

臺中市道路挖補作業品質評估

委託機關：臺中市政府建設局

執行單位：逢甲大學

中 華 民 國 100 年 9 月 20 日

臺中市道路挖補作業品質評估

委託機關：臺中市政府建設局

執行單位：逢甲大學

計畫主持人：土木工程學系

許澤善教授、陳廣祥主任

中 華 民 國 100 年 9 月 20 日

臺中市道路挖補作業品質評估

重點摘要

本文為臺中市道路挖補作業品質評估，主要內容包含：

一、臺中市道路挖補作業品質輔導方法

陳述臺中市政府建設局管線科所執行的道路挖補作業品質輔導方法。

二、臺中市道路挖補作業滿意度調查方法

臺中市政府道路挖補作業之滿意度調查方法涵蓋下列實質意義：

1. 能夠直接以量化方式顯示工地附近居民、經過現地之用路人、民意代表、政府單位人員及施工單位人員對道路挖補作業品質之滿意度。
2. 能夠在各命題中標示以契約或設計規範之規定為基礎之品質尺規，使各填表人員能夠依據品質尺規，明確反映道路挖補作業之品質。
3. 能夠區隔「道路挖補作業品質問題」及「媒體經常報導的易肇事之回填路面高差問題」；前者與契約或設計規範之規定有關，後者則與完工後各種影響道路承载力與沉陷量之內外在因素有關。
4. 能夠量化顯示各廠商品質管理能力之高低。

三、造成道路不平之原因探討

本計畫首先轉載國內六位學者專家所提意見，再由計畫主持人彙整路不平原因如下：

1. 確保路平所應執行的程序為實質的路平計畫執行程序，但目前執行的程序比較接近簡易型的路平計畫執行程序；而簡易型的路平計畫執行程序比較不符合實際需要的因素包含：
 - (1) 未考量不均匀分佈之地質條件；
 - (2) 未考量局部軟弱或脆性破裂之地質構造；
 - (3) 未考量不均匀分佈之路基條件；
 - (4) 未考量使用期間可能出現之自然災變；
 - (5) 未考量使用期間可能埋設之各種民生設施管線；
 - (6) 未考量最大載重之衝擊振動。
2. 人(手)孔蓋表面與路面間容許些微高差，人孔蓋表面之摩擦係數不同於路面摩擦係數，鋪面結構系統在使用期間脆性破裂或凹陷，因此車輪滾過完全平整的路面與滾過人(手)孔蓋表面與路面高差介面、道路脆性破裂區或凹陷區完全不同；後者除滾動接觸(rolling contact)問題外，尚存在速度或加速度驟變衍生之振動(shocks)；這種振動在車輪衝擊人(手)孔蓋表面與路面高差介面、道路脆性破裂區或凹陷區時趨於顯著，這可能是道路挖補作業實施後，用路人在車速未減的情況下特別有感或特別容易肇事之主要原因。
3. 鋪面結構系統各層夯實土壤之施工品質均對道路使用功能產生直接影響，而目前國人重視的課題僅局限於鋪面結構系統之開挖後

之回填土層、面層及人(手)孔相關設施等。

4. 夯實土壤之品質指標包含夯實度及最佳含水量二項，但國人僅查核夯實度一項；而夯實度之查核中亦偏重工地密度之查核，而偏廢最大乾土密度之查核。
5. 雖然在施工品質文件中要求檢附認證實驗室之試驗報告，但卻不曾要求檢附認證實驗室採樣程序及實際試驗程序相關證明文件。
6. 認證實驗室僅對廠商自行送驗之土樣進行試驗，廠商自行送驗土樣之代表性及正當性存疑。當廠商自行送驗之土樣粒徑偏小時，試驗所得最大乾土密度將偏低、而最佳含水量將偏高；而在最佳含水量不查核的情況下，這種試驗報告易於使施工品質不良的夯實土壤通過品質查核。
7. 認證實驗室所提夯實曲線類型大都異於國際土壤力學名人所提者，顯示認證實驗室在低價競爭的過程中，試驗程序之完整性存疑。
8. 當最佳含水量不查核時，乾土密度將隨乾縮程度之增加而增加，因此乾縮有助於品質不良的夯實土壤通過夯實度查核。但乾縮後夯實土壤浸水飽和所增加之含水量將遠大於在最佳含水量下土壤浸水飽和所增加之含水量；而乾縮之夯實土壤浸水飽和後之剪力抵抗強度則遠低於在最佳含水量下土壤浸水飽和後之剪力抵抗強

度。倘若道路一側為山區河岸時，則這種山區道路之夯實土壤很容易在吸水飽和後，因剪力抵抗強度過低而滑動破壞。

9. 過大顆粒含量超過 30%時，粒間構架將影響夯實能量分佈，造成一部份土壤因無法被夯實，因而易於被地下水侵蝕或淘空。
10. 在脆性破裂的 AC 鋪面上加鋪一層新的 AC 層時，在行車載重衝擊振動(shocks)下，舊有脆性破裂面將向上擴張(propagation)；依減振原理應在新舊兩層介面間加鋪一層地工合成纖維作為緩衝墊。
11. 若主要道路須埋設民生管線時，應嚴格限制行車速度，以免行因車速度過快而產生過大的衝擊振動。
12. 鋪面結構系統若因景觀需求而需要在景觀人行道設置植栽區、墊高之花圃時，雨水在植栽區或花圃匯集後將朝向鋪面結構系統滲流，導致路基土壤承载力大幅降低、壓縮性大幅增加。
13. 人(手)孔之開口易於將雨水導入人孔或手孔中，之後再沿人(手)孔之洩水孔進入鋪面結構系統；因此只要人(手)孔積水，雨水終將會造成路基承载力降低、壓縮性增加。
14. 使用水泥強化土壤或低強度混凝土取代夯實土壤時，除影響鋪面結構系統之均勻性與均質性外，亦將阻絕底層高透水性礫石級配料之排水作用。

四、後續道路挖補作業相關建議

道路經過地區可能存在複雜性高且變異性大之地形、地質、地質構造及地下水位面分佈等，亦可能存在密集埋設之各種民生管線，因此鋪面結構系統是一種高度複雜的結構系統。

過去至今，這種高度複雜的鋪面結構系統之規劃、設計、施工、監造及使用管理，均未依據實質的路平計畫執执行程序辦理；而臺灣之交通量及各種民生管線之埋設又逐年增加，在過於頻繁的行車載重衝擊作用下，日趨複雜之鋪面結構系統在所受振動(shocks)持續增加的情況下加速疲勞、老化，進而出現層出不窮地脆性破裂、凹陷、頻繁修補等現象，並在速度無特別限制的情況下經常釀成交通事故及引發民怨。

誠如臺灣大學周家蓓教授所言：「路平是道路主管機關從來都不敢輕忽的問題，也是主管機關從來都沒有拿出正確對策的長期困擾問題。」因此，正確對策之研擬乃是路平計畫之首要工作，而本計畫主持人所提實質的路平計畫執执行程序即為中長期路平計畫之正確對策。

1. 短期道路挖補作業相關建議

- (1) 嚴格要求設計及監造單位依據施工規範訂定施工方法及施工成效檢驗標準；

(2) 落實公共工程委員會重視之下列各項施工成效之檢核：

- a. 路面開挖切割線形；
- b. 管線挖填之整體品質；
- c. 級配回填料及其夯實度；
- d. 瀝青路面厚度及其壓實度；
- e. 人(手)孔蓋與周圍路面銜接處之平整性；
- f. 坑洞修補之品質；
- g. 路面鋪設之平整度。

(3) 持續推動下列各縣市具有特色之道路挖補作業：

- a. 臺中市政府於民國 86 年首創管線統一挖補制度。
- b. 臺中市政府設置馬上辦中心。
- c. 加派巡路員拍照蒐證。
- d. 臺中市政府推動的小區域切割修補作業。
- e. 臺中市政府試辦之道路挖補品質輔導作業及品質研討會。
- f. 臺北市政府提倡的施工流程標準化、教育訓練普及化及挖掘管理落實化，及專案路面更新工程之推動。

(4) 對於民生管線密集之道路而言，應嚴格限制行車速度，以降低行車載重衝擊振動之影響，藉以確保用路人安全。

(5) 完工之施工品質驗收結果無法代表品質下降速度過快之道路挖

補作業之中長期品質，建議以展期之施工品驗收結果取代完工之施工品驗收結果，藉以確保使用期間之道路品質，進而降低完工之施工品質驗收結果與民意調查結果之落差。

2. 中長期道路挖補作業相關建議

- (1) 設計前應先調查或評估道路沿線之地形、地質、地質構造、最高可能的地下水位面、最大可能的豪大雨及地震、最大可能的載重衝擊振動、及未來可能埋設之民生管線等。
- (2) 依據上述調查或評估結果及設計、監造、施工與使用管理有關之規範研擬設計、監造、施工及使用管理之品質查核標準，據以落實查核工作。
- (3) 每逢豪大雨或強震過後，應針對主要道路鋪面結構系統進行安全檢查，以保障用路人安全。
- (4) 應針對各區道路民生管線埋設狀況、設計行車載重進行車速之管理，以降低衝擊振動之影響及確保用路人安全。
- (5) 在設計行車載重衝擊下，鋪面結構系統將因持續承受振動(shocks)而疲勞、老化，並在局部脆性破裂發生後衍生路不平問題，因此鋪面結構系統理應具備緩衝墊設計。
- (6) 當大型管道埋設於鋪面結構系統中時，應依據管道曲率鋪設砂

質緩衝墊，再將管道兩側回填土分層夯實至堅硬程度，而管道上方一定高度範圍內則回填軟弱土壤，再鋪設地工合成纖維及地工格柵，最後再分層回填至預定高度；如此，大型管道上方之作用力將直接由其兩側堅硬回填土承擔，進而大幅降低大型管道之彎曲變形、及鋪面之凹陷與龜裂等。

- (7) 藉由各種調查資料評估雨水入滲、鋪面凹陷及龜裂之點位，並加強這些點位之檢測或監測。
- (8) 上述中長期道路挖補作業相關建議可應用至臺中市政府所選擇指標路段之設計、監造、施工、使用管理及長期監測等。
- (9) 落實道路挖補作業之施工品質，除於完工後進行施工品質檢驗外，宜在保固期間及保固期屆滿前再進行施工品質檢驗。
- (10) 工程倫理學指出專業沒有定義的國家，亂像和災變特別多；對於道路結構系統而言，理應依據各層屬性進行專業定義，落實專業倫理，使參與廠商僅從事其嫻熟技術之工作，進而確保所有產品有助於國家安全、社會安寧及人民福祉。
- (11) 建立具有「工程目標、工程成效、量化績效指標、策略與方法、內外部調查機制、評量或評鑑、回饋改進」工程品質提昇迴圈之認證制度，藉以建構良性競爭環境及確保持續通過認證之優質工程公司有更多的工作機會。

臺中市道路挖補作業品質評估

內容

重點摘要	2
內容	10
圖目錄	13
表目錄	15
壹、臺中市道路挖補作業品質輔導方法	16
1.1 前言	16
1.2 品質輔導工作項目與內容	16
1.3 抽驗重點	17
1.4 品質輔導工作成果	17
1.5 品質輔導工作期限、頻率及總次數	17
1.6 配合與說明事項	17
1.7 驗收方法	18
1.8 品質輔導工作執行計畫	18
1.9 品質輔導紀錄表	19
1.10 品質輔導成果報告	20

貳、臺中市道路挖補作業滿意度調查結果之彙整	21
2.1 前言	21
2.2 道路挖補作業滿意度調查方法	21
2.3 道路挖補作業滿意度調查範例	24
2.4 道路挖補作業滿意度調查之實質意義	28
參、造成道路不平之原因探討	29
3.1 國內各學者之意見	29
3.1.1 中央大學林志棟教授之意見	30
3.1.2 臺灣大學周家蓓教授之意見	30
3.1.3 中興大學林炳森教授之意見	30
3.1.4 中興大學褚炳麟教授之意見	31
3.1.5 伍勝民理事之意見	32
3.1.6 謝峰雄局長之意見	32
3.2 路不平原因之綜合討論	33
3.2.1 實質的路平計畫執执行程序	33
3.2.2 簡易型的路平計畫執执行程序	34
3.2.3 目前路平計畫執执行程序之檢討	35
3.2.3.1 接近易型的路平計畫執执行程序	35
3.2.3.2 不符合實際需要的因素	35

3.2.3.3 接近易型的路平計畫執行程序之後遺症	36
3.2.3.4 公共工程委員會所進行的改進措施與成效	37
3.2.3.5 公共工程委員會之改進措施與成效之檢討	38
3.2.4 綜合討論	39
肆、後續道路挖補作業相關建議	51
4.1 前言	51
4.2 短期道路挖補作業相關建議	52
4.3 中長期道路挖補作業相關建議	54

臺中市道路挖補作業品質評估

圖目錄

圖 3.1 Lambe 和 Whitman 所提之鋪面結構系統	33
圖 3.2 夯實方法與夯實能量相同而粒徑大小不同之夯實 試驗結果	42
圖 3.3 夯實曲線及零空氣孔隙曲線對應之剪力強度分佈 曲線	44
圖 3.4 鋪面結構系統埋設管線引發之面層局部凹陷與龜 裂情形	46
圖 3.5 雨水在景觀步道墊高之花圃匯集情形	47
圖 3.6 雨水在景觀步道植栽區匯集後朝一側鋪面結構系 統滲流造成鋪面結構系統局部流動變形、凹陷及 龜裂後修補情形	47
圖 3.7 雨水由景觀步道植栽區、墊高之花圃朝鋪面結構 系統滲流情形	48
圖 3.8 景觀步道植栽區一側之鋪面結構系統中雨水入滲 情形	48

圖 3.9 手孔凹陷情形 49

圖 3.10 兩手孔間距過小時鋪面結構系統面層局部凹陷 49

與龜裂情形

圖 3.11 兩手孔間距適當大時鋪面結構系統面層局部凹 50

陷與龜裂情形

臺中市道路挖補作業品質評估

表目錄

表 1.1 抽驗輔導人員資料表	19
表 1.2 臺中市政府 OO 寬頻管道工程品質抽驗紀錄表	19
表 1.3 出席人員簽名表	20
表 1.4 完成工作內容紀錄表	20
表 1.5 品質輔導現地相片記錄	21
表 1.6 混凝土試體 28 天抗壓強度試驗結果	21
表 2.1 第一家廠商道路挖補作業品質輔導 11 次之 滿意度調查結果	25
表 2.2 第二家廠商道路挖補作業品質輔導 11 次之 滿意度調查結果	25
表 2.3 道路挖補作業二家廠商各命題之滿意度調查結 果彙整表	26
表 2.4 道路挖補作業二家廠商各填表人員之滿意度調 查結果彙整表	27

壹、臺中市道路挖補作業品質輔導方法

1.1 前言

臺中市政府主辦之道路挖補作業，依據道路挖補作業品質抽驗作業要點，針對道路挖補作業品質進行輔導，以維持道路挖補作業品質達一定水準，提昇信譽。同時藉由學術機關兼具行政院公共工程委員會品管培訓單位進行工程缺失輔導改進，藉以提昇工程技術與品質。

1.2 品質輔導工作項目與內容

一、由臺中市政府建設局管線科決定接受品質輔導之工程名稱及地點。

二、赴各工地進行之工作項目與內容：

1. 現地模製混凝土試體 3 個
2. 靜置後隔日移送實驗室恆溫標準水槽中保養 28 天
3. 現況攝影(每一工地 3 張相片，內容包含主體構造物、灌漿地點、模製試體現況，當中施工廠商代表、教授、服務教學實習生二人應出現在相片中)
4. 施工場所、施工方法及完工部份之缺失及現場輔導改進記錄
5. 材料試驗報告
6. 綜合第 3、4、5 項工作項目與內容，為各工地撰寫一份完整的工程品質抽驗成果報告。

1.3 抽驗重點

抽驗重點包括：

- 一、工程地點是否確實
- 二、開挖斷面是否符合設計
- 三、混凝土抗壓強度是否達到設計強度

**抽驗結果應註明合格或不合格

1.4 品質輔導工作成果

- 一、提送抽驗成果報告三份。
- 二、提送儲存成果報告之文字檔、數化圖檔及相片檔之光碟一份。

1.5 品質輔導工作期限、頻率及總次數

本品質輔導工作期限、輔導頻率及總次數由臺中市政府建設局管線科視實際需要規劃。

1.6 配合與說明事項

- 一、如果配合執行機關需要其他行政機關之資料時，請洽臺中市政府尋求協助並出具相關證明或函件。
- 二、其他經臺中市政府同意支援事項。

1.7 驗收方法

點交報告及光碟應繳交份數。

1.8 品質輔導執行計畫

一、品質輔導人員資格

品質輔導人員資格之要求為在各大學土木系專任十年以上之教師、具有教育部頒布副教授以上證書、且擔任行政院公共工程委員會品管工程人員培訓班講員五年以上者。

二、服務教學實習生資格

臺中市政府配合教育評鑑或認證政策，基於提昇服務教學機會，服務教學實習生資格之要求為在各大學土木系就讀大三以上高年級學生，且正在修讀或已修讀工程實習或專題研究課程者。

三、品質輔導人員配置

每一工地應派遣抽驗輔導人員一名及服務教學實習生二名。

四、品質輔導人員資料表

品質輔導人員資料表詳如表 1.1 所示：

表 1.1 品質輔導人員資料表

一、基本資料							
姓 名		性 別	男 女	生 日		聯絡電話	
單 位		職 稱		FAX		E-Mail	
二、學歷							
畢 業 學 校		系 所		學 位		起 訖 年 月	
三、工作經歷							
服 務 機 關		部 門		職 稱		起 訖 年 月	
四、其他資料 (含曾參與之計畫、曾受過之獎勵及曾發表之論著等)							
能力或專長							

助理：

TEL：

1.9 品質輔導紀錄表

臺中市政府道路挖補作業品質輔導紀錄表詳如表 1.2 所示，而出席人員簽名表詳如表 1.3 所示。

表 1.2 臺中市政府道路挖補作業品質輔導紀錄表

一、工程名稱：《工程名稱》《抽驗編號》
二、工程地點：臺中市_____區_____里_____鄰_____路 _____號至_____號
三、工程內容：
四、抽驗日期： _____年_____日_____時_____分至_____時_____分

五、出席人員簽名表

出席人員簽名表詳如表 1.2 所示：

表 1.3 臺中市政府道路挖補作業品質輔導出席人員簽名表

品質輔導教授	
營造廠商代表	
服務教學實習生	

六、檢視施工內容：

1. 廠商是否提供檢視所需之設計資料：(yes or no)
(廠商提供檢視所需之設計資料時，請繼續下列步驟)
2. 施工位置：(是否按發包位置施工)
3. 斷面尺寸：(是否按圖施工)

七、缺失及現場輔導改進記錄

詳載實際出現之缺失及現場輔導改進事項。

八、完成工作內容紀錄：(完成下列項目時請畫○)

完成工作內容紀錄表詳如表 1.4 所示：

表 1.4 臺中市政府道路挖補作業品質輔導完成工作內容紀錄表

工作內容	完成後畫○
1. 現地模製混凝土試體 3 個	
2. 靜置模製後之混凝土試體 1 小時	
3. 拍攝 3 張相片(內容包含主體構造物、灌漿地點、模製試體現況，當中施工廠商代表、教授、服務教學實習生二人應出現在相片中)	
4. 完成施工場所、施工方法及完工部份之缺失及現場輔導改進記錄	

1.10 品質輔導成果報告

一、各道路挖補工程品質輔導之抽驗成果

二、臺中市政府建設局管線科工程品質抽驗紀錄表

三、品質輔導現地相片記錄

品質輔導現地相片記錄包含灌漿地點全景、主體構造物、模製試體現況及工程缺失等，詳如表 1.5 所示：

表 1.5 品質輔導現地相片記錄表

 (1)灌漿地點全景(範例)	 (2)主體構造物(範例)
 (3)模製試體現況及成果(範例)	 (4)工程缺失(範例)

四、混凝土試體 28 天抗壓強度試驗結果

抽驗混凝土三個試體之 28 天抗壓強度試驗結果詳如表 1.6 所示：

表 1.6 混凝土試體 28 天抗壓強度試驗結果

試體編號	直徑(cm)	設計強度(kgf/cm ²)	28 天抗壓強度(kgf/cm ²)

五、檢附抗壓試驗報告

檢附現地製作之三個混凝土圓柱試體之抗壓試驗報告。

六、現地存在之工程缺失說明

詳細說明現地存在之工程缺失。

七、現場輔導改進說明

記錄工程缺失之現場輔導改進內容。

貳、臺中市道路挖補作業滿意度調查結果之彙整

2.1 前言

由於道路挖補作業之實施，均在於埋設自來水、雨水、汙水、電信、電力、瓦斯、有線電視及光纖網路等民生需求品，因此人民在既期待又怕被傷害的前提下，經常基於高道德標準來要求道路挖補作業品質；而相對地政府卻只能依據預算法、採購法、道路相關設計規範及工程契約來執行道路挖補作業。

縣市政府在處處受限的情況下，挖補作業完成一段時間以後之道路平整度經常無法符合人民的期待；為了區隔道路挖補作業及作業完成一段時間以後人民的感受，可在道路挖補作業局部完成時伴隨品質輔導作業進行滿意度調查，以掌握道路挖補作業完成時人民的感受及設計或施工所需改進事項。

2.2 道路挖補作業滿意度調查方法

臺中市政府道路挖補作業滿意度調查方法詳述如下：

一、調查日期：_____年_____月_____日

二、工程位置

三、填表人員：(請鉤選其中一項)

☐工地附近居民、☐經過現地之用路人、☐民意代表

☐施工單位人員、☐政府單位人員

四、調查內容

臺中市政府為了避免不同單位以不同的方法開挖及回填，造成道路經常挖填，施工品質不一，影響工地附近居民或用路人之權益。經會商後，提出目前實施中之由不同使用單位提出申請後，由本府提供統一的共同管道挖填方法，該方法係藉由較複雜的畫線、切割、開挖、埋管、分層回填、夯實及鋪設面層等作業程序，期能提昇道路挖填品質。在此一新措施下，針對您所看到的本工程目前完工路段，請鉤選下列問卷內容：

1. 道路挖填範圍控制之整齊程度： ☐劣、☐差、☐一般、☐良、☐優

說明： 劣：50%以上沒有在畫線範圍、差：30~50%沒有在畫線範圍、
一般：10~30%沒有在畫線範圍、良：5~10%沒有在畫線範圍、
優：0~5%絕大部分沒有在畫線範圍、

2. 回填後路面高程之控制程度： ☐劣、☐差、☐一般、☐良、☐優

說明： 劣：過高或過低 1 公分以上、差：過高或過低 0.6~1 公分、
一般：過高或過低 0.3~0.6 公分、良：過高或過低 0~0.3 公分、
優：無明顯過高或過低

3. 您對此一新道路挖填措施之滿意度：

☐低、☐中下、☐一般、☐中上、☐高

4. 當您的滿意度不高時，若有任何優質的挖填方法，請說明如下：
-

2.3 道路挖補作業滿意度調查範例

臺中市政府曾針對九十七年度寬頻管道工程，依據 2.2 節之道路挖補作業滿意度調查方法，於參與之 2 家廠商在現地施工中進行道路挖補作業滿意度調查，調查結果詳如表 2.1 及表 2.2 所示；表 2.2 各欄位均含三個整數值，其為 2.2 節所列三個命題依序之滿意度調查結果。對每家廠商進行滿意度調查之次數共 11 次，調查對象分別為政

府單位人員、施工單位人員、民意代表、工地附近居民及經過現地之用路人各一人，調查範圍僅含施工中及其鄰近完工路段。

表 2.1 第一家廠商道路挖補作業品質輔導 11 次之滿意度調查結果

	滿意度調查第次及命題順序										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3
政府單位人員	4 3 3	4 4 4	3 3 4	4 4 5	4 4 4	4 4 5	3 4 3	4 4 4	3 4 3	4 4 4	4 4 5
施工單位人員	4 4 4	5 5 5	5 5 5	5 5 5	4 4 4	5 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	5 5 5	4 4 4
民意代表	4 2 5	4 4 5	5 4 5	3 3 3	5 2 3	3 3 3	3 3 4	3 4 4	4 4 4	3 2 4	3 3 4
工地附近居民	4 4 4	4 5 3	4 4 2	5 4 3	2 3 4	3 2 2	5 4 5	4 4 4	3 3 3	4 1 4	3 4 5
經過現地之用路人	4 3 4	4 5 5	4 3 3	4 3 4	4 4 3	3 2 3	4 3 4	3 2 4	3 4 4	4 4 4	3 4 4

表 2.2 第二家廠商道路挖補作業品質輔導 11 次之滿意度調查結果

	滿意度調查第次及命題順序										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3
政府單位人員	4 3 3	4 4 4	3 3 4	4 4 5	4 4 4	4 4 5	3 4 3	4 4 4	3 4 3	4 4 4	4 4 5
施工單位人員	4 4 4	5 5 5	5 5 5	5 5 5	4 4 4	5 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	5 5 5	4 4 4
民意代表	4 2 5	4 4 5	5 4 5	3 3 3	5 2 3	3 3 3	3 3 4	3 4 4	4 4 4	3 2 4	3 3 4
工地附近居民	4 4 4	4 5 3	4 4 2	5 4 3	2 3 4	3 2 2	5 4 5	4 4 4	3 3 3	4 1 4	3 4 5
經過現地之用路人	4 3 4	4 5 5	4 3 3	4 3 4	4 4 3	3 2 3	4 3 4	3 2 4	3 4 4	4 4 4	3 4 4

依據表 2.1 及表 2.2 所示道路挖補作業滿意度調查結果，二家廠商各命題之滿意度調查結果之彙整表，詳如表 2.3 所示。

表 2.3 道路挖補作業二家廠商各命題之滿意度調查結果彙整表

	第一題	第二題	第三題	平均值
廠商一	3.84	3.62	3.95	3.80
廠商二	3.87	3.60	4.05	3.84

工程及科技認證委員會(ABET)執行長曾針對類似滿意度調查結果訂定及格標準；由於填表時之最高值為整數 5，最低值為整數 1，中間級距為整數 4，若取最低值整數 1 外加中間級距之六成(2.4)為及格標準，則及格標準可訂為 3.4。

依據上述及格標準 3.4 檢視表 2.3 所示道路挖補作業二家廠商各命題之滿意度調查結果，即可量化說明如下：

- 一、針對道路挖填範圍控制之整齊程度、回填後路面高程之控制程度及對此一新道路挖填措施之滿意度等三個命題而言，參與九十七年度臺中市政府寬頻管道工程之二家廠商均達及格標準以上。
- 二、在各個命題中，二家廠商所呈現之滿意度調查結果雖然不同，但卻十分接近，顯示道路挖補作業中品質輔導之有效性。
- 三、由命題「道路挖填範圍控制之整齊程度」之調查結果(約 3.85)優於命題「回填後路面高程之控制程度」之調查結果(約 3.6)，顯示施工中道路挖填範圍整齊程度之控制優於回填後路面高程之控制。
- 四、命題「您對此一新道路挖填措施之滿意度」出現最高分之調查結果(約 4.0)，顯示廠商重視工程品質及與鄰近居民和民意代表之有效溝通與良性互動，即可獲得一定程度之肯定。
- 五、整體平均表現而言，廠商二(約 3.84)稍優於廠商一(約 3.80)。

依據表 2.1 及表 2.2 所示之道路挖補作業滿意度調查結果，二家廠商各填表人員之滿意度調查結果之彙整表，詳如表 2.4 所示。

表 2.4 道路挖補作業二家廠商各填表人員之滿意度調查結果彙整表

	廠商一	廠商二	平均值
政府單位人員	3.85	3.94	3.90
施工單位人員	4.42	4.27	4.35
民意代表	3.51	3.69	3.60
工地附近居民	3.58	3.58	3.58
經過現地之用路人	3.58	3.73	3.65

依據上述及格標準 3.4 檢視表 2.4 所示道路挖補作業二家廠商各填表人員之滿意度調查結果，即可量化說明如下：

- 一、除了施工單位人員以外，政府單位人員、民意代表、工地附近居民及經過現地之用路人也都給參與九十七年度臺中市政府寬頻管道工程之二家廠商及格標準以上之滿意度評分。
- 二、平均而言，工地附近居民及當地民意代表所填滿意度評分低於經過現地之用路人、政府單位人員及施工單位人員，當中工地附近居民(平均 3.58)與施工單位人員(平均 4.35)之差異最大，顯示施工單位人員仍須努力改善施工品質或與工地附近居民有更好的雙向互動與溝通。
- 三、政府單位人員、民意代表、工地附近居民及經過現地之用路人均給廠商二較高的滿意度評分，顯示廠商二具有較高的品質管理能力。

2.4 道路挖補作業滿意度調查之實質意義

藉由 2.2 節所述臺中市政府過去曾在寬頻管道工程施工中進行道路挖補作業滿意度調查結果，顯示道路挖補作業滿意度調查具有下列實質意義：

- 一、能夠直接以量化方式顯示工地附近居民、經過現地之用路人、民意代表、政府單位人員及施工單位人員對道路挖補作業品質之滿意度。
- 二、能夠在各命題中標示以契約或設計規範之規定為基礎之品質尺規，使各填表人員能夠依據品質尺規，明確反映道路挖補作業之品質。
- 三、能夠區隔「道路挖補作業品質問題」及「媒體經常報導的易肇事之回填路面高差問題」；前者與契約或設計規範之規定有關，後者則與完工後各種影響道路承载力與沉陷量之內外在因素有關。
- 四、能夠量化顯示各廠商品質管理能力之高低。

參、造成道路不平之原因探討

3.1 國內各學者之意見

對於造成道路不平之原因，由行政院公共工程委員會資料顯示中央大學林志棟教授及臺灣大學周家蓓教授均曾為此發表意見。而臺中市政府建設局於 100 年 7 月 7 日曾召開臺中市路平專案小組第一次會議，會議由周瑞玫副局長主持，受邀之學者專家包含中興大學林炳森教授及褚炳麟教授、伍勝民理事及謝峰雄局長等，主要在於說明路不平民眾詬病案件之類型，及蒐集道路挖補對道路結構系統之影響及回填材料之相容性及施工方法之配合問題等二議題之學者專家意見。

藉由市長信箱及 1999 話務中心人民陳情案件得知路不平民眾詬病案件以統一挖補管線、寬頻管道、及工期較長之汙水工程主次幹道埋設工程及用戶接管下陷較多，此部分管線位置大多位於機車道，機車族感受較多；然而臺中市府道路品質評比從 93 年至 98 年皆為優等，但民意反映落差卻很大。為求實際解決問題，茲將上述各學者專家之意見彙整如下：

3.1.1 中央大學林志棟教授之意見

一、政府施政目標：路平、路安、路潔、路美、路順、路暢

二、道路滿意度：經常低於 50%。

三、大面積修補（如刨除回鋪及管線回填）：

應注意材料之溫度、壓密度及強度

四、落實公共工程三級品質管理績效指標：

品質、強度、安全、美觀、衛生

3.1.2 臺灣大學周家蓓教授之意見

一、「路平」是道路主管機關從來都不敢輕忽的問題。

二、「路平」也是主管機關從來都沒有拿出正確對策的長期困擾問題。

3.1.3 中興大學林炳森教授之意見

一、市府應限制施工期限，避免汙水工程之工期拖太長。寬頻管溝下

陷之造成因素多為回填不實，此為監造及承商責任。為減少工地

密度檢驗時程，可利用核子密度儀檢測。管溝沉陷部分應立即回

填，以維護行車安全。建議施設共同管溝，減少路面開挖。

二、控制回填材料粒徑、厚度後依規定分層夯實；可利用核子密度儀

測定工地密度，以縮減試驗時程；採用低噪音及擾動較小機具設

備；檢查 AC 鋪設時溫度，降溫至 50 度以下才開放通行；路面

修復以車道為鋪設單位；建立監造及施工廠商查核機制，淘汰不良廠商。

三、建議施設共同管道才能避免道路重複挖掘及下陷影響行車安全。

3.1.4 中興大學褚炳麟教授之意見

一、汙水工程由營建署辦理施工，相關施工及路面改善之權責，本應有清楚的規範，只因未能釐清，所有責任都歸咎於市政府。工程檢驗數字不錯，並不表示真正不錯，路面平坦度檢驗不應只對新鋪設部分，應跨越新舊路面才能顯示真正平坦度。

二、應在契約中規範每次挖回填距離，避免開挖工作面拉太大，對行車造成影響或因天候因素衍生工安事件。

三、主辦單位委託規劃設計時，應將原路面系統納入整體考量，避免施工界面對工程品質產生影響。

四、應確實執行試驗要求（譬如：工地密度、壓實度等）；採用原土回填應剔除較大粒徑礫石，並須考量夯壓機夯實能量，據以推測每層回填厚度及夯壓面積及次數；回填材料不能太乾，須有一定水量（最佳含水量+1%）才能達到最好夯實效果。

五、因管線漏水或天候因素造成土壤軟化，施工承商未將積水處理即回填，易造成日後沉陷：監造單位應落實檢核機制，避免承商未依規施工；增加瀝青混凝土養護時間，延長使用年限。

六、使用 CLSM 常忽略配比及強度需求，導致強度過高影響日後開挖。

3.1.5 伍勝民理事之意見

一、管溝回填不實造成下陷，皆為承包商未依規定分層夯實滾壓所致，道路表面多次修補無法實質改善回填不實所造成下陷。若能加強監造品質，要求監造查驗停留點一定要親自查驗，不僅能提升工程品質，也因嚴格監造要求承商不敢低價搶標，回歸高品質合理單價利潤制度。

二、在市府有限人力下，建議能委託專業公會、學校或顧問公司協助監造工作，以維護施工品質減少民怨。

3.1.6 謝峰雄局長之意見

一、在民意要求盡速恢復通行之下，施工期程太短，相關施工步驟及試驗減縮，影響施工品質；承商低價搶標或發包底價訂太低，造成契約單價偏低，導致承商偷工減料；謹慎考量路修面積，避免有圖利廠商之嫌。

二、管線單位保固三年，保固期間修復超過百分之十路面，建議予以處罰，核子密度儀可節省部分試驗時間，可參考採用。

3.2 路不平原因之綜合討論

3.2.1 實質的路平計畫執行情序

圖 3.1 顯示 Lambe 和 Whitman 將鋪面結構系統由下而上區分為路基(subgrade)、改良的路基(improved subgrade)、底層(base course)及磨損面(wearing surface)下方之面層(surface course)；而改良的路基與底層間亦可能存在基層(sub-base course)。

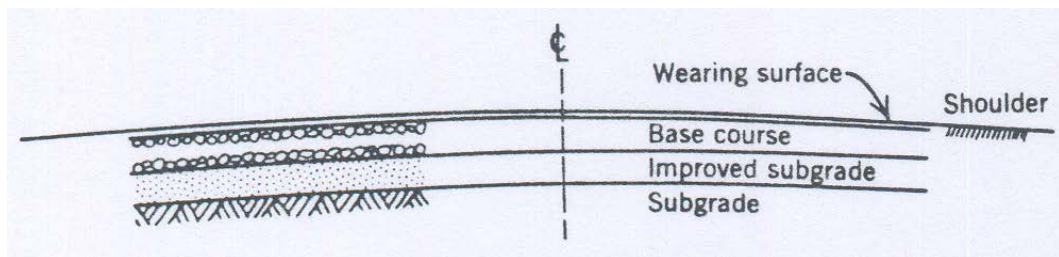


圖 3.1 Lambe 和 Whitman 所提之鋪面結構系統

唯有健全的鋪面結構系統，路平境界才有可能達到；因此實質的路平計畫執行情序包含：

- 一、首先依據現地地形分佈、路基剪力抵抗強度、壓縮性、改良的路基所擬使用材料之夯實曲線，決定路基所需改良方法、改良厚度、夯實度及最佳含水量等；其次依據路基及改良的路基之剪力抵抗強度、壓縮性、基層或底層所擬使用材料夯實曲線，決定基層或底層之厚度、夯實度及最佳含水量等。
- 二、依據路基、改良的路基、基層及底層之剪力抵抗強度、壓縮性、

及面層所擬使用材料特性，決定面層之類型、施工材料、厚度、施工方法、剪力抵抗強度或壓密度等。

三、針對各層類型、施工材料、施工方法、厚度、夯實度、最佳含水量、剪力抵抗強度或壓密度，研擬驗收標準。

在實質的路平計畫執行程序導引下，規劃與設計鋪面結構系統各層時，亦應實質考慮下列各因素：

- 一、最大可能的自然災變(譬如：颱風或豪大雨等)；
- 二、最複雜的民生管線埋設需求；
- 三、最大可能的載重衝擊振動；
- 四、路基土壤或岩石之地質、地質構造、剪力抵抗強度、地下水位面之分佈及水壓力分佈等。

3.2.2 簡易型的路平計畫執行程序

簡易型的路平計畫執行程序包含：

- 一、依據現地地形分佈、改良的路基、基層及底層所擬使用材料之夯實曲線及設計標準圖決定改良的路基、基層及底層之厚度及夯實度等。
- 二、依據底層之特性、面層所擬使用材料之試驗結果及設計標準圖決定面層之類型、施工材料、厚度、施工方法、剪力抵抗強度或壓

密度等。

三、針對各層之類型、施工材料、厚度、施工方法、夯實度、剪力抵抗強度或壓密度等研擬驗收標準。

3.2.3 目前路平計畫執执行程序之檢討

3.2.3.1 接近簡易型的路平計畫執执行程序

藉由檢視目前國內存在的路平計畫執执行程序，得知其介於實質的與簡易型的路平計畫執执行程序之間，但比較接近簡易型的路平計畫執执行程序。

3.2.3.2 不符合實際需要的因素

簡易型的路平計畫執执行程序比較不符合實際需要的因素包含：

- 一、未考量不均勻分佈之地質條件；
- 二、未考量局部軟弱或脆性破裂之地質構造；
- 三、未考量不均勻分佈之路基條件；
- 四、未考量使用期間可能出現之自然災變；
- 五、未考量使用期間可能埋設之各種民生設施管線；
- 六、未考量最大載重之衝擊振動。

在這種前提下，路平計畫執执行程序雖然簡易，規劃、設計與施工經費也比較低廉；但對於鋪面結構系統而言，實質的與簡易型的路平計畫執执行程序將導引不同的鋪面結構系統之規劃、設計、施工、驗收

及使用管理成效，因此簡易型的路平計畫執执行程序所得鋪面結構系統在完工時，雖然可能依據契約規定之驗收標準通過施工材料、厚度、施工方法、平整度、夯實度、剪力抵抗強度或壓密度等驗收程序，但卻無法在使用期間有效地面對各種內外因素之變化與衝擊，進而使得鋪面結構系統易於在承載力不足或沉陷量過大的情況下出現脆性破裂、凹陷(或不平整)及龜裂等問題，除了無法滿足用路人實際需要外，亦因為需要經常修補而使得行政院需要編列龐大預算，同時也因為需要經常修補而引發許多民怨。

3.2.3.3 接近簡易型的路平計畫執执行程序之後遺症

長期以來國內採用接近簡易型的路平計畫執执行程序後，已經衍生一些後遺症；這些後遺症可由民國 95 年行政院公共工程委員會提供之相關調查資料加以說明，詳列如下：

- 一、臺灣 87%道路管溝工程完工後出現路面不平問題；
- 二、近 3 年國賠案多達 200 餘件，共造成 16 人死亡、125 人受傷；
- 三、臺灣每年有大量的路面開挖工程，96 年度之總長度達 2460 公里，總經費約新臺幣 121 億元，而民國 97 及 98 年度之總經費高達新臺幣 400 億。

96 年 12 月起，行政院公共工程委員會全面進行查核，藉由查核結果發現：

- 一、路面平整度不合格者佔 87%；
- 二、瀝青路面厚度不及格者佔 7%；
- 三、壓實度不合格者佔 21%；
- 四、級配回填料及夯實度不合格者佔 25%；
- 五、路面開挖切割線形不平整者佔 48%。

3.2.3.4 公共工程委員會所進行的各項改進措施與成效

行政院公共工程委員會於民國 96 年 12 月全面查核後，隨即嚴格要求必須依據施工規範訂定之標準進行施工；配合修改公路法第七十二條條文，要求人孔蓋必須低於路面 10 公分，且路面高低差不得超過 0.6 公分。違規者，依法處以 3~15 萬元罰款；三日內未改善者，還可連續罰款。

民國 97 年 12 月 23 日，行政院公共工程委員會於表示：

- 一、目前臺中市、臺北市、桃園縣等在路平專案執行不遺餘力，且已見初步成效；
- 二、道路平整不合格率已從 87%降至 31%；
- 三、道路品質不佳亦由 89%降為 33%。

行政院公共工程委員會並公佈下列民意調查結果，藉以彰顯路平計畫中國人所重視的問題：

- 一、88%受訪者認為減少人(手)孔蓋數量對路面平整度有幫助；

- 二、69%受訪者認為道路路面施工挖掘相當頻繁；
- 三、62%受訪者不滿意人(手)孔蓋與周圍路面銜接處之平整性；
- 四、67%受訪者認為應在發現坑洞的 24 小時內修補完成；
- 五、路面平整度 41%認為和過去一樣，12%認為比以前更差；
- 六、路面鋪設平整度 52%表示滿意，17%表示非常不滿意；
- 七、坑洞修補後之品質 52%表示不滿意；
- 八、59%受訪者對於自來水、電力、電信等管線單位挖填之整體品質表示不滿意；
- 九、80%受訪者不知道如何向相關機關通報；
- 十、知道如何通報者當中僅有 5%曾通報過。

上述資料之調查單位為民調公司，調查採電話訪問方式進行，調查時間為 97 年 11 月 23 日至 11 月 28 日，調查對向包含 25 縣市 20 歲以上民眾，有效樣本 3094 份，信賴度 95%，抽樣誤差 $\pm 1.76\%$ 。

3.2.3.5 公共工程委員會之改進措施與成效之檢討

- 一、行政院每年須支付龐大經費來進行道路修補作業。
- 二、由行政院公共工程委員會彙整之資料直接顯示臺中市在路平專案執行不遺餘力，且已見初步成效。
- 三、目前行政院公共工程委員會重視的課題僅局限於鋪面結構系統開挖後之回填土層、面層、及人(手)孔相關設施等。

四、行政院公共工程委員會之調查係委託民調公司以電話訪問方式進

行調查，調查過程中並未依施工規範訂定滿意度尺規，也完全無特定工程施工中或完工後之針對性，調查結果雖直接反映民意，但卻可能出現：(1)工程品質普通之縣市出現滿意度高之調查結果；(2)工程品質優良之縣市卻出現滿意度低之調查結果。

五、由調查範圍顯示行政院公共工程委員會重視的課題局限於：(1)

路面開挖切割線形、(2)管線挖填之整體品質、(3)級配回填料及其夯實度、(4)瀝青路面厚度及其壓實度、(5)人(手)孔蓋與周圍路面銜接處之平整性、(6)坑洞修補之品質、(7)路面鋪設之平整度等。

六、將鋪面工程施工品質視為鋪面結構系統之施工品質。

七、施工品質查核側重現場施工品質查核，但量化現場施工品質之核

心為實驗室相關試驗程序所導引的試驗結果，因此只有在取樣程序、試驗程序通過查核的情下，試驗結果才具有代表性與真實性；譬如：路基與底層因所在位置與材料不同，所須配合之試驗程序與驗收標準也可能不相同；因此在試驗程序與驗收標準提出後，除現地工地密度及含水量之測定外，亦須完全遵循契約書規定之採樣程序及試驗程序進行採樣與試驗，以得到符合現地土壤或使用材料需要之最大乾土密度及最佳含水量；而驗收時，必須

同時對夯實度及最佳含水量進行查核。

3.2.4 綜合討論

一、由現行法規得知於鋪面結構系統埋設管線後，即容許人(手)孔蓋表面與路面間存在些微高差，人孔蓋表面之摩擦係數也不同於路面之摩擦係數，而使用期間道路之脆性破裂及局部凹陷亦難以防止，脆性破裂後之路面摩擦係數亦隨脆性破裂程度之增加而改變。因此理論上車輪滾過完全平整的路面，完全不同於車輪滾過人(手)孔蓋表面與路面高差介面、道路脆性破裂區或凹陷區；前者僅存在滾動接觸(rolling contact)問題，而後者除滾動接觸(rolling contact)問題外，尚存在速度或加速度驟變衍生出來的振動(shocks)問題；這種振動問題在車輪衝擊人(手)孔蓋表面與路面高差介面、道路脆性破裂區或凹陷區時趨於顯著，且與行車速度間略呈上揚之拋物線關係；換句話說，行出速度增加一倍時，所出現的振動問題很可能增加至四倍，而非增加至二倍；這可能是道路挖補作業實施後，在用路人車速未減的情況下，人(手)孔蓋鄰近地區、道路脆性破裂區或凹陷區特別有感或特別容易肇事之主要原因。

二、行政院公共工程委員會僅要求在鋪面結構系統夯實土壤施工品質文件中檢附認證實驗室之試驗報告，卻未要求認證實驗室檢附土

樣之實際採樣程序及試驗程序相關證明文件。

三、由於鋪面結構系統各層土壤夯實作業品質直接影響整體鋪面結構

系統之使用功能，因此鋪面結構系統各層施工品質指標之訂定即顯得十分重要。由一般土壤力學教科書得知，夯實土壤之品質指標包含夯實度及最佳含水量，當中夯實度為現地土壤之工地密度除以最大乾土密度後以百分比表示。然而直至目前為止，國內對夯實土壤品質指標之認知卻僅及於夯實度一項；且僅實質查核夯實度之分子(亦即工地密度)，而未實質查核分母(亦即認證實驗室提供的最大乾土密度)。

四、在未實質要求認證實驗室檢附實際採樣程序及試驗程序相關證明

文件之情況下，認證實驗室均讓廠商自行提送土樣。一般而言，廠商自行提送土樣之粒徑大都有偏小的傾向，因此試驗所得最大乾土密度將偏低、而最佳含水量將偏高(詳圖 3.2)。是故，在不查核最佳含水量的情況下，這種最大乾土密度偏低之試驗報告將使得夯實度偏高，因此即使是施工品質不良的夯實土壤也很可能通過施工品質之查核。

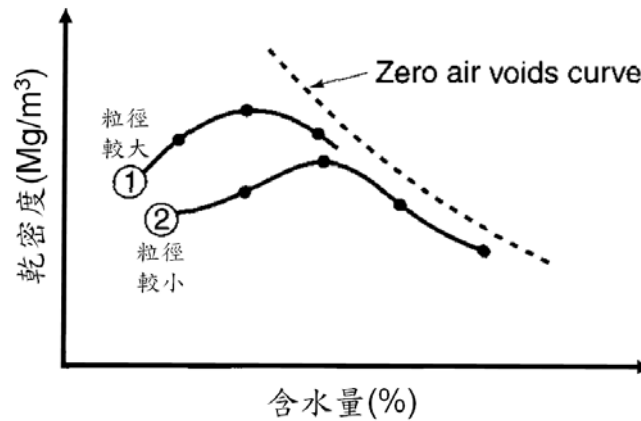


圖 3.2 夯實方法與夯實能量相同而粒徑大小不同之夯實試驗結果

五、對於同一標案之不同路段，當料源改變時，理應進行再一次採樣及夯實試驗，以便得到具有代表性的試驗結果；但因國人普遍不了解夯實土壤施工品質之內涵，因而不重視土樣是否具有代表性。

六、在夯實方法與夯實能量固定的情況下，若提送粒徑較小的土樣代表粒徑較大之夯實土壤時，由於試驗所得最佳含水量將偏高，乃至於無法代表夯實土壤之最佳含水量，因此一旦對夯實土壤進行最佳含水量查核時，該夯實土壤勢必無法通過品質查核；因此唯有同時對夯實土壤之夯實度與最佳含水量進行查核，才能杜絕土樣不具代表性的問題。

七、在夯實方法與夯實能量固定的情況下，同一夯實土壤具有特殊的夯實曲線類型，因此試驗結果之真實性是可以透過重複試驗加以查核。目前國內一些認證實驗室所提供的夯實曲線類型，大都異

於常態；未來為了確保施工品質，取樣程序及試驗程序之完整性及真實性應有必要加以查核。

八、目前國內在現有夯實土壤施工品質查核制度下，認證實驗室及廠商很容易利用這種制度之缺點製造有利於通過品質查核之數據，在這種查核制度下鋪面結構系統之正常使用功能是難以確保的。

九、面層施工品質僅屬於鋪面結構系統施工品質之一環，因此即使面層施工品質毫無問題，面層以下仍有底層、基層、改良的路基及路基等，一旦這些土層之承载力偏低或壓縮性偏高，其受力後之變形行為亦將反射至面層，進而使得鋪面結構系統出現局部流動變形、凹陷及龜裂等現象。

十、當不查核底層、基層、及改良的路基夯實土壤之含水量時，因土壤具乾縮特性，乾土密度乃隨乾縮程度增加而增加(圖 3.3 上圖由 C→D)，因此未通過夯實度查核之夯實土壤，很可能在曝曬乾縮後通過夯實度複查。

十一、曝曬乾縮後通過查核之夯實土壤，在豪大雨期間浸水飽和所增加之含水量將遠大於最佳含水量之夯實土壤浸水至飽和所增加之含水量(圖 3.3 上圖 $\overline{DD'}$ 與 $\overline{AA'}$)；而曝曬乾縮之夯實土壤，浸水飽和後之剪力抵抗強度(圖 3.3 下圖 D' 點)將遠低於最佳含

水量下夯實土壤浸水至飽和後之剪力抵抗強度(圖 3.3 下圖 A' 點)；因此曝曬乾縮之底層、基層、及改良的路基之夯實土壤浸水飽和後，將因承載力嚴重偏低或壓縮性嚴重偏高，而使得鋪面結構系統易於出現流動變形、凹陷及龜裂等現象。倘若山區道路一側為河岸時，而其鋪面結構系統包含曝曬乾縮之夯實土壤，則這種山區道路在雨季將因鋪面結構系統各層剪力抵抗強度大幅降低而出現滑動破壞現象。

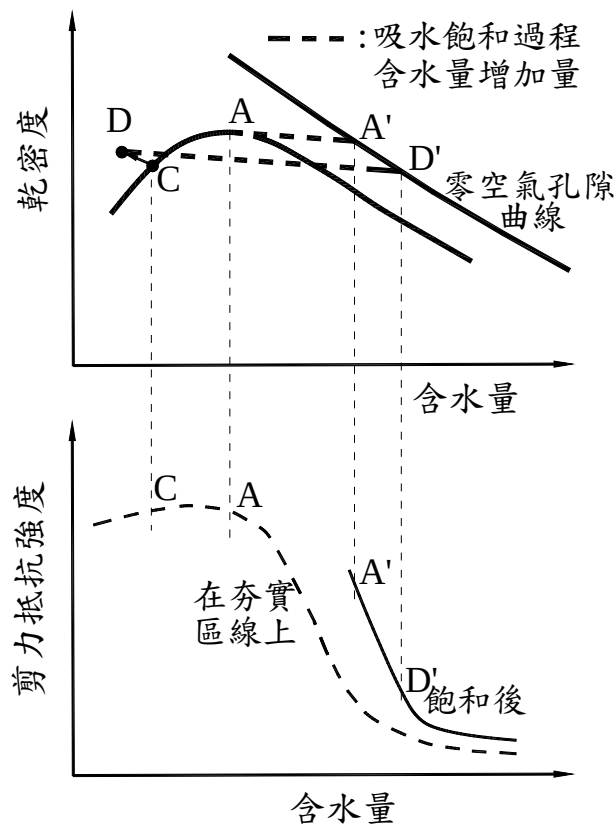


圖 3.3 夯實曲線及零空氣孔隙曲線對應之剪力強度分佈曲線

十二、當卵石(cobble，礫徑介於 7.5~30cm)及巨礫(boulder，礫徑大於 30cm)等過大顆粒存在於基層、改良的路基及路基時，倘若過大顆粒含量高於 30%，粒間構架將影響夯實能量之分佈，進而造成鄰近粒間構架之一部份土壤無法被夯實，這一部份土壤因孔隙空間過大、滲透性過高而易於被流動的地下水侵蝕或淘空。

十三、主要道路所埋設之雨水管或污水管深入鋪面結構系統之路基時，若將雨水管或污水管直接吊放在開挖後之路基上，之後再將開挖土方回填至雨水管或污水管兩側，則在路基軟弱或兩側回填土未夯實至堅硬程度的情況下，雨水管或污水管上方之回填土層易於在完工後之雨季出現流動變形、凹陷及龜裂等現象。

十四、若欲在脆性破裂之 AC 鋪面上加鋪一層 AC 時，新舊兩層之層間介面除須鋪灑黏層外，亦須加鋪地工合成纖維作為緩衝墊；過去加鋪 AC 層時均忽略緩衝墊設計，在行車載重之衝擊振動(shocks)下，既有的脆性破裂面將迅速向上擴張(propagation)，造成加鋪之 AC 層之迅速破壞。

十五、道路應有主要道路及次要道路之區隔。主要道路承受大的行車載重，比較不適宜埋設民生管線；次要道路承受小的行車載

重，比較適合埋設民生管線。若在主要道路埋設民生管線，應避免在埋設後將雨水導入鋪面結構系統中，或阻絕鋪面結構系統之排水功能，或將行車載重直接傳至路基，因而造成鋪面結構系統出現局部下陷及龜裂等現象(詳圖 3.4)。



圖 3.4 鋪面結構系統埋設管線引發之面層局部凹陷與龜裂情形

十六、完工後道路之行車載重及速度必須嚴格限制，使行車所產生之衝擊振動小於設計值，避免鋪面結構系統提前疲勞或老化，同時亦可確保用路人安全。

十七、目前鋪面結構系統之景觀需求大幅增加，但在景觀人行道設置植栽區、墊高之花圃等，雨水經常在匯集後(詳圖 3.5 及圖 3.6)朝向鋪面結構系統滲流(詳圖 3.7 及圖 3.8)，導致路基土壤承載

力大幅降低、壓縮性大幅增加，在行車載重下鋪面結構系統在局部流動變形、凹陷及龜裂等現象出現後，衍生需要經常修補(詳圖 3.6)的問題。



圖 3.5 雨水在景觀步道墊高之花圃匯集情形



圖 3.6 雨水在景觀步道植栽區匯集後朝一側鋪面結構系統滲流造成鋪面結構系統局部流動變形、凹陷及龜裂後修補情形

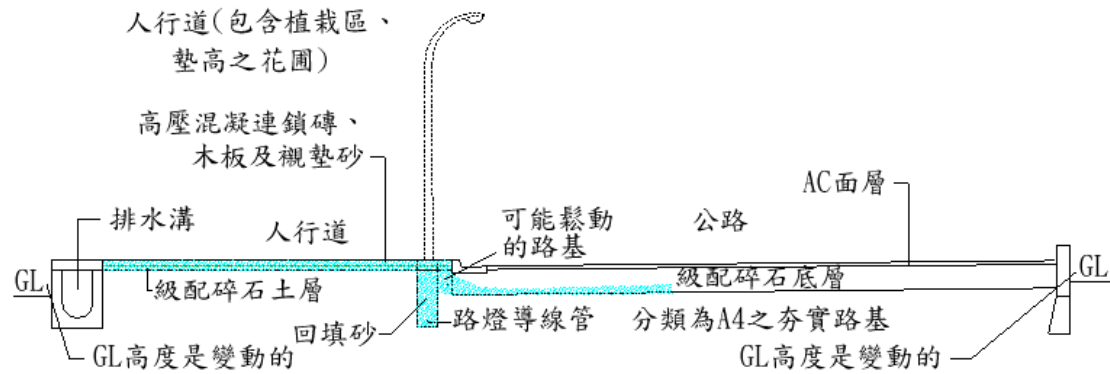


圖 3.7 雨水由景觀步道植栽區、墊高之花圃朝鋪面結構系統滲流情形



圖 3.8 景觀步道植栽區一側之鋪面結構系統中雨水入滲情形

十八、所有人孔或手孔，均有開口，雨水將沿開口進入人孔或手孔中，再沿人孔或手孔之洩水孔進入鋪面結構系統；因此只要人孔或手孔積水，雨水均會使得路基承載力降低、壓縮性增加，因此人孔或手孔附近之鋪面結構系統易於在行車載重下出現局部流動變形、凹陷及龜裂等現象(詳圖 3.9 至圖 3.11)。



圖 3.9 手孔凹陷情形



圖 3.10 兩手孔間距過小時鋪面結構系統面層局部凹陷與龜裂情形



圖 3.11 兩手孔間距適當大時鋪面結構系統面層局部凹陷與龜裂情形

十九、當使用水泥強化土壤或低強度混凝土取代夯實土壤時，除對鋪面結構系統之均勻性與均質性產生影響外，亦對底層高透水性礫石級配料之排水性產生阻絕作用；當水無法排除時，鋪面結構系統之服務品質將大幅降低。

二十、就責任歸屬而言，路不平問題不能被過度簡化成道路挖補作業之施工品質問題，路不平問題也不能被過度簡化成各縣市政府的問題；惟有整體了解鋪面結構系統之受力行為，政府與人民才有可能共同來面對及解決路不平問題。因此路不平問題，須由下而上，藉由改變用路人習性、降低行車速度過高所產生衝擊振動過大的影響；同時藉由路基、改良的路基、基層、底層、面層、管道埋設等逐一檢討，如此才能有效規劃路平方案。

肆、後續道路挖補作業相關建議

4.1 前言

道路經過地區可能存複雜性高且變異性大之地形、地質、地質構造及地下水位面等，亦可能密集埋設各種民生管線，因此鋪面結構系統是一種高度複雜的結構系統。這種高度複雜的結構系統無論平時或豪大雨時，均須承受行車載重之衝擊作用，而地震時又須承受地震力之衝擊作用。過去至今，鋪面結構系統之規劃、設計、施工、監造、與使用管理均未依實質的路平計畫執行程序辦理，而臺灣交通量又逐年增加，各種民生管線之埋設有增無減；在過於頻繁的行車載重衝擊作用下，民生管線越來越密集的鋪面結構系統，將在衝擊振動(shocks)持續增加的情況下加速疲勞、老化，進而出現脆性破裂、凹陷及修補作業越來越頻繁的現象；行政院編列的維持路平經費因而逐年增加，各縣市政府相關人員之工作量亦跟隨著增加。而在各種民生管線密集之道路上，這種修補作業需求格外強烈，且易於在無特別速限的情況下引發交通事故，進而造成民怨。

誠如臺灣大學周家蓓教授所言：「路平是道路主管機關從來都不敢輕忽的問題，也是主管機關從來都沒有拿出正確對策的長期困擾問題。」因此，正確對策之研擬將是路平計畫之首要工作，而第三節中

計畫主持人所提實質的路平計畫執执行程序即為中長期路平計畫之正確對策。

4.2 短期道路挖補作業相關建議

針對既有道路，首先基於過去各縣市道路挖補作業特色、臺中市道路挖補作業品質輔導方法及行政院公共工程委員會重視之課題，持續加強下列各項道路挖補作業之品質：

一、嚴格要求設計及監造單位依據施工規範訂定之標準研擬施工方法

及施工成效須之檢核標準；

二、落實下列各項施工成效之檢核：

- (1) 路面開挖切割線形；
- (2) 管線挖填之整體品質；
- (3) 級配回填料及其夯實度；
- (4) 瀝青路面厚度及其壓實度；
- (5) 人(手)孔蓋與周圍路面銜接處之平整性：
 - (a) 人孔蓋須低於路面 10 公分
 - (b) 路面高低差不得超過 0.6 公分
- (6) 坑洞修補之品質；
- (7) 路面鋪設之平整度。

三、持續推動具有特色之制度或方案：

(1) 管線統一挖補制度：

於民國 86 年首創，藉以改善各管線單位孔蓋之平整度。

(2) 馬上辦中心：

藉以因應道路臨時狀況，於通報坑洞後一日內完成修補。

(3) 加派巡路員之拍照蒐證作業：

藉以達到主動改善之目標。

(4) 小區域切割修補作業：

藉以解決路面坑洞修補後遺留之疤痕。

(5) 品質研討會、品質輔導作業及滿意度調查：

由市長宣示執行路平計畫之決心，之後透過教育及輔導使甲方、乙方(含設計之顧問公司與施工廠商)共同了解道路挖補問題，藉以提昇道路挖補作業之設計及施工品質，並建構良性的工程品質競爭環境，以淘汰滿意度低、品質不良之乙方。

(6) 施工流程標準化、教育訓練普及化、挖掘管理落實化

(7) 專案路面更新工程。

四、對於民生管線密集埋設區域之道路而言，應嚴格限制行車速度低

於每小時 30 公里，以大幅降低：(1)行車載重產生的衝擊振動；

(2)衝擊振動造成鋪面結構系統之凹陷與脆性破裂現象；(3)修補

作業頻率；(4)交通事故頻率；(5)國賠金額；(6)民怨。

五、完工時所進行的施工品質驗收結果或許能代表品質下降速度十分緩慢之結構工程之中長期品質，但卻不能代表品質下降速度過快之道路挖補作業之中長期品質；因此建議為道路挖補作業擬定展期之施工品質驗收標準，藉以降低道路挖補後品質下降速率，進而縮短施工品質驗收結果與民意調查結果之落差。

4.3 中長期道路挖補作業相關建議

- 一、設計前應先將埋設於鋪面結構系統中之各種管線移至適當地點，並詳細調查道路沿線之地形、地質、地質構造、最高可能的地下水位面、最大可能的豪大雨及地震、最大可能的載重衝擊振動、及未來可能埋設之民生管線等，並在各項調查結果明顯出現變化處詳細加以標示。
- 二、依據上述道路沿線各項調查結果和其變化狀況、及鋪面結構系統有關之設計、施工、監造與使用管理規範研擬整體規劃、設計、施工、監造及使用管理所需品質查核標準，據以在各項設計、施工、監造及使用管理階段實質查核各項作業之品質。
- 三、每逢豪大雨或強震過後，應針對主要道路之鋪面結構系統進行安全檢查一次，以確保用路人安全。
- 四、應針對設計載重及未來可能埋設之民生管線進行使用管理，嚴禁超過設計載重之車輛上路，及嚴禁設計中未經考量之民生管線之

埋設。

五、在設計行車載重衝擊下，鋪面結構系統因持續承受振動(shocks)

而疲勞或老化，各層材料將在局部脆性破裂後衍生路不平問題，

因此依減振原理，優質的鋪面結構系統理應具備緩衝墊設計。

六、依據各區道路已埋設民生管線之分佈狀況，決定各區道路行車速

度，以便大幅降低行車載重衝擊振動對鋪面結構系統之影響，進

而確保用路人安全。

七、當大型管道必須埋設於主要鋪面結構系統中時，應依據曲率於其

下方鋪設砂質緩衝墊，而其兩側之回填土應分層夯實至堅硬程

度，而其上方一定高度範圍內則回填軟弱土壤，之後鋪設地工合

成纖維、地工格柵，再分層回填至預定高度；如此，大型管道上

方之作用力將轉由其兩側堅硬回填土承擔，大型管道因而不會有

彎曲變形，而鋪面結構系統也不會有凹陷及龜裂之疑慮。

八、藉由各種現地調查資料評估可能出現雨水入滲、鋪面凹陷及龜裂

之點位，並加強對這些點位進行檢測或監測。

九、上述中長期道路挖補作業相關建議可應用至臺中市政府所選擇指

標路段之設計、監造、施工、使用管理及長期監測等。

十、落實道路挖補作業之施工品質，除於完工後進行施工品質檢驗

外，宜在保固期間及保固期屆滿前再進行施工品質檢驗。

十一、工程倫理學指出專業沒有定義的國家，亂像和災變特別多；由此可知專業定義的重要性。對於道路結構系統而言，理應明確標示各層工程屬性，分層進行專業定義，落實專業倫理，使參與各層設計、施工及試驗之廠商僅能在其嫻熟技術範圍內執行工作，進而確保相關產品有助於國家安全、社會安寧及人民福祉。

十二、建立具有「工程目標、工程成效、量化績效指標、策略與方法、內部調查機制、外部調查機制、內部及外部調查結果之評量或評鑑、內部及外部回饋改進」品質提昇迴圈之工程公司認證制度，藉以建構良性競爭的工程環境，使品質越優質的工程公司有越多機會參與工程設計或施工。