

市區道路鋪面養護管理系統 建立之研究



交通部運輸研究所

中華民國八十一年十一月

交通部運輸研究所出版品摘要表

出版品名稱 中文：市區道路鋪面養護管理系統建立之研究 外文：A Study on the Development of City Pavement Maintenance and Management System			
國際標準書號（或叢刊號）	行政機關出版品統一編號 009104810445	運輸研究所出版品編號 81-47-219	
研究方式 <input type="checkbox"/> 自行辦理 — 主辦單位： <input type="checkbox"/> 合作辦理 — 合作研究單位： <input checked="" type="checkbox"/> 委託辦理 — 委託研究單位：國立台灣大學土木工程學研究所			研究期間 自 80 年 6 月 至 81 年 5 月
本所計畫 主持人：侯和雄 研究人員：傅耀南 陳茂南 曾志煌	合作研究單位： 計畫主持人： 研究人員： 地址： 聯絡電話：	委託研究單位： 計畫主持人：周家蓓 研究人員：劉瑞麟 趙懿德 地址：台北市羅斯福路四段 一號 聯絡電話：(02) 3625920	
關鍵詞：市區道路，路面養護管理系統，路面管理系統，路面破壞調查，路面儀器調查。			
摘要：本研究為「市區道路鋪面養護管理系統建立之研究」三期計畫之第一期，其目的在逐步建立屬於市區道路特有之養護管理系統。首先進行系統整體架構之建立，並同時對各地方養工單位之作業現況實地訪談瞭解，其次針對路面破壞調查系統與路面儀器調查系統之內容進行研究，最後並依以本期研究之心得建議本系統未來發展之程序。			
出版日期	頁數	工本費	本出版品取得方式
81 年 10 月	158	230	凡屬機密性出版品均不對外公開。凡屬一般性出版品，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"/> 承辦單位視情況辦理解密） <input checked="" type="checkbox"/> 一般			
備註：本報告書內容不代表交通部意見			

目 錄

目錄	.....	I
圖目錄	.....	IV
表目錄	.....	VI
第一章 緒論	.....	1
1 · 1 研究緣起	.....	1
1 · 2 研究目的和內容	.....	2
1 · 3 研究方法與步驟	.....	3
1 · 4 研究流程	.....	5
1 · 5 本年度研究內容與步驟	.....	5
1 · 6 本年度研究甘梯圖	.....	8
第二章 文獻回顧	.....	9
2 · 1 路面管理系統簡介	.....	9
2 · 1 · 1 路面管理系統源起	.....	9
2 · 1 · 2 路面管理系統的架構	.....	10
2 · 1 · 3 路面管理系統之重要性	.....	12
2 · 1 · 4 路面管理系統觀念	.....	13
2 · 1 · 5 路面管理系統應用介紹	.....	14
2 · 2 路面養護管理系統簡介	.....	18
2 · 2 · 1 台灣區高速公路路面養護管理系統架構	..	23
2 · 2 · 2 台灣區高速公路路面養護管理系統內容	..	23
2 · 3 路面績效評估模式	.....	26
2 · 3 · 1 路面破壞指標	.....	26
2 · 3 · 2 路面績效指標	.....	29

第三章	養護現況分析	33
3 · 1	市區道路系統界定	33
3 · 1 · 1	市區道路定義	33
3 · 1 · 2	市區道路系統分類	34
3 · 2	路網範圍界定	35
3 · 2 · 1	道路功能性分類特性	35
3 · 2 · 2	道路功能分類準則	37
3 · 3	路面結構與材料	38
3 · 3 · 1	路面結構與材料特性	38
3 · 3 · 2	路面材料簡介	43
3 · 4	現行路面厚度設計方法分析	43
3 · 4 · 1	現行路面厚度設計方法簡介	43
3 · 4 · 2	現行路面厚度設計方法分析	55
3 · 5	現行路面養護作業現況分析	59
第四章	系統架構建立	65
4 · 1	系統架構	65
4 · 2	路面調查系統	65
4 · 3	路面評估系統	68
4 · 4	路面分析系統	69
4 · 5	路面養護規劃系統	70
4 · 6	路面設計系統	70
4 · 7	圖形化系統	70
4 · 8	資料庫管理系統	71
4 · 9	研究發展與人員訓練系統	71
4 · 10	系統發展計劃	71
第五章	路面破壞調查	73
5 · 1	路面破壞	73

5 · 2	路面破壞調查項目	78
5 · 3	路面破壞調查方法	80
5 · 4	路面破壞調查內容	83
第六章	路面儀器調查	85
6 · 1	路面糙度調查系統	86
6 · 2	路面撓度調查系統	94
6 · 2 · 1	靜力撓度	95
6 · 2 · 2	穩態撓度	97
6 · 2 · 3	衝擊荷重反應	102
6 · 3	路面抗滑值調查系統	103
第七章	圖形化方法之建立	109
7 · 1	圖形化之意義	109
7 · 2	地理資訊系統與路面（養護）管理系統 之關係	110
7 · 2 · 1	GIS 二套系統 —— ARC / INFO與Trans CAD	110
7 · 2 · 2	地理資訊系統與路面（養護） 管理系統之關係	112
7 · 2 · 3	地理資訊系統應用於路面（養護） 管理系統之程序	114
7 · 3	階段性架構與功能說明	116
第八章	結論與建議	117
參考文獻		121
附錄一	路面破壞調查手冊	125

附錄二 訪談記錄	139
新莊市公所工務課訪談記錄	139
台灣省住都局道北隊訪談記錄	140
基隆市政府工務局工程隊訪談記錄	141
台北市政府工務局養護工程隊訪談記錄	143
台中市政府工務局養護工程課訪談記錄	147
台南市政府工務局養護工程課訪談記錄	150
新竹市政府、嘉義市政府工務局養工單位綜合訪談	152

附錄三 路面調查儀器使用調查結果	155
臺灣省公路局材料試驗所	155
高速公路局中區工程處	156
臺灣省住都局	156
台北市政府工務局	157
高雄市政府工務局	157

圖目錄

圖 1-1 研究流程圖	6
圖 1-2 本年度研究流程圖	7
圖 2-1 路面管理系統主要架構圖	11
圖 2-2 網路式路面管理系統活動	15
圖 2-3 單一路段式路面管理系統活動	16
圖 2-4 亞歷桑納州路面管理系統流程圖	19
圖 2-5 堪薩斯州路面管理系統工具與方法圖	20
圖 2-6 路面養護管理系統基本功能架構圖	21
圖 2-7 路面養護管理系統工作時程安排圖	22
圖 2-8 台灣區高速公路路面養護管理系統架構圖	24

圖 3-1	道路系統服務機能圖	36
圖 3-2	柔性路面結構示意圖	42
圖 3-3	剛性路面結構示意圖	42
圖 3-4	土壤分類指數圖解法圖	48
圖 3-5	根據路基土壤 CBR 值之瀝青路面結構物 厚度設計圖	50
圖 3-6	根據路基土壤 R 值之瀝青路面結構物 厚度設計圖	51
圖 3-7	交通量分析圖	53
圖 3-8	小客車及小型貨車之每日交通當量時 INT 小於 10 之調整圖	54
圖 3-9	在未處理之底層上之瀝青混凝土路面最小厚度圖 ..	57
圖 4-1	市區道路路面養護管理系統圖	66
圖 4-2	一般道路路面養護管理系統圖	67
圖 6-1	美國公路局糙度儀	88
圖 6-2	克勞剖面儀	88
圖 6-3	簡易直規	90
圖 6-4	滾動直規—高低平坦儀	90
圖 6-5	路錶儀	93
圖 6-6	PCA 路錶	93
圖 6-7	彭柯曼樑外觀	96
圖 6-8	動力撓度儀試驗情形	99
圖 6-9	動力撓度儀之外觀	99
圖 6-10	動力撓度儀法測得之撓度示意圖	100
圖 6-11	Road Rator 之外觀	101
圖 6-12	落重撓度儀試驗情形	104
圖 6-13	落重撓度儀原理示意圖	104
圖 6-14	落重撓度儀原理示意圖	105
圖 6-15	英國擺式摩擦測試	106
圖 7-1	圖形化架構圖	110

表目錄

表 1.1	本年度研究時程表	8
表 3.1	道路系統劃分基礎標準表	36
表 3.2	市區道路分類準則表	39
表 3.3	美國瀝青學會之GI法瀝青路面設計總厚度表	45
表 3.4	美國瀝青學會之GI法瀝青路面設計總厚度表	46
表 3.5	土壤分類指數法交通量分類表	47
表 3.6	全厚瀝青混凝土路面最小厚度值表	56
表 3.7	可折算瀝青混凝土之未處理底層材料之分類表	56
表 5.1	路面破壞項目表	84
表 6.1	動力撓度儀法觀測撓度準則	110

第一章 緒論

1. 1 研究緣起

在眾多公共建設中，交通建設一向為政府大力投資之重點，其受重視之程度，可由近年來各重大經建計畫所涵蓋之內容窺出。然對網路稠密、負運輸重任之市區道路系統，主管當局僅能以其爭取到之有限經費，進行某種程度之維修，冀以維持道路之行車水準。長久以來，由於缺乏客觀之道路服務能力評估標準及結構強度實測數據，以致主管當局在每年之預算編列與爭取上，難獲可靠有力之依據。除此之外，更因無法全面性的掌握所轄範圍內道路系統之現況，導致維修工作之進行，難以設定輕、重、緩、急之優先順序，因而更難將有限之經費做最有效之運用。

同樣地在歐美各國，其稠密的道路網路大致已於80年代末期建設完成，目前所面臨的難題即是如何將此路網納入一較為科學化、系統化的管理系統之內，使其對於路網內之道路能在一可靠又客觀的評審制度之下，均能維持一定的服務水準；而不是當道路已出現嚴重損壞且不堪使用之時，方才緊急修補。為達此目的，路面管理系統(Pavement Management System, PMS)之理論和實務乃應運而興盛，此系統目前正由美國聯邦公路總署 (FHWA)大力推動。

最簡明的路面管理系統包括七大次系統，分別是：規劃 (Planning)、設計 (Design)、施工 (Construction) 維修養護 (Maintenance)、評估 (Evaluation)、研究 (Research) 以及資料庫 (Data Base) 系統，此七項次系統彼此間相互關聯；而資料庫系統更掌握整體的命脈。唯有整合其它各個系統完整資料，才能確實獲知道路路面之服務績效及針對不盡理想之處進行研究，以提昇路面規劃、設計、施工及養護等各層面之水準。

我國主管道路單位對於路面的新工和養護，於工程技術層面提昇及材料發展應用已投入相當的心力，亦收明顯功效；但一般而言，對

路面管理的近代發展趨勢則較缺乏研究。近代路面工程的內涵，由於路面使用需求標準的提高，工作方法已從較單純的技術層次提升至複雜的管理層次。以當前國內主管市區道路單位對路面工程的認識與能力，尚不宜一蹴進入全面性的路面管理層次，因為所涉及的人力、物力龐大，如從較單純的養護管理工作著手，日後再將此養護管理系統擴增，即不難達到全面性路面管理系統的境界。

1 · 2 研究目的和內容

本研究之目的為有效因應未來路面養護之需要，全面擬訂路面養護策略，按路面狀況、交通運輸需求、經濟成本效益，以路面理論分析、系統整合為手段，逐步建立屬於市區道路特有的市區道路路面養護管理系統，以供主管當局作為評估道路服務能力及決定整修養護優先次序之參考，並可供提請中央政府預算補助時之客觀合理依據。細而言之如下：

1. 評估現況市區道路養護特性。
2. 建立市區道路路面養護管理系統整體架構。
3. 發展市區道路路面養護管理系統之各項次級系統。
4. 建立市區道路路面養護管理系統之資料庫系統。
5. 發展市區道路路面養護管理系統之電腦程式。
6. 研擬市區道路路面養護管理系統實施程序。

本研究計畫預定分三期進行，各期的研究內容如下：

1. 第一期：（80年6月至81年5月）

- (1) 分析現況市區道路網特性。
- (2) 分析現況市區道路路面養護特性。
- (3) 初步分析現有市區道路路面結構和材料特性。
- (4) 研擬市區道路路面養護管理系統的整體架構。
- (5) 研擬路面現況調查項目及調查方法。
- (6) 研擬道路路面結構強度之調查方法。

2. 第二期：

- (1) 發展市區道路路面評估次級系統。
- (2) 發展市區道路路面養護次級系統。
- (3) 發展市區道路路面設計次級系統。
- (4) 建立市區道路路面資料庫架構。
- (5) 設計市區道路路面相關資料調查手冊。

3. 第三期：

- (1) 整合各項次級系統為市區道路路面養護管理系統，並發展電腦程式。
- (2) 選擇合宜的地區實地收集資料建立資料庫，並驗證市區道路路面養護管理系統。
- (3) 研擬市區道路路面養護管理系統實施程序。

1 · 3 研究方法與步驟

本研究之進行乃首先確立各地方政府所管轄之市區道路範圍，並研擬範圍內各路段所應收集之相關基本資料，如：道路路面結構、幾何設計結構、維修情況、管線挖掘次數及最後埋設位置及深度、交通流量等，並以其肩負之運輸功能予以分級。針對不同等級之市區道路，分別建立其應收集之路面現況資料項目，如：平整度、撓度、排水性、抗滑性、車轍、坑洞及裂縫等。將所轄之路網及其各項資料，利用圖形化處理方式建立資料庫，供各項次系統使用。依路面設計理論分析各種路面現況資料對行車服務能力之影響性，進而發展一客觀之路面養護指標。指標值之建立除可用以評估各道路之現況等級，並可設立一臨界指標值作為判斷是否需要大型維修（如：加層）之準則。

除了建立養護指標，本研究並將針對各種不同型式之破壞狀況提出適用之維修方法，對於同一路段上之不同破壞型式，將以包容性之原則整合提出最佳之維修法做成建議；並估算其所需經費以為預算編列之參考，如此便完成了市區道路路面養護管理系統之建立。其整體結構十分複雜，資料計算亦較繁瑣，故擬開發電腦軟體以統合圖形化

系統，將路面養護管理系統電腦化以便實際應用。

本研究之步驟可歸納如下：

1. 問題確認：確認市區道路路面養護管理系統之功能與其應用之範圍。
2. 文獻回顧：蒐集國內外有關於路面管理系統、路面養護管理系統、市區道路路面管理系統與市區道路路面養護管理系統之各種文獻及有關於路面規劃、設計、施工與養護等部份的理論、相關研究與應用系統之文獻，供研究進行時參考與依循。
3. 界定市區道路之範圍：除了解本研究所指之市區道路在不同地方政府層級中之範圍外，並建立本研究所針對的實際網路進行研究範圍之確認。
4. 現行市區道路養護措施之調查：針對各級地方政府現行之路面養護作業進行訪談，除可了解現行作業之內容外，更可了解日後系統於推行時，可能遭遇的問題便於事先克服。
5. 擬定路面養護管理系統之架構：為因應未來市區道路路面養護之需要、配合現行市區道路路面養護作業與路面管理系統之要求，研擬市區道路路面養護管理系統之整體架構，供後續研究之參考。
6. 市區道路網基本資料之蒐集內容：蒐集在本研究中有關路網中路網分析與路面分析所須之基本資料項目，如：路面結構、幾何結構、交通流量、路口距離、號誌設施等。
7. 圖形化方法之建立：分析各種圖形化工具之特性，依本系統圖形化之需求，選用圖形化之系統，並對該系統功能與本系統間建立相對架構，供日後系統建立時應用。
8. 路面調查次系統之建立：建立路面破壞調查、路面結構強度調查、路面服務功能調查等次系統，並編訂調查手冊供執行單位參考。
9. 發展路面評估次系統：研究發展適用於市區道路應用之路面評估模式，並進行電腦程式之撰寫。
10. 發展路面養護次系統：研究發展市區道路路面養護模式及建立評估標準，並進行電腦程式撰寫。

- 11.發展市區道路設計次系統：發展道路路面加鋪厚度設計方法，並撰寫設計程式。
- 12.建立資料庫次系統：依各次系統之需要與圖形化結構，建立市區道路路面資料庫及其電腦程式。
- 13.應用程序：研擬市區道路路面養護管理系統實施之程序與步驟。
- 14.實證研究：選擇合宜的地區實地收集資料，驗證市區道路路面養護管理系統之各級次系統與整體系統。

1 · 4 研究流程

依研究步驟與各年期之研究內容，本研究之流程如圖1-1。

1 · 5 本年度研究內容與步驟

本研究時程為期三期，第一期之研究內容如前 1.2節中所述，其進行之研究步驟細述如下：

- 1.問題確認
- 2.文獻回顧
- 3.界定市區道路之範圍
- 4.市區道路網分析
- 5.市區道路網基本資料項目研擬
- 6.現有市區道路路面結構和材料特性分析
- 7.現行市區道路養護措施之調查與分析
- 8.市區道路路面養護管理系統整體架構研擬
- 9.路面現況調查項目及調查方法研擬
- 10.路面結構強度之調查方法研擬
- 11.市區道路圖形化方法之建立

進行之研究流程如圖1-2。

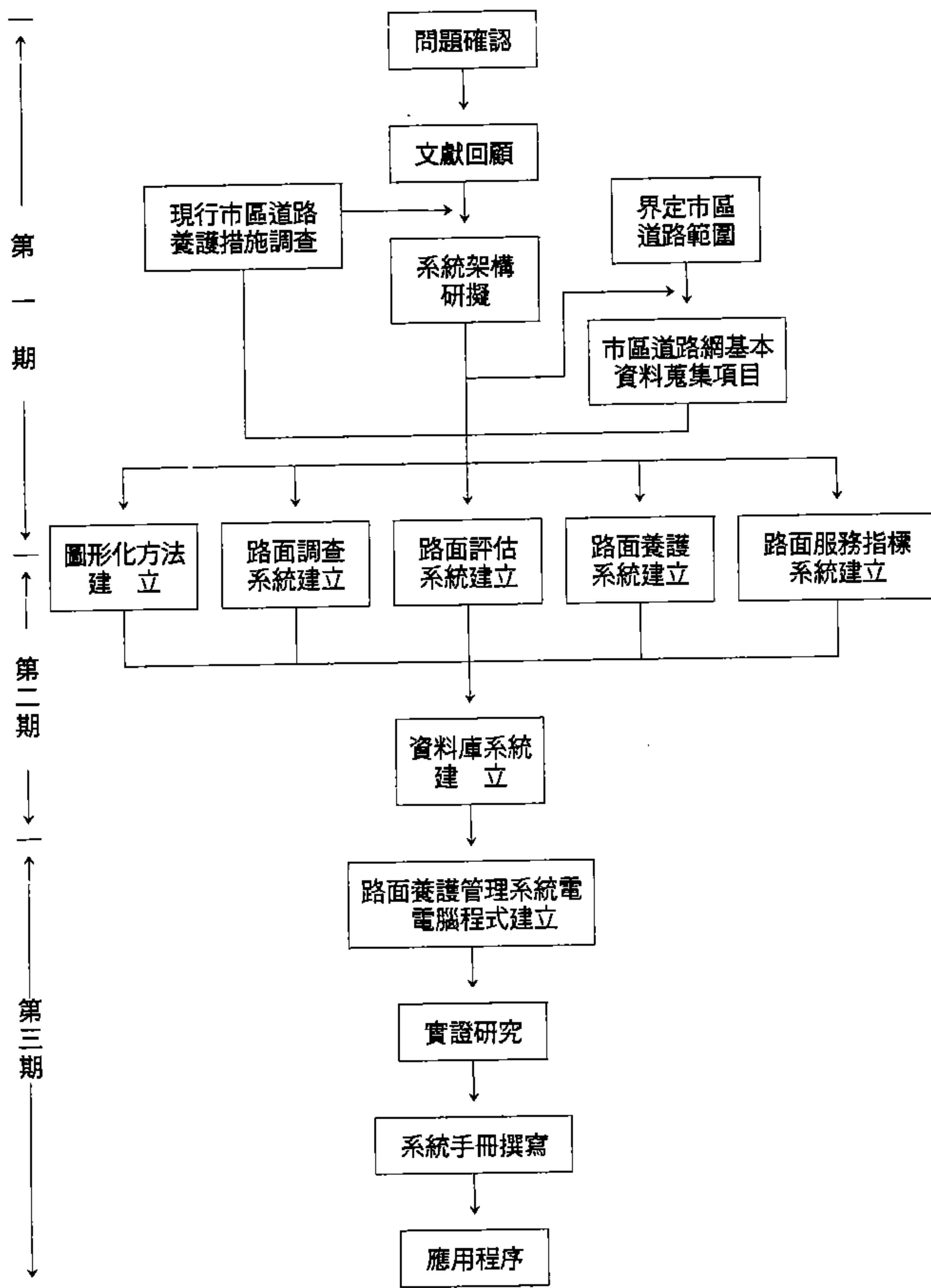


圖 1- 1 研究流程圖

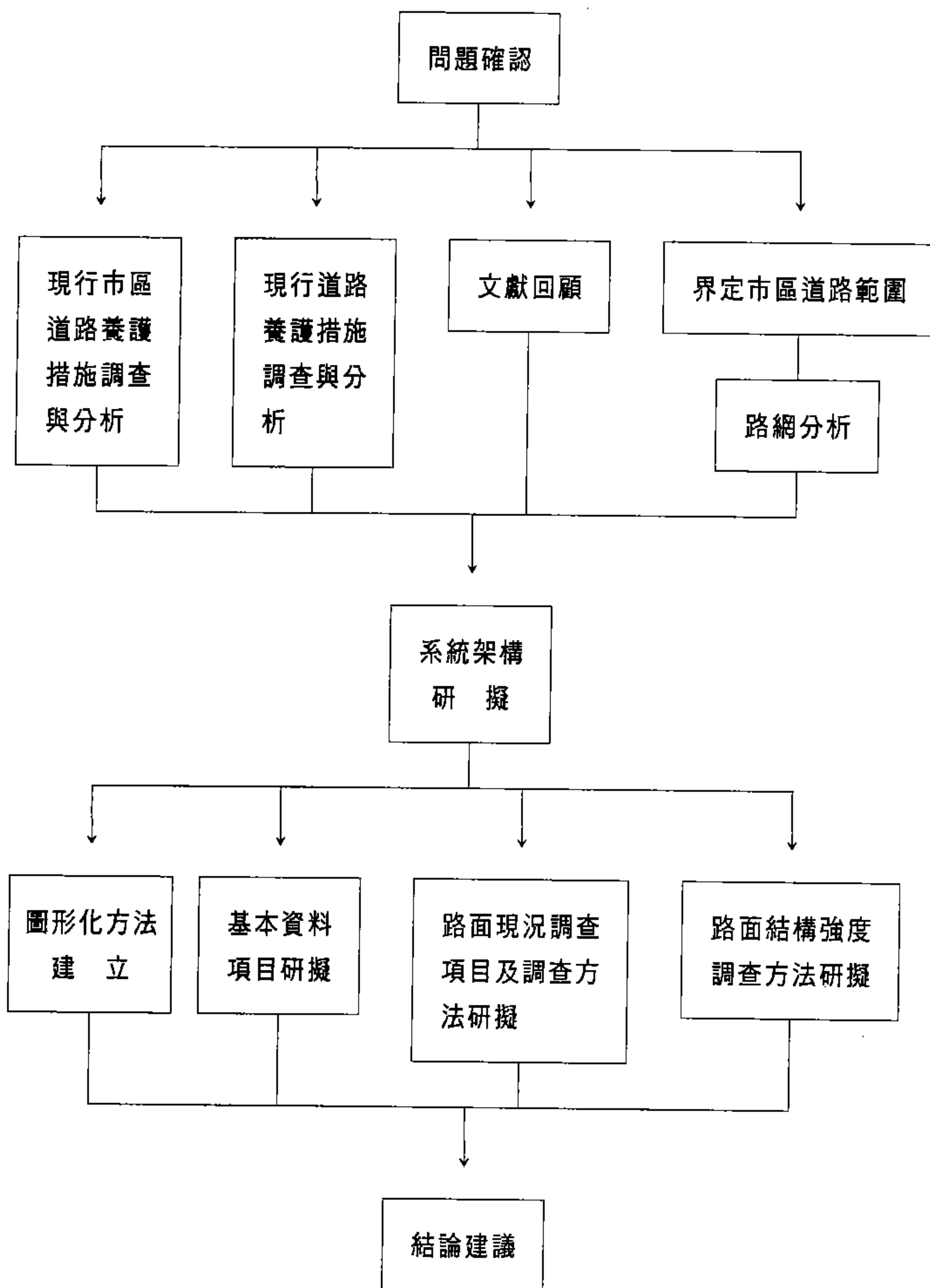


圖 1- 2 本年度研究流程圖

1 · 6 本年度研究甘梯圖

本年度研究進行之時程，如表 1.1。

表 1.1 本年度研究時程表

工 作 項 目	年	80年							81年				
	月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
	月次	第一月	第二月	第三月	第四月	第五月	第六月	第七月	第八月	第九月	第十月	第十一月	第十二月
問題確認													
文獻回顧													
界定市區道路之範圍													
市區道路網分析													
現有市區道路路面結構與材料特性分析													
市區道路網基本資料項目研擬													
期中簡報													
現行市區道路養護措施之調查與分析													
市區道路路面養護管理系統整體架構研究													
路面現況調查項目及方法研擬													
路面結構強度之調查方法研擬													
市區道路網圖形化方法之建立													
期末報告撰寫													

第二章 文獻回顧

本章之主要内容乃在於介紹路面管理系統的整體概念及國內、外路面養護管理系統應用經驗，並整理相關之路面服務能力評估模式。

2 · 1 路面管理系統簡介

2.1.1 路面管理系統源起 [1]

自十八世紀末期起，道路建造被視為一門須以科學原理來處理的專業領域。**Pierre Marie Jerome Tresaguet** 可稱為最早具有路面管理系統概念之現代工程師，他依路面需有良好的排水及荷重支持之原則提出了較輕型的路面設計觀念，反駁了以往羅馬時代沿用下來的厚重路面設計理念。而最重要的是，**Tresaguet** 提出了道路路面須經常不斷地維修養護以達服務要求之觀念，首開道路養護之先。

從十八世紀末期至十九世紀初期，石塊仍是路面之主要材料，工程師習於以石塊整體堅厚特性來承擔交通荷重，故當時並沒有「路面」之概念。**John MacAdam (1756-1836)** 首倡道路斷面設計應包括路面排水及底層夯壓考慮，來支持荷重，石塊表面僅供作磨損層之用，開啓了道路路面的理念。因此，被譽為現代路面之父。

1900年以後，由於汽車大量成長與傳統馬車衰落，帶來了車輛高速行駛于舊有石路揚起大量灰塵之問題，因此導致瀝青路面建造之產生。1906年，第一條瀝青道路建於 **Rhode Island**，由於使用結果良好，致使在原有路面上加鋪一層瀝青材料蔚為潮流，此為柔性路面使用的開端。

1909年，第一條以波特蘭水泥混凝土建造之路面出現在密西根州的 **Wayne** 郡，該路寬17.8英呎，每25英呎鋸一伸縫，為剛性路面建造之始。

1920年，美國公路研究協會（ Highway Research Board）組織成立，建立以改善路面設計和建造方法為路面領域之研究宗旨。該組織提出了許多理論和實證研究，其中最重大的當屬1958～1961年間在伊利諾州Ottawa所作的AASHO 道路試驗（AASHO Road Test）。

路面設計及養護管理採用系統管理觀念，則始自1966年AASHTO所發展之NCHRP 計畫。在該計畫之帶動下，美國德州大學的研究者首先提出了使用系統方法來設計路面的新境界。與此同時，加拿大運輸部及德州公路部門獨立進行類似計畫之研究。在此三方面之努力下，路面管理系統終於初具雛型。

在1960年代晚期和1970年代早期，路面管理系統（Pavement Management System, PMS）開始被研究者引用於描述整個路面活動行為的專用術語。此後，路面管理系統隨著種種的背景因素及其功能之發揮乃日受重視而被廣為使用。

2.1.2 路面管理系統的架構

路面管理系統為一具有整體協調性之組合，其內容包括了從事路面活動之規劃、設計、施工、維修養護、評估和研究等子系統。基本架構如圖2-1 所示。

圖中各項子系統分述如下：

1. 規劃：主要為評估路網惡化狀況及評定改善之需要。工作項目包括建立減低路面惡化之程序及實施之計畫、預算之編列與時程安排等。
2. 設計：首先必須取得設計時各類基本資料，輔以資料庫中之各項參數，依一定程序產生替代之設計方案，並對不同之方案進行分析與比較，以獲得最後之最佳設計。於進行比較各方案之優劣時應將成本納入考慮。
3. 建造施工：將設計系統之成果轉為實體設施之過程，主要的活動項目包括工程的詳細界定、工程發包、施工操作、品質管制、及

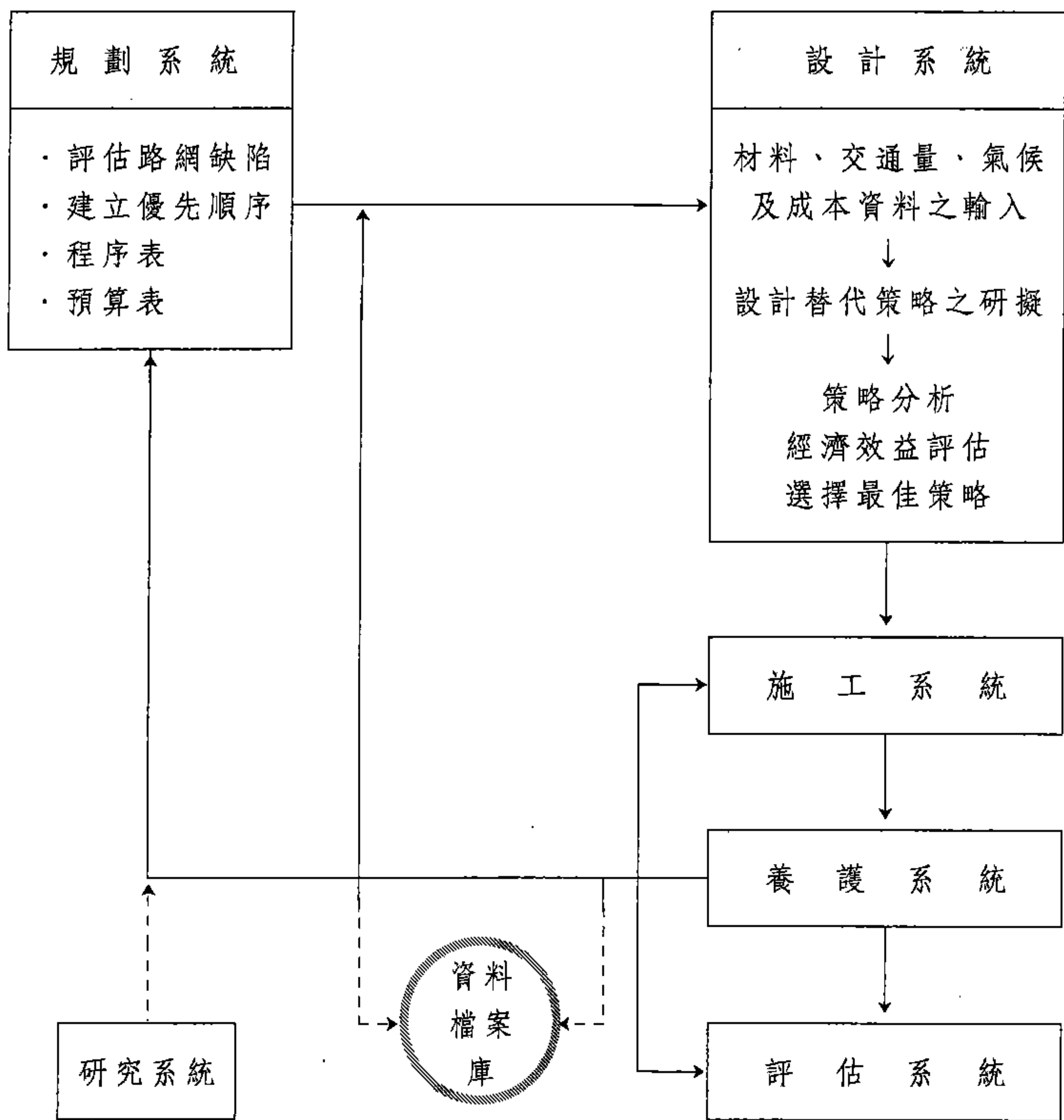


圖 2-1 路面管理系統主要架構圖 [1]

施工資料的取得、儲存等項。

4. 維修養護：包括大型修護工作及一般養護作業的計畫建立和時程安排。同樣的，此系統亦須透過資料庫取得路面狀況資料，並將其結果存入資料庫中。
5. 路面評估：包括路段選定、監控及有關結構承載能力、粗糙度、破壞、抗滑特性之實際量測和資料取得與儲存。本系統之主要目的有三：
 - (1) 檢視路面是否達到其預期之功能；
 - (2) 規劃及安排未來路面重建之需要；
 - (3) 改善設計、施工和維護之技術。
6. 資料庫：為上述諸項活動之依據，提供即時有效的路面活動狀況所需資料。
7. 研究：依特殊單位之人力、物力資源和需要而定。研究之內容依上述各項系統進行時產生之問題而起，目的在突破現有之問題尋找解決方法，或提供新的方法或技術加以改善之。

2.1.3 路面管理系統之重要性

路面管理系統乃是基於現有路面服務能力維持、安排建設新路面之時程及適當分配有限資源等諸項要求背景而產生。因此，其重要性大致有下列五大項 [2]：

1. 改變以往只重視「建路」而不重視「養路」之觀念。強調現有道路系統維修及服務能力之提供的重要性，使現有的路面系統能有效運作。
2. 以往有關路面活動之決策大都依工程師經驗或行政主管之主觀判斷而定，有效之路面管理系統可提供客觀而一致的決策輔助資訊。
3. 可對上述之路面管理決策過程作實際的資料彙整、保存及執行成效之評估。

- 4.提供資源（財力、物力及人力）之有效安排使用。
- 5.可因應未來之路網發展趨勢和需要，明定各項執行策略所可能遭遇的衝擊及困難，加以事前克服或改善之。

因此，從上述之路面管理系統之重要性陳述中，可發現有效的路面管理系統可提供之效益如下 [3]：

- 1.建立正確的決策機會大增，可使決策執行之阻力減至最小。
- 2.規劃、設計、施工、維護等技術和效率均能透過系統資訊之回饋及協調作用而獲得改善。
- 3.良好的路面管理系統乃提供新進人員教育訓練，以使其能很快的進入狀況之最佳工具。

2.1.4 路面管理系統觀念

路面管理系統包含一項廣泛而全面的路面服務活動，該活動內容包括路面工程的規劃或計劃、設計、施工、維修及時序性的績效評估等。而管理層級所從事之範圍從政策相關之決策選擇到一系列方案的執行、監督、控制。就功能上而言，管理系統可從事方案之比較、各項活動之協調、決策建立和執行結果之檢討，以達成路面服務之經濟、有效率等目標 [1]。

在管理之範圍層次上，路面管理系統又可分為網路（**Network Level**）式管理和單一路段（**Project Level**）式管理兩種，二者敘述如下：

1.網路式路面管理系統

- (1) 列出網路層級路面管理系統之目的；
- (2) 區分網路和單一路段層級路面管理系統之範圍；
- (3) 設計和執行網路層級路面管理系統；
- (4) 區分技術型態和執行型態路面管理系統之範圍；
- (5) 結合各個不同路面管理活動間之交互作用。

2. 單一路段式路面管理系統

以道路之單一路段為單元，進行包括路面之規劃、設計、施工、養護、評估等工作。

此外，區分網路式和單一路段式管理層級之不同，亦可由二者之活動中觀之，如圖2-2 和2-3 所示。

2.1.5 路面管理系統應用介紹

路面管理系統之應用在美國已有多年之經驗，各州使用亦頗為廣泛，以下僅就美國德州、伊利諾州、華盛頓州、亞歷桑納州及堪薩斯州所建立之路面管理系統內容或應用成果加以簡介。

1. 德州柔性路面系統(Texas Flexible Pavement System,TFPS)[5]

系統之主要特性如下：

- (1) 一次可評估2-125 個不同的路段；
- (2) 路面材料特性之季節性計算，包括含水量和溫度在層係數和永久形變參數之影響；
- (3) 績效預測基於3 種路面狀況指標，即失敗裂縫、車轍和服務能力；
- (4) 修正AASHTO道路試驗之服務能力模式，以車轍深度變異取代坡度變異；
- (5) 維修方案考慮重鋪之狀況，包含維修策略研究中之重鋪應用分析；
- (6) 針對膨脹性土壤導致之期望服務壽命降低之計算；
- (7) 經濟評估分析（以整個分析期之成本現值法）比較方案；
- (8) 88.1版可評估二階段建造（期初建造和考慮服務能力、車轍深度和荷重所致失敗裂縫後之重鋪作業）。

2. 伊利諾州路面管理系統（ILLINET）[6]

系統特性如下：

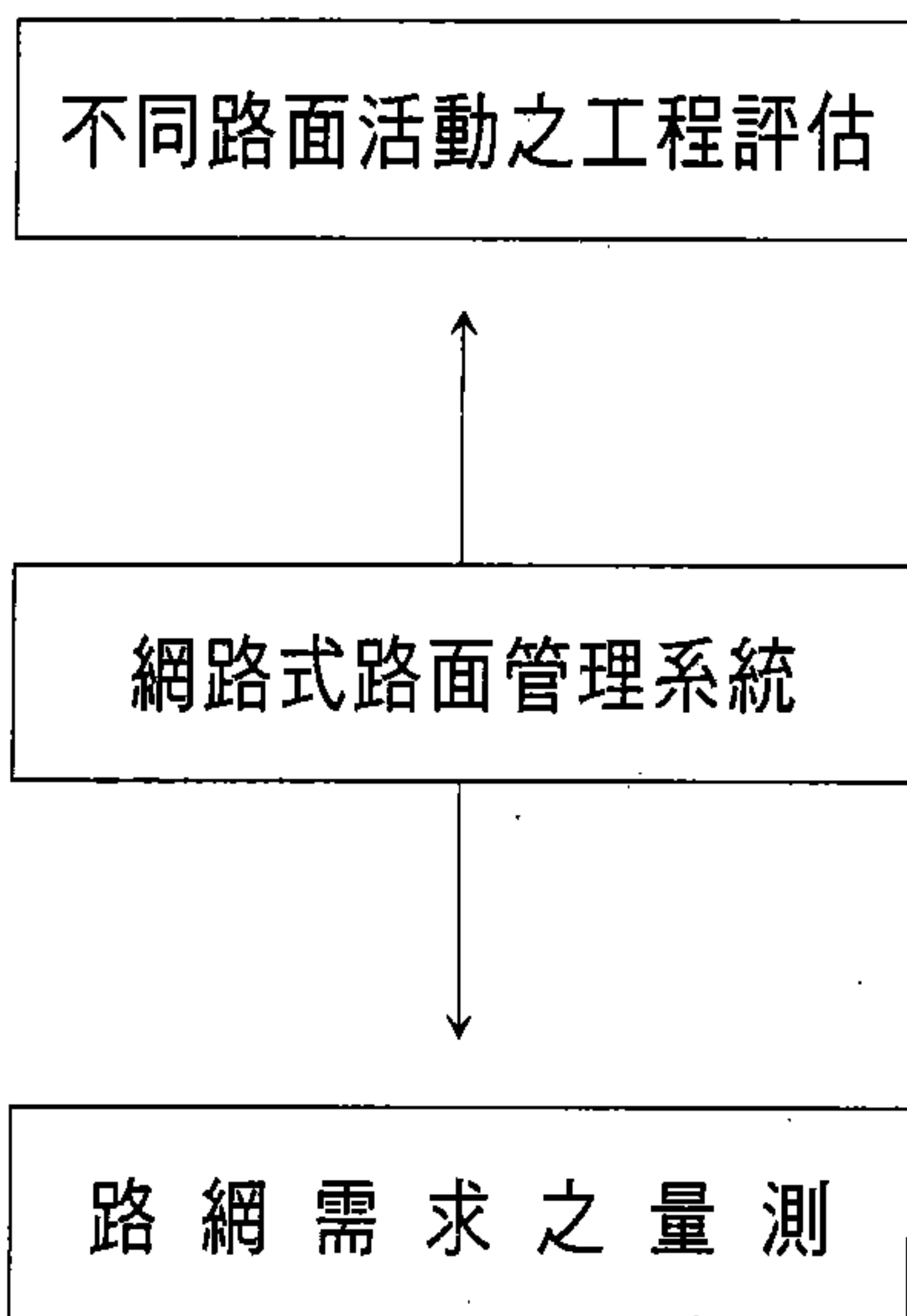


圖 2-2 網路式路面管理系統產出 [4]

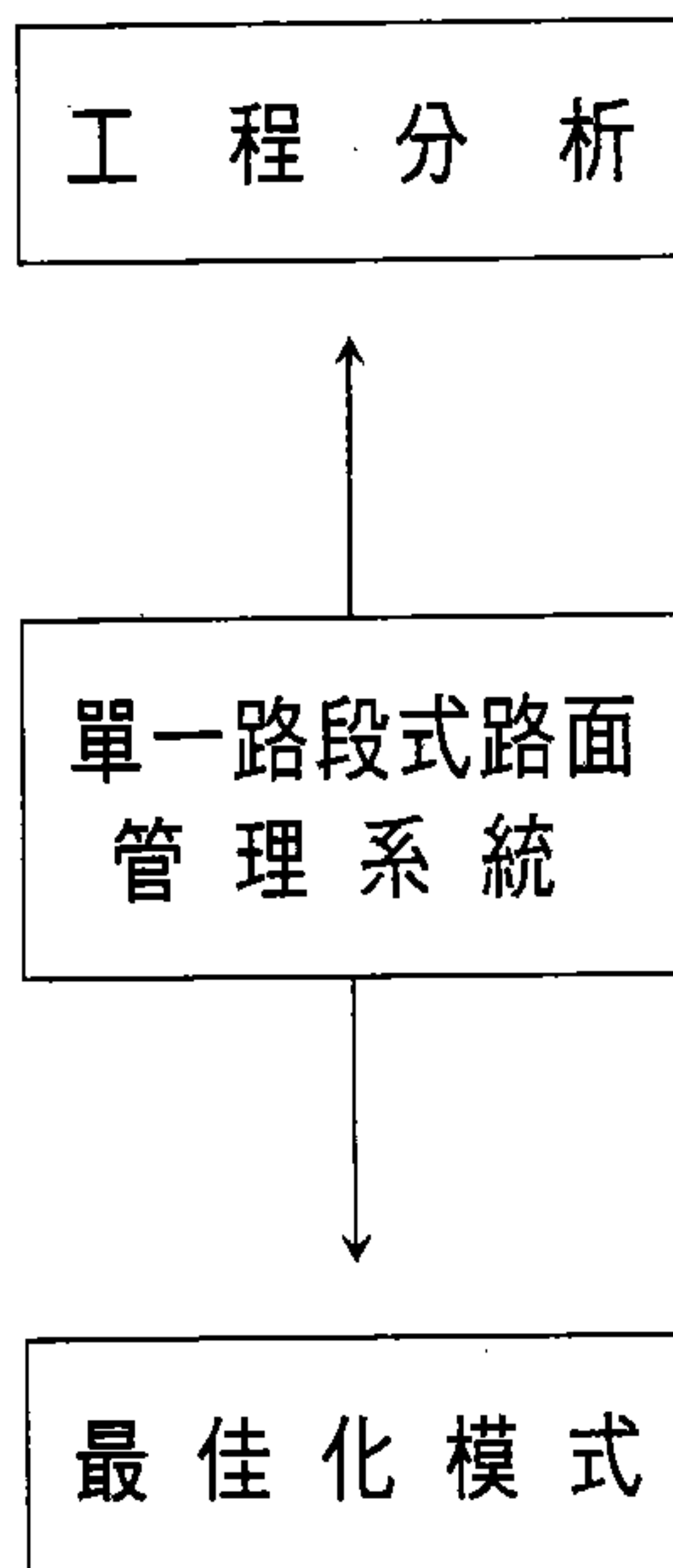


圖 2-3 單一路段式路面管理系統產出 [4]

- (1) 在1985年建立PFS (Pavement Feedback System)以提供格式化的資料結構和現有路面收集、儲存、取用、設計、分析、材料、交通、狀況、績效資料的程序方法，以發展資料庫 (Data Base)。
- (2) 提供10年內各種路面的可行整建方案 (方法和時間)。
- (3) 提供不同之路網管理方法和 "效益" (benefit) 之定義。
- (4) 決定定額預算下之整建計畫或是為維持路網於某一狀況下所需之經費。
- (5) 在預算或政策執行前回答 "如果" (what if) 的答案。

3. 華盛頓州路面管理系統 (WDOT) [2]

1970年晚期建立WSPMS，透過不斷地改進而成，目前系統可提供下述4項功能：

- (1) 檔案建立：包括路段區位、路段型態、佈設、路面型態、使用之路面厚度、現有規劃建造中道路、路網狀況、以往之維護經驗等背景資料之檔案；
- (2) 執行程式：包括現況績效之判斷、衡量等；
- (3) 單一路段層次分析：包括方案排序、最佳化選擇等；
- (4) 網路層次分析：依第3項分析而擴展。

4. 亞歷桑納州路面管理系統 [2]

管理系統架構如圖2-4所示。以網路層次之路面管理系統為主，該系統建立於1970年代晚期。該系統之主要特性有兩項：

- (1) 使用馬可夫鏈模式預測路網狀況之變化；
- (2) 採用線性規劃之最佳化來安排資源。

該系統之使用歷史較久，有效地提供了計畫資金不當使用之預防。

5. 堪薩斯州路面管理系統 (Kansas PMS) [2]

該系統包括網路最佳化系統、單一路段最佳化系統及路面管理資訊系統的提供。圖2-5為系統主要的使用工具和方法。

KDOT PMS為堪薩斯州整個路面管理過程的主要部分，系統結合了網路和單一路段的最佳化系統，達到了「設計、建造和保養

路面」之主要目的。

2 · 2 路面養護管理系統簡介

由於我國主管市區道路之單位對於路面工程之認識與能力多以工程技術層面為主，對於路面管理系統之觀念及內容仍不甚明瞭，故本研究以探究路面管理系統中首當重要之養護工作著手，並依管理之理念發展路面養護管理系統。

路面養護一般定義為在正常之交通及環境狀況下，所作的日常道路服務功能保持工作 [7] 及大型整修之決策與執行。因此，路面養護管理系統可視為管理、引導及控制養護資源以達最大路面服務效益之技術或操作方法。養護管理系統之基本目的大致可區分如下 [1]：

1. 規劃、指導和控制養護活動以保持路面於可接受之服務水準；
2. 評估養護方法及材料以確保經濟、效率工作之執行；
3. 評估維修成本之需要以界定特定路段之單位成本。

理想的道路養護管理系統應能做到養護規劃及執行之謹慎安排、有效養護方法之採用、簡易資訊之獲取、正確的養護作業之實施和問題之評定等功能。

大致而言，路面養護管理系統為路面管理系統的子系統之一，故其包涵之內容並不及管理系統之廣，惟透過系統之不斷發展，應可從「路面養護管理系統」層次，擴展至「路面管理系統」層次。圖2-6和圖2-7分別為路面養護管理系統之基本功能架構及典型工作程度安排。

命名為「路面養護管理系統」之系統並不多見，且僅為過渡到路面管理系統之先期系統，在國內以「台灣區高速公路路面養護管理系統」最為著名且其功效已收到相當的肯定，以下便加以介紹 [8]。

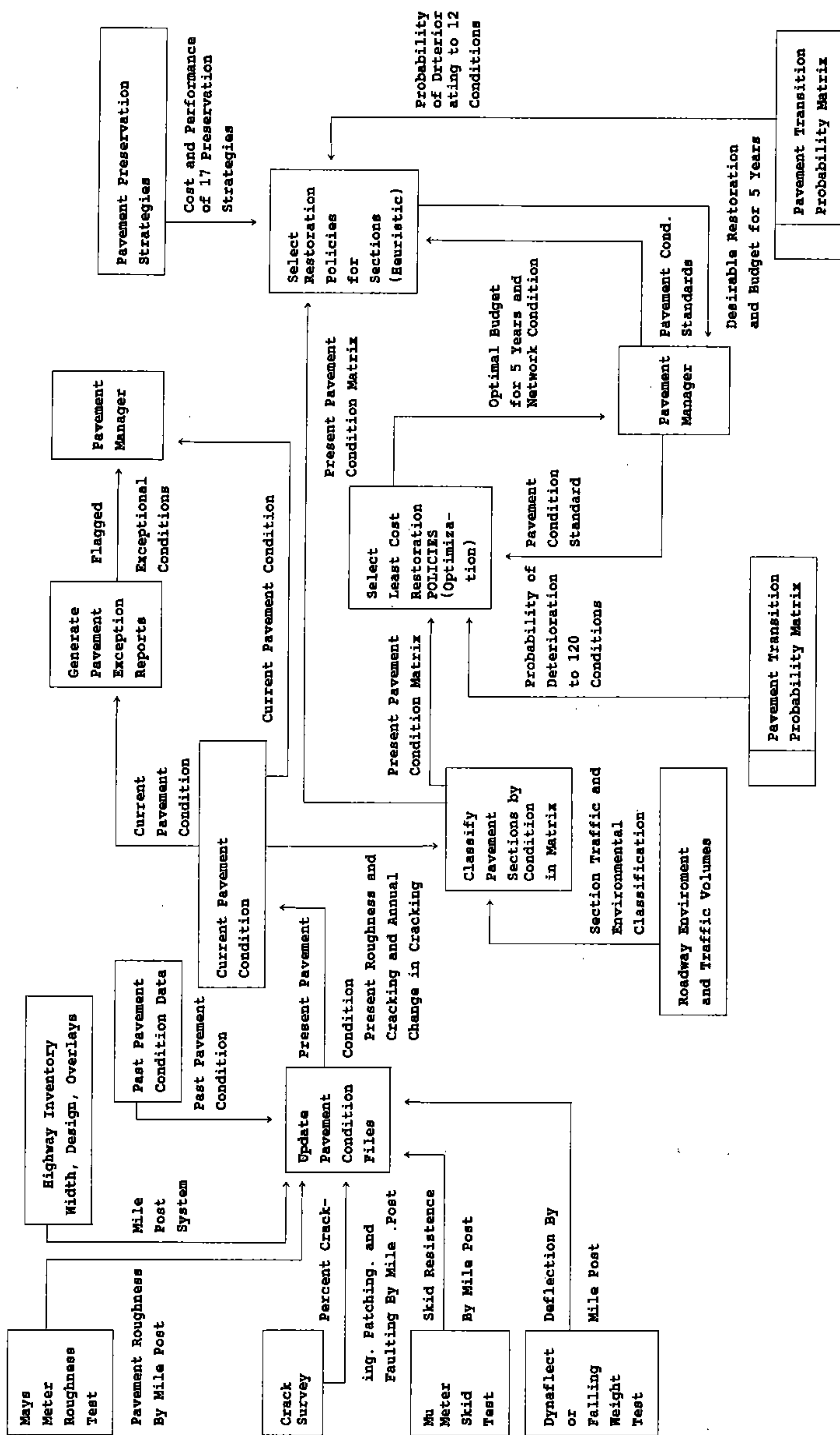


圖 2-4 亞歷桑納州路面管理系統流程圖 [2]

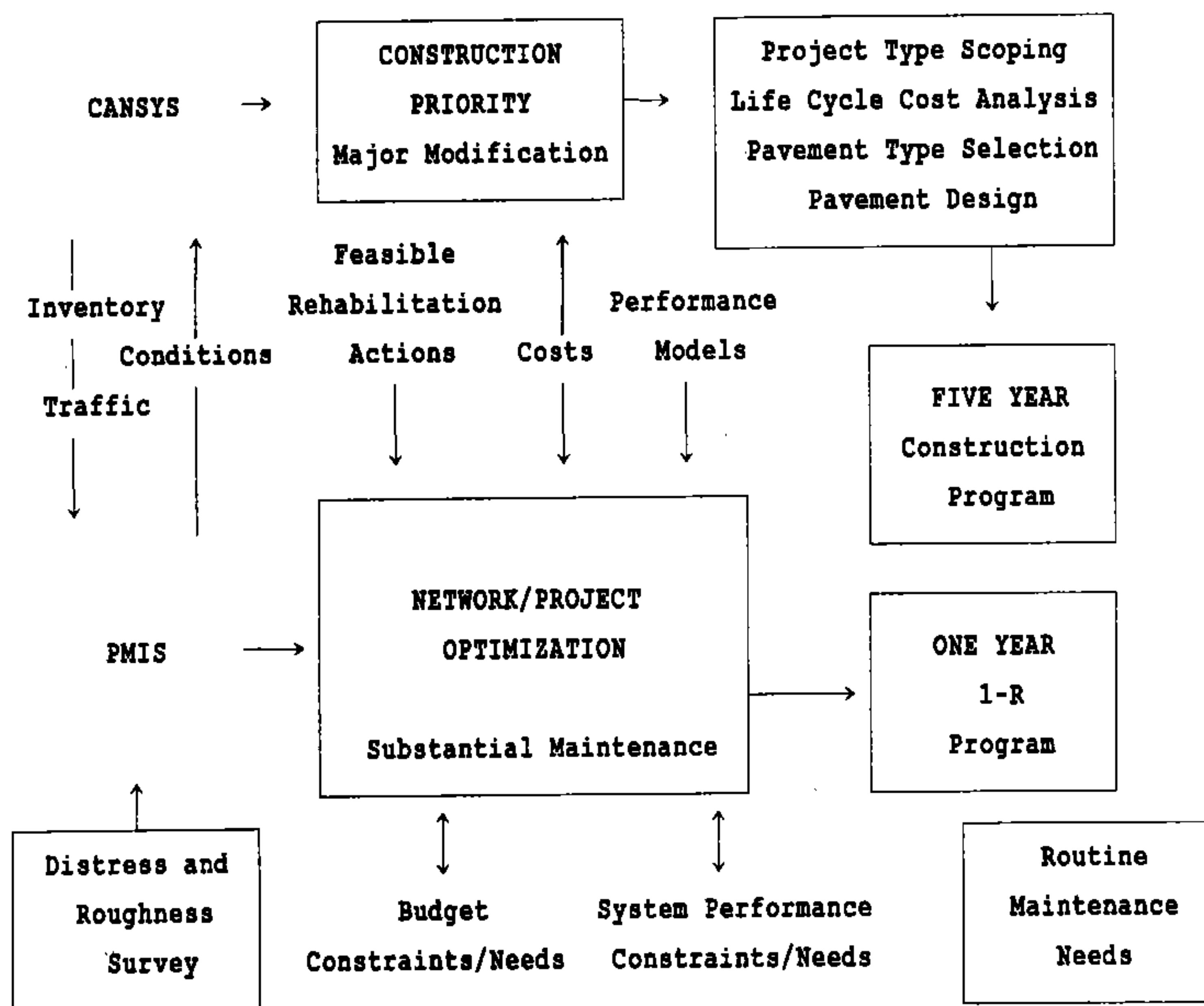


圖 2-5 堪薩斯州路面管理系統工具與方法圖 [2]

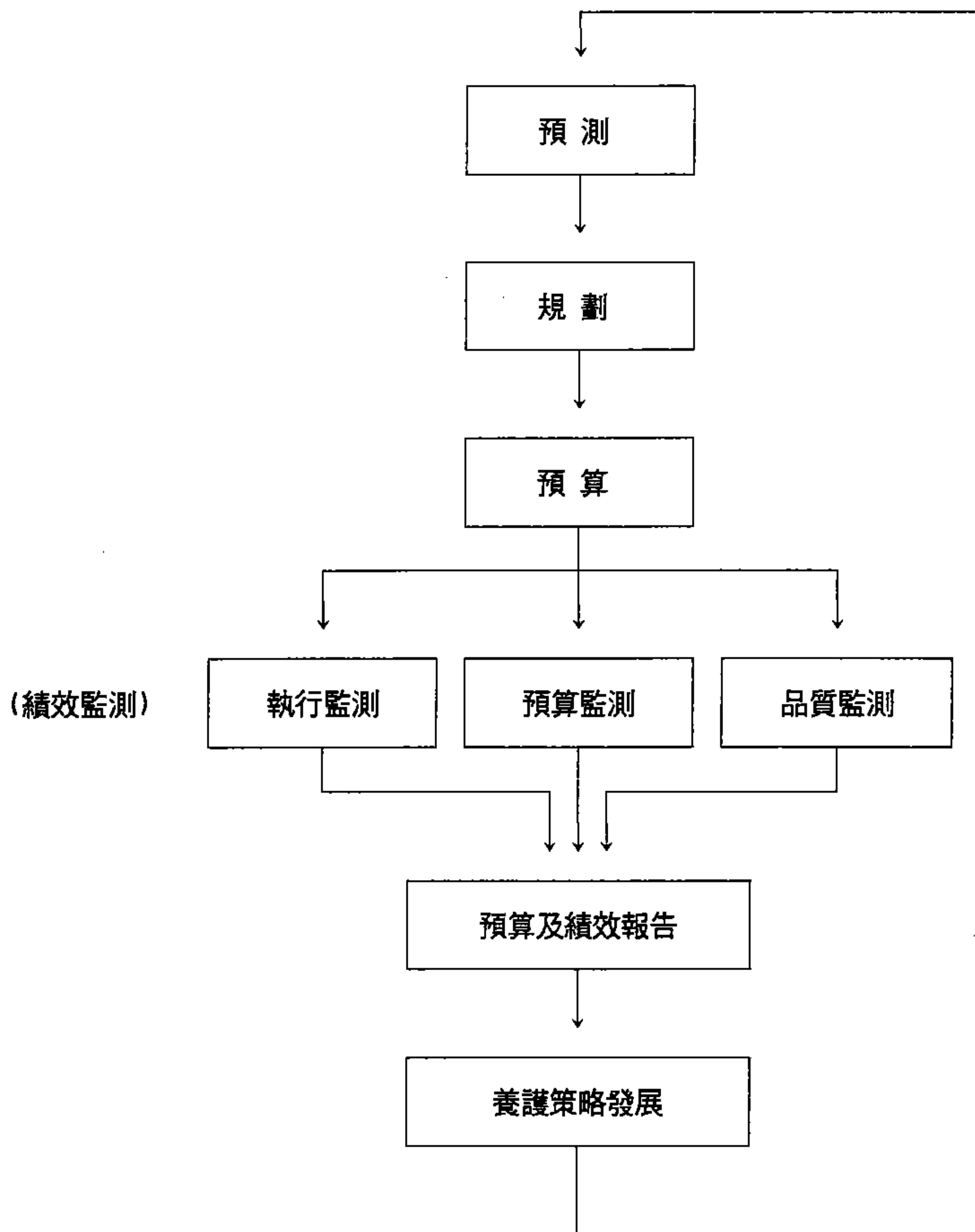


圖 2-6 路面護管理系統基本功能架構圖 [1]

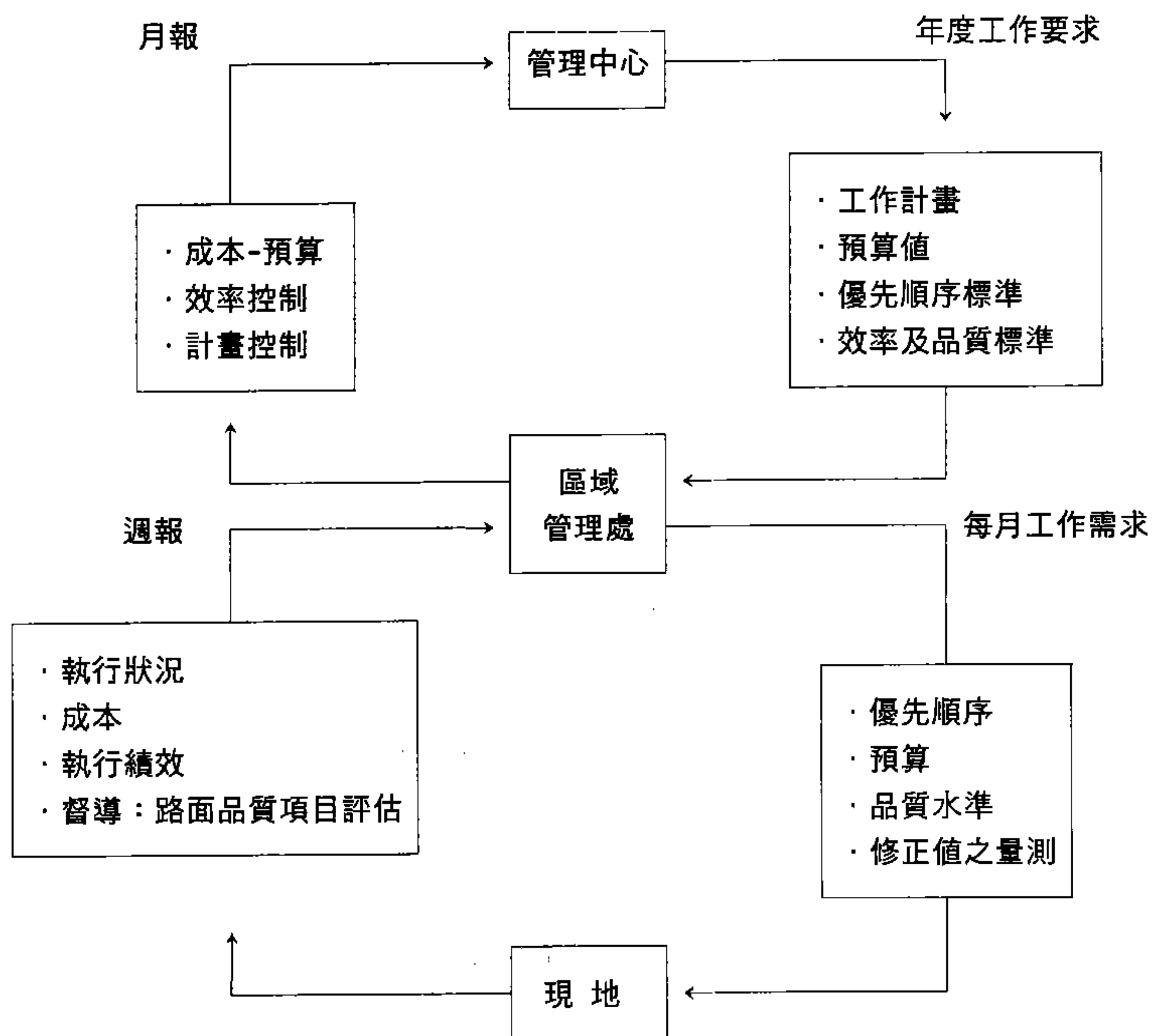


圖 2-7 路面養護管理系統工作時程安排圖 [1]

2.2.1 台灣區高速公路路面養護管理系統架構

台灣區高速公路路面養護管理系統參酌路面管理系統所包涵之六次系統；規劃、設計、施工、養護、評估及研究發展，另為充實系統之實用性與兼顧未來系統發展之完整性，將原屬於規劃系統之調查系統與分析系統地位加以提昇，與規劃系統併列，而形成八次系級之路面養護管理系統，如圖2-8。

2.2.2 台灣區高速公路路面養護管理系統內容

此系統共計八次級系統，其內容分述如下：

一、路面調查次系統

此系統將屬於規劃工作之路面調查，單獨列為六系統以外之另一平行系統，原因是規劃工作中調查業務極其重要，且實為養護管理工作之起點。其內容包括：(1) 路面撓度與結構調查、(2) 路面平坦調查、(3) 路面損壞調查、(4) 路面抗滑與安全調查、(5) 交通軸重系統、(6) 環境調查、(7) 材料性質鑑定等。

二、路面分析次系統

分析工作是路面設計之先期工作，與績效評估有密不可分之關係。分析的手段除應獲取大量可靠之調查資料外，首要之事即涉及分析的理論基礎，其次分析工作亦或屬於研究發展的範疇，分析的目標不但提供設計時考慮合理的變因與良好的選擇方案，同時更為路面品質提昇進一步之保證。

有關路面分析次系統內容有：(1) 理論闡釋、(2) 路面行為分析、(3) 績效分析與(4) 路段績效分析檔案。

三、路面設計次系統

本系統主要分成四部份：第一部份屬於設計規範，有設計規範系

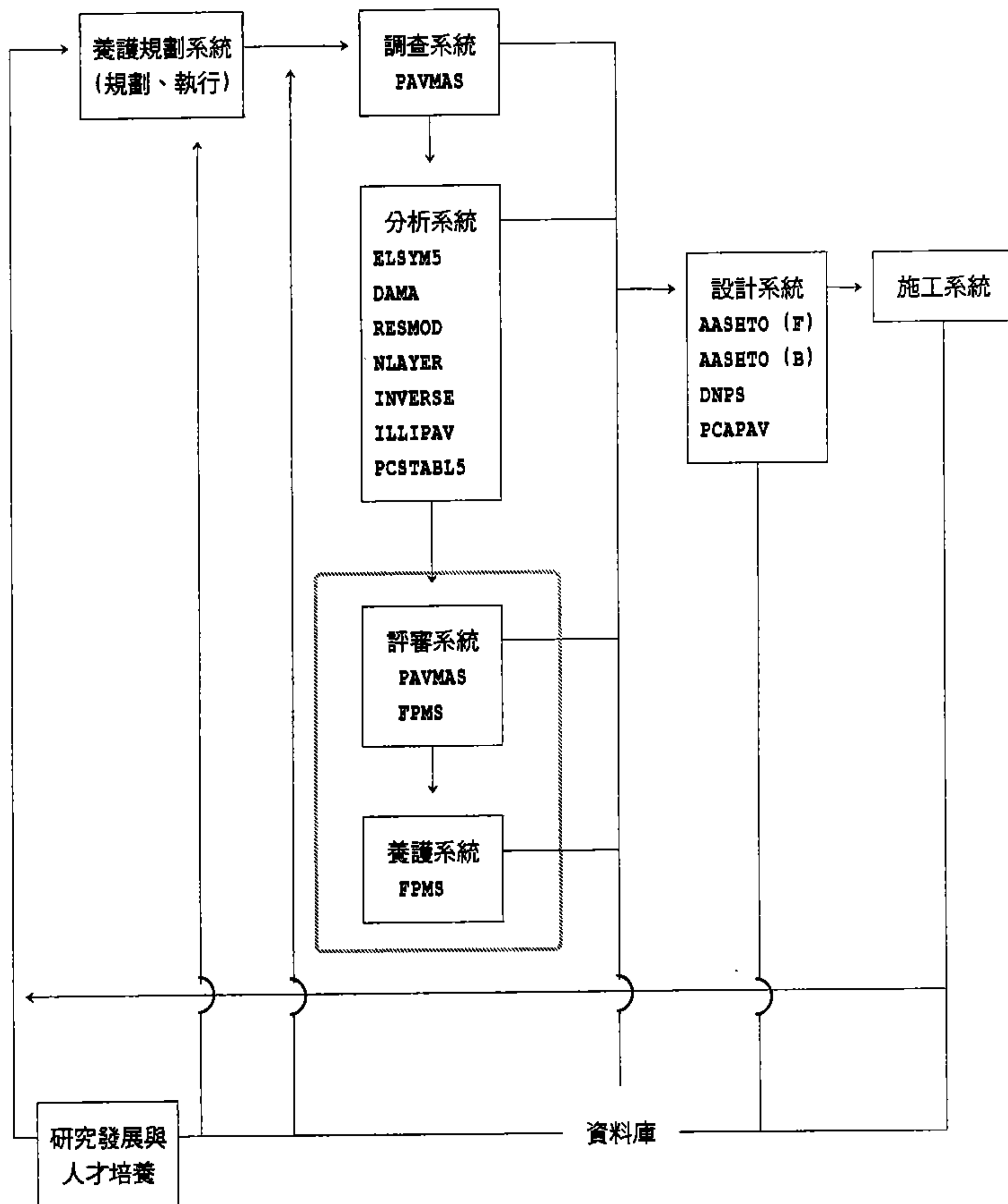


圖 2-8 臺灣區高速公路路面養護管理系統架構圖 [8]

統與路面各層設計系統；第二部分屬於設計方法，有柔性路面設計方法、剛性路面設計方法與路面拓寬系統；第三部份屬於設計決策，有設計方案系統，成本效益分析、與設計決策系統；第四部份屬於其他設計，有排水設計法與特殊路堤設計。

四、路面評審次系統

路面評審的精神在綜合檢測路面的服務功能，檢測的項目以影響道路行車品質的變因有關，其內容有評審理論、評審儀器、工地作業與資料處理等四部份。

五、路面養護實施次系統

該研究在路面養護實施方面，探討路面各類破壞原因及處理方法，並就整修方法加以介紹。至於養護工作之實施，該研究設計一種樹形圖，經由路面狀況調查分析，再經合理評估過程，決定相容性修補的方法計八種，再依其樹狀評比決定養護之優先順序，該研究提出的實施系統，也是一個小型工作管理系統及控制系統，祇要循此系統脈絡，即可擬定路面養護改善方案。其內容有：(1) 理論闡釋、(2) 養護方案、(3) 成本分析、(4) 養護優先次序研究、(5) 養護決策、(6) 台灣柔性路面管理、(7) 養護規範制定與應用。

六、路面施工次系統

路面施工對養護工作的成敗影響極大，故將此系統分成下列內容：(1) 實驗室作業、(2) 料源供應與分析、(3) 施工作業、(4) 施工品管、(5) 施工管理與規範、(6) 修補施工研究 與(7) 施工資料等，透過上述內容之串連，使施工結果達到理想之水準。

七、規劃與執行次系統

本系統之主要內容為對整個路面養護管理系統做控制、執行與其他相關事項之訂定。其內容有：(1) 養護人員編組、(2) 決策預報、(3) 養護管理應用與推廣、(4) 整體計畫說明、(5) 變更計畫、(6)

整體計畫研究改善 與(7) 全線檔案資料。

八、研究發展與人員培訓次系統

路面養護管理系統是一種軟體管理工具，且此一系統應隨時改進，隨時予以充實，故研究發展與人員培訓遂為增進此一軟體機能的主要依據。其內容有：(1) 參考文獻、(2) 特案處理、(3) 規範修訂與研擬、及(4) 人員培訓。

2 · 3 路面績效評估模式

路面養護之最終目的在維持及提升路面之使用績效，而績效即指路面狀況或路面對於使用者提供服務的好壞程度的客觀指標，此客觀指標的建立，一般從路面的破壞、糙度等方面著手。就路面破壞而言，是路面養護最直接必須處理的問題，單獨利用路面破壞所建立之評估指標，在養護管理上可成為重要的決策評估依據。以下便分別對過去各國對路面破壞指標與一般績效指標模式加以介紹（註：此處僅對柔性路面之各種指標加以介紹）。

2.3.1 路面破壞指標

路面破壞指標意指利用路面破壞種類、嚴重程度與分散集中程度等相關之變數，所建立用來評估路面績效的指標，不僅可用來表示路面之服務能力，亦可用來對養護決策做順序的評比。經歸納與整理有下列數種模式：

一、美國俄亥俄州運輸部 (ODOT) 模式 [10]

$$PCR = 100 - \sum \text{扣減點數}$$

$$\text{扣減點數 (Deduct)} = (\text{破壞種類權重}) \times (\text{破壞嚴重程度權重}) \\ \times (\text{破壞範圍權重})$$

其中，PCR：路面狀況分數 (Pavement Condition Rating)。

破壞種類：包含

- | | |
|------------|--------------|
| 1. 鬆散、 | 2. 冒油、 |
| 3. 剝落、 | 4. 坑洞、 |
| 5. 裂縫寬、 | 6. 車轍、 |
| 7. 凹陷、 | 8. 波浪紋、 |
| 9. 車輪軌跡裂縫、 | 10. 塊狀或橫向裂縫、 |
| 11. 縱向裂縫、 | 12. 邊緣裂縫、 |
| 13. 不規則裂縫 | 等共13項。 |

二、美國聯邦公路總局 (FHWA) 模式 [11]

$$PDI = 100 - \sum DP$$

其中，PDI：路面破壞指數 (Pavement Distress Index)。

DP：各種破壞種類扣減點數，破壞種類分荷重裂縫、非荷重裂縫、變形、與材料相關的表面破壞與修補經歷等五大類22項。

三、美國陸軍工兵署發展之PAVER 模式 [13]

$$PCI = 100 - F (\text{破壞扣減點數})$$

其中，PCI：路面狀況指數 (Pavement Condition Index)，

$F(.)$ ：某種函數關係，

破壞扣減點數：為由破壞種類與嚴重程度建立之函數，其破壞種類共計19項。

四、美國舊金山灣區模式 [13]

$$PCI = 100 - F(\text{破壞扣減點數})$$

其中，PCI：路面狀況指數

$F(.)$ ：某種函數關係

破壞扣減點數：為由破壞種類與嚴重程度建立之函數，其破壞種類共計7項。

五、台北市路面服務力模式 [P]

$$\text{路面服務力} = A_0 + \sum A \cdot X$$

其中， A_0 ：迴歸截距。

A ：為迴歸參數。

X ：為路面破壞變數，包括

- | | |
|------------|--------------|
| 1. 龜裂面積、 | 2. 加鋪經歷、 |
| 3. 波浪紋面積、 | 4. 波浪紋平均深度、 |
| 5. 突起凹陷面積、 | 6. 突起凹陷平均深度、 |
| 7. 車轍平均深度、 | 8. 表面瀝青剝落面積、 |
| 9. 表面鬆散面積、 | 10. 破壞地點分散程度 |

等10種路面破壞情形，各自再分三級，可得30個變數。

2.3.2 路面績效指標

路面服務能力績效指標乃利用與路面服務能力相關的各種變數，來評估路面的服務能力，此一觀念緣自1960年代美國州公路官員協會（AASHO）道路試驗結果。此績效指標不僅可評估路面績效，亦可用來預測路面績效與其壽年，並可納入路面設計時之考慮因素。經歸納與整理有下列數種模式：

一、美國州際公路與運輸員協會（AASHTO）模式 [14]

$$PSI = 5.03 - 1.91 \log_{10}(1 + \overline{SV}) - 1.38 \overline{RD}^2 - 0.01 \sqrt{(C + P)}$$

其中，PSI：路面現在服務能力指標（Present Serviceability Index）。

\overline{SV} ：路面糙度，為克勞剖面儀測量所得結果。

\overline{RD} ：車轍平均深度，係每隔25英呎於車輪下量出，(吋)。

C：裂縫面積（平方呎 / 1000平方呎）。

P：修補面積（平方呎 / 1000平方呎）。

二、台灣省路面工程整修標準芻議模式 [15]

$$PSI = 5.21 - 1.27 \log_{10}(1 + P_{rI}) - 0.01 \sqrt{(C + P)} - 0.214 \overline{RD}^2$$

其中，PSI：路面現在服務能力指標。

P_{rI} ：路面縱斷面指數，以加州平坦儀量測而得。

\overline{RD} ：車轍平均深度，（cm / 120 cm）。

C：裂縫面積（m² / 1000 m²）。

P：修補面積（m² / 1000 m²）。

三、美國聯邦公路總局 (FHWA) 模式 [11]

PSI 與第一項同

$$SI = 5 \cdot \text{EXP} \left[- \left[\ln (a \cdot M_0) / d \right]^c \right]$$

其中，SI：路面現在服務能力指標，

M_0 ：以加州平坦儀量測而得之路面縱斷面指數，

$a=32$ ， $c=9.387$ ， $d=8.493$

四、加拿大安大略省PCR 模式 [16]

$$PCR = F(\text{駕駛品質, 破壞嚴重性, 破壞密度})$$

其中：PCR：路面狀況分數 (Pavement Condition Rating)，

$F(.)$ ：某種函數關係，

駕駛品質(Riding Quality)：或稱駕駛舒適性 (Riding Comfort)，為利用標準之RTAC現況績效排序程序 (Standard RTAC Present Performance Rating Procedures) 評估而得。

破壞嚴重性與密度：將路面破壞分為表面破壞、表面變形與裂縫等三大類17項，各項再依其嚴重性與密度各分五級。

五、華盛頓運輸部 (WDOT) 模式 [2]

$$PCR = \left[100 - \sum D \right] \left[1.0 - 0.3 \left(\frac{CPM}{5000} \right)^2 \right]$$

其中，PCR：路面狀況分數。

ΣD ：破壞項目值之總和。

CPM：Cox Road Rater之每哩量測值。

六、密西西比州運輸部 (MDOT) 模式 [17]

$$SNC = \sum a_i h_i + SN_g$$

式中，SNC：修正結構數

a_i = 材料層係數

h_i = 層厚度

SN_g = 路基分佈

$$(SN_g = 3.51 \log CBR - 0.85 (\log CBR)^2 - 1.43)$$

(1) 未加鋪之路面

$$PCR = 90 - a \left[\exp (Age^b) - 1 \right] \log \left(\frac{ESAL}{SNC^c} \right)$$

(2) 有加鋪之路面

$$PCR = 90 - a \left[\exp (Age^b) - 1 \right] \log \left(\frac{ESAL}{SNC^{c+T}} \right)$$

(3) 複合路面

$$PCR = 90 - a \left[\exp \left(\frac{Age^b}{T} \right) - 1 \right] \log [ESAL]$$

式中，

PCR：路面服務力指數 (0-90)。

Age：服務年期 (年)。

T：最後加鋪之厚度 (吋)。

SNC：修正結構數。

ESAL：設計年標準軸重當量。

a、b、c、c⁺ 為係數常數。

第三章 養護現況分析

3.1 市區道路系統界定

3.1.1 市區道路定義

路即是道，乃在通其往來。其起源乃由人類為往來於兩地所步出之路線，對於「道路」一詞有廣義與狹義兩種解釋 [18]：

1. 廣義解釋：在兩地間，供車輛、人獸力車及行人往返的一種服務性設施。
2. 狹義解釋：即依據交通法規所賦予之定義。依「道路交通管理處罰條例」之定義：道路指公路、街道、巷衖、廣場、騎樓、走廊或其他供公眾通行之地方。

再依「市區道路條例」規定，「市區道路」指(1)都市計畫區域內所有道路。(2)直轄市及省轄市行政區域以內，都市計畫區域以外所有道路。(3)省主管機關核定人口集居區域內所有道路。「公路法」規定，「公路」指國道、省道、縣道、鄉道及專用公路，供車輛通行之道路。

由以上之定義，可產生一概括的認識：在市區或人口集居區域內的通路稱為道路，而連接城市、鄉鎮或村里間的通路稱為公路。但兩者之間並無法完全獨立劃分，因為公路系統可延伸或通過市區及人口集居區域內，造成市區道路與公路系統發生重疊的現象，在公路法與市區道路條例中均無明確規定其主管機關之從屬，僅規定「市區道路劃歸公路路線系統者，視同公路；其制定程序由交通部、省（市）或縣（市）政府分別會商擬定。」因此，市區道路可以界定為「除劃歸公路路線系統者之市區道路」。但又因在不同等級的都市、鄉鎮中，市政府與鄉鎮公所之主管範圍有所差異，因此本研究所界定之市區道路泛指在該地方政府所管轄行政區域內之所有道路而言，再在路網分析中依其主管之權限，選取適合之道路組成「系統路網範圍」，供為

系統實際運作時使用。

3.1.2 市區道路系統分類

關於道路的分類，依其目的之不同可有許多分類的標準，如依行政管理體系分類、路面材料分類、用途分類、形態分類等。依「台灣省市區道路工程設計標準」、「台北市市區道路工程設計標準」與「高雄市市區道路工程設計標準」之規定，市區道路系統分類：

一、幹線道路系統：包括主要道路、高速道路（或稱快速道路）及園林道路，係供直達交通使用為主：

（一）主要道路：為市中心與社區，或社區與社區間之通路，主要係供各區間之交通來往。

（二）高速道路：為出入口受管制之市區對外通路。

（三）園林道路：為公園式或綠帶內之道路。

二、次要道路系統：包括次要道路及巷道，主要供兩旁人車出入之使用：

（一）次要道路：為市內或社區內地區性交通之道路，連絡主要道路與巷道間者，並供兩旁人、車之出入。

（二）巷道：專供道路兩旁人、車出入之用。

道路系統的分類可供主管機關於研擬「系統路網範圍」時為依據，本研究建議於直轄市、省轄市或縣轄市，於界定路網範圍至少應包括所有之幹線道路系統，最好能包括所有次要道路及部份重要巷道；而於鄉鎮等則至少要包含所有次要道路，最好能涵蓋部份巷道。依工程標準中最小路幅之要求，各級道路之劃分標準如表3.1。

3 · 2 路網範圍界定

市區道路系統納入本研究體系內的道路大致上有高速道路、主要道路、次要道路與部份之巷道（園林道路因在數量上有限，故以合併為主要道路之項目內），其分類在市區道路中僅以其路幅為標準，無法明確界定其重要性，故本研究擬在界定道路系統後，再依其功能分類將所納入之道路系統加以分類並界定其重要性，供系統階段性推展或養護優先順序排序時應用。

3.2.1 道路功能性分類特性

道路的功能性分類是將道路系統依據各道路所提供的服務機能（**Character of Service**）區分成若干等級，而路網之功能亦透過這些服務機能之組合與串連共同完成。所謂服務機能大致可分成可及性（**Accessibility Service**）與易行性（**Mobility Service**）兩種。可及性代表對道路周遭土地的服務能力，即出入聯繫的方便性；可動性表示道路所提供的流暢能力，即車輛之移動速度。兩者之功能互相抵觸，在出入方便之道路上，其他車輛便無法高速通過，在高速移動的道路上，便不許車輛隨意進出。使用者期望能有一出入方便的道路，便利其進入，進入後有一高速通過之道路供其迅速到達目的地區域，在到達目的地區域後有一方便其離開高速移動的道路進入其目的地。因此，依其所提供之功能，將市區道路區分成以下的層次（**Hierarchy**）：

1. 高速道路、快速道路系統
2. 主要幹道系統
3. 次要幹道系統
4. 連絡道路系統
5. 地區性街道系統

其服務機能特性如圖3-1 所示，分述如下：

1. 高速道路、快速道路系統：提供都市內主要通過性之交通服務，

表 3.1 道路系統劃分基礎標準表

地區別	幹 線 道 路 系 統			次要道路系統	
	高速道路	園林道路	主要道路	次要道路	巷 道
台灣省	> 30m	——	> 15m	> 8m	> 6m
台北市	> 30m	——	> 20m	>11m	> 6m

資料來源：[24、25]、本研究整理。

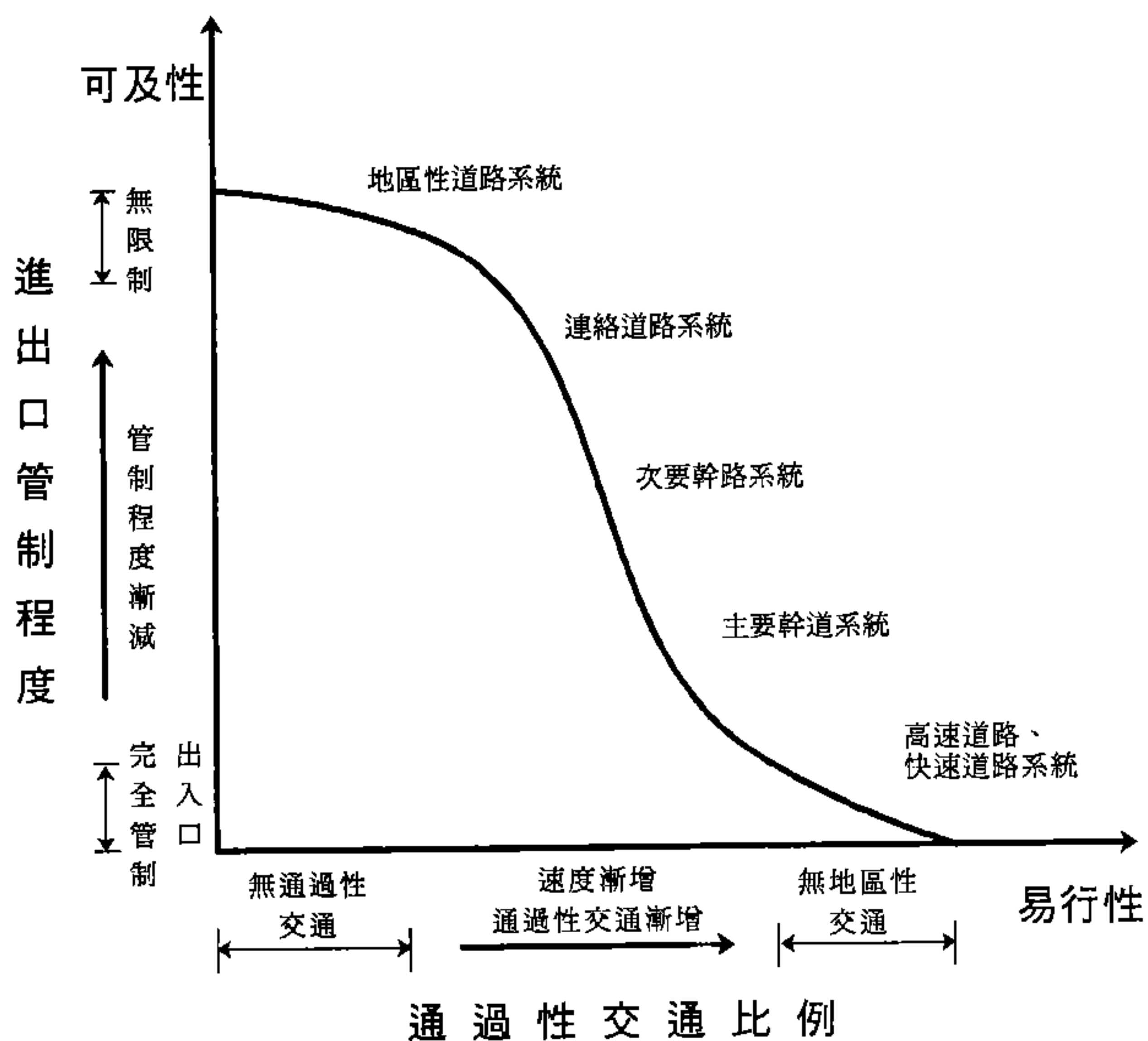


圖 3-1 道路系統服務機能圖 [21]

對其出入之連繫採完全之管制，非經特定連接出入口，無法進出該等道路。此一系統具有減輕鄰近幹道交通負荷之作用。

2. 主要幹道系統：提供都市內主要活動地區間之交通服務，擔任高交通量之運輸，疏通長程與中程的通過性交通，市中心區與周圍住宅區、副都中心間之連繫均由此系統來服務，為都市內服務車輛交通之主要系統，其網路廣佈於主要交通繁忙地區與重要郊區，並連接主要聯外公路。
3. 次要幹道系統：此系統提供中、短程旅次之交通服務，對於交通流動之易行性不如主要幹道，但卻提供較佳的可及性服務。
4. 連絡道路系統：此為連接地區性活動及幹道間的道路系統，幹道上之車輛經由此系統分散到各地區，而各地區之車輛亦經由此系統匯集到幹道上，此系統兼具相近的易行性與可及性。
5. 地區性街道系統：此系統之主要目的在提供區域內局部性交通之用，如住宅、商業、工業等區域內之交通。具完全的可及性，卻具極低的易行性。

3.2.2 道路功能分類準則

都市道路縱橫交錯，構成一面綿密的「道路網」，此網依交通需求與都市建設的不同，有疏有密，有粗有細，彼此連貫交結，提供都市活動的交通服務。各道路依其本身的實質特性、鄰近土地使用的狀況與現有的交通流動狀況等因素，可歸納出其本身所肩負之服務機能，而將其劃歸上節所述各種功能分類道路等級之中。但因各層級的道路間，服務機能具連續性之特性，無法用一單獨的評核指標加以劃分，因此國內曾有研究以因子分析與群落分析等多變量統計方法、綜合考慮道路實質因素、交通因素與環境因素，將幹道系統（主、次要幹道均涵蓋）分成三級，並就其中第二、三級再予細分，其分類情形如下：

1. 第一級幹道

2. 第二級幹道（聯外型）
3. 第二級幹道（商業型）
4. 第三級幹道（聯外型）
5. 第三級幹道（商業型）
6. 第三級幹道（郊區公路）

此種分類方式可稱十分詳細，然亦略顯繁複，且分類過程須透過多變量統計模式，在實用上甚不方便。在「台灣地區公路容量手冊」中，綜合功能分類與設計分類，共將幹道系統分為六類三級，雖然其依「功能特性」四項與「設計標準」六項，進行雙層套疊法分類，但其對象仍界定於幹道系統，對於次一級的連絡道路與巷道便不再加以細分，為配合本研究之需要，在有道路功能分類上，宜採用較簡單、清晰與快速分類型式，因此在無其他新研究可資應用下，建議可採用李湖沌君[21]配合功能分類與幾何設計內容所採用之分類型式，並依其條件為分類之標準，如表3.2所示。

在實際從事市區道路分類時，各分類準則之劃分與權重，可視地區特性與實際狀況在合理範圍內加以修正與訂定，並於劃定路網範圍時予以說明。

3 · 3 路面結構與材料

路面結構與其所使用之材料是路面組件之主要部份，結構為路面組合之形式，而材料則依路面結構不同而有所差異，下面就分別加以說明。

3.3.1 路面結構與材料特性

路面（Pavement）指在經完善處理的路基（Subgrade），或稱路床（Road Bed Soil）之表面層上所加上一層或若干層處理過的材料，其目的在增加行車舒適及安全。路面材料的使用從早期的天然土壤、砂土

表3-2 市區道路功能分類準則表 [21]

功 能 分 類 特 性				幾 何 設 計 特 性					
等級	道路分類	分 級	連絡地區	日交通量 (pcu)	道路寬度	快車道數	分隔型式	設計速率	行車速率
一	快速道路	—	都會區	40000以上	20m以上	4- 8	中央分隔	80- 100	—
二		第 一 級	市區與郊區	60000以上	40m以上	4- 8	中央分隔	60- 80	20- 25
三		第二級聯外型	市區與郊區	50000以上	30m以上	4- 6	中央或快慢	60- 80	20- 30
四		第二級商業型	市 區	40000- 60000	30m以上	4- 6	中央或快慢	40- 60	20- 25
五		第三級聯外型	市區與郊區	30000- 40000	20- 30m	2- 4	中 央	40- 60	18- 22
六		第三級商業型	市 區	20000- 30000	20- 30m	2- 4	中央或無	40- 60	15- 17
七		第三級郊區型	郊 區	5000- 10000	10- 20m	2	中央或無	40- 60	—
八		市中心型	當 地	10000- 20000	10- 20m	2	無	30- 50	15- 20
九		市 區 型	當 地	10000- 20000	15- 25m	2	中央或無	30- 50	15- 20
十		商 業 型	當 地	5000- 10000	8- 15m	—	無	25- 30	—
十一		住 宅 型	當 地	5000 以上	8- 15m	—	無	25- 30	—

、卵石、碎石等到現代的瀝青混凝土、水泥混凝土。一般對路面結構的分類依其路面面層材料之使用及所承受輪荷重後，應力的分佈狀況，可分為柔性路面與剛性路面。

一、柔性路面

凡路面面層材料於受輪荷重後無法完全承受其彎曲應力，且其底下任何一層發生變形時，面層亦隨即發生變形；故各層在輪荷重下所產生之變形，均成同樣形狀者，稱之為柔性路面〔22〕，一般泛指各種瀝青路面。柔性路面之組成大致為路基、基層、底層與面層所構成，層與層之間依需要另用透層、粘結層與結合層聯接，於面層之上可再以封層予以處理，其結構可由圖3-2表示。各層所使用材料以愈上層材料強度愈強為原則，若上層之材料合乎理想且有足夠之厚度時，則下層可以不用。以下便就各層加以說明〔23〕：

1. 路床

路床為路面之基礎，實際承受由路面傳遞而下之車輛載重與路面本身之重量。此層之材料除於路堤型式須借土外，以使用原地之土壤壓實為主，但若含有高比例的有機物、腐蝕物或泥炭土之土壤或膨脹性高之土壤，則不適宜使用，應加以挖除。路床之表面稱為路基，宜整理成完整、平滑且均勻之表面，以供基層之鋪設。

2. 基層

基層鋪於路基之上，以提高路床承載力，並使承載作用均勻。其寬度須擴及整個路面，包含路肩在內到達邊坡。基層使用粒狀材料或穩定性材料，依各級「市區道路工程設計標準」中規定，可使用天然砂石料（摻砂石料）與土壤粒料（級配石料）。基層除另有規定外，一般須達下列品質要求：

- (1) CBR 值大於20
- (2) R 值大於55
- (3) 液性限度小於25，塑性指數小於6

(4) 含砂當量大於25

(5) 粒料之洛杉磯磨耗試驗小於50%

若材料未能達到品質要求，可用水泥、石灰等材料加以處理，加強其穩定性。

3. 底層

底層主要在供給面層有均勻且緊實之支承，達到輔助面層強度之目的，並將面層所承受之輪重均勻分佈於底下之基層或路床，防止路床產生過度的變形，並抵抗毛細管水及冰凍作用所導致之破壞。路基所使用之材料以土壤粒料(級配石料)為主，亦可使用經處理之材料，如瀝青或水泥處理材料。

4. 面層

面層為路面之最上一層，必須堅實穩固，才能承受載重、抵抗車輪磨損、適應各種氣候，並防止路面剝落、裂縫及車轍產生。且其表面須平順、能防水防塵、面層使用之材料有瀝青混凝土、熱灌瀝青碎石或礫石與土壤粒料（級配石料）。

柔性路面之材料因勁度及強度均低，不能完全承受彎曲應力，因此利用各層間緊密之結合與載重之傳遞，達分散車輪載重之目的，並利用材料間之鎖扣性、摩擦力、黏結力以維持結構之穩定。柔性路面須經路面設計；規劃各層擔負之責任；設計各層之厚度及材料要求，建立路面之整體表現，以達到路面服務交通之目的。

二、剛性路面

路面面層可受彎曲應力，當路基或底層如有鬆軟沈陷現象，面層可藉樑的抗彎作用支持不致發生沈陷者，稱之為剛性路面 [22]，如各種水泥混凝土路面、鋼筋混凝土路面等。剛性路面以水泥混凝土路面面版為主體，底層與基層之有無全依路基特性、材料性質與狀況而定，其結構可由圖3-3 表示。剛性路面之底層係在提供面層有均勻且緊實之支承，防止或減少霜凍之損害作用，供給適當的排水，以減少路面下之積水，並防止路面接縫、裂

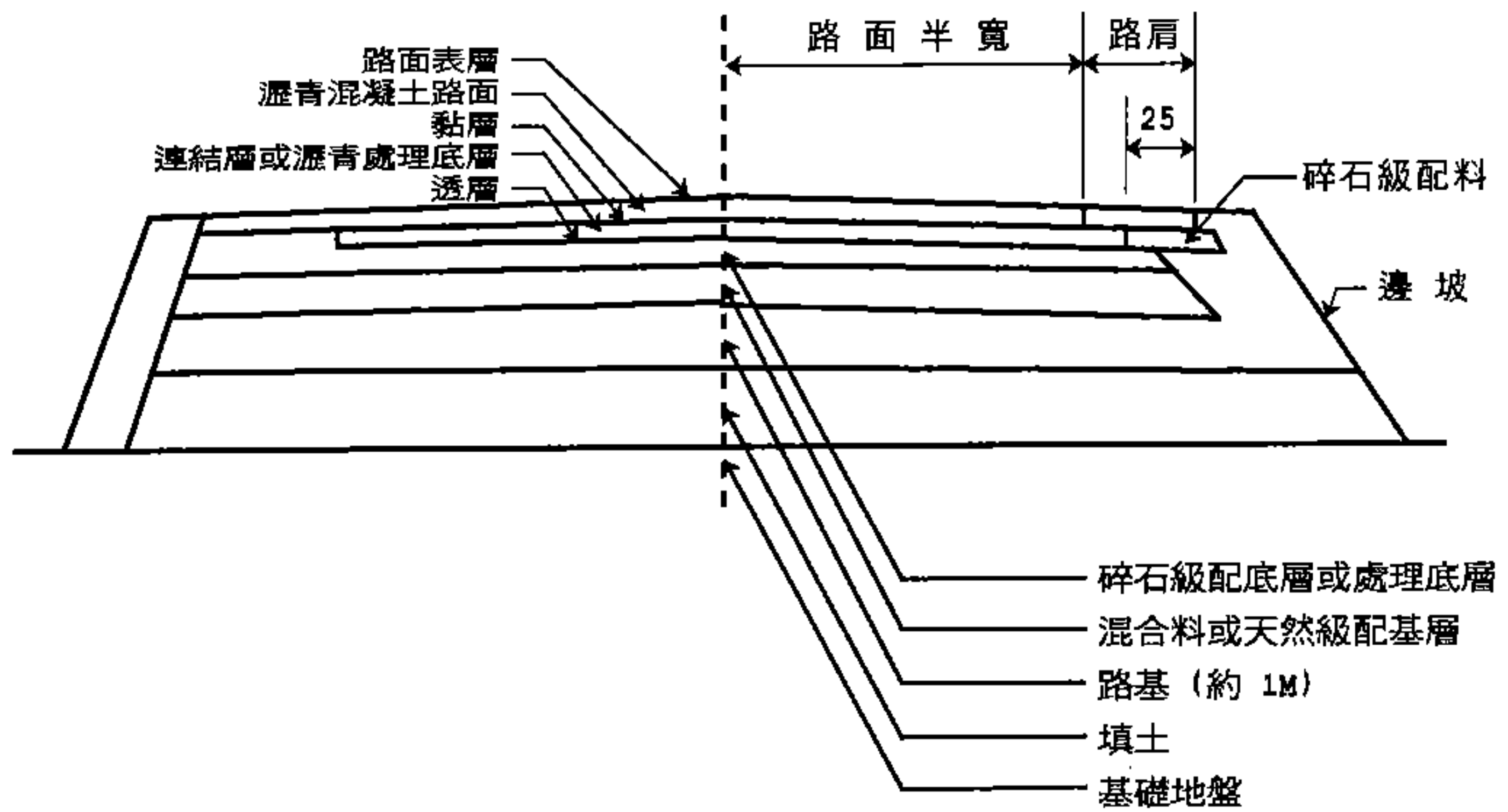


圖 3-2 柔性路面結構示意圖

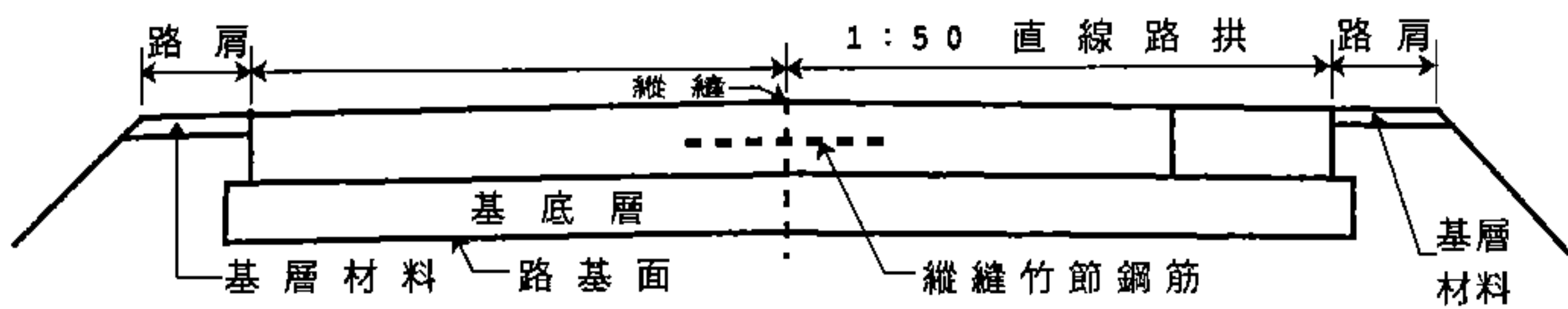


圖 3-3 剛性路面結構示意圖

紋及邊緣處發生唧水現象。因此若路基穩定且材料特性理想，則可省去底層（或稱基層）之鋪築。水泥混凝土路面面版之厚度設計依各種設計方法考慮路基種類、交通量分類及各種影響因素進行設計，並可配筋以加強其強度。

3.3.2 路面材料規範簡介

依「工程設計標準」[24，25]可將路面所使用之材料分成(1)天然砂石（摻砂石料），(2)土壤粒料（級配石料），(3)混凝土承壓材料，(4)瀝青材料，(5)其他粒料，(6)水泥，(7)鋼筋，(8)水與(9)其他材料。各種材料依所使用位置與設計要求有不同之標準，可參考下列規範：

- 1.各級「市區道路工程設計標準」
- 2.交通部「公路工程施工規範」
- 3.台灣省公路局「公路工程施工說明書」
- 4.交通部台灣區國道高速公路局「施工標準規範」
- 5.台灣省各機關「施工說明書」
- 6.中國國家標準
- 7.美國各種相關規範與試驗方法

3 · 4 現行路面厚度設計方法分析

3.4.1 現行路面厚度設計方法簡介

目前台灣省之鋪面設計多根據「市區道路工程設計標準」；台北市則根據「美國瀝青協會」（**Asphalt Institute**）所發展應用於柔性路面設計之 **AI**設計法設計路面。在「市區道路工程設計標準」[24，25]中所使用的路面厚度設計方法有三種，均屬於柔性路面的瀝青路面，以下便分別加以說明：

一、土壤分類指數法

(一) 使用範圍：不適用於高速道路及主要道路，僅限於試驗設備較簡單，人力缺乏以及交通量調查資料較缺乏之地區。

(二) 設計方法：

1. 利用對路基土壤探鑽所獲之土壤樣本，經篩分析與通過40號篩土壤的液性指數與塑性指數分析（液性指數 ASTM D423，塑性指數 ASTM D424）。將所獲得之數值換算出土壤分類指數（GI）。

2. 用土壤分類指數與交通量共同查表求取路面總厚度，如表3.3、表3.4。

(三) 交通量之分類：依每日每車道各車種之交通量（車輛數）將交通量分為輕、中、重等三級，其分類標準如表3.5。

(四) 土壤分類指數之計算分法：

1. 土壤分類指數之計算公式：

$GI = 0.2 \cdot a + 0.005 \cdot a \cdot c + 0.01 \cdot b \cdot d$ 式中，GI為土壤分類指數。a = 通過200號篩之材料百分數，最小35、最大75，計算出之差額，應以1至40為限。

b = 通過200號篩之材料百分數，最小15、最大55，計算出之差額，應以1至40為限。

c = 液性限度，求得之值在最小40、最大60範圍內，計算其差額，應以1至20為限。

d = 塑性指數，求得之值在最小10、最大30範圍內，計算其差額，應以1至20為限。

2. 土壤分類指數之圖解法：按圖3-4說明可求得指數。

(五) 土壤分類指數法之瀝青面層及礫（碎）石底層最小厚度有下列標準，若所求之路面總厚度小於此一標準，則採用該最小厚度值。

1. 輕級交通量：20公分。

2. 中級交通量：20公分。

3. 重級交通量：25公分。

表 3.3 美國瀝青學會之GI法瀝青路面設計總厚度表(單位：公分) [24,25]
設計輪重2,725公斤(6,000磅)=單軸重5,450公斤(12,000磅)

設計交通 量 (每日 每車道)	輕 級			中 級			重 級		
	客車：25輛 貨車：5輛			客車：500輛 貨車：25輛			客車：無限制 貨車：250輛		
GI	路 面 總厚度	基 層	底層及 面 層	路 面 總厚度	基 層	底層及 面 層	路 面 總厚度	基 層	底層及 面 層
20	26	13	13	38	23	15	46	26	20
19	26	13	13	38	23	15	45	25	20
18	25	12	13	38	23	15	45	25	20
17	25	12	13	37	22	15	44	24	20
16	24	11	13	36	21	15	43	23	20
15	24	11	13	35	20	15	43	23	20
14	23	10	13	35	20	15	42	22	20
13	23	10	13	35	20	15	41	21	20
12	23	10	13	34	19	15	41	21	20
11	22	0	22	33	18	15	40	20	20
10	22	0	22	33	18	15	39	19	20
9	21	0	21	32	17	15	38	18	20
8	21	0	21	31	16	15	38	18	20
7	20	0	20	30	15	15	36	16	20
6	20	0	20	29	14	15	35	15	20
5	20	0	20	28	13	15	34	14	20
4	20	0	20	27	12	15	32	12	20
3	20	0	20	25	10	15	30	10	20
2	20	0	20	23	0	23	27	0	27
1	20	0	20	20	0	20	24	0	24
0	20	0	20	20	0	20	20	0	20

表 3.4 美國瀝青學會之GI法瀝青路面設計總厚度表(單位：公分) [24,25]
設計輪重4,086公斤(9,000磅)=單軸重8,170公斤(18,000磅)

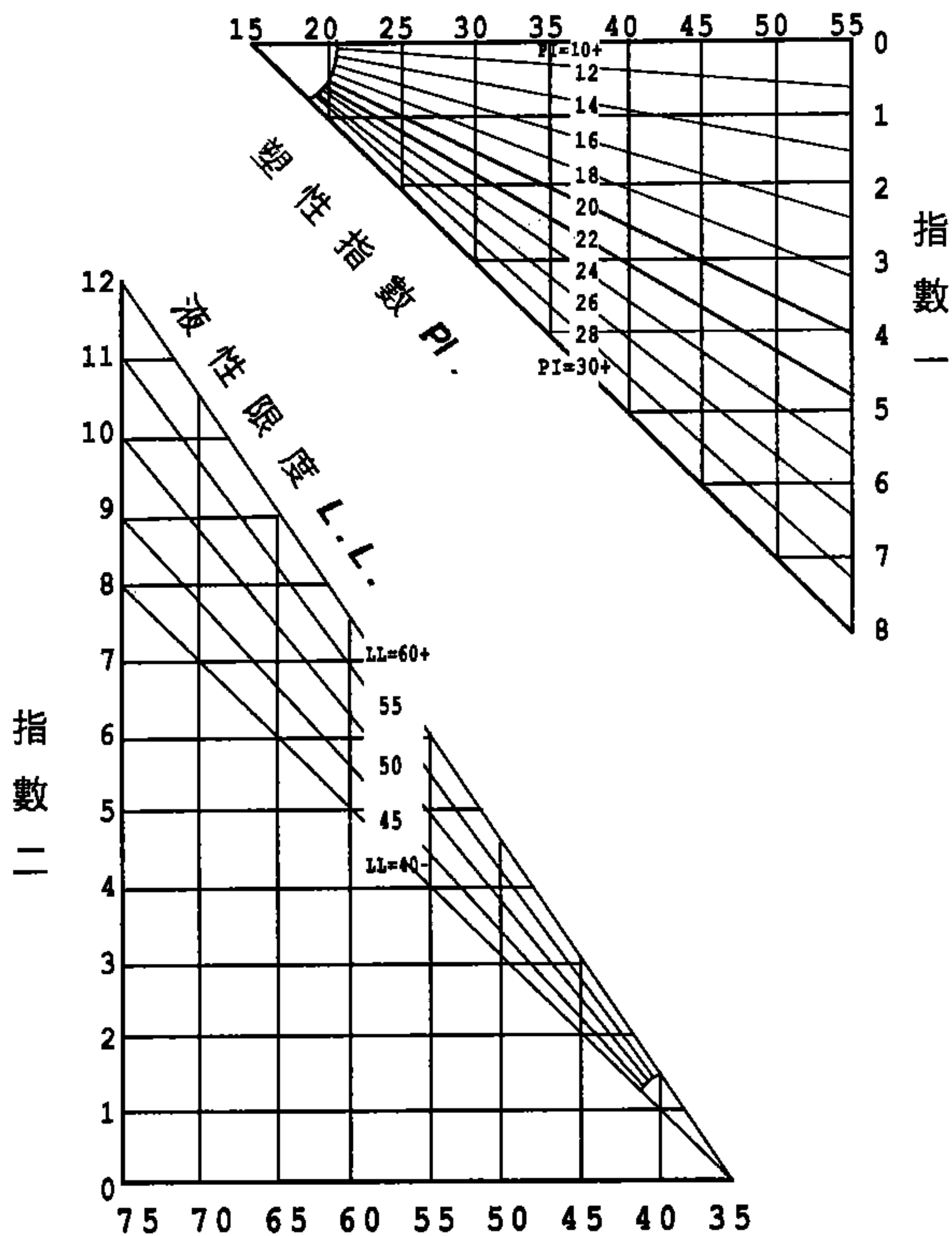
設計交通 量 (每日 每車道)	輕 級			中 級			重 級		
	客車：25輛 貨車：5輛			客車：500輛 貨車：25輛			客車：無限制 貨車：250輛		
GI	路 面 總厚度	基 層	底層及 面 層	路 面 總厚度	基 層	底層及 面 層	路 面 總厚度	基 層	底層及 面 層
20	31	18	13	46	31	15	56	36	20
19	31	18	13	46	31	15	55	35	20
18	30	17	13	45	30	15	54	34	20
17	30	17	13	45	30	15	53	33	20
16	30	17	13	44	29	15	53	33	20
15	29	16	13	43	28	15	53	33	20
14	29	16	13	43	28	15	52	32	20
13	28	15	13	42	27	15	51	31	20
12	28	15	13	41	26	15	50	30	20
11	27	14	13	41	26	15	49	29	20
10	26	13	13	40	25	15	48	28	20
9	26	13	13	39	24	15	46	26	20
8	25	12	13	38	23	15	45	25	20
7	25	12	13	36	21	15	43	23	20
6	23	10	13	35	20	15	42	22	20
5	23	10	13	34	19	15	41	21	20
4	22	0	22	33	18	15	39	19	20
3	20	0	20	30	15	15	36	16	20
2	20	0	20	27	12	15	33	13	20
1	20	0	20	23	0	23	28	0	28
0	20	0	20	20	0	20	20	0	20

表 3.5 土壤分類指數法交通量分類表

交通量分類	每日每車道最大交通量(輛)	
	小客車及輕型貨車	大型貨車及大客車
輕 級	25	5
中 級	500	25
重 級	無限制	250

資料來源：[24、25]。

圖A: 顆粒大小與塑性指數之關係
通過 200 號篩 百分比



圖B: 顆粒大小與液性限度之關係

土壤指數 =

圖A與圖B內之比例尺上讀數之總合 G.I.

圖 3-4 土壤分類指數圖解法 [24, 25]

二、CBR 法與R 值法

CBR 法與R 值法設計瀝青路面厚度，規定採用美國瀝青學會1969年出版之「公路及市區道路全厚瀝青路面結構- 厚度設計」手冊中之規定辦理。並使用圖3-5 或圖3-6 求得熱拌瀝青混凝土路面之全厚度，然後視當地可使用之數種材料，作比較設計，以求得最經濟之路面。

(一) 設計方法

1. 利用對路基土壤探鑽所獲之土壤樣本，經土壤承载力試驗求取CBR 值或土壤阻力值試驗求取R 值。
2. 估計道路完成開放通車後第一年之雙向平均每日車輛數、大型貨車百分比、大型貨車之方向及車道百分比與平均交通量成長率，求取設計車道之設計交通當量。
3. 用CBR 值或R 值與設計交通當量，採圖解法求取路面總厚度。CBR 值圖解法如圖3-5，R 值圖解法如圖3-6。

(二) 使用CBR 法及R 值法設計柔性路面厚度之交通量分類之標準如下：

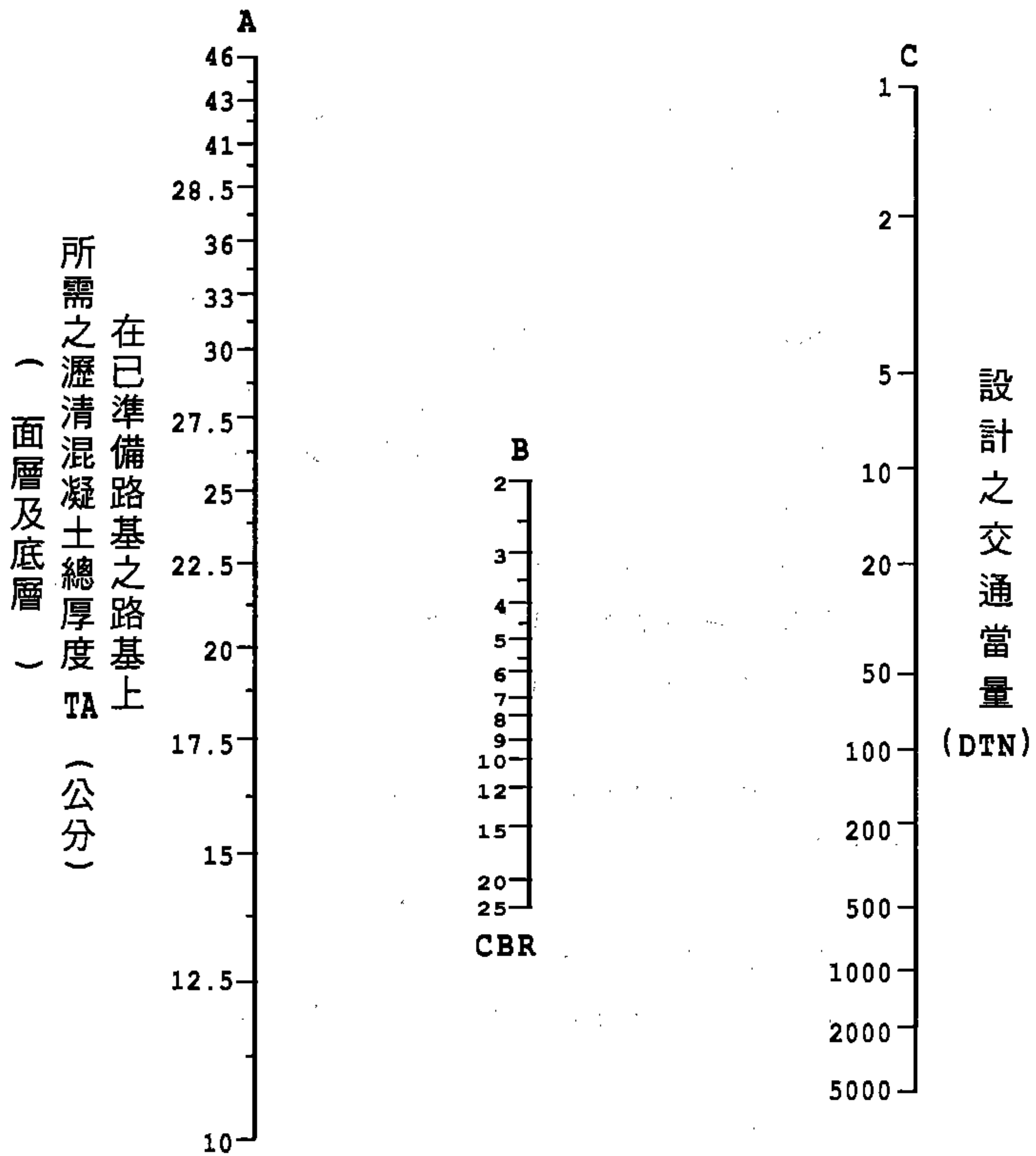
1. 輕級交通量：設計交通當量 (DTN) 小於10。
2. 中級交通量：設計交通當量 (DTN) 在10-100者。
3. 重級交通量：設計交通當量 (DTN) 在100 或以上者。

(三) 設計交通當量 (DTN) 之計算方法

設計交通當量 (DTN) 之計算方法可採用下列兩種方法求取：

1. 簡化計算法：

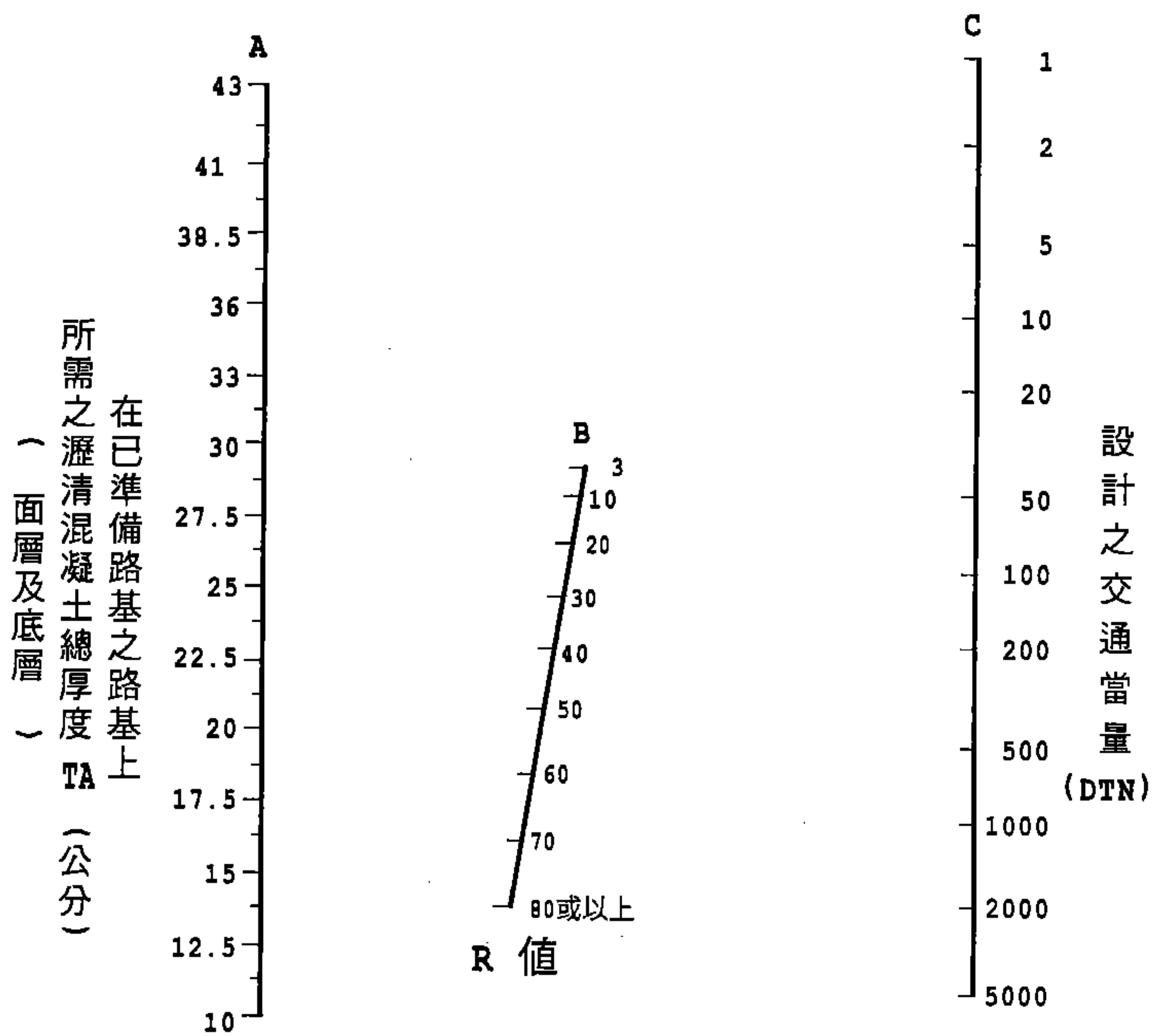
- (1) 估計路面完成開放通車後第一年內行駛於道路上之單向平均每日車輛是為IDT。
- (2) 在交通量調查及車輛分類資料中估算大型貨車所佔百分數以A 表示之。
- (3) 估計在設計車道上大型貨車百分數以B 表示之。
- (4) 計算在設計車道上之平均每日大型貨車數 (單向)



註: Design Traffic Number(DTN), 設計交通量

註: 本圖基於20年之設計年數

圖 3-5 根據路基土壤CBR值之瀝青路面
結構物厚度設計圖 [24, 25]

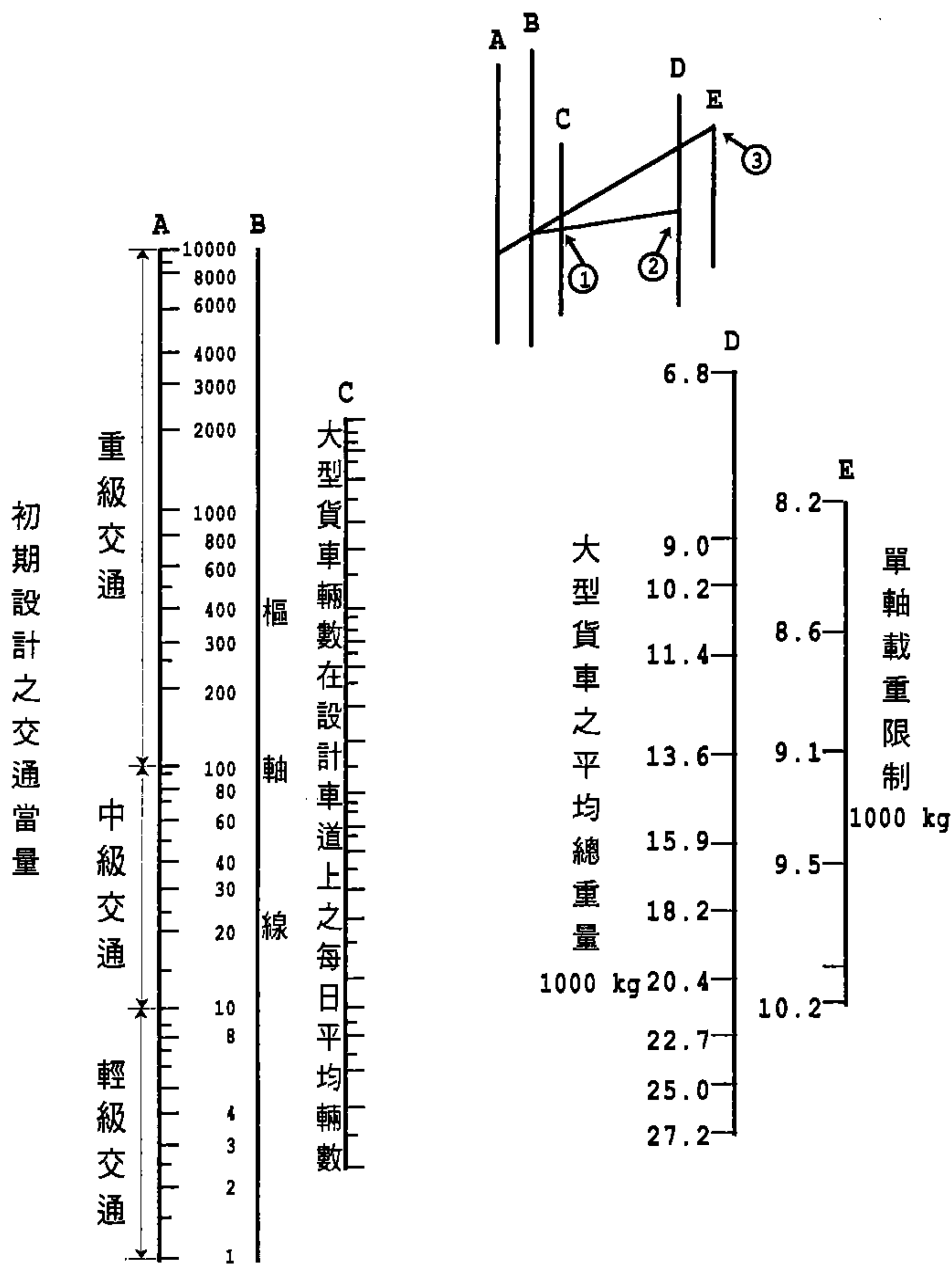


註：本圖基於20年之設計年數

圖 3-6 根據路基土壤R值之瀝青路面結構物厚度設計圖 [24, 25]

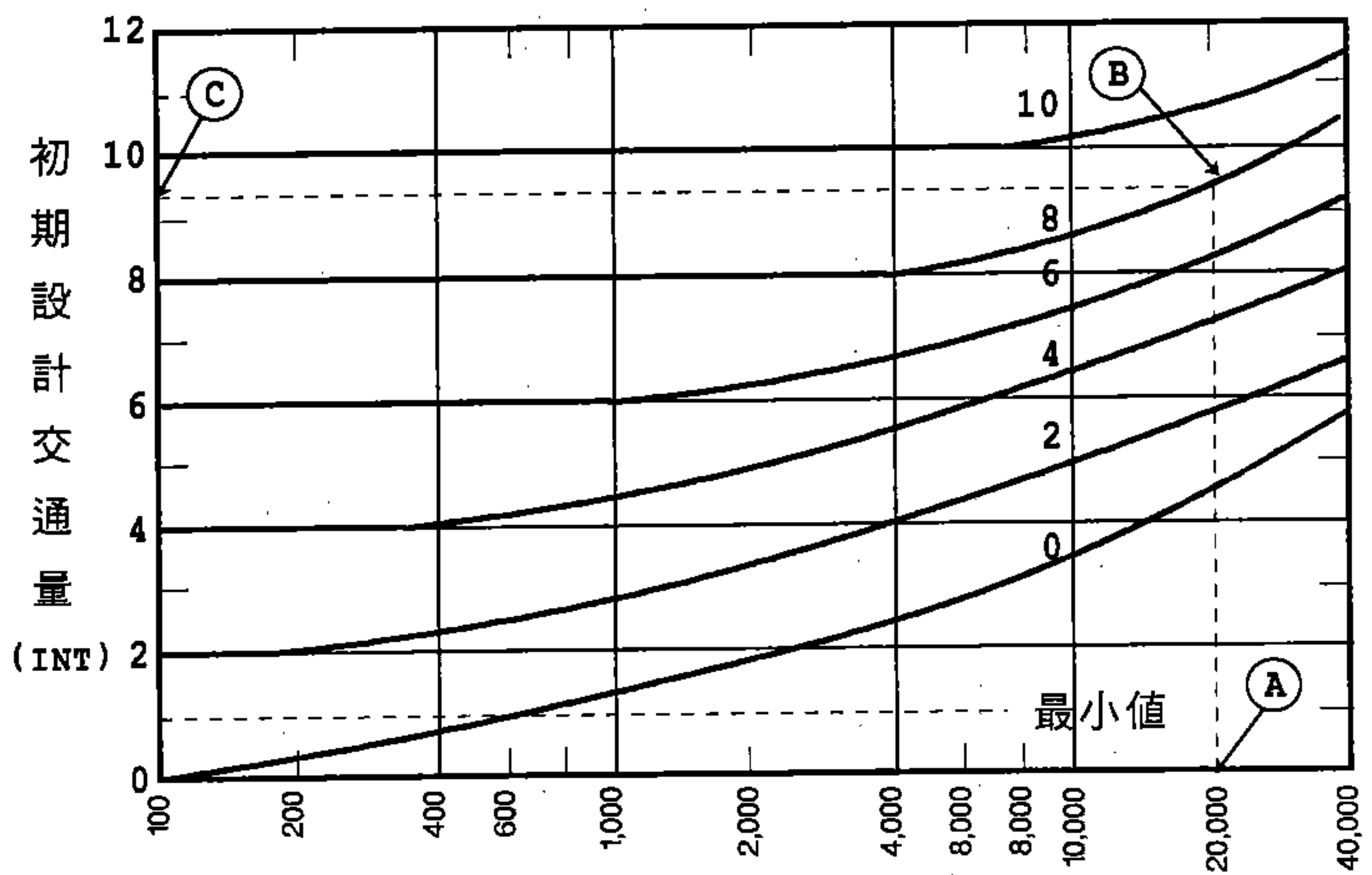
$$\text{大型貨車數} = \text{IDT} \times \frac{\text{A}}{100} \times \frac{\text{B}}{100}$$

- (5) 由測定之交通量及車輛重量研究資料中估定大型貨車之平均總重量。
- (6) 法定單軸載重規定為10,000公斤 (22,000磅)。
- (7) 由上述所得之資料使用圖3-7 計算初期交通當量ITN，其計算步驟如下：
 - a. 由上(5) 估計所得之大型貨車平均總重量，插在圖3-7 中D 線上定出適當一點。
 - b. 在圖3-7 中C 線上定出(4) 所估計預期在設計車道上之平均每日大型貨車數。
 - c. 用一直線連接DC二線上已定出之二點，並延長至B 線上交於一點是為樞紐點。
 - d. 在E 線上定出法定單軸載重限制點。
 - e. 用一直線連接E 線上之單軸載重限制點與在B 線上之樞紐點，並延長至A 線上。
 - f. 在A 線上之EB線之延長線交點處即為所求之初期交通當量ITN 值。
- (8) 當所求得之ITN 值等於或小於10時，並預期其相當數量之小客車及小型貨車行駛於道路上時，則ITN 值應按圖3-8 予以校正，其校正步驟如下：
 - a. 在圖3-8 中之橫座標上將代表行駛於設計車道上之每日小客車及小型貨車輛數定出一點。
 - b. 自該點垂直向上移動直至與前述由大型貨車所求出之ITN 值之曲線相交。
 - c. 然後由該交點水平向左延伸，求出在縱座標上之值是為校正後之ITN 值。
- (9) 選定設計年數：新建路面設計年數(n)。
- (10) 估計交通量之年成長率：交通量之年成長率(r)視當



ITN 值在小客車及小型貨車相當高時；
即 ITN值等於或小於10時需要改正之參閱圖

圖 3-7 交通量分析圖 [24,25]



行駛在設計車道之每日小客車
及小型貨車交通流量

圖3-8 小客車及小型貨車之每日交通量時
之 INT 小於 10 調整圖 [24,25]

地過去交通量增長趨勢估算之。

(11)將由(7) 或(8)求得之ITN 代入下式即得所需之設計交通當量DTN 。

$$DTN_{20} = ITN \times \frac{(1+r)^n - 1}{20r}$$

2. 詳細分析法

前述方法，係使用交通量估計決定ITN，然後再用以計算DTN。而本法係使用已有適當交通量資料之較準確分析方法，即使用詳細之交通量調查。與實際軸重資料，利用相同之推估方法求出ITN 值。

(四) 全厚瀝青混凝土路面所需之最小厚度規定如表3.6。

(五) 換用材料之厚度折算

在獲得路面全厚度數值後，可再依換用材料加以換算出底層與面層之厚度值。

1. 換用材料之厚度折算比可依下列規定辦理：

(1) 高品質未處理之顆粒底層材料（相當於碎石級配底層）與熱拌瀝青混凝土之比為2 比1 。

(2) 低品質未處理之底層材料（相當於天然級配）與熱拌瀝青混凝土之比為2.7 比1 。

2. 可折算瀝青混凝土之未處理底層材料依其表3.7 之物理性質要求，區分高品質與低品質兩類。

3. 全厚瀝青混凝土部份換用為未處理之底層材料後，依其交通量與所使用之替換材料，有最小厚度之規定，如圖3-9。

3.4.2 現行路面厚度設計方法分析

柔性路面厚度之設計方法甚多，而國內一般市區道路則採用土壤分類指數法、CBR 法與 R值法三種，此三種方法均為路面厚度設計發

表3.6 全厚瀝青混凝土路面所需之
最小厚度值表 [24,25]

設計交通當量 (DTN)	最小全厚度 T (公分) A
10	10
10- 100	12.5
100- 1,000	15.0
1,000 以上	17.5

表 3.7 可折算瀝青混凝土之未處理底層
材料分類表 [24,25]

試 驗 項 目		品 質 要 求	
		低品質	高品質
CBR或R值	CBR (最小)	20	100
	R值 (最小)	55	80
液性限度(最大)		25	25
塑性指數(最大)		6	非塑性
含砂當量(最小)		25	50
通過二百號篩(最大)		12	7

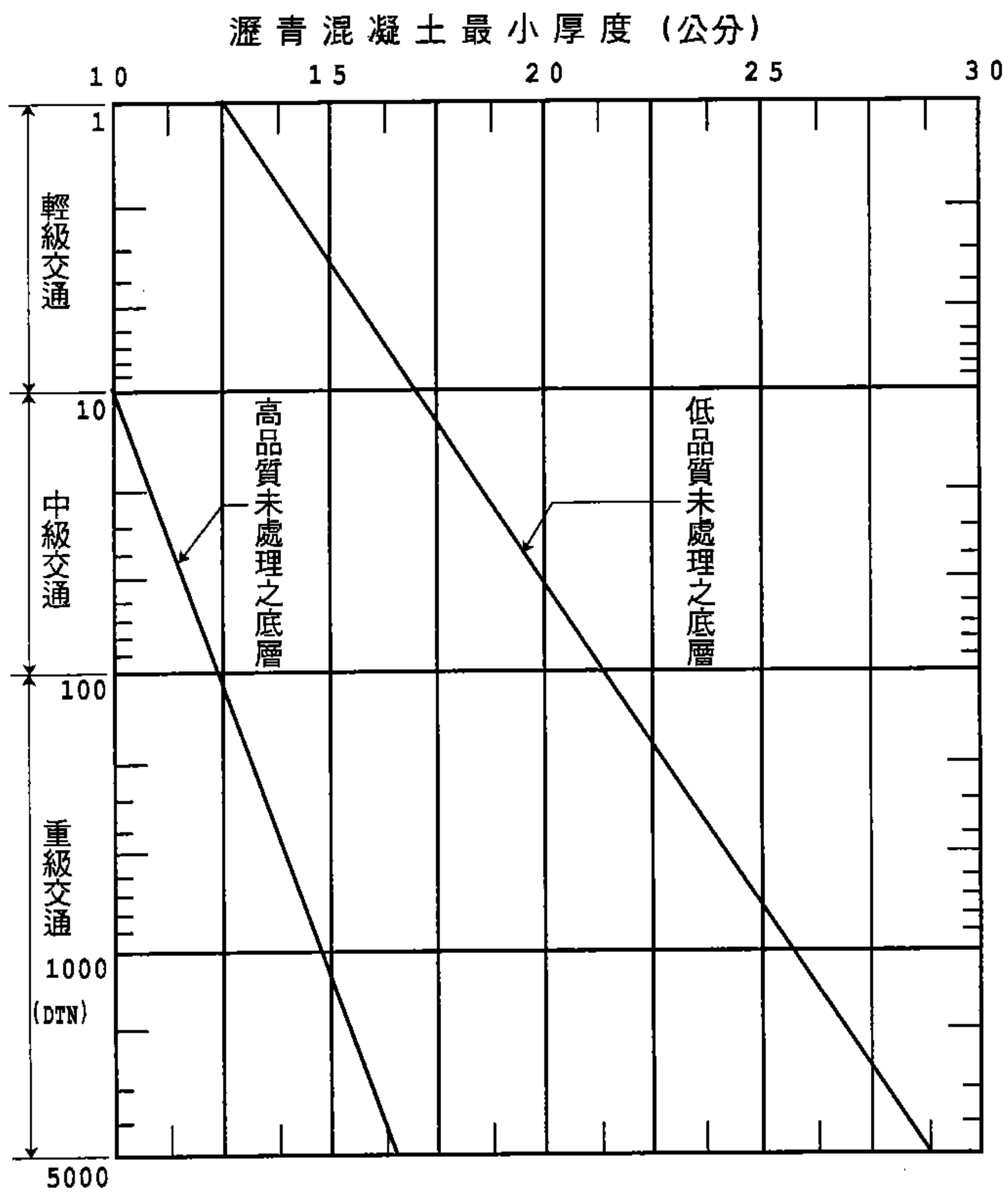


圖 3-9 在未處理之底層上之瀝青混凝土
最小厚度圖 [24, 25]

展早期之結果。以下便對此三種方法之優缺點加以說明[22]：

一、土壤分類指數法：此法為最早之柔性路面設計方法，利用土壤分類指數與路基之承載力之關係，配合交通量之大小，決定基層、底層與面層之厚度。此法因只須對通過40號篩之土樣作液性限度與塑性限度試驗，並對整個土樣作篩分析，再預估交通量之大致等級，便可定出路面厚度。故其優點如下：

1. 設備簡單
2. 試驗快速
3. 設計方法簡單明瞭

但卻有下列缺點：

1. 沒考慮影響路面設計之其他影響因素。
2. 沒考慮粗粒料對土壤強度之影響。
3. 對於膨脹性土壤未考慮其膨脹壓力。
4. 對於土壤在飽和時之強度變化情形無法表示。
5. 依英國公路研究會之研究，本法欠準確性差，與理想之距離相距甚遠。

二、CBR 法

CBR 法利用路基土壤之承載力與一種標準優良級配碎石承載力之百分比值與設計交通當量，求取路面厚度。其優點如下：

1. 儀器設備簡單，且操作亦不難。
2. 試驗步驟考慮到土壤未來可能演變之最壞情況。
3. 交通量考慮較詳細且嚴謹。
4. 依英國公路研究會之研究，本法之準確度尚可。

其缺點如下：

1. 對影響路面之因素考慮亦不週全。
2. 試驗之可靠性在粗粒料土壤上甚成問題，故僅較適用於細粒土壤地區。
3. 試驗需時甚久(土樣須浸水四天)。

三、R 值法

R 值法利用路基土壤之阻力值與設計交通當量，求取路面厚度。

。具下列優點：

1. 試驗方法及步驟皆模擬土壤之實地狀況。
2. 使土壤充分達到將來可能發生之最壞情況。
3. 能分別出土壤之內阻力大小。
4. 較CBR 法快速。
5. 交通量分析較詳細與嚴謹。

缺點有下列數點：

1. 設備費用昂貴。
2. 對於粘土之試驗值不穩定。
3. 試驗手續繁雜，僅能於固定之試驗室中進行。

3 · 5 現行路面養護作業現況分析

瞭解現行市區道路路面養護作業，有助於本研究擬定適用於地方政府執行的路面養護管理。以下便就現行路面養護作業依主管單位、作業流程等加以說明。

一、主管單位

有關路面養護作業之主管單位，依「市區道路條例」第四條規定：市區道路主管機關，在中央為內政部；在省為省政府；在直轄市為直轄市政府；在市縣（局）為市縣政府（局）。再依台北市與高雄市之「市區道路管理規則」之規定，其市政府工務局主管該市之公路路線系統及都市計畫道路系統之修築、改善、養護計畫之擬訂及實施事項。而在台灣省則較為複雜，其主管單位有：

1. 住宅及都市發展局（住都局）：負責有關市區道路長期性修築、改善及養護發展計畫之審議與協助重要路線之修築及改善事

項。

2. 交通處：負責省轄市都市計畫區域外及鄉鎮縣轄市都市計畫區域內之省道或縣道之修築、改善及養護之實施或協調事項。
3. 市政府工務局：負責有關市區道路之修築、改善及養護計畫之擬訂與實施事項。
4. 縣政府建設局：有關鄉、鎮、縣轄市市區道路之修築、改善與養護計畫之審議或代為擬訂事項。

綜合上述規定，可知在直轄市工務局主管其轄區內之所有道路；在省轄市市區道路之修築、改善及養護事項主管單位可為省住都局、省交通處與該市工務局；在鄉、鎮及縣轄市之市區道路主管機關可為省住都局、省交通處、縣政府建設局與該鄉、鎮、縣轄市公所工務課。

依本研究訪談台灣省五個省轄市、省住都局與新莊市之結果中，可知省轄市之市區道路除修築與改善事項部份由省住都局與省交通處負責外，有關養護之工作則由市政府工務課負責。在鄉、鎮、縣轄市公所中工務課則僅負責都市計畫範圍內之市區道路養護與部份之修築及改善工作，其餘則歸省住都局、交通處與縣政府建設局。其劃分標準全依各主管單位間之協調。

二、養護作業

有關市區道路之養護作業，在省轄市均歸屬於工務局中，在鄉、鎮、縣轄市則歸屬於工務課，其作業上大致可分為兩大部份：經常性養護作業（如填補坑洞、或修補龜裂等）大多由該主管單位內之道路養護工程隊（或相似單位）自行實施；至於重大養護（如翻建、全面加鋪等）及無法自行實施之其他養護者，則由該主管單位內之設計單位先行設計後發包實施。其作業內容大致如下：

1. 蒐集道路破壞資訊來源：以養護單位內定期派員巡視所轄道路之破壞狀況後，回報養護單位為主，並輔以：
 - (1) 民眾直接、間接反應至養護單位。

(2) 里幹事、里長或里民大會上之反應。

(3) 養護單位內或相關單位內之人員於上、下班途中或外勤途中發現反應。

以上三種資訊來源，養護單位均需再派員覆查後加以確認。由於各省、縣市政府人員編制名額並不相同且所轄區域範圍內道路面積亦有多寡之別，故路況調查之頻率不僅無統一標準且有明顯差距。

2. 有關破壞調查項目與內容：一般均只對道路破壞之型式、程度、規模與位置作文字性與簡單數字之記錄，供該單位進行養護規模之判定。其對破壞型式之判別十分簡單，大多未依學理上之破壞分類界定其類型。對於破壞嚴重程度、規模大小及地理位置之描述亦缺乏適當的調查表供記錄，以為日後覆查及資料存檔的依據。由於人員不足且缺乏路面結構強度、抗滑值及糙度等調查儀器，資料之蒐集僅以一般用路者所能感受到之破壞現象為主，對於潛伏性之結構破壞、抗滑值不足及平整度不佳等另一層次的破壞則無法得知。

3. 養護作業之決策：養護措施之決策程序分兩類：

(1) 經常性養護作業：由所蒐集之道路破壞資料，依作業規定進行單項破壞應有的修後方式。

(2) 重大養護作業：首先由調查員將經常發生破壞或破情形嚴重者向主管單位申報，主管單位則依所申報之嚴重程度，會同相關單位(設計單位、會計單位等)人員至現地勘查，並共同定其養護策略(加鋪或刨除加鋪等)。

4. 實施養護作業

(1) 經常性養護作業：若主管單位內有施工單位，則由該施工單位依破壞調查資料，於作業規定期限內派員修復；若無施工單位或無法負荷則發包由外包單位修復。

(2) 重大養護作業：經由主管單位內之設計單位加以設計後，交由主管單位內之施工單位或發包進行修復。

5. 管線挖掘之處理方式：管線單位之施工，除緊急修護工作允許

於動工後提出申請外，其餘均須於事前提出申請道路挖掘。其修復方式可以繳納路面修復工程費，由該地所屬養護單位負責修復外，亦可申請自行修復。若繳納路面修復工程費者，施工單位亦需於施工後，進行基本之回填工作以維持道路之平整；若為自行修復者，在修復完成後除須由主管單位派員勘驗外，尚應負責保固一年。

三、相關養護工程單位訪談記錄綜合整理

本研究為蒐集現行路面養護作業程序，曾走訪台北市政府工務局養工處、台灣省五個省轄市工務局與新莊市工務課及省住都局等單位，其記錄可參考附錄二，並就訪談時其所面對之問題綜合整理如下：

(一) 破壞資料調查方面：

1. 路調人員不足：道路面積隨市區之發展不斷增加，但道路調查員之編制卻未依道路增長比例而增加，造成大部份市區道路調查無法徹底落實每一段道路；破壞現象層出不窮。其次，調查人員未盡職責確實搜巡路況往往造成部份路段之破壞終年未修之情形亦造成各養工單位之困擾，台北市政府建議道路破壞資料之調查若能交由顧問公司等民營單位外包，或能確實於一定期間內將所管轄道路範圍作至少一次以上之調查。
2. 道路調查員普遍教育水準不足：大部份之調查員僅國小學歷，甚至未受教育，因此無法針對道路破壞之型式，種類及嚴重程度加以確實記錄；如果日後推行市區道路鋪面養護管理系統，必須成立一專屬單位對全省各養護單位道路調查員做一完整訓練，並配合以調查手冊對道路破壞調查有系統之記錄。
3. 破壞資料未納入資料庫，無法對道路破壞狀況加以有效追蹤：破壞歷史資料可以提供養護單位對路段破壞之原因深入瞭解，因而在養護時能夠對症下藥，有效防止減低將來破壞之嚴重程度。

- 4.管線挖掘一直為市區道路建設與養護單位帶來極大之困擾，由於管線挖掘與道路系統隸屬於不同行政單位，而各單位工程日期排定不一，造成往往有道路新建或重大維修之後隨即被挖掘鋪設管線，而因於回填時材料不佳或壓實不足等因素，造成路面加速破壞。
- 5.破壞調查之工作尚未系統化，造路成調查工作實施不平均，定期普查乃確保調查工作徹底落實之唯一辦法。

(二) 維修制度方面：

- 1.養工單位行政組織不健全：台灣省各養工單位之行政組織多延用日據時代或其它早期之架構體系，非但人員編制不足，許多層級架構亦待修正，方能使道路系統管理工作順利正常運作。
- 2.養護經費不足：逐年增加的道路面積並未編列足夠之維修經費，甚至於有時遭刪減而反較往年減少，在經費拮据之情況下，養工單位只能針對重要幹道或特殊用途道路進行修護，此外目前各地方單位亦缺乏一套完整計算標準提供市府或議會審議時參考說明。
- 3.施工品質不良：由於道路維修人員不足，且缺乏良好施工訓練，造成維修路面仍不平整，且維修部份破壞仍較一般路面快速，其次對大型維修之發包維修制度、養護負責單位無法有效地控制施工品質。
- 4.作業流程延誤破壞修護：路面破壞發生時，其修護作業往往由養護單位據報會同相關單位人員勘察後，視破壞情況，發包交由承商前往修護，往往無法達到隨即補修之效，造成破壞加劇，且破壞路段險象環生。

(三) 交通狀況方面：

- 1.超載問題：車輛超載對路面破壞之程度遠超過超載重量之比例，然而由於近年來重大工程建設不斷，砂石、木材等卡車軸荷重遠超過原先設計路面載重之考量，往往造成路面即時破壞或急速降低路面結構強度，造成道路系統功能

不佳。超載造成之破壞現象在各市區外環道路，重要聯外道路、高速公路上、下交接道路發生之機率極高。

2. 其它問題：部份工程建設（如：二高）施工往往對鄰近道路路面造成破壞，卻未能及時修復。除了加速路面的破壞之外，亦對行車安全造成相當威脅。

第四章 系統架構建立

4 · 1 系統架構

由上章所述之路面養護工作現況及市區道路服務水準普遍不佳之事實觀之，路面工程的內涵應由過去較單純的技術層次，提升至完整的管理層次；而路面工程引用系統管理，更能將路面工程所涵括之各項工作，如規劃、設計、施工及養護等業務納入一套層次分明的架構，使工程與相關單位之各階層人員均可經路面管理系統，尋求解決路面問題與可供執行的最佳方案。但為配合階段性推行與實際主管單位之需要，本研究擬就較單純的養護工作著手，建立一路面養護管理系統。為使本系統日後能擴增達到全面路面管理的境界，須建立一完整且具彈性的系統架構，以達此一目的。

最簡明的路面管理系統包括規劃、設計、施工、養護、評估與研究等六部份，此六部份涉及許多主、次要，或且又互相關連的低層次問題與解決方案，其結構如圖4-1所示。其中的養護系統除建立維修與實施維修的制度，以及訂定處理各種路面損壞養護的技術方法外，尚須有路面調查與路面評估等系統之支援方能訂定養護計畫。其所研擬的維修方法亦須有路面設計與研究之輔助，方能使養護作業發揮最大功效。因此為充分發揮路面養護管理之功能及日後擴增為路面管理之需要，本研究擬就路面調查、路面評估、路面分析、路面養護規劃與路面設計等部份，配合圖形化與資料庫管理部份，共同結合成「市區道路路面養護管理系統」，其架構如圖4-2所示。各次系統之內容則於以下章節逐步介紹。

4 · 2 路面調查系統

路面調查的功能，為就現有市區道路路網基本資料、路面結構與

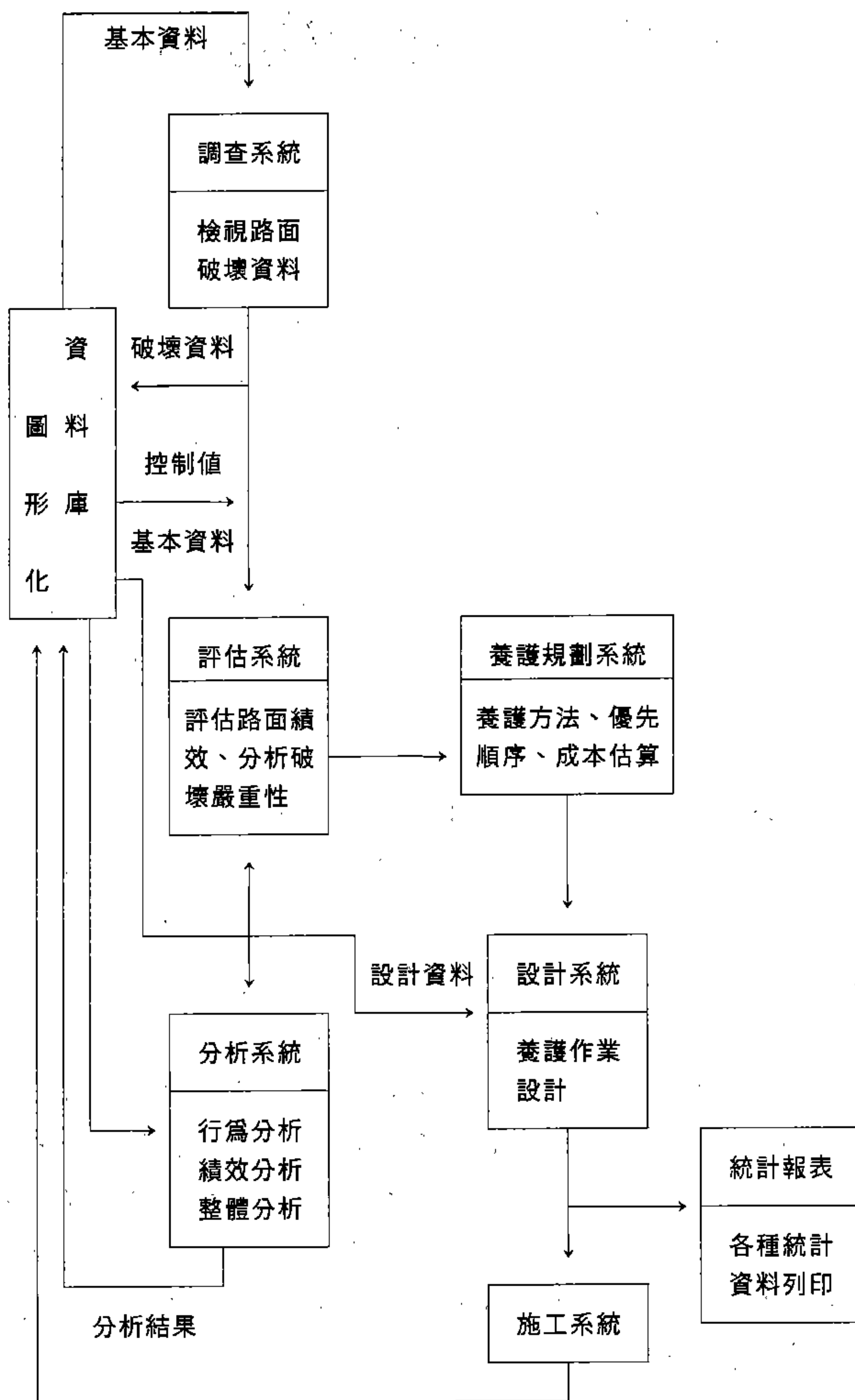


圖 4-1 一般道路路面養護管理系統圖

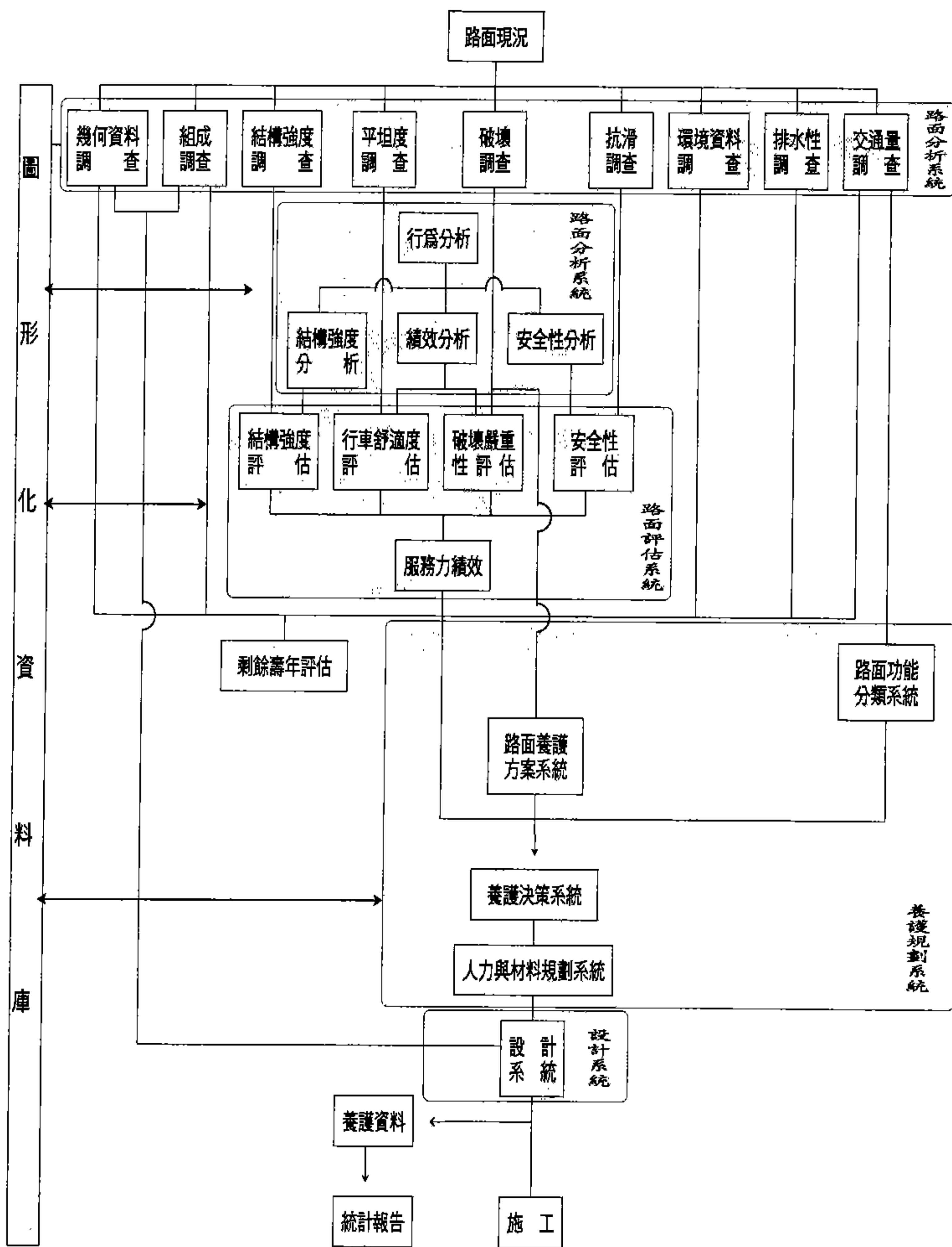


圖 4-2 市區道路路面養護管理系統圖

使用狀況，做主觀與客觀的量測與判斷，調查所得之資料，經過分析研判後，可供現有路面進行養護整修之依據，也可供新建道路路面建造時之參考，故路面調查是路面養護工作之起點，亦是路面養護管理系統不可或缺之一環。

路面調查系統大致上擬包含下列內容：

1. 路面幾何資料（車道數、車道寬、路段長度等）調查：資料來源除可實地量測外，亦可由工務局、工務課的施工圖中獲得。
2. 路面組成（材料性質及厚度）調查：資料來源除利用現地取樣外，亦可透過竣工圖或養護資料獲得。
3. 路面結構強度調查：利用取樣或儀器調查間接獲得結構強度數值。
4. 路面平坦度（糙度）調查：利用儀器調查獲得資料。
5. 路面破壞調查：利用本研究所建立之破壞調查方式進行。
6. 路面抗滑（安全度）調查：利用儀器調查獲得資料。
7. 交通量（車種、車次、軸重、軸次）調查：可修改現有或新擬調查方法獲得。
8. 環境資料調查：可蒐集氣象局資料。
9. 排水性質調查：參考AASHTO排水係數擬定。

4 · 3 路面評估系統

路面評估指為依路面調查所得之資料，在某種特定目標下，對路面進行評審估計，以得一客觀之結果，供養護作業或其他相關項目所應用。而本系統所使用之評估模型，則須在路面分析中自行建立或引用適當之研究結果。於評估完成時應可獲得客觀數據，以供養護作業優先順序排列為主。

路面評估系統大致上應包含下列內容：

1. 路面破壞嚴重性評估：利用路面破壞資料所評估之路面破壞嚴重

性。

2. 路面結構強度評估：利用儀器調查之撓度值所轉換之路面強度值。
3. 路面行車舒適度評估：利用儀器調查之平坦度值所轉換之路面行車舒適度值。
4. 路面安全性評估：利用儀器調查之抗滑值所轉換之路面行車安全性指標。
5. 路面服務能力績效評估：利用各種變數所評估路面現況服務能力績效值。
6. 路面剩餘壽年評估：由各種指標及交通量資料所求算之路面剩餘壽年。

4 · 4 路面分析系統

路面分析系統包括工程技術層面與管理決策層面的各項分析，目的在建立路面行為之理論分析架構，並提供其他各系統所需模型之研究發展，使路面養護管理系統不僅能應用模式，亦能自行研究發展出其所須之各項模式，或所須之資料，便於日後擴展成路面管理系統時具完整性。

路面分析系統大致上應包含下列內容：

1. 路面理論闡釋系統：有關路面理論分析之各種應用公式及學理。
2. 路面行為分析：有關路面行為如彈性分析、應力、應變分析、撓度分析等分析系統。
3. 路面績效分析：有關破壞性指標模式、績效指標模式之建立系統。
4. 結構強度分析：有撓度值與結構強度之轉換應用模式系統。
5. 抗滑安全分析：有關抗滑值與行車安全性之轉換應用模式系統。
6. 路網整體績效分析：對路網整體評估之指標建立系統。

4 · 5 路面養護規劃系統

路面養護規劃作業，是在充分了解現有路面情形後，考慮未來的需求及資源的多寡進行路面養護作業規劃，使路面養護作業能有效且充分地執行。而良好的路面養護規劃，實有賴於其他有關系統之完備與配合及實際施工的良好配合。此系統應包含下列子系統。

1. 路網功能分類系統
2. 路面養護方案系統
3. 養護決策系統
4. 養護作業規劃系統
5. 人力與材料規劃系統
6. 養護資料系統

4 · 6 路面設計系統

路面設計包括道路新建或重建時之設計與養護時之加鋪設計，因此路面養護管理系統中佔地位重要。事實上簡易的路面設計系統，經過發展與擴增即可成為路面養護管理系統的雛型，如德州運輸協會(Texas Transportation Institute) 所發展之FPMS系統即為一例。

路面設計系統大致上應包括下列內容：

1. 路面設計規範
2. 柔性路面設計方法
3. 剛性路面設計方法
4. 路面加鋪設計方法

4 · 7 圖形化系統

圖形化目的在使系統操作時，可輔以圖形之操作，達到系統操作之方便性與親和力，圖形化應用的子系統以路面調查、路面評估、路

面養護規劃與路面設計為主。

圖形化系統之內容大致如下：

1. 圖形展示系統
2. 螢幕資料編修系統
3. 屬性資料運算與分析系統

4 · 8 資料庫管理系統

路面養護管理系統所包含之內容廣泛，且其各次系統內之資料，均須彼此支援與引用；為使整體系統在操作與應用過程中，資料之傳遞與更新更為合理且有效，建立路面養護管理系統之資料庫管理系統為相當必須且重要的。透過資料庫管理系統不僅可使資料之傳遞與更新有效，且可使系統之所須記憶容量減少，使電腦之應用更具有效性。

4 · 9 研究發展與人員訓練系統

路面養護管理系統是一種軟硬體兼具之管理工具，且此一系統應隨時改進，隨時予以充實；故研究發展與人員培訓遂為增進此一管理機能所必須要做的事。

4 · 1 0 系統發展計劃

路面養護管理系統是一龐大且複雜的系統，如何將此一觀念引入，並建立一合用於國內市區道路路面管理單位使用系統，是一長期性的工作。為使本系統之建立能落實於實際執行單位，應訂定系統發展計劃，在各個不同發展階段中，充份與執行單位溝通，並逐步推展本系統於執行單位，在互動溝通下完成本系統，使本系統之功能得以發揮。

第五章 路面破壞調查

路面破壞調查的工作在各道路主管機關中，已經持續進行了數十年，但絕大部份均配屬於道路的養護單位內，且從事的任務以蒐集道路及其附屬設施的破壞資料為主，供養護單位修護道路或其附屬設施，達可供通行或改善路況之目的。由此可知，至目前為止，國內的市區道路主管機關對路面破壞調查資料之處理，姑且不談預測道路破壞的能力，即使在路面已出現初期的破壞狀況，因其未達修護之標準或經費預算不足，主管機關忽視它而不加以處理，喪失提早處理可防範於未然之先機。即使較為嚴重的破壞，亦須決定於調查人員對破壞嚴重程度的認知與是否影響行車安全來決定是否加以修護，而予以記錄。

在此本研究擬建立一套路面破壞調查體系，除可提供路面養護管理系統使用，成為其重要資料收集的來源外，亦可提供道路主管機關從事養護作業時參考。

5 · 1 路面破壞

當一條道路新建完成後，即使在尚未開放通車時，路面便可能發生少數局部的破壞，而在開放通車後更因負擔交通的任務，而產生使用的破壞。不論是前者或後者之破壞，在路面工程上是屬於可預期的現象。當然工程師們希望以合理的設計及施工時嚴密的品管作業，使路面的破壞減到最低程度，但因影響路面破壞的外在因素過多，且於使用過程中變因更是無法控制，致使在設計時難以盡到合理週密的考量，均是路面破壞或提前破壞的原因。

一般路面破壞的原因大致如下：

1. 交通量預估不準，或超載車輛超過設計標準，導致路面無法支持車輛之重量。

2. 基礎軟弱或設計不良，使之無法支持車輛之重量。
3. 未能按照設計標準施工。
4. 選用之材料不夠理想，配合不當。
5. 築路材料用量不足。
6. 雨水於裂縫透入基礎、地下水位過高或毛細管現象吸收水份上升，造成土壤與基礎之承载力減弱。
7. 各種瀝青結合料經長時間曝露於空氣、日光中，老化失去彈性而硬化。
8. 人爲破壞或挖埋管線後、回填或夯實不良所致。

以上各種路面破壞原因，均會在路面造成各種路面破壞的型態。一般而言，路面的破壞型式可分爲功能性及結構性兩種，前者嚴重的影響行車之舒適性及安全性，而後者則迅速導致路面結構之整體破壞。兩種破壞型式皆需以目視法及儀器調查法進行資料蒐集。本章先就目視法可調查之項目加以說明，儀器調查項目則留待下章敘述。以下就目前市區道路路面經常發生之柔性路面的破壞型態與形成原因加以說明。

柔性路面破壞型態大致可分成裂縫、變形及粒料分離等類型：

一、裂縫 (Cracking)

(一) 縱向車輪軌跡裂縫：位於車道車輪軌跡處，平行於車道中心線之裂縫。其形成原因大致上有：

1. 載重車輛在鋪面較弱的季節(例：路基土壤含水量較高時)所造成。
2. 薄層瀝青面層疲乏所造成之破壞。

(二) 車道中央之縱向裂縫：發生於車道中央，平行於車道中心線之裂縫，通常爲單一裂縫，偶爾旁邊會發生另一條平行裂縫，其形成原因主要爲結構強度不足，再加上冷縮 (Thermal Shrinkage) 造成破壞。

(三) 縱向中心線裂縫：車道中心線或車道線附近之縱向破壞裂縫，其形成原因：

1. 縱向接縫強度不足。
 2. 不同期建造之車道，沈陷量不均。
 3. 路基土壤含水量變化（隆起 Swell / 乾縮 Shrinkage）。
- (四) 縱向邊緣裂縫：平行於道路邊緣且在道路邊緣 30 公分（12 吋）之範圍內的直裂縫或連續性波浪紋裂縫。其形成原因：
1. 路緣支承不足或荷重太大。
 2. 路緣 / 路肩排水不良。
 3. 鋪面寬度不足，造成交通荷重太靠近路緣。
- (五) 縱向蜿蜒裂縫：裂縫由路之一側漸漸縱向跨延至另一側，通常具相當之長度。多為單一裂縫，但亦有第二條裂縫的例子。其形成原因多為施工不良。
- (六) 橫向裂縫：規則性與中心線垂直、跨過車道之裂縫，少數未完全跨過整條路，稱為部份橫向裂縫。其形成原因：
1. 瀝青材料對溫差變化過大之自然反應。
 2. 反射裂縫之一種。
- (七) 龜裂：裂縫形狀呈一連串小多邊型，有如龜殼上的花紋，在歐美稱為鱷魚皮狀裂縫。龜裂可以是全面性的，也可以是局部的，在初期時由於裂縫輕微，對路面的服務水準並無太大的影響，但所造成路表面的水滲入，使底層及路基等強度轉弱，將加速龜裂面積的擴大以及裂縫的擴張。其形成原因：
1. 面層材料疲勞老化。
 2. 超過設計累積載重，面層撓度過大。
 3. 底層粒料塑性高，路面結構強度不足，車輛超載造成過量變形。
- (八) 不規則裂縫：隨機的橫向與縱向裂縫，有時是橫向裂縫與縱向裂縫所綜合成。形成原因主要由路面之隆起與收縮造成。
- (九) 溜滑裂縫：沿著沈陷填堤邊緣之大型新月型裂縫，且新月型裂縫內凹陷。其形成過程為：在表面層與下層沒有適當的連結處，受到外在剪力時，面層所受之表面外力無法將此外力傳遞至底層讓整個道路結構來分擔此外力，而僅由表面層來

單獨承受，當面層的厚度及強度不足以承受時，則產生此張力破壞的現象。面層與下層結構沒有適當的連結可能是黏層或透層 (Prime Coat or Tack Coat) 使用的瀝青不足或過多。

- (十) 反射裂縫：是由於下層的裂縫，向上傳遞而導致面層產生與底層相似的裂縫。一般多發生在加鋪層上，由於舊有的剛性路面的接／裂縫或舊有瀝青路面的裂縫，在加鋪時未加以適當的處理而導致加鋪層產生反射裂縫。另外在新建路面上，由於路基產生收縮裂縫，也會導致路面產生反射裂縫。

二、變形

- (一) 車轍：在車輪反復輾壓下產生之縱向凹陷。其形成原因：

1. 面層瀝青混凝土材料的穩定性及壓實不足。
2. 路基材料不穩定，受壓太大造成永久形變。
3. 路肩不穩定，無法提供足夠之側向支撐。
4. 道路結構強度不足，以致底層在車輪軌跡位置下陷。
5. 正孔隙水壓力造成近飽和之骨材在輪壓荷重下壓成細粉。

- (二) 波浪形路面：路面在沿行車方向發生高低起伏成波浪狀之變形。形成原因：

1. 瀝青材料穩定性不足。
2. 結合層或橋面防水層太厚。
3. 交叉路口之剎車。
4. 上下坡處荷重太高。

- (三) 隆起與凹陷：局部表面高於或低於周圍的路面者稱為隆起或凹陷。隆起可能是由於路面下層材料的膨脹，凹陷則多由路面下層的材料流失或在施工時局部性的夯實度不夠所致。

- (四) 面層表面滑動：面層之表面在輪胎之摩擦力下，前後滑動，道路之橫向標線可看出前後扭曲。形成原因有：

1. 瀝青材料穩定性不足。
2. 面層與黏結層缺乏膠結。

3.不穩定之骨材影響表面。

4.交叉路口車輛之剎車。

(五) 車道 / 路肩的段差：指在車道與路肩間具有不同的高程。其形成原因：

1.基礎的下陷或唧水現象。

2.路肩骨材受重車輾壓後粉碎。

3.土壤膨脹。

三、表面破壞

(一) 坑洞：路面局部發生不規則的坑洞，其形成原因多由局部龜裂路面沒有及時修補所造成，或人爲破壞後回填不實所致。

(二) 鬆散：鋪面材料由表面向下 / 邊緣向中央，粒料由路表面剝離或表面粒料之瀝青流失的現象。其形成原因：

1.骨材表面有黏土 (Clay) 。

2.瀝青量不足。

3.潮溼的骨材，造成膠結料無法黏結骨材。

4.瀝青隨時間硬化。

5.在彎道處，車輛離心之側向力，造成瀝青與粒料鬆散。

(三) 剝落：路面摩擦層之瀝青料流失，使粒料暴露於空氣中。與前項之性質接近，但剝落是一種斑點似的瀝青剝落，鬆散則是連續面積的瀝青與粒料脫離分離。形成原因包括：

1.壓實不足造成水份及細砂滲入瀝青材料，因而瀝青料流失。

2.受柴油、溶劑侵蝕，瀝青被溶化。

3.面層瀝青變質而剝落。

(四) 冒油：瀝青膠結料上移，在路面產生一層薄膜，而使路面有反光、附黏性與易滑等現象。其形成原因：

1.瀝青料用量過多，受荷重而擠上表層。

5 · 2 路面破壞調查項目

市區道路系統在台灣地區其路面型態目前仍以柔性路面為主，因此就柔性路面體系，進行路面破壞調查項目之訂定。因同時考量國內較常出現之破壞項目，又為配合日後有關破壞性指標之建立與路面服務力指標之應用，將上節所列之各種破壞加以整理分類，訂定出下列調查之記錄項目，大致區分為裂縫、變形、表面破壞與其他等四大類，分別敘述如下：

第一類：裂縫

1. 車道內縱向裂縫：裂縫形態約略與行車之方向相同者，其發生位置在車道中央或車輪軌跡處者。在調查時須注意其長度、嚴重程度及面積。
2. 車道線縱向裂縫：裂縫形態約略與行車之方向相同者，其發生位置可能於車道中心線、車道線、道路邊緣或由路之一側漸漸縱向跨延至另一側。在調查時須注意其長度、嚴重程度及面積。
3. 橫向裂縫：裂縫形態約略與行車方向垂直者、可能跨越車道或跨過整條道路、在調查時須注意其長度、嚴重程度及面積。
4. 龜裂：裂縫形態呈一連串小多邊形、有如龜殼上的花紋，可能是全面性（大面積）的或為局部的。在調查時須注意其面積大小，是否發生唧水現象及沉陷、車輪過處碎片是否發生動搖等現象。若已有部份裂塊已脫離或碎裂形成淺坑洞時，仍應屬於龜裂。

第二類：變形

1. 車轍：車轍可分成輕微與顯著二種：輕微的車轍包括在車輪輾壓處出現光亮、冒油、車印等現象、與其他部份路面的顏色有顯著差異；顯著的車轍已可觀測到所產生的縱向凹陷，並可以量測出車轍之

深度。在調查時須注意的車轍之平均之深度、嚴重程度與面積。

2. 波浪形路面：路面發生沿行車方向高低起伏，其形狀如波浪，具有規則的波峰波谷，而波峰谷間之間距小於60公分（2呎）者。在調查時須注意其嚴重程度與面積。
3. 隆起與凹陷：局部表面高於或低於周圍的路面者，在調查時須分別注意其高低差之高、深度與面積。
4. 面層表面滑動：面層受橫向作用力所產生的前後滑動，可由道路之標線或標字發生扭曲看出。在調查時須注意其面積與是否會影響行車之平穩性。
5. 車道與邊緣高差：指路面與路肩或邊溝間所具有的不同高程。在調查時須注意其是否為路面加鋪時造成或本身新建後沈陷所致。

第三類：表面破壞

1. 坑洞：路面發生局部大小不等的坑洞。若為龜裂路面後及時修補所造成者，在坑洞之深度須深及面層之下層者方歸類於坑洞。在調查時須注意其深度及面積。
2. 鬆散：指粒料由路表面剝離的現象。在調查時須注意其面積及是否崩解成坑洞。
3. 剝落：其破壞型態與鬆散接近，但為連續面積的瀝青與粒料脫離分離。在調查時須注意其面積與是否與良好路面發生高差。
4. 冒油：瀝青膠結料上移，在路面產生一層柏油薄膜，而使路面有反光，附黏性與易滑等現象。在調查時須注意其嚴重程度與面積。

第四類：其他

1. 修補面破壞：修補後，與原路面所造成的各種破壞，包括高差，修補面不平等。調查時須注意修補面破壞的嚴重程度、破壞種類及修補面為向或橫向等。
2. 修補面薄層剝離：在原有路面上加鋪一薄封層(1cm — 2cm)，因施

工不當而引起薄封層呈荷葉狀剝落。調查時須注意剝離區域的總面積。

3. 人孔高差：在人孔、手孔周圍所發生的破壞，包括高差與周圍瀝青或水泥修補面的不平整等。調查時須注意人孔的面積、高差與修補面的破壞狀況。

5 · 3 路面破壞調查方法

路面破壞調查的方法大致上可分成兩大類，第一類為以調查員在現地觀察與記錄的傳統調查法；第二類為利用各種儀器於現地記錄路面狀況後，再從事破壞資料的分析與登錄的改良式。以下分別加以簡單介紹[35]：

一、傳統調查法

傳統的路面破壞調查方法是由調查員步行或乘車行進於調查路段之路側，並進行觀察與記錄。依記錄的方式又可再分成兩類：

1. 填表法：調查員以步行或坐於車上(摩托車)或車內在路側慢速前進，依其所觀察到的破壞，將各種資料填寫於既定格式的路面破壞調查表格。此種方式的優點是可以詳細的記錄各種所需的資料，並確保其資料的精確性。
2. 機具法：調查員坐於車內在路側慢速前進，依其所觀察到的破壞，將資料記錄於儀器之內，於一定時間或調查路段單元結束時，將資料整理或儲存。此種方式的優點是調查速度較填表法迅速許多，缺點是其資料詳細程度較差（受限於記錄的方式無法詳細登錄破壞嚴重程度與範圍）與正確性稍差（因其車行速度較快，易忽略部份破壞）。在美國德州此一方法自1974年啓用迄今，記錄儀器由早期的機械式記數器到現行的電腦程式輸入法，可以說是已克服了調查時的許多問題，且依其經驗在郊區公路速度由早期的 5 英哩／小時改進到現行的15 英哩／小

時，路段單元長度由0.2 英哩擴為0.4 英哩。

傳統的調查方法雖有不斷的改進，但仍避免不了下列缺點：

1. 勞力密集，成本高。
2. 耗費大量時間。
3. 調查人員及車輛具高度的危險性。
4. 當路網龐大時，此一方法則不具經濟性。

二、改良式調查法

為改善傳統調查方法的缺點，各研究單位嘗試利用儀器來記錄路面破壞狀況，期望能替代調查員之肉眼觀測，以下便介紹幾種改良式的調查方法：

1. 空照法 (Aerial Photography)

利用航空器 (Aerial) 在空中拍攝下路面的狀況，再由分析人員檢視照片或利用影像處理技術分析，找出破壞及其資料。其缺點為：

- (1) 受先天限制大：須在好天氣下進行，且所收集之資料有限。
- (2) 有陰影與車輛所在處，無法獲得資料。
- (3) 若以低空 (100 呎) 的直昇機進行，會影響用路者之安全。

2. 微測照片法 (The Microlog Photologging System)

此法利用35釐米自動脈動攝影機，模仿 "駕駛者" 的視線，以上下15度、左右30度的角度在日光下拍攝。其優點為速度快 (速度可達30 MPH)，缺點為：

- (1) 因比例尺不同，無法正確計算量化之資料。
- (2) 裂縫的發現率太低：在剛性路面不到20%的裂縫辨視率；在柔性路面不到30%。
- (3) 底片為連續影像，若無參考點無法分析，但參考點的佈設選擇困難。
- (4) 須在白天且路面全乾的情況下進行。

3. 連續攝影法 (Continuous Strip Method)

利用35釐米連續攝影機，置於一附有光源的車上，且以馬達帶動底片，將比例尺固定為 1:200，於夜間進行調查。此法為法國所發展，以應用於市區高速公路的 GERPHO (Groupe Examen Routier Photographic System) 為代表，且為目前最佳的可用方法之一，其優點如下：

- (1) 只需兩位操作員，且無需高度技巧。
- (2) 每晚可調查 100~200 KM。
- (3) 可與其他車流並存於道路上。
- (4) 無陰影遮蔽的問題。
- (5) 連續攝影，無重疊的問題。
- (6) 可避免錯誤的解釋。

改良式調查方法乃利用各種攝影設備，將道路的現況記錄後再予以分析記錄，其重要貢獻在於可提高調查速度，其須克服的問題有下列：

1. 影像分析問題：若採人工則與傳統調查的速度差異不大；若採影像處理法分析，則精確度尚待加強。
2. 比例尺問題：因採影像記錄現況，若須實際量化資料，影像的基本幾何校正工作極為重要，但此工作甚為複雜。
3. 儀器設備與耗材成本高：攝影器材與顯像設備的成本均會造成主管單位的負擔，且其不斷使用的底片與其顯像耗材，更是長期性的負擔。

由以上的介紹及前節的調查項目來分析，在本研究所建立市區道路路面養護管理系統，建議採用最傳統的調查方式較佳，由調查員步行於路段兩側，觀察並記錄於表格上。採用此法的原因有：

1. 市區道路車流量高，且無路肩可供調查車輛行駛，慢車道不僅為混合車流且不時有公車和計程車之上下客停靠，十分不利調查員以摩托車方式觀察並記錄路況，故以步行為佳。
2. 採步行方式除可調查路面破壞外，對於其有關量化的資料亦有較充

裕的時間估計。

3.尚可與有關養護單位所負責的相關設施狀況的調查共同進行。

4.利用表格記錄資料，可使調查員攜帶物品輕便，又有足夠資料供參考，且表格的資料整理亦較易。

5 · 4 路面破壞調查內容

路面破壞調查在提供充分的資料，供路面主管機關從事決策或分析使用，其資料內容基本上有：

一、基本資料

包括路段名稱、路段起迄點、路段編號、路段長度、寬度、兩側人行道寬度、幾何佈設、車道配置、車道寬等有關路段的基本資料，及有關調查時的資料：調查日期、時間、天候等。

二、破壞項目

依本研究所分析，將破壞歸類成四類16項。即將路面的破壞依其所表現出的型態，對其破壞嚴重性資料與範圍，加以評量與估計並予以記錄。同時該破壞的位置亦須加以記錄。其內容如表5-1。打勾部份需填寫入適當數據。

三、整體評估

整體評估的意義乃是調查員對所調查過之路段單元給予綜合評價，其評價的基礎是基於工程人員之主觀判斷路面整體表現而來，利用文字及相對評分表給予評分。

有關調查的內容及相關的資料，請參閱附錄中的「路面破壞調查手冊」。

表 5-1 路面破壞項目內容表

破壞 種類	破壞 編號	破 壞 名 稱	破 壞 嚴 重 性			破 壞 範 圍 (面積)	破 壞 位 置		備註
			長 (m)	高 (cm)	嚴重 程度		車道 位置	距始端 位 置	
裂 縫	I -1	縱向車道線裂縫	√	N/A	√	√	√	√	
	I -2	縱向車道內裂縫	√	N/A	√	√	√	√	
	I -3	橫 向 裂 縫	√	N/A	√	√	√	√	
	I -4	龜 裂	N/A	N/A	√	√	√	√	
變 形	II -1	車 轍	N/A	√	√	√	√	√	
	II -2	波 浪 形 路 面	N/A	N/A	√	√	√	√	
	II -3	隆 起 與 凹 陷	N/A	√	N/A	√	√	√	
	II -4	面層表面滑動	N/A	N/A	√	√	√	√	
	II -5	車道與邊緣高差	N/A	√	N/A	N/A	√	√	
表 面 破 壞	III-1	坑 洞	N/A	√	N/A	√	√	√	
	III-2	鬆 散	N/A	N/A	√	√	√	√	
	III-3	剝 落	N/A	N/A	√	√	√	√	
	III-4	冒 油	N/A	N/A	√	√	√	√	
其 他	IV-1	修 補 面 破 壞	N/A	N/A	√	N/A	√	√	
	IV-2	薄 層 剝 離	N/A	N/A	N/A	√	√	√	
	IV-3	人 孔 高 差	N/A	√	N/A	人孔周圍大小	√	√	

第六章 路面儀器調查

除了上章所述之多項目視調查之路面破壞項目外，若有若干儀器調查得知之資料可用來描述道路之路面平整度、路面結構強度、及表面抗滑能力，以作為車輛行駛時駕駛者行車舒適程度之指標及安全考量，或是直、間接的表示路面之剩餘承載交通量能力。

對於此三種儀器調查資料，概述如下：

- (一) 路面糙度 (**Roughness**)：糙度之定義為道路表面上的一種粗糙不平之癥候，能為駛過之車輛之駕駛者及乘客所經歷及感覺到者。
- (二) 結構強度：結構強度一般多用撓度值 (**Deflection**) 作為指標，當路面使用之材料強度較佳、厚度設計完好，承載力強，則撓度值會相當低，反之一旦撓度值增加，承載力降低，即增加了路面破壞的機率，一旦有超過結構強度之荷重經過，即發生立即之破壞。結構強度之調查可估計調查方式主要分為破壞性調查與非破壞性調查 (**Non-destructive test**, 簡稱 **NDT**) 兩大類。破壞性結構強度調查指於道路現場鑽孔採取樣本經研究室若干強度實驗，主要包括彈性係數或回彈模數及各層厚度組合情形，找出該段道路鋪面結構強度狀況。在目前高交通量之市區道路由於此類調查將影響市區交通，此類之調查並不常用於養護作業上，故本研究主要針對幾種非破壞之結構強度調查加以介紹說明。
- (三) 路面抗滑能力 (**Skid Resistance**)：路面抗滑能力對駕駛安全具直接的影響性。對柔性路面之瀝青表面而言，其抗滑能力之損耗比剛性路面來得迅速，此時該段路面之安全行駛速度便會下降，若駕駛者未察覺減速行駛，則可能由於停車距離增加，或是轉彎路段車輛摩擦力無法完全抵消離心力之情況下，發生肇事情形，因此調查路面抗滑資料，主要是防止及減少與滑動有關的肇事。一般而言，路面在乾燥時抗滑能力較佳；當路面

上有水時，如車輛慢速行進，車輪便有足夠的時間將介於車輪與路面間之水份擠開，抗滑能力尚稱良好；若車速更快或路面有較多水份時，則輪胎與路面的接觸面完全被水膜隔開，而形成水面滑行(Hydroplaning)的現象，此時危險將產生。

本章僅對有關路面糙度、結構強度、路面抗滑能力調查方法與儀器做進一步之介紹，至於最適宜我國市區道路養護管理系統採用之儀器型式，將留待本研究之第二期再做分析探討。

6 · 1 路面糙度調查系統

路面之糙度直接影響該路面之服務能力，就美國AASHTO中之道路現行服務指標 (Present Serviceability Index, 簡稱 PSI)之迴歸結果顯示，百分之九十以上之路面服務能力受路面之各種糙度因素，(如車轍(Rutting)、縱向坡度變化 (Slope Variance) 等)所直接控制。對於路面之糙度定義有數種不同之說法，根據NCHRP 275中定義「路面糙度為路表面脫離平坦的平面之偏差量，它具有影響車輛動態狀況、行駛品質、動態路面荷重和路面排水之特性」。事實上路面糙度在路面新建時，受施工品質之影響為主，隨即由於交通荷重、環境因素(如雨季長短、季節溫度變化)，以及路面本身由於材料因素之結構強度等造成路面不平坦之徵狀逐漸產生。路面糙度主要由道路縱向坡度變化及道路橫向坡度變化所組成，其中縱向變量是產生駕駛時不舒適情況之主因。

主要用以測定糙度 (Roughness)之儀器有許多，以下分別就下列五種加以介紹：

1. 美國公路局糙度儀 (U.S. Bureau of Public Roads Type of Roughometer, BPR)
2. 克勞剖面儀 (CHLOE Type of Profilometer)
3. 直規 (Straight Edge)

4.路表動力剖面儀 (SDP)

5.路錶儀 (Car Road Meter, 如PCA 型及 Mays Meter 等)

一、美國公路局糙度儀 (U.S. Bureau of Public Roads Type of Roughometer, BPR)

糙度儀亦為一拖車型式之路面平坦度測量儀具，使用時糙度值之量測乃藉儀具本身之慣性特性而得。所量測之值必須以相對之路面所量測之值作比較才能表示該路面之糙度情形，而粗糙之程度以粗糙度指數 (Roughness Index) 表示。

BPR 糙度儀在美國公路當局使用之情形相當普遍，其雛型起始於1920年代，之後改良成為拖車之型式，外表如圖 6-1，BPR 儀之構造主要由荷重物、阻尼及彈簧所組成，使用時乃模擬小客車之一輪，在時速20英哩（約32公里）之行駛速度下，利用電子儀器記錄累計之糙度位移，而每單位英哩之糙度累積位移稱為該段路面之糙度指標。BPR 儀有若干限制：

- (1) 必須於低速下（每小時約30公里）操作。
- (2) 重複性較差，具必須經常校準。
- (3) 量測之波長變化有限制。

二、克勞剖面儀 (CHLOE Type of Profilometer)

克勞剖面儀在北美廣為使用，其最早是由美國州公路官員協會 (AASHTO) 為發展鋪面設計理論進行若干道路測試(Road Test)時設計之 "AASHTO" 坡度剖面儀。其量測乃藉著前後兩輪由於坡度變化造成之夾角改變。該儀所測之值重現率很高，唯操作使用上仍有若干限制如：

- (1) 必須於低速下操作量測。
- (2) 兩輪距內與距外坡度變化量測資料並不準確。

三、直規 (Straight Edge)

直規為一經濟之路面糙度評審儀，大致上可以分為一般直規

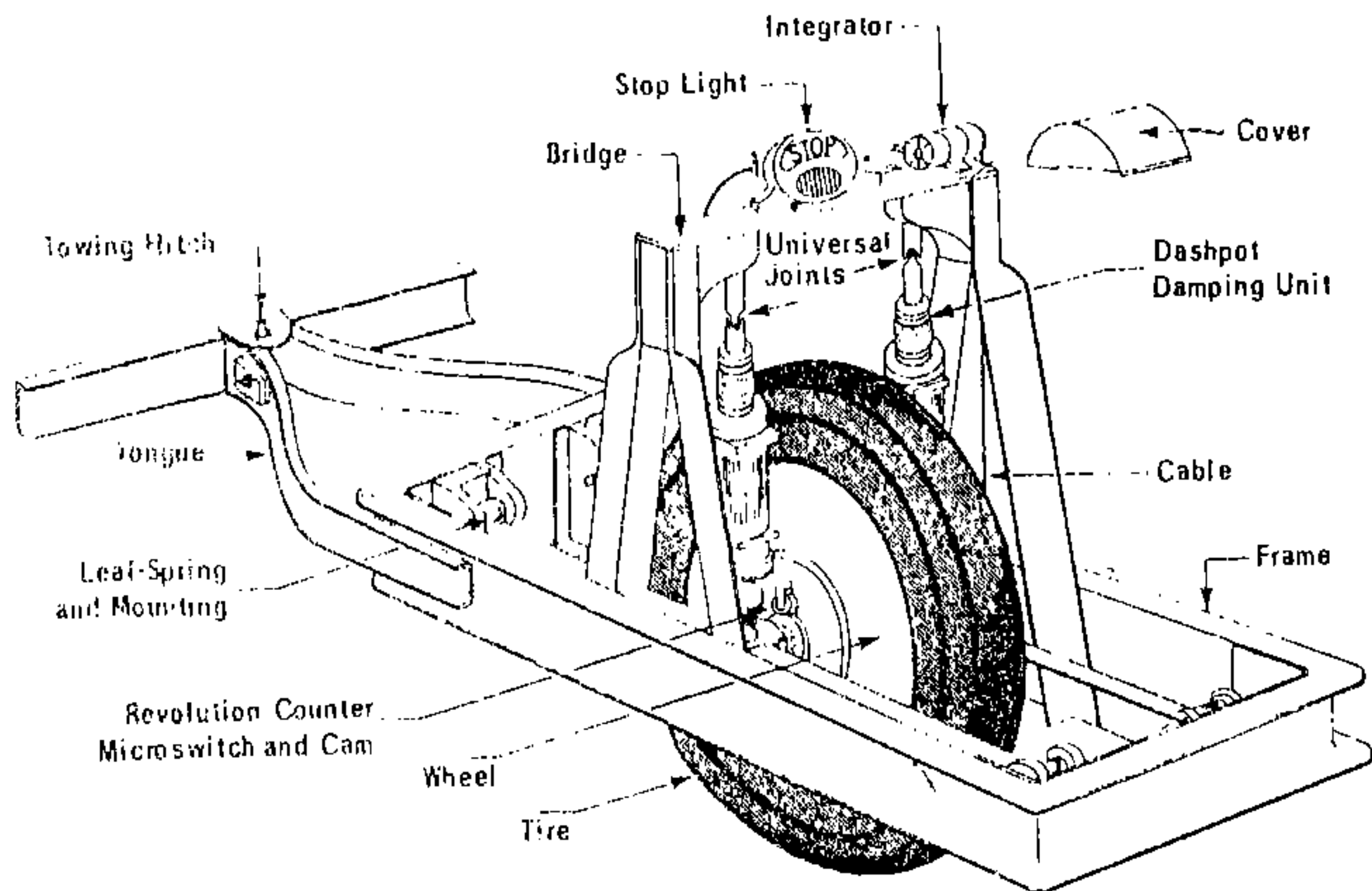


圖 6-1 美國公路局糙度儀 [1, 27]

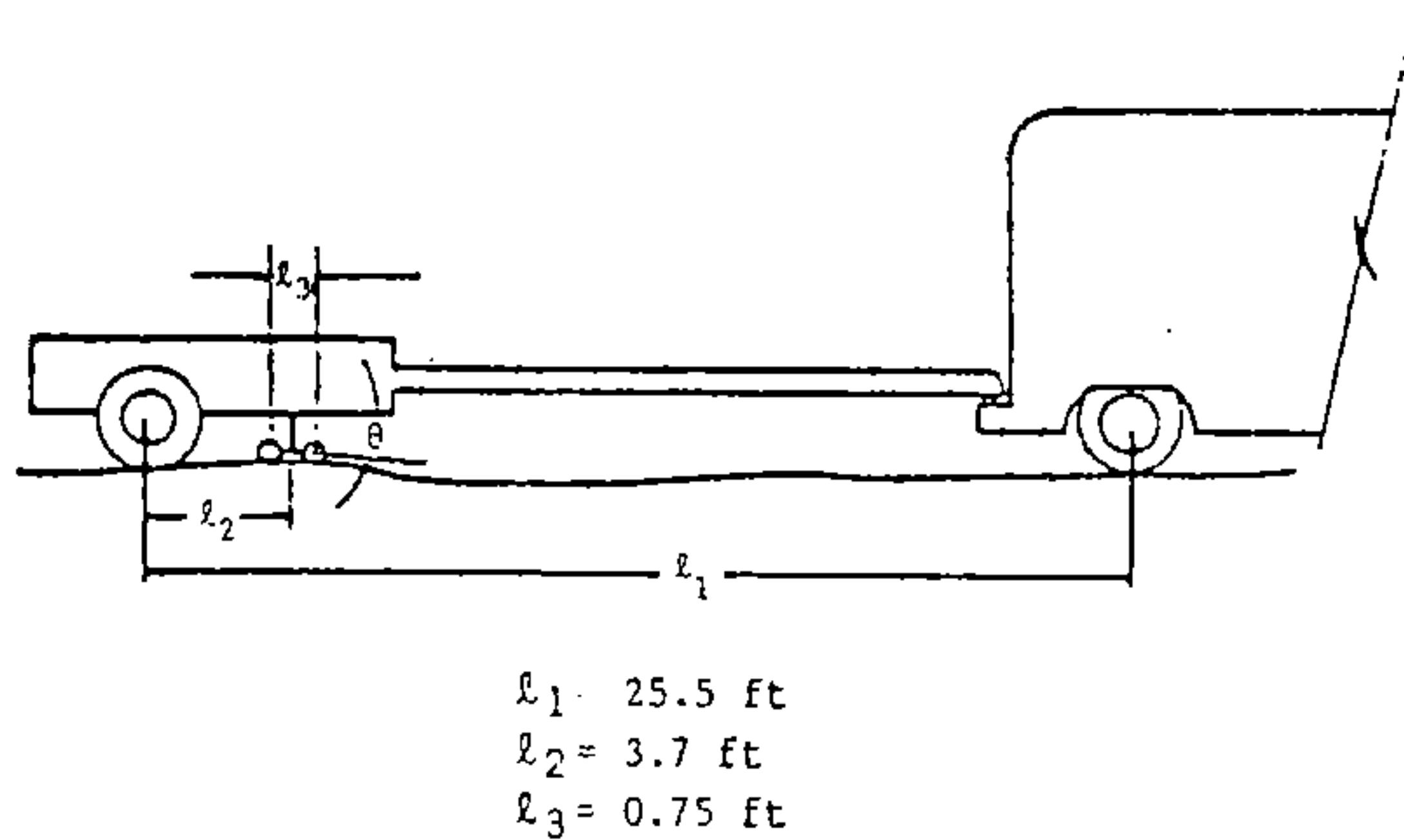


圖 6-2 克勞剖面儀 [1], [29]

及滾動直規二大類，現介紹如下：

(一) 一般直規

直規主要用於測試道路路面橫向或縱向之平坦度，如圖所示，其二支點間長 3 m，使用時置於路面上，利用直規中點之讀數設備量取中點路面與兩接觸點間之高度差。一般路面規範高低差不得大於 6 mm，而面層部滿高差則不得大於 5 mm，可作為路面施工時檢測路面平坦度之儀器，由於一般直規構造簡單、操作容易，故仍為值得在本省各公路養護推廣之儀器。

構造上多以堅固材料製作直規主體，並於二端加裝把手以便提動，故材料以輕質鋁合金或木材等居多。

(二) 滾動直規（直規型高低平坦儀，Hi-Lo Detector）

主要利用前後相距30英尺之滾輪作為行動參考點，並同時由中央滾輪於儀器行駛於路表時紀錄路面垂直變位情形，而累積垂直變位便可當作路面糙度指標（Roughness Index）。此類儀器多被使用在新建道路之路表平坦情形由於構造簡單且發展歷史較久，故本儀器在十數年前曾為主要之道路平坦測定指標調查儀器之一，然而由於量測及計算均耗費人力，故目前已鮮少使用。其缺點為：

- (1) 須於低速行駛下量測糙度。
- (2) 道路坡度變化在某些情況下儀器無法測出數據。
- (3) 量測及計算均耗費人力。

以下就直規型高低平坦儀（HI-LO Detector）簡介如下：

(1) 構造原理：

直規型高低平坦儀乃直規之改良儀器，其原理與構造亦與直規類似；唯二支點處改以滾輪製作，中點裝置偵測輪，以墨水盒盛裝不同顏色墨水，於行進時連續記錄路面之高低變化。

(2) 操作步驟：

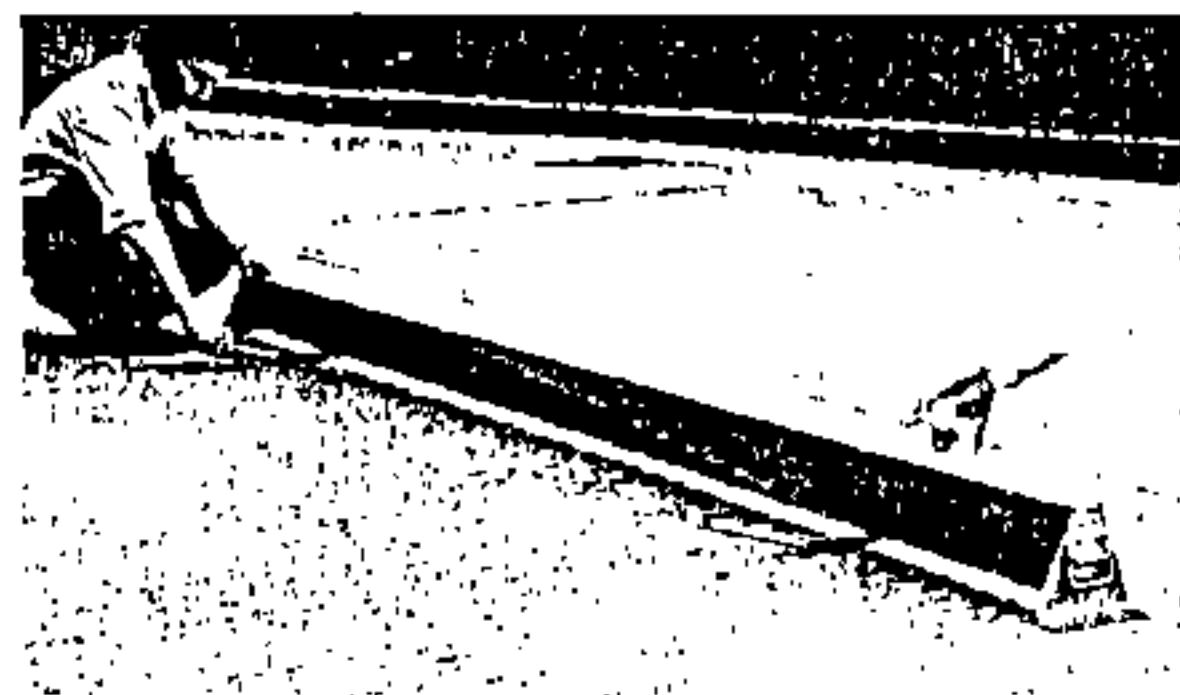
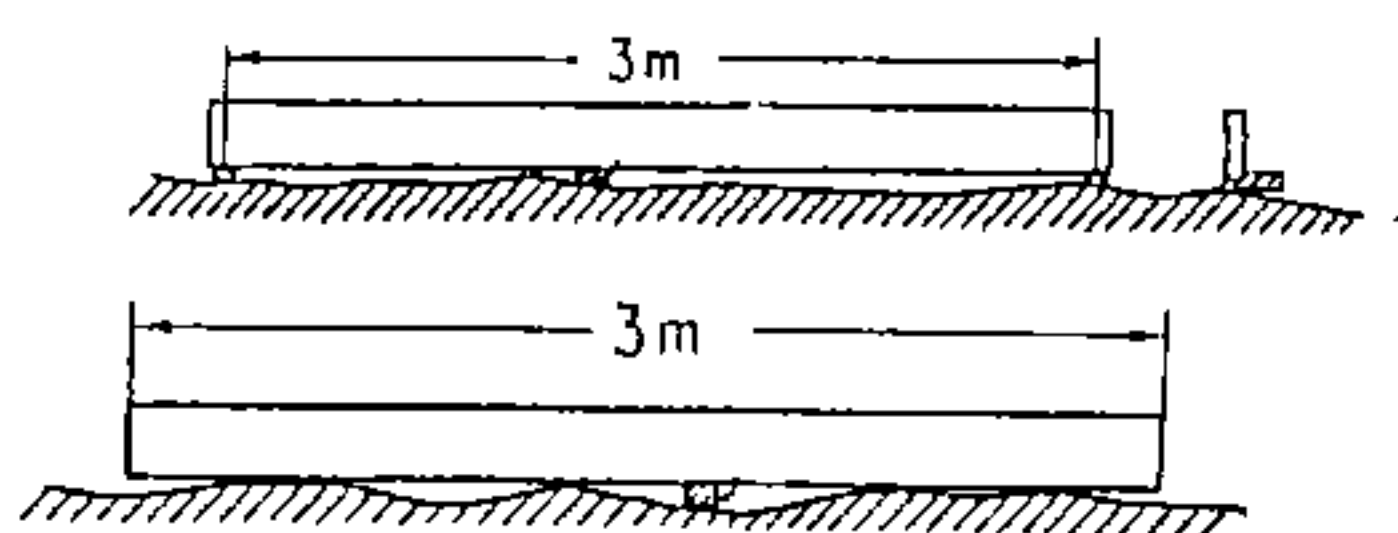


圖 6-3 簡易直規 [29,30]

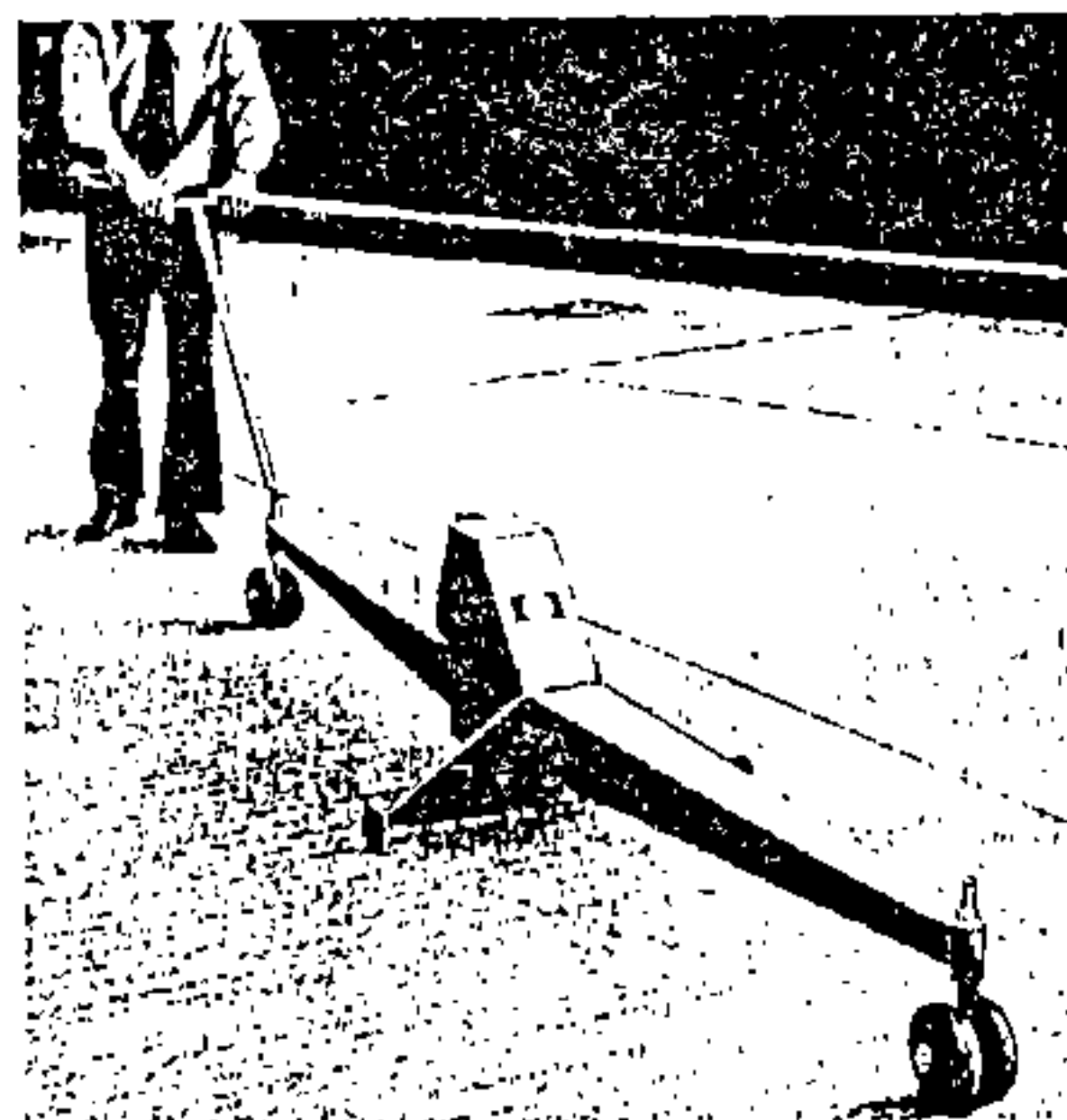
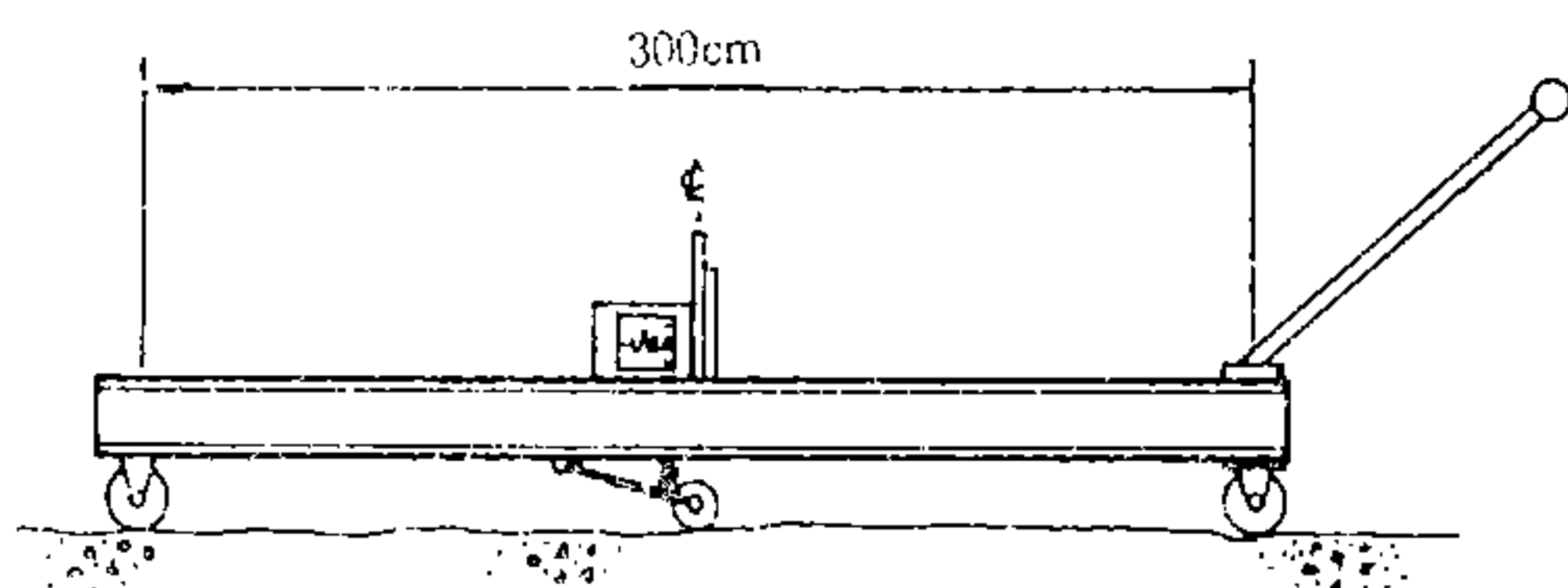


圖 6-4 滾動直規—高低平坦儀 [29,30]

(A) 沿車道中心線每隔 1.5 m 記錄高低差一點資料，每 6 ~ 10 點資料分爲一組資料。

(B) 沿車道中心線縱向移動，將所有超出面板中央 0.125 吋之處皆以墨水標示於路面；若路面偏高時則打開紅色容器使路面留下紅色標誌，反之偏低則以藍色墨水記錄於路表面。此法並可以用來測定路面橫向車轍之程度。

(三) 適用範圍：

三公尺直規與直規形高低平坦儀之適用範圍相同，主要用於：

(1) 原有路面之縱向波浪形皺折 (Corrugation) 與橫向之車轍 (Rutting) 等路面起伏變形。

(2) 新路段施工或大型維修 (刨除加鋪) 時之工程品質管制，此時採取抽樣調查，使加鋪路面之底層或面層等維持一定水準。

(3) 不同車道高低差 (多發生於分段施工) 之檢測。

(四) 資料處理：

(1) 調查資料以 6 ~ 10 點爲一組，組數 (K) 以 12 組以上爲原則。

(2) 各組中高低差值 (X) 之最大值 X_{\max} 減去最小值 X_{\min} 定爲該組之全距 (R)。

(3) 計算各組全距 R 之平均值 \bar{R} ，及平坦標準差 σ 。

(4) 所求出之標準偏差基準值應在規範之內。

四、路表動力剖面儀 (SDP)

路表動力剖面儀最初由美國通用公司所發展，之後於德州及密西根州有進一步改良之儀器研發出來。其外型主要由拖臂及其下二組轉輪所組成，二組輪荷以 300 磅之物體分別行進於道路之二側輪徑處。行駛時輪組與車輛間之相對移動被記錄下來，同時加速度測定儀亦量測出行駛時之加速度。路表動力剖面儀相對於

其它路面糙度測試儀，有下列幾項優點：

1. 實際道路縱坡度之量測。
2. 自動化的處理大批資料。
3. 可以在每小時20英哩的操作速度，故可以在相同時間內調查相當之路面。
4. 可以量測較長之坡度變化（尤其對於機場跑道及高速公路坡度之量測）。
5. 極佳之重現率。
6. 可作為路錶（Car Road Meter）之校估儀器。

其缺點則為：

1. 較高之儀器價格及操作成本。
2. 必須由專門之技術人員操作儀器。
3. 系統本身構造極複雜。

五、路錶（Road Meter）

路錶之發展乃針對AASHTO剖面儀及克勞剖面儀之諸項缺點如操作費時且複雜、成本高....所設計出之路面糙度測定儀器。其中以PCA(波特蘭水泥協會)路錶最為著稱，之後又有許多改良之型式發展出來，如Mays Meter，在台灣已引入使用。路錶之優點如下：

1. 操作成本較低且易於操作。
2. 操作時之行駛速度可達50英哩（80 km / hr），故對於交通之影響較其它儀器明顯地降低。
3. 以荷重系統取得所需之糙度資料。
4. 記錄之儀器可以攜帶，並以連續取下之報表方式記錄。
5. 良好之重現率。

其缺點則包括了：

1. 必須作經常性的校估。
2. 無法用於測量較長之道路坡度變化。
3. 所量得之資料本身亦為車輛運作特性之函數。（如阻尼、彈簧

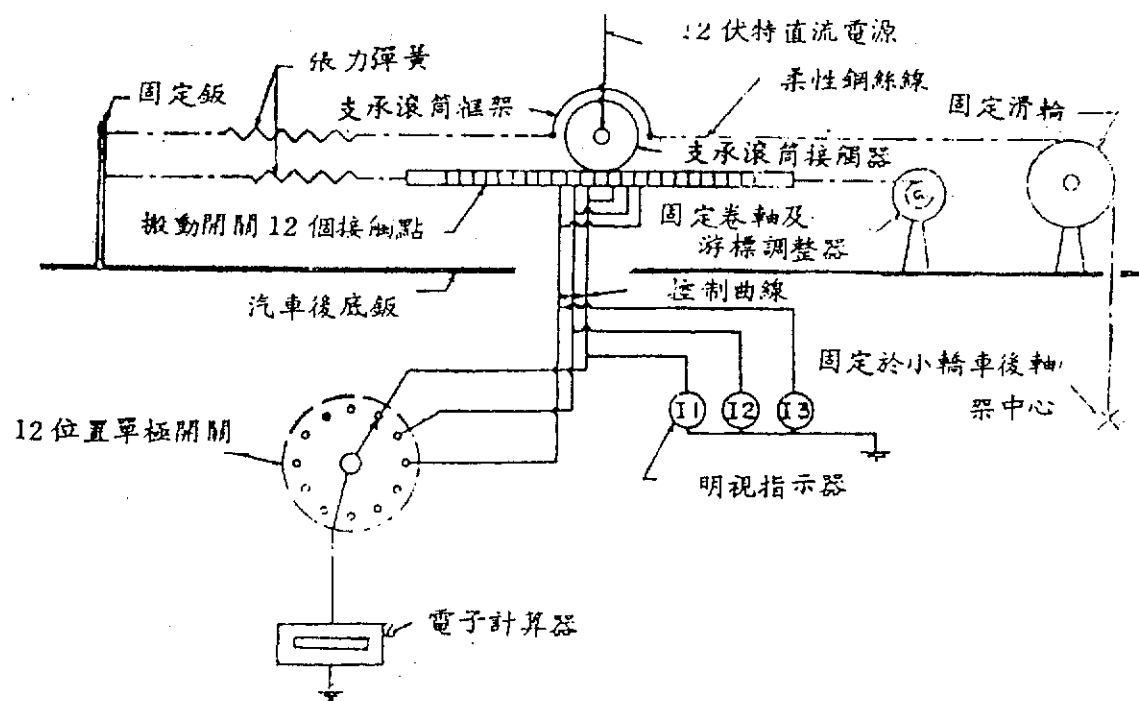


圖 6-5 路錶儀 [1,29]

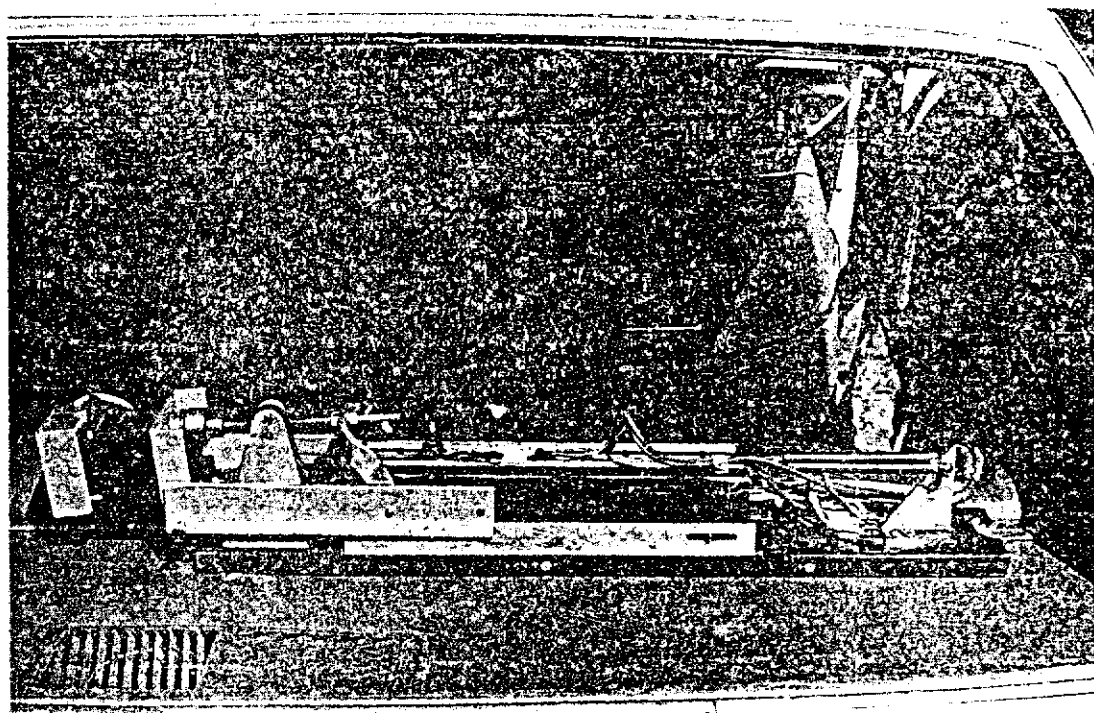


圖 6-6 PCA 路錶 [1,29]

、車輛重、荷重分佈、胎壓等因素之影響)。

然而其優點已蓋過其缺點，成為廣為使用之糙度評審儀器。

路錶本身可裝置在任何小客車上，行駛時以 $1/8$ in 為單位記錄路面之糙度變化，計算之式子如下：

$$\Sigma (D^2) = \frac{1a + 4b + 9c + 16d + 25e \dots}{64}$$

a = $1/8$ in 糙度變化之記錄樣本數。

b = $2/8$ in 糙度變化之記錄樣本數。

c = $3/8$ in 糙度變化之記錄樣本數。

d = $4/8$ in 糙度變化之記錄樣本數。

e = $5/8$ in 糙度變化之記錄樣本數。

$\Sigma (D^2)$ 與克勞剖面儀之關係為

$$SV = 0.68 \Sigma (D^2) + 0.8$$

6 · 2 路面撓度調查系統

道路鋪面之撓度值雖然無法由使用者直接感受，然而卻是主繫該路面之服務績效之主要因素。較低之撓度值將使路面之服務水準下落較緩慢，此外對於某段道路將階段式建造 (Stage Construction) 時，撓度值亦作為該路段殘餘強度之指標。一般路面撓度測量之儀器可以主要分為下列幾方面：

(1) 靜力撓度 (Static Deflections)

(2) 穩態撓度 (Steady State Deflections)

(3) 衝擊荷重反應 (Impact Load Response)

(4) 波傳遞 (Wave Propagation)

主要用於測定結構強度之儀具分別於下列各小節加以介紹。

6 · 2 · 1 靜力撓度

靜力撓度之原理較其它類之撓度調查儀簡略，量測時由於未實際模擬移動荷重，故量測之結果較不符實際情狀。最常見之儀器為彭柯曼樑，由於操作容易，在估計路床承荷能力及加鋪之設計上，仍有時被採用。下面就較常為使用的彭柯曼樑法 (Benkelman Beam) 加以介紹。

(一) 構造原理：

彭柯曼樑撓度試驗法係以標準軸重，輪胎尺寸，輪距及輪胎壓力情形下測定路面靜態彈性撓度之步驟。其主要設備包括下列各項 (圖 6-7)：

- (1) 探測桿之轉軸至探測點之長度 $2.4384 \text{ m} \pm 0.5 \text{ mm}$ 。
- (2) 測桿轉軸至測微表之長度 $1.2192 \text{ m} \pm 0.5 \text{ mm}$ 。
- (3) 轉軸至前支承之距離 254 mm (10 in)。
- (4) 轉軸至後支承之距離 1.644 m 。
- (5) 測桿臂為鋁質或漆成白色減少溫度感應。
- (6) 用一承載重5 噸之卡車，後軸重應有 8200 kg 之載重均佈於兩邊複輪上，複輪之二個輪胎淨距最小， 50 mm ，輪胎尺寸為 $1000 \times 20 \text{ in}$ ，12層，充氣壓力為 80 psi 。
- (7) 輪胎壓力量測儀。(8) 標準鐵 — 銅鎳合金熱電偶線 (Standard Iron-Constanta Thermocouple Wire)及溫度計。

(二) 操作步驟：

彭克曼梁有多種操作法，臺灣省公路局採用CGRA (Canadian Good Road Association)法，步驟如下：

- (1) 將卡車停在測試點上。

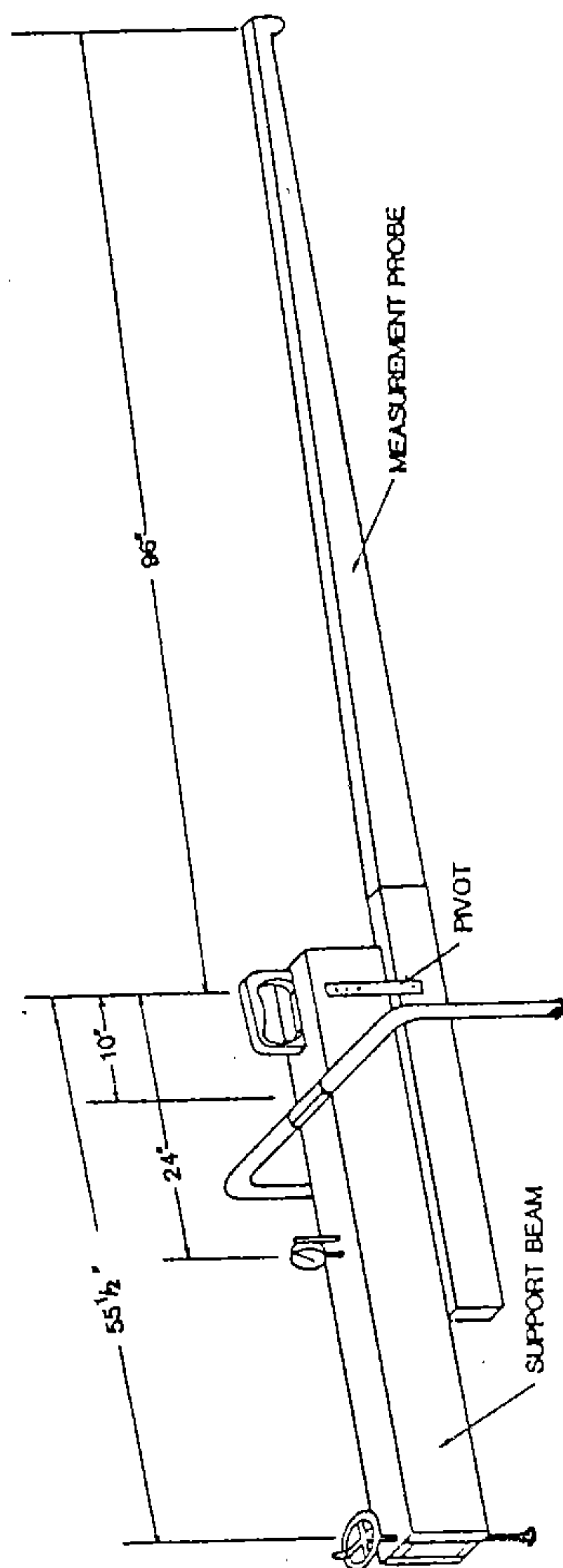


圖 6-7 彭柯曼梁外觀 [27, 29]

- (2) 將彭克曼梁探桿插入兩輪胎間，前端與路面接觸。
- (3) 調整測微錶歸零。
- (4) 將卡車緩緩前進9m (30 ft)以上。
- (5) 讀取測微錶最大讀數。

(三) 資料分析：

將測微錶最大讀數乘以探桿倍數 (2 或 4) 即得撓度。

(四) 優點：設備簡便。

(五) 缺點：

- (1) 試驗緩慢，人工搬運不便。
- (2) 需多人操作。
- (3) 合要求之卡車甚少。
- (4) 僅可測得一點撓度，無法取得撓度曲線。

彭柯曼樑目前在本省各公路單位購置情形尚稱普遍，如住都局及省公路局等單位，然一般使用反應情形並不佳。可能之原因為台製產品之品質較參差不齊。

6 · 2 · 2 穩態撓度

穩態撓度是利用週期性之荷重加於結構強度調查點，由感應器 (Sensor) 量測撓度變化情形。動力撓度儀 (Dynalect) 及道路評審儀 (Road Rator) 為二種典型之穩態撓度調查儀器。以下便加以介紹。

一、動力撓度儀法 (Danalect)

(一) 構造原理：

動力撓度儀為一附在車輛後之拖車式單元設計，其乃為結合電能、機械能及配合電子感應設備 (Electric Geophone Sensor) 所組成之儀器，試驗時下降一對鐵輪，利用一對互為相反旋轉之偏心輪，對路面施加每秒8次，強

度為1000磅；接觸面積則為二組胎寬100 mm，輪胎半徑400 mm，兩輪相距500 mm之平行橡皮披覆鋼輪。此時另用五具相距12英吋(300 mm)之震幅感應器測取路面之撓度。

動態荷重作用於採取週期性施力（見圖 6-8），故針對柔性路面可易量測各層撓度變化情況；而剛性路面祇要厚度在24吋（600 mm）以內，本儀器可以輕易的測出剛性路面受荷重時撓度（圖 6-10）。本儀器目前於本省已引入使用，一般反應其量測結果令人滿意，故為一值得推廣之路面結構強度調查儀器。

（二）操作步驟：

- （1）利用小汽車將動力撓度儀拖至測定點。
- （2）降下鋼輪並起動偏心輪。
- （3）降下五組震幅感應器。
- （4）旋轉控制鈕測取五點路面撓度，由鋼輪中心向外分別測得W1、W2、W3、W4及W5（圖 6-9）。

（三）資料處理：

- （1）DMD：圖 6-10中顯示，1號探測器（#1）測得最大撓度值（Dynalect Maximum Deflection，簡稱 DMD）。
- （2）SCI：由第一號及第二號探測器值差，可代表面層之強度狀況，若此撓差愈大，坡度愈陡，則路面面層結構愈軟弱，不適合受荷重，此撓差值稱面層曲率指數（Surface Curvature Index，簡稱 SCI）。
- （3）BCI：第四及第五號探測器測值差，可以代表面層以下各層強度狀況，亦即表示路面各層之相對強度；當此值較高時表示較上層之強度與較下層強度差值較大，亦即若曲線坡陡表示路面下層結構軟弱不良，路面容易失敗。因此，撓差值稱為底層曲率指數（Base Curvature Index，簡稱 BCI）。
- （4）動力撓度儀觀測撓度準則：（見表 6-11）

（四）儀器特性：

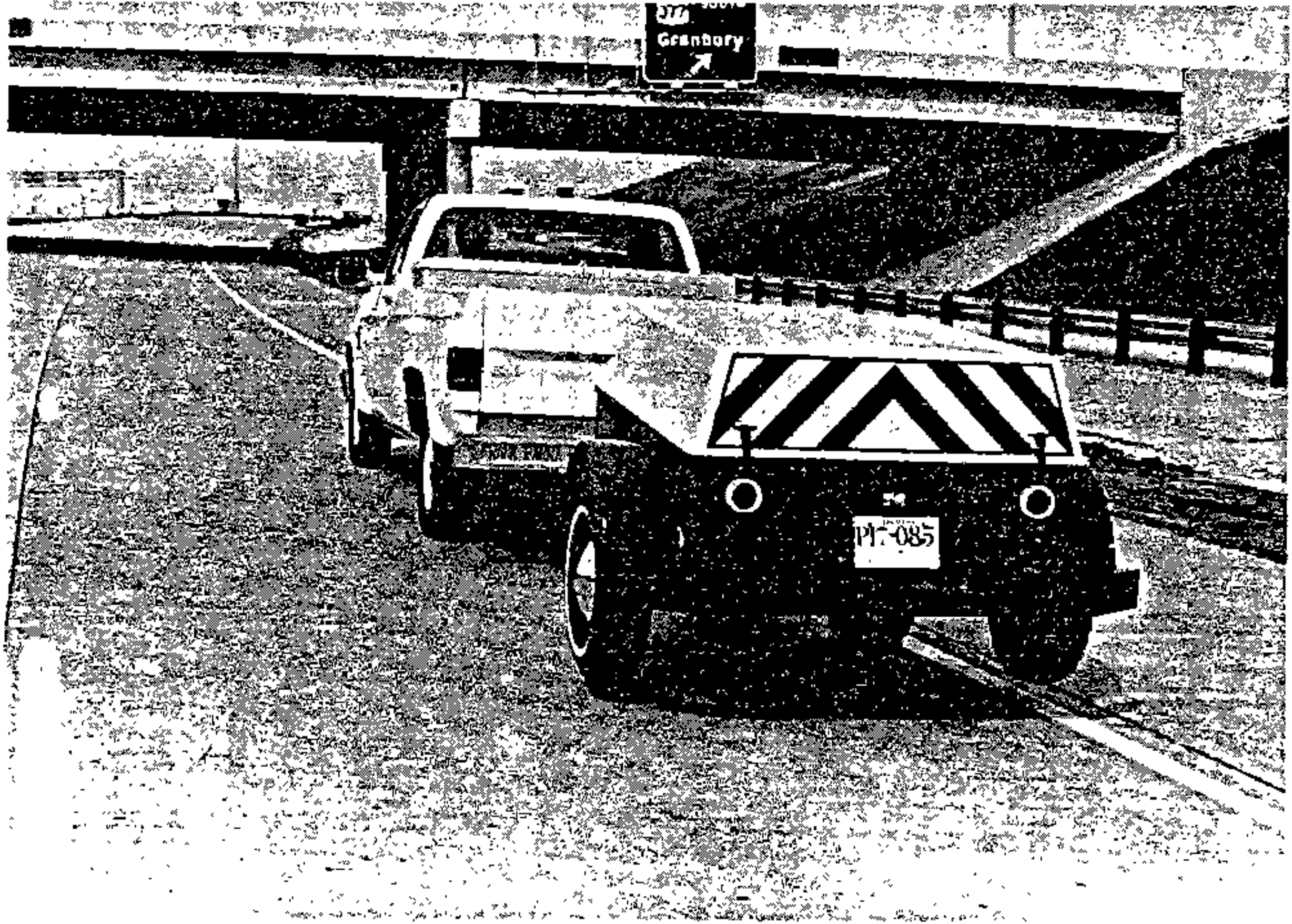


圖 6-8 動力撓度儀試驗情形 [8,30]

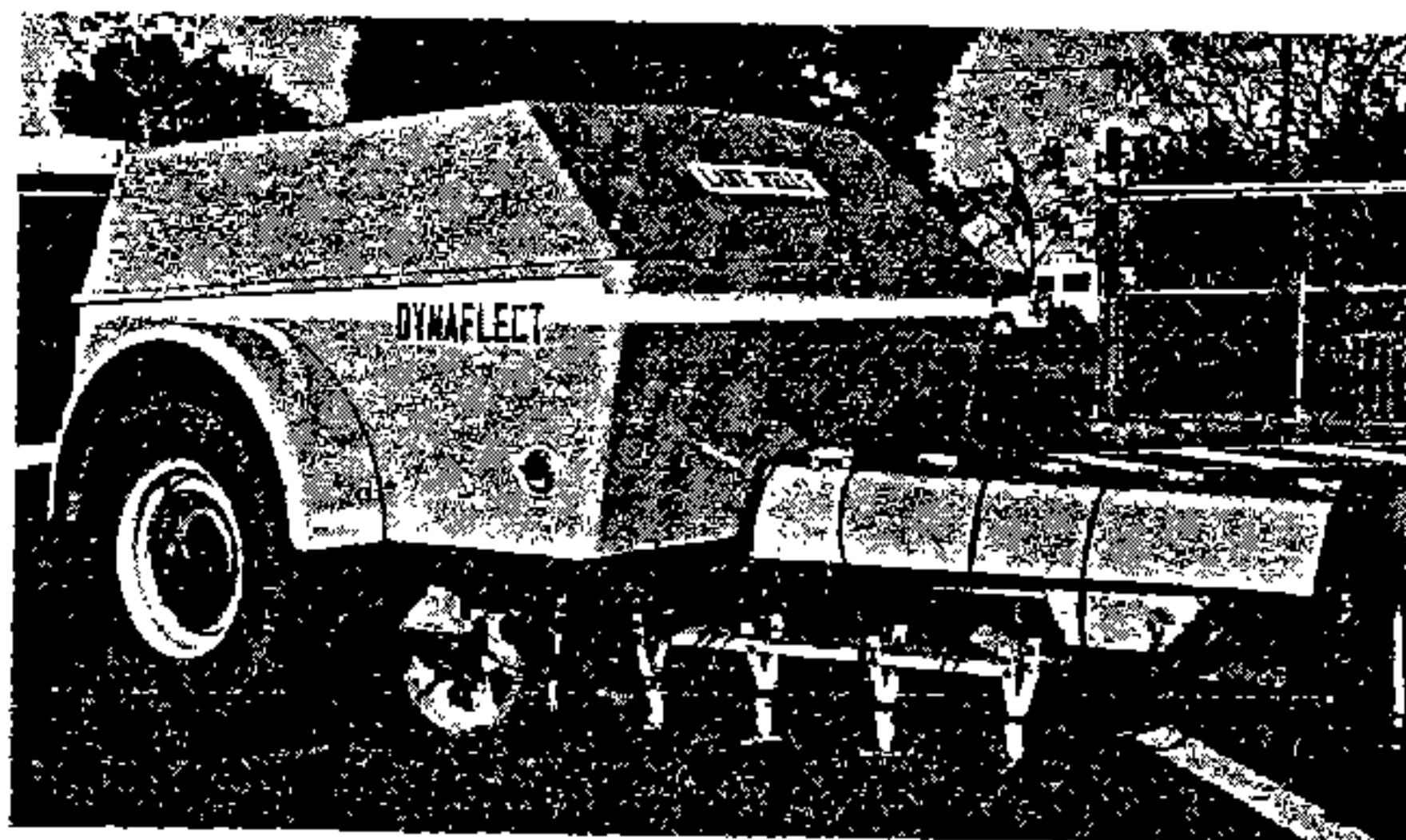


圖 6-9 動力撓度儀之外觀 [8,30]

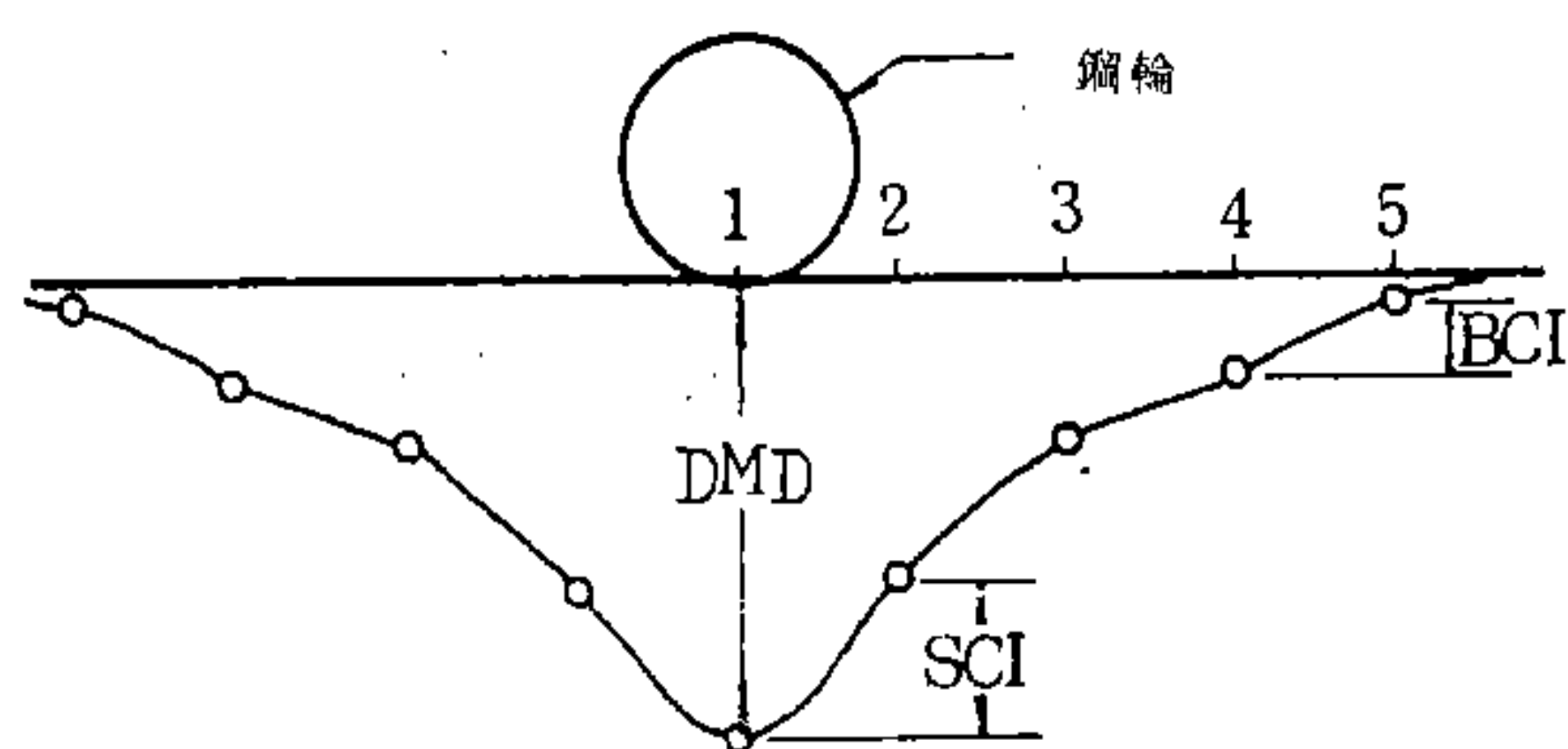


圖 6-10 動力撓度儀法測得之撓度示意圖 [8,30]

表 6.1 動力撓度儀法觀測撓度準則 [30]

DMD	SCI	BCI	路面結構之狀況
> 1.25	> 0.25	> 0.15	路面表層及下層結構弱
		< 0.15	路面結構弱，表層是主因
	< 0.25	> 0.15	路面結構弱，下層是主因
		< 0.15	不存在
< 1.25	> 0.25	> 0.15	不存在
		< 0.15	路面結構弱，但不嚴重
	< 0.25	> 0.15	路面下層結構弱，需研究
		< 0.15	路面表層及下層結構強

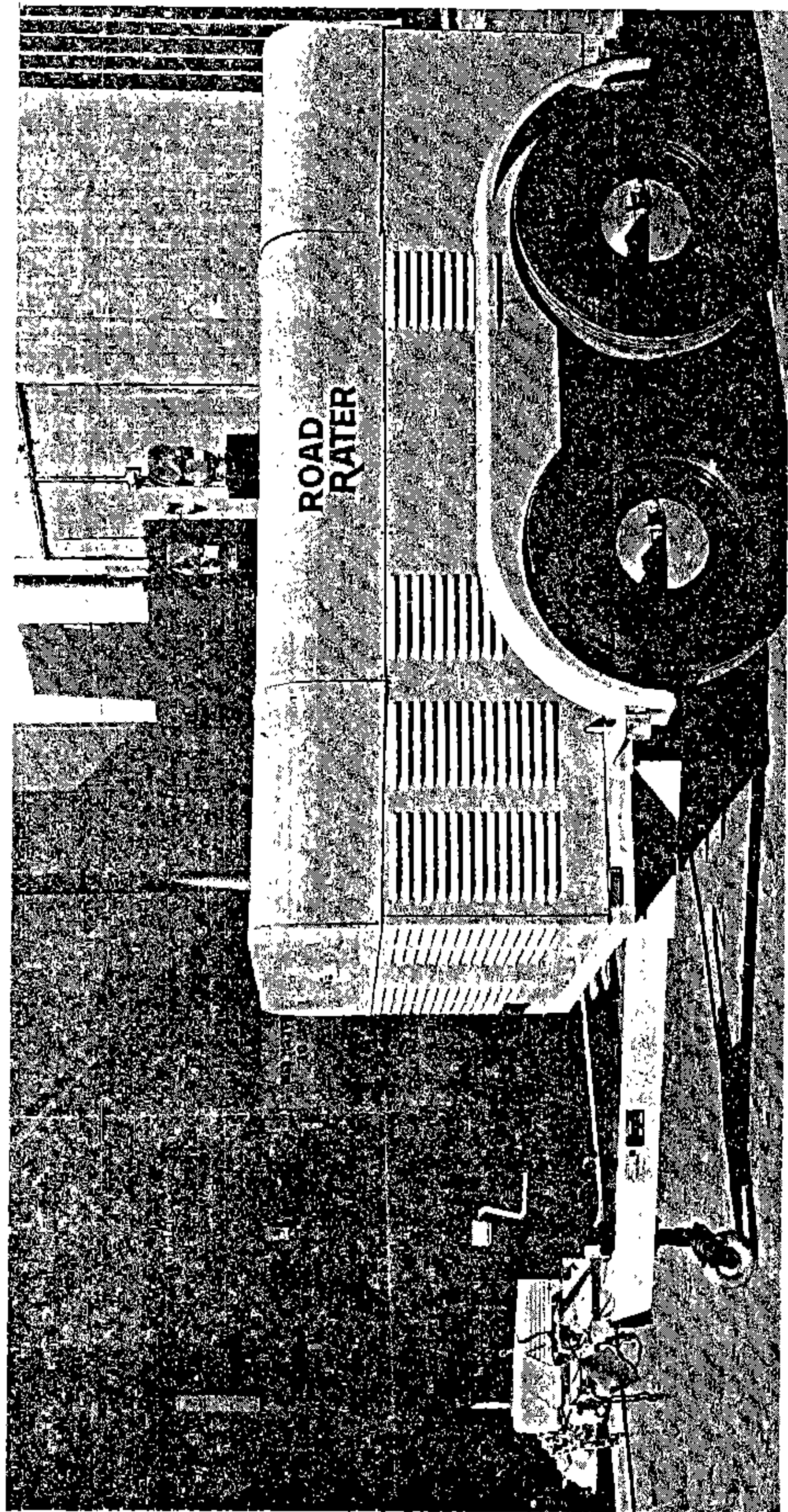


圖 6-11 Road Rator 之外觀 [27]

- (1) 具非破壞性 (NDT) 試驗之特性，因此可以在對路面不致有不良影響下進行結構強度之測試。
- (2) 高度的精確度以及極佳之重現性使測值更具可信度。
- (3) 由於動力撓度儀本身設計為拖車型式，故可輕易地將儀具拖至定點量測，故極具方便性。
- (4) 就操作使用上而言，動力撓度儀之操作人力及手續較其它儀器所需較簡便，且操作工作可在車內完成，提高操作安全性。
- (5) 動力撓度儀之操作較不受氣候之限制，且測試時毋需任何固定之參考點，使得操作適應能力較佳。

(五) 使用狀況：

此類儀器為目前使用較廣泛之儀器，本省已有公路單位使用。

(六) 使用優缺點：

本儀器之優點即如(四)所述，缺點則為：

- (1) 無法量取塑性變形。
- (2) 所量出之撓度，無法代表面層所佔之比例。

二、道路評審儀 (Road Rator) [8]

道路評審儀使用預先設定的動力荷重，加之於路面或路基結構表面，以量測結構物表面之動力撓度，主要的構造為一鋼輪及一組利用水力驅動之動力活塞產生之震動加速作用。動力作用之頻率可由每秒5至100次，儀器操作尚稱簡單。

6 · 2 · 3 衝擊荷重反應 [8]

衝擊荷重反應之撓度調查方式與前二類調查方式最大之差異在於利用衝擊荷重之方式，將重量約6.7~156千牛頓 (1500~85000 lb)

之重錘自若干高度自由落下，並利用探測器衝擊時瞬間之路面各層撓度變化情形。此類調查儀器以落重撓度儀器（Falling Weight Deflectometer），目前較為國外所廣泛使用。在台灣尚未為各養工單位引進使用。

落重撓度儀之原理大致如上所述，儀器本身主要分為三個主要部份，可利用一般客車或卡車將儀器拖至調查路段。測試時儀器便利用脈衝式之荷重衝擊路面，以模擬車行時車輪快速輾過路面時所造成之荷重作用情形及時間，可控制的變因則包括荷重大小及作用時間長短。由於落重造成路面撓度變化，此時若干組感應器（七至九組，視儀器配置而定）便將接受到之訊息傳入拖車內電腦處理，輸出結果則與動力撓度儀相同，為一組完整之撓度變化資料；而所有之操作皆可於拖車內完成。

落重撓度儀之優點可說明如下：

- (1) 亦屬於非破壞性調查儀器
- (2) 可由單人操作
- (3) 精確且操作快速，每小時可達60個測點
- (4) 極廣之荷重控制範圍（6.7~156 KN）
- (5) 使用範圍廣泛，可用來調查未加鋪之道路。
- (6) 極佳之重現性
- (7) 較符合力學理論分析根據

其缺點與動力撓度儀同。

6 · 3 路面抗滑值調查系統

常見用來測定路面抗滑度之儀器，包括了(1) 英國擺式摩擦測試儀（British Pendulum Friction Tester），(2) 拖車式抗滑測定儀等。現介紹原理如下：

(一) 英國擺式摩擦測試儀：



圖 6-12 落重撓度儀試驗情形 [27]

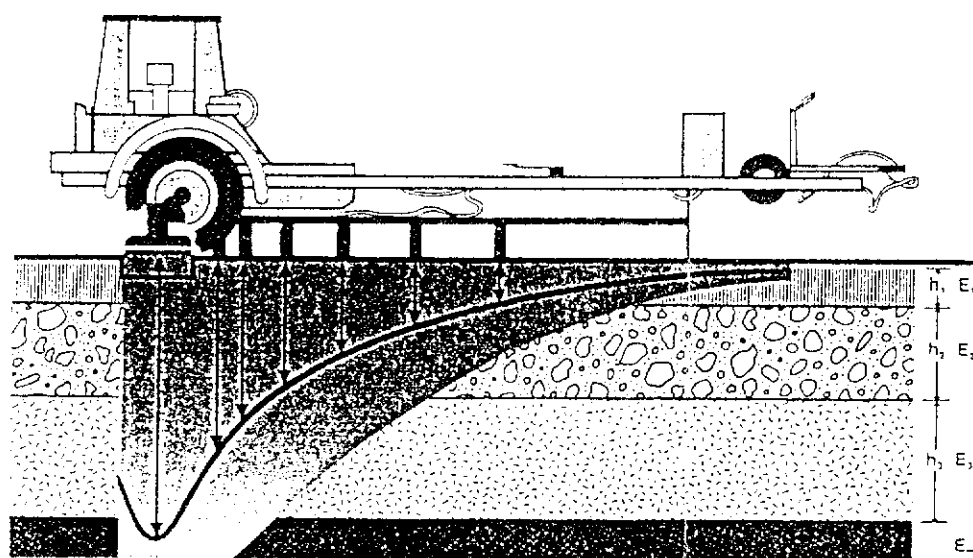


圖 6-13 落重撓度儀原理示意圖

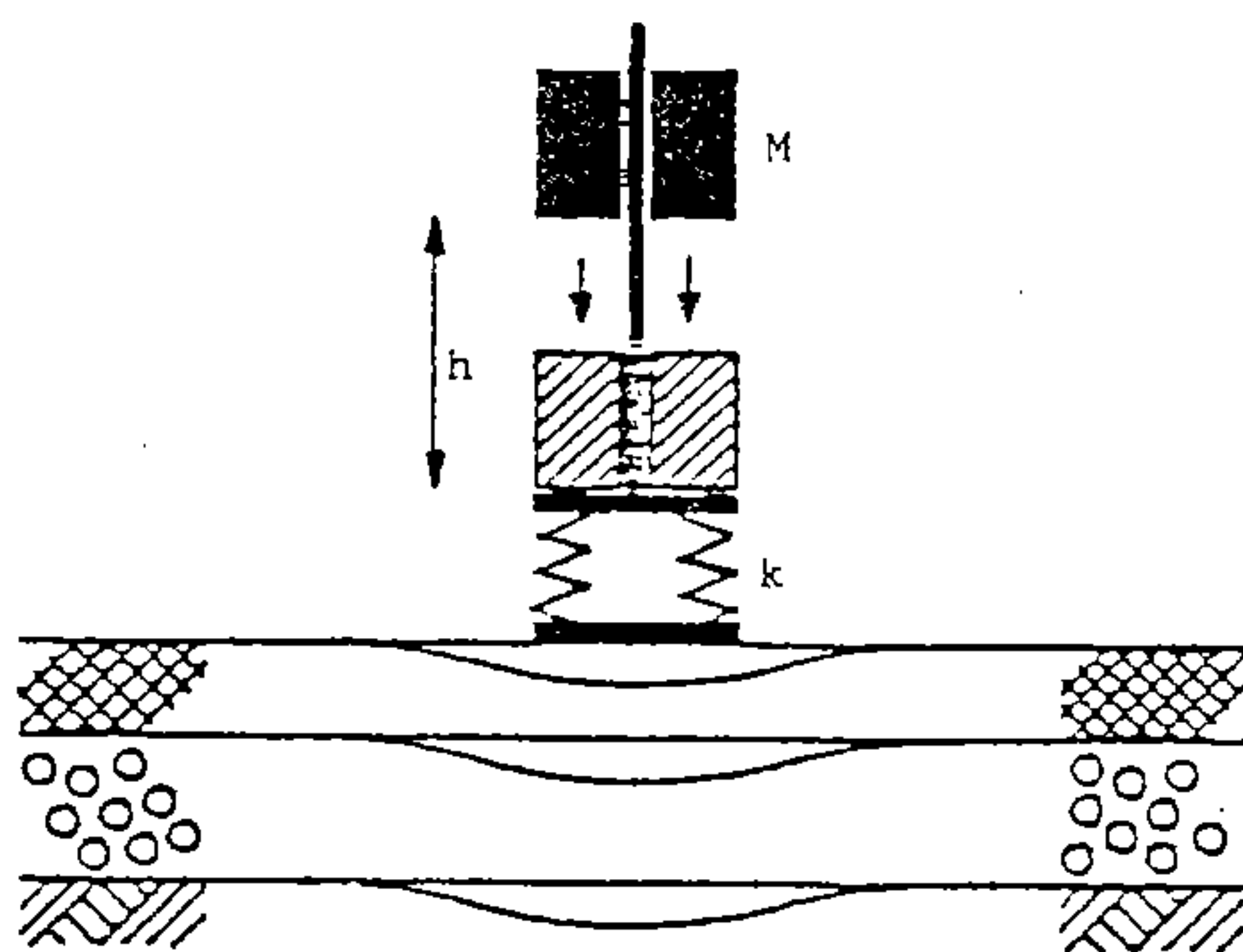


圖 6-14 落重撓度儀原理示意圖 [27]

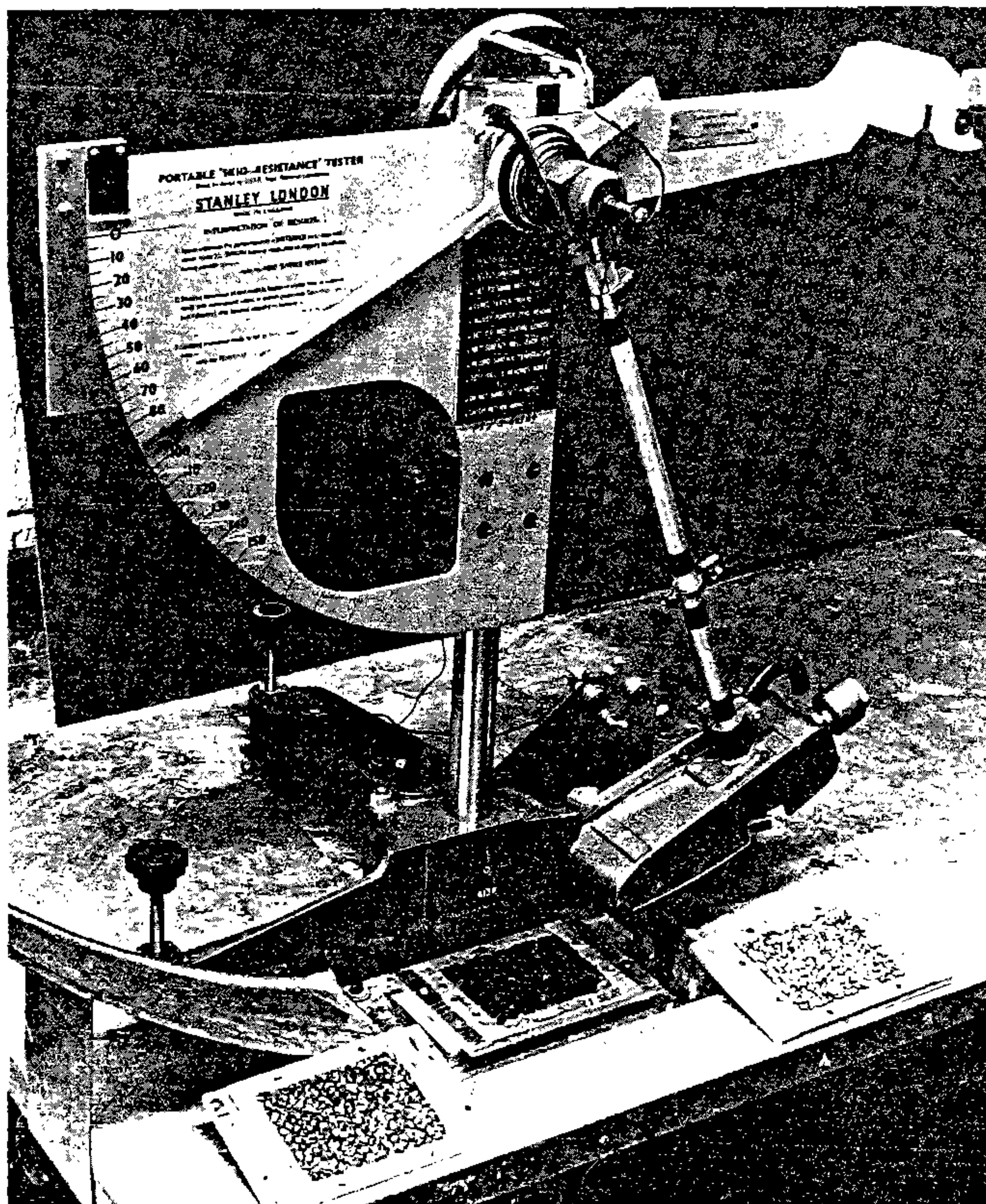


圖 6-15 英國擺式摩擦測試 [1,30]

本儀器為實驗室中量測路面摩擦性質應用較早的儀器，為極普遍的路面抗滑測量儀器，除實驗室內量測外，本儀器亦可用於現場鑑定摩擦性質，其所使用之原理如下：

1. 利用擺錘提昇至某一高度使之具有位能 U 。
2. 讓擺錘自由落下，此時位能轉為動能。
3. 擺錘於最低點時動能最大，但由於與路表面接觸，摩擦力將對擺錘作負功，使擺錘之總能降低。
4. 利用摩擦係數大小對擺錘之作用，可讀出所需要之路表面糙度值。

試驗結果所測出之值以 **BPN (British Pendulum Number)** 來表示，**BPN** 愈大則表示該路面之抗滑性質較佳。

(二) 拖車式抗滑測定儀：

本儀器之試驗主要以載重之小貨車在路面上以規定之速度行駛，並在煞車之前瞬間噴水使路面潮溼以模擬下雨時之行車狀況，車中主要的裝置包括了：

1. 能連續控制及自動顯示結果之電子測定儀器。
2. 列表記錄器。
3. 供水給兩輪拖車測試使用之自動控壓水泵。
4. 水箱。
5. 空氣壓縮機。

兩輪之拖車主要裝置則包括了：

1. 空氣壓縮盤式剎車制動系統。
2. 電橋電功率轉換器 (**Transducers**)。
3. 噴水系統 (**Water-Laying System**)。
4. 合乎 **ASTM E501** 標準規範之測試輪胎。

藉由此型儀器測試之輸出結果為道路縱向車速與摩擦係數或抗滑值之關係。

以上儀器調查之介紹，皆針對國內目前養路單位使用之儀器，以及目前所蒐集之資料為對象，事實上國外有許多較新機型之調查儀器可提供國內參考引入使用。此外，國內目前道路維修養護所使用之調

查儀具，除了較大之養路單位（如高公局，省公路局等）具有較現代化之機型且經常使用之外，大多無法徹底執行儀器調查之工作，一旦市區道路養護系統建立，計畫性之定期儀器調查系統務求其完整性且各單位間之一致性；本研究預計於二期計畫中將針對此等資料進一步蒐集、評估，並推薦國內市區道路調查之用。

在本期研究中，為瞭解國內各養工單位調查儀器之使用情形，已製作一份問卷調查寄發各公路單位，其中回收問卷共五份，附於研究報告之後。由回收問卷中除二份說明較明確之外，其餘皆未對使用儀器完整說明。在儀器使用觀感中：糙度調查儀器以加州路面平坦儀所獲得之意見較受肯定；撓度調查儀器以路面動力撓度測定儀較佳；抗滑值調查儀器則無較受肯定者。

第七章 圖形化方法之建立

7 · 1 圖形化之意義

市區道路路面養護管理系統是一個涵蓋調查、評估、分析與養護規劃等次系統的龐大組織，除透過良好的系統架構分析，使各系統在獨立運作或共同合作中發揮功效外，其應用過程與最後的結果展示若能有淺顯易懂的圖形化輔助，更能使此一系統被接受與具親和力。若再能配合圖形化的資料輸入與分析，更能達到易學易懂的目的。因此，本研究在建立市區道路路面養護管理系統之初，便擬對此一課題加以研究與探討，以便於發展系統的過程中，將圖形化的功能一併納入發展。

圖形化的意義在於將許多分散於各模組與系統中的數字，憑藉其所屬的路段間的關係，共同展現於一圖形之上，亦或是將同一路段的資料共同呈現於圖形上，使使用者與決策者對於各項資料間的關係有更清晰的了解。因此，在圖形化的架構中，將以路段為基本單元而各種資料亦從屬於該路段，再由路段與路段間的關係組合成路網，使整個路網型態呈現於畫面上，簡單的結構如圖7-1。

在圖形顯示上，除能連接各路段組成路網，且展示出各路段的資料外，亦應能在圖形上編修各路段的屬性資料，達到全功能圖形化的目的，為達此一功能，應結合繪圖系統與資料庫管理系統，共同來完成。就目前電腦繪圖與圖形化的工具分析，一般繪圖工具均將所得資料利用空間結構之關係，將其繪製成圖形，無法從事資料的編修——即無法修正原所繪圖依據的資料。但在地理資訊系統（GIS）的圖形化功能中，能利用有效的資料庫管理，並配合其位相（Topology）及地理索引等功能，達到此一目的，因此下節便對地理資訊系統特性加以說明，並對目前較廣受使用的幾種工具加以介紹。

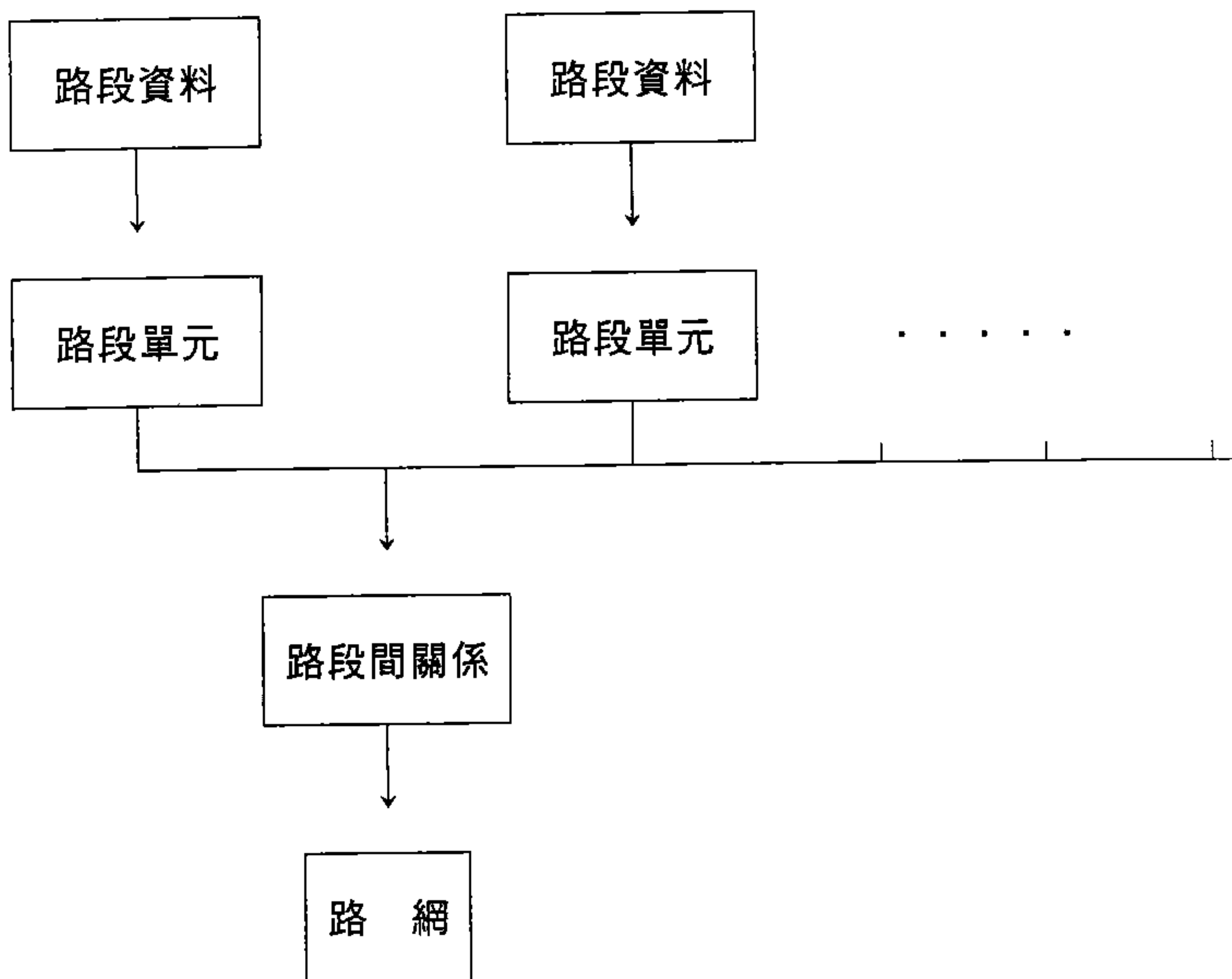


圖 7-1 圖形化架構圖

7 · 2 地理資訊系統與路面（養護）管理系統之關係

7.2.1 GIS 二套系統

—— ARC / INFO 與TransCAD

圖形資料不外乎點 (Points)、線 (Lines，或Arcs)、多邊形 (Polygons)三種型態，線與多邊形乃點之集合體。因此圖形資料除了描述點位的座標之外，尚需建立各點位之位相關係。以ARC / INFO 為

例，整區之地圖資料在使用上往往被區分為若干方形之圖層 (Coverages)，而以圖層為儲存單位，儲存於不同之子目錄中。由於 ARC/INFO 為向量式地理資訊系統，有別於一般的地圖，故其圖層是由許多圖徵 (Coverage Features) 所構成，基本的圖徵分為點、線段及多邊形，用以表現空間中之各種地物 (Objects)。舉例來說，網路中，我們可以以點作為號誌、各類型活動中心，線段代表道路路段，而以多邊形代表較大之地物如湖泊等。每個圖徵包括了兩部份的資料：位置 (Location) 資料用以記載該圖徵明確的位置，其座標依圖徵種類儲存於不同之檔案中；屬性 (Attribute) 資料乃用來描述該圖徵之特徵資料，一般存放於屬性資料檔中。儲存時，二者之間以相同之使用者識別碼 (User ID) 作為對應結合之指標。就市區道路養護管理系統例子而言，我們可以用線段 (Arc) 之圖徵作為基本之養護單元，而該圖徵的屬性資料則包括：街道名稱、道路功能等級、道路破壞項目之歷史資料、重大養護措施資料、路面各層厚度材料等 [32]。

除了 ARC/INFO 之外，TransCAD 可說是一套專為交通方面所使用之 GIS 軟體，相較起來，由於 TransCAD 之使用方向明確，因此對使用者而言就顯得更加友善而易於學習。TransCAD 可以說是以類似 AutoCAD 的圖型展示部份與資料庫二者共同結合之 GIS 系統，一般反應 TransCAD 之資料庫建立亦較 ARC/INFO 容易；反之由於 ARC/INFO 為滿足各種地理資訊系統之建立，必須以較廣泛而龐大之各子系統來儘量滿足各方面的要求，因此使用者必須記住若干指令之後才能善加使用該系統。

以個人電腦 PC ARC/INFO 與 TransCAD 應用於養護管理系統之建立，目前推動最大的困難為二者皆缺乏中文系統之支援，故此二套數十萬元軟體在將來各養護單位推動使用時，勢必對目前普遍教育程度不夠之養護單位造成困擾；而工作站版本 ARC/INFO 雖已具中文能力，在資料庫建立（如以中文輸入街道名等）時所遭遇的阻力較低，然而工作站本身，及適用於工作站之 ARC/INFO 軟體價格也相對地提高至數百萬元，對於養護單位可能是一項相當高之開支。

7.2.2 地理資訊系統與路面（養護）管理系統之關係

將「地理資訊系統」（簡稱GIS），運用在PMS上，可以改善PMS的組成及步驟，這樣的系統我們合稱它為PMS / GIS [32]。爲了要確定甚麼樣的功能要納入PMS / GIS中，國外[32]曾經針對路面管理決策時所用到的各種空間性整合資料檢視它們的重要性；並且深入探討PMS各組成單元，以瞭解GIS對各組成單元之適用性。研究結果找出了PMS / GIS所要用到的功能包括了：基本的地圖存取、可供彈性應用的資料庫編輯功能、提供公式編寫、統計、圖表、矩陣運算、路網建立、整合模式及幾何運算等功能。

一套成功的路面（養護）管理系統在各相關步驟中需用到大量路面狀況資料，就各相關資料做推估工作（例如道路表面績效之計算及預測）；並運用若干分析模式如LCC（Life Cycle Costing），來排定建造／維修計畫時程。而GIS正符合此需求，適用GIS系統來處理的PMMS組成單元包括：

- (1) 資料蒐集 (Data Collection)
- (2) 初步資料分析與說明 (Preliminary Data Analysis and Interpretation)
- (3) 系統評估 (System Assessment)
- (4) 策略之決定 (Determination of Strategies)
- (5) 計畫之判定與發展 (Project Identification and Development)
- (6) 計畫之執行 (Project Implementation)

一套有效率的PMS / GIS包括了若干功能如基本地圖、彈性的資料庫編輯、公式編輯、統計、圖表、矩陣運算、路網建立、幾何運算、模式及與外部其它軟體相連之功能。

GIS已經納入了所有上述需要用在PMS的各功能，現分述爲各點如下：

1. 空間資料之整合在路面養護管理系統中所扮演之角色

大部份的運輸活動，包括PMS，都將空間資料列為基本之考慮。一個運輸系統包括了節點、路線及分佈在二維或三維空間中之實體。各事件則分別以點（如交通事故、號誌點）、線段（如路面損壞、交通流量）或封閉的地理區域（如居住在某郊區而需通勤於城、郊間之人口分佈）的方式發生於系統中。

完整的路面管理模式用到了若干各種與道路相關的資料，包括了：

- 道路等級資料
- 路面狀況（破壞）調查
- 路面結構強度調查
- 路面抗滑調查
- 路面平坦度調查
- 交通量調查
- 路面結構資料
- 路面材料特性
- 路面養護資料，以及路旁之障礙物調查

我們可以將這些資料以格式化的方式儲存，然而要注意到它們往往彼此間不相干、任意重覆或毫不協調。處理時我們常把資料建立成不同的檔案系統。舉例來說，常用的參考系統包括了里程碑、參考點、經緯度等。

2. GIS 所具有之空間資料整合功能

GIS 是一種電腦化的資料庫管理系統，主要用於空間資料的補獲、儲存、修正、分析及顯示。一個良好的地理資訊系統可提供資料之整合功能，精巧的GIS 資料庫可以計算、聯結不同空間資料下之屬性資料，例如它能利用軟體將一些州界或里程碑之地物座標換算出經緯度。

因此，GIS 無異地帶領了我們以新的方式來處理PMS，它可以幫助我們整合不同的資料，例如肇事資料、經濟需求、超載、交通量之後，提供我們各計畫之優先順序或是輔助我們作政策之決策。

有別於傳統資料查詢的方式，GIS 能提供更先進的資料查詢功能。在GIS / PMS中可以顯示破壞的路段，也可以將它們分區，以便於維修之施行，更可以藉著區位之選定建立維修計畫，或是計算出各種不同的維修計畫可能對交通造成的衝擊，也能夠經過路面績效的預測作將來路面維修 / 重建的預測工作。

7.2.3 地理資訊系統應用於路面（養護）管理系統之程序

1. 資料之蒐集

路面管理之第一步驟是路段資料之蒐集與記錄。一般說來，破壞路段依「段」為基礎加以記錄，並以表格形式列印其結果。一系列依屬性分別著不同色之展示路段 (Displayed Segment)使資料讀取、編輯更容易。缺乏資料的路段可以明顯地看出並沒有任何顯示資料，量測或轉換造成之誤差也能顯示出來。

利用螢幕介面，我們可以利用GIS 將翻修之路段或某類型破壞之路段依需要依地圖及座標快速地顯示出來。

在更先進的電子科技中，我們甚致可以利用車輛，將車輛行駛於實際之道路，將掃描所得之路面的破壞情形直接自動地記錄於電腦中。當這些資料被輸入GIS 之前，電腦會主動先顯示一張記載有關於路面狀況資料的地圖。

2. 空間資料與屬性資料之整合

在傳統之路面養護管理系統，工程師皆以人工方式將資料儲存於基本地圖中。舉例來說，從前我們只能建立一套只能用來顯示車轍或塊狀裂縫嚴重程度之地圖，或是擬出一套地圖，其中只顯示了整體道路績效指標。如果利用GIS 編輯資料，它可以將描述路面狀況的屬性資料庫建立在道路網上，而能夠充份地將路面狀況資料與幾種不同之道路系統以顯像之方式加以整合。

3. 屬性資料之運算

除了路段狀況之顯示功能外，我們將來也能利用GIS作路面狀況變的預測工作；我們必須針對以前之資料加以比較，並且預測將來路面惡化的情形。爲了達到此目的，我們必須用到一些像是「簡單之數學運算」、「空間／狀況查詢功能」、「統計」及「圖、表之顯示」等功能。舉例來說，我們依績效分析過程將路況之好壞依序由1~10給予評分，評分之後我們就會將這些評分值附加在「路段資料庫」下。將路段依評分高低排序之後，我們便不難找出破壞最嚴重之路段。如果有人想要依照另一套「路面狀況評分準則」來計算、記錄路面狀況資料，我們便可以依十分爲間隔爲一組，記錄 $\text{Index}=0\sim10, 11\sim12, \dots, 90\sim100$ 之路段資料。

一套好的PMS / GIS可以利用統計算出該區段平均路況，或路況變異的情形。這些圖形化的資料便幫助了決策者、民眾輕易的參與路面管理之工作。

4. 方案之分析與決策之提供

PMMS的下一個步驟就是破壞路面修護之方案選定，我們在有限的預算下做維修區段 (Projects) 選擇的工作。選擇時有一些準則要列入考慮，經過了更複雜的LCC運算之後我們不難找出維修的路段。

維修區段的選擇準則往往有幾套分別由不同地區政府單位所使用，但不論是使用到那一套準則，GIS都能算出結果並直接將之存入資料庫中。

GIS與PMS結合比傳統PMS強的地方是它可以將若干難以整合的圖形資料納入考慮，使得方案的決策更準確。舉例來說，我們在做方案決策時需要考慮到交通特性的資料，而GIS就可以把影響交通的種種因素，例如道路幾何設計、天候狀況、交通量、號誌、路面狀況加以整合。

一旦政策確立、預算編列之後，養護單位便著手於若干計畫之政策擬定之工作。在資源有限之情況下，我們將可以利用系統推估過程中之觀察或分析工具將相似的路段依組編入相似的計畫中。

7 · 3 階段性架構與功能說明

為配合系統整體的發展與地理資訊系統應用的程序，本研究將圖形化的內容分成兩階段來發展，各階段的內容分述如下：

- 第一階段：圖形化展示

- 1. 功能：展示資料與結果，輔助決策。

- 2. 目的：透過地理資訊系統圖形化的路網與路段，將有用的資料顯示於圖形上，輔助分析者判斷結果的合理性，並供決策者進行決策時參考。

- 3. 內容：(1) 基本路網、路段圖

- (2) 調查資料顯示

- (3) 評估結果展示

- (4) 養護作業分析結果顯示

- (5) 養護作業決策資料展示

- 第二階段：全圖形化系統

- 1. 功能：圖形化螢幕分析與決策。

- 2. 目的：除第一階段功能外，配合地理資訊系統圖形化螢幕輸入及操作，達到全功能圖形化系統。

- 3. 內容：(1) 基本路網、路段圖之編修

- (2) 調查資料輸入與編修

- (3) 評估系統操作

- (4) 養護作業分析操作

- (5) 決策分析操作

第八章 結論與建議

本研究之目的在為市區道路路面養護管理系統之內容及系統建立進行相關研究，預期分三期進行。在本期（第一期）的工作項目內，獲得下列結論與建議，供後期研究進行時之參考及調整整個計畫方向之依據。

1. 為有效管理日益龐大的市區道路路網及預算經費，發展一套全面性的路面管理系統是刻不容緩的事，但以當前國內主管市區道路單位對路面工程的認識，尚不宜一蹴進入全面性的管理層次，因此應從較單純養護管理工作著手，日後再將此管理系統擴增，達到全面性路面管理系統的境界。
2. 嚴謹的市區道路定義是：所有市區之道路但不含已劃歸公路路線系統者。然而在不同等級的都市、鄉鎮中，主管市區道路的單位多少均涉及通過其行政主管區域內公路路線系統的管理。因此，應當先將市區道路路網界定為在該地方政府所管轄行政區域內之所有道路，再在路網分析中，依其主管之權限，選取適合之道路組成「系統路網」，供系統實地運作時使用。
3. 為使系統階段性推展及養護優先順序排序時，對系統路網之道路有不同程度的分級，應再將系統路網中的道路依其功能類特性與幾何設計特性加以分類，本研究建議可分成五類十二級，分類標準可參考表3.2。
4. 在有關市區道路現行三種路面厚度計方法中，土壤分類指數法不適用於高速道路及主要道路，CBR法與R值法則依據1969年美國瀝青學會之手冊而來，三者之應用範圍及時效上均已不適用於現有之路面工程設計要求，因此本研究建議引進考慮因素較多且經國內外有關路面厚度設計單位實證可行的設計方法，供路面養護管理系統應用參考，如美國AASHTO 1986年版的設計方法。
5. 路面養護管理系統之建立，應將現行路面養護作業納入考量，經本

研究訪談各級相關單位，對現行養護作業提出下列幾點建議：

- (1) 在蒐集道路破壞資訊方面：宜建立所有道路的定期巡視計畫，確保所有道路在一定期限內會接受調查一次。並對於破壞資訊的記錄應增加數量化資料的記錄。
 - (2) 在養護措施策過程方面：宜建立一套客觀的標準來決定其養護措施，並就其結果回饋至標準的建立模式中，達到決策正確性與養護措施有效性。
 - (3) 在有關資料庫建立方面：宜將各種有關破壞資料、養護資料利用資料庫型式加以建檔與儲存，供重大決策與檢討時使用。
6. 本研究所建立之路面養護管系統乃由技術層面的七個系統與管理層面的兩個系統共同組成，技術層面的七個系統之內各別還有其次系統，各次系統間彼此支援分工，其關係可由前文的市區道路路面養護管理系統圖中窺知。
7. 在路面破壞調查方面，本研究突破以往國內簡單破壞調查形式，參考國外相關研究，將破壞調查項目設定為四類十五項，而記錄項目則包括了嚴重程度資料，破壞範圍與所在位置等三大項，供路面養護決策時應用。在調查表格上亦首次將道路基本圖形與破壞調查表結合，方便調查者對照。
8. 調查系統除了路面破壞調查須透過大量調查員從事人工調查外，有關路面結構強度、平坦度及與安全有關的抗滑值均須借助路面調查儀器方能測出其對應的指標值，研究中則另闢儀器調查系統專章加以說明，並對各種儀器加以介紹。由本研究對國內相關單位所做之調查顯示，在儀器使用觀感中：糙度調查儀器以加州路面平坦儀所獲得之意見較受肯定；撓度調查儀器以路面動力撓度測定儀較佳；抗滑值調查儀器則無較受肯定者。
9. 圖形化為本研究對路面養護管理系統架構之建立時即加以納入考量的重要輔助性工具，為配合圖形化的功能與目的，本研究建議以地理資訊系統的圖形化系統來輔助圖形化之建立，並配合其與資料庫之串連能力，在國外的經驗中可知是頗佳的組合，而至於所使用的地理資訊系統工具，則尚待下期研究評估方能決定。

爲使下期研究能順利推展，並配合本期之研究結果，本研究建議修正第一章的計畫分期工作項目，第二期工作重點應擺在各級次系統國內模式之建立，即應用第一期的研究結果，選擇一合宜的地區實際與該地方路面主管機關合作，共同建立一路面養護管理系統之內容。第三期再從事電腦程式的發展，並實際與第二期實證之結果配合，建立一完整的路面養護管理系統。

參考文獻

1. Ralph Haas & W. Ronald Hudson, "Pavement Management System", Robert E. Krieger Publishing Company, 1986.
2. "Guidelines on Pavement Management", AASHTO, 1985
3. B.E. Hicks, "Pavement Management Guide", Roads and Transportation Association of Canada, 1977.
4. "Highway Pavements (Volume III)", NHI Course No.13114, FHWA, 1987.
5. Gustav T Rohde, "Texas Flexible Pavement Design System", Texas A&M University, 1988.
6. Alahddin Mohseni etc, " Illinois Pavement Network Rehabilitation Management Program", TRR 1272, 1990.
7. M. Sargious, "Pavements and Surfacing for Highways and Airports", 虹橋書店, 1975.
8. 賴森榮等, 「臺灣區高速公路路面養護管理系統」, 台灣營建研究中心, 民國七十八年。
9. 張堯田, 「路面養護優先順序之研究——以台北市為例」, 國立交通大學交通運輸研究所碩士論文, 民國七十七年。
10. David C. Kraft, "Pavement Serviceability Indices", 1983.
11. "Pavement Condition Rating Guide", FHWA, 1985.
12. Reger Ewerson, Smith, " Structuring a Microcomputer Based Pavement Management System for Local Agencies", University of Illinois PH . D. Paper, 1986.
13. M.Y. Shahin, and S. D. Kohn , "Pavement Maintenance Management for Roads and Parking Lots" , Technical Report 294, U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory, Champaign, IL, 1981.
14. "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures", AASHTO

,1986.

- 15.林志棟，「本省路面工程整修標準芻議」，國立中央大學土木工程研究所主辦鋪面管理維護系統研討會，專輯編（一），民國80年。
- 16.G.J. Chong, W.A. Phang and G.A. Wrong, "Manual for Condition Rating of Flexible Pavement-Dotress Manifotations", Ministry of Transportation and Communications, 1975.
- 17.K.P. George, "Models for Prodicting Pavement Deterioration", TRR 1215.
- 18.唐富藏，「運輸學」，自行出版，民國七十二年。
- 19.林長生，「台北市道路系統的功能分類與管制方式之研究」，國立交通大學運輸研究所碩士論文，民國六十九年。
- 20.交通部運輸研究所，「台灣地區公路容量手冊」，民國七十九年。
- 21.李湖沌，「台北市道路系統功能分類與幾何設計之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國七十年。
- 22.蔡攀鰲，「公路工程學」，自行出版，民國六十九年版。
- 23.周義華，「運輸工程」，鼎漢顧問公司出版，民國八十年。
- 24.台北市市區道路工程設計標準，台北市政府工務局，民國六十五年三月。
- 25.台灣省市區道路工程設計標準，台灣省政府，民國六十六年四月。
- 26.台灣省交通處公路局「道路工程標準圖」，民國七十二年。
- 27.NCHRP 126, "Equipment for Obtaining Pavement Condition and Traffic Loading Data ,1986
- 28.E.J. Yoder & M.W. Witzcak "Principles of Pavement Design", Second Edition, A Wiley-Interscience Publication。
- 29.林志棟，「建立台灣地區公路路面成效服務指數值之研究」，國立中央大學土木工程研究所主辦「鋪面管理維護系統研討會」，專輯篇（一）。
- 30.林志棟，國立中央大學土木工程研究所主辦「鋪面管理維護系統

研討會」，專輯篇（二）。

31. Jeffery Star & John Estes, "Geografic Information Systems ,an Introduction " Prentice Hall, Inc ,1990。
32. Howard J. Simkowitz , " Using Geografic Information System Technology to Enhance the Pavement Magagement Process", Caliper Corporation 。
33. 曾清涼，「捷運工程地下物數值模型之建立第二次期中報告」，台北市政府、捷運工程局，民國七十八年。
34. 孫志鴻等，「國土資訊系統整體規劃及地理資料目錄編製之研究」，內政部資訊中心，民國八十年。
35. Sukumar Hair, "Advanced Condition Survey Methods".

附錄一 路面破壞調查手冊

一、前言

路面破壞調查不只是路面養護程序中的第一個環節，亦是整個路面養護管理系統或路面管理系統中的基本資料收集工作。透過實地觀察與量測路面的破壞情形，不僅能提供路面主管機關對路面養護內容作正確的決策外，亦是評估路面是否還具維持用路者舒適、安全的行車環境的基本功能。除此之外，長期的對路面破壞進行調查，更能確保養護作業的品質，達到養護經費的有效利用。

路面破壞調查指對路面面層可觀察得到的破壞，進行量測與記錄。為使此一量測與記錄能有客觀且一致的標準，避免人為的差異，建立一套嚴謹的調查方法是極其重要的，本手冊便是在嘗試提供基本的調查資料，供路面主管機關在從事路面破壞調查時，有一方向可遵行。

二、路面破壞調查內容

路面破壞調查的目的主要在提供充分的資料，供路面主管機關從事決策或分析時使用，提供的資料內容除要充足外，還須顧及清楚、一致與調查經費等。大致上一般路面破壞調查包括下列幾大部份：

- 第一部份：基本資料

記錄所調查的路段之起迄點及其幾何現況等與調查的日期、時間及天候等參考資料。

- 第二部份：破壞項目記錄路面破壞的種類、範圍、嚴重程度與破壞所在的位置等。

三、調查程序

路面破壞調查的程序大致上有兩大類，第一大類是在規劃調查時的程序，其內容在如何有效安排調查人力、所應收集資料及確保資料的可靠度。第二大類是使調查能順利進行的程序安排，以下便分別加以說明。

(一) 調查規劃程序

1. 確認調查目的：此一時期的主要內容在了解該調查的目的何在，因為不同的調查目的，其所需之資料內容便不同，而影響整個調查的調查程序。若調查目的僅止於決定養護作業內容，則僅須調查達修護標準嚴重程度的破壞，其餘未達修護標準者即可忽略不計；若調查目的在供路面養護管理系統或路面管理系統使用，則須將所有破壞依其系統之要求記錄之；若為更精細的設計或施工結果評估，調查項目及內容則須更精細到破壞的實際狀況，包括其形狀、走向與破壞問題等。
2. 擬定調查內容：依調查之目的，分析所須調查的項目及須記錄的資料型態。
3. 決定調查方式：依主管機關的狀況，配合實際狀況決定調查之方式。
4. 設計調查表格：依調查的內容及方式，將各項所需的資料依調查時的順序或其他方式，設計一供調查員填寫之調查表格。
5. 試調：將所決定之調查內容、方式及所設計之表格，由規劃者實地進行調查，以了解其所規劃設計之內容，是否會遭遇困難，供規劃者做調查設計之修正依據。
6. 調查設計：將所須調查之範圍及可使用之人力及經費等，設計一實地進行之流程與人力之安排。
7. 人員訓練：對調查員進行解說與訓練，使其能依調查之設計進行調查。
8. 實際調查：從事收集路面破壞資料。
9. 資料整理：將所收集的大量路面破壞資料進行整理與建檔等工作。
10. 檢討與改進：在完成調查後，須檢討整個調查結果是否與原始

調查目的相符，供下次調查、規劃設計時修正。

(二) 調查程序

1. 準備工作：將一天或某一段時間內即將進行的調查地點整理出來，並準備好足夠的調查表格及調查所需之器材。
2. 填寫基本資料：在到達調查地點後，先行填寫調查表格中的相關基本資料。
3. 進行調查記錄：依調查計劃進行路面破壞調查與記錄工作，若有疑處應隨時參考調查注意事項及有關路面破壞定義之資料。
4. 檢核：在調查完成後，於離開前，再重新檢視調查表格，確定無遺漏處。

四、路面破壞調查說明

本手冊就本研究所建立的路面破壞調查進行解說，並對相關問題加以說明。

在調查規劃程序上有以下介紹說明：

1. 調查目的：本調查的目的在做為路面養護管理系統基本資料的收集，同時又為進行有關路面破壞指標的建立及養護作業內容的決定，因此在調查的資料上略多於一般破壞調查。
2. 調查內容：在調查的內容上，大致可區分為三大部份，第一部份為基本資料，包括路段起迄點、路段編號、路段長度、路段寬度、人行道寬度、幾何型式、調查日期、時間與調查時的天候等資料。第二部份為破壞項目調查，其計須調查路面破壞四大類合計16項，並須分別記錄其嚴重程度、範圍（尺寸）及所在位置等（參見表A-1）。第三部份為整體評估部份，由調查人員依其主觀的感覺給予此路段一綜合評價。
3. 調查方式：本調查擬採用由調查人員步行於路側人行道上，進行觀察與估計其範圍及嚴重程度，並一次進行道路之一側。

4. 調查表格：為使調查員能對調查地點有一概略的了解，擬以配合圖形的方式，將調查表格設計如表A-1 的型式。有關破壞資料所填部份，除破壞種類及部份破壞的嚴重程度採代碼記錄方式外，其餘則採估計其實際數據加以記錄。

相關調查注意事項附於表A-1 後。

五、路面破壞定義及說明

路面的損壞除面層可直接觀察的破壞外，尚有下列結構的損壞或強度的降低、提供安全需要的抗滑能力的不足與影響行車舒適的整體平坦度不佳等。後三項在整個路面養護管理系統中，納入儀器調查之中，藉著相關的路面調查儀器進行量測，方能獲得客觀的數值，供系統分析研究使用。因此，路面破壞調查僅對第一類可由調查員由肉眼直接觀察得到的損壞進行調查，共計四類16項，其定義與調查說明以下分別介紹。

第 I 類：裂縫

柔性路面常見的裂縫型態可歸成兩大類，一為線狀（Linear）裂縫，一為網狀（Net-shaped）龜裂。線狀裂縫的型態大致上為單一或有分叉的裂縫；面狀龜裂則由不具同一方向的裂縫交叉所形成如龜殼上之連串小多邊形或連接成大多邊形。在從事路面壞調查時，在線狀裂縫可再依其走向與位置劃分成縱向車道線裂縫、縱向車道內裂縫、橫向裂縫等三種。

1. 縱向車道線裂縫（編號 I -1）

縱向車道線裂縫指裂縫主要走向與行車方向平行，分叉情況尚未達全面龜裂情形（即尚未完全連接成多邊形），其位置約略在車道線、道路中心線或道路邊線等位置，即位於車行輪跡的外側，且

有些許的距離。在破壞嚴重程度的記錄上採記錄主要裂縫的長度及其嚴重程度，並由長度及裂縫範圍的寬度估算其面積。在嚴重程度的劃分上分成三級，第一級為輕度裂縫，其表現型態為單條或有簡單分叉的數條裂縫，第二級為中度裂縫，為主裂縫開始發生剝落現象，或在主裂縫旁衍生出數條平行裂縫，兩者之間稍具龜裂的狀況，第三級為重度裂縫為已具明顯的龜裂情況，但在型態上仍可看出為縱向裂縫的嚴重化。各級的分類可參考下列數張圖片。

2. 縱向車道內裂縫（編號 I -2）

縱向車道內裂縫指裂縫主要走向與行車方向平行，分叉情況尚未達全面龜裂情形（即尚未完全連接成多邊形），其位置約略在車行輪跡處或車道中央等位置。在破壞嚴重程度的記錄上採記錄主要裂縫長度及其嚴重程度，並由長度及裂縫範圍的寬度估算其面積。在嚴重程度的劃分亦為三級，分級標準同縱向車道線裂縫的分級標準。

3. 橫向裂縫（編號 I -3）

橫向裂縫指裂縫主要走向與行車方向垂直，分叉情況尚未達全面龜裂情形（即尚未完全連接成多邊形），其位置可能發生於道路的任何一處，而長度可能不足一車道，但亦可能佔滿整個車道，甚至跨越數車道而橫貫整條道路。在破壞嚴重程度的記錄上採記錄主要裂縫長度及其嚴重程度，並由長度及裂縫範圍的寬度估算其面積。在嚴重程度的劃分上劃分為三級，第一級為輕度裂縫，其表現型態為單條或有簡單分叉的數條裂縫，第二級為中度裂縫，為主裂縫開始發生剝落現象，或在主裂縫旁衍生出數條平行裂縫，兩者之間稍具龜裂的狀況或者橫向裂縫已造成裂縫兩側發生高差現象。第三級為重度裂縫，為已具明顯的龜裂情況或者剝落現象嚴重使裂縫寬度超過5公分以上。在記錄其位置時，以橫向裂縫中心或明顯最嚴重所在車道為破壞位置之記錄。

4. 龜裂（編號 I -4）

龜裂指面層間之裂縫互相連接成大多邊形或一連串的小多邊形。其出現可能是全面性（大面積）的或為局部性的、在破壞嚴重程

度的記錄上採記錄其嚴重程度的分級一項，劃分標準分三級，第一級輕度龜裂指龜裂型式明顯，但其裂縫之最寬寬度尚未超過2公分。第二級中度龜裂指其裂縫寬度超過2公分，或其裂塊之角隅已發生碎裂現象第三級為重度龜裂指其裂縫寬度超過5公分以上或其裂塊已發生碎裂現象或裂塊已與下層脫離，車輪輾過已發生動搖，或已形成淺坑者均屬之。在其範圍之估計以涵蓋裂縫的橫向與縱向的最長長度所得之面積為準。

嚴重的線狀裂縫已具龜裂的特徵，但由其走向分析，仍應劃屬於線狀裂縫項目之下。嚴重的龜裂已有淺坑出現，但仍應劃屬於龜裂項目之下。

第二類：變形

柔性路面的變形大致歸納成下列四項須調查與記錄。

1. 車轍（編號II-1）

車轍指路面在車輪反覆輾壓下所產生的縱向凹陷，故其位置以發生於車道內車輪軌跡處，其長度至少5公尺以上。在破壞嚴重程度的估計上，以記錄其凹陷的平均深度為主。平均深度的量測有一定的求法，但在此處為顧及調查時的量測困難與調查員的安全，因此採目視估計法並採雙側的平均值為準。車轍之產生係由路面發生塑性變形(Plastic Deformation)，通常會伴隨冒油或類似波浪形路面等現象。

2. 波浪形路面（編號II-2）

波浪形路面指路面在行車方向發生高低起伏，成波浪狀之變形。在市區道路中一般發生於路口處，但亦會出現於路段中。在記錄嚴重程度時，僅記錄嚴重程度一項，嚴重程度分三級，輕度波浪形路面指其波浪形狀可看出，但並不會導致行車時之不平穩(Rough Ride)。中度波浪形路面指已會使行車發生不平穩現象，而重度波浪形路面指已可能導致駕駛發生失控的現象。在記錄破壞範圍時以估量其面積為準。

3.隆起與凹陷（編號II-3）

隆起與凹陷指路面局部表面高於或低於周圍的路面者，在嚴重程度的記錄上只記錄其高差，亦須記錄其面積之大小。

4.面層表面滑動（編號II-4）

面層表面滑動指路面面層在輪胎之摩擦力作用下，前後滑動，可由道路之橫向標線前後扭曲看出。在嚴重程度的記錄上只記錄嚴重程度一項，嚴重程度分三級分級標準與波浪形路面一樣。

5.車道與邊緣高差（編號II-5）

車道與邊緣高差指車道高度與路緣邊溝間具有不同的高程。若車道邊緣高程低於邊溝邊緣高程在記錄嚴重程度時採負值，若高於邊溝邊緣高程則記錄為正值。一般而言，若車道經加鋪，此一高程差為正值，但在施工時會在接續處以陡斜將兩者之接續，造成估計上之困難，建議在估計高差時以陡斜起點之高程與邊溝邊緣高程兩者求其差值。

第三類：表面破壞

1.坑洞（編號III-1）

坑洞指路面局部發生不規則的深洞，在嚴重程度的記錄上只記錄坑洞的深度一項。

2.鬆散（編號III-2）

鬆散指路面粒料由路面剝離的現象。在嚴重程度的記錄上只記錄嚴重程度一項，第一級為輕度鬆散，其鬆散狀況只達可看出具有鬆散之狀況，第二級為中度鬆散，其鬆散狀況粒料已達完全曝露，第三級為重度鬆散，其鬆散狀況嚴重到崩解形成淺坑洞之情形。

3.剝落（編號III-3）

剝落指路面摩擦層之瀝青料流失，使粒料暴露於空氣中，其性質與鬆散相似，但鬆散為連續面積的瀝青與粒料脫離分離，而剝落一般為一個局部區塊（小面積）的瀝青剝落。在嚴重程度的記錄上只記錄嚴重程度一項，第一級為輕度剝落，其剝落情況只達可看出

具有剝落之情形出現，第二級中度剝落為剝落情形已使面層之粒料曝露出來，或剝落區塊彼此相距小於剝落面積之最長直徑者，第三級重度剝落為剝落情形嚴重已發生小淺坑之情形或剝落區塊彼此已接近達接續之情形者。

4. 冒油（編號III-4）

冒油指面層瀝青膠結料上移，在路面產生一層柏油薄膜，而使路面有反光、附黏性與易滑等現象，在夏天或高溫情況下，會有輪胎痕跡印在上面。在嚴重程度的記錄上只記錄嚴重程度一項，第一級輕度冒油為稍可看出不同顏色的路面，呈連續形的斑點。第二級中度冒油為已可明顯地看出表面冒出瀝青料。第三級重度冒油已可看出路面似潮溼狀，甚而在行車時會發出聲音。

第四類：其他破壞

1. 修補面破壞（編號IV-1）

修補面破壞是台灣地區市區道路路面損壞最嚴重的原因，其破壞型態可能綜合上述各種破壞而成。在嚴重程度的記錄上只記錄嚴重程度一項，第一級輕度破壞指修補面尚稱平整，僅在修補面邊緣發生輕度或中度裂縫或與原路面有些許的高差（小於2公分），第二級中度破壞，指修補面有裂縫或龜裂情形或有明顯不平整的情況，有2公分以上之高差，使車輛通過時有明顯跳動情況。第三級重度破壞，指修補面已發生嚴重度形成龜裂情形，或有5公分以上之高差。

2. 修補面薄層剝離（編號IV-2）在原有路面上加鋪一薄封層（1cm — 2cm），因施工不當而引起薄封層呈荷葉狀剝落。調查時須注意是否只為加鋪薄層的剝離。所記錄的範圍以能含蓋相接近的剝離區塊為宜。

3. 人孔高差（編號IV-3）

在人孔、手孔周圍所發生的破壞，包括高差與周圍瀝青或水泥

修補面的不平整等。在記錄嚴重程度上只須記錄人孔與車道之高差，但一般於路面加鋪或沉陷後，均非發生垂直斷面的高差，因此於估計其高差時以人孔或手孔蓋之高程與車道平均高程差為準。但若其漸變高程之斜率緩於1:50時，則不計入。

六、人員訓練

人員訓練的過程是決定整個調查結果好壞的關鍵點，因為實際從事調查的是固定的大量調查員，若所有調查員均對路面破壞調查有足夠的了解，於調查的過程中方能做最佳的調查與記錄。一般人員訓練內容分成兩大類，一為調查講習，二為調查員訓練。以下分別說明。

(一) 調查講習

講習目的在使調查員對本次調查的程序有所了解，並說明調查內容、填表方式及其他注意事項等。調查講習的內容應包含調查目的、調查內容、調查程序、調查表格填寫、填表注意事項及其他等。所需之時間約須兩小時左右。

(二) 調查員訓練

訓練的目的在使調查員對調查內容與項目有一定程度的了解與認識，俾使在分類與估計時有一致的看法，達到客觀調查與調查準確的要求，在路面破壞調查中調查員的訓練尤其重要，有關破壞項目的分類、嚴重程度的分級、估計數量化數值與評估整體表現等項目，均有標準的分類與分級的標準，訓練將可使調查員有更客觀的依據。調查員訓練的內容應包括各項分類、分級標準的說明，參考圖片的解說，特殊案例的分析等。所需之時間約一天左右，但若需要現地示範或解說則須花更多的時間。

路面破壞調查應為經常性的工作，但亦有大規模的調查舉行，若

為經常性的路面破壞調查，則僅需對工作人員於參與調查工作初期舉行調查講習與調查員訓練，使調查員了解調查與內容，但若調查員有更替或新進，則應隨時予以進行或提供講習與訓練的書面資料，供其自行閱讀。若為定期大規模的調查，則應於每次調查前，舉辦講習與訓練。

七、資料整理與建檔

路面破壞調查結束後，除對調查過程的檢討供日後再度調查時參考外，就是將調查結果加以整理與建檔，供整體系統分析時應用。資料整理的內容基本上有檢視調查表格之內容及檢視所有調查路段單元的位置等。在建檔的程序上，則是將調查表格之資料依據暨定的格式，鍵入電腦中儲存成資料庫之一部份。

本研究所規劃設計之路面破壞調查表，是具參考圖形之各別破壞記錄表，因此在從事資料整理與建檔上應依下列步驟進行之。

1. 檢視調查表格：將所有之調查表格，逐一檢視所應填寫之地方是否完整無缺，若有不完整之處則應發還調查員視需要重新調查或補錄。應填寫完整之處主要有路段名稱、起迄點，各種破壞之嚴重程度與位於車道位置與其距起始端距離等處。
2. 整理調查表格：將通過第一步驟之調查表格，依據路段單元的編號順序加以整理，並比對調查計劃確認與調查計劃相符，若發生調查錯誤則應重新調查。
3. 資料建檔：將各路段單元之調查表格，依據本研究所建立的調查表格建檔方式，每一張表格（即每個路段單元）建立一個資料檔。建檔的方式，將依未來所建之資料庫輸入方式而定。

1

公民

車道編號

路面破壞調查表

=====

調查日期 年 月 日

公尺)

天候(☐晴，☐陰，☐雨) 調查員：

慢分隔)

道路名稱：

↑

車道編號

公尺
↓

整體評估得分：

5 極佳 4 佳 3 普通 2 尚可 1 劣 0 極差

調查員
日期
時間、緯

填表程序：

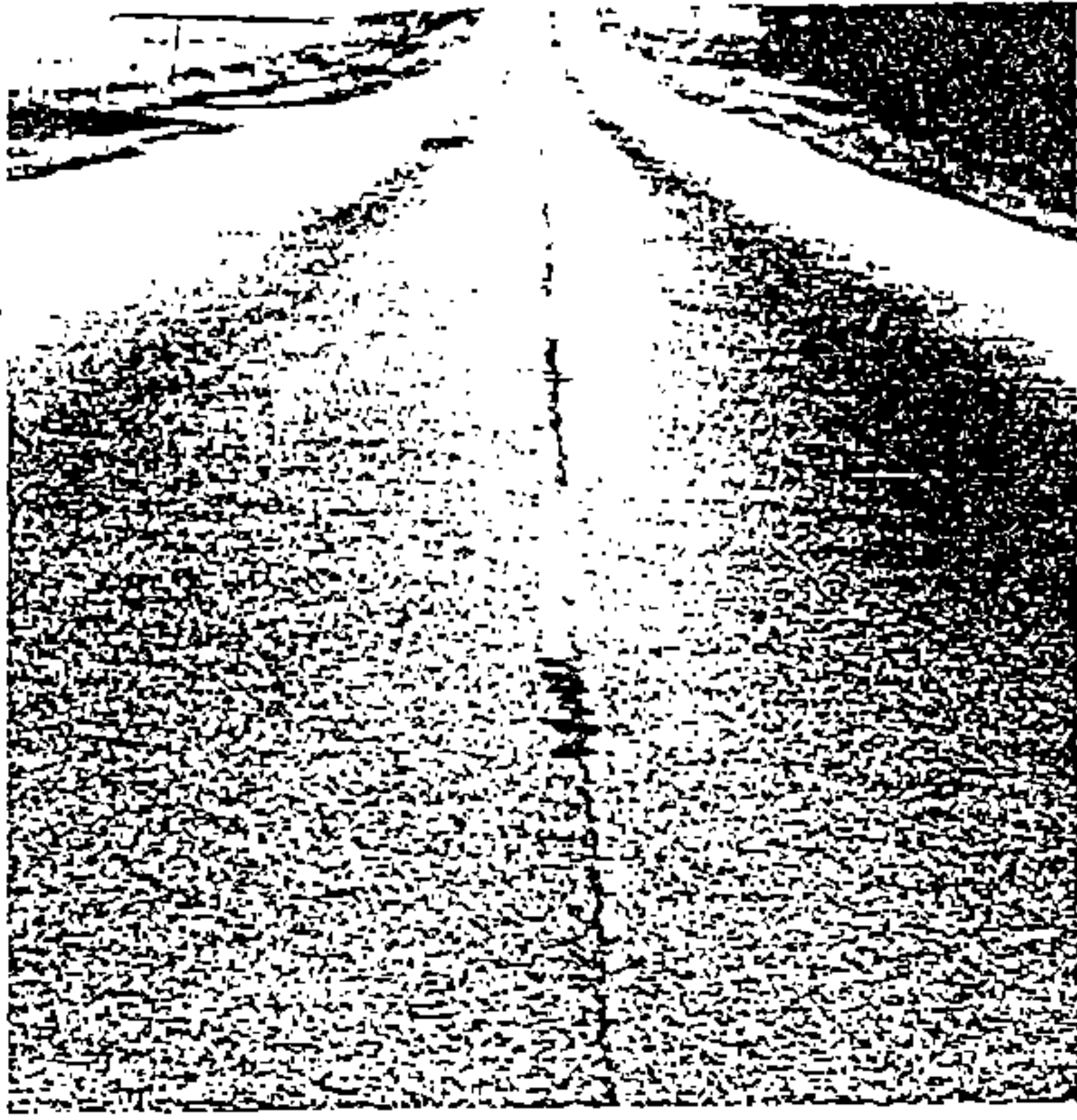
1. 路段單元之基本資料（如：段編號，路段長度、路段寬度、幾何型式，兩側之人行道寬度）請事先加以填寫，並填入基本圖中對應之位置。
2. 其餘之基本資料（如：路段起迄點、車道編號、調查日期、天候），請於到達調查地點後填寫，並填入基本圖中相對應之位置。
3. 於調查路面破壞時，依序於基本圖上標示破壞地點，並予以編號（編號順序請依 I -1、I -2....順序編號）。在破壞資料表格上亦依破壞編號填寫破壞資料。
4. 破壞嚴重程度請以代碼記錄，第一級輕度為 I、第二級中度為 II、第三級重度為 III。
5. 於每側調查完成後，填寫各方向之整體評估值。
6. 於離開調查地點前，重新檢視各項資料之填寫是否完整，並於調查員欄內簽名。

填表注意事項：

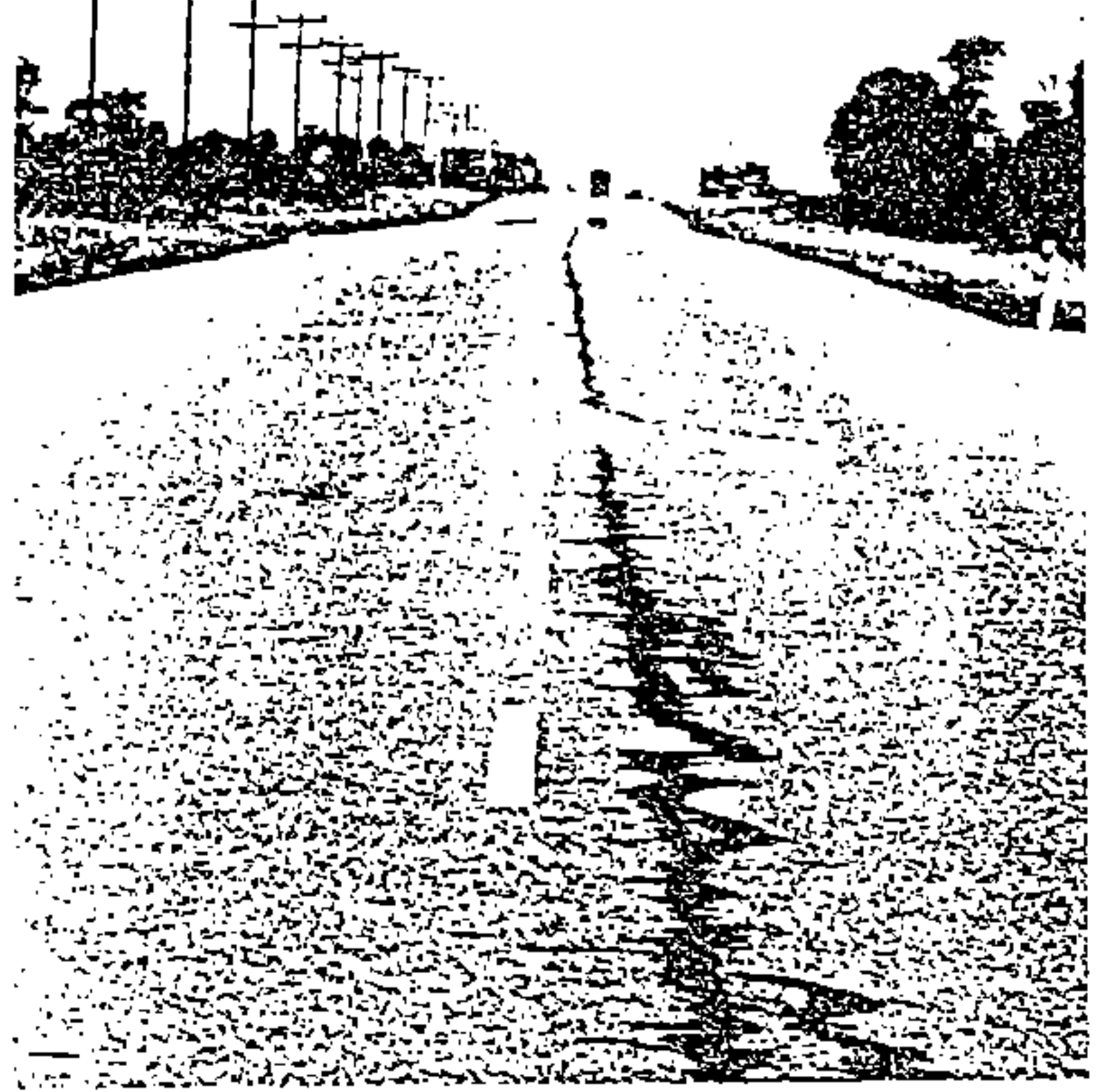
1. 路段單元之基本資料若無法事前填寫時，應於調查現場進行量測，並予以登錄。
2. 車道編號之順序，由最外側車道編起。路肩或車道線至邊溝(緣石)間編為 0，最外側車道編為 1，依序向內側編號。
3. 若在近路口處車道數發生變化，請於近路口處重新編排車道編號，並於基本圖上繪製其範圍，並標示其自漸變區起點至路口數之距離。
4. 若該路段為快慢分隔，請於基本圖上繪製與加註說明。
5. 距始端之距離定義為依車行方向進入路段處為始端，破壞之最嚴重處或幾何中心處距始端之距離稱之。於估計時，請依據目測結果，並參考路段長度、路段寬度、人行道寬度、車道寬度等實際距離資料，加以記錄。

路面破壞項目內容表

破壞 種類	破壞 編號	破 壞 名 稱	破 壞 嚴 重 性			破 壞 範 圍 (面積)	破 壞 位 置		備註
			規 模		嚴重 程度		車道 位置	起始端 位 置	
			長 (m)	高 (cm)					
裂 縫	I -1	縱向車道線裂縫	√	N/A	√	√	√	√	
	I -2	縱向車道內裂縫	√	N/A	√	√	√	√	
	I -3	橫 向 裂 縫	√	N/A	√	√	√	√	
	I -4	龜 裂	N/A	N/A	√	√	√	√	
變 形	II-1	車 轍	N/A	√	√	√	√	√	
	II-2	波 浪 形 路 面	N/A	N/A	√	√	√	√	
	II-3	隆 起 與 凹 陷	N/A	√	N/A	√	√	√	
	II-4	面層表面滑動	N/A	N/A	√	√	√	√	
	II-5	車道與邊緣高差	N/A	√	N/A	N/A	√	√	
表 面 破 壞	III-1	坑 洞	N/A	√	N/A	√	√	√	
	III-2	鬆 散	N/A	N/A	√	√	√	√	
	III-3	剝 落	N/A	N/A	√	√	√	√	
	III-4	冒 油	N/A	N/A	√	√	√	√	
其 他	IV-1	修 補 面 破 壞	N/A	N/A	√	N/A	√	√	
	IV-2	薄 層 剝 離	N/A	N/A	N/A	√	√	√	
	IV-3	人 孔 高 差	N/A	√	N/A	人孔周圍大小	√	√	



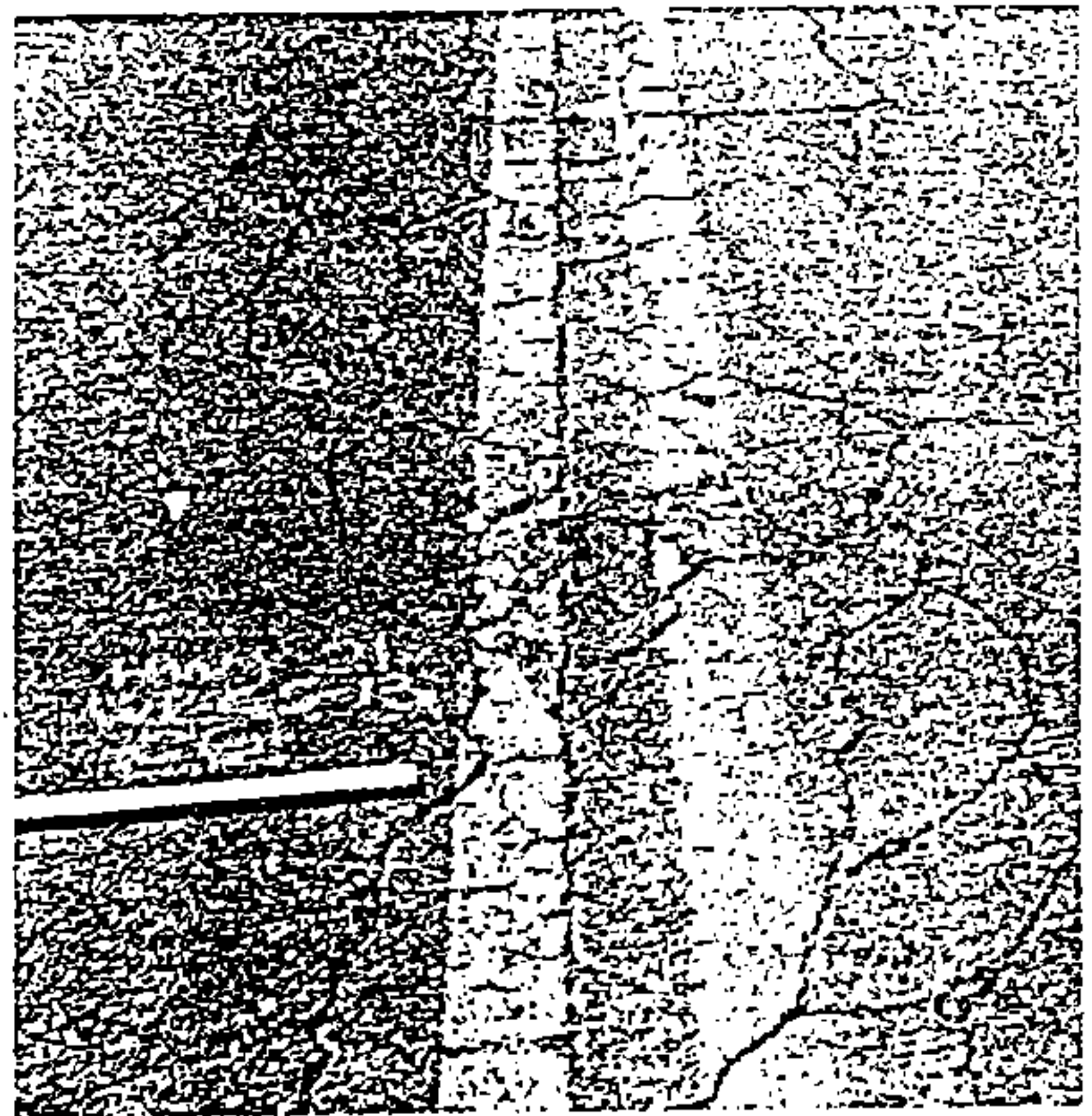
輕度（Ⅰ級）



輕度（Ⅰ級）



中度（Ⅱ級）



重度（Ⅲ級）

縱向車道線裂縫（編號：Ⅰ-1）參考圖

附錄二 訪談記錄

新莊市公所工務課訪談記錄

時間：民國80年9月3日，下午：2:00～3:30

地點：新莊市公所工務課

受訪者：技正陳銘祥先生

訪員：劉瑞麟

記錄：劉瑞麟

摘要：

1. 有關市公所所轄市區道路為除省道、縣道外之所有市所道路，但省道、縣道之路燈、人行道仍屬市公所有維護，亦具破損之查報任務。
2. 有關道路路網基本資料，因12米以上均由省住都局規劃、設計與發包施工，故市公所內並無其基本資料。
3. 養護作業過程為經統計管線申挖面積、路面坑洞查報面積、與民意反映（凹凸不平、積水、粒料分離、坑洞、選舉等）達一定數量後，發包施工修補。
4. 施工過程為監工帶領、指導廠商所修補位置。
5. 修補方式有兩類：
 - (1) 補坑洞及管溝：加級配、加粘層鋪瀝青3 cm。
 - (2) 大面積：刨除及加封 5 cm AC。
粘層及加封 5 cm AC。
6. 裂縫與龜裂一般均不加修護。
7. 有工程司建議本系統宜針對幹道系統即可，巷道一般無力調查。

台灣省住都局道北隊訪談記錄

時間：民國80年9月6日，上午：2:00～3:30

地點：省住都局道北隊（中和南山路60～2號2F）

受訪者：李遵聰隊長

訪員：劉瑞麟

記錄：劉瑞麟

摘要：

1. 負責花蓮、新竹以北台灣省各市區道路12米以上之開闢與拓寬之規劃與設計，亦包括各鄉鎮市公所所提申請開闢、拓寬道路之遴選，標準為現地踏勘。
2. 無標準斷面，由各工程司自行參考相關資料設計。
3. 路面結構設計一般採GI值設計方法，各層比例依標準轉換而來，通常AC 5 cm，粗級配 10 cm，基層約 40 cm，在主要交通要道則採R值設計法（參考工程設計標準）。
4. 各種材料之標準依標準規格。
5. 在省轄市之省、縣道之主管機關為市政府。
6. 在住都局局本部工務處晒圖市內存有各工程之竣工圖，可為日後收集基本資料之來源，但須事先知其開闢、拓寬年度工程編號等。
7. 邊溝之標準為溝壁各 20 cm，內徑30 cm、40 cm、50 cm 等三類。

基隆市政府工務局工程隊訪談記錄

時間：民國80年9月27日，下午：2:00～3:30

地點：基隆市政府

受訪者：徐憲忠組長

訪員：劉瑞麟

記錄：劉瑞麟

摘要：

- 1.主管範圍：基隆市所轄之省、縣道及市區道路。
- 2.養工單位：工程隊
 - (1) 破壞調查項目：坑洞、龜裂補綻。(面積、深度)
實施方法：兩個巡路員，每日查報，無固定路線。
 - (2) 養護方法：坑洞填平、龜裂補綻。
決定方式：隨即填補。
 - (3) 作業流程：經查報後，依工程隊補修車之工作能力，隨即派員填補。
 - (4) 材料單位：密級配，住都局供應 1079 元/ m^3 ，自行生產1000-1050元/ m^3 。
- 3.一般養護預算：2000萬元。
- 4.大型加鋪為非經常養護，平均主要道數三～五年會加鋪一次 3～5 cm，(5 cm則先加以刨除)。決定方式：(1) 預算是否有餘額，(2) 當年度是否有編列(經議會建議里民大會反映或主辦者自行編列)，其順序乃依交通量為主。
- 5.管線挖埋，一律採代金方式，(基隆多雨，若在雨後方實施修復，則先重鋪粒料)。
- 6.大型加鋪之施工，交通管制困難，已均利用夜間施工。
- 7.經費不足為主要困難(包括人員不足)，汽燃費撥入數自75年800萬元至今不變，道路面積增加40萬 m^2 。
- 8.基隆市除主要道路外，一般寬度多為11 m。

附：工務課張課長訪談記錄

1. 產業道路（非CBD 或人口密集數）之新闢，先鋪碎石料3 年，待自然沈陷穩定後，方鋪AC路面。
2. 一般市區道路以料粒（基層）30 cm，15 cm 之AC，其中 12 cm之粗級配，3 cm之密級配，重要道路以增加基層之厚度為主。
3. 刨除加鋪以刨除 10 cm，加7 cm之粗級配和3 cm之密配，或5 cm之密級配。

台北市政府工務局養護工程隊訪談記錄

時間：民國80年10月15日，上午：9:00~10:00

地點：台北市政府工務局養工處（天津街）

受訪者：秦組長

訪員：劉瑞麟、趙懿德

記錄：趙懿德

摘要：

一、主管範圍劃分：

山區產業道路 → 建設局

市區 4 m以上道路 → 養工處

(已公告為計劃道路之道路)二、人員編制：

養工處分為九隊，人員編制如表1，由表1中可知養工處之下的九分隊中，有七隊屬於道路管理分隊。而該1-7分隊下，每分隊再細分為四班，每班平均人數約15人。而1-8隊內各編制4-5人為道路管理員。事實上並無實體的編制，而是採任務編組，即採行動派人員的方式，（此任務編制乃自台北市仍為省轄市時沿傳的編制下來），全體除各小隊隊長外，皆以工代職。

三、平常隊路面破壞調查之實施方式及道路破壞資訊之來源：

1.一至七分隊每隊約編制四人。

2.重要道路每日巡視1-2次

根據手冊資料顯示：次要道路每日一次或二日一次；巷弄二日一次或五日二次。

3.道路破壞資訊來源

(1) 道路管理員按規定巡視（主要來源）。

(2) 市民反應直、間接傳至養工處。

(3) 里幹事。

(4) 同仁上班或外勤時發現，除1.外，均再派員覆查。

四、破壞調查項目與內容（參見手冊 P.15-P.17）

養護分爲A、B、C、D（參見手冊 P.18-P.20）

五、對於管線單位挖埋之處理手段

1. 工作量小時，由管線單位繳交代工費，交由養工處養護。
2. 工作量大：由於該處人員編制受限，故由管線單位自行修復。
3. 現在正試辦由管線單位交代工費用，再發包請包商做，但若所需經費超額，則仍由該等管線單位負責。

六、不同破壞程度之處理方式：

	經常性養護	小 型 翻 修	大 型 翻 修
養護對象	小型破壞	較 重 要 之 破 壞	複雜性高之大型破壞
設計單位	—	工程隊附屬之設計科	養工處設計單位
經費來源			

※養護作業排定優先順序時，採任務編組查視路況定出，並無一套評估作業準則。其任務編組成員依狀況由養工處工程隊、養工處內單位或工務局等相關單位組成。

七、其它問答部份

1. 平常路調時遇到哪些困難？

答：(1) 停車遮住路面。

(2) 交叉路口車輛遮住路面。

(3) 往往道路修復後，路面破壞太快根本來不及調查。

2. 養工處目前有無其它困難？

答：(1) 人員素質需再加強。

(2) 維修功能（養護單位規模）跟不上道路的成長。

(3) 交通問題（如路邊停車等）。

(4) 市民配合度不佳。

(5) 交通大隊與養工處的結合聯絡不良，如交通工程改善（單行道）方案。

(6) 超載問題：由高速公路至市區之道路破壞特別嚴重（如成功路），此乃因為車輛往下衝力所致，再加上雨水、入滲、路基軟化，整體結構強度下降。

(7) 目前尚無經費不足問題。

3. 是否將資料列入紀錄？

答：我們會列入考慮，但這些資料並非是絕對的。

台中市政府工務局養護工程課訪談記錄

時間：民國80年11月7日，上午：10:30～11:45

地點：台中市政府工務局養工課

受訪者：技士紀培輝先生

訪員：趙懿德

記錄：趙懿德

摘要：

一、主管範圍：

由於台中市已擴大都市計畫；隸屬於省政府住都局，因此所有台中市內之大小道路、產業道路都由該市養工課負責，較小型之工程則交由區公所有做（以金額劃分）。註：縣轄市之養工單位隸屬在公路局下。

二、人員編制：

除課長外承辦人員共有六名，由於人力嚴重不足，課內只好動用預算約聘臨時人員。

課內分為七組，二組負責剛性路面之養護，五組負責柔性路面之養護，其中41人中，臨時人員便佔了15位。臨時人員由於薪資低，流動率極高。

(1) 臨時人員日薪640元，及每月不超過 30 hrs，80 元／hr 之加班費。

(2) 人員不足乃政府沿用以前之編制所致；曾多次向上反應，多未獲得良好之回應。

三、道路路面破壞調查之實施方式：

養工課將全台中市劃分為九區，每區道路各有一名臨時約聘之路調人員負責，其職責範圍為：路調時以機車為交通工具，且各組間用對講機互相聯絡。

四、路況

台中市之路況是目前所訪談單位中鋪面狀況最佳的地區，修補後之路面一般多能與原路面維持相當良好之接合，只有在人孔

(Manhole) 或手孔才可能發生行車稍不舒適之情形。

五、道路破壞資訊來源 (與北市類似)

1.道路巡視員按規定巡視。

2.市民反應直／間接傳達至養工處，台中市政府工務局下成立一
皆受民眾申訴之馬上辦中心。

3.里幹事之反應。

4.同仁上班／外勤時發現。

• 中市政府養工課多廣發宣傳貼紙，提供民眾打電話至馬上辦中心之管道。

• 2.～4.項多再由巡路員覆查。

六、破壞調查項目與內容：

1.巡路員破壞調查填表如所附。

2.由訪談中，大概得知省轄市 (台中、台南) 路調時多不對破壞
型式加以分類，而僅作破壞程度之描述，供課內工程規模之判定用。

七、對於管線挖掘之處理方式：

1.台中市公務局於80年9月公佈，80年10月開始實施「台中市管
線工程挖掘道路處罰基準」，作為管線挖掘時之法令依據。

2.準則中明白地規定了管線工程挖掘之準則及各種違反情形時之
罰款條例。

(1) 由於剛頒後便恰逢10月份台中市主辦台灣省區運，全台中
市禁止各種管線挖掘工程，故還尚未見到該準則之實際實
施之情形。

(2) 代工費之訂定附於冊中。

八、不同程度破壞之處理方式

小型破壞	大 型 破 壞
補 修	翻修（封閉道路） 編列年度預算
隔日派工	立 刻 處 理

當工程金額在30萬以下，則交由區公所負責修復。

九、預算：

1.養工課：(1) 一般破壞：1 億2 仟萬／年，比去年少。

(2) 大型破壞：2 仟萬／年。

2.區公所：3、4佰萬。

十、其它困難：

1.人員不足是最大的問題；施工、管理人員都不足。

2.民眾建屋時破壞道路。

3.外環道路之超載。

4.輿論抨擊養護單位員工出差太多。

5.其它如管線單位無法配合（制度不同）造成建新路、維修舊有道路上都發生困難。

6.經費稍不足。

台南市政府工務局養護工程課訪談記錄

時間：民國80年11月8日，上午：10:30~12:00

地點：台南市政府工務局養護工程課

受訪者：郭守義課長 訪員：趙懿德、游淑玲 記錄：趙懿德

摘要：

一、主管範圍劃分：

- 1.台南市內除了產業道路外之所有道路均為主管範圍。
- 2.破壞程度較小者由區公所負責修護；大型破壞由養工課負責設計、發包。（能力劃分）
- 3.工務局下另設有養護工程隊，並不隸屬於養工課下；負責一般性維修、養護及違建拆除之工作，其本身亦有獨立預算編列。
 - 建議：宜對「工程隊」額外作一次訪談；工程隊位於南門路殯儀館附近。

二、人員編制：

- 1.課內有11名人員，負責設計、監工、發包、行政等業務，由於人力不足，未編列路調人員。
- 2.台南市政府之養工課編制與台中市情況相同，多為多年前沿用下來之編制，所以人手相當不足。

三、路面破壞調查資訊來源：

- 1.工程隊之通知。
- 2.里民大會之反應（主要來源）。
 - 註：台南市政府之特色是其與里民大會間緊密之結合；藉著重視里民大會之意見來提高里民大會之效用。

四、不同程度破壞之處理方式：

一般性養護	小型破壞	大型破壞
工程隊負責養護	工程隊／區公所 自行修護	養工課設計、 發包給廠商

五、預算編列：

1. 工程隊負責小型破壞之維修；大型者由養工課設計、發包，養工課之預算按照「路」來編列，每條路有其預算。
2. 本年度養工課之年度預算總額為五億二仟萬元，管線單位繳交代工費亦為金錢來源之一，經費算充裕。
3. 編列預算之依據：
 - (1) 里民大會之建議。
 - (2) 市議會建議案。
 - (3) 馬上辦中心。
 - (4) 市長。
 - (5) 里長之業務會報。

六、其它困難：

1. 人員不足。
2. 管線單位之問題。

新竹市政府

工務局養工單位綜合訪談

嘉義市政府

時間：新竹市 二月十九日

嘉義市 二月二十日

受訪者：新竹市工務局局長

訪員：劉瑞麟、趙懿德

嘉義市養工課課長

記錄綜合整理：趙懿德

摘要：

1. 二市目前在推動養護作業時，所遭遇之最大問題仍是人力與經費之不足；在人員編制上，嘉市並未編列路調人員之能力，而竹市擁有路調人員二名，道路破壞之資訊來源仍以里辦公市、百姓通報為主。
2. 就竹市而言，區公所並不負責道路養護之工作，而管轄境內之省道則由省公路局代養。
3. 管線埋設、遷移之挖埋問題造成二養工單位極大之困擾。就竹市而言，管線問題幾乎已超過自然破壞之程度，而事實上管線問題也是加速道路破壞之主因。
4. 對於日後推行「市區道路養護管理系統」所需從事之電腦化作業，二市共同的想法為：
 - (1) 查報人員不足，無法充份配合蒐集道路資料。
 - (2) 教育程度不足：就竹市養工隊內編制之21人中，僅一名為高中（職）畢，其餘皆為小學畢業。
5. 對於破壞管線回填不完善，嘉市提出：由於管線單位多直接隸屬交通部、經濟部等上級單位，位階較高、法規之權位也較高，因此縣、市政府往往只能配合，造成施工日期（道路之建設與管線單位挖埋之工期）常常相衝突砥觸。
6. 就竹、嘉二市而言，超載問題並不嚴重，可能原因有三：
 - (1) 加速道路鋪面破壞之因素之中，其它因素之影響已超過超載之問題。

- (2) 養護單位並無法直接感受超載對路面破壞之直接影響。
- (3) 超載問題確實不嚴重。

附錄三 路面調查儀器使用調查結果

台灣省公路局材料試驗所

公路局材料試驗所路面股積效測量儀器資料表									
儀器名稱	型號	產品公司	購買年度	購買價格	功能簡介	使用頻率	使用效果	使用觀感	備註
路面抗滑試驗儀	HT-120	SOILTEST	61年5月	55,000	可測定路面相對摩擦係數及防滑性質。搬運攜帶方便。	<input type="checkbox"/> 經使常用 <input type="checkbox"/> 使偶有用 <input type="checkbox"/> 使鮮少用	<input type="checkbox"/> 結正果 <input type="checkbox"/> 尚尚需 <input type="checkbox"/> 校校估 <input type="checkbox"/> 僅僅供 <input type="checkbox"/> 參參考	<input type="checkbox"/> 值值得 <input type="checkbox"/> 推推薦 <input type="checkbox"/> 尚尚可 <input type="checkbox"/> 不不推 <input type="checkbox"/> 推推薦	
路面抗滑試驗儀	C-990	美製	74年5月	591,574	係多輪系統儀器。可自動測繪路面縱向平坦情形。依此可計算縱斷面指數。	<input type="checkbox"/> 經使常用 <input type="checkbox"/> 使偶有用 <input type="checkbox"/> 使鮮少用	<input type="checkbox"/> 結正果 <input type="checkbox"/> 尚尚需 <input type="checkbox"/> 校校估 <input type="checkbox"/> 僅僅供 <input type="checkbox"/> 參參考	<input type="checkbox"/> 值值得 <input type="checkbox"/> 推推薦 <input type="checkbox"/> 尚尚可 <input type="checkbox"/> 不不推 <input type="checkbox"/> 推推薦	
加用路面平坦儀									
三公尺直規		台製	71年12月	4,600	直規平行於路線或垂直方向檢驗路面平坦度。	<input type="checkbox"/> 經使常用 <input type="checkbox"/> 使偶有用 <input type="checkbox"/> 使鮮少用	<input type="checkbox"/> 結正果 <input type="checkbox"/> 尚尚需 <input type="checkbox"/> 校校估 <input type="checkbox"/> 僅僅供 <input type="checkbox"/> 參參考	<input type="checkbox"/> 值值得 <input type="checkbox"/> 推推薦 <input type="checkbox"/> 尚尚可 <input type="checkbox"/> 不不推 <input type="checkbox"/> 推推薦	
路面高低測定儀		台製	53年11月	4,400	直規前後兩固定輪和路面接觸，中央輪一測定輪。路面高低程度顯示在面板刻度上。	<input type="checkbox"/> 經使常用 <input type="checkbox"/> 使偶有用 <input type="checkbox"/> 使鮮少用	<input type="checkbox"/> 結正果 <input type="checkbox"/> 尚尚需 <input type="checkbox"/> 校校估 <input type="checkbox"/> 僅僅供 <input type="checkbox"/> 參參考	<input type="checkbox"/> 值值得 <input type="checkbox"/> 推推薦 <input type="checkbox"/> 尚尚可 <input type="checkbox"/> 不不推 <input type="checkbox"/> 推推薦	
路面動力撓度測定儀		美國SIE	73年5月	203,000	利用電能及機械能，配合電子感應設備量度路面及路面下各層結構受週期性載重後發生之動態撓度。	<input type="checkbox"/> 經使常用 <input type="checkbox"/> 使偶有用 <input type="checkbox"/> 使鮮少用	<input type="checkbox"/> 結正果 <input type="checkbox"/> 尚尚需 <input type="checkbox"/> 校校估 <input type="checkbox"/> 僅僅供 <input type="checkbox"/> 參參考	<input type="checkbox"/> 值值得 <input type="checkbox"/> 推推薦 <input type="checkbox"/> 尚尚可 <input type="checkbox"/> 不不推 <input type="checkbox"/> 推推薦	
彭克曼樑		台製	73年12月	16,500	係用簡單的機械槓桿原理，測量路面受荷重後所發生的撓度。	<input type="checkbox"/> 經使常用 <input type="checkbox"/> 使偶有用 <input type="checkbox"/> 使鮮少用	<input type="checkbox"/> 結正果 <input type="checkbox"/> 尚尚需 <input type="checkbox"/> 校校估 <input type="checkbox"/> 僅僅供 <input type="checkbox"/> 參參考	<input type="checkbox"/> 值值得 <input type="checkbox"/> 推推薦 <input type="checkbox"/> 尚尚可 <input type="checkbox"/> 不不推 <input type="checkbox"/> 推推薦	

高速公路局中區工程處

儀器名稱	型號	產品公司	購買年度	購買價格	功能簡介	使用頻率	使用結果	使用觀感	備註
撓度儀	2000		72 年	460萬	路面撓度值測定	<input type="checkbox"/> 經常用 <input type="checkbox"/> 使有用 <input type="checkbox"/> 偶有用 <input type="checkbox"/> 使少用 <input type="checkbox"/> 鮮用	<input type="checkbox"/> 結正 <input type="checkbox"/> 尚校 <input type="checkbox"/> 僅供 <input type="checkbox"/> 參考	<input type="checkbox"/> 值得 <input type="checkbox"/> 推薦 <input type="checkbox"/> 尚可 <input type="checkbox"/> 不推薦	
抗滑儀	1270		74 年	160萬	路面抗滑值測定	<input type="checkbox"/> 經常用 <input type="checkbox"/> 使有用 <input type="checkbox"/> 偶有用 <input type="checkbox"/> 使少用 <input type="checkbox"/> 鮮用	<input type="checkbox"/> 結正 <input type="checkbox"/> 尚校 <input type="checkbox"/> 僅供 <input type="checkbox"/> 參考	<input type="checkbox"/> 值得 <input type="checkbox"/> 推薦 <input type="checkbox"/> 尚可 <input type="checkbox"/> 不推薦	
平坦儀	8300		76 年	320萬	路面糙度值測定	<input type="checkbox"/> 經常用 <input type="checkbox"/> 使有用 <input type="checkbox"/> 偶有用 <input type="checkbox"/> 使少用 <input type="checkbox"/> 鮮用	<input type="checkbox"/> 結正 <input type="checkbox"/> 尚校 <input type="checkbox"/> 僅供 <input type="checkbox"/> 參考	<input type="checkbox"/> 值得 <input type="checkbox"/> 推薦 <input type="checkbox"/> 尚可 <input type="checkbox"/> 不推薦	

台灣省住都局

儀器名稱	型號	產品公司	購買年度	購買價格	功能簡介	使用頻率	使用結果	使用觀感	備註
路面平坦儀	KKY-3T	日本八千代	72 年	28萬	量度路面平坦度、粗糙度	<input type="checkbox"/> 經常用 <input type="checkbox"/> 使有用 <input type="checkbox"/> 偶有用 <input type="checkbox"/> 使少用 <input type="checkbox"/> 鮮用	<input type="checkbox"/> 結正 <input type="checkbox"/> 尚校 <input type="checkbox"/> 僅供 <input type="checkbox"/> 參考	<input type="checkbox"/> 值得 <input type="checkbox"/> 推薦 <input type="checkbox"/> 尚可 <input type="checkbox"/> 不推薦	
彭克曼標	仿 Soil-test HT-300 型	台製文榮儀器	73 年	32,000	量測路面平坦度	<input type="checkbox"/> 經常用 <input type="checkbox"/> 使有用 <input type="checkbox"/> 偶有用 <input type="checkbox"/> 使少用 <input type="checkbox"/> 鮮用	<input type="checkbox"/> 結正 <input type="checkbox"/> 尚校 <input type="checkbox"/> 僅供 <input type="checkbox"/> 參考	<input type="checkbox"/> 值得 <input type="checkbox"/> 推薦 <input type="checkbox"/> 尚可 <input type="checkbox"/> 不推薦	
Hi-Lo Detector	CT-610	Soiltest 美製	50年代		測量路面平坦度	<input type="checkbox"/> 經常用 <input type="checkbox"/> 使有用 <input type="checkbox"/> 偶有用 <input type="checkbox"/> 使少用 <input type="checkbox"/> 鮮用	<input type="checkbox"/> 結正 <input type="checkbox"/> 尚校 <input type="checkbox"/> 僅供 <input type="checkbox"/> 參考	<input type="checkbox"/> 值得 <input type="checkbox"/> 推薦 <input type="checkbox"/> 尚可 <input type="checkbox"/> 不推薦	

台北市政府工務局

儀器名稱	型號	產品公司	購買年度	購買價格	功能簡介	使用頻率	使用結果	使用觀感	備註
水準儀	WILD beer- brugg NA20					<input type="checkbox"/> 經常用 <input type="checkbox"/> 使有用 <input type="checkbox"/> 偶有用 <input type="checkbox"/> 使少用 <input type="checkbox"/> 鮮使	<input type="checkbox"/> 結正 <input type="checkbox"/> 果尚 <input type="checkbox"/> 確校 <input type="checkbox"/> 需估 <input type="checkbox"/> 供參 <input type="checkbox"/> 考	<input type="checkbox"/> 值得 <input type="checkbox"/> 推薦 <input type="checkbox"/> 尚 <input type="checkbox"/> 不推 <input type="checkbox"/> 薦	
水準儀	GRISS NI020A	VEB CARL GRISS JENA	76 年			<input type="checkbox"/> 經常用 <input type="checkbox"/> 使有用 <input type="checkbox"/> 偶有用 <input type="checkbox"/> 使少用 <input type="checkbox"/> 鮮使	<input type="checkbox"/> 結正 <input type="checkbox"/> 果尚 <input type="checkbox"/> 確校 <input type="checkbox"/> 需估 <input type="checkbox"/> 供參 <input type="checkbox"/> 考	<input type="checkbox"/> 值得 <input type="checkbox"/> 推薦 <input type="checkbox"/> 尚 <input type="checkbox"/> 不推 <input type="checkbox"/> 薦	
水準儀	Sokki- sha D10346					<input type="checkbox"/> 經常用 <input type="checkbox"/> 使有用 <input type="checkbox"/> 偶有用 <input type="checkbox"/> 使少用 <input type="checkbox"/> 鮮使	<input type="checkbox"/> 結正 <input type="checkbox"/> 果尚 <input type="checkbox"/> 確校 <input type="checkbox"/> 需估 <input type="checkbox"/> 供參 <input type="checkbox"/> 考	<input type="checkbox"/> 值得 <input type="checkbox"/> 推薦 <input type="checkbox"/> 尚 <input type="checkbox"/> 不推 <input type="checkbox"/> 薦	

高雄市政府工務局

儀器名稱	型號	產品公司	購買年度	購買價格	功能簡介	使用頻率	使用結果	使用觀感	備註
撓度儀		MITUTOYO 日製	69 度	70,000	量測路面撓度值	<input type="checkbox"/> 經常用 <input type="checkbox"/> 使有用 <input type="checkbox"/> 偶有用 <input type="checkbox"/> 使少用 <input type="checkbox"/> 鮮使	<input type="checkbox"/> 結正 <input type="checkbox"/> 果尚 <input type="checkbox"/> 確校 <input type="checkbox"/> 需估 <input type="checkbox"/> 供參 <input type="checkbox"/> 考	<input type="checkbox"/> 值得 <input type="checkbox"/> 推薦 <input type="checkbox"/> 尚 <input type="checkbox"/> 不推 <input type="checkbox"/> 薦	

