其平均縱向坡度為0.8%。

4. 試驗計畫各單位之分工：

在本試驗計畫中主要由財團法人車輛研究測試中心負責測試計畫之執行，本所主要負責試驗場地之洽借、相關單位之協調與經費支應，並監督整個測試之進行；測試路線則由當地交通隊及消防隊負責交通之安全管制及灑水作業。有關各相關單位在本計畫之分工說明如表3.4。本計畫於測試前並在各地召開工作職掌說明會，如附件(三)之照片圖13。

由於測試場地為一般道路，為安全起見，由主辦單位協調公路局將測試場地加以封閉，並於測試時請交通隊警員協助管制交通，交通管制情形如附件(三)之照片圖14。

由於測試項目中尚包括濕地，故特別借助當地消防隊之消防車進行灑水作業以模擬雨天之路面狀況，消防車之灑水情形如附件(三)之照片圖15。

表3.4 各相關單位之工作分配與職掌

(一)一年以內測試道路：屏東台22號道路(10K+400~11K+650)

測試路段：11K+000~11K+150，兩端為輔助加速跑道

單 位	聯 絡 電 話 傳 真 號 碼	負責人	工 作 分 配 與 職 掌	整 備 事 項
交 通 部 運輸研究所	(02)712-3121 轉503, 507 Fax: (02)5450429	劉韻珠 田養民	<ul style="list-style-type: none"> 測試場地及灑水車之洽借。 聯繫各單位以取得其支援。 與各單位之溝通協調。 	無線電對講機
國道高速 公路局 中區工程處	(04)2529181~220 Fax: (04)2543820	劉先棟	<ul style="list-style-type: none"> 測試場地摩擦係數之量測。 	1270型路面 抗滑儀
財團法人 車輛研究 測試中心	(035)994-171 轉350, 358 Fax: (035)995589	廖慶秋 鐘國良	<ul style="list-style-type: none"> 測試場地安全之規劃與掌握。 測試工作時程之安排與進行。 測試期間之全程錄影。 	交通錐、紅旗、 口哨、管制告示 牌、測試設備、 測試車輛、人員
公 路 局 第三區工程處 工 務 課	(08)788-2644 788-6290 Fax: (08)7892052	陳股長 森林	<ul style="list-style-type: none"> 請加強測試道路兩端之封閉設施。 	封閉設施
屏 東 縣 警 察 局 交 通 隊	(08)753-3110 Fax: (08)7529904	簡組長 盡忠	<ul style="list-style-type: none"> 測試場地之交通管制與安全維護： 1. ▲1, 2, 3, 4站均須設哨管制。 2. 測試時注意勿讓閒雜人、車、動物進入或穿越測試道路。 3. 若測試暫停時，則允許人車穿越測試道路，但仍禁止其於測試道路上逗留。測試進行時各哨若發現有人車闖入測試道路，應立刻加以(往兩外側)驅離。若情況危急，不聽制止，則應以對講機告知測試者。 4. 各哨人員均配紅旗 1支供管制使用。 5. 各哨人員配 1部無線電對講機供聯絡。 6. 勸導附近居民勿駐足圍觀。 	
屏 東 縣 警 察 局 消 防 隊	(08)736-0162 Fax: (同上)	吳組長 欽賢	<ul style="list-style-type: none"> 負責測試場地灑水作業(濕地測試時)，配 1部無線電對講機供聯絡使用。 灑水車應停於固定之地點(如圖3.4所示)，並在場待命，以應需要進行灑水作業。 	灑水車

註： 1.測試道路之管制如圖3.4所示，雙斜線部份為測試路段(實際踩煞車測試之路段)，▲為各交通管制哨及編號。

2.測試期間各單位負責該執行之工作，並與車輛研究測試中心保持聯絡。

3.測試進行或暫停時，測試執行單位(車輛研究測試中心)將以無線電對講機通知各工作崗位。

(續) 表3.4 各相關單位之工作分配與職掌

(二)一年以上測試道路：南投集集～水里台16號道路(13K+900~15K+800)

測試路段：14K+800~15K+000，兩端為輔助加速跑道

單位	聯絡電話 傳真號碼	負責人	工作分配與職掌	整備事項
交通部 運輸研究所	(02)712-3121 轉503, 507 Fax: (02)5450429	劉韻珠 田養民	<ul style="list-style-type: none"> 測試場地及灑水車之洽借。 聯繫各單位以取得其支援。 與各單位之溝通協調。 	無線電對講機
國道高速 公路局 中區工程處	(04)2529181~220 Fax: (04)2543820	劉先棟	<ul style="list-style-type: none"> 測試場地摩擦係數之量測。 	1270型路面 抗滑儀
財團法人 車輛研究 測試中心	(035)994-171 轉350, 358 Fax: (035)995589	廖慶秋 鐘國良	<ul style="list-style-type: none"> 測試場地安全之規劃與掌握。 測試工作時程之安排與進行。 測試期間之全程錄影。 	交通錐、紅旗、 口哨、管制告示 牌、測試設備、 測試車輛、人員
公路局 第二區工程處 工務課	(04)223-6515 Fax: (04)2264833	劉課長 崇義	<ul style="list-style-type: none"> 請加強測試道路兩端之封閉設施。 	封閉設施
南投縣 警察局 交通隊	(049)236-354 Fax: (同上)	張組長 慈慧	<ul style="list-style-type: none"> 測試場地之交通管制與安全維護： 1. ▲1, 2站為測試路段之兩端點，須設哨加以管制。 2. 測試時注意勿讓閒雜人、車、動物進入或穿越測試道路。 3. 若測試暫停時，則允許人車穿越測試道路，但仍禁止其於測試道路上逗留。測試進行時各哨若發現有人車闖入測試道路，應立刻加以(往兩外側)驅離。若情況危急，不聽制止，則應以對講機告知測試者。 4. 各哨人員均配紅旗 1支供管制使用。 5. 各哨人員配 1部無線電對講機供聯絡。 6. 勸導附近居民勿駐足圍觀。 	
南投縣 警察局 消防隊	(049)225-134 轉207 Fax: (同上)	簡錫華	<ul style="list-style-type: none"> 負責測試場地灑水作業(濕地測試時)，配 1部無線電對講機供聯絡使用。 灑水車應停於固定之地點(如圖3.5所示)，並在場待命，以應需要進行灑水作業。 	灑水車

註： 1. 測試道路之管制如圖3.5所示，雙斜線部份為測試路段(實際踩煞車測試之路段)，▲為各交通管制哨及編號。

2. 測試期間各單位負責該執行之工作，並與車輛研究測試中心保持聯絡。

3. 測試進行或暫停時，測試執行單位(車輛研究測試中心)將以無線電對講機通知各工作崗位。

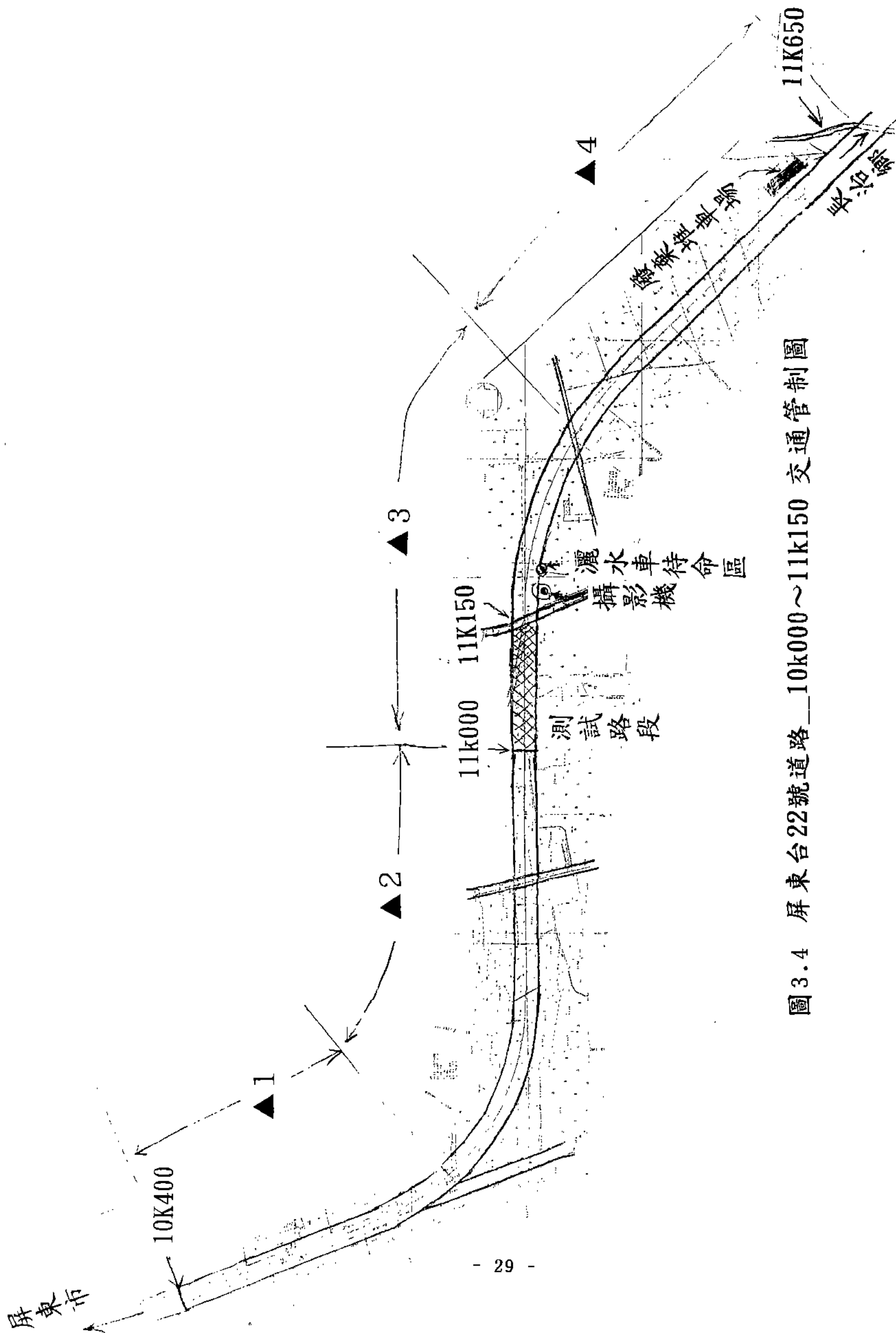


圖3.4 屏東台22號道路_10k000~11k150 交通管制圖

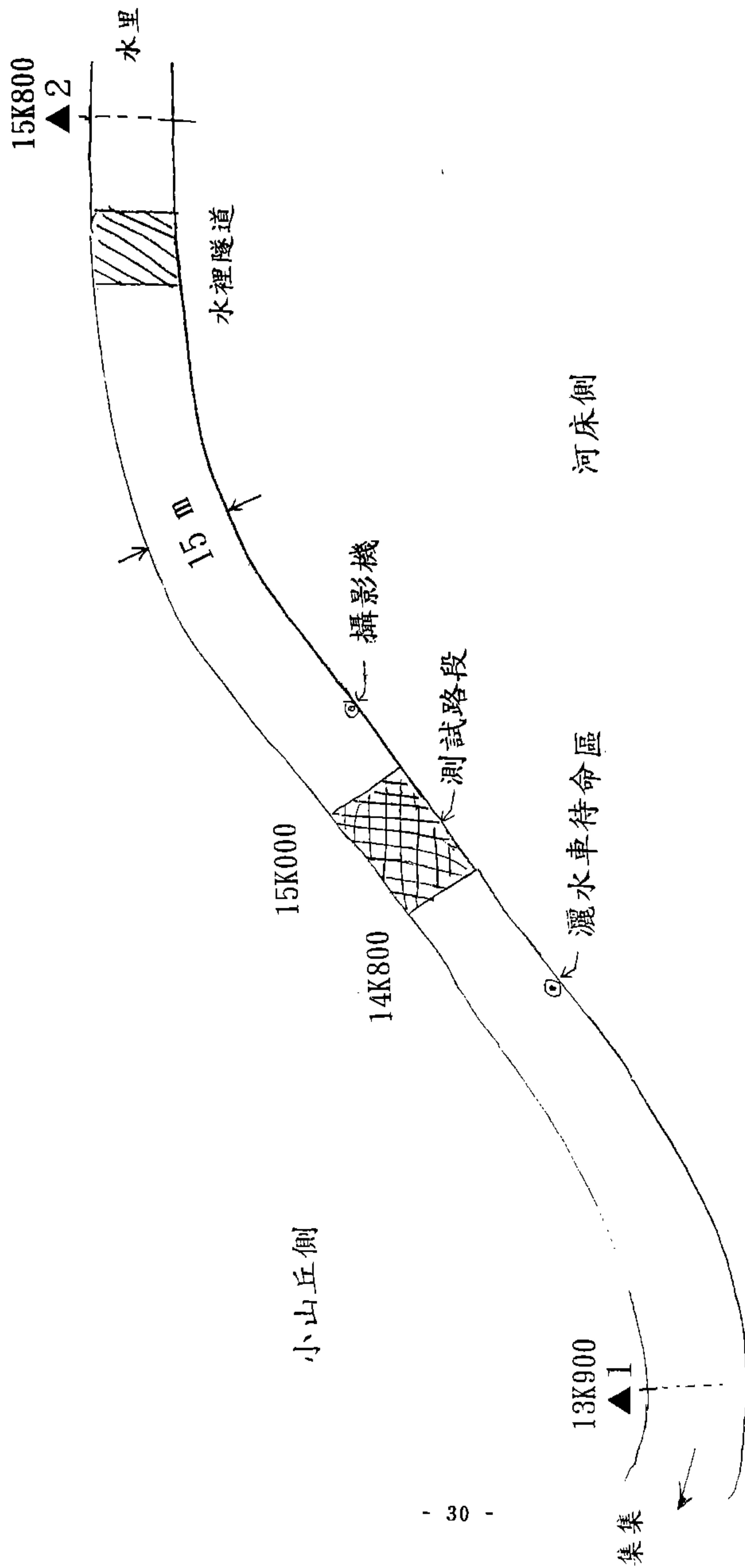


圖 3.5 南投水里-集集間快速道路(台16號)_14k800~15k000 交通管制圖

5. 測試實施過程

由於本計畫係一系列車輛煞車距離測試計畫之首次執行，故將全部測試之進行過程(含模擬測試)全程攝影，以作為日後測試之示範。有關測試過程之情形如附件(三)之照片圖16～圖19。

(1) 測試模擬：

為使測試能順利進行，在測試正式進行之前，分別於屏東及南投兩地就測試之過程及配合性等進行測試模擬，以確認測試之過程無論在安全上、配合度上及整個測試方法、資料擷取等等均能順利且正確地進行，以確保測試之品質。

本計畫於83年4月12日在屏東安排首次之模擬測試，模擬項目包括：

①濕地滿載:30、60、100km/hr

②乾地滿載:30、60km/hr

③乾地輕載:100km/hr

(2) 模擬測試結果之審查

本次模擬測試結果並於83年4月16日召開第一次諮詢委員會議，經全體委員確認同意，因此繼續屏東後續之測試工作。

(3) 正式之煞車距離測試

本計畫接著於83年5月10日在南投安排先期之模擬測試，模擬項目包括濕地滿載:30、60、80 km/hr。

(4)高公局中工處亦配合於模擬時進行量測路面抗滑係數，詳見4.1節。

(5) 屏東測試路線之測試

①屏東之測試程序為(濕地、輕載)→(濕地、滿載)→(乾地、輕載)→(乾地、滿載)，測試過程中隨時掌握輪胎之胎紋深度不得少於原胎紋深度之50%，測試期間為83年4月9日至4月29日。

②屏東測試時，即發現車輛四輪胎痕長度不一，尤以滿載時，車輛之後輪幾乎無胎痕產生，且胎痕中之最長者其值較均一(同條件)，故初步分析應以車輛之最長胎痕者來作為其推算車速之參考較為合理。

- ③測試中左後輪輪速計，因水分滲進而有短路之現象產生，因先前於測試模擬時發現兩後輪或兩前輪之行爲一致(理論上煞車正常時，同軸輪之行爲應極爲相近)，此亦由測試結果如表3.5得以佐證，故後續測試以三只車輪轉速計繼續執行測試。
- ④測試車於屏東測試期間電力系統因皮帶經常斷裂，致電力系統性能不佳；另起動馬達之運轉亦不順暢，經常無法順利啓動引擎。上述缺點雖對測試過程及時程造成困擾，但並不會影響測試之數據。

(6)南投水里測試路線之測試

- ①南投之測試程序因消防隊支援時程之故而稍有差異，其測試程序爲(濕地、輕載)→(乾地、輕載)→(濕地、滿載)→(乾地、滿載)。
- ②於南投測試時雖及時換上一新後輪轉速計，但又發現另一後輪之轉速計故障。此套系統乃因應ABS煞車所需，進行濕地測試自不可免，故此套系統之防水功能有需要再予加強。
- ③南投測試場地雖已完工將近兩年，然兩端之聯絡道路尚未修築完成，故未開放通車，不過亦有不少車輛沿小徑進此道路而往返水里、集集之間。本測試期間曾因道路封閉致引起記者誤解，幸經本所即時說明以釋疑。
- ④本測試路段之測試期間爲83年5月9日至5月26日，並於83年6月6日舉行第二次諮詢委員會議，初步結果分析時發現車速30至50km/hr時乾地與濕地煞車距離相對關係間有異常現象產生，並於83年6月14日至16日再次安排補測車速爲30至50km/hr之相關煞車距離測試，補測結果發現與先前所測得之資料完全相同。

表3.5 兩前(後)輪之行為相近示意表

Test - 1
B:T001.TST
20-Apr-94 09:42
Format no. 1

車速	總煞車 距離	時間	前左輪 滑動比	前右輪 滑動比	後左輪 滑動比	後右輪 滑動比	踏板 踏力
Km/h	m	s	%	%	%	%	Kgf
29.7	0.0	0.00	---	---	---	---	33.7
29.5	0.2	0.02	30.3	28.5	3.8	3.4	42.6
29.0	0.5	0.05	30.3	28.5	3.8	3.4	60.6
28.5	0.8	0.09	30.3	28.5	3.8	3.4	78.6
28.0	1.1	0.13	30.3	28.5	3.8	3.4	96.6
27.5	1.2	0.15	78.8	79.1	48.3	35.1	101.1
27.0	1.4	0.17	97.9	99.0	65.8	47.5	103.1
26.5	1.5	0.19	97.9	99.0	65.8	47.5	105.1
26.0	1.7	0.21	97.9	99.0	65.8	47.5	107.1
25.5	1.8	0.23	97.9	99.0	65.8	47.5	109.1
25.0	2.0	0.25	97.9	99.0	65.8	47.5	111.1
24.5	2.1	0.27	97.9	99.0	65.8	47.5	113.1
24.0	2.2	0.29	97.9	99.0	65.8	47.5	115.1
23.5	2.4	0.31	97.9	99.0	65.8	47.5	117.1
23.0	2.5	0.33	97.9	99.0	65.8	47.5	119.1
22.5	2.6	0.35	98.6	99.3	91.6	87.2	118.9
22.0	2.7	0.37	98.8	99.4	99.0	98.5	118.3
21.5	2.8	0.39	98.8	99.4	99.0	98.5	117.7
21.0	2.9	0.40	98.8	99.4	99.0	98.5	117.0
20.5	3.0	0.42	98.8	99.4	99.0	98.5	116.4
20.0	3.1	0.44	98.8	99.4	99.0	98.5	115.8
19.5	3.3	0.46	98.8	99.4	99.0	98.5	115.2
19.0	3.4	0.48	98.8	99.4	99.0	98.5	114.6
18.5	3.5	0.50	98.8	99.4	99.0	98.5	114.0
18.0	3.6	0.51	98.8	99.4	99.0	98.5	113.4
17.5	3.7	0.53	98.8	99.4	99.0	98.5	112.7
17.0	3.7	0.55	99.0	98.6	99.0	98.6	112.7
16.5	3.8	0.57	99.0	98.6	99.0	98.6	112.7
16.0	3.9	0.59	99.0	98.6	99.0	98.6	112.7
15.5	4.0	0.60	99.0	98.6	99.0	98.6	112.6
15.0	4.0	0.62	99.0	98.6	99.0	98.6	112.6
14.5	4.1	0.64	99.0	98.6	99.0	98.6	112.6
14.0	4.2	0.66	99.0	98.6	99.0	98.6	112.6
13.5	4.3	0.68	99.0	98.6	99.0	98.6	112.6
13.0	4.3	0.69	99.0	98.6	99.0	98.6	112.5
12.5	4.4	0.71	99.0	98.6	99.0	98.6	112.5
12.0	4.5	0.73	99.0	98.6	99.0	98.6	112.5
11.5	4.5	0.75	98.5	98.0	98.5	98.4	112.4
11.0	4.6	0.77	98.3	97.7	98.3	98.3	112.3
10.5	4.6	0.78	98.3	97.7	98.3	98.3	112.2
10.0	4.7	0.80	98.3	97.7	98.3	98.3	112.1
9.5	4.7	0.82	98.3	97.7	98.3	98.3	112.0
9.0	4.7	0.83	98.3	97.7	98.3	98.3	111.9
8.5	4.8	0.85	98.3	97.7	98.3	98.3	111.8
8.0	4.8	0.87	98.3	97.7	98.3	98.3	111.7
7.5	4.9	0.89	98.3	97.7	98.3	98.3	111.6
7.0	4.9	0.90	98.3	97.7	98.3	98.3	111.5
6.5	5.0	0.92	98.3	97.7	98.3	98.3	111.4
6.0	5.0	0.94	98.1	97.2	97.4	97.5	111.0
5.5	5.0	0.96	96.3	93.6	90.9	91.8	110.0
5.0	5.0	0.97	96.3	93.6	90.9	91.8	108.9
4.5	5.0	0.99	96.3	93.6	90.9	91.8	107.9
4.0	5.1	1.01	96.3	93.6	90.9	91.8	106.8
3.5	5.1	1.03	96.3	93.6	90.9	91.8	105.8
3.0	5.1	1.04	96.3	93.6	90.9	91.8	104.8
2.5	5.1	1.06	96.3	93.6	90.9	91.8	103.7
2.0	5.1	1.08	96.3	93.6	90.9	91.8	102.7
1.5	5.1	1.10	96.3	93.6	90.9	91.8	101.6
1.0	5.2	1.11	96.3	93.6	90.9	91.8	100.6
0.5	5.2	1.13	96.3	93.6	90.9	91.8	99.5
0.0	5.2	1.16	53.9	83.1	16.6	17.5	94.0

EEP-2 V3.18

第四章 測試結果分析及比較

本章就與煞車距離相關之因素中道路摩擦係數之量測，以及將在不同鋪面與氣候下實車測試之結果進行分析與比較。

4.1 抗滑儀 μ 值之量測

4.1.1 測試道路摩擦係數之量測

有關測試道路摩擦係數之量測係委請高公局中工處支援，其量測設備與方法說明如下：

1. 量測設備名稱：路面抗滑測試儀Model 1270路面摩擦層測試儀。

該儀器在全亞洲僅此壹台，如附件三之照片圖20～圖21。

2. 功能：可量測路面抗滑係數測定SN=Skid Number。

而 μ 值與SN值之換算關係如下：

$$\mu = F/W = SN/100$$

其中

F=踏力(Braking force)

W=車輛載重(Vehicle weight)

3. 測試標準：依據ASTM E 274方法及 ASTM E 501輪胎：以無紋之標準胎預設最差狀態。

4. 測試速率：一般聯絡道--48 km/hr。

5. 測試方試：儘可能與車行方向平行順向。

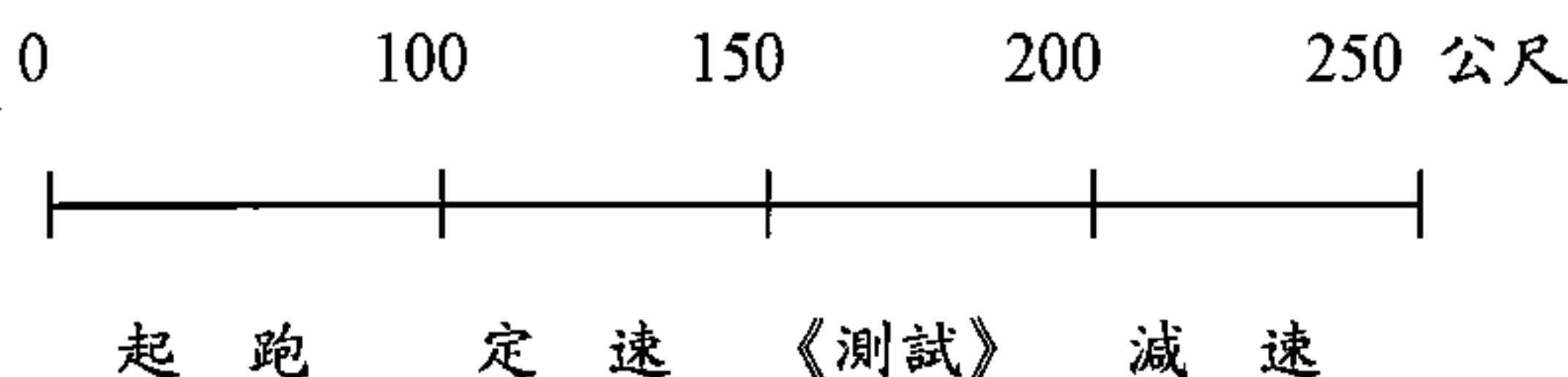
6. 測試條件：正常時應備有250公尺(m)以上，平坦地形之道路。

7. 測試過程：

(1) 加速：曳引車於穩定狀態下起跑及加速至理想車速。

(2) 選點：由測試工程師判定採測時機及路段，適時控制電腦即行取測。

- (3)動作:測試車接到訊號立刻噴25mm之水柱於測試胎及路面間，同時煞死左測試輪，強制產生偏滑現象。
- (4)運算:該偏滑指數經過分析、積分、放大，將實測情況以每秒2000次讀取後，再以圖形及數據方式表示。
- (5)判讀:透過室內分析轉換表列實讀資料，該數據即為SN(Skid Number)。該《測試》範圍大小則依速率而定。



4.1.2 道路摩擦係數測試結果

有關測試道路其摩擦係數之量測結果詳如表4.1所示，顯示新築之屏東路段其抗滑值54.12並不如一年以上之南投路段62.30為高，此可能由於道路施工或車流量之差異所造成。

南投路段雖然鋪設將近兩年，但因未正式開放通車，車流量低；另由目視可看出屏東路段鋪設路面之含柏油量較多，石粒子較細；而南投路段則石粒子較大，路面較粗糙。

由於高公局之路面抗滑測試儀係以無花紋之標準胎、且在濕地下所量測之SN值，故經換算後即為道路鋪面在最差狀態下之摩擦係數，可作為實車測試前對路面狀況之初步瞭解與參考。而由此次二個測試路段之抗滑SN值結果顯示，對道路使用情況之分類不能僅從其使用年限(或鋪設之時間)判定，尚需考慮其交通流量及鋪設之材料。故今後對路面狀況之認定，應以測試車輛在測試道路上實際之路面摩擦係數 μ 值作為基礎較適當。但若以此為考慮，則列於行車速度對照表中之摩擦係數可能因車種、輪胎型式之不同而異，在實用上可能有對照比較上之困難，值得我們深入研究。

表4.1 路面抗滑係數量測結果（高公局中工處提供）

測試地點 (日期)		屏東 (83.4.12)	南投 (83.5.10)
測 試 次 數	1	----	62.3
	2	55.9	61.7
	3	56.7	62.5
	4	54.2	64.1
	5	52.9	59.6
	6	50.9	63.4
平均 路面抗滑係數		54.12	62.30
μ		0.5412	0.6230

附註：

1. 以左輪進行測試。
2. 測試速率約為50km/hr。
3. 路面溫度：屏東約42.0°C；南投約40.0°C。
4. 此結果乃依ASTM E274 之方法所量測（路面為濕地，輪胎為依標準 E501 而特製之標準胎）。

4.2 實車測試數據之彙整

本測試計畫為求得有效且合理的數據量測，特採用光學測速計以自動量測數據方式，並加裝國內第二套的車輪脈衝計(Wheel pulse transducer)來量測車輪轉速，以自動偵測車輪鎖死後之制動距離，即所謂煞車胎痕。惟因83年3月初方引進該項測試設備時即投入測試計畫，故測試期間難免發生不熟悉數據擷取及操作之上之困擾，亦發生設備故障之問題，所幸均已一一克服，終於完成各項測試工作。

由行車速度、煞車距離及道路摩擦係數之對照表可知，主要的量測數據在於車速(V)、煞車距離(L)及路面摩擦係數(μ)。但為有效偵測及控制上述數據之可靠性，本次測試增加量測煞車踏板踏力(F)、前輪煞車來令片溫度(T)、前輪煞車油壓(P)、車輛減速度(G)、車輪角速度(ω)及滑動比(λ)，其中P及G兩項為在南投水里測試路段中才增加的量測參數。

上述測試數據由測試設備量測後，暫存於EEP-2磁片中，經由RS-232即可轉存於PC，其格式如表4.2(屏東)及表4.3(南投)所示，並將完整的原始測試數據(Raw test data)儲存於磁片中。於測試過程中亦曾抽樣以人工量測乾地之實際胎痕，並與EEP-2儀器量測之數據相互比較印證，結果發現兩者各自相差均在5%以內，詳如表4.4(屏東)及表4.5(南投)所示。

依相關研究文獻〔8,9〕之報告指出，車輪滑動比 λ 值於達20~25%時，車輪會呈現臨界狀況(如圖4-1所示)； λ 值大於上述值後將呈不穩定狀態(Unstable)，而致迅速鎖死。故本計畫即假設 λ 值於15~25%時會產生煞車胎痕，經由實際以人工量測之胎痕與EEP-2儀器量測之數據相互比較分析後，可得到乾地及濕地狀況下胎痕產生之合理車輪滑動比 λ 值為20%。

為有利於數據整理分析，依不同之測試地點、路況、載重等因素，將屏東及南投之量測數據結果彙總於表4.6。

表4.2 屏東煞車距離與行車速度測試擷取之資料檔格式

Test - 1
B:T003.TST
28-Apr-94 10:30
Format no. 1

車速	總煞車 距離	時間	前左輪 滑動比	前右輪 滑動比	後左輪 滑動比	後右輪 滑動比	踏板 踏力
Km/h	m	sec	%	%	%	%	Kgf
29.5	0.0	0.00	---	---	---	---	0.9
29.0	0.2	0.03	60.6	58.8	1.8	1.8	14.1
28.5	0.5	0.06	60.6	58.8	1.8	1.8	28.6
28.0	0.7	0.09	60.6	58.8	1.8	1.8	43.0
27.5	1.0	0.12	60.6	58.8	1.8	1.8	57.5
27.0	1.2	0.15	60.6	58.8	1.8	1.8	72.0
26.5	1.5	0.18	60.6	58.8	1.8	1.8	86.5
26.0	1.7	0.21	76.7	75.7	2.9	2.9	94.0
25.5	1.8	0.23	97.4	97.4	4.3	4.3	96.7
25.0	1.9	0.25	97.4	97.4	4.3	4.3	99.3
24.5	2.1	0.27	97.4	97.4	4.3	4.3	102.0
24.0	2.2	0.29	97.4	97.4	4.3	4.3	104.6
23.5	2.4	0.31	97.4	97.4	4.3	4.3	107.3
23.0	2.5	0.34	97.4	97.4	4.3	4.3	109.9
22.5	2.6	0.36	97.4	97.4	4.3	4.3	112.6
22.0	2.8	0.38	97.4	97.4	4.3	4.3	115.2
21.5	2.9	0.40	97.4	97.4	4.3	4.3	117.8
21.0	3.0	0.42	98.6	98.6	3.9	3.9	117.7
20.5	3.1	0.44	98.6	98.6	3.9	3.9	117.6
20.0	3.2	0.46	98.6	98.6	3.9	3.9	117.5
19.5	3.3	0.48	98.6	98.6	3.9	3.9	117.4
19.0	3.4	0.50	98.6	98.6	3.9	3.9	117.3
18.5	3.5	0.51	98.6	98.6	3.9	3.9	117.2
18.0	3.6	0.53	98.6	98.6	3.9	3.9	117.1
17.5	3.7	0.55	98.6	98.6	3.9	3.9	117.0
17.0	3.8	0.57	98.6	98.6	3.9	3.9	116.9
16.5	3.9	0.59	98.6	98.6	3.9	3.9	116.8
16.0	4.0	0.61	98.8	98.8	2.9	2.9	116.6
15.5	4.1	0.63	98.9	98.9	2.4	2.4	116.3
15.0	4.2	0.65	98.9	98.9	2.4	2.4	116.0
14.5	4.2	0.67	98.9	98.9	2.4	2.4	115.7
14.0	4.3	0.68	98.9	98.9	2.4	2.4	115.4
13.5	4.4	0.70	98.9	98.9	2.4	2.4	115.2
13.0	4.4	0.72	98.9	98.9	2.4	2.4	114.9
12.5	4.5	0.74	98.9	98.9	2.4	2.4	114.6
12.0	4.6	0.76	98.9	98.9	2.4	2.4	114.3
11.5	4.6	0.77	98.9	98.9	2.4	2.4	114.0
11.0	4.7	0.79	98.9	98.9	2.4	2.4	113.7
10.5	4.7	0.81	98.2	98.5	4.2	4.2	113.0
10.0	4.8	0.83	97.4	98.1	6.0	6.0	111.9
9.5	4.8	0.84	97.4	98.1	6.1	6.1	110.9
9.0	4.9	0.86	97.4	98.1	6.1	6.1	109.9
8.5	4.9	0.88	97.4	98.1	6.0	6.0	108.8
8.0	4.9	0.90	97.4	98.1	6.1	6.1	107.8
7.5	5.0	0.91	97.4	98.1	6.1	6.1	106.8
7.0	5.0	0.93	97.4	98.1	6.0	6.0	105.7
6.5	5.1	0.95	97.4	98.1	6.1	6.1	104.7
6.0	5.1	0.97	97.4	98.1	6.0	6.0	103.7
5.5	5.1	0.99	97.4	98.1	6.0	6.0	102.6
5.0	5.2	1.00	97.7	97.8	6.0	6.0	101.7
4.5	5.2	1.02	100.0	94.9	5.4	5.4	101.1
4.0	5.2	1.04	100.0	94.9	5.4	5.4	100.4
3.5	5.2	1.06	100.0	94.9	5.4	5.4	99.7
3.0	5.2	1.07	100.0	94.9	5.4	5.4	99.1
2.5	5.2	1.09	100.0	94.9	5.4	5.4	98.4
2.0	5.2	1.11	100.0	94.9	5.4	5.4	97.8
1.5	5.3	1.13	100.0	94.9	5.4	5.4	97.1
1.0	5.3	1.14	100.0	94.9	5.4	5.4	96.5
0.5	5.3	1.16	100.0	94.9	5.4	5.4	95.8
0.0	5.3	1.18	100.0	94.9	5.4	5.4	95.2

EEP-2 V3.18

表4.3 南投煞車距離與行車速度測試擷取之資料檔格式

Test - 1
B:T101.TST
13-May-94 09:11
Format no. 1

車速	總煞車 距離	減速度	前左輪 滑動比	前右輪 滑動比	後左輪 滑動比	後右輪 滑動比	踏板 踏力	前左煞 車油壓	前右煞 車油壓	前左來 令溫度	前右來 令溫度
Km/h	m	G	%	%	%	%	Kgf	Kg/cm2	Kg/cm2	C	C
29.0	0.0	-0.28	---	---	---	---	31.9	77.8	77.5	94	89
28.5	0.3	-0.40	15.4	12.6	0.7	0.7	42.6	103.7	103.5	94	89
28.0	0.6	-0.53	15.4	12.6	0.7	0.7	54.0	131.4	131.1	94	89
27.5	0.8	-0.62	30.6	27.8	1.8	1.8	62.1	150.6	150.4	94	89
27.0	1.0	-0.65	98.5	96.5	6.7	6.7	64.3	154.0	153.7	94	89
26.5	1.1	-0.68	98.5	96.5	6.7	6.7	66.5	157.4	157.1	94	89
26.0	1.2	-0.72	98.5	96.5	6.7	6.7	68.6	160.8	160.5	94	89
25.5	1.4	-0.75	98.5	96.5	6.7	6.7	70.8	164.2	163.8	94	89
25.0	1.5	-0.78	98.5	96.5	6.7	6.7	73.0	167.6	167.2	94	89
24.5	1.6	-0.81	98.5	96.5	6.7	6.7	75.1	171.0	170.6	94	89
24.0	1.8	-0.84	98.5	96.5	6.7	6.7	77.3	174.4	173.9	94	89
23.5	1.9	-0.87	98.5	96.5	6.7	6.7	79.4	177.8	177.3	94	89
23.0	2.0	-0.91	98.5	96.5	6.7	6.7	81.6	181.2	180.7	94	89
22.5	2.1	-0.94	98.5	96.5	6.7	6.7	83.7	184.6	184.0	94	89
22.0	2.2	-0.94	98.7	97.3	19.2	19.2	84.8	186.4	185.8	94	89
21.5	2.3	-0.92	99.1	98.6	39.4	39.4	84.6	186.3	185.7	94	89
21.0	2.4	-0.90	99.1	98.6	39.4	39.4	84.4	186.3	185.6	94	89
20.5	2.5	-0.88	99.1	98.6	39.4	39.4	84.2	186.2	185.5	94	89
20.0	2.6	-0.86	99.1	98.6	39.4	39.4	84.0	186.2	185.4	94	89
19.5	2.7	-0.83	99.1	98.6	39.4	39.4	83.8	186.1	185.2	94	89
19.0	2.8	-0.81	99.1	98.6	39.4	39.4	83.6	186.1	185.1	94	89
18.5	2.9	-0.79	99.1	98.6	39.4	39.4	83.4	186.0	185.0	94	89
18.0	3.0	-0.77	99.1	98.6	39.4	39.4	83.2	186.0	184.9	94	89
17.5	3.1	-0.75	99.1	98.6	39.4	39.4	83.0	185.9	184.8	94	89
17.0	3.2	-0.72	99.1	98.6	39.4	39.4	82.8	185.9	184.7	94	89
16.5	3.2	-0.70	99.1	98.6	39.4	39.4	82.6	185.8	184.6	94	89
16.0	3.3	-0.70	99.4	98.9	74.2	74.2	83.0	186.2	185.0	94	89
15.5	3.4	-0.71	99.6	99.1	97.1	97.1	83.6	186.8	185.6	94	89
15.0	3.4	-0.72	99.6	99.1	97.1	97.1	84.3	187.4	186.2	94	89
14.5	3.5	-0.72	99.6	99.1	97.1	97.1	85.0	187.9	186.9	94	89
14.0	3.6	-0.73	99.6	99.1	97.1	97.1	85.7	188.5	187.5	94	89
13.5	3.6	-0.74	99.6	99.1	97.1	97.1	86.4	189.1	188.1	94	89
13.0	3.7	-0.75	99.6	99.1	97.1	97.1	87.0	189.6	188.7	94	89
12.5	3.8	-0.75	99.6	99.1	97.1	97.1	87.7	190.2	189.3	94	89
12.0	3.8	-0.76	99.6	99.1	97.1	97.1	88.4	190.8	189.9	94	89
11.5	3.9	-0.77	99.6	99.1	97.1	97.1	89.1	191.4	190.5	94	89
11.0	4.0	-0.78	99.6	99.1	97.1	97.1	89.8	192.0	191.1	94	89
10.5	4.0	-0.78	99.6	99.1	97.1	97.1	90.4	192.5	191.7	94	89
10.0	4.1	-0.80	98.9	97.9	95.2	95.2	91.2	193.3	192.5	94	89
9.5	4.1	-0.81	98.8	97.6	94.7	94.7	92.0	194.0	193.2	94	89
9.0	4.1	-0.82	98.8	97.6	94.7	94.7	92.8	194.8	194.0	94	90
8.5	4.2	-0.83	98.8	97.6	94.7	94.7	93.6	195.5	194.7	94	90
8.0	4.2	-0.84	98.8	97.6	94.7	94.7	94.4	196.3	195.5	94	90
7.5	4.2	-0.86	98.8	97.6	94.7	94.7	95.2	197.0	196.2	94	90
7.0	4.3	-0.87	98.8	97.6	94.7	94.7	96.0	197.8	197.0	94	90
6.5	4.3	-0.88	98.8	97.6	94.7	94.7	96.8	198.5	197.7	94	90
6.0	4.3	-0.89	98.8	97.6	94.7	94.7	97.6	199.3	198.5	94	90
5.5	4.4	-0.90	98.8	97.6	94.7	94.7	98.3	200.0	199.2	94	90
5.0	4.4	-0.91	98.8	97.6	94.7	94.7	99.1	200.8	200.0	94	90
4.5	4.4	-0.93	98.8	97.6	94.7	94.7	99.9	201.5	200.7	94	90
4.0	4.4	-0.90	96.3	95.4	88.8	88.8	100.0	201.7	200.9	94	90
3.5	4.4	-0.84	90.2	90.2	74.6	74.6	99.8	201.6	200.7	94	90
3.0	4.5	-0.79	90.2	90.2	74.6	74.6	99.5	201.4	200.6	94	90
2.5	4.5	-0.74	90.2	90.2	74.6	74.6	99.2	201.2	200.4	94	90
2.0	4.5	-0.69	90.2	90.2	74.6	74.6	98.9	201.1	200.2	94	90
1.5	4.5	-0.64	90.2	90.2	74.6	74.6	98.7	200.9	200.0	95	90
1.0	4.5	-0.59	90.2	90.2	74.6	74.6	98.4	200.8	199.9	95	90

EEP-2 V3.18

表4.4 乾地實際量測最長胎痕與儀器量測最長胎痕之比較(屏東)

最長 胎痕 (m) 速 度 (Km/h)	輕 載		滿 載	
	實 際 量 測	儀 器 量 測	實 際 量 測	儀 器 量 測
30	4.15	4.31	4.85	4.74
40	7.98	7.95	8.73	8.37
50	12.30	12.03	13.80	13.78
60	17.53	17.69	21.40	20.40
70	24.00	23.98	28.25	27.88
80	31.30	31.19	36.35	36.28
90	38.75	36.86	44.00	45.19
100	47.00	48.02	57.70	56.47

附註：

1. 實際量測之最長胎痕乃在相同測試條件及車速情況下，將往返兩方向各次所取得之最長胎痕加以平均而得。
2. 實際量測與儀器量測所得之誤差均在 5% 以下。

表4.5 乾地實際量測最長胎痕與儀器量測最長胎痕之比較(南投)

最長 胎痕 (m) 速 度 (Km/h)	輕 載		滿 載	
	實 際 量 測	儀 器 量 測	實 際 量 測	儀 器 量 測
30	3.90	4.05	4.85	4.78
40	6.90	7.07	8.40	8.43
50	11.00	11.51	14.30	13.87
60	16.20	16.50	20.55	20.27
70	20.50	21.43	27.30	27.83
80	28.00	28.85	35.00	36.52
90	36.50	37.62	---	45.00
100	44.80	45.59	56.70	56.77

附註：

1. 實際量測之最長胎痕乃在相同測試條件及車速情況下，將往返兩方向各次所取得之最長胎痕加以平均而得。
2. 實際量測與儀器量測所得之誤差均在 5% 以下。

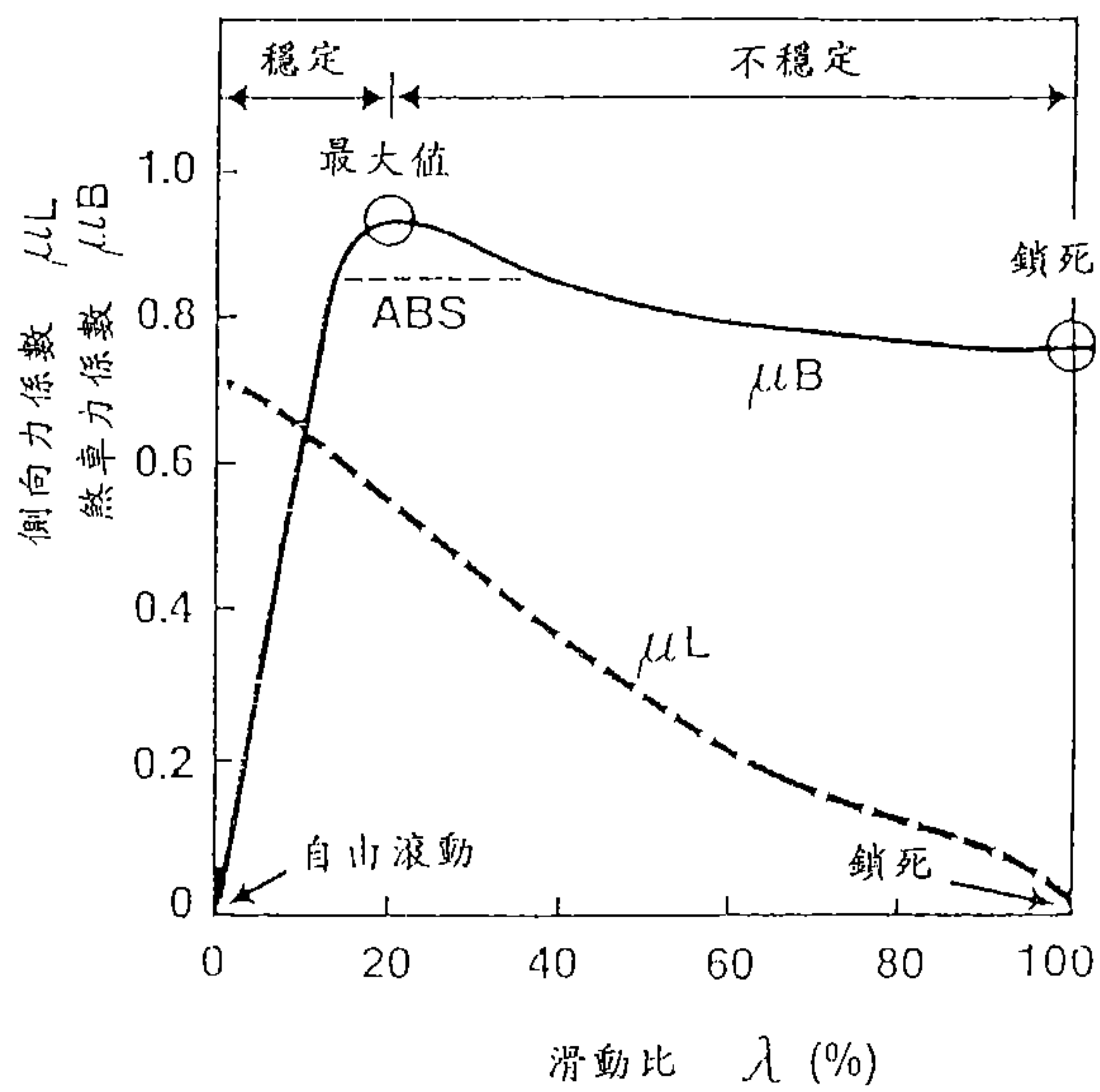


圖4.1 滑動比(λ) - 摩擦係數(μ)之比較圖

表 4.6 煞車距離與行車速度測試結果彙總表

制動 初速度 V_0 (Km/h)	一 年 以 內 (屏 東)													
	乾 地 、 輕 載				乾 地 、 滿 載				濕 地 、 輕 載				濕 地 、 滿 載	
	St'	L'	%	μ	St'	L'	%	μ	St'	L'	%	μ	St'	μ
30	4.8	4.3	90.4	0.82	5.3	4.7	89.7	0.75	5.1	4.7	90.8	0.76	5.6	0.71
40	8.6	8.0	93.1	0.79	9.5	8.4	88.6	0.75	9.1	8.2	90.0	0.77	9.8	0.71
50	13.6	12.0	92.8	0.82	14.9	13.8	92.2	0.71	14.4	12.9	89.8	0.76	16.6	0.64
60	19.3	17.7	91.6	0.80	21.9	20.4	94.9	0.69	21.4	19.7	91.8	0.72	26.4	0.63
70	25.6	24.0	93.8	0.80	29.8	27.9	93.5	0.69	29.7	28.1	94.4	0.69	34.8	0.58
80	32.9	31.2	94.9	0.81	38.0	36.3	95.5	0.69	39.5	37.3	94.2	0.68	46.3	0.57
90	41.1	36.9	89.8	0.87	48.0	45.2	94.2	0.71	51.5	48.4	93.8	0.66	62.2	0.54
100	52.1	48.0	92.4	0.82	59.8	56.5	94.6	0.70	65.9	63.5	96.3	0.62	79.3	0.52

制動 初速度 V_0 (Km/h)	一 年 以 上 (南 投)													
	乾 地 、 輕 載				乾 地 、 滿 載				濕 地 、 輕 載				濕 地 、 滿 載	
	St'	L'	%	μ	St'	L'	%	μ	St'	L'	%	μ	St'	μ
30	4.9	4.1	83.5	0.87	5.6	4.8	85.4	0.74	4.8	4.1	85.0	0.87	5.2	0.77
40	8.4	7.1	84.4	0.89	9.7	8.4	86.8	0.75	8.0	7.0	88.2	0.90	9.5	0.73
50	13.3	11.5	88.6	0.86	15.3	13.9	90.5	0.71	13.2	12.1	91.7	0.81	14.9	0.72
60	18.4	16.5	89.6	0.86	22.2	20.3	91.4	0.70	18.5	16.8	90.4	0.85	22.3	0.68
70	24.4	21.4	87.6	0.90	30.1	27.8	92.4	0.69	26.0	23.8	91.5	0.81	32.2	0.63
80	32.1	28.9	89.9	0.87	38.4	36.5	95.0	0.69	34.0	30.6	90.3	0.82	43.8	0.61
90	41.4	37.6	90.9	0.85	47.9	45.0	94.0	0.71	43.4	41.1	94.7	0.78	56.7	0.61
100	49.8	45.6	91.6	0.86	59.9	56.8	94.7	0.69	53.0	50.7	95.7	0.78	72.0	0.57

St' = 總煞車距離 (m)
% = L' / St'

L' = 最長煞車胎痕 (m)
 μ = 路面摩擦係數

4.3 實車測試結果分析

4.3.1 實車測試數據分析流程

本計畫之測試數據分析流程如圖4-2所示：

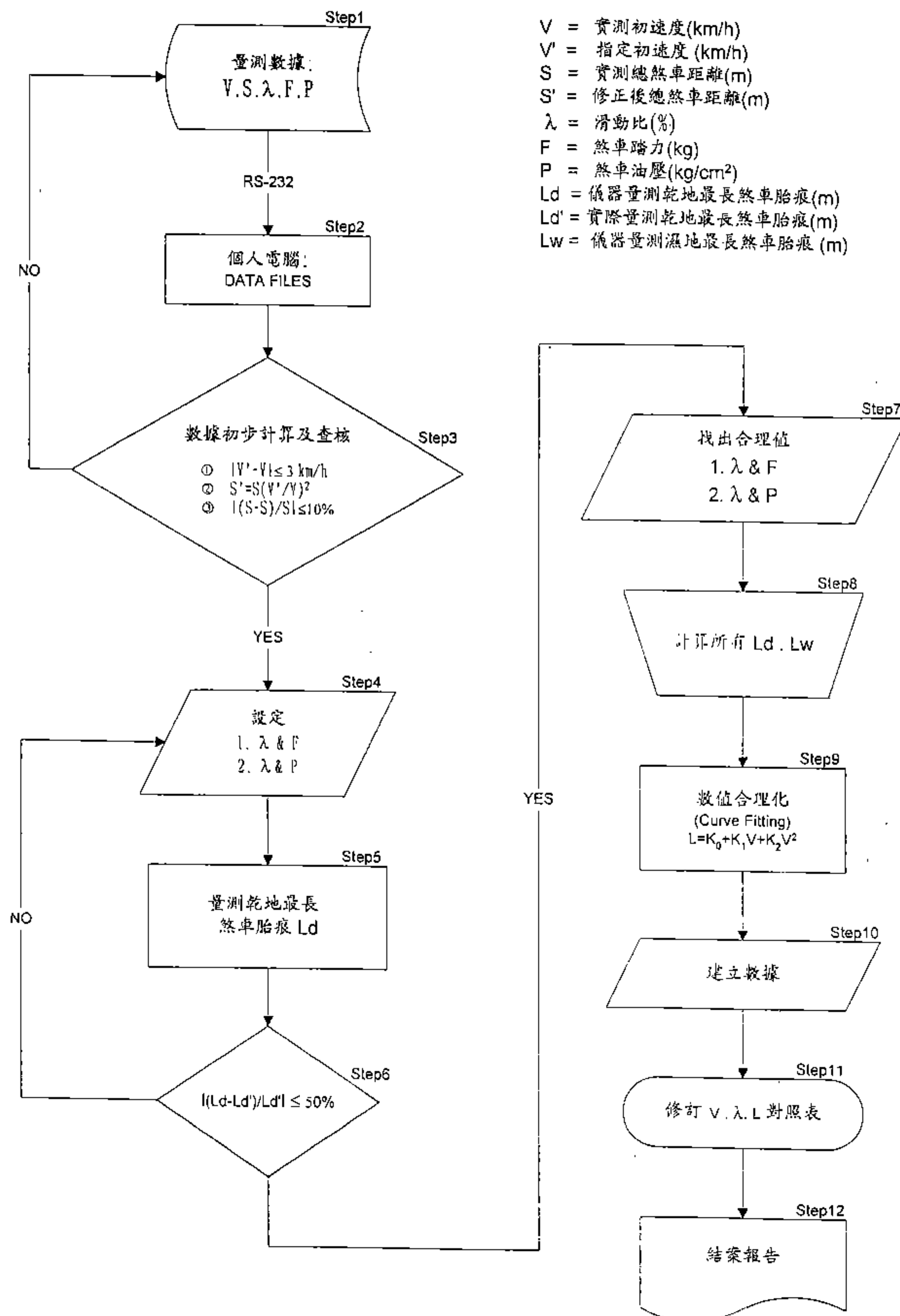


圖4-2 煞車距離測試數據分析流程圖

前述分析流程之重要步驟概括如下：

1. 於步驟 3 中，將EEP-2儀器所量測之數據初步計算，且依測試規範[6]及工程經驗，設定三項限制條件(Constrained conditions)來判定表定之車速(V')及總煞車距離(S')之合理性。如其未符合該限制條件，則須重回步驟 1 加以補測，一直至滿足限制條件為止。
2. 於步驟 4 中，自儀器所量測之數據中，找出實際產生胎痕時之車輪滑動比 λ 值與踏力(F)、車輪滑動比 λ 值與前輪煞車油壓(P)。
3. 再由步驟 5 中，分別求出屏東、南投兩測試路段，由儀器所量測之資料經計算後所得之乾地煞車胎痕。
4. 於步驟 6 中，將步驟 5 之分析結果與乾地實際量測胎痕(表 4-4 及表 4-5)比較，以 $|(L_d - L_d') / L_d'| \leq 5\%$ 限制條件來判定。
5. 再於步驟 7 中，找出合理之下列各數值：
屏東路段：(車輪滑動比) $\lambda = 20\%$ ，(踏力) $F = 25\text{kgf}$
南投路段：(車輪滑動比) $\lambda = 20\%$ ，(油壓) $P = 60\text{kg/cm}^2$
6. 於步驟 9 中，利用Minitab分析軟體[10]，將乾、濕地胎痕及總煞車距離之數據予以合理化(Curve fitting)運算，方程式如下：

$$L(\text{或}S) = K_0 + K_1 V + K_2 V^2$$

可得 K_0 、 K_1 、 K_2 三項常數，以建立煞車胎痕 L (或總煞車距離 S)與車速 V 之關係式。有關各統計式之 R^2 (R-square)值及 t 檢定(t -ratio)值與詳細之迴歸(Regression)運算過程詳如附件(四)所示。

7. 於步驟 10、11 中，將步驟 9 中所建立煞車胎痕 L 與車速 V 之關係式運算求得煞車胎痕 L 與車速 V 之對應值，再建立新的車速 V 、摩擦係數 μ 、煞車胎痕 L 對照表。

4.3.2 煞車距離與行車速度之關係

將屏東及南投水里之實測結果加以彙總，並將煞車距離與行車速度之關係加以整理如表 4.7 至 4.17 所示。由前述分析流程之步驟 9 中，將屏東及南投水里之實測結果以Curve fitting合理化運算後，其迴歸方程式如下：(括號內之數值為 t 檢定值)

表 4.7 總煞車距離 (S) -- 車速 (V) 之比較表 (屏東)

屏東	總煞車距離(m), S			
車速 (km/h)	乾地輕載 (S-DL)	乾地重載 (S-DF)	濕地輕載 (S-WL)	濕地重載 (S-WF)
30	5.07	5.38	5.34	5.80
35	6.73	7.32	6.92	7.69
40	8.64	9.56	8.92	10.09
45	10.81	12.09	11.33	13.00
50	13.23	14.92	14.16	16.42
55	15.91	18.05	17.41	20.35
60	18.84	21.48	21.08	24.79
65	22.03	25.20	25.16	29.74
70	25.47	29.22	29.66	35.20
75	29.17	33.55	34.59	41.17
80	33.12	38.16	39.92	47.65
85	37.33	43.08	45.68	54.64
90	41.79	48.30	51.86	62.14
95	46.51	53.81	58.45	70.15
100	51.48	59.62	65.46	78.67

表 4.8 總煞車距離 (S) -- 車速 (V) 之比較表 (南投)

南投	總煞車距離(m), S			
車速 (km/h)	乾地輕載 (S-DL)	乾地重載 (S-DF)	濕地輕載 (S-WL)	濕地重載 (S-WF)
30	4.98	5.81	4.49	5.27
35	6.59	7.74	6.23	6.99
40	8.45	9.96	8.24	9.18
45	10.56	12.48	10.51	11.83
50	12.91	15.29	13.06	14.95
55	15.52	18.41	15.87	18.55
60	18.37	21.81	18.95	22.61
65	21.47	25.52	22.29	27.14
70	24.82	29.52	25.91	32.14
75	28.41	33.82	29.79	37.61
80	32.26	38.41	33.94	43.55
85	36.35	43.30	38.36	49.96
90	40.69	48.48	43.04	56.84
95	45.27	53.97	47.99	64.18
100	50.11	59.74	53.22	72.00

表 4.9 最長煞車胎痕 (L) -- 車速 (V) 之比較表 (屏東)

屏東	最長煞車胎痕(m), L			
車速 (km/h)	乾地輕載 (L-DL)	乾地重載 (L-DF)	濕地輕載 (L-WL)	濕地重載 (L-WF)
30	4.65	4.76	4.93	5.25
35	6.18	6.61	6.27	6.82
40	7.94	8.74	8.04	8.92
45	9.94	11.16	10.24	11.55
50	12.18	13.86	12.87	14.72
55	14.64	16.84	15.92	18.43
60	17.35	20.11	19.41	22.67
65	20.29	23.66	23.33	27.44
70	23.46	27.49	27.68	32.75
75	26.87	31.61	32.45	38.59
80	30.51	36.01	37.66	44.97
85	34.39	40.70	43.29	51.88
90	38.50	45.67	49.36	59.32
95	42.85	50.93	55.85	67.30
100	47.44	56.47	62.77	75.82

表 4.10 最長煞車胎痕 (L) -- 車速 (V) 之比較表 (南投)

南投	最長煞車胎痕(m), L			
車速 (km/h)	乾地輕載 (L-DL)	乾地重載 (L-DF)	濕地輕載 (L-WL)	濕地重載 (L-WF)
30	3.91	4.76	3.97	4.77
35	5.40	6.61	5.56	6.33
40	7.12	8.75	7.40	8.35
45	9.07	11.17	9.49	10.82
50	11.25	13.87	11.82	13.75
55	13.66	16.86	14.39	17.12
60	16.30	20.14	17.21	20.96
65	19.17	23.69	20.28	25.24
70	22.27	27.54	23.59	29.98
75	25.59	31.67	27.15	35.18
80	29.15	36.08	30.95	40.83
85	32.94	40.78	35.00	46.93
90	36.95	45.76	39.29	53.48
95	41.20	51.03	43.82	60.49
100	45.67	56.58	48.61	67.96

表4.11 煞車胎痕長度比較示意表(屏東)

日期	83. 4.	地點	屏東台22號道路	測試方法	煞車痕跡長度光學測量法											
路面種類	<input checked="" type="checkbox"/> 新鋪~1年 <input type="checkbox"/> 1年以上	天候	晴雨陰 ↑	環境條件	風速: 5 m/s以下 溫度:											
路面狀況	<input checked="" type="checkbox"/> 乾 <input type="checkbox"/> 溼	路面μ		測試者	劉嘉福											
測試車	Ford Festiva 1.3	測試車重	<input checked="" type="checkbox"/> 滿載 & <input type="checkbox"/> 輕載	記錄者	鍾日堂、鍾國良											
指定 初速度 V (km/h)	次數	總制動距離(m)		四個車輪胎痕長度(m)								四輪平均 胎痕長度 L'		第一鎖死輪 胎痕長度 (最長者)		測試車重
		實測值 St	修正值 St'	實測值 (L)				修正值 (L')				該次	該速	該次	該速	
				前左	前右	後左	後右	前左	前右	後左	後右					
70	往1	68.7	25.60	26.57	24.7	24.7	22.2	22.2	25.6	25.6	23.1	23.1	24.4	25.6	24.0	輕載
	2	69.0	24.00	24.70	23.4	23.4	20.6	17.0	24.1	24.1	21.2	17.6	21.8	24.1	24.0	
	3	68.1	24.00	25.35	21.5	21.5	21.2	21.2	22.7	22.7	22.4	22.4	22.6	22.7		
	返1	71.3	25.80	24.86	24.3	24.3	20.8	20.8	23.4	23.4	20.1	20.1	21.7	23.4		
	2	67.7	24.40	26.08	21.8	21.8	21.4	18.2	23.3	23.3	22.9	19.5	22.2	23.3		
	3	69.7	26.20	26.42	24.5	24.5	24.1	20.8	24.7	24.7	24.3	21.0	23.7	24.7		
70	往1	68.8	28.77	29.78	26.0	26.0	0	0	26.9	26.9	0	0	13.6	26.9		滿載
	2	70.6	30.87	30.35	28.6	28.6	0	0	28.1	28.1	0	0	14.1	28.1		
	3	68.4	27.77	29.08	25.2	25.2	0	0	26.4	26.4	0	0	13.2	26.4		
	返1	68.7	29.07	30.18	27.5	27.5	0	0	28.6	28.6	0	0	14.3	28.6		
	2	68.5	28.47	29.73	26.3	26.3	0	0	27.5	27.5	0	0	13.7	27.5		
	3	68.2	28.67	30.20	28.3	28.3	0	0	29.8	29.8	0	0	14.9	29.8		

表4.12 煞車胎痕長度比較示意表(南投)

日期	83. 5.	地點	水里集集台16號道路	測試方法	煞車痕跡長度光學測量法												
路面種類	<input type="checkbox"/> 新鋪～1年 <input checked="" type="checkbox"/> 1年以上	天候	晴 ↑	雨 陰	環境條件	風速：5 m/s以下 溫度：											
路面狀況	<input checked="" type="checkbox"/> 乾 <input type="checkbox"/> 溼	路面μ	測試者 劉嘉福														
測試車	Ford Festiva 1.3	測試車重	<input checked="" type="checkbox"/> 滿載 & <input checked="" type="checkbox"/> 輕載		記錄者	鍾日堂、鍾國良											
指定 初速度 V (km/h)	次數	實測初 速度 (Km/h)	總制動距離(m)		四個車輪胎痕長度(m)								四輪平均 胎痕長度 L'		第一鎖死輪 胎痕長度 (最長者)		測試車重
			實測值 St	修正值 St'	實測值 (L)				修正值 (L')				該次	該速	該次	該速	
					前左	前右	後左	後右	前左	前右	後左	後右					
70	往 1	68.9	24.45	25.23	22.7	22.7	19.2	19.2	23.4	23.4	19.8	19.8	21.6	21.6	23.4	23.4	輕 載
	2	68.8	23.15	23.96	20.2	16.6	16.6	16.6	20.9	17.2	17.2	18.1	18.1	20.9	20.9		
	3	69.4	22.95	23.34	19.0	15.6	15.6	15.6	19.3	15.9	15.9	16.7	16.7	19.3	19.3		
	返 1	70.2	24.95	24.80	21.2	21.2	17.9	17.9	21.1	21.1	17.8	17.8	19.4	21.1	21.1		
	2	69.5	24.65	25.00	21.3	17.8	18.0	18.0	21.6	18.1	18.3	18.3	19.1	21.6	21.6		
	3	67.6	22.55	24.18	20.7	15.4	15.4	15.4	22.2	16.5	16.5	17.9	17.9	22.2	22.2		
70	往 1	69.3	29.16	29.76	27.1	21.3	0	0	27.7	21.7	0	0	12.1	12.1	27.2	27.2	滿 載
	2	69.7	30.56	30.83	27.4	24.9	0	0	27.6	25.1	0	0	13.1	13.1	27.6	27.6	
	3	69.7	29.56	29.82	27.5	27.5	0	0	27.7	27.7	0	0	13.8	13.8	27.7	27.7	
	返 1	68.1	28.86	30.05	26.2	26.2	0	0	27.7	27.7	0	0	13.8	13.8	27.7	27.7	
	2	69.1	30.66	31.47	28.7	28.7	0	0	29.5	29.5	0	0	14.7	14.7	29.5	29.5	
	3	70.3	29.36	29.11	27.5	27.5	0	0	27.3	27.3	0	0	13.6	13.6	27.3	27.3	

表 4.13 路面摩擦係數 (m) -- 車速 (V) 之比較圖 (屏東)

車速 (km/h)	路面m 值			
	乾地輕載 (L-DL)	乾地重載 (L-DF)	濕地輕載 (L-WL)	濕地重載 (L-WF)
30	0.76	0.74	0.72	0.67
35	0.78	0.73	0.77	0.71
40	0.79	0.72	0.78	0.71
45	0.80	0.71	0.78	0.69
50	0.81	0.71	0.76	0.67
55	0.81	0.71	0.75	0.65
60	0.82	0.70	0.73	0.63
65	0.82	0.70	0.71	0.61
70	0.82	0.70	0.70	0.59
75	0.82	0.70	0.68	0.57
80	0.83	0.70	0.67	0.56
85	0.83	0.70	0.66	0.55
90	0.83	0.70	0.65	0.54
95	0.83	0.70	0.64	0.53
100	0.83	0.70	0.63	0.52

表 4.14 路面摩擦係數 (m) -- 車速 (V) 之比較圖 (南投)

車速 (km/h)	路面m 值			
	乾地輕載 (L-DL)	乾地重載 (L-DF)	濕地輕載 (L-WL)	濕地重載 (L-WF)
30.00	0.91	0.74	0.89	0.74
35.00	0.89	0.73	0.87	0.76
40.00	0.88	0.72	0.85	0.75
45.00	0.88	0.71	0.84	0.74
50.00	0.87	0.71	0.83	0.72
55.00	0.87	0.71	0.83	0.70
60.00	0.87	0.70	0.82	0.68
65.00	0.87	0.70	0.82	0.66
70.00	0.87	0.70	0.82	0.64
75.00	0.87	0.70	0.82	0.63
80.00	0.86	0.70	0.81	0.62
85.00	0.86	0.70	0.81	0.61
90.00	0.86	0.70	0.81	0.60
95.00	0.86	0.70	0.81	0.59
100.00	0.86	0.70	0.81	0.58

表 4.15 載重變化對最長煞車胎痕之影響--車速之比較表

車速 (km/h)	屏東乾地載重 胎痕變化(%)	屏東濕地載重 胎痕變化(%)	南投乾地載重 胎痕變化(%)	南投濕地載重 胎痕變化(%)
30	2.39	6.51	21.79	20.13
35	6.95	8.73	22.42	13.81
40	10.04	10.93	22.82	12.78
45	12.21	12.85	23.09	14.04
50	13.79	14.43	23.28	16.31
55	14.98	15.72	23.42	18.97
60	15.90	16.77	23.53	21.75
65	16.61	17.62	23.61	24.48
70	17.19	18.33	23.68	27.10
75	17.65	18.92	23.73	29.59
80	18.03	19.41	23.77	31.92
85	18.35	19.83	23.81	34.10
90	18.62	20.20	23.84	36.14
95	18.84	20.51	23.86	38.04
100	19.04	20.78	23.88	39.81

註：載重變化對煞車胎痕之影響（%）

=（重載之煞車胎痕 - 輕載之煞車胎痕）/ 輕載之煞車胎痕*100

表 4.16 乾地最長煞車胎痕/總煞車距離 (L/S) -- 車速 (V) 之比較

車速(km/h)	最長煞車胎痕與總煞車距離之比 (L/S)			
	屏東乾地輕載 (L/S-DL)	屏東乾地重載 (L/S-DF)	南投乾地輕載 (L/S-DL)	南投乾地重載 (L/S-DF)
30	0.92	0.89	0.78	0.82
35	0.92	0.90	0.82	0.85
40	0.92	0.91	0.84	0.88
45	0.92	0.92	0.86	0.89
50	0.92	0.93	0.87	0.91
55	0.92	0.93	0.88	0.92
60	0.92	0.94	0.89	0.92
65	0.92	0.94	0.89	0.93
70	0.92	0.94	0.90	0.93
75	0.92	0.94	0.90	0.94
80	0.92	0.94	0.90	0.94
85	0.92	0.94	0.91	0.94
90	0.92	0.95	0.91	0.94
95	0.92	0.95	0.91	0.95
100	0.92	0.95	0.91	0.95

表 4-17 濕地最長煞車胎痕/總煞車距離 (L/S) --車速 (V) 之比較

車速(km/h)	最長煞車胎痕與總煞車距離之比 (L/S)			
	屏東濕地輕載 (L/S-WL)	屏東濕地重載 (L/S-WF)	南投濕地輕載 (L/S-WL)	南投濕地重載 (L/S-WF)
30	0.92	0.91	0.88	0.90
35	0.91	0.89	0.89	0.91
40	0.90	0.88	0.90	0.91
45	0.90	0.89	0.90	0.91
50	0.91	0.90	0.91	0.92
55	0.91	0.91	0.91	0.92
60	0.92	0.91	0.91	0.93
65	0.93	0.92	0.91	0.93
70	0.93	0.93	0.91	0.93
75	0.94	0.94	0.91	0.94
80	0.94	0.94	0.91	0.94
85	0.95	0.95	0.91	0.94
90	0.95	0.95	0.91	0.94
95	0.96	0.96	0.91	0.94
100	0.96	0.96	0.91	0.94

屏東:

$$L-DL=0.42+0.0047V^2$$

(0.78) (48.89)

$$L-DF=-0.35+0.00568V^2$$

(-1.56) (143.19)

$$L-WL=5.91-0.29V+0.0086V^2$$

(3.16) (-4.67) (18.15)

$$L-WF=7.08-0.38V+0.01069V^2$$

(4.21) (-6.82) (25.13)

$$S-DL=0.48+0.0051V^2$$

(1.51) (90.62)

$$S-DF=0.02+0.00596V^2$$

(0.10) (173.60)

$$S-WL=4.66-0.228V+0.00836V^2$$

(4.21) (-6.19) (29.84)

$$S-WF=5.17-0.285V+0.0102V^2$$

(1.69) (-2.80) (13.19)

南投:

$$L-DL=-0.22+0.00459V^2$$

(-0.70) (81.83)

$$L-DF=-0.36+0.00569V^2$$

(-1.34) (118.19)

$$L-WL=-0.44+0.00491V^2$$

(-0.72) (44.77)

$$L-WF=4.92-0.277V+0.00908V^2$$

(2.31) (-3.90) (16.81)

$$S-DL=0.52+0.00496V^2$$

(1.96) (106.11)

$$S-DF=0.48+0.00593V^2$$

(1.79) (124.61)

$$S-WL=-0.33+0.00535V^2$$

(-1.68) (153.61)

$$S-WF=4.83-0.267V+0.00938V^2$$

(6.95) (-11.52) (53.31)

其中

L-DL: 乾地輕載煞車胎痕(DL:Dry,Light road)

L-DF: 乾地滿載煞車胎痕(DF:Dry,Full road)

L-WL: 濕地輕載煞車胎痕(WL:Wet,Light road)

L-WF: 濕地滿載煞車胎痕(WF:Wet,Full road)

S-DL: 乾地輕載總煞車距離(DL:Dry,Light road)

S-DF: 乾地滿載總煞車距離(DF:Dry,Full road)

S-WL: 濕地輕載總煞車距離(WL:Wet,Light road)

S-WF: 濕地滿載總煞車距離(WF:Wet,Full road)

V: 車速

4.3.3 實車測試結果之分析

本研究特就實車測試結果分析加以敘述如下：

1. 最長煞車胎痕之意義：

本研究之實車測試結果可印證國外相關研究之測試結果[11]，即在乾地狀況車輛滿載時，其後輪並不會鎖死，亦即無後輪之胎痕；而車輛輕載時，其後輪之胎痕又常較前輪為短(詳如表4.11及表4.12所示)。故本研究中最長煞車距離或胎痕皆以前輪來運算，如附件(三)之照片圖22～圖26。兩者在滿載時之胎痕長度相差不多，不過在輕載時會稍有差異，其原因應是路面不同所造成。

2. 由表4.8顯示，南投水里之測試數據於車速達30至50km/hr時，在乾地狀況下車輛輕載之總煞車距離(S-DL)、在濕地狀況下車輛輕載之總煞車距離(S-WL)、以及在乾地狀況下車輛滿載之總煞車距離(S-DF)、在濕地狀況下車輛滿載之總煞車距離(S-WF)，在同條件下乾地及濕地之比較時會出現不合理現象。依測試現場來判斷，可能係因道路鋪設之材質所造成。因為在啟動煞車時，瀝清會有剝落之現象，亦會產生類似砂質之滑動異常現象。這種滑動現象會使車輛之煞車距離增加，其原因為車輛在低速而乾地之狀況時對煞車距離影響之比例較大，而濕地時因水有清洗作用，反而不會造成滑動現象，故產生南投之測試在車速30至50km/hr時有煞車距離不合理現象。如附件(三)之照片圖27。(83年6月14日至6月16日就此一疑點補測所獲得之結果與原測試結果完全相同，故分析時仍採用先前5月份所測之資料)

3. 兩種測試路段之煞車距離比較：

(1) 乾地最長煞車胎痕 L 與車速 V^2 成正比例關係。

(2) 濕地最長煞車胎痕 L ，隨車速增加而水膜現象大增，故最長煞車胎痕 L 會與 V 及 V^2 項有關係。

(3)由圖4-3及圖4-4顯示，兩種測試路段之乾地煞車距離相近，其中重載時更幾乎重疊。而圖4-5及圖4-6中顯示，濕地煞車距離中，南投路段卻較短，可能原因除為道路路面鋪設之差異外，其路段雖為一年以上道路，但因尚未通車，未有交通量，故亦應視為新鋪路面，所以其測試結果與屏東路段之比較，並不違反摩擦係數與車速間的邏輯關係。

4.載重(W)及路面摩擦係數(μ)對總煞車距離S與最長煞車胎痕L之影響程度比較如下：

(1)圖4-7及圖4-8顯示，由於屏東路段在同一速度下，濕地重載之總煞車距離(S)與胎痕(L)均為最大，兩者在濕地輕載與乾地重載時則互有高低，而以在乾地輕載者為最小，故得知載重W比路面摩擦係數 μ 之影響程度為小。

(2)圖4-9及圖4-10顯示，由於南投路段在同一速度下，無論乾濕地之總煞車距離(S)與胎痕(L)均較輕載者為大，而相同路面狀況下則兩者以重載者較輕載者為大，故載重W比路面摩擦係數 μ 之影響程度為大。

綜而言之，載重W及路面摩擦係數 μ 對最長胎痕L皆會產生特定之影響程度。

5.載重(W)變化對煞車胎痕(L)之影響與車速之關係：

(1)乾地：本測試說明在同一條件下，純粹由於車輛載重從輕載至滿載(增加300kg)時，對煞車胎痕之影響。由圖4-11顯示，煞車胎痕(L)之變化會隨車速(V)增加而有增加之趨勢，而當車速 $V > 50\text{km/hr}$ 可能達15%以上，故車輛載重為煞車胎痕之重要影響因素。

(2)濕地：由圖4-12顯示，濕地之煞車胎痕(L)之變化，除了車速 $V < 40\text{km/hr}$ 時在南投會有較反常之測試結果外(隨車速增加而煞車胎痕反減少)，煞車胎痕(L)均會隨車速增加而增加，亦再次印證車輛載重實為煞車胎痕之重要影響因素。

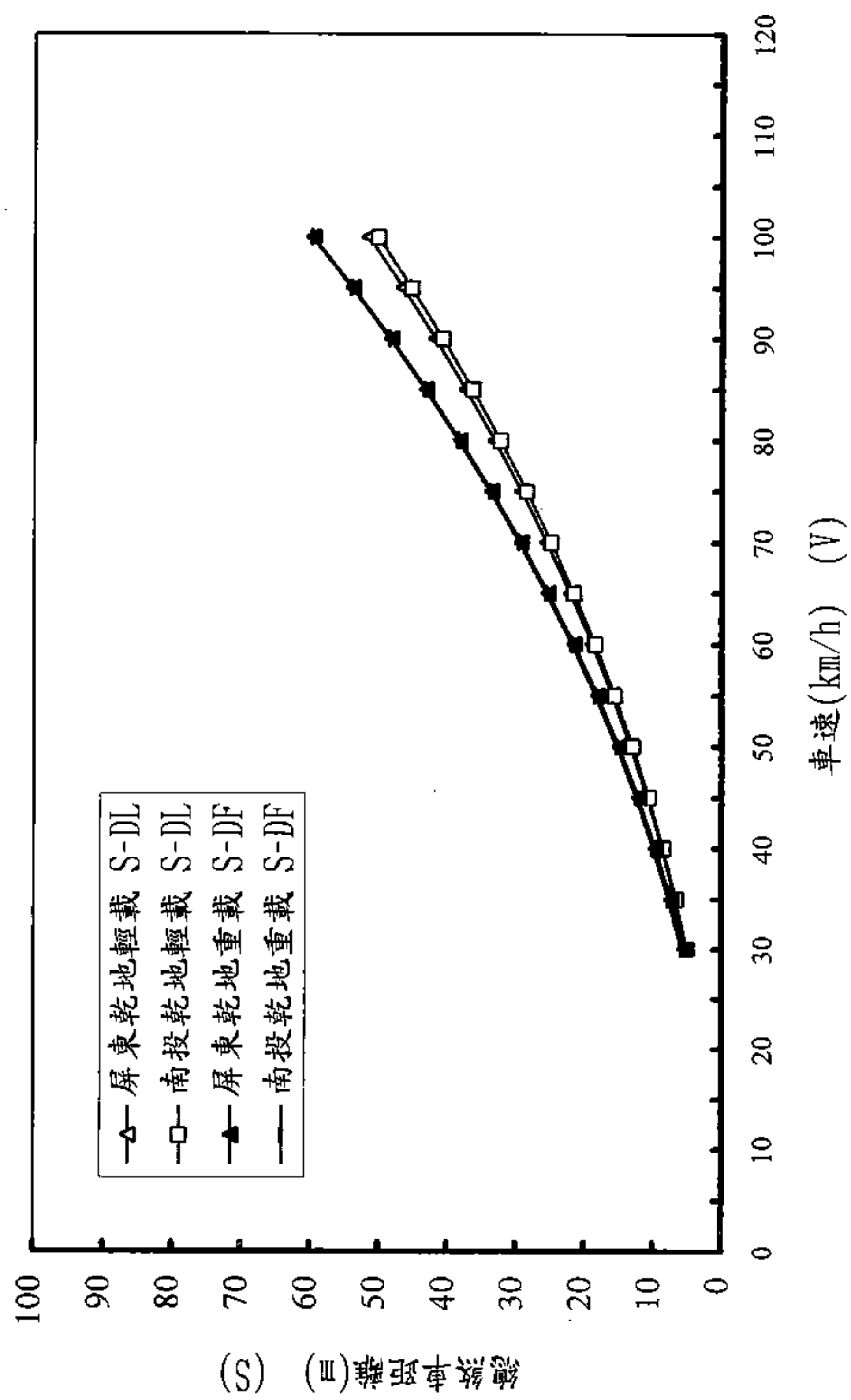


圖4-3 乾地總煞車距離(S)--車速(V)之比較圖

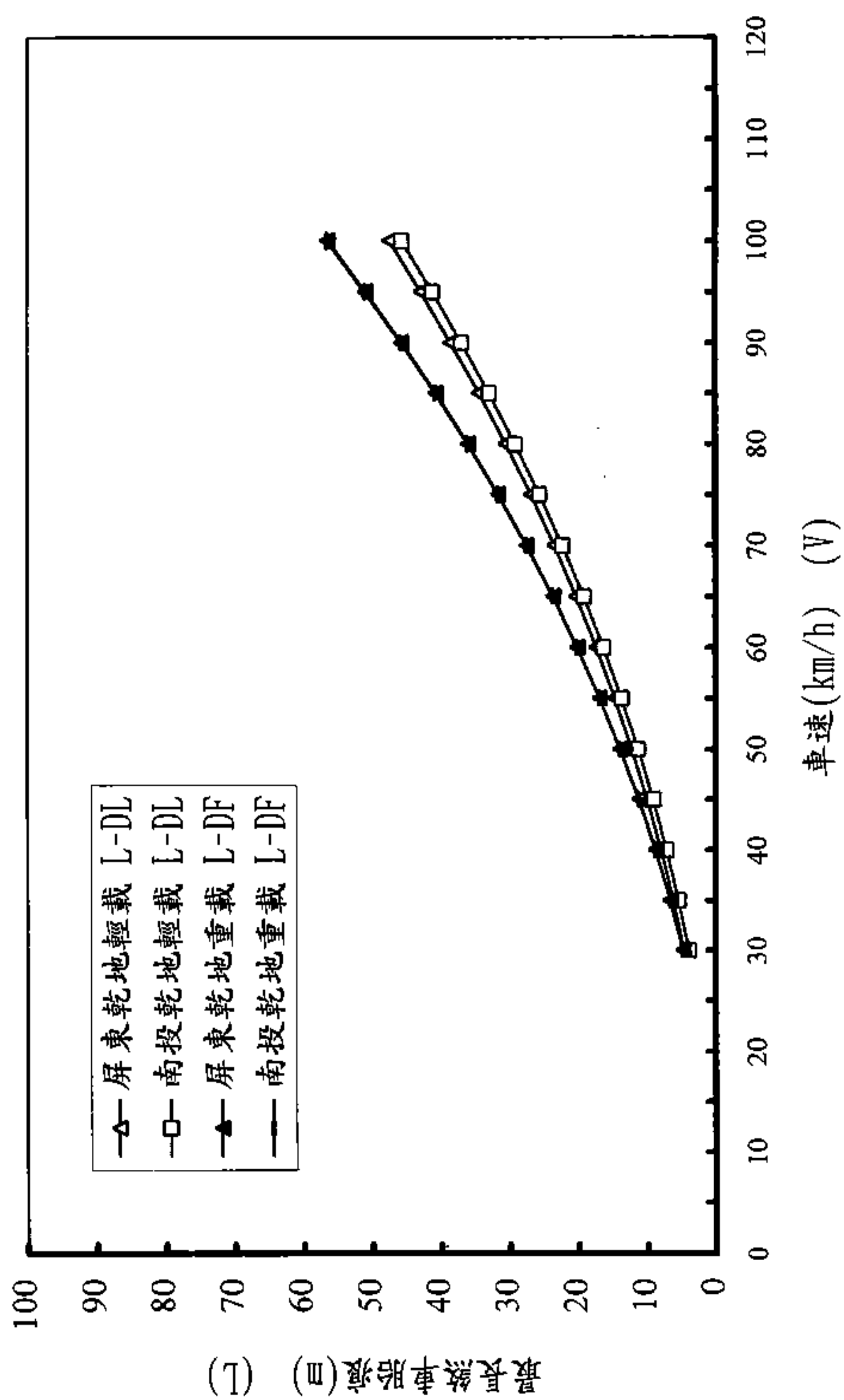


圖4-4 乾地最長煞車胎痕(L)--車速(V) 之比較圖

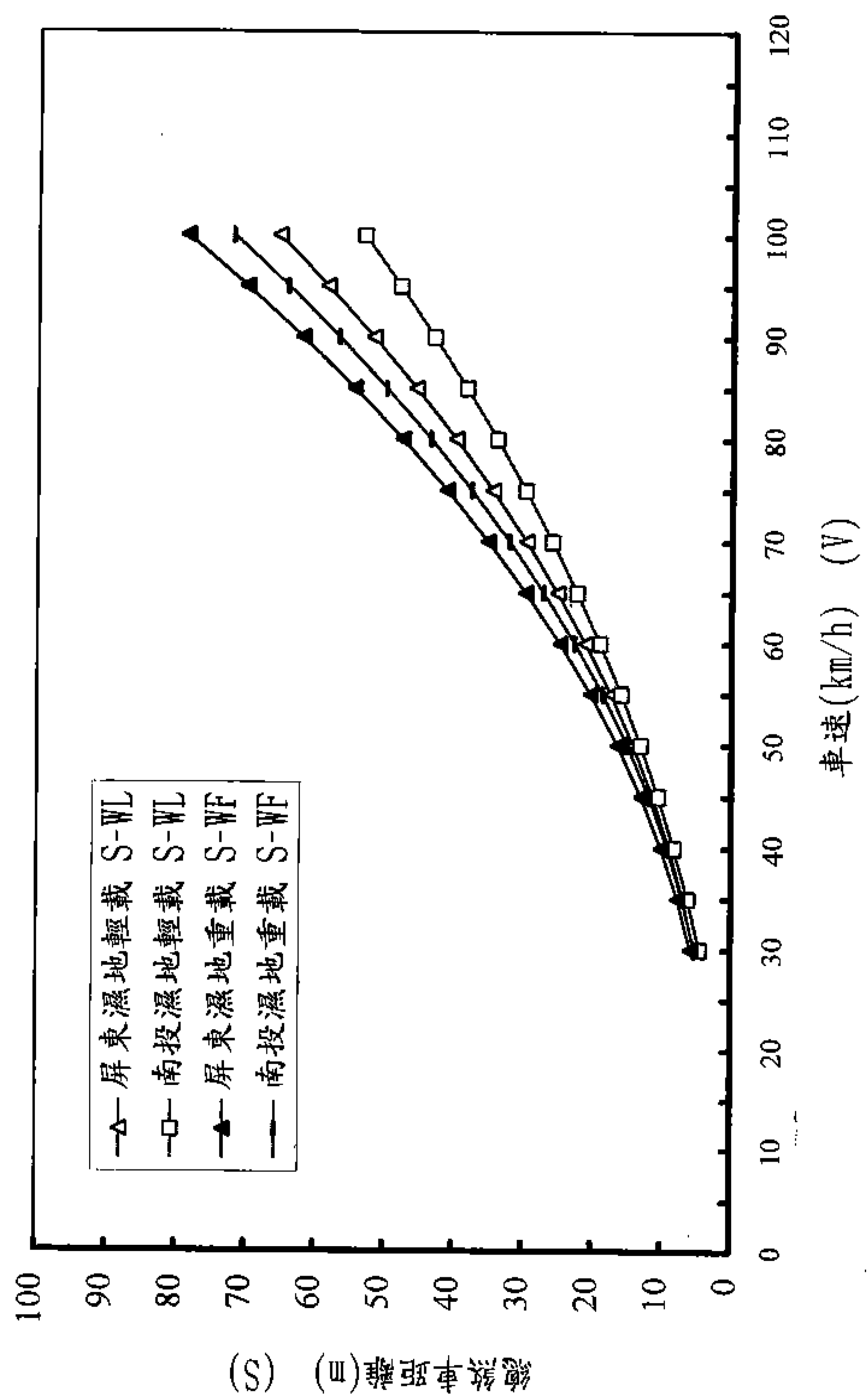


圖4-5 濕地總煞車距離(S)--車速(V)之比較圖

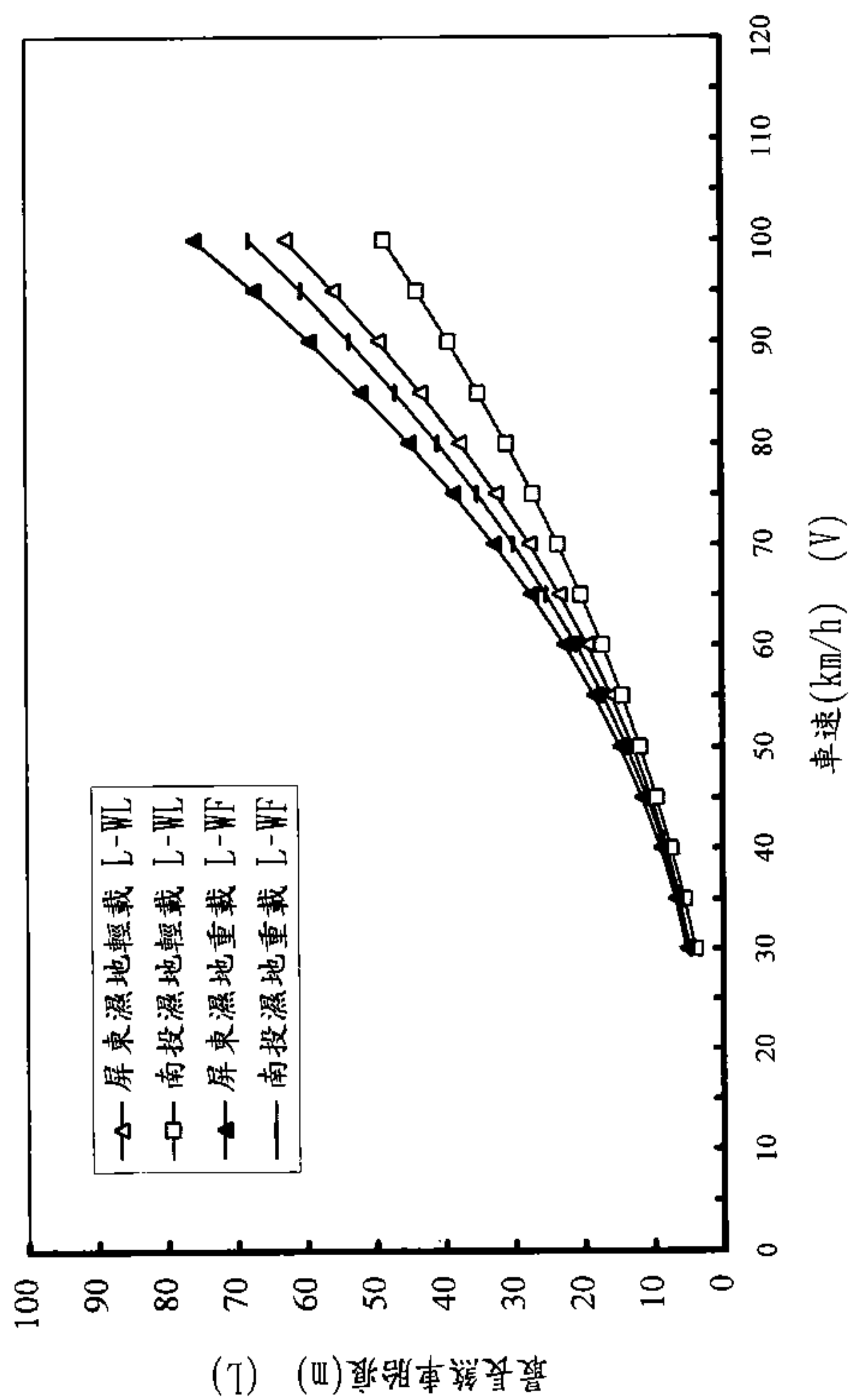


圖 4-6 濕地最長煞車胎痕(L) --車速(V)之比較圖

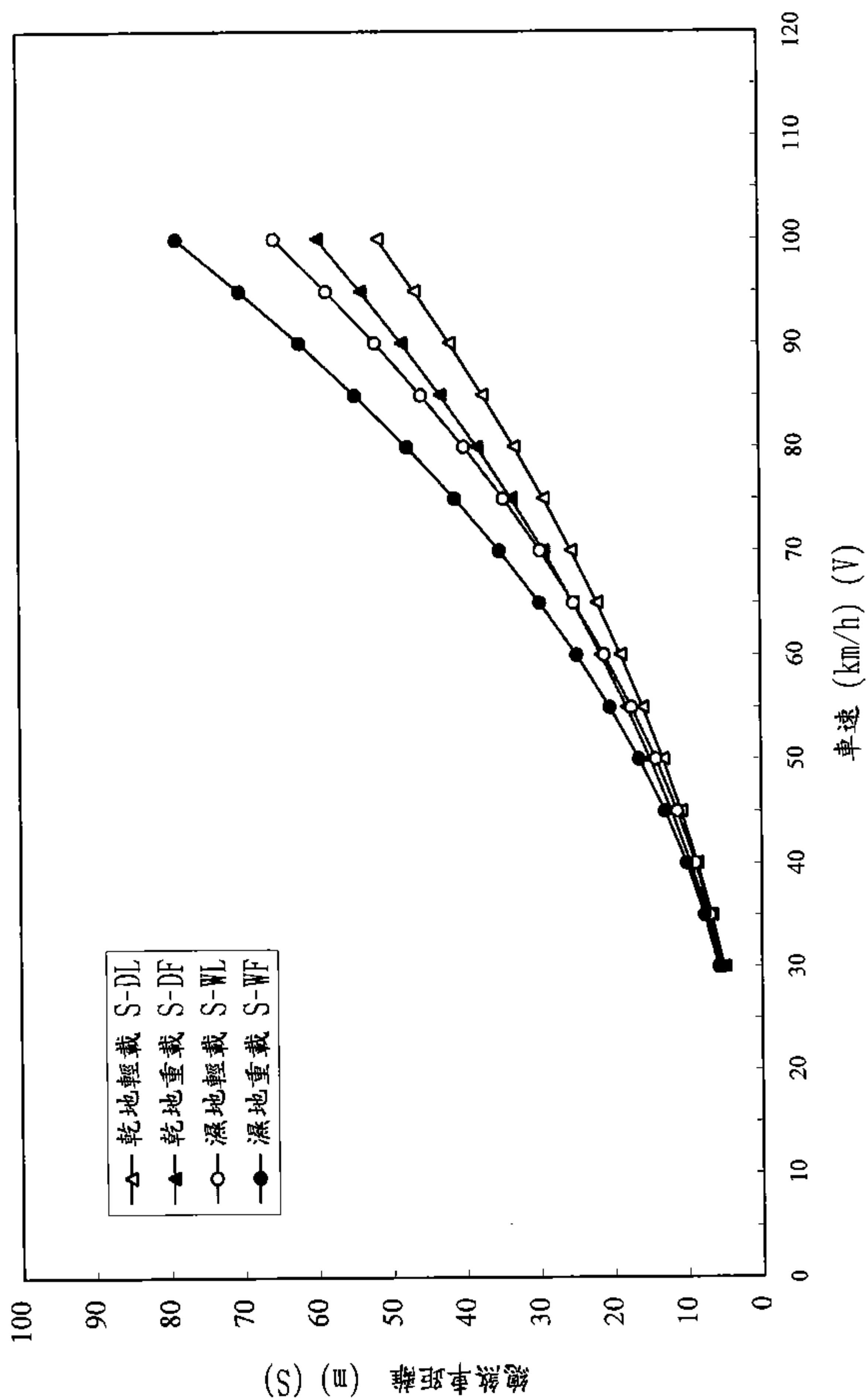


圖4-7 最長煞車胎痕(S)--車速(V)之比較圖(屏東)

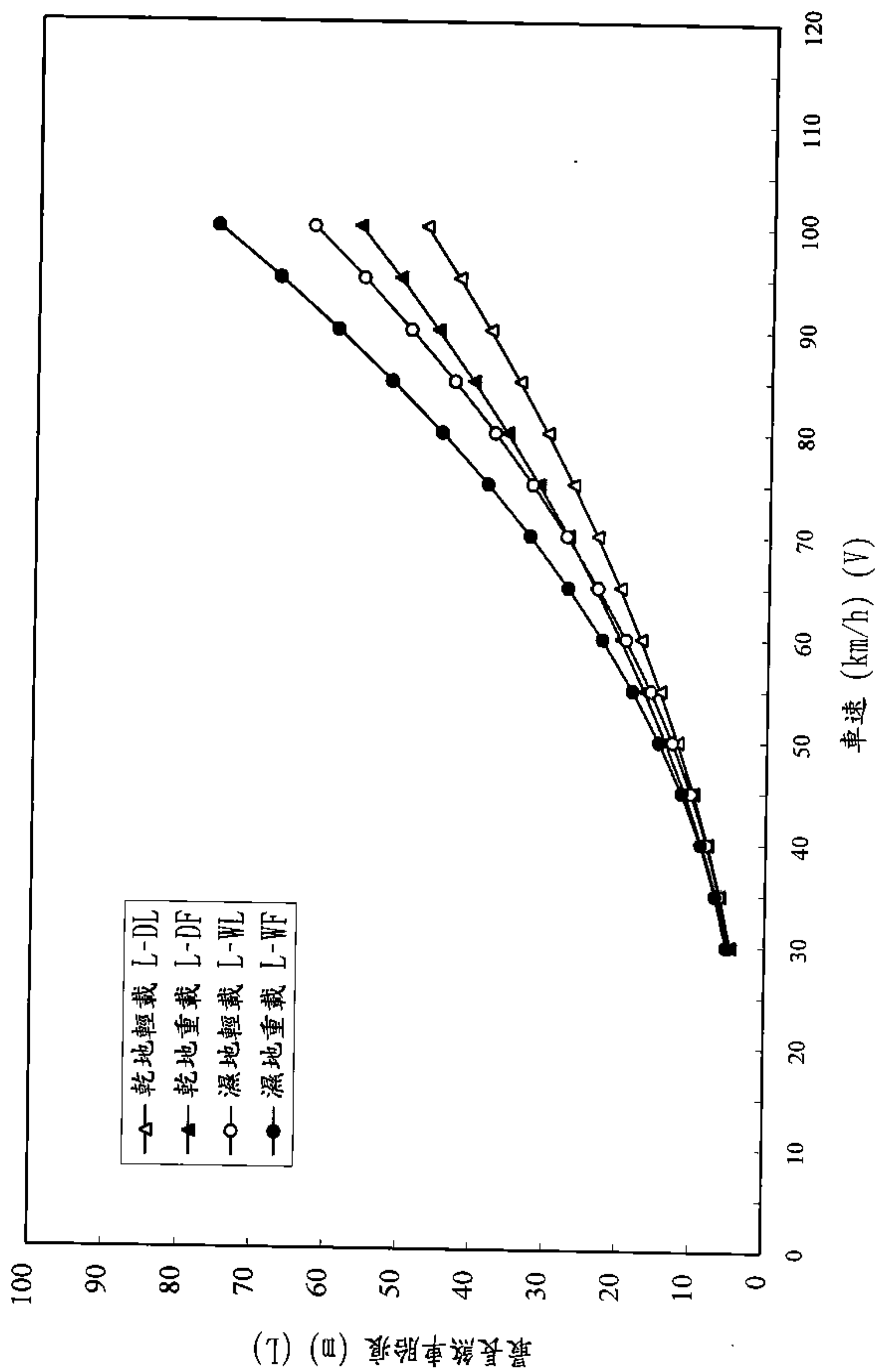


圖4-8 最長煞車胎痕(L)--車速(V)之比較圖(屏東)

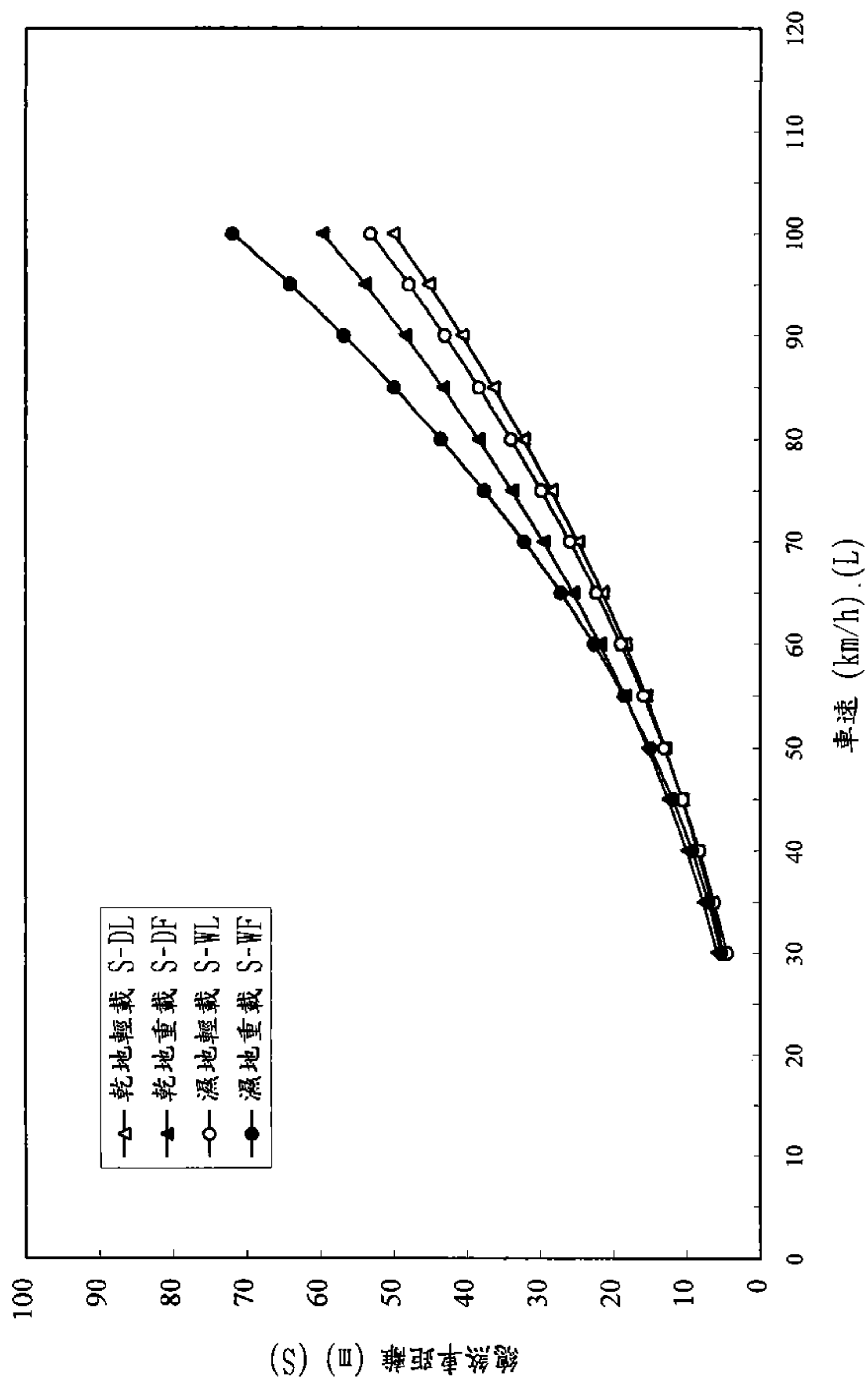


圖4-9 總煞車距離(S) -- 車速(V)之比較圖(南投)

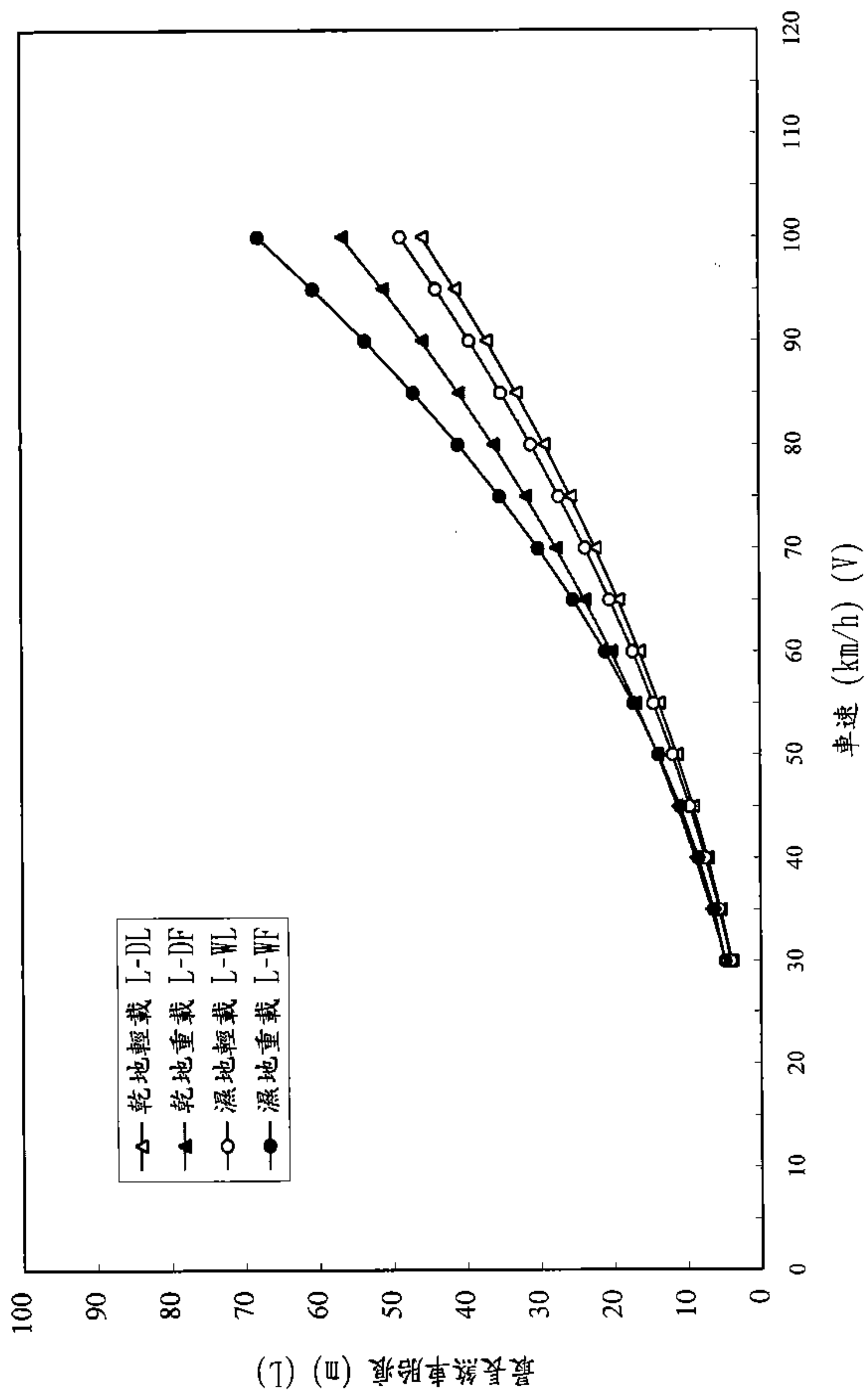


圖4-10 最長煞車胎痕(L)--車速(V)之比較圖(南投)

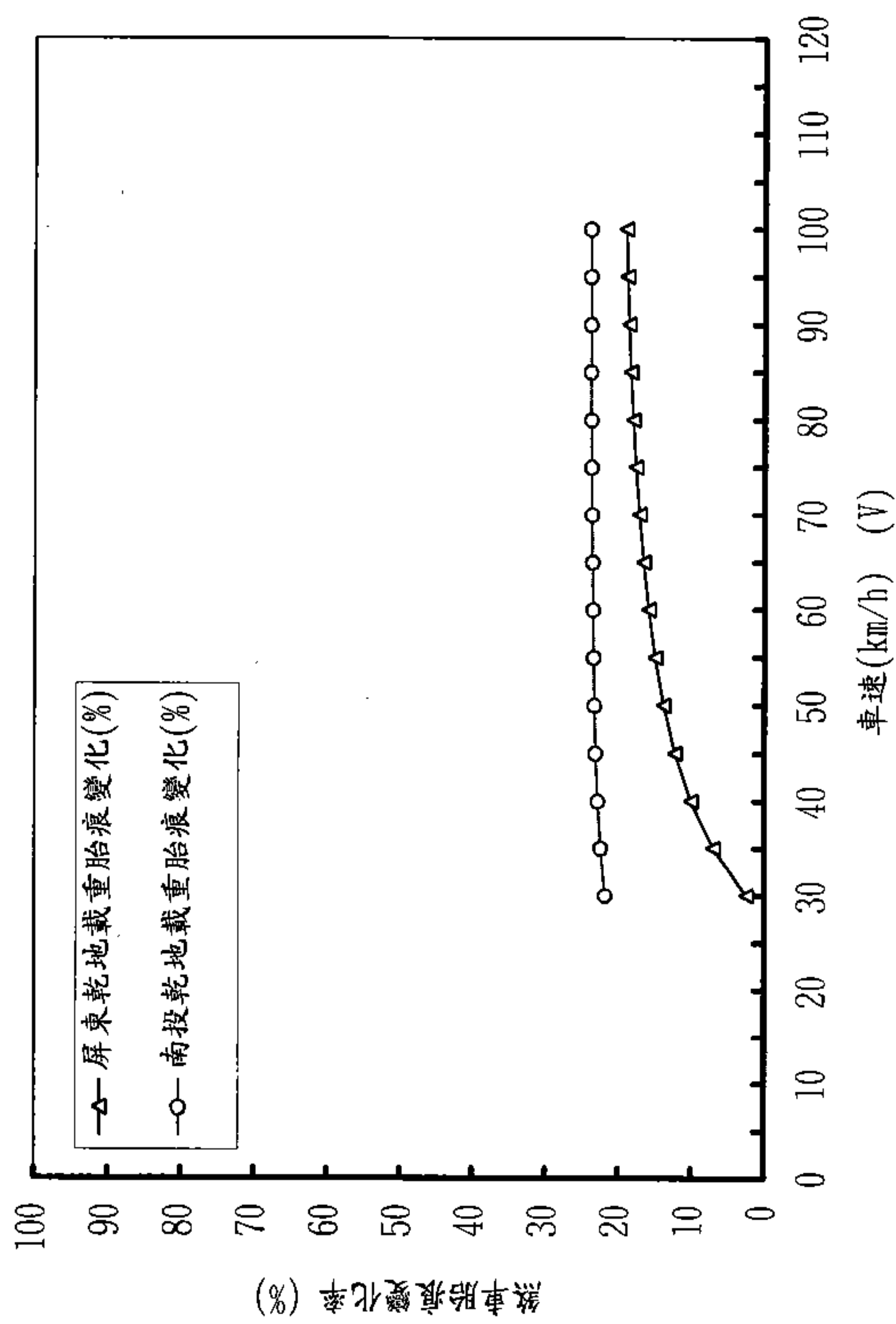


圖4-11 乾地載重變化對煞車胎痕與車速之影響比較圖

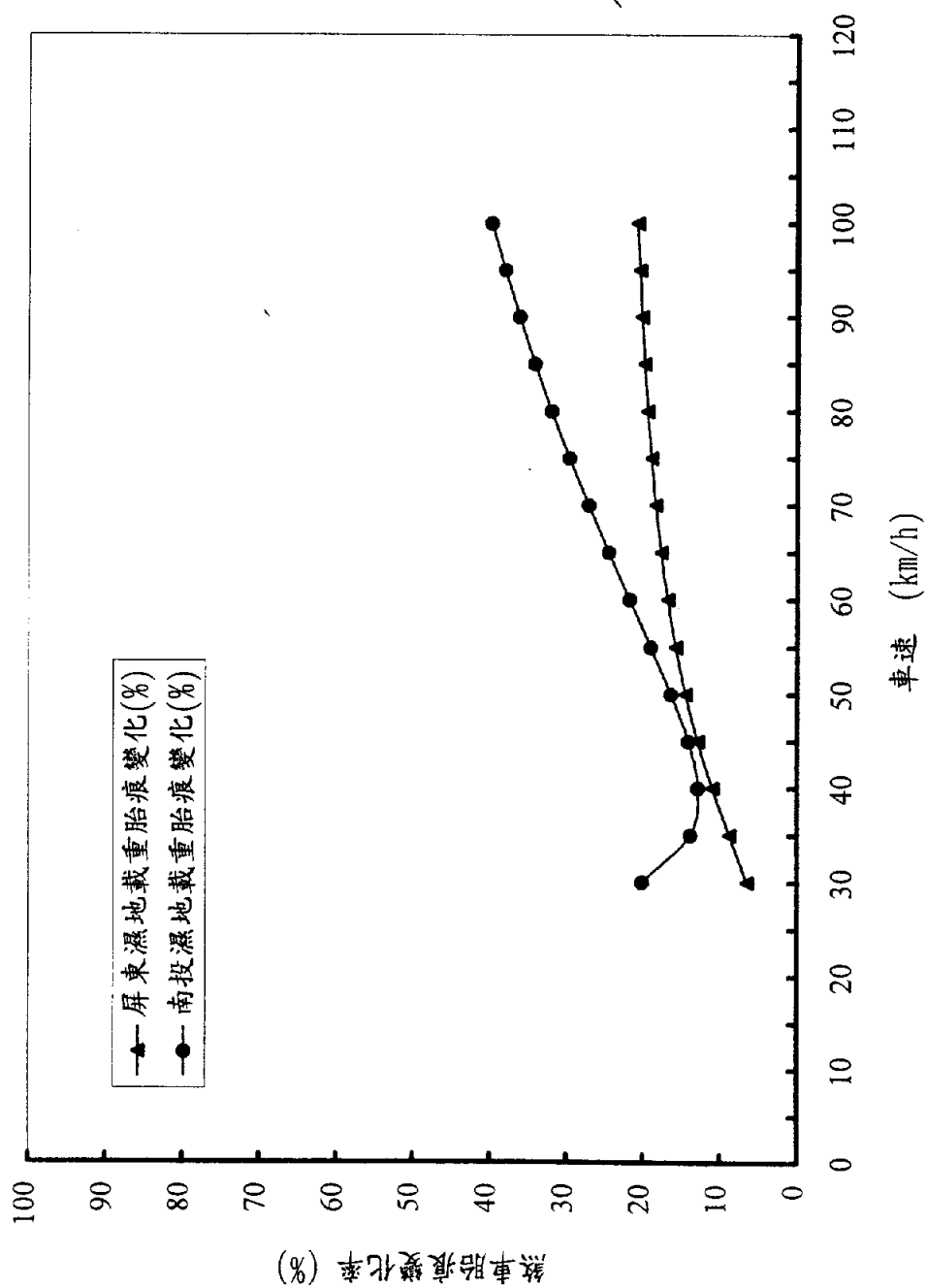


圖4-12 濕地載重變化對煞車胎痕與車速之影響比較圖

6. 路面摩擦係數(μ)與車速(V)之關係：

- (1) 乾地：由圖4-13顯示，屏東乾地狀況車輛重載與南投乾地狀況車輛重載之煞車距離相似，兩者 μ 值大致相同而重疊成一條線。隨車速 V 增加，路面摩擦係數 μ 會趨於平緩；而當車速 V 較小時，摩擦係數 μ 則有不一致現象。此因低速時，在煞車過程中要使車輪鎖死所需之時間較長，雖為同一駕駛人，仍會因踩踏行為之不同而產生相對較大的變異。(此與參考文獻[10]之結果有相同趨勢)
- (2) 濕地：由圖4-14顯示，通常摩擦係數 μ 在車速 V 為35至45km/hr會產生極大值，隨車速 V 之增大摩擦係數 μ 會逐漸減少，亦即隨車速 V 增大時，水膜現象會逐漸發生，造成摩擦係數 μ 減少，而使煞車距離增加。另南投濕地輕載之變化特性，因水膜現象較不明顯，故其近似於乾地摩擦係數 μ 的特性。

7. 煞車胎痕對總煞車距離之變化(L/S)與車速(V)之關係：

- (1) 圖4-15及圖4-16中顯示，隨車速 V 增加，煞車胎痕對總煞車距離之 L/S 亦有增加趨勢，主要原因為當車速低時，車子產生鎖死相對而言會較慢(即煞車油壓反應時間相對而言較長)，使煞車胎痕 L 較短，致其與總煞車距離之 L/S 比率較小。
- (2) 由圖4-16(濕地)得知，煞車胎痕對總煞車距離之 L/S 皆達0.9以上，而圖4-16(乾地)中除低速外， L/S 亦在0.9以上。

8. 新舊對照表之差異：

依據表4.18顯示經測試後所得新舊對照表之相關數據，由於本計畫只執行壹部車、兩條新鋪路面，故只能代表示範性的測試結果，仍無法涵蓋對照表所應執行的各種因素，此一部分仍有待未來後續計畫中再行補齊。

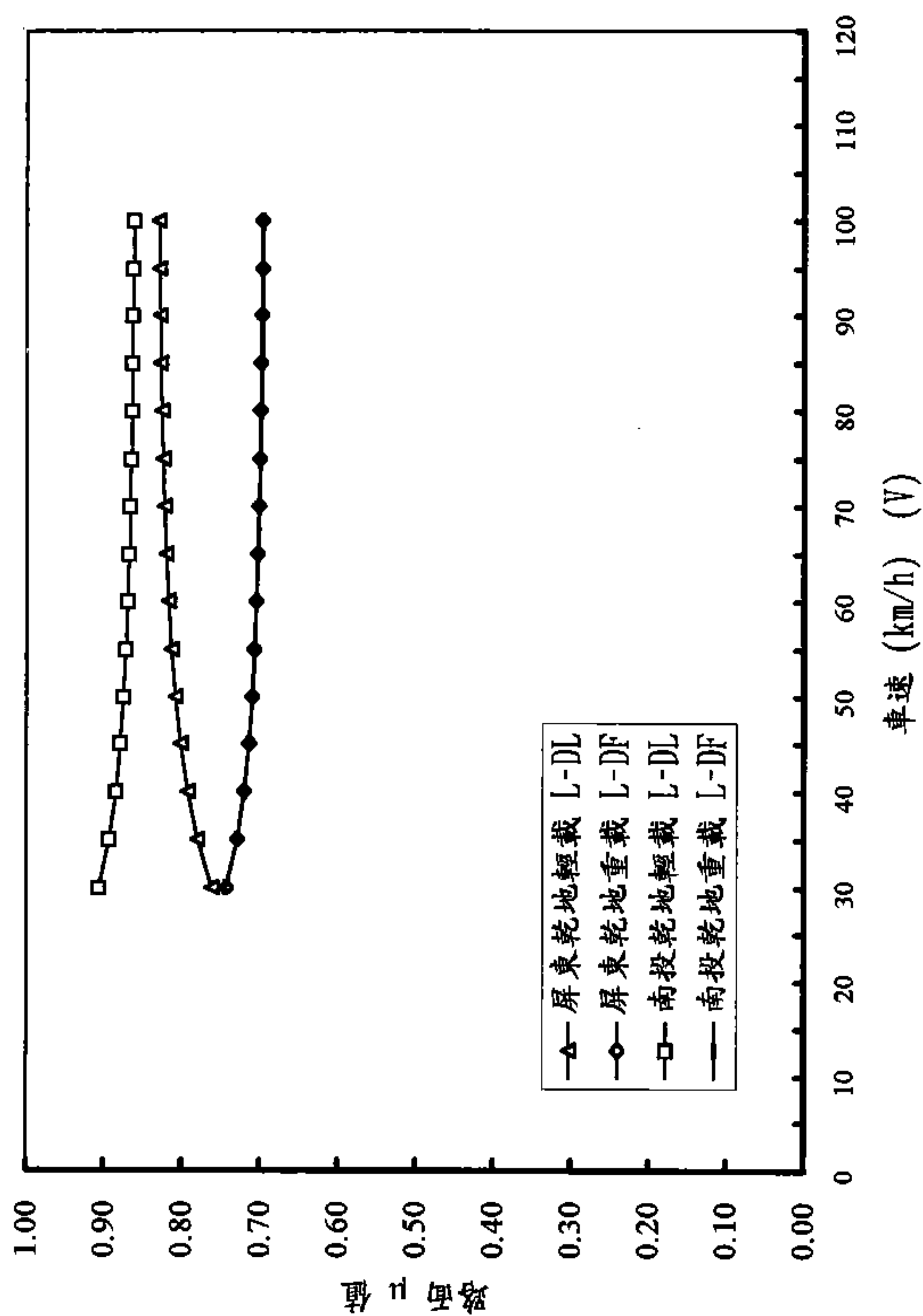


圖4-13 乾地摩擦係數--車速(V)之比較圖

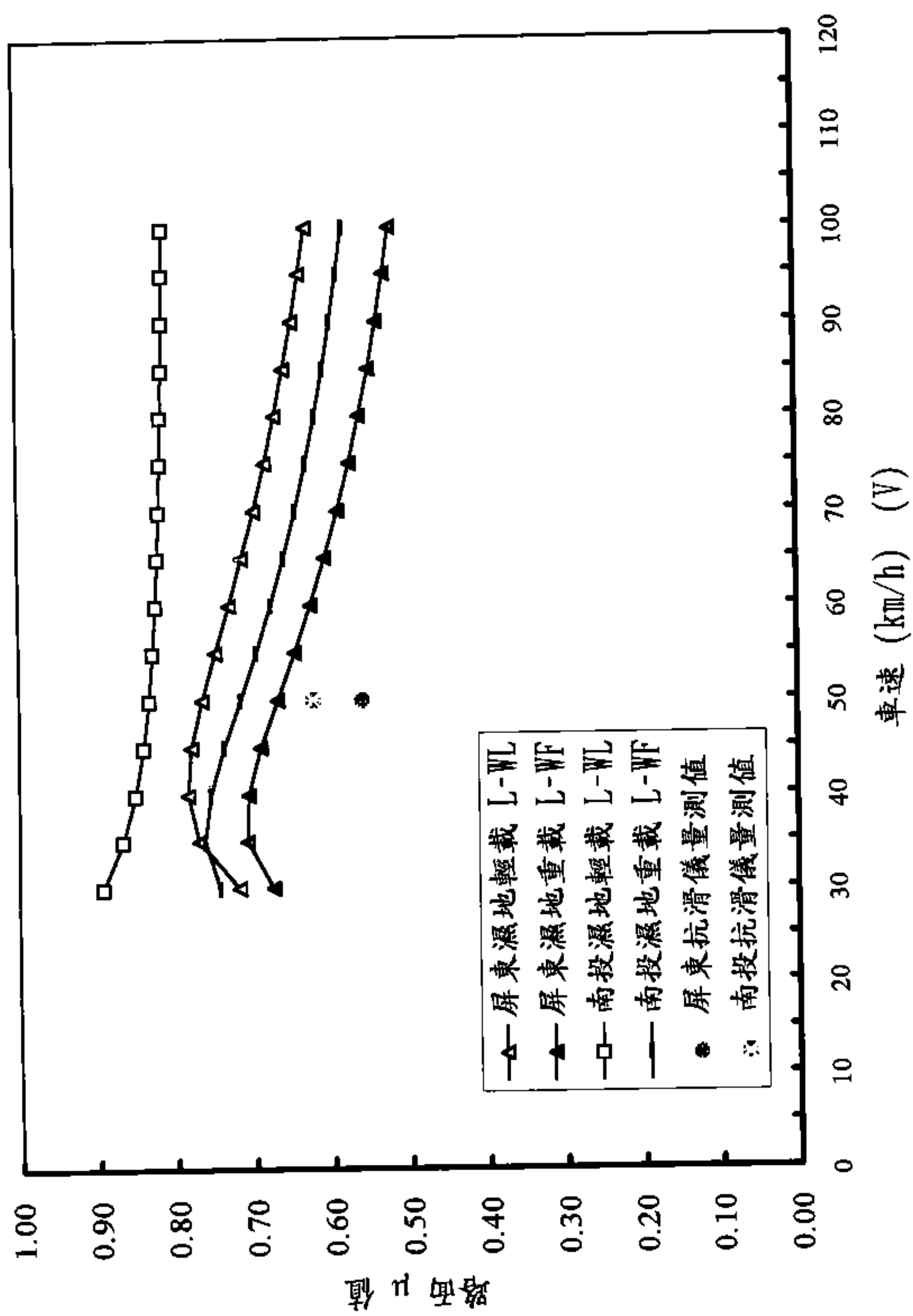


圖4-14 濕地摩擦係數--車速(V)之比較圖

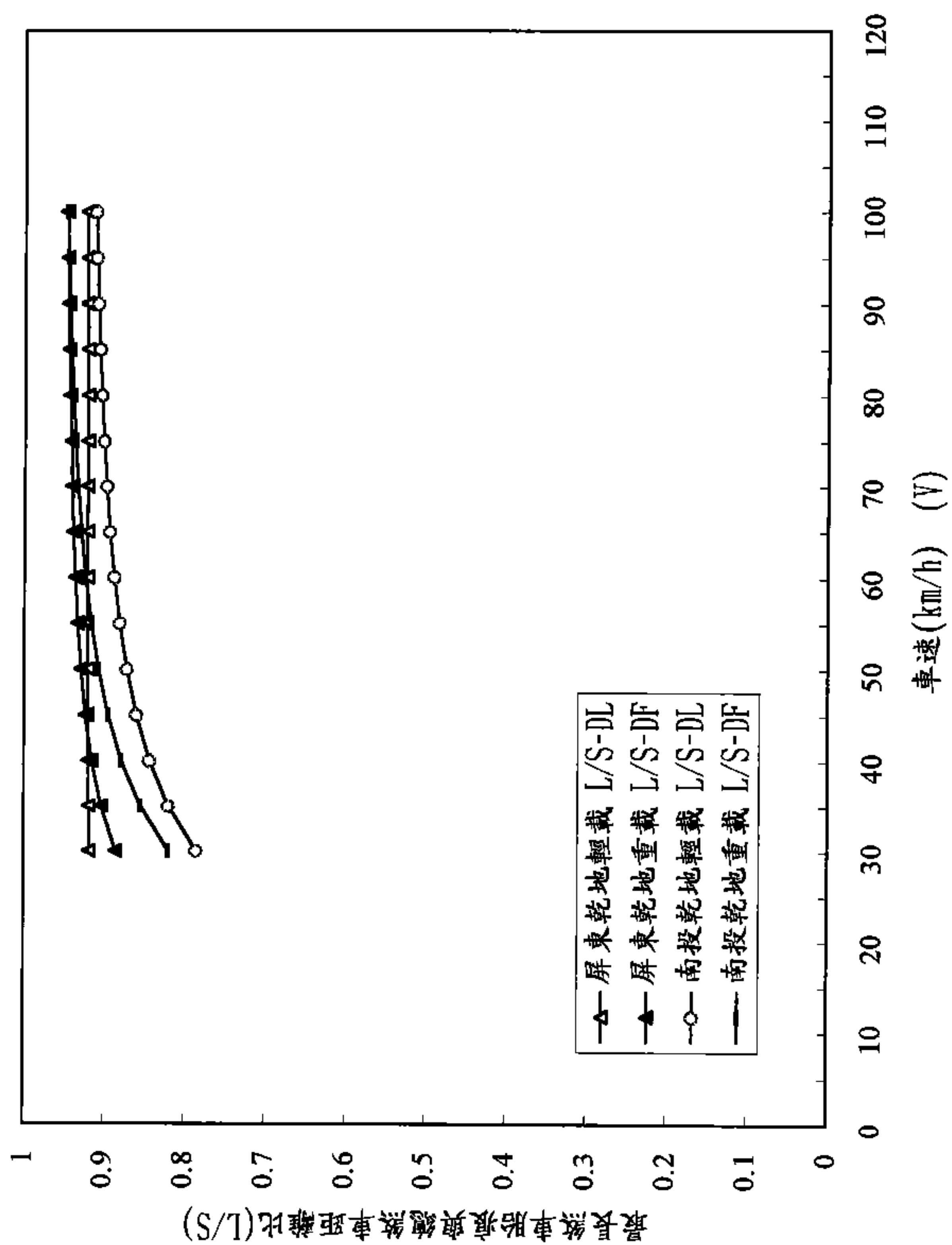


圖4-15 乾地 L/S -- V 之比較圖

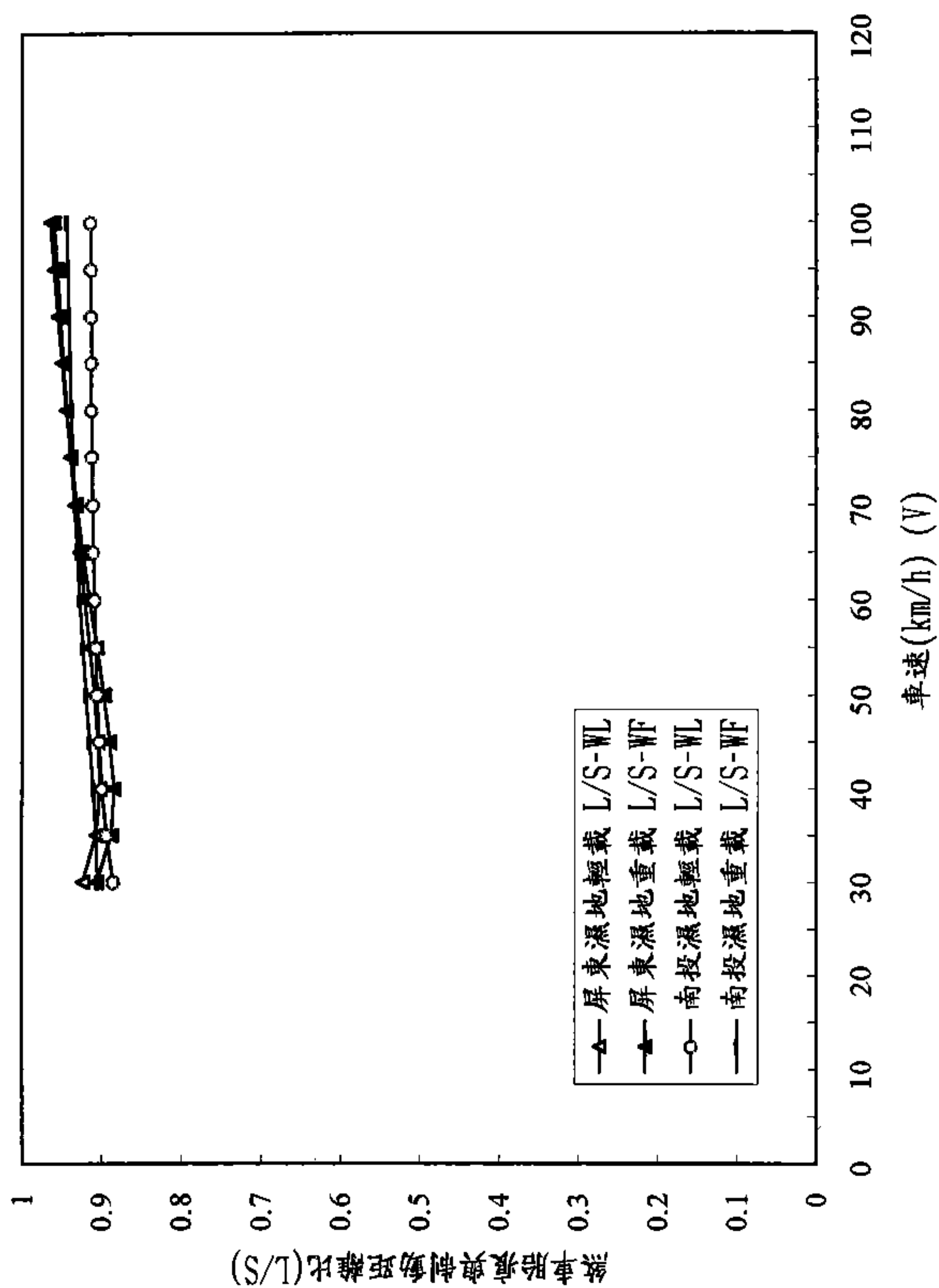


圖4-16 濕地 $L/S - V$ 之比較圖

表4.18 汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數對照表
(修正前後差異比較)

路面情況	載重	煞車距離 (公尺)	行車速度 (每小時公里)																
			煞車距離 (公尺)																
			20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
瀝青路面 新築 乾濕 1-3年 3年以上	—	0.85 0.75 0.70	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				
			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				
			2.2	3.4	5.0	6.9	9.0	11.5	14.1	17.0	20.2	24.0	27.9	32.0	36.0				
乾濕 1年以內 1年以上	輕載 滿載 輕載 滿載	0.81 0.71 0.87 0.71			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
					4.8	6.6	8.7	11.2	13.9	16.8	20.1	23.7	27.5	31.6	36.0	40.7	45.7	50.9	56.5
					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
					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
新築 湖濕 1-3年 3年以上	—	0.80 0.65 0.60	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				
			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				
			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				
湖濕 1年以內 1年以上	輕載 滿載 輕載 滿載	0.76 0.67 0.83 0.72			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
					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
					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
					4.8	6.3	8.4	10.8	13.8	17.1	21.0	25.2	30.0	35.2	40.8	46.9	53.5	60.5	68.0
砂石路面 前↓後	—	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 滿載																		

- 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+400Kg而得。
4. 本表不適用ABS車輛及肇事前煞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/h)換算而來。

第五章 結論與建議

5.1 結論

1. 依據本研究之實車測試結果顯示，以煞車胎痕來推算事故發生時之行車速度時，應考慮以所有車輪中最長之胎痕者較為合理。

由本研究實車測試結果顯示，假設肇事前其車輛之煞車系統處於正常狀態，在乾地車輛滿載時其後輪較不會鎖死，亦即可能無後輪胎痕產生；而輕載時後輪之胎痕又通常較前輪為短，故國外皆以前輪(最長)煞車距離或胎痕來運算。兩者在滿載時之胎痕相當，輕載時稍有差異應是路面不同所造成。

2. 依據本研究在屏東縣與南投縣兩測試路段之煞車距離量測結果比較，可得有下列結論：

- (1) 兩處測試路段之乾地煞車距離極為相近，尤其在車輛重載時頗為一致。在濕地時測試所量得之煞車距離中，南投路段較短，推測可能係因兩處道路之路面鋪設差異上所造成。
- (2) 兩處測試路段之乾地煞車胎痕 L 與車速 V^2 均成正比例關係。
- (3) 兩處測試路段之濕地煞車胎痕 L ，將隨行車速度 V 之增加而導致水膜現象大增，故 L 會與 V 及 V^2 項皆有關係。

3. 依據本研究以實車測試結果顯示，有關車輛之載重(W)及路面摩擦係數(μ)對煞車距離(S 、 L)之影響程度比較，計有下列結論：

- (1) 屏東路段之測試結果顯示，車輛載重 W 比 μ 之影響程度為小。
- (2) 南投路段之測試結果顯示，車輛載重 W 比 μ 之影響程度為大。

由此顯示 W 及 μ 對 L 皆有影響程度，且會因道路路面鋪設差異對 L 產生不同的影響。

4. 依據本研究以實車測試結果顯示，乾地從載重變化對煞車胎痕之影響與車速之關係如下：

依據測試在相同條件下，純粹由於車輛載重從輕載至滿載(增加300kg)時，對煞車胎痕之影響結果顯示，煞車胎痕之變化會隨車速(V)之增加而有增加之趨勢，而當 $V > 50\text{km/hr}$ 時可能達15%以上，故車輛載重為煞車胎痕之重要影響因素。

5. 依據本研究以實車測試結果顯示，有關路面摩擦係數(μ)與車速(V)之關係計有以下之結論：

(1) 乾地：屏東乾地重載與南投乾地重載之煞車距離相似，兩者 μ 值大致相同。隨行車速度 V 之增加，道路摩擦係數 μ 會趨於平緩；而當行車速度 V 小時， μ 有不一致現象，此因車輛在低速時，煞車過程中要使車輪鎖死所需之時間較長，雖為同一駕駛人，仍會因踩踏行為之不同而產生相對較大的變異。

(2) 濕地：在屏東進行之測試，道路摩擦係數 μ 在行車速度 V 為35至45km/hr會產生極大值；而隨著行車速度 V 之增大， μ 會逐漸減少，亦即隨行車速度 V 增大時，水膜現象會逐漸發生，而造成 μ 減少，使煞車距離增加。另南投濕地輕載之變化特性因水膜現象較不明顯，故其近似於乾地 μ 的特性。

6. 依據本研究以實車測試結果顯示，煞車胎痕對總煞車距離之變化(L/S)與車速之關係計有以下之結論：

(1) 隨行車速度 V 之增加， L/S 之比率亦有增加之趨勢。由於車速較低時，車子相對而言因產生較慢鎖死(即煞車油壓反應時間相對而言較長)，使煞車胎痕 L 較短，致 L/S 比率較小。

(2) 除在乾地較低速度外， L/S 皆可達0.9以上。

5.2 建議

1. 由於道路之施工、交通流量及使用年限等因素，均會影響路面摩擦係數之大小，建議應制定道路施工路面之抗滑值標準，並研究探討道路使用年限與路面摩擦係數之關係。
2. 另由實車測試結果得知，當載重增加400Kg時，煞車距離增加約15%，建議以200Kg來區分車重等級，以進行後續之測試。
3. 依據本研究以實車測試結果顯示，車輛載重之多寡對於煞車距離之長短確有顯著影響。由於車輛載重是一項頗為重要之因素，故建議日後修正對照表時應加入載重條件之欄位，並以實車測試進行資料之蒐集。
3. 為建立完整實用且具體之對照表，建議應繼續執行後續之測試計畫。

由於本研究只執行壹部車、及兩條不同鋪面之實車測試，故只是示範性地進行煞車距離與其相關因素間之關係測試，測試初步結果如表4.18所示，仍無法涵蓋對照表中所應執行的各項因素，建議於未來後續計畫中再行補齊。

另本研究為考慮現有之車種及影響煞車距離之重要因素，規劃未來各年度測試計畫如表5.1所示，以建立實際適用之對照表。

誌

謝

本計畫在研究與測試進行期間，承蒙福特六和汽車股份有限公司車輛法規及認證部翁經理玉貴提供一部嘉年華1,300c.c.汽車作為測試車輛，使測試工作得以順利進行；交通部國道高速公路管理局中區工程處劉工程司先棟，協助道路摩擦係數之量測；公路局第二區工程處工務課劉課長崇義、第三區工程處工務課陳股長森林，協助南投與屏東測試場地道路之篩選與配合測試之封閉設施；南投縣警察局交通隊張組長慈慧與所有員警、屏東縣警察局交通隊簡組長盡忠與所有員警，對測試場地之交通管制與安全維護；南投縣警察局消防隊簡錫華先生與所有隊員、屏東縣警察局消防隊吳組長欽賢與所有隊員，協助測試場地之灑水作業等，特別致上最誠摯之謝意。

表5.1 修訂行車速度對照表應執行之試驗計畫表

試驗車種			小客車				貨車		聯結車
			800 Kg 以下	800-1000 Kg	1000-1200 Kg	1200 Kg 以上	小貨車 3500 Kg 以下	大貨車 3500 Kg 以上	
試驗條件									
路面條件	一般道路 (新舊)	乾地		✓					
		濕地		✓					
	高速公路	乾							
		濕							
載重	輕載			✓					
	滿載			✓					
建議執行年度				83	84		85	86	87

附註：

- 對小客車而言，其分類(依據本次測試結果)約為：
 - 800Kg以下：約800c.c.以下之車種。
 - 1,000Kg以下：約800~1,300c.c.之車種。
 - 1,000--1,200Kg：約1,300~1,800c.c.之車種。
 - 1,200Kg以上：約1,800c.c.以上之車種。
- 道路之選擇以實測抗滑值為主。
- 輪胎變異(如胎壓或胎寬之變化等)：由於所佔之比例不高，且不容易歸納出一定量之結果，建議延至87年度以研究測試計畫執行之。
- 機車部份：建議以工程經驗推算，或於86年度再擬測試計畫。
- 有關ABS車輛肇事之行車速度推算，建議於87年度另以計畫進行。
- 各欄中已打「✓」者，為本次完成之測試部份，未打「✓」者均將另訂計畫測試之。

参考文献

1. "汽車煞車試驗法(Method of Brake Test for Automobile)", CNS Paper No.2734(D3015), Apr. 1989.
2. "Uniform Provisions Concerning The Approval Of Vehicles Of Categories M, N And O With Regard To Braking", E.C.E. Regulation No. 13, Jun. 1970.
3. "Hydraulic Brake System", Federal Motor Vehicle Safety Standard (FMVSS), No.105, 1983.
4. "Brake System Road Test Code - Passenger Car And Light-Duty Truck", SAE Paper No.J843, Nov. 1990.
5. "乗用車常用ブレーキ實車試験方法 (Service Brake Road Test Procedure-Passenger Car)", JASO C402_79.
6. "Stopping Distance Test Procedure", SAE Paper No.J299, Aug. 1987.
7. "Road Vehicles - Hydraulic Braking Systems -Measurement of Braking Performance", ISO paper No.6597, 1991(E)
8. Paul Oppenheimer, "Comparing Stopping Capacity of Cars with and without Antilock Braking Systems(ABS)", SAE Paper NO.880324, 1988.
9. Thomas D. Gillespie, "Fundamentals of Vehicle Dynamics", Society of Automotive Engineers, Inc, 2nd, 1992.
10. Barbar F. Ryan, "Minitab Handbook", PWS publishers, 2nd, 1985.
11. Shunichi Yamazaki and Takumi Okayama, "The Effect of Antilock Brake System on Braking Distance and Coefficient of Friction", 自動車研究第十五卷第六號, Jun. 1993.

附錄一

本研究聘請之諮詢委員名單一覽表

單 位	人 員
交 通 大 學	張教授新立
成 功 大 學	丁教授國樑
中 央 警 官 學 校	王教授文麟
交 通 部 路 政 司	黃司長德治
交 通 部 路 政 司	林技正村基
交 通 部 道 安 委 員 會	陳組長子儀
內政部警政署交通組	陳組長振遠
台灣省政府交通處道安組	范主任植谷
台灣省車輛行車事故覆議鑑定委員會	張總幹事漢威
台北市交通局第四科	林科長文淵
高 雄 市 監 理 處	曾股長秋蔭
中華民國消費者文教基金會	郭守穗先生
中華民國汽車安全協會	簡義清先生
福特六和汽車股份有限公司	翁經理玉貴
三聯企業股份有限公司	林董事長榮渠

附錄二

財團法人車輛研究測試中心實車測試小組成員

類別	姓 名	學 歷	現 任 職 務	在本計畫內容擔任具體工作性質、項目及範圍
主持人	廖慶秋	清大動機所碩士	車輛研測中心副理、工程師	計畫督導、管理、規劃、執行
測試及分析工程師	鍾國良	逢大學士	車輛研測中心助理工程師	1. 試驗計畫方法研擬 2. 執行試驗及數據整理、分析及撰寫結案報告
測試及分析工程師	張起豪	台大機械所碩士	車輛研測中心副工程師	1. 執行試驗 2. 數據整理、分析
測試及分析工程師	鍾日堂	交大學士	車輛研測中心助理工程師	1. 執行試驗 2. 電腦處理程式之撰寫
測試及分析工程師	黃品誠	逢大學士	車輛研測中心助理工程師	1. 執行試驗 2. 數據整理、分析
測試技術員	蔡志明	雲林工專	車輛研測中心測試技術員	1. 執行試驗 2. 車輛儀器設備準備
測試技術員	劉嘉福	高工	車輛研測中心測試技術員	1. 執行試驗 2. 車輛儀器設備準備
助理研究人員	程小嫻	台北商專	車輛研測中心研究助理	資料蒐集、分析、整理、電腦處理

附錄三 實車測試照片一覽表

- 圖1. 裝設儀器設備內觀。
- 圖2. 輪速計與其安裝。
- 圖3. Datron EEP-2 系統之速率 (L) sensor 。
- 圖4. 應變放大器之校正程序。
- 圖5. 風速、溫度計。
- 圖6. 踏力計與煞車開始開關。
- 圖7. 旗山光陽試車道。
- 圖8. 台中龍井——梧棲路段。
- 圖9. 屏東台 22號測試路段。
- 圖10. 屏東台 22號測試路段。
- 圖11. 南投台 16號測試路段。
- 圖12. 南投台 16號測試路段。
- 圖13. 分工說明會情形。
- 圖14. 交通管制情形。
- 圖15. 消防隊灑水情形。
- 圖16. 屏東測試進行 1-1。
- 圖17. 屏東測試進行 1-2。
- 圖18. 南投測試進行 1-1。
- 圖19. 南投測試進行 1-2。
- 圖20. 高工局中公處路面抗滑儀 1-1。
- 圖21. 高工局中公處路面抗滑儀 1-2。
- 圖22. 煞車胎痕實際量測 1-1。
- 圖23. 煞車胎痕實際量測 1-2。
- 圖24. 煞車胎痕實際量測 1-3。
- 圖25. 量其最長胎痕 (前輪) 1-1。
- 圖26. 量其最長胎痕 (前輪) 1-2。
- 圖27. 南投路面煞車時石子有脫落現象 1-1。
- 圖28. 南投路面煞車時石子有脫落現象 1-2。

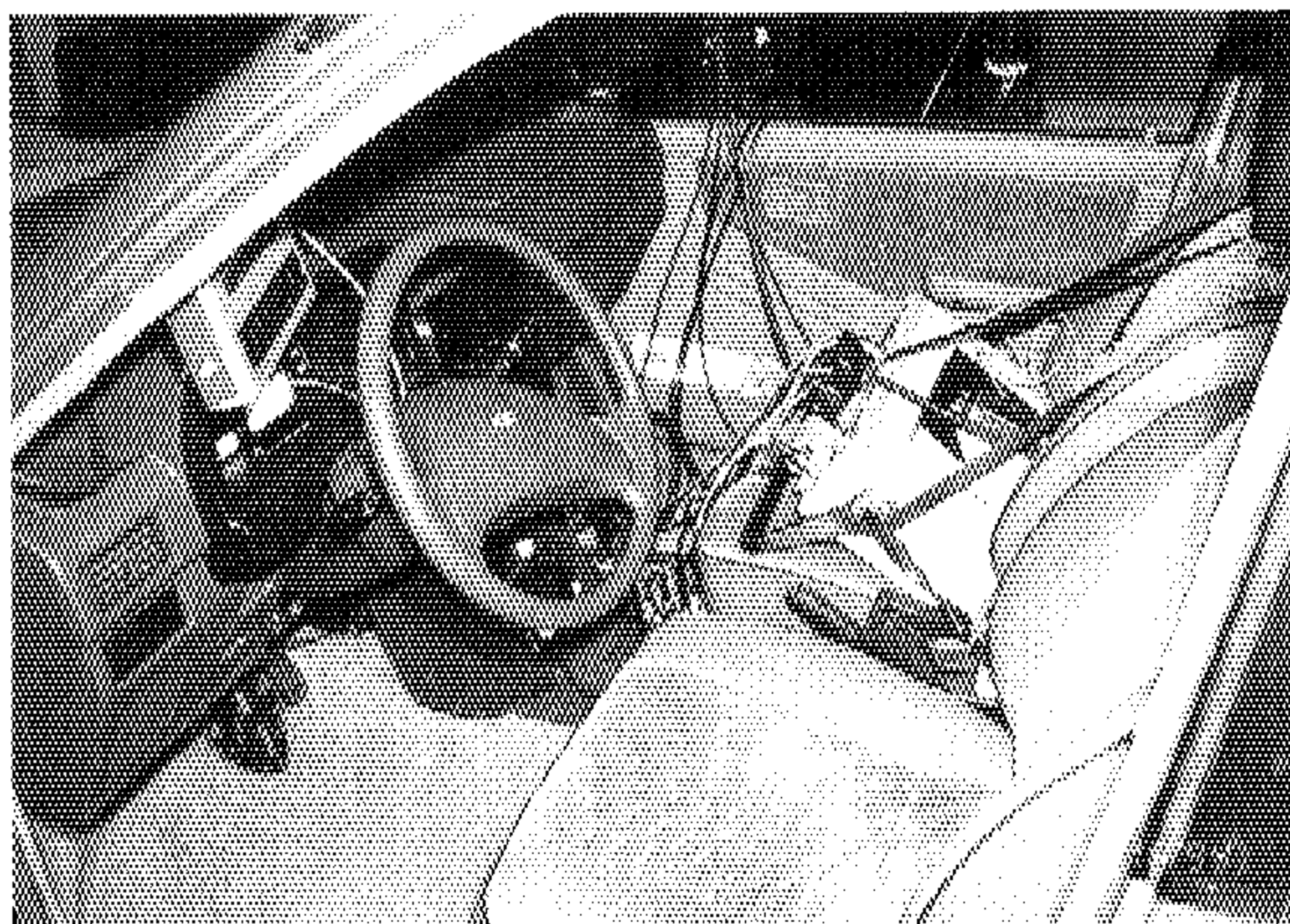


圖1. 裝設儀器設備內觀。

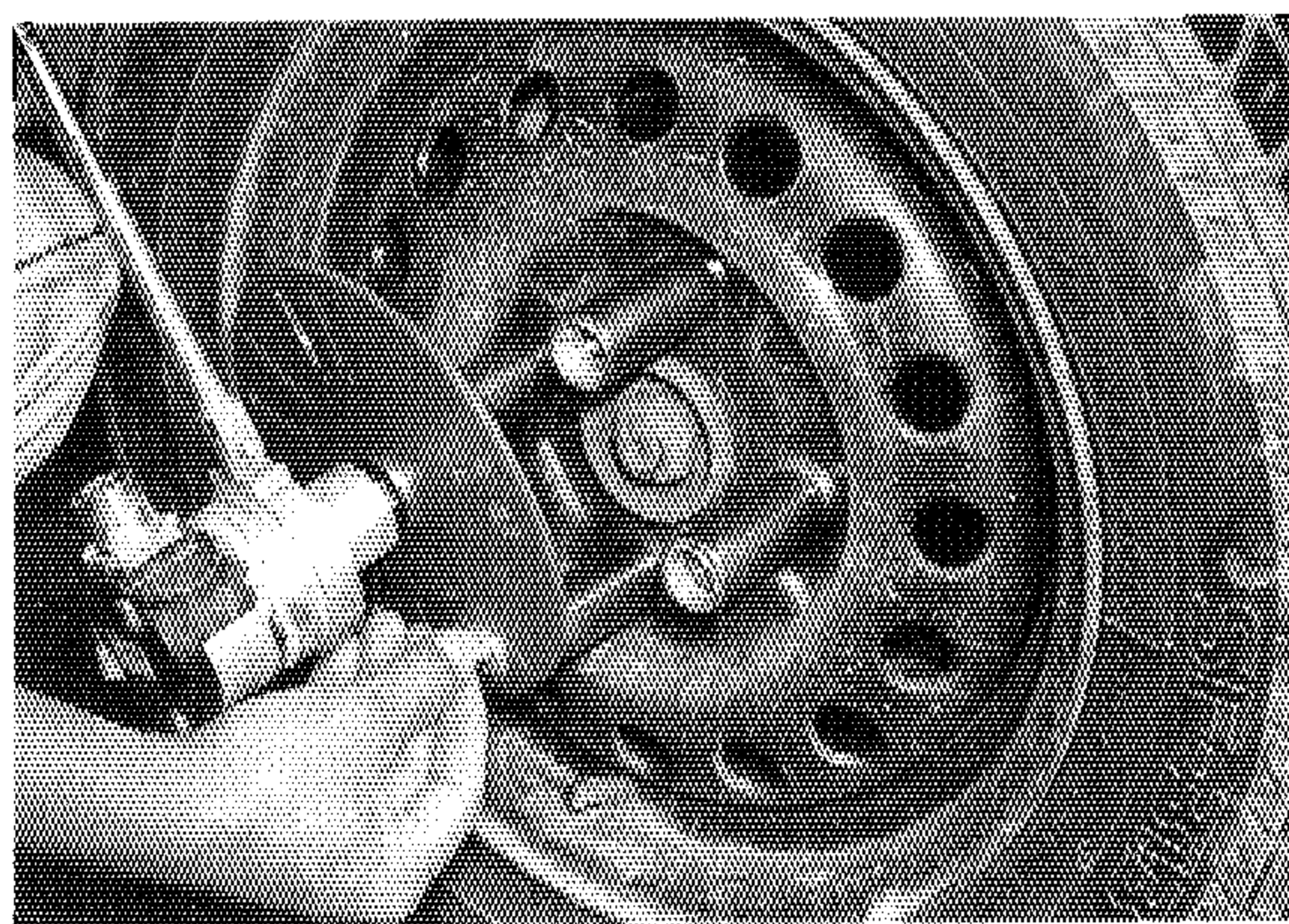


圖2. 輪速計與其安裝。



圖3. Datron EEP-2 系統之速率 (L) sensor 。

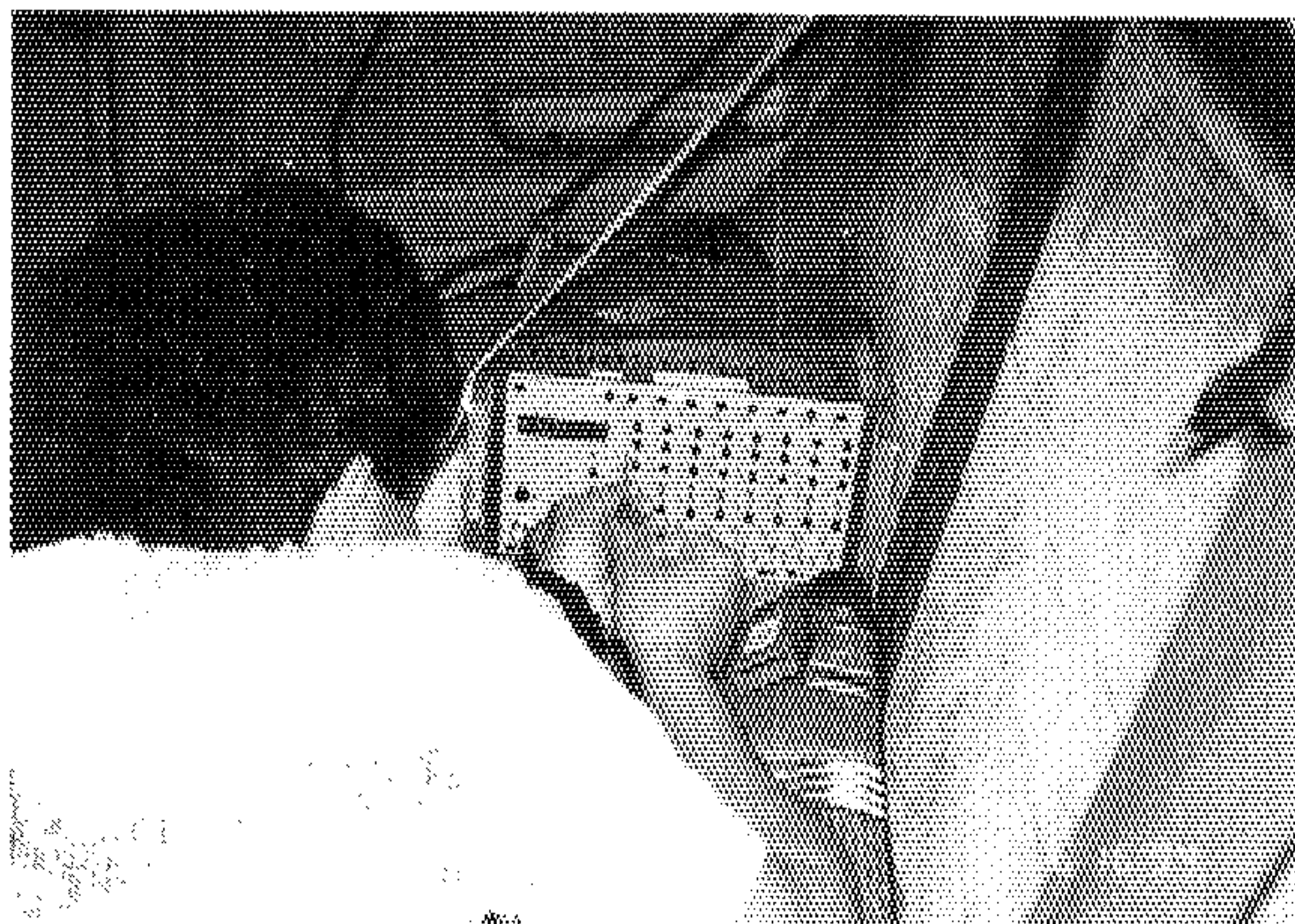


圖4. 應變放大器之校正程序。

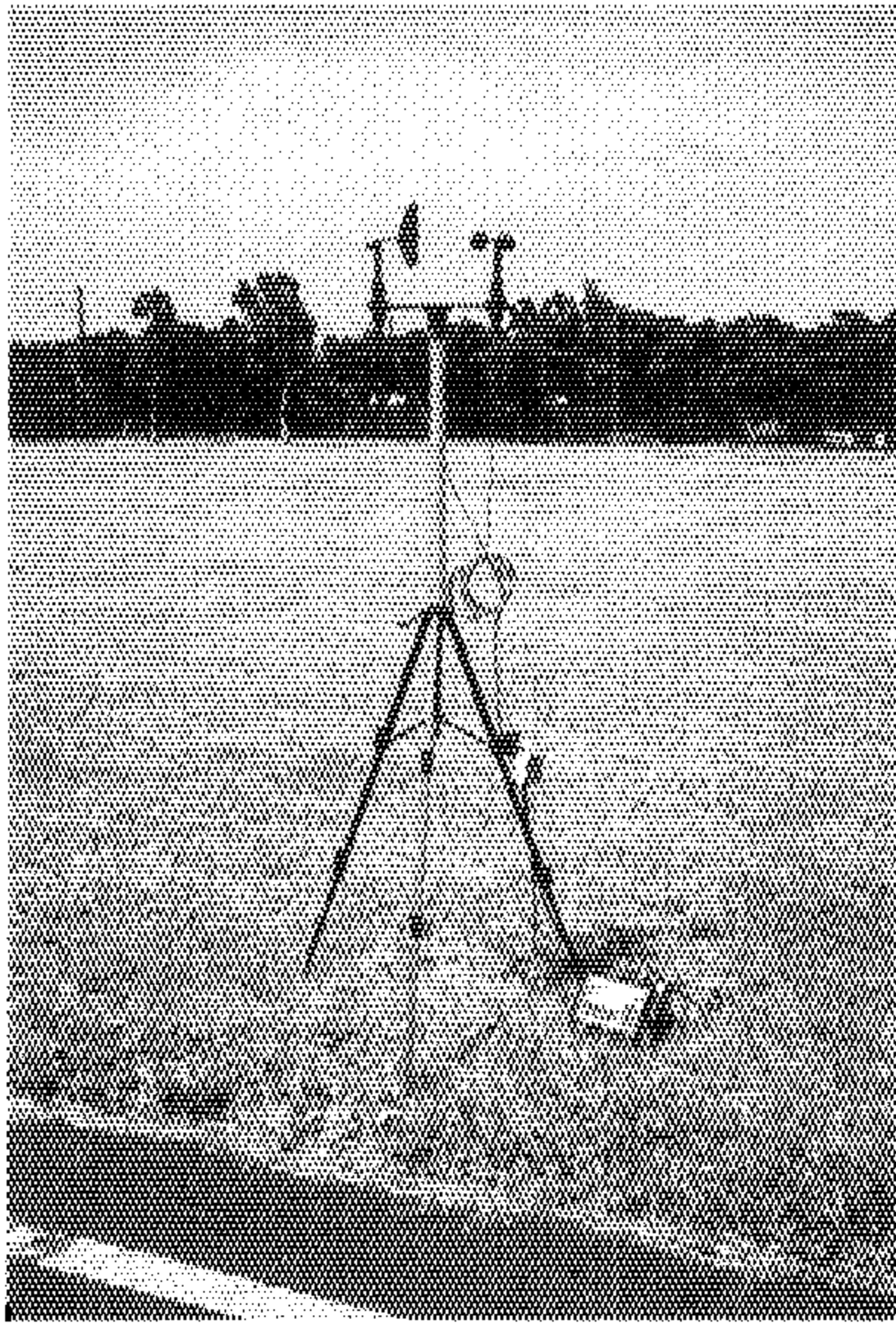


圖5. 風速、溫度計。

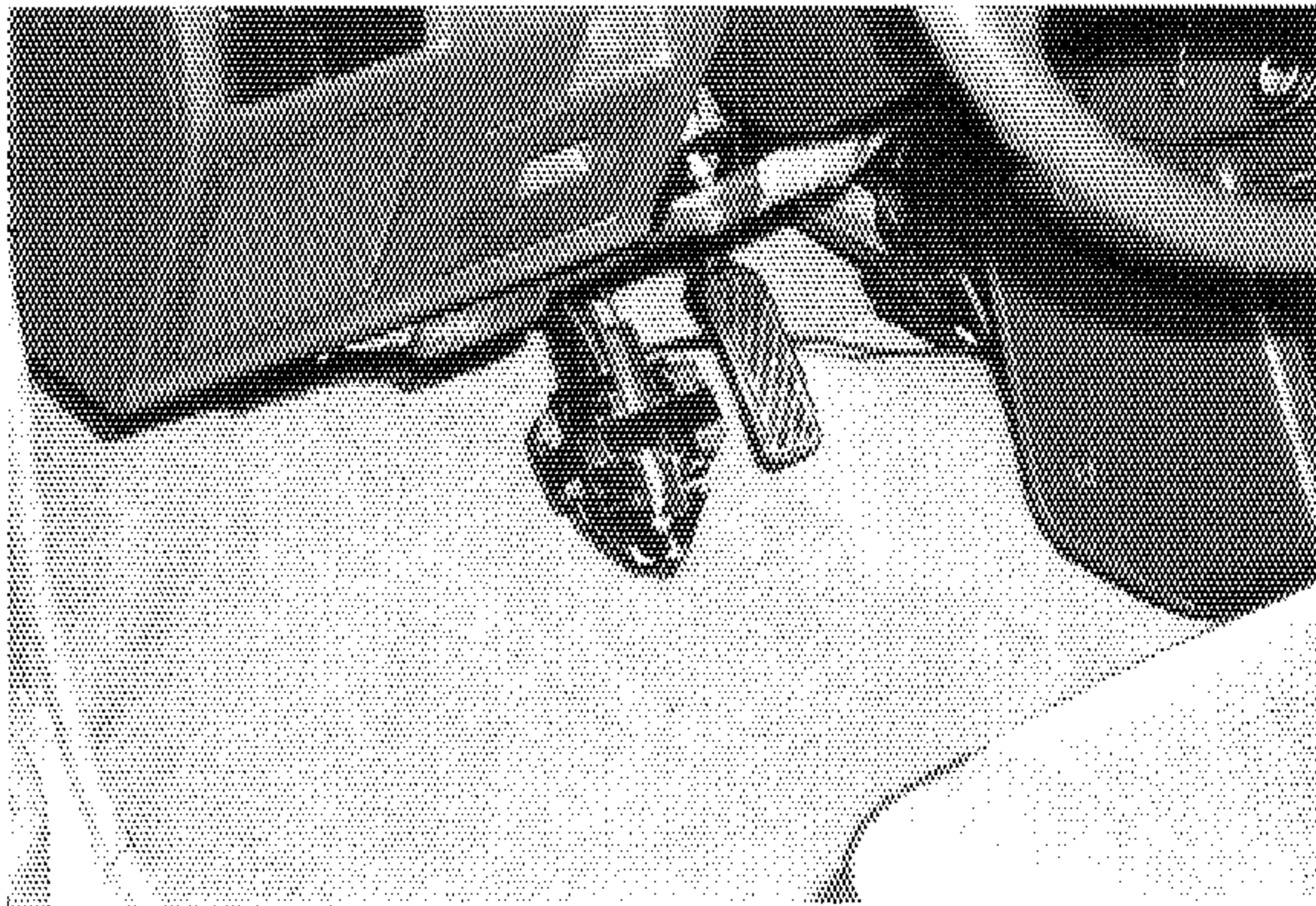


圖6. 踏力計與煞車開始開關。



圖7. 旗山光陽試車道。



圖8. 台中龍井——梧棲路段。



圖9. 屏東台 22號測試路段。

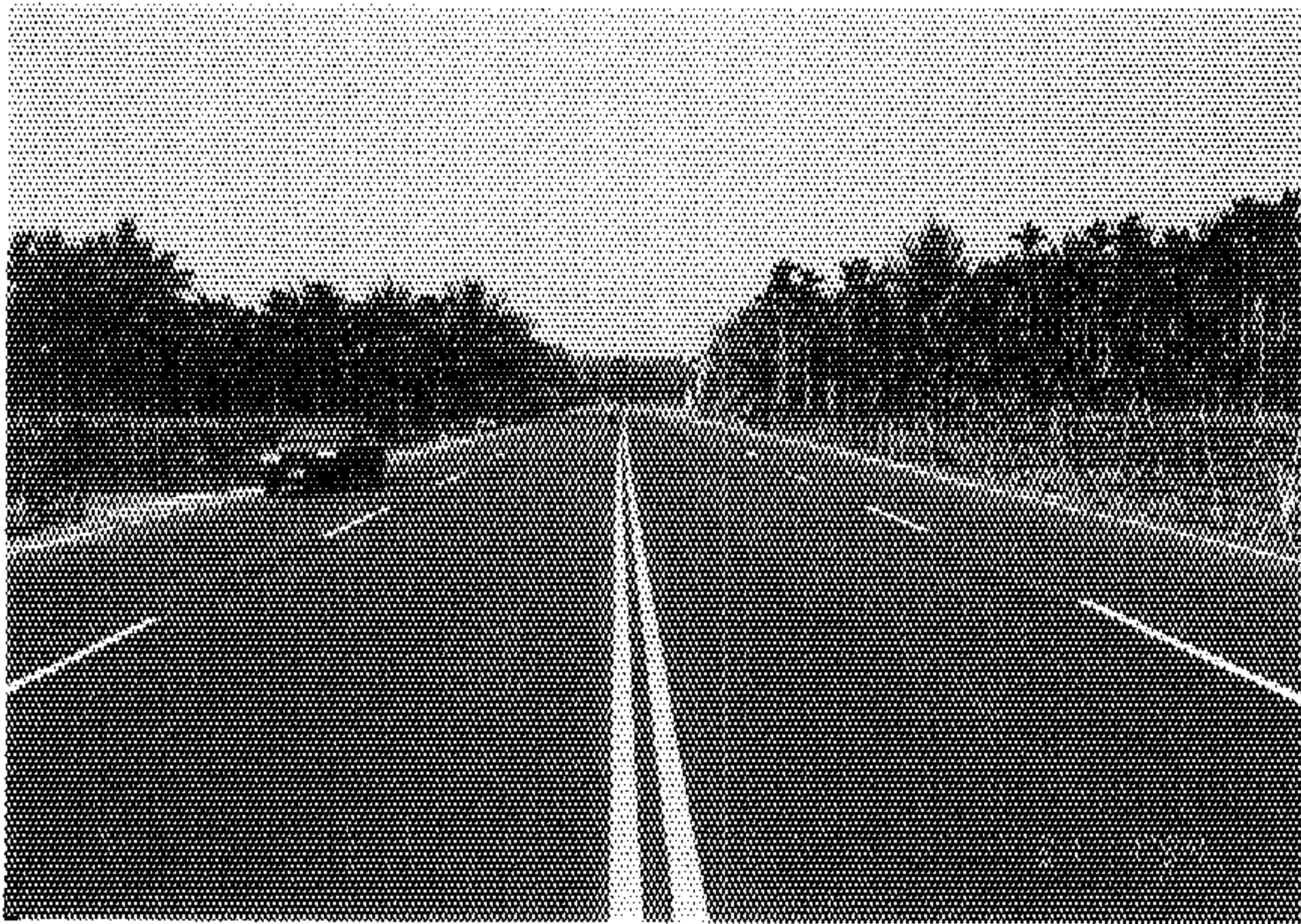


圖10. 屏東台 22號測試路段。



圖11. 南投台 16號測試路段（細勘）。

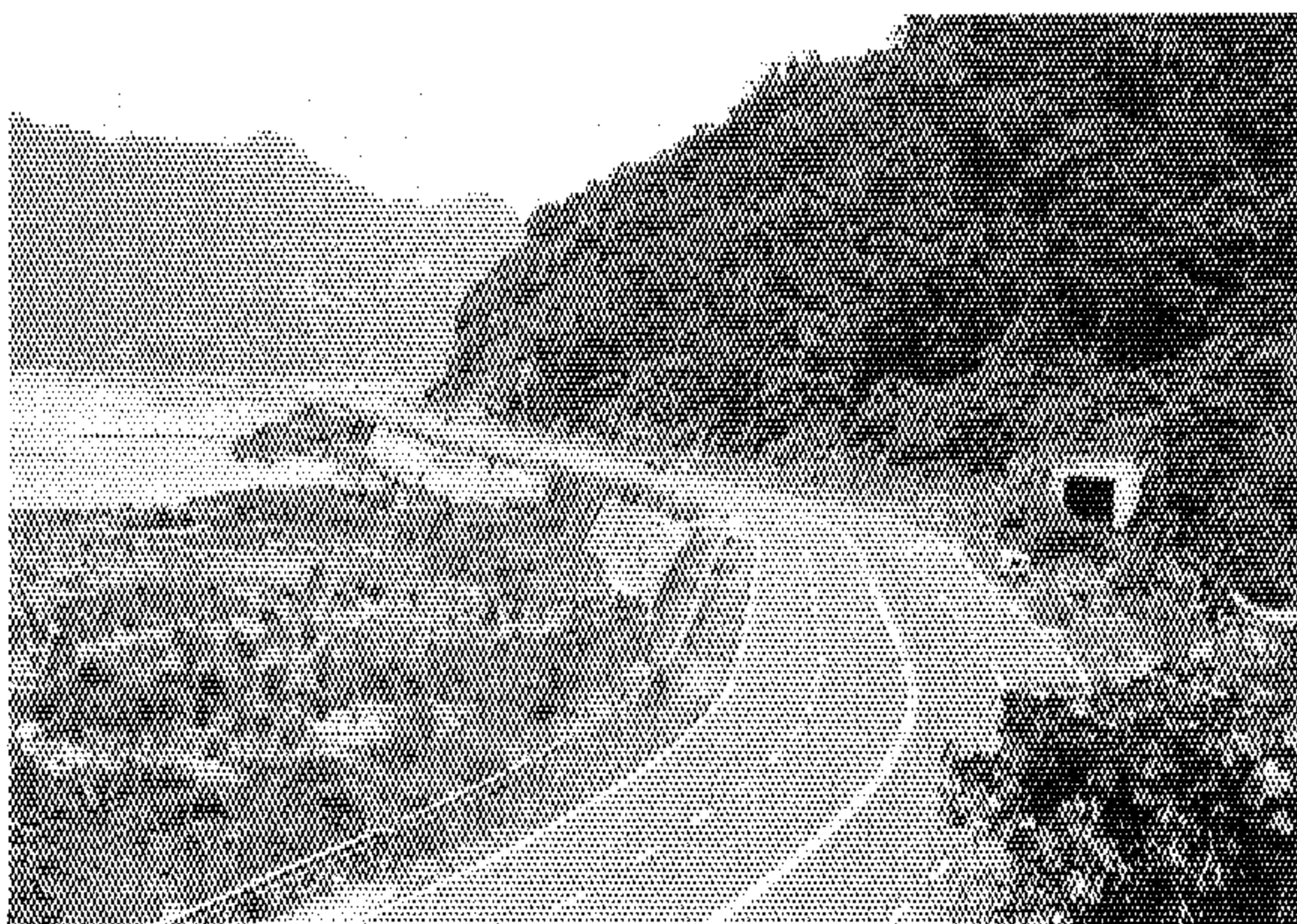


圖12. 南投台 16號測試路段

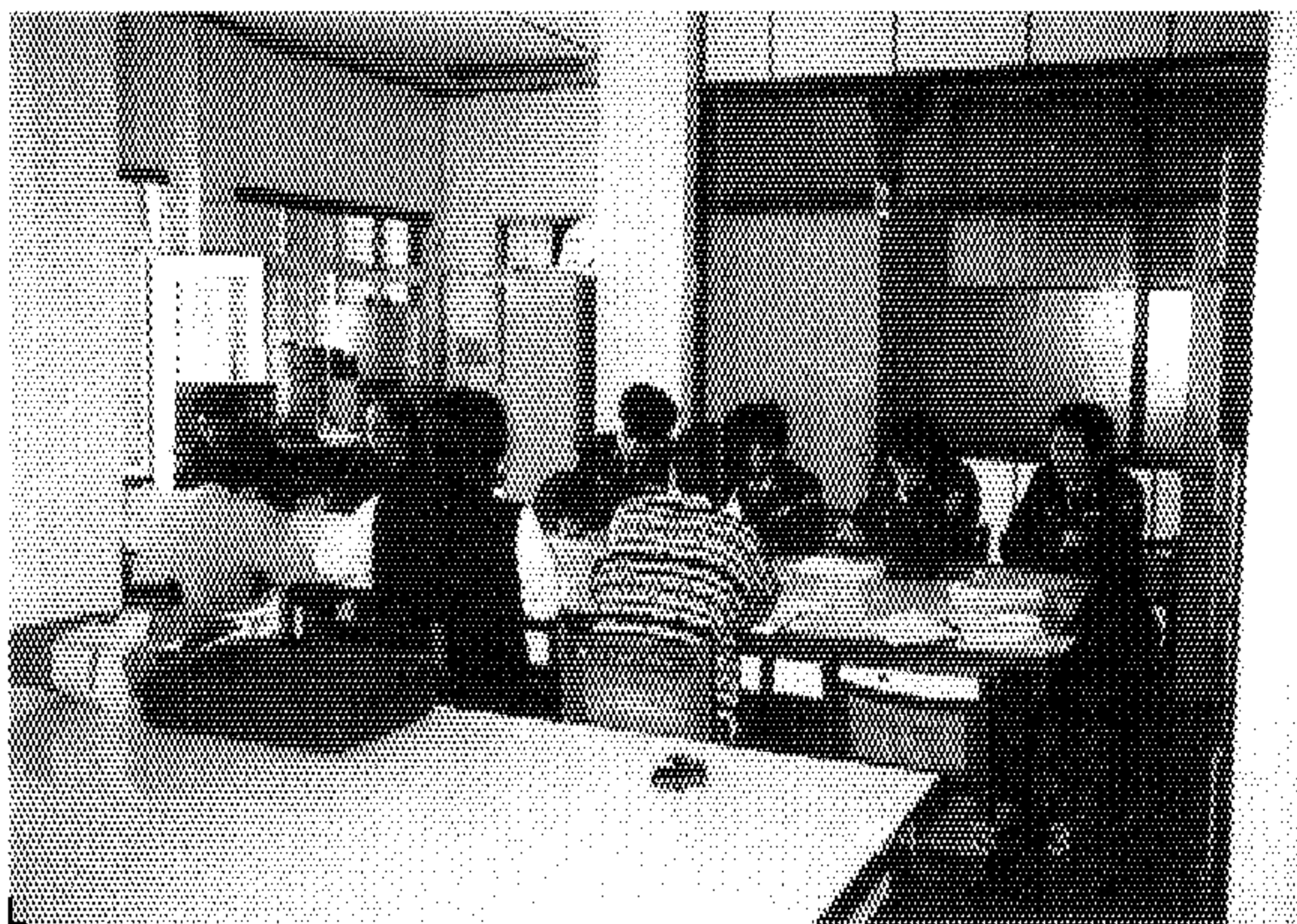


圖13. 分工說明會情形。



圖14. 交通管制情形。



圖15. 消防隊灑水情形。



圖16. 屏東測試進行 1-1。



圖17. 屏東測試進行 1-2。

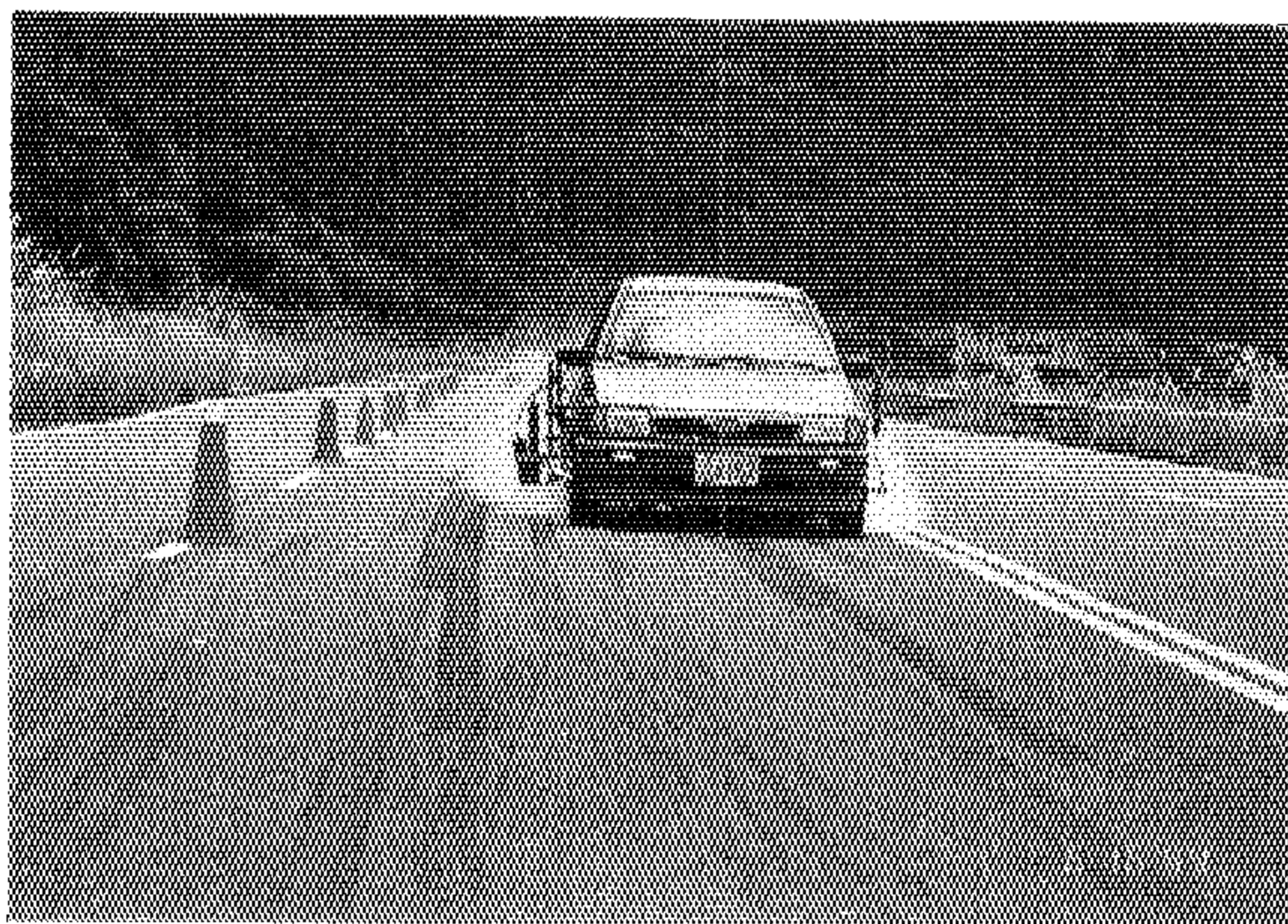


圖18. 南投測試進行 1-1。

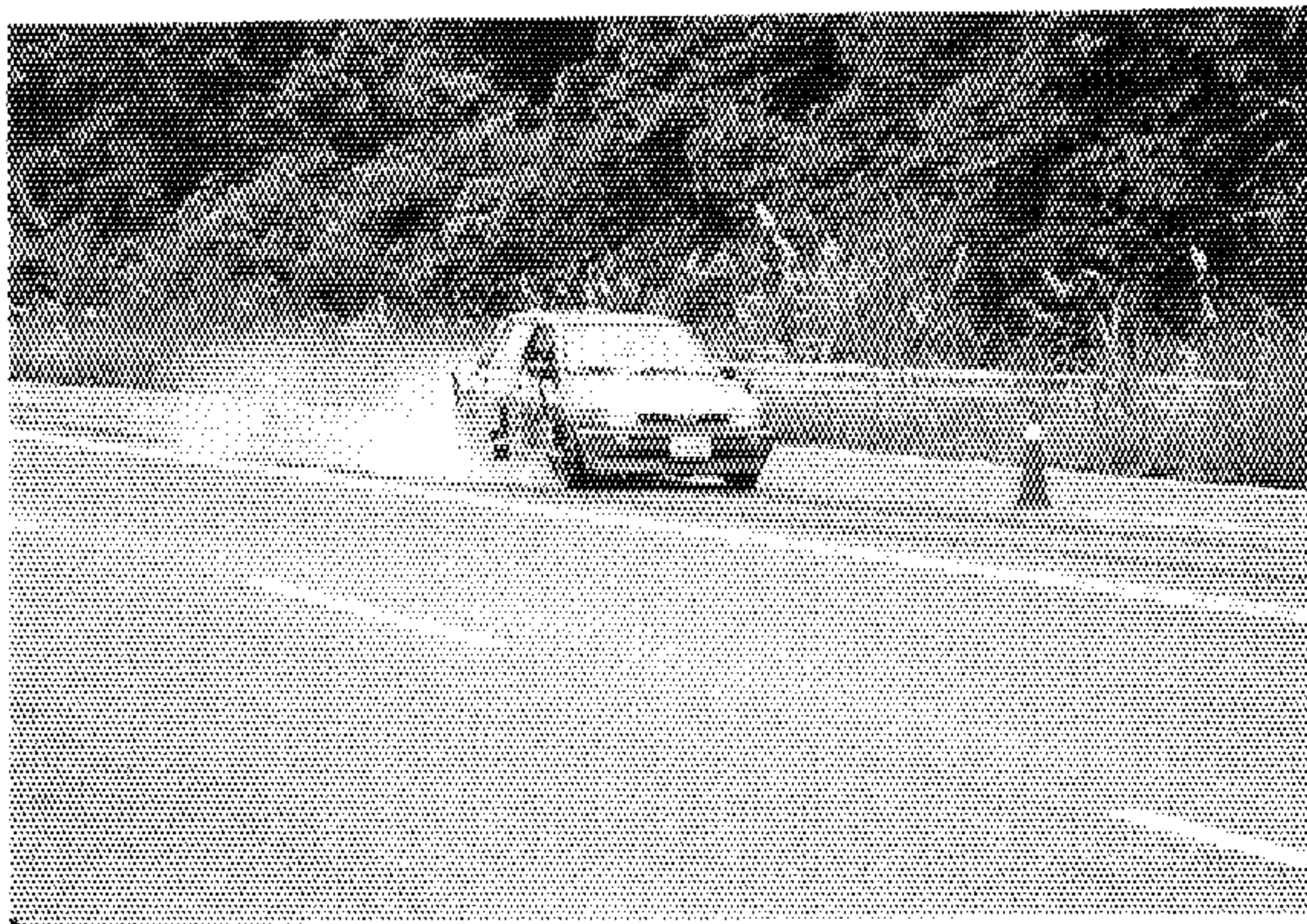


圖19. 南投測試進行 1-2。



圖20. 高工局中公處路面抗滑儀 1-1。

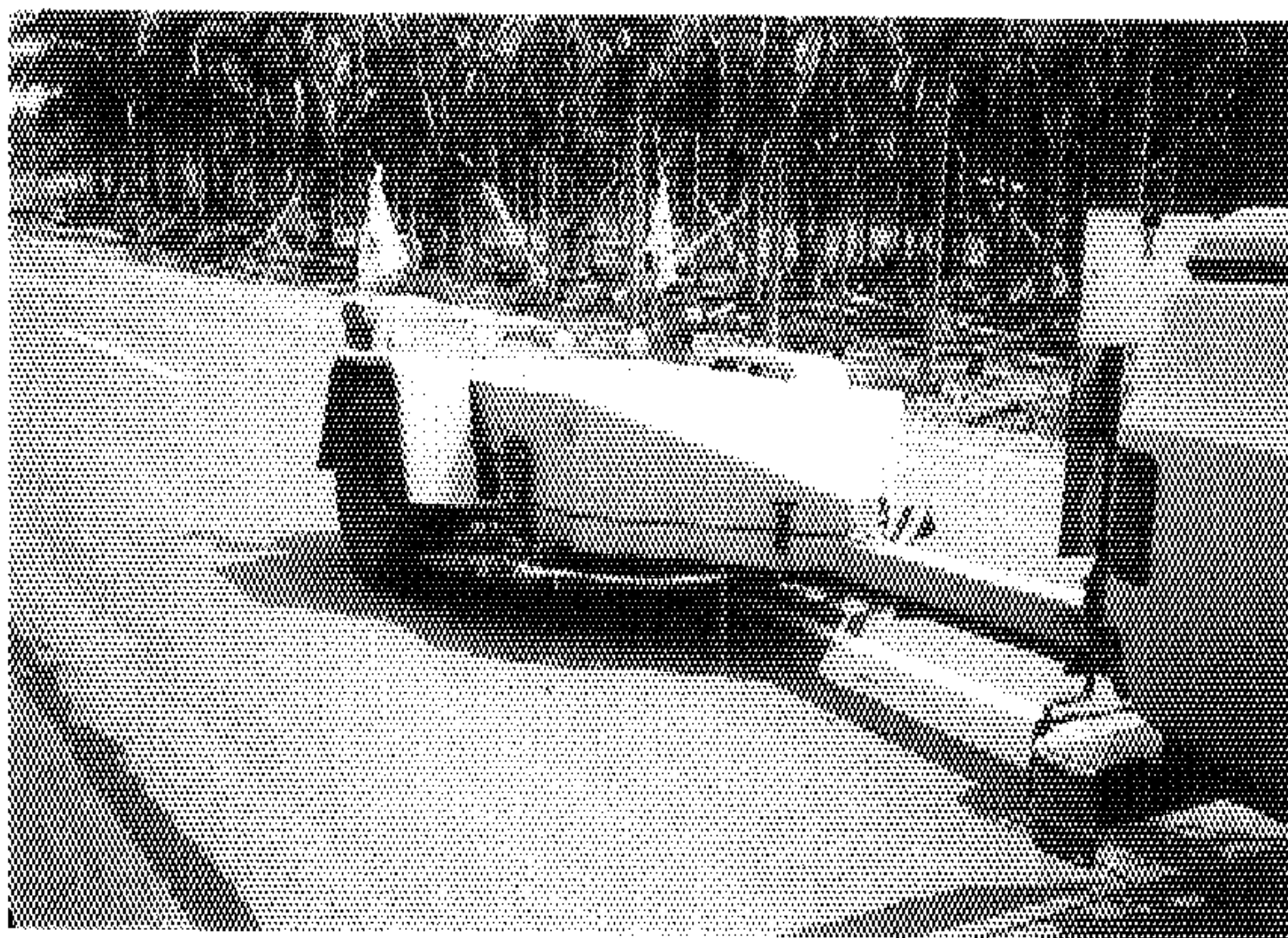


圖21. 高工局中公處路面抗滑儀 1-2。



圖22. 煞車胎痕實際量測 1-1。



圖23. 煞車胎痕實際量測 1-2。



圖24. 煞車胎痕實際量測 1-3。

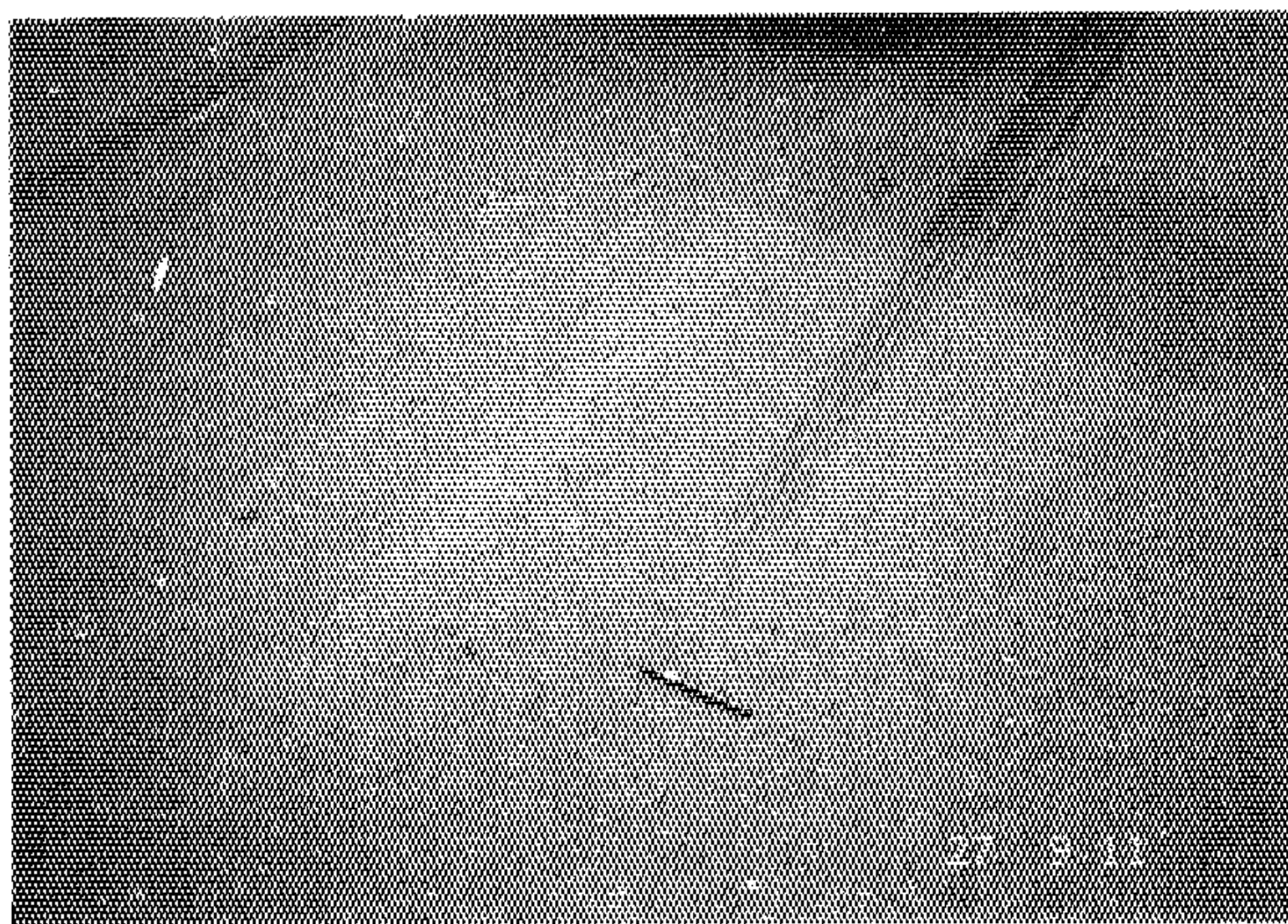


圖25. 量其最長胎痕（前輪） 1-1。

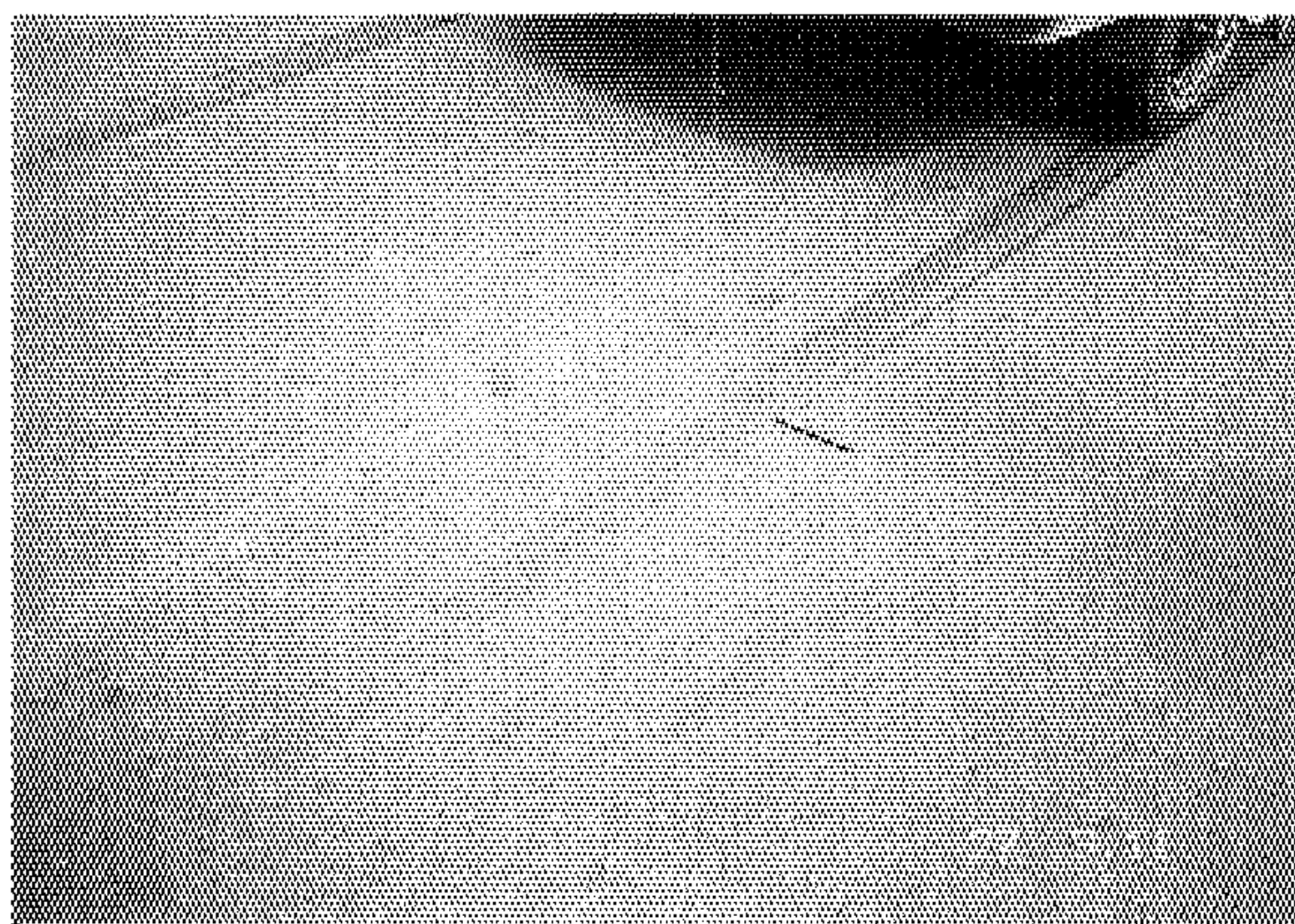


圖26. 量其最長胎痕（前輪） 1-2。

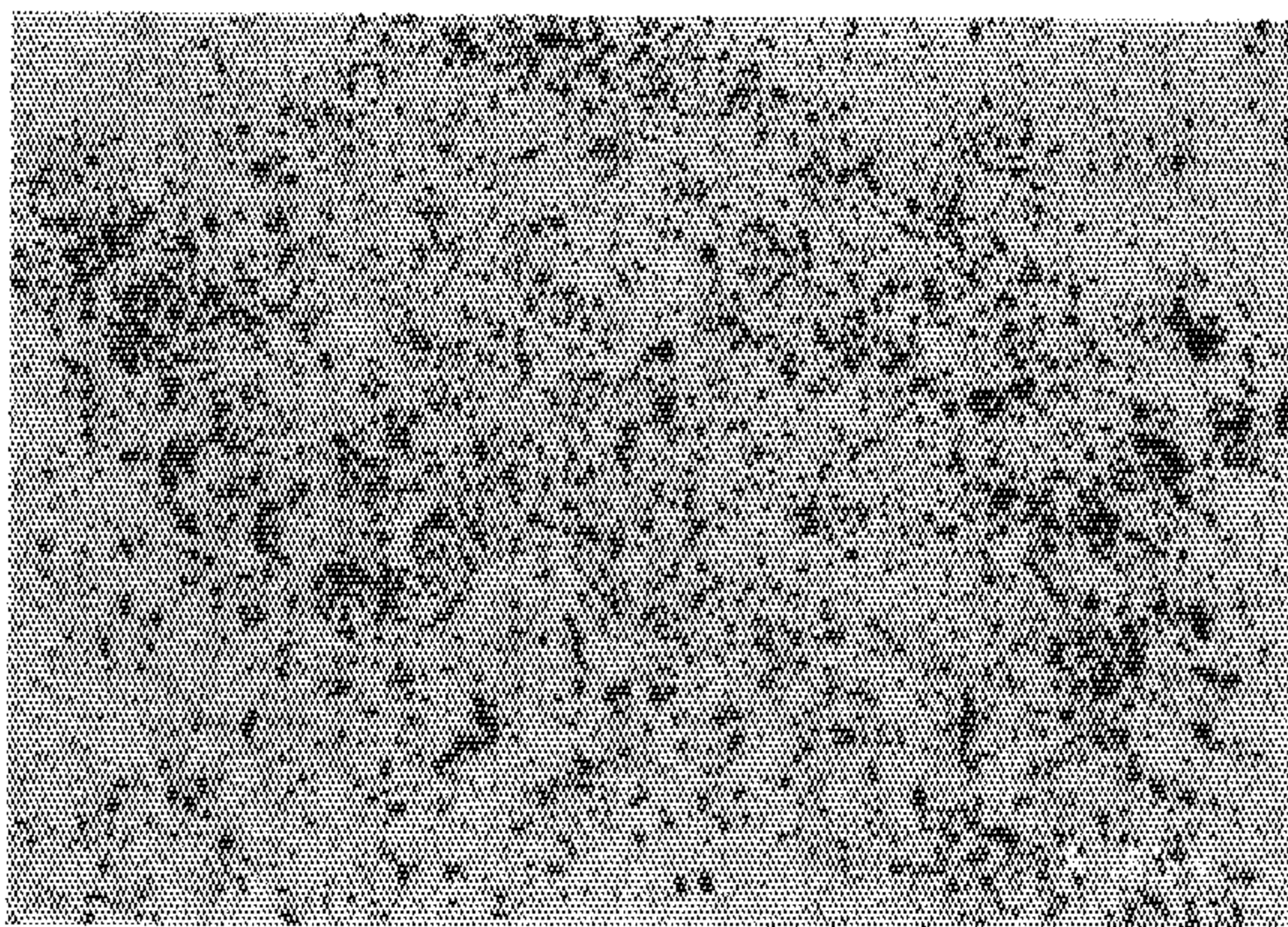


圖27. 南投路面煞車時石子有脫落現象 1-1。



圖28. 南投路面煞車時石子有脫落現象 1-2。

附錄四、詳細之迴歸運算過程

屏東路段測試結果(L)之Curve fitting

MTB > print c1-c6 (原始測試資料)

ROW	V	L-DL	L-DF	L-WL	L-WF	V**2
1	30	4.31	4.74	4.67	4.98	900
2	40	7.95	8.37	8.20	8.88	1600
3	50	12.03	13.78	12.94	15.41	2500
4	60	17.69	20.40	19.67	22.51	3600
5	70	23.98	27.88	28.08	33.05	4900
6	80	31.19	36.28	37.26	44.47	6400
7	90	36.86	45.19	48.41	58.76	8100
8	100	48.02	56.47	63.48	76.36	10000


```
MTB > name c2=' L-DL'
MTB > name c3=' L-DF'
MTB > name c4=' L-WL'
MTB > name c5=' L-WF'
```

```
MTB > regr c2 2 c1 c6
```

The regression equation is
 $L-DL = -0.94 + 0.0465 V + 0.00435 V^2$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.941	2.663	-0.35	0.738
V	0.04652	0.08871	0.52	0.622
V**2	0.0043518	0.0006744	6.45	0.001

s = 0.8742

R-sq = 99.8%

R-sq(adj) = 99.7%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	1606.19	803.09	1050.94	0.000
Error	5	3.82	0.76		
Total	7	1610.01			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	1574.37
V**2	1	31.82

Unusual Observations

Obs.	V	L-DL	Fit	Stdev. Fit	Residual	St. Resid
7	90	36.860	38.495	0.462	-1.635	-2.20R

R denotes an obs. with a large st. resid.

```
MTB > regr c2 1 c6
```

The regression equation is
 $L-DL = 0.422 + 0.00470 V^2$

=====

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	0.4224	0.5409	0.78	0.465
V**2	0.00470134	0.00009616	48.89	0.000

s = 0.8196

R-sq = 99.7%

R-sq(adj) = 99.7%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	1606.0	1606.0	2390.46	0.000
Error	6	4.0	0.7		
Total	7	1610.0			

Unusual Observations

Obs.	V**2	L-DL	Fit	Stdev. Fit	Residual	St. Resid
7	8100	36.860	38.503	0.433	-1.643	-2.36R

R denotes an obs. with a large st. resid.

MTB > regr c3 2 c1 c6

The regression equation is
 L-DF = - 1.51 + 0.0396 V + 0.00538 V**2

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-1.5090	0.9956	-1.52	0.190
V	0.03960	0.03316	1.19	0.286
V**2	0.0053839	0.0002521	21.35	0.000

s = 0.3268 R-sq = 100.0% R-sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	2345.6	1172.8	10980.09	0.000
Error	5	0.5	0.1		
Total	7	2346.1			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	2296.9
V**2	1	48.7

MTB > regr c3 1 c6

The regression equation is
 L-DF = - 0.348 + 0.00568 V**2

=====

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.3484	0.2232	-1.56	0.170
V**2	0.00568151	0.00003968	143.19	0.000

s = 0.3382 R-sq = 100.0% R-sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	2345.4	2345.4	20503.65	0.000
Error	6	0.7	0.1		
Total	7	2346.1			

MTB > regr c4 2 c1 c6

The regression equation is
 $L-WL = 5.91 - 0.290 V + 0.00859 V^2$

```
=====
Predictor      Coef      Stdev    t-ratio      p
Constant       5.912       1.868        3.16      0.025
V              -0.29039    0.06224     -4.67      0.006
V**2           0.0085899    0.0004732   18.15      0.000
```

s = 0.6133 R-sq = 99.9% R-sq(adj) = 99.9%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	2991.6	1495.8	3976.60	0.000
Error	5	1.9	0.4		
Total	7	2993.5			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	2867.6
V**2	1	124.0

Unusual Observations

Obs.	V	L-WL	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
8	100	63.480	62.772	0.516	0.708	2.14R

R denotes an obs. with a large st. resid.

MTB > regr c5 2 c1 c6

The regression equation is
 $L-WF = 7.08 - 0.382 V + 0.0107 V^2$

```
=====
Predictor      Coef      Stdev    t-ratio      p
Constant       7.078       1.679        4.21      0.008
V              -0.38154    0.05595     -6.82      0.001
V**2           0.0106893    0.0004253   25.13      0.000
```

s = 0.5513 R-sq = 100.0% R-sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	4460.0	2230.0	7336.85	0.000
Error	5	1.5	0.3		
Total	7	4461.6			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	4268.1
V**2	1	192.0

屏東路段測試結果(St)之Curve fitting

MTB > print c1-c10 (原始測試資料)

ROW	V	S-DL	S-DF	S-WL	S-WF	V**2
1	30	4.77	5.28	5.09	5.61	900
2	40	8.55	9.45	9.05	9.83	1600
3	50	13.58	14.94	14.35	16.55	2500
4	60	19.33	21.49	21.37	26.41	3600
5	70	25.57	29.82	29.69	34.84	4900
6	80	32.87	38.00	39.50	46.32	6400
7	90	41.07	47.99	51.54	62.15	8100
8	100	52.06	59.75	65.88	79.30	10000

```

MTB > name c2='S-DL'
MTB > name c3='S-DF'
MTB > name c4='S-WL'
MTB > name c5='S-WF'
MTB > regr c2 2 c1 c6

```

The regression equation is
 $S\text{-DL} = -0.03 + 0.0172 V + 0.00498 V^{**2}$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.026	1.586	-0.02	0.988
V	0.01723	0.05282	0.33	0.758
V**2	0.0049750	0.0004016	12.39	0.000

s = 0.5205

R-sq = 99.9%

R-sq(adj) = 99.9%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	1893.21	946.61	3494.17	0.000
Error	5	1.35	0.27		
Total	7	1894.57			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	1851.63
V**2	1	41.58

Unusual Observations

Obs.	V	S-DL	Fit	Stdev. Fit	Residual	St. Resid
8	100	52.060	51.447	0.438	0.613	2.18R

R denotes an obs. with a large st. resid.

```

MTB > regr c2 1 c6

```

The regression equation is
 $S\text{-DL} = 0.479 + 0.00510 V^{**2}$

=====

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	0.4789	0.3169	1.51	0.181
V**2	0.00510445	0.00005633	90.62	0.000

s = 0.4802

R-sq = 99.9%

R-sq(adj) = 99.9%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	1893.2	1893.2	8211.20	0.000
Error	6	1.4	0.2		
Total	7	1894.6			

MTB > regr c3 2 c1 c6

The regression equation is
 S-DF = - 0.649 + 0.0228 V + 0.00579 V**2

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.6489	0.9275	-0.70	0.515
V	0.02283	0.03090	0.74	0.493
V**2	0.0057905	0.0002349	24.65	0.000

s = 0.3045 R-sq = 100.0% R-sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	2582.8	1291.4	13929.38	0.000
Error	5	0.5	0.1		
Total	7	2583.3			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	2526.5
V**2	1	56.3

MTB > regr c3 1 c6

The regression equation is
 S-DF = 0.020 + 0.00596 V**2

=====

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	0.0202	0.1932	0.10	0.920
V**2	0.00596206	0.00003434	173.60	0.000

s = 0.2927 R-sq = 100.0% R-sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	2582.8	2582.8	30138.21	0.000
Error	6	0.5	0.1		
Total	7	2583.3			

Unusual Observations

Obs.	V**2	S-DF	Fit	Stdev.Fit	Residual	St. Resid
5	4900	29.820	29.234	0.104	0.586	2.14R

R denotes an obs. with a large st. resid.

MTB > regr c4 2 c1 c6

The regression equation is

$$S-WL = 4.66 - 0.228 V + 0.00836 V^2$$

=====

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	4.659	1.107	4.21	0.008
V	-0.22821	0.03688	-6.19	0.002
V**2	0.0083649	0.0002804	29.84	0.000

s = 0.3634 R-sq = 100.0% R-sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	3218.3	1609.1	12184.96	0.000
Error	5	0.7	0.1		
Total	7	3218.9			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	3100.7
V**2	1	117.6

Unusual Observations

Obs.	V	S-WL	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
8	100	65.880	65.487	0.306	0.393	2.00R

R denotes an obs. with a large st. resid.

MTB > regr c5 2 c1 c6

The regression equation is

$$S-WF = 5.17 - 0.285 V + 0.0102 V^2$$

=====

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	5.173	3.055	1.69	0.151
V	-0.2851	0.1018	-2.80	0.038
V**2	0.0102077	0.0007738	13.19	0.000

s = 1.003 R-sq = 99.9% R-sq(adj) = 99.9%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	4734.1	2367.1	2353.21	0.000
Error	5	5.0	1.0		
Total	7	4739.1			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	4559.1
V**2	1	175.1

南投路段測試結果(L)之Curve fitting

MTB > print c1-c6 (原始測試資料)

ROW	V	L-DL	L-DF	L-WL	L-WF	V**2
1	30	4.05	4.78	4.05	4.61	900
2	40	7.07	8.43	7.02	8.57	1600
3	50	11.51	13.87	12.12	13.68	2500
4	60	16.50	20.27	16.75	20.75	3600
5	70	21.43	27.83	23.77	30.57	4900
6	80	28.85	36.52	30.64	41.05	6400
7	90	37.62	45.00	41.08	52.25	8100
8	100	45.59	56.77	47.41	68.60	10000


```

MTB > name c2=' L-DL'
MTB > name c3=' L-DF'
MTB > name c4=' L-WL'
MTB > name c5=' L-WF'
MTB > regr c2 2 c1 c6

```

The regression equation is
 $L-DL = 0.79 - 0.0344 V + 0.00485 V^{**2}$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	0.786	1.527	0.51	0.629
V	-0.03438	0.05087	-0.68	0.529
V**2	0.0048476	0.0003868	12.53	0.000

s = 0.5013

R-sq = 99.9%

R-sq(adj) = 99.9%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	1530.43	765.22	3044.82	0.000
Error	5	1.26	0.25		
Total	7	1531.69			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	1490.95
V**2	1	39.48

```

MTB > regr c2 1 c6

```

The regression equation is
 $L-DL = - 0.222 + 0.00459 V^{**2}$

=====

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.2215	0.3155	-0.70	0.509
V**2	0.00458927	0.00005609	81.83	0.000

s = 0.4781

R-sq = 99.9%

R-sq(adj) = 99.9%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	1530.3	1530.3	6695.40	0.000
Error	6	1.4	0.2		
Total	7	1531.7			

MTB > regr c3 2 c1 c6

The regression equation is
 $L-DF = -1.07 + 0.0242 V + 0.00551 V^{**2}$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-1.073	1.331	-0.81	0.457
V	0.02420	0.04435	0.55	0.609
V**2	0.0055125	0.0003372	16.35	0.000

s = 0.4371 R-sq = 100.0% R-sq(adj) = 99.9%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	2356.1	1178.0	6167.16	0.000
Error	5	1.0	0.2		
Total	7	2357.0			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	2305.0
V**2	1	51.1

Unusual Observations

Obs.	V	L-DF	Fit	Stdev. Fit	Residual	St. Resid
7	90	45.000	45.756	0.231	-0.756	-2.04R

R denotes an obs. with a large st. resid.

MTB > regr c3 1 c6

The regression equation is
 $L-DF = -0.364 + 0.00569 V^{**2}$

=====

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.3643	0.2710	-1.34	0.228
V**2	0.00569432	0.00004818	118.19	0.000

s = 0.4107 R-sq = 100.0% R-sq(adj) = 99.9%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	2356.0	2356.0	13969.26	0.000
Error	6	1.0	0.2		
Total	7	2357.0			

Unusual Observations

Obs.	V**2	L-DF	Fit	Stdev. Fit	Residual	St. Resid
7	8100	45.000	45.760	0.217	-0.760	-2.18R

R denotes an obs. with a large st. resid.

MTB > regr c4 2 c1 c6

The regression equation is
 L-WL = - 1.60 + 0.039 V + 0.00461 V**2

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-1.597	3.072	-0.52	0.625
V	0.0393	0.1023	0.38	0.716
V**2	0.0046095	0.0007780	5.93	0.002

s = 1.008 R-sq = 99.7% R-sq(adj) = 99.6%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	1748.34	874.17	859.75	0.000
Error	5	5.08	1.02		
Total	7	1753.43			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	1712.65
V**2	1	35.70

Unusual Observations

Obs.	V	L-WL	Fit	Stdev. Fit	Residual	St. Resid
7	90	41.080	39.280	0.533	1.800	2.10R

R denotes an obs. with a large st. resid.

MTB > regr c4 1 c6

The regression equation is
 L-WL = - 0.444 + 0.00491 V**2

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.4442	0.6164	-0.72	0.498
V**2	0.0049051	0.0001096	44.77	0.000

s = 0.9340 R-sq = 99.7% R-sq(adj) = 99.7%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	1748.2	1748.2	2004.00	0.000
Error	6	5.2	0.9		
Total	7	1753.4			

Unusual Observations

Obs.	V**2	L-WL	Fit	Stdev. Fit	Residual	St. Resid
7	8100	41.080	39.287	0.494	1.793	2.26R

R denotes an obs. with a large st. resid.

MTB > regr c5 2 c1 c6

The regression equation is
 L-WF = 4.92 - 0.277 V + 0.00908 V**2

=====

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	4.921	2.133	2.31	0.069
V	-0.27737	0.07104	-3.90	0.011
V**2	0.0090774	0.0005401	16.81	0.000

s = 0.7001 R-sq = 99.9% R-sq(adj) = 99.9%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	3560.8	1780.4	3632.68	0.000
Error	5	2.5	0.5		
Total	7	3563.3			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	3422.4
V**2	1	138.4

南投路段測試結果(St)之Curve fitting

MTB > print c1-c6 (原始測試資料)

ROW	V	S-DL	S-DF	S-WL	S-WF	V**2
1	30	4.85	5.59	4.77	5.15	900
2	40	8.38	9.70	7.96	9.47	1600
3	50	13.29	15.32	13.23	14.92	2500
4	60	18.41	22.16	18.53	22.31	3600
5	70	24.42	30.10	25.99	32.17	4900
6	80	32.09	38.42	33.95	43.79	6400
7	90	41.38	47.86	43.39	56.74	8100
8	100	49.76	59.89	53.01	71.99	10000


```

MTB > name c2=' S-DL'
MTB > name c3=' S-DF'
MTB > name c4=' S-WL'
MTB > name c5=' S-WF'
MTB > regr c2 2 c1 c6

```

The regression equation is
 $S\text{-DL} = 0.15 + 0.0125 V + 0.00487 V^{**2}$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	0.151	1.319	0.11	0.913
V	0.01246	0.04393	0.28	0.788
V**2	0.0048655	0.0003340	14.57	0.000

s = 0.4329

R-sq = 99.9%

R-sq(adj) = 99.9%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	1786.95	893.47	4766.98	0.000
Error	5	0.94	0.19		
Total	7	1787.88			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	1747.18
V**2	1	39.77

```
MTB > regr c2 1 c6
```

The regression equation is
 $S\text{-DL} = 0.517 + 0.00496 V^{**2}$

=====

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	0.5166	0.2629	1.96	0.097
V**2	0.00495914	0.00004674	106.11	0.000

s = 0.3984

R-sq = 99.9%

R-sq(adj) = 99.9%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	1786.9	1786.9	11259.40	0.000
Error	6	1.0	0.2		
Total	7	1787.9			

Unusual Observations

Obs.	V**2	C2	Fit	Stdev. Fit	Residual	St. Resid
7	8100	41.380	40.686	0.211	0.694	2.05R

R denotes an obs. with a large st. resid.

MTB > regr c3 2 c1 c6

The regression equation is
 S-DF = - 0.95 + 0.0489 V + 0.00556 V**2

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.953	1.183	-0.81	0.457
V	0.04886	0.03942	1.24	0.270
V**2	0.0055595	0.0002997	18.55	0.000

s = 0.3884 R-sq = 100.0% R-sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	2552.4	1276.2	8458.95	0.000
Error	5	0.8	0.2		
Total	7	2553.2			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	2500.5
V**2	1	51.9

MTB > regr c3 1 c6

The regression equation is
 S-DF = 0.478 + 0.00593 V**2

=====

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	0.4784	0.2675	1.79	0.124
V**2	0.00592666	0.00004756	124.61	0.000

s = 0.4054 R-sq = 100.0% R-sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	2552.2	2552.2	15528.10	0.000
Error	6	1.0	0.2		
Total	7	2553.2			

MTB > regr c4 2 c1 c6

The regression equation is
 $S-WL = 0.068 - 0.0136 V + 0.00546 V^2$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	0.0677	0.9746	0.07	0.947
V	-0.01358	0.03247	-0.42	0.693
V**2	0.0054565	0.0002468	22.11	0.000

s = 0.3199 R-sq = 100.0% R-sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	2083.2	1041.6	10176.06	0.000
Error	5	0.5	0.1		
Total	7	2083.8			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	2033.2
V**2	1	50.0

MTB > regr c4 1 c6

The regression equation is
 $S-WL = -0.330 + 0.00535 V^2$

=====

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.3302	0.1961	-1.68	0.143
V**2	0.00535452	0.00003486	153.61	0.000

s = 0.2971 R-sq = 100.0% R-sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	2083.2	2083.2	23596.98	0.000
Error	6	0.5	0.1		
Total	7	2083.8			

MTB > regr c5 2 c1 c6

The regression equation is
 $S-WF = 4.83 - 0.267 V + 0.00938 V^{**2}$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	4.8313	0.6951	6.95	0.001
V	-0.26677	0.02316	-11.52	0.000
V**2	0.0093845	0.0001761	53.31	0.000

s = 0.2282 R-sq = 100.0% R-sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	3964.1	1982.1	38064.81	0.000
Error	5	0.3	0.1		
Total	7	3964.4			

SOURCE	DF	SEQ SS
V	1	3816.2
V**2	1	148.0

附錄五、測試數據之初步資料

煞車痕跡長度試驗紀錄表(乾地)

日 期	83. 4. 27--28	地 點	屏東台22號道路	測試方法	煞車痕跡長度光學測量法						
路面種類	<input checked="" type="checkbox"/> 新鋪~1年 <input type="checkbox"/> 1年以上	天 候	晴 雨 陰 ↑	環境條件	風速: 5 m/s 以下 溫度: 30.0 ~ 33.2 °C						
路面狀況	<input checked="" type="checkbox"/> 乾 <input type="checkbox"/> 溼	路面 μ		測 試 者	劉嘉福						
測 試 車	Ford Festiva 1.3	測試車重	<input type="checkbox"/> 重載 <input checked="" type="checkbox"/> 輕載	記 錄 者	鍾日堂、鍾國良						
指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)		第一鎖死輪距離(m)				輪胎與 地面之平均 μ 值	L' / St' (%)	
			實測值 St	修正值 St'	平均值	實測值(L) 車 輪 距 離	修正值(L') (最長煞車胎痕)	L' 平均值			
30	往 1	27.9	4.10	4.74	4.77	FL, FR	3.60	4.16	4.31	0.82	90.4
	2	28.9	4.50	4.85		FL, FR	4.30	4.63			
	3	29.7	4.80	4.90		FL, FR	4.20	4.29			
	返 1	30.2	4.50	4.44		FL, FR	4.10	4.05			
	2	29.1	4.50	4.78		FL, FR	4.10	4.36			
	3	29.4	4.70	4.89		ALL	4.20	4.37			
40	往 1	37.9	7.70	8.58	8.55	FL, FR	7.40	8.24	7.95	0.79	93.1
	2	39.6	8.60	8.77		FL, FR	8.50	8.67			
	3	39.0	8.00	8.42		FL, FR	7.20	7.57			
	返 1	40.5	9.40	9.17		FL, FR	7.70	7.51			
	2	40.3	7.90	7.78		FL, FR	7.50	7.39			
	3	40.0	8.60	8.60		FL, FR	8.30	8.30			

(續1) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(乾地)

指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)					輪胎與 地面之平均 μ 值	L' / St' (%)	
			實測值 St	修正值 St'	平均值	實測值(L)		修正值(L') (最長煞車距離)	L' 平均值				
						車輪	距離						
50	往 1	50.1	13.70	13.65	13.58	FL, FR	13.30	13.25	12.85	0.82	92.8		
	2	48.4	12.20	13.02		FL, FR	11.90	12.70					
	3	47.3	12.20	13.63		FL, FR	10.90	12.18					
	返 1	49.0	13.60	14.16		FL, FR	12.80	13.33					
	2	49.0	12.90	13.43		FL, FR	12.90	13.43					
	3	49.8	13.50	13.61		FL, FR	12.10	12.20					
	往 1	59.7	18.00	18.18	19.33	FL, FR	17.00	17.17	17.69			0.80	91.6
	2	58.9	18.90	19.61		ALL	17.00	17.64					
	3	59.1	19.30	19.89		FL, FR	17.50	18.04					
返 1	57.6	18.70	20.29	2F, RL		16.70	18.12						
2	60.0	18.50	18.50	FL, FR		17.20	17.20						
3	59.5	19.20	19.52	FL, FR		17.70	18.00						
70	往 1	68.7	25.50	26.47	25.57	FL, FR	24.70	25.64	23.98	0.80	93.8		
	2	69.0	23.90	24.60		FL, FR	23.40	24.08					
	3	68.1	23.90	25.25		FL, FR	21.50	22.72					
	返 1	71.3	25.70	24.77		FL, FR	24.30	23.42					
	2	67.7	24.30	25.98		FL, FR	21.80	23.31					
	3	69.7	26.10	26.33		FL, FR	24.50	24.71					

(續2) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(乾地)

指定 初速度 V' (Km/h)	次 數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			平均 值	第一鎖死輪距離(m)				輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)
			實測值 St	修正值 St'	平均 值		實測值(L)		修正值(L') (最長煞車距離)	L' 平均 值		
							車 輪	距 離				
8 0	往 1	77.8	33.10	35.00	32.87	FL, FR	32.20	34.05	31.19	0.81	94.9	
	2	78.9	32.20	33.10		ALL	29.00	29.81				
	3	80.3	31.60	31.36		FL, FR	30.30	30.07				
	返 1	78.0	32.00	33.66		FL, FR	30.30	31.87				
	2	78.4	31.30	32.59		FL, FR	29.80	31.03				
	3	80.1	31.60	31.52		FL, FR	30.40	30.32				
9 0	往 1	87.2	39.10	41.65	41.07	FL, FR	35.10	37.39	36.86	0.87	89.8	
	2	89.3	39.80	40.43		ALL	35.10	35.65				
	3	87.2	39.20	41.76		2F, RL	36.00	38.35				
	返 1	88.9	39.50	40.48		ALL	36.70	37.61				
	2	90.4	40.70	40.34		FL, FR	35.50	35.19				
	3	89.3	41.10	41.75		ALL	36.40	36.97				
1 0 0	往 1	99.2	52.10	52.94	52.06	ALL	45.50	46.24	48.02	0.82	92.4	
	2	99.6	50.80	51.21		RL	48.20	48.59				
	3	97.6	49.80	52.28		FL, FR	46.50	48.82				
	返 1	102.4	57.70	55.03		FL, FR	49.90	47.59				
	2	98.7	48.40	49.68		FL	46.80	48.04				
	3	98.6	49.80	51.22		FL, FR	47.50	48.86				

煞車痕跡長度試驗紀錄表(乾地)

日期	83. 4. 28--29	地點	屏東台22號道路	測試方法	煞車痕跡長度光學測量法						
路面種類	■新鋪～1年 □1年以上	天候	晴 ↑ 雨 陰	環境條件	風速：5 m/s 以下 溫度：31.0 ～ 33.0 ℃						
路面狀況	■乾 □溼	路面 μ		測試者	劉嘉福						
測試車	Ford Festiva 1.3	測試車重	■重載 □輕載	記錄者	鍾日堂、鍾國良						
指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)		第一鎖死輪距離(m)			輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)		
			實測值 St	修正值 St'	平均值	實測值(L) 車輪 距離	修正值(L') (最長煞車胎痕)			L' 平均值	
30	往 1	29.9	5.30	5.34	5.28	FL, FR	4.80	4.83	4.74	0.75	89.7
	2	29.8	5.40	5.47		FL, FR	5.30	5.37			
	3	29.5	5.30	5.48		FL, FR	4.80	4.96			
	返 1	30.0	4.90	4.90		FL, FR	4.20	4.20			
	2	30.1	5.40	5.36		FL, FR	4.60	4.57			
	3	30.0	5.10	5.10		FL, FR	4.50	4.50			
	往 1	41.4	10.00	9.34	9.45	FL, FR	9.00	8.40	8.37	0.75	88.6
	2	38.7	9.00	9.61		FL, FR	7.70	8.23			
	3	40.3	9.50	9.36		FL, FR	8.40	8.28			
返 1	40.0	9.20	9.20	FL, FR		8.50	8.50				
2	41.4	10.00	9.34	FL, FR		8.60	8.03				
3	38.9	9.30	9.86	FL, FR		8.30	8.78				

(續1) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(乾地)

指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)					輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)
			實測值 St	修正值 St'	平均值	實測值(L)		修正值(L') (最長煞車距離)	L' 平均值			
						車輪	距離					
50	往 1	50.4	14.60	14.37	14.94	FL, FR	13.10	12.89	13.78	0.71	92.2	
	2	50.8	14.90	14.43		FL, FR	13.70	13.27				
	3	49.0	15.30	15.93		FL, FR	14.10	14.68				
	返 1	50.1	14.90	14.84		FL, FR	13.90	13.84				
	2	49.3	14.50	14.91		FL, FR	14.30	14.71				
	3	48.9	14.50	15.16		FL, FR	12.70	13.28				
60	往 1	60.1	20.10	20.03	21.49	FL, FR	19.10	19.04	20.40	0.69	94.9	
	2	59.2	21.00	21.57		FR	20.80	21.37				
	3	59.7	22.60	22.83		FL, FR	21.40	21.62				
	返 1	58.6	20.40	21.39		FL, FR	18.40	19.29				
	2	60.5	22.10	21.74		FL, FR	21.30	20.95				
	3	61.4	22.40	21.39		FL, FR	21.10	20.15				
70	往 1	68.8	28.70	29.71	29.82	FL, FR	26.00	26.91	27.88	0.69	93.5	
	2	70.6	30.80	30.28		FL, FR	28.60	28.60				
	3	68.4	27.70	29.01		FL, FR	25.20	26.39				
	返 1	68.7	29.00	30.11		FL, FR	27.50	28.55				
	2	68.5	28.40	29.66		FL, FR	26.30	27.46				
	3	68.2	28.60	30.13		FL, FR	28.30	29.81				

(續2) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(乾地)

指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)				輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)
			實測值 St	修正值 St'	平均值	實測值(L)		修正值(L')	L' 平均值		
80	往1	80.3	37.80	37.52	38.00	車輪	距離	(最長煞車距離)	36.28	0.69	95.5
	2	79.0	36.60	37.53		FL	36.80	36.53			
	3	81.6	39.20	37.68		FL, FR	35.00	35.89			
	返1	78.8	36.90	38.03		FL, FR	37.70	36.24			
	2	79.7	38.10	38.39		FL, FR	35.50	36.59			
	3	79.4	38.30	38.88		FL, FR	35.00	35.26			
90	往1	88.8	46.00	47.25	47.99	FL	36.60	37.16	45.19	0.71	94.2
	2	89.2	48.40	49.27		FL, FR	43.10	44.27			
	3	88.4	47.60	49.34		FL, FR	46.40	47.24			
	返1	89.7	45.40	45.70		FL, FR	43.90	45.50			
	2	89.2	46.80	47.64		FL, FR	43.70	43.99			
	3	89.8	48.50	48.72		FL, FR	45.40	46.22			
100	往1	98.4	58.20	60.11	59.75	FL, FR	43.70	43.89	56.47	0.70	94.6
	2	99.4	60.40	61.13		FL, FR	53.20	54.94			
	3	98.8	57.80	59.21		FR	57.90	58.60			
	返1	99.4	55.10	55.77		FL, FR	55.50	56.86			
	2	97.4	56.90	59.98		FL, FR	54.10	54.76			
	3	99.7	61.90	62.27		FL, FR	53.50	56.39			

煞車痕跡長度試驗紀錄表(濕地)

日期	83. 4. 20~21	地點	屏東台22號道路	測試方法	煞車痕跡長度光學測量法						
路面種類	■新鋪~1年 □1年以上	天候	晴雨陰 ↑	環境條件	風速: 5 m/s 以下 溫度: 31.5 ~ 33.8 °C						
路面狀況	□乾 ■溼	路面μ		測試者	劉嘉福						
測試車	Ford Festiva 1.3	測試車重	□滿載 ■輕載	記錄者	鍾日堂、鍾國良						
指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)		平均值 St'	第一鎖死輪距離(m)		L' 平均值	輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)	
			實測值 St	修正值 St'		實測值(L)	修正值(L') (最長煞車距離)				
30	往1	29.7	5.20	5.31	5.09	FL, FR	5.00	5.10	4.67	0.76	90.8
	2	30.6	5.40	5.19		FL, FR	5.30	5.09			
	3	28.8	4.80	5.21		FL, FR	4.20	4.56			
	返1	28.7	4.50	4.92		FL, FR	4.40	4.81			
	2	29.1	4.70	5.00		FL, FR	4.00	4.25			
	3	29.6	4.80	4.93		FL, FR	4.10	4.21			
40	往1	39.7	9.40	9.54	9.05	FL, FR	9.20	9.34	8.2	0.77	90.0
	2	39.6	8.80	8.98		FL, FR	8.20	8.37			
	3	39.2	9.00	9.37		FL, FR	8.50	8.85			
	返1	38.0	8.30	9.20		FL, FR	6.80	7.53			
	2	39.1	8.50	8.90		FL, FR	7.30	7.64			
	3	41.1	8.80	8.34		FL, FR	7.90	7.48			

(續1) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(濕地)

指定 初速度 V (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)				輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)
			實測值 S	修正值 S'	平均值	實測值(L)		修正值(L') (最長煞車距離)	L' 平均值		
						車輪	距離				
50	往 1	49.2	14.70	15.18	14.35	FL, FR	14.10	14.56	12.94	0.76	89.8
	2	48.4	14.10	15.05		FL, FR	12.80	13.66			
	3	47.6	13.20	14.56		FL, FR	11.70	12.91			
	返 1	48.8	13.40	14.07		FL	11.80	12.39			
	2	48.6	13.40	14.18		FL, FR	11.50	12.17			
	3	49.1	12.60	13.07		FL, FR	11.50	11.93			
60	往 1	58.8	21.60	22.49	21.37	FL, FR	20.00	20.82	19.67	0.72	91.8
	2	59.8	21.90	22.05		ALL	19.70	19.83			
	3	58.3	20.80	22.03		ALL	19.20	20.34			
	返 1	58.6	19.80	20.76		FL, FR	18.20	19.08			
	2	61.0	20.30	19.64		FL, FR	18.60	18.00			
	3	57.3	19.40	21.27		FL, FR	18.20	19.96			
70	往 1	70.3	29.70	29.45	29.69	FL, FR	28.30	28.06	28.08	0.69	94.4
	2	70.0	30.80	30.80		FL, FR	29.00	29.00			
	3	67.7	27.70	29.61		FL, FR	26.40	28.22			
	返 1	69.0	29.20	30.05		FL, FR	27.20	27.99			
	2	68.2	28.30	29.81		2F, RL	25.80	27.18			
	3	69.5	28.00	28.40		FL, FR	27.60	28.00			

(續2) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(濕地)

指定 初速度 V (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)					輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)
			實測值 S	修正值 S'	平均值	實測值(L)		修正值(L') (最長煞車胎痕)	L' 平均值			
						車輪	距離					
80	往 1	79.5	38.30	38.78	39.50	FL, FR	37.20	37.67	37.26	0.68	94.2	
	2	79.1	39.50	40.40		FL, FR	36.60	37.44				
	3	79.3	38.90	39.59		FL, FR	36.80	37.45				
	返 1	81.6	40.10	38.54		FL, FR	36.80	35.37				
	2	79.5	38.20	38.68		FL, FR	36.60	37.06				
	3	79.5	40.50	41.01		FL, FR	38.10	38.58				
90	往 1	89.0	53.80	55.02	51.54	FL, FR	52.10	53.28	48.41	0.66	93.8	
	2	90.0	51.10	51.10		FL, FR	46.70	46.70				
	3	89.2	51.90	52.84		FL, FR	47.20	48.05				
	返 1	89.2	48.10	48.97		FL, FR	44.00	44.79				
	2	87.2	47.80	50.92		FL, FR	45.80	48.79				
	3	88.0	48.20	50.42		FL, FR	46.70	48.85				
100	往 1	98.0	66.00	68.72	65.88	FL, FR	64.20	66.85	63.48	0.62	96.3	
	2	98.9	66.60	68.09		FL, FR	65.10	66.56				
	3	100.2	65.00	64.74		FL, FR	63.90	63.65				
	返 1	98.8	64.30	65.87		2F, RL	59.30	60.75				
	2	99.6	63.80	64.31		FL, FR	60.90	61.39				
	3	98.3	61.40	63.54		FL, FR	59.60	61.68				

煞車痕跡長度試驗紀錄表(濕地)

日期	83. 4. 21--22	地點	屏東台22號道路	測試方法	煞車痕跡長度光學測量法						
路面種類	<input checked="" type="checkbox"/> 新鋪～1年 <input type="checkbox"/> 1年以上	天候	晴雨陰 ↑	環境條件	風速：5 m/s 以下 溫度：30.1 ～ 34.2 ℃						
路面狀況	<input type="checkbox"/> 乾 <input checked="" type="checkbox"/> 溼	路面 μ		測試者	劉嘉福						
測試車	Ford Festiva 1.3	測試車重	<input checked="" type="checkbox"/> 重載 <input type="checkbox"/> 輕載	記錄者	鍾日堂、鍾國良						
指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)		平均值	第一鎖死輪距離(m)			輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)	
			實測值 St	修正值 St'		實測值(L)	修正值(L') (最長煞車胎痕)	L' 平均值			
30	往1	31.1	6.50	6.05	5.61	FL, FR	5.30	4.93	4.98	0.71	88.9
	2	30.0	5.40	5.40		FL, FR	4.90	4.90			
	3	29.3	5.30	5.56		FL, FR	4.90	5.14			
	返1	30.8	6.10	5.79		FL, FR	5.30	5.03			
	2	31.1	5.80	5.40		FL, FR	5.30	4.93			
	3	29.0	5.10	5.46		FL, FR	4.60	4.92			
40	往1	39.0	9.20	9.68	9.83	FL, FR	8.60	9.05	8.88	0.71	90.4
	2	39.9	9.50	9.55		FL, FR	9.00	9.05			
	3	38.3	9.40	10.25		FL, FR	8.00	8.73			
	返1	40.0	10.00	10.00		FL, FR	8.60	8.60			
	2	38.9	9.40	9.94		FL, FR	8.50	8.99			
	3	40.1	9.60	9.55		FL, FR	8.90	8.86			

(續1) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(濕地)

指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)				輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)
			實測值 St	修正值 St'	平均值	實測值(L)		修正值(L') (最長煞車距離)	L' 平均值		
						車輪	距 離				
50	往 1	50.1	16.80	16.73	16.55	FL, FR	15.80	15.74	15.41	0.64	93.1
	2	49.5	16.50	16.84		FL, FR	14.50	14.79			
	3	50.1	17.40	17.33		FL, FR	16.10	16.04			
	返 1	50.1	15.90	15.84		FL, FR	14.70	14.64			
	2	49.1	16.10	16.70		FL, FR	15.90	16.49			
	3	49.4	15.50	15.88		FL, FR	14.40	14.75			
60	往 1	60.2	27.60	27.42	26.41	FL, FR	22.10	21.95	22.51	0.63	86.1
	2	59.7	27.40	27.68		FL, FR	22.30	22.52			
	3	59.8	30.40	30.60		FL, FR	21.40	21.54			
	返 1	58.6	23.20	24.32		FL, FR	21.90	22.96			
	2	59.7	23.70	23.94		FL, FR	22.40	22.63			
	3	58.4	23.20	24.49		FL, FR	22.20	23.43			
70	往 1	68.4	34.80	36.45	34.84	FL, FR	34.10	35.71	33.05	0.58	94.9
	2	67.9	33.10	35.18		FL, FR	30.80	32.73			
	3	69.8	34.00	34.20		FL, FR	31.60	31.78			
	返 1	71.0	34.70	33.73		FL, FR	32.70	31.79			
	2	68.3	33.20	34.87		FL, FR	31.80	33.40			
	3	70.0	34.60	34.63		FL, FR	32.90	32.90			

(續2) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(濕地)

指定 初速度 V' (Km/h)	次 數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)				輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)
			實測值 St	修正值 St'	平均值	實測值(L)		修正值(L') (最長煞車距離)	L' 平均值		
						車 輪	距 離				
8 0	往 1	78.0	44.10	46.39	46.32	FL, FR	42.80	45.02	44.47	0.57	96.0
	2	79.6	47.60	48.08		FL, FR	42.60	43.03			
	3	79.1	45.80	46.85		FL, FR	44.90	45.93			
	返 1	79.6	45.40	45.86		FL, FR	44.30	44.75			
	2	80.0	47.20	47.20		FL, FR	45.70	45.70			
	3	80.3	43.90	43.57		FL, FR	42.70	42.38			
9 0	往 1	89.7	60.90	61.31	62.15	FL, FR	57.20	57.58	58.76	0.54	94.6
	2	87.8	63.10	66.30		FL, FR	55.80	58.63			
	3	88.2	60.50	62.99		FL, FR	57.10	59.45			
	返 1	89.7	61.40	61.81		FL, FR	59.70	60.10			
	2	91.6	61.60	59.47		FL, FR	59.70	57.63			
	3	91.0	62.40	61.04		FL, FR	60.50	59.18			
1 0 0	往 1	100.0	80.70	80.70	79.30	FL, FR	78.90	78.90	76.36	0.52	96.3
	2	99.6	80.80	81.45		FL, FR	74.70	75.30			
	3	99.4	81.00	81.98		FL, FR	76.60	77.53			
	返 1	99.6	77.00	76.62		FL	76.80	77.42			
	2	100.0	77.30	77.30		FL, FR	76.50	76.50			
	3	98.4	74.30	76.74		FL, FR	70.20	72.50			

煞車痕跡長度試驗紀錄表(乾地)

日期	83. 5. 12--13	地點	水里集集台16號道路	測試方法	煞車痕跡長度光學測量法						
路面種類	<input type="checkbox"/> 新鋪 ~ 1年 <input checked="" type="checkbox"/> 1年以上	天候	晴 ↑ 雨 陰	環境條件	風速：5 m/s 以下 溫度：28.8 ~ 32.0 °C						
路面狀況	<input checked="" type="checkbox"/> 乾 <input type="checkbox"/> 溼	路面 μ		測試者	劉嘉福						
測試車	Ford Festiva 1.3	測試車重	<input type="checkbox"/> 重載 <input checked="" type="checkbox"/> 輕載	記錄者	鍾日堂、鍾國良						
指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)		總制動距離(m)		第一鎖死輪距離(m)			輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)	
		實測值 St	修正值 St'	平均值	實測值(L) 車輪 距離	修正值(L') (最長煞車胎痕)	L' 平均值				
30	往 1	29.0	4.55	4.86	4.85	FL, FR	3.70	3.96	4.05	0.87	83.5
	2	29.4	4.65	4.84		FL, FR	4.20	4.37			
	3	29.9	4.65	4.68		FL, FR	4.10	4.13			
	返 1	30.0	4.65	4.65		FL, FR	3.90	3.90			
	2	29.1	4.75	5.04		FL, FR	3.80	4.04			
	3	28.8	4.65	5.04		FL, FR	3.60	3.91			
40	往 1	40.9	9.15	8.75	8.38	FL	7.30	6.98	7.07	0.89	84.4
	2	39.4	7.95	8.19		FL	7.20	7.42			
	3	39.8	8.15	8.23		FL, FR	5.70	5.76			
	返 1	39.4	8.45	8.71		FL, FR	7.60	7.83			
	2	39.7	7.95	8.07		FL, FR	7.10	7.21			
	3	41.0	8.75	8.32		FL, FR	7.60	7.23			

(續1) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(乾地)

指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			平均值	第一鎖死輪距離(m)			輪胎與 地面之平均 μ 值	L' / St' (%)
			實測值 St	修正值 St'	實測值 L		修正值(L')	L' 平均值			
									車輪		
50	往 1	48.4	12.35	13.18	13.29	FL, FR	10.40	11.10	11.51	0.86	86.6
	2	47.9	12.25	13.34		FL, FR	10.90	11.88			
	3	48.9	12.45	13.01		FL, FR	11.50	12.02			
	返 1	48.6	12.95	13.70		FL, FR	10.30	10.90			
	2	48.9	12.75	13.33		FL, FR	11.40	11.92			
	3	49.2	12.75	13.16		FL, FR	10.90	11.26			
60	往 1	58.9	17.85	18.52	18.41	FL	15.90	16.50	16.50	0.86	89.6
	2	59.1	17.05	17.57		FL	15.50	15.98			
	3	60.8	19.05	18.55		FL, FR	16.60	16.17			
	返 1	57.6	17.05	18.50		FL, FR	15.50	16.82			
	2	59.1	18.35	18.91		FL	15.90	16.39			
	3	61.0	19.05	18.43		FL, FR	17.70	17.12			
70	往 1	68.9	24.45	25.23	24.42	FL, FR	22.70	23.43	21.43	0.90	87.6
	2	68.8	23.15	23.96		FL	20.20	20.91			
	3	69.4	22.95	23.34		FL	19.00	19.33			
	返 1	70.2	24.95	24.80		FL, FR	21.20	21.08			
	2	69.5	24.65	25.00		FL	21.30	21.61			
	3	67.6	22.55	24.18		FL	20.70	22.20			

(續2) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(乾地)

指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)					輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)
			實測值 St	修正值 St'	平均值	實測值(L)			修正值(L') (最長煞車距離)	L' 平均值		
						車輪	距離					
80	往 1	78.0	30.15	31.71	32.09	FL	28.70	30.19	28.85	0.87	89.9	
	2	79.7	31.85	32.09		FL, FR	28.70	28.92				
	3	79.5	30.65	31.03		FL	27.40	27.75				
	返 1	79.0	32.25	33.07		FL, FR	27.30	28.00				
	2	77.4	30.65	32.74		FL, FR	28.20	30.13				
	3	78.8	30.95	31.90		FL, FR	27.30	28.14				
90	往 1	88.5	39.75	41.10	41.38	FL, FR	35.90	37.13	37.62	0.85	90.9	
	2	88.4	39.15	40.58		FL, FR	36.70	38.04				
	3	87.2	38.65	41.17		FL, FR	35.90	38.24				
	返 1	88.1	39.85	41.58		FL, FR	34.90	36.42				
	2	88.4	40.75	42.23		FL, FR	36.00	37.31				
	3	88.6	40.35	41.35		FL, FR	37.40	38.59				
100	往 1	98.7	48.15	49.42	49.76	FL, FR	43.60	44.76	45.59	0.86	91.6	
	2	97.6	47.45	49.81		FL	44.60	46.82				
	3	98.8	47.65	48.81		FL, FR	43.60	44.67				
	返 1	98.5	48.55	50.04		FL, FR	44.70	46.07				
	2	97.8	48.15	50.34		FL, FR	43.50	45.48				
	3	98.3	48.45	50.14		FL, FR	44.20	45.74				

煞車痕跡長度試驗紀錄表(乾地)

日 期	83. 5. 17--25	地 點	水里集集台16號道路	測試方法	煞車痕跡長度光學測量法						
路面種類	<input type="checkbox"/> 新鋪 ~ 1年 <input checked="" type="checkbox"/> 1年以上	天 候	晴 ↑ 雨 陰	環境條件	風速: 5 m/s 以下 溫度: 29.8 ~ 32.2 °C						
路面狀況	<input checked="" type="checkbox"/> 乾 <input type="checkbox"/> 溼	路面 μ		測 試 者	劉嘉福						
測 試 車	Ford Festiva 1.3	測試車重	<input checked="" type="checkbox"/> 重載 <input type="checkbox"/> 輕載	記 錄 者	鍾日堂、鍾國良						
指 定 初速度 V' (Km/h)	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)			輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)		
		實測值 St	修正值 St'	平均值	實測值(L)		修正值(L') (最長煞車胎痕)				
3 0	往 1	29.4	5.30	5.52	5.59	FL	4.50	4.69	4.78	0.74	85.4
	2	29.6	5.30	5.45		FL	4.10	4.21			
	3	29.3	5.50	5.77		FL, FR	4.70	4.93			
	返 1	29.6	5.70	5.86		FL	5.40	5.55			
	2	30.2	5.20	5.13		FL, FR	4.50	4.44			
	3	29.5	5.60	5.80		FL, FR	4.70	4.86			
4 0	往 1	40.7	9.40	9.08	9.70	FL	8.00	7.73	8.43	0.75	86.8
	2	38.0	8.50	9.42		FL	7.20	7.98			
	3	39.2	9.40	9.79		FR	7.70	8.02			
	返 1	41.9	10.90	9.94		FL	10.00	9.12			
	2	40.1	10.00	9.96		FL, FR	9.30	9.26			
	3	39.4	9.70	10.00		FL, FR	8.20	8.46			

(續1) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(乾地)

指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			平均值	第一鎖死輪距離(m)				輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)
			實測值 St	修正值 St'	實測值 (L)		修正值(L') (最長煞車距離)	L' 平均值				
								車輪	距 離			
50	往 1	50.2	14.70	14.59	15.32	FL, FR	13.60	13.50	13.87	0.71	90.5	
	2	49.6	15.60	15.86		FL, FR	13.90	14.13				
	3	50.5	15.50	15.20		FL, FR	14.20	13.93				
	返 1	48.8	15.10	15.86		FL, FR	13.10	13.76				
	2	50.4	15.50	15.26		FL, FR	14.20	13.98				
	3	50.7	15.60	15.18		FL, FR	14.30	13.91				
60	往 1	59.2	21.60	22.20	22.16	FL	19.20	19.73	20.27	0.70	91.4	
	2	59.0	21.10	21.83		FL, FR	18.60	19.24				
	3	60.6	22.10	21.67		FL, FR	20.50	20.10				
	返 1	59.6	22.70	23.01		FL, FR	21.10	21.39				
	2	59.5	22.00	22.38		FR	20.50	20.85				
	3	60.6	22.30	21.87		FL, FR	20.70	20.30				
70	往 1	69.4	29.10	29.61	30.10	FL	27.10	27.58	27.83	0.69	92.4	
	2	69.8	30.50	30.68		FLR	27.40	27.57				
	3	69.8	29.50	29.68		FL, FR	27.50	27.67				
	返 1	68.2	28.80	30.35		FL, FR	26.20	27.61				
	2	69.2	30.60	31.32		FL, FR	28.70	29.38				
	3	70.4	29.30	28.98		FL, FR	27.50	27.20				

(續2) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(乾地)

指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)				輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)
			實測值 St	修正值 St'	平均值	實測值(L)		修正值(L') (最長煞車距離)	L' 平均值		
						車輪	距離				
80	往 1	79.4	38.30	38.89	38.42	FL	36.20	36.72	36.52	0.69	95.0
	2	79.9	38.90	39.01		FL	37.73	37.40			
	3	80.5	38.00	37.54		FL	34.30	33.88			
	返 1	77.1	36.40	39.20		FL, FR	29.10	38.23			
	2	80.5	37.40	36.95		FL	33.50	36.06			
	3	78.5	37.50	38.96		FL	35.40	36.78			
90	往 1	90.6	45.50	44.91	47.86	FL	43.30	42.74	45.00	0.71	94.0
	2	88.8	47.40	48.70		FL	44.80	46.03			
	3	90.9	48.30	47.36		FL	46.00	45.10			
	返 1	90.0	48.10	48.11		FL	44.00	44.01			
	2	90.2	49.00	48.79		FL, FR	46.40	46.20			
	3	90.3	49.60	49.28		FL, FR	46.20	45.90			
100	往 1	99.7	60.30	60.68	59.89	FL, FR	58.00	58.36	56.77	0.69	94.7
	2	99.7	60.20	60.57		FL, FR	57.60	57.96			
	3	100.1	60.20	60.09		FL, FR	58.00	57.90			
	返 1	98.8	58.60	60.04		FL, FR	55.60	56.97			
	2	99.9	58.90	59.03		FL	53.80	53.92			
	3	99.9	58.80	58.93		FL	55.40	55.52			

煞車痕跡長度試驗紀錄表(濕地)

日期	83. 5. 11--12		地點	水里集集台16號道路		測試方法	煞車痕跡長度光學測量法				
路面種類	<input type="checkbox"/> 新鋪～1年 <input checked="" type="checkbox"/> 1年以上		天候	晴	雨 ↑	陰	環境條件	風速：5 m/s 以下 溫度：28.0 ～ 30.0 ℃			
路面狀況	<input type="checkbox"/> 乾 <input checked="" type="checkbox"/> 溼		路面 μ				測試者	劉嘉禧			
測試車	Ford Festiva 1.3		測試車重	<input type="checkbox"/> 重載 <input checked="" type="checkbox"/> 輕載			記錄者	鍾日堂、鍾國良			
指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)					
			實測值 St	修正值 St'	平均值	實測值(L) 車輪距離		修正值(L') (最長煞車胎痕)	L' 平均值		
30	往 1	29.3	4.70	4.94	4.77	FL, FR	3.90	4.09	4.05	0.87	85.0
	2	29.3	4.40	4.62		FL	4.30	4.51			
	3	31.5	5.00	4.54		FL, FR	4.40	3.99			
	返 1	30.5	4.60	4.46		FL, FR	3.70	3.58			
	2	31.1	5.20	4.85		FL, FR	4.60	4.28			
	3	31.5	5.80	5.27		FL, FR	4.20	3.81			
40	往 1	39.6	8.00	8.17	7.96	FL, FR	6.60	6.74	7.02	0.90	88.2
	2	39.4	7.30	7.54		FL	6.50	6.70			
	3	40.0	8.00	8.01		FL, FR	7.30	7.30			
	返 1	39.3	8.30	8.61		FL	7.50	7.77			
	2	40.5	7.80	7.62		FL, FR	6.80	6.64			
	3	40.9	8.20	7.85		FL, FR	7.30	6.99			

(續1) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(濕地)

指定 初速度 V' (Km/h)	次 數	實測 初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)				輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)
			實測值 St	修正值 St'	平 均 值	實測值(L)		修正值(L') (最長煞車距離)	L' 平均值		
						車 輪	距 離				
5 0	往 1	47.6	12.10	13.37	13.23	FL	11.70	12.92	12.12	0.81	91.7
	2	49.7	12.90	13.07		FL	12.80	12.96			
	3	49.6	12.70	12.92		FL, FR	11.60	11.79			
	返 1	50.4	13.20	13.01		FL, FR	11.60	11.42			
	2	49.0	13.20	13.76		FL	11.20	11.67			
	3	49.2	12.90	13.34		FL, FR	11.60	11.99			
6 0	往 1	59.9	17.50	17.58	18.53	FL, FR	16.00	16.06	16.75	0.85	90.4
	2	60.1	18.90	18.86		FL	17.70	17.65			
	3	58.3	17.10	18.13		FL	15.00	15.89			
	返 1	58.5	18.10	19.06		FL	16.50	17.36			
	2	60.3	18.90	18.73		FL, FR	17.20	17.03			
	3	58.3	17.80	18.87		FL	15.60	16.53			
7 0	往 1	69.0	25.40	26.16	25.99	FL, FR	21.80	22.44	23.77	0.81	91.5
	2	68.1	24.30	25.70		FL, FR	22.30	23.57			
	3	68.7	24.50	25.46		FL	22.40	23.26			
	返 1	69.0	24.80	25.55		FL	23.70	24.40			
	2	68.7	25.50	26.50		FL, FR	22.80	23.68			
	3	68.5	25.50	26.65		FL	24.20	25.28			

(續2) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(濕地)

指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)				輪胎與 地面平均 μ 值	L' / St' (%)
			實測值 St	修正值 St'	平均值	實測值(L)		修正值(L') (最長煞車距離)	L' 平均值		
						車輪	距 離				
8 0	往 1	80.2	32.90	32.76	33.95	FL, FR	30.60	30.46	30.64	0.82	90.3
	2	80.7	36.50	35.90		FL, FR	31.10	30.57			
	3	78.2	32.70	34.25		FL, FR	28.80	30.15			
	返 1	78.8	33.30	34.35		FL	29.90	30.83			
	2	80.5	33.30	32.91		FL, FR	30.90	30.52			
	3	80.0	33.60	33.63		FL	31.30	31.30			
9 0	往 1	88.6	41.00	42.33	43.39	FL, FR	37.70	38.91	41.08	0.78	94.7
	2	89.5	43.10	43.61		FL, FR	39.80	40.25			
	3	87.4	39.50	41.91		FL, FR	38.00	40.30			
	返 1	89.6	43.40	43.82		FL, FR	41.90	42.28			
	2	88.1	42.60	44.49		FL	41.90	43.74			
	3	88.8	43.10	44.30		FL, FR	39.90	40.99			
1 0 0	往 1	100.1	49.90	49.83	53.01	FL, FR	48.00	47.91	50.73	0.78	95.7
	2	97.8	50.30	52.62		FL, FR	46.60	48.73			
	3	99.0	50.10	51.15		FL	49.10	50.11			
	返 1	98.2	52.60	54.58		FL	50.60	52.48			
	2	98.4	53.20	54.98		FL, FR	50.60	52.27			
	3	98.7	53.60	55.05		FL, FR	51.50	52.88			

煞車痕跡長度試驗紀錄表(濕地)

日期	83. 5. 18--24	地點	水里集集台16號道路	測試方法	煞車痕跡長度光學測量法					
路面種類	<input type="checkbox"/> 新鋪 ~ 1年 <input checked="" type="checkbox"/> 1年以上	天候	晴 ↑ 雨 ↑ 陰	環境條件	風速: 5 m/s 以下 溫度: 29.0 ~ 34.0 °C					
路面狀況	<input type="checkbox"/> 乾 <input checked="" type="checkbox"/> 溼	路面 μ		測試者	劉嘉福					
測試車	Ford Festiva 1.3	測試車重	<input checked="" type="checkbox"/> 重載 <input type="checkbox"/> 輕載	記錄者	鍾日堂、鍾國良					
指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)		總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)		輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)
		St	修正值 St'	平均值	實測值(L)		修正值(L') (最長煞車胎痕)	L' 平均值		
30	往 1	30.4	4.88	5.15	車輪	距離	修正值(L') (最長煞車胎痕)	4.61	0.77	89.4
	2	29.9	4.84		FL, FR	4.30	4.19			
	3	29.6	4.94		FL, FR	4.30	4.33			
	返 1	29.7	5.31		FL, FR	4.20	4.32			
	2	29.2	5.60		FL, FR	4.90	5.01			
	3	29.9	5.34		FL, FR	4.90	5.18			
40	往 1	40.4	9.22	9.47	FL, FR	4.60	4.64	8.57	0.73	90.4
	2	39.9	8.85		FL, FR	8.60	8.44			
	3	40.3	9.27		FL, FR	7.50	7.55			
	返 1	39.2	9.90		FL, FR	8.70	8.58			
	2	39.3	9.75		FL	9.00	9.38			
	3	39.4	9.80		FL, FR	8.60	8.92			

(續1) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(濕地)

指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)				輪胎與 地面間 之平均 μ 值	L' / St' (%)
			實測值 St	修正值 St'	平均值	實測值(L)		修正值(L') (最長煞車距離)	L' 平均值		
						車輪	距 離				
5 0	往 1	50. 8	14. 10	13. 67	14. 92	FL, FR	12. 70	12. 31	13. 68	0. 72	91. 7
	2	49. 9	14. 00	14. 07		FL, FR	12. 60	12. 66			
	3	49. 2	14. 10	14. 57		FL	13. 50	13. 95			
	返 1	49. 3	15. 10	15. 54		FL, FR	14. 30	14. 72			
	2	48. 9	15. 20	15. 90		FL	13. 70	14. 34			
	3	49. 3	15. 30	15. 75		FL, FR	13. 70	14. 10			
6 0	往 1	59. 1	21. 10	21. 76	22. 31	FL, FR	19. 20	19. 80	20. 75	0. 68	93. 0
	2	60. 0	20. 90	20. 91		FL	19. 40	19. 40			
	3	58. 9	21. 30	22. 12		FL, FR	19. 50	20. 25			
	返 1	60. 0	23. 20	22. 76		FL, FR	21. 70	21. 29			
	2	59. 4	22. 00	22. 46		FL, FR	21. 00	21. 44			
	3	59. 7	23. 60	23. 85		FL	22. 10	22. 34			
7 0	往 1	69. 0	30. 70	31. 61	32. 17	FL	29. 10	29. 97	30. 57	0. 63	95. 0
	2	70. 5	31. 70	31. 27		FL, FR	30. 20	29. 79			
	3	71. 1	32. 60	31. 62		FL, FR	30. 70	29. 77			
	返 1	71. 8	34. 20	32. 52		FL, FR	32. 30	30. 72			
	2	70. 9	34. 00	33. 16		FL	32. 70	31. 89			
	3	70. 6	33. 40	32. 85		FL, FR	31. 80	31. 28			

(續2) 煞車痕跡長度試驗紀錄表(濕地)

指定 初速度 V' (Km/h)	次數	實測初速度 V (Km/h)	總制動距離(m)			第一鎖死輪距離(m)				輪胎與 地面之平均 μ 值	L' / St' (%)
			實測值 St	修正值 St'	平均值	實測值(L)		修正值(L') (最長煞車距離)	L' 平均值		
						車輪	距 離				
80	往 1	78.3	40.70	42.51	43.79	FL, FR	38.10	39.79	41.05	0.61	93.7
	2	79.7	42.50	42.84		FL, FR	40.30	40.62			
	3	80.2	44.10	43.90		FL, FR	40.70	40.52			
	返 1	80.5	45.60	45.06		FL, FR	43.00	42.49			
	2	79.5	43.40	43.97		FL	39.90	40.42			
	3	79.7	44.10	44.45		FL, FR	42.10	42.44			
90	往 1	90.9	56.40	55.31	56.74	FL	54.10	53.06	52.25	0.61	92.0
	2	88.8	55.60	57.14		FL, FR	52.50	53.95			
	3	90.3	55.30	54.96		FL, FR	52.80	52.47			
	返 1	89.5	58.00	58.68		FL, FR	55.80	56.45			
	2	89.2	57.10	58.15		FL, FR	54.10	55.10			
	3	90.1	56.30	56.20		FL, FR	42.10	42.44			
100	往 1	97.4	71.20	75.08	71.99	FL, FR	66.60	70.23	68.60	0.57	95.3
	2	101.3	73.70	71.85		FL, FR	70.80	69.02			
	3	101.0	71.30	69.92		FL, FR	68.80	67.47			
	返 1	99.0	71.10	72.57		FL, FR	67.60	69.00			
	2	99.9	70.50	70.67		FL, FR	67.80	67.96			
	3	98.3	69.40	71.85		FL, FR	65.60	67.92			

附錄六、本研究歷次諮詢委員會會議紀錄

「我國汽車煞車距離與行車速度之檢討修正研究與測試」計畫說明會會議紀錄

一、日期：民國八十三年元月二十日（星期四）下午二時卅分

二、地點：本所六樓會議室

三、主持人：林組長大煜

記錄：田養民

四、出席（列）席單位及人員：

台灣區車輛工業同業公會

裕隆汽車製造股份有限公司

中華汽車工業股份有限公司

福特六和汽車股份有限公司

國瑞汽車工業股份有限公司

三陽工業股份有限公司

楊鳳山

陳清更 黃春正

楊榮信

江昌祺 羅双連

羽田機械股份有限公司

三富汽車工業股份有限公司

大慶汽車工業股份有限公司

太子汽車工業股份有限公司

國產汽車股份有限公司

財團法人車輛研究測試中心

本所運安組相關同仁

翁嘉猷

蔡慶秋 莊國之 吳丹 翁嘉猷

甘榮 劉韻珠

五、主席報告：（略）

六、合辦單位報告：財團法人車輛研究測試中心計畫說明簡報（略）。

七、結論：

（一）請合辦單位財團法人車輛研究測試中心將測試車輛車況調查資料速送各公司填報。

（二）請具有提供測試車輛意願之單位於三日內將填報資料傳真本所（FAX: (02) 5450429）。

以利作業。

「我國汽車煞車距離與行車速度之檢討修正研究與測試」計畫第一次諮詢委員會會議紀錄

一、時間：83年4月16日（星期六）上午九時三十分

二、地點：本所六樓會議室

三、主持人：張所長家祝

四、出席（列席）席單位及人員：

交通大學張教授新立

成功大學丁教授國樑

中央警官學校王教授文麟

交通部路政司陳司長鈺雄

道安委員會陳組長子儀

內政部警政署交通組陳組長振遠

台灣省政府交通處道安組范主任植谷

紀錄：田養民

張新立

丁國樑
(請假)

王教授

陳子儀
劉正平
代
(請假)

(一)

台灣省車輛行車事故覆議鑑定委員會張總幹事漢威

台北市交通局第四科林科長文淵

高雄市監理處曾股長秋蔭

中華民國消費者文教基金會郭守穗先生

中華民國汽車安全協會簡義清先生

福特六和汽車股份有限公司翁經理玉貴

三聯企業股份有限公司林董事長榮渠

高速公路局中區工程處劉工程師先棣

財團法人車輛研究測試中心

本所運輸安全組

陳榮渠
林大燦

張漢威

林文淵

(請假)

郭守穗

簡義清

楊明立代

林榮渠

劉先棣

齊慶秋 領口章

陳國華

- 五、主席報告：（略）
- 六、主辦單位報告計畫緣起與目的。（林組長大煜報告，略）
- 七、高速公路局報告路面摩擦係數量測使用1270型路面抗滑儀之測試方法。（劉工程司先楙報告，略）。
- 八、車輛研究測中心報告模擬測試方法與內容。（廖副理慶秋報告，略）。
- 九、綜合討論：（略）。
- 十、主席裁示：
 - （一）本計畫所須之資料庫龐大，非短時間內或單項的研究計畫可滿足所有的需求，各委員提出之問題，將彙整成本研究計畫探討之重要課題。
 - （二）未來可考慮以不同之煞車系統、車種、路面或輪胎等進行分類測試，本所運安組應有完整之規劃。
 - （三）高公局抗滑儀測量 S_n 值換算成摩擦係數，在本研究計畫是用於路面分類的分法，在未來可考慮發展為重要的修正參考因素。
- 四本研究計畫中參數之影響差異性極大，應儘量控制以測得較能反應實際之煞車距離為目的。
- （四）為求安全因素考量及實際作業之認定問題，測試車速以每小時100公里為最高車速暫不提昇，同時實車測試過程中，試車員保險、交通管制等相關作業應特別謹慎規劃並注意各項安全問題。
- （六）測試過程中要有完整之錄影及紀錄，將來在研究計畫完成後，將是重要的佐證說明資料，請財團法人車輛研究測試中心加以配合並要達到畫面清晰度及穩定性之要求。
- （七）對於福特六和汽車股份有限公司提供測試車輛之事，請與會代表楊明立先生代向貴公司有關人員轉達感謝之意。

「我國汽車煞車距離與行車速度之檢討修正研究與測試」計畫
期中報告暨第二次諮詢委員會會議紀錄

一、時間：83年6月6日（星期一）上午十時正

二、地點：本所六樓會議室

三、主持人：林組長大煜

林大煜

四、出席（列席）席單位及人員：

紀錄：田養民

交通大學張教授新立

成功大學丁教授國樑

中央警官學校王教授文麟

交通部路政司林技正村基

道安委員會陳組長子儀

內政部警政署交通組陳組長振遠

台灣省政府交通處道安組范主任植谷

（請假）

（請假）

（請假）

林村基

陳子儀

陳振遠

（請假）

台灣省車輛行車事故覆議鑑定委員會張總幹事漢威

台北市交通局第四科林科長文淵

高雄市監理處曾股長秋蔭

中華民國消費者文教基金會郭守穗先生

中華民國汽車安全協會簡義清先生

福特六和汽車股份有限公司翁經理玉貴

三聯企業股份有限公司林董事長榮渠

高速公路局中區工程處劉工程師先棣

財團法人車輛研究測試中心

本所運輸安全組

張漢威

林文淵

曾秋蔭

郭守穗

(請假)

(請假)

林榮渠

劉先棣

劉秋蔭

劉韻珠

林文淵

張漢威

五、主席報告：（略）。

六、高速公路局中區工程處報告抗滑儀測試結果：（劉工程師先棟報告，略）。

七、車輛研測中心報告煞車距離實車測試結果：（廖副理慶秋報告，略）。

八、綜合討論：（略）。

九、主席裁示：

（一）請高公局中工處提供其他路段抗滑測試數據及道路狀況資料以供本計畫做為分析比對，於將來調查方面應有相當參考價值。

（二）抗滑儀測試之 μ 值應可換算為摩擦係數，請車輛研測中心整理建立兩者之關係公式，以配合高公局中工處提供之資料相互運用。

（三）由測試結果得知南投測試地點之路況較屏東為佳，故本計畫中摩擦係數應為路面分類之主要參考因素，請車輛研測中心可考慮將南投路況等級重新調整，且將來路面分類亦可考慮以摩擦係數為主，使用狀況與年限為輔。

（四）對於測試車輛輕、滿載之附載狀況與輕、重踩煞車呈現之制動力，本計畫所根據之ONS標準於報告中請詳細說明，並請車輛研測中心研究分別探討各該二者之平均值與比例關係，將來或可採單一對照表模式，而將不同狀況之數據另列於附錄部分，以供鑑定單位彈性使用。

(五) 請車輛研測中心將本計畫之測試地點路況與測試車輛車況及煞車系統於報告中說明，以做為決定將來補充調查之依據。

(六) 必要之補充調查，請車輛研測中心針對資料分析後研提建議。

(七) 請車輛研測中心可考慮對於附載減半(200kg) 是否可由輕載與滿載(400kg)兩者之內插求得。

(八) 本表因尚有多種測試狀況須進行採樣以臻完整，故目前並非公布之適當時機。

(九) 請車輛研測中心規劃本表將來分期可進行與完成之程度，而尚有欠缺之部分如車種、路況、煞車系統、等項目請於系統規劃，加以詳估後為本計畫後續研究之參考。

「我國汽車煞車距離與行車速度之檢討修正研究與測試」計畫
期末報告暨第三次諮詢委員會會議紀錄

一、時間：83年6月23日（星期四）上午九時卅分

二、地點：本所六樓會議室

三、主持人：張所長家祝

四、出席（列席）席單位及人員：

交通大學張教授新立

成功大學丁教授國樑

中央警官學校王教授文麟

交通部路政司黃司長德治

林技正村基

道安委員會陳組長子儀

內政部警政署交通組陳組長振浩

記錄：田養民

張新立

請假（已提審查意見書回國）

請假

黃德治

林村基

請假

劉正吉代

(一)

台灣省政府交通處道安組范主任植谷

台灣省車輛行車事故鑑議鑑定委員會張總幹事漢威

台北市交通局第四科林科長文淵

高雄市監理處曾股長秋蔭

中華民國消費者文教基金會郭守穗先生

中華民國汽車安全協會簡義清先生

福特六和汽車股份有限公司翁經理玉貴

三聯企業股份有限公司林董事長榮渠

高速公路局中區工程處劉工程師先棣

財團法人車輛研究測試中心

本所運輸安全組

林文淵

范植谷

張漢威

林文淵

請假

郭守穗

簡義清

翁玉貴

請假

劉先棣

林文淵

劉韻珠

黃顯

鍾朝

五、主席致詞。(略)

六、頒贈感謝獎牌。(受獎單位：福特六和汽車股份有限公司)

七、財團法人車輛研究測試中心期末報告。(廖副理慶秋報告，略)

八、綜合討論：(略)。

九、主席結論：

(一) 感謝諸位諮詢委員三次會議以來對本研究計畫所提之寶貴意見，將由本所彙整參考運用。

(二) 影響本研究計畫之參數很多，包含車輛、速度、環境、路面等因素，希望能找出重要之參考因素並予控制。

(三) 以目前有限之人力、物力、及時間因素，本研究成果針對特別重要之控制因素要有完整的考慮或結論，以供鑑定單位參考運用。

(四) 後續研究試驗由運安組與鑑定單位交換意見，以謹慎評估補充研究之試驗範圍與方向。

(五) 感謝財團法人車輛研究測試中心，於本計畫不辭辛勞完成煞車距離實車測試部分，在此表示感謝之意。