臺南高雄 823 水患 瀝青混凝土道路坑洞及塌陷 之成因與建議對策

行政院公共工程委員會

目 錄

壹	、前言	1
貳	、臺南及高雄地區降雨情形	2
	一、六直轄市雨量比較	2
	二、近年同時間雨量比較	2
參	、瀝青混凝土道路坑洞及塌陷之成因	4
	一、道路破損形式概述	4
	二、造成道路坑洞及道路塌陷之破壞機制	6
	三、各專家及機關對於道路坑洞成因之見解	7
肆	、因應對策及預防改善措施	9
	一、道路破壞因應對策	9
	二、預防改善措施	9
伍	、	12

附錄

一行政院公共工程委員會 108 年 3 月 14 日召開「107 年 8 月下旬水患造成臺南及高雄地區道路坑洞之成因與因應對策」研商會議紀錄

壹、前言

我國地狹人稠,市區道路常須兼具多重功能,包含確保通暢平坦的交通運輸、提供鋪設維生管線、地下雨污水之空間、協助循環經濟及調節極端氣候等均屬其肩負之任務,而又因屬於亞熱帶氣候而常年氣溫高及雨季長,故導致道路結構又必須承受內部因素(鋪築材料及基底層狀況等)與外部因素(氣候驟雨、管線施工品質及重車行駛等)多重考驗,進而使道路品質維護向來為各維護管理機關之重大挑戰。

107年8月下旬,熱帶性低氣壓及西南氣流侵襲南台灣,造成 臺南及高雄等南部地區發生短延期強降雨之大豪雨甚或淹水情形 ,後於雨勢稍緩積水退去因道路出現大量坑洞而引發熱議。

本會於 108 年 3 月 14 日召開「107 年 8 月下旬水患造成臺南及高雄地區道路坑洞之成因與因應對策研商會議」,由臺南市政府及高雄市政府分別說明轄內道路坑洞之發生原因、改善狀況及後續因應作為,並邀集交通部、內政部、法務部及各直轄市政府共同討論;且為廣納專家意見,本會特邀請財團法人中華工程鋪面學會張家瑞理事長、國立中央大學土木工程學系林志棟榮譽教授,以及國立臺灣科技大學營建工程學系次得縣教授,計 3 位專家參與討論提供專業看法。

本案綜整上開會議內容及共識結論,希冀藉由所有與會者以 客觀及務實的角度就技術性問題進行充分討論,共同探求瀝青混 凝土鋪面破壞的成因與因應對策,以作為各機關爾後辦理道路新 關及維護管理業務之參考。

貳、臺南及高雄地區降雨情形

一、六直轄市雨量比較

107年8月中旬起,熱帶性低氣壓及西南氣流為南台灣帶來連日大量降雨,依中央氣象局逐日降雨資料,臺南及高雄地區107年8月份降雨量為六直轄市之最,數據說明如下

(如圖1)

(一)臺南地區:

- 1. 降雨天數多:當月降雨總天數共計 26 日,其中自 8 月 12 日至 8 月 31 日連續降雨計 20 日。
- 2. 降雨量大:月累計降雨量 1,301 mm,其中 8 月 23 至 24 日、27 至 29 日,共計 5 日降雨量均為大雨等級(80 mm/24h)甚或大豪雨等級(300 mm/24h)以上。

(二) 高雄地區

- 1. 降雨天數多:當月降雨總天數共計 27 日,其中自 8 月 12 日至 8 月 30 日連續降雨計 19 日。
- 2. 降雨量大:月累計降雨量 1,600.5 mm,其中 8 月 23 至 24 日、27 至 29 日,共計 5 日降雨量均為大雨等級 (80 mm/24h)甚或大豪雨等級(300 mm/24h)以上。

二、近年同時間雨量比較

經整理臺南地區及高雄地區 99 年迄 107 年之逐年 8 月 份降雨情形,其降雨頻率(連續降雨日數)及月累計降雨量均 以去年度最高。(如圖 2)

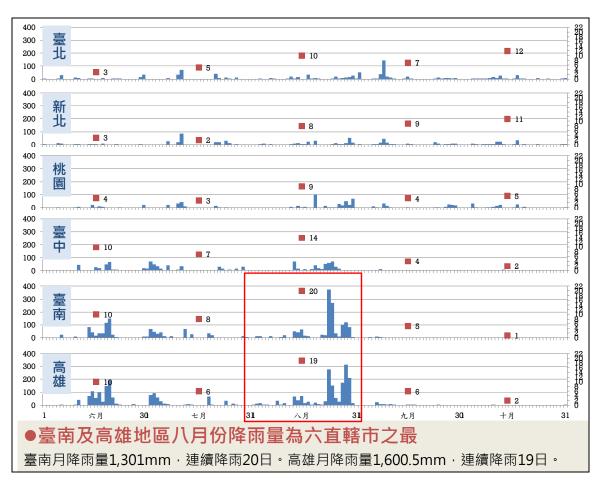


圖 1 臺南及高雄地區 107年 6月至 10月逐日降雨量

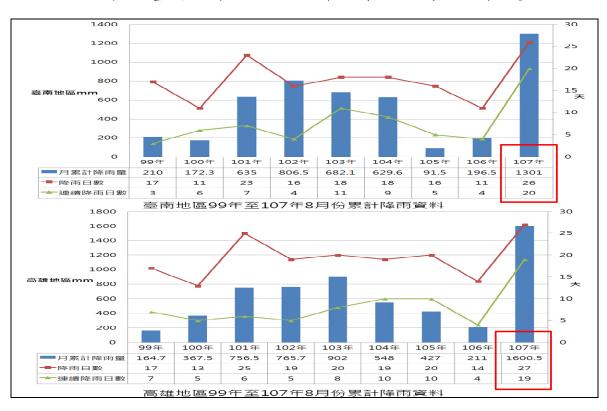


圖2 臺南及高雄地區99年至107年8月份降雨量

參、瀝青混凝土道路坑洞及塌陷之成因

一、道路破損形式概述

(一) 瀝青混凝土柔性鋪面之結構形式:(如圖3)

由上而下係面層、級配料底層、級配料基層及路基組成,所承受之交通荷重係靠各結構層分擔,自面層逐層向下傳遞至路基。

	層次名稱	用途	
I	瀝青面層 (surface course)	直接承受車輛荷重、 提供摩擦力、 減少水分及空氣滲入路面	
	人 級配料底層 (base course)	承受面層傳遞來之應力· 分散後傳送給基層或路基	Surface Course Base Course Subbase Course (Optional) Subgrade (Existing Soil)
П-	級配料基層 (subbase course)	承受底層傳遞來之應力· 分散後傳送給路基	
Ш	路基 (subgrade)	承受總荷重	

圖 3 瀝青混凝土柔性鋪面之結構形式

- (二)常見道路破損發生形式包含:(如圖4)
 - 瀝青混凝土面層破壞:
 長期使用疲勞、瀝青膠泥老化黏結力不足而形成疲勞 龜裂或粒料鬆脫。
 - 底(基)層承載力弱化不足:
 荷重超出設計值、水位侵入弱化而形成縱向車轍。
 - 3. 路基(床)土壤流失: 管線老舊或箱涵損壞(如側牆未施作剪力榫),導致滲漏水挾帶土壤流失,形成難於路面以肉眼觀測之地下 潛在孔洞。
 - 4. 若地下箱涵回填不確實及管線頻繁挖掘亦會造成道路 破損,例如:(1)地底箱涵完成後,若覆土回填不確

實,易於箱涵兩側造成空隙。(2)一般民生管線埋設深度須達120公分以上,開挖過程對下層土壤造成側面解壓而影響日後上層鋪面逐漸下陷的情形,雖已回填及路面加鋪,惟路面下土層之側面解壓已為不可逆之傷害,故管線開挖確為影響道路品質的重要因素之

長期使用疲勞、 瀝青混凝土面層 T 材料老化黏結力 破壞 不足 粒料鬆脫 ※屬細微裂縫,不致坑洞影響通行。 荷重超出設計值、 底(基)層 П 承載力弱化不足 水位侵入弱化 縱向車轍 ※屬細微裂縫,不致坑洞影響通行。 管線或箱涵破損、 路基(床) Ш 滲漏水挾帶土壤 土壤流失 流失 地下孔洞 ※發生時道路已喪失行車功能。

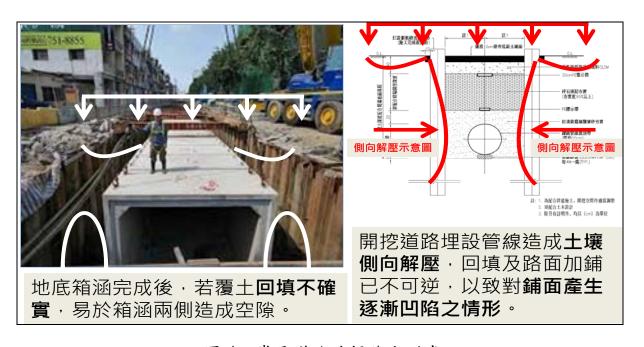


圖 4 常見道路破損發生形式

二、造成道路坑洞及道路塌陷之破壞機制

依上開情形尚不致直接影響通行,但遇短延期強降雨 致產生影響通行之道路坑洞及道路塌陷,其破壞情形如下 .

(一)道路坑洞:(如圖5)

短延期強降雨致雨水透過面層裂縫入滲 →瀝青 混凝土經長時間浸泡後加速破壞膠結特性 →雨水入 滲、泡水及重車行駛交互作用下,粒料剝脫產生坑洞 影響通行。

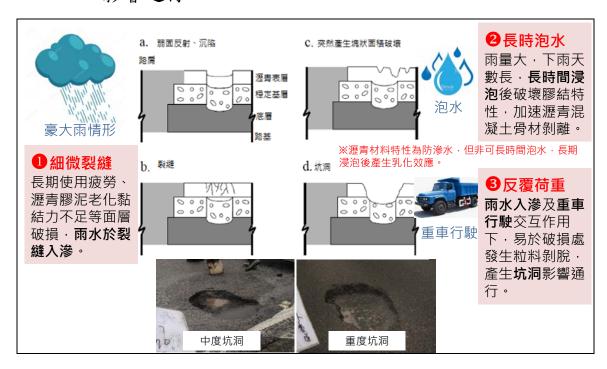


圖 5 造成道路坑洞破壞機制

(二)道路塌陷:(如圖6)

管線老舊、箱涵損壞或震動造成接頭鬆脫,滲漏水帶走泥砂形成微型孔洞 →強降雨使箱涵水壓增加,以致滲漏水持續淘空路基擴大孔洞,淹水退去後形成負壓亦加速淘空現象 →上方路面結構不足以支撐荷重時,造成突然塌陷之破壞,尤其易發生於地下土質屬缺乏黏著性之砂質土壤區域。

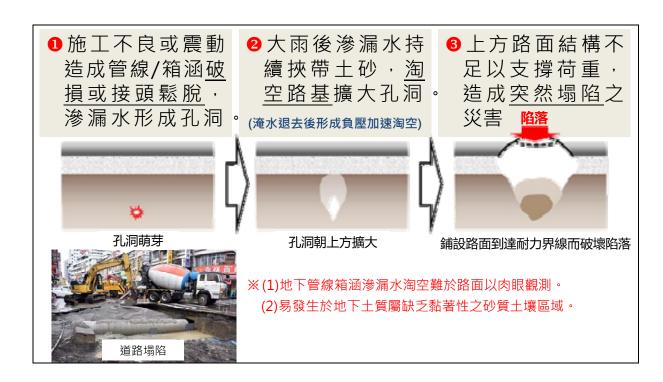


圖 6 造成道路塌陷破壞機制

(三)綜上,當道路雨前即已存在有輕微破損如鋪面裂縫或地下微小孔洞時,若逢短延期強降雨而積水,瀝青混凝土泡水易成路面坑洞;短延期強降雨情形嚴重,淹水退去後,加劇淘空地下孔洞易成路面塌陷。

三、各專家及機關對於道路坑洞成因之見解

依據本會 108 年 3 月 14 日「107 年 8 月下旬水患造成 臺南及高雄地區道路坑洞之成因與因應對策研商會議」,各 專家及機關對於道路坑洞成因之見解摘要如下:

- (一)<u>沈得縣</u>委員:造成鋪面坑洞之破壞原因具多元性,有關降雨量、交通荷重、材料老化及鋪面結構不佳均為因素之一。
- (二)<u>林志棟</u>委員:有關 107 年 8 月下旬水患造成臺南及高雄地區鋪面坑洞乙事,以個人觀點視之,應非人為弊端。高雄地區在地文(地下土質以沙質土壤居多)、人文(工業區重車頻繁)及水文(107 年 8 月短延期強降雨

-)不利於道路維護之情形下,確實容易致災。
- (三)張家瑞委員:相較於歐美地廣人稀之先天環境,臺灣地狹人稠以致市區道路常須兼具多重功能,道路結構必須承受內部及外部因素考驗,出現坑洞實屬必然;發生問題不代表一定有弊案,故本案宜回歸理性探討。另外瀝青混合料現有探討水對瀝青混合料的影響之試驗最多也僅是浸水 24 小時(且是蒸餾水),實務上處於長降雨及浸水之惡劣狀況下,強如強力膠等黏著劑應也無法保證不會劣化崩解。
- (四)臺南市政府:一般道路坑洞產生原因係路面老舊裂縫 又逢豪大雨沖擊路面,導致粒料分離降低路面承載力 與耐久度;大型塌陷產生原因多係雨污水或自來水管 線老舊破裂、橫向涵管脫落造成基礎淘空,亦有部分 係因鄰近河道之早期擋土牆深度不足造成基礎淘空 ,以及道路下方雨水下水道頂版老舊不堪荷重塌陷。
- (五)高雄市政府:道路坑洞發生原因:1.重車輾壓,尤其本府轄內工業區、港區之聯外道路。2.107年6月至8月短延時強降雨。3.管線挖掘弱化鋪面,尤其民生管線回填之鋪面品質常不佳、地下管線圖資亦常與現況不符。
- (六)內政部:短延時強降雨易造成面層 AC 剝離,浸水輾壓易造成道路結構受損。據悉本次狀況相當多損害是屬於面層剝離及車轍等裂縫,似屬天候因素而非全能由人力控制。

肆、因應對策及預防改善措施

一、道路破壞因應對策

發生道路破壞致影響交通通行,應以維護交通安全及 恢復交通運作為首要考量。

- (一)針對一般道路坑洞,應於接獲通報或自主巡查發現後 ,由工務單位至現場佈設交通維持及夜間警示設施, 原則於4小時內完成坑洞修復。晴天時以切割補平輾 壓。雨天先以常溫瀝青混凝土於4小時內完成緊急填 補,惟因常溫瀝青混凝土較易因車輛通行而剝落,故 俟天氣好轉後應以方正切割方式再次刨鋪熱料瀝青 混凝土。
- (二)針對大型塌陷,應立即開挖尋找問題來源,如可發現問題管線,立即由管線單位修補並恢復民生管線,再予灌漿固化後復原道路;如未能發現問題管線,則由工務單位先行灌漿固化後復原道路,再由各管線單位進行自主巡檢後,將巡檢報告送道路管理單位審核確認原因研議改善處理方式。

二、預防改善措施

(一)強化鋪面效能方面

造成鋪面坑洞之破壞原因具多元性,有關降雨量、交通荷重、材料老化及鋪面結構不佳均為因素之一,可由各面向進行預防改善。

- 1. 設計階段:
- (1)應於設計階段考量材料強度、運輸服務量及環境因 子等條件,調整各層之厚度。
- (2) 配合預估交通荷重適當改良路基。

- (3) 通盤檢討周邊排水系統防護標準。
- 2. 材料選用階段:
- (1)以改質材瀝青取代傳統瀝青,增加橡膠、樹脂或高分子聚合物等,提升瀝青力學性質、工作性及耐久性,例如選用改質 III 型瀝青膠泥或石膠泥瀝青混凝土(SMA)做為鋪面材料。
- (2)添加防剝劑如熟石灰或化學防剝劑,以提高瀝青拌 合料黏結力,達到防剝效果。(如圖7)

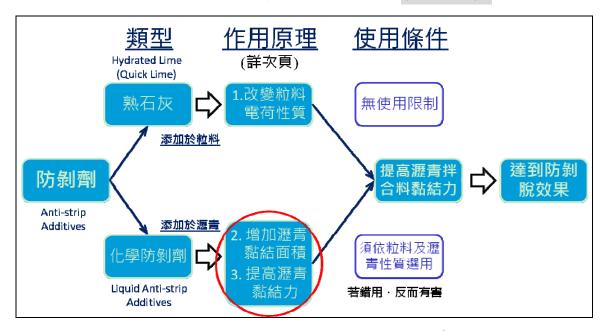


圖 7 防剝劑原理及效用示意圖

3. 施工階段:

- (1) 落實駐廠機制確保材料品質。
- (2) 落實各層路面、路基材料及壓實之監造施工檢驗停 留點簽認制度包含:
 - A. 鋪築前確保鋪築溫度、清理坑洞或刨除面內鬆散粒 料及異物。
 - B. 鋪築時乾燥無積水、確實黏層塗布與滾壓、控制排 水高程避免積水。
 - C. 鋪築後應確實養護 (溫度降至 50 ℃以下或封閉 6

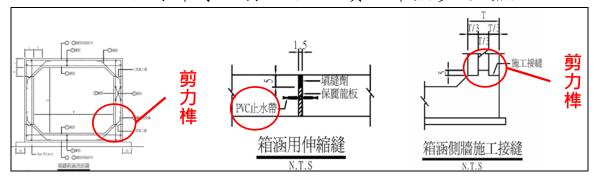
小時)始開放通車。

(3) 若發現路面龜裂時,則應進行預防性修復,並適時 選用高性能常溫瀝青混凝土、加熱型改質瀝青裂縫 填縫膠或熱再生修補路面工法等新式工法養護。

(二)道路塌陷破壞方面

造成道路塌陷主因係滲流水淘空地基,故可由降低滲流、預防孔洞及防杜漏水等面向改善。

1. 排水箱涵應確實要求側牆接縫剪力榫、鋼筋保護層及 PVC 止水帶等工項之施工品質,降低滲流風險。



- 2. 針對雨、污排水管涵及箱涵,定期巡檢維護(包含人員 縱走或 TV 檢測),檢視有無孔洞由外入滲水及泥沙, 預防地下孔洞之形成。
- 3. 針對自來水管線部份,盤點現有管線佈設位置及使用 年限,針對老舊管線逐步汰換,防杜地下漏水。
- 4. 可將(1) 地層土質屬缺乏黏著性之砂質土壤地帶、(2) 經發生塌陷數次以上或(3) 有埋設數十年以上老舊管線之區域列為優先改善區域,自主檢查並進行老舊管線汰換。

(三)強化管理監督考核

道路品質宜由道路管理機關(如地方政府與公路總局)本權責加強管理維護,由中央道路主管機關(如內政部與交通部)監督考核;目前已有內政部營建署辦理「市區道路養護管理暨人行環境無障礙考評計畫」。

伍、結語

- 一、就技術及實務上討論道路破壞成因,獲致共識如下:
 - (一)瀝青混凝土鋪面遇短延時強降雨水、雨水經由老化疲勞之裂縫入滲,以及泡水反覆輾壓後造成路面破損, 尚非可歸責人為違失情事。
 - (二)道路深層塌陷多屬地下滲漏水持續淘空路基致路面無 法承受荷重所造成,原因可能為地下箱涵損壞(包含 側牆無設置剪力榫或止水帶老化等)、管線老舊破損 或連接管接頭脫落等,逐漸造成地底土壤流失,形成 地下孔洞,若逢短延時強降雨之淹水退去後,易加劇 淘空現象。
- 二、有關道路維護作為,除由工程主辦機關從設計、材料選擇 及施工品管(如施工檢驗停留點及箱涵側牆剪力榫等)進 行檢討改善外,並應由道路維護管理機關對於道路排水管 道清淤、地下箱涵檢測與管線汰換以及管線單位挖掘等面 向予以落實管理,方能達成提升道路品質之綜效。

抄本

檔 號:

保存年限:

行政院公共工程委員會 函

地址:11010 臺北市信義區松仁路3號9樓

聯絡方式:(承辦人)李碩修

(聯絡電話)02-87897708 (傳真)02-87897724

(E-mail)1405@mail.pcc.gov.tw

受文者:如行文單位

發文日期:中華民國108年3月22日 發文字號:工程管字第1080300216號

速別:普通件

密等及解密條件或保密期限:

附件:如主旨

主旨:檢送本會108年3月14日(星期四)「107年8月下旬水患造成臺南及高雄地區道路坑洞之成因與因應對策研商會議」

紀錄乙份,請查照。

正本:張家瑞委員、林志棟委員、沈得縣委員、交通部、內政部、法務部、桃園國際機

場股份有限公司、交通部公路總局、直轄市政府、本會技術處

副本:本會工程管理處

107年8月下旬水患造成臺南及高雄地區道路坑洞之成因與因應對策研商會議紀錄

壹、時 間:108年3月14日(星期四)下午2時30分

貳、地 點:本會第1會議室

參、主 席:顏副主任委員久榮

肆、出席人員:詳會議簽到表 記錄:李碩修

伍、緣起

自 107 年 8 月下旬起,因豪雨造成臺南及高雄等南部地區積水,並於水退後道路出現數千個坑洞而引發熱議,嗣行政院交本會會商有關機關查明原因及瞭解有無弊端。

道路品質維護一向為各界關注之議題,各道路維護管理機關日後均有可能因內部管理及外部不可抗力等因素面臨類似兩後大量出現道路破損之狀況,本會前已函詢法務部意見在案,本次邀集交通部、內政部、法務部及各直轄市政府召開會議,除請臺南市政府及高雄市政府說明轄內道路坑洞之發生原因、改善狀況及後續因應作為外,並由本會就通案提出瀝青混凝土道路之坑洞成因分析與建議對策。另考量近期國內陸續於桃園國際機場南跑道及臺 61 線西濱快速道路苗栗路段等重要區域發生瀝青混凝土鋪面破壞情事,本次會議一併邀請桃園機場公司及交通部公路總局參與說明及討論。

為廣納專家意見,本次特邀請財團法人中華工程鋪面學會張家瑞理事長、國立中央大學土木工程學系林志棟榮譽教授及國立臺灣科技大學營建工程學系沈得縣教授計3位專家參與,希冀藉由所有與會者以客觀及務實的角度就技術性問題進行充分討論,共同探求瀝青混凝土鋪面破壞的成因,以作為各機關爾後辦理道路新闢及維護管理業務之參考。

陸、報告案

- 一、「所轄道路坑洞發生原因、改善狀況及後續因應作為」,各單位報告內容摘要如下:
 - (一)臺南市轄內道路坑洞(臺南市政府)
 - 1.107 年 8 月下旬短延時強降雨狀況嚴重,臺南市共分 37 行政區,8月23日至8月25日間之最大24小時累計雨量,800mm以上有2區、700mm以上有7區、600mm以上有18區、500mm以上有29區。
 - 2. 有關 2,320 處坑洞(2,312 處一般坑洞及 8 處大型塌陷) 皆已於 107 年 9 月 7 日前改善完成。一般道路坑洞產 生原因係路面老舊裂縫又逢豪大雨沖擊路面,導致粒 料分離降低路面承載力與耐久度;大型塌陷產生原因 多係雨污水或自來水管線老舊破裂、橫向涵管脫落造 成基礎淘空,亦有 2 處分別因鄰近河道之早期擋土牆 深度不足造成基礎淘空,以及道路下方雨水下水道頂 版老舊不堪荷重塌陷。
 - 3. 已建立養護作業程序:
 - (1)針對一般道路坑洞,通知開口契約廠商至現場佈設交 通維持及夜間警示設施,原則於4小時內完成坑洞修 復。雨天時則先以冷料瀝青緊急填補,晴天時以熱料 瀝青切割補平輾壓。
 - (2)針對大型塌陷,開挖尋找問題來源,如發現問題管線,立即由管線單位修補並恢復民生管線,再予灌漿固化後復原道路;如未發現問題管線,則由工務局先行灌漿固化後復原道路,再由管線單位自主巡檢將巡檢報告送工務局。
 - 4. 已建立相關因應作為:(1)開發手機 APP 即時查詢地下管線圖資。(2)全國地方政府唯一設置2座大型瀝青混凝土廠自行生產瀝青混凝土粒料。(3)設置 24 小時通報專線。(4)推動路平專案 100 年至 107 年投入約 30

億元提升路面乘載力及耐久度,108年編列 2.2億元續辦;每年編列 20 億元進行一般道路維護管理。(5)辦理雨水下水道修補長度共 2,580 m。(6)洽自來水公司汰換老舊自來水管線約 220.87 km。(7)針對道路挖掘管理,由工務局、區公所及管線單位建立三級品管機制提升回填修復品質。(8)針對材料試驗不合格廠商加強查核。

- 5. 另洽日本 Geo Search 株式會社以車載式透地雷達協助 檢測道路下孔洞(9 路段道路長度約 8.3 km),共檢測 42 處可能孔洞,並已就較嚴重部分進行挖掘填補灌漿 改善。
- 6. 本市道路出現一般坑洞時,即隨報隨修,並增加道路 巡查頻率,若發現路面龜裂時則進行預防性修復;對 於道路重大塌陷路段,或該路段曾經下陷 2 次以上, 或是有埋設 20 年以上老舊管線,則要求路面下方各管 線單位應全面自主檢查並進行老舊管線汰換,另配合 運用透地雷達檢測重要路段。本府後續將持續推動路 平專案及一般道路維護工作,積極向中央爭取前瞻計 畫預算辦理道路改善。
- (二)高雄市轄內道路坑洞,以及雨水下水道修繕作業執行 狀況(高雄市政府)
 - 1. 道路坑洞發生原因:(1)重車輾壓,尤其本府轄內工業區、港區之聯外道路。(2) 107 年 6 月至 8 月短延時強降雨。(3)管線挖掘弱化鋪面,尤其民生管線回填之鋪面品質常不佳、地下管線圖資亦常與現況不符,希冀能強化控管市區道路管線挖掘回填品質。
 - 計對車載量大之重要幹道,本府目前採取石膠泥瀝青 混凝土、改質瀝青Ⅲ型、增加面層厚度及路基改良等 方式處理。

- 3. 本市雨水下水道自 58 年起陸續規劃興建,迄今建置長度約 669 公里,本府自 105 年 6 月洽內政部營建署申請辦理雨水下水道檢視作業,截至 107 年 12 月底已完成檢視 426 公里,餘 243 公里將爭取經費續辦檢視作業。
- 4. 檢視結果缺失總計 10,521 處,包含:(1)鋼筋裸露、 鋼筋嚴重鏽蝕、頂板破損等急需修繕 236 處。(2) 混 凝土表層剝落、裂縫、牆面龜裂等持續追蹤 10,285 處。
- 5. 關於急需修繕 236 處,本府已於 107 年 10 月展開修繕作業,預定於 108 年下半年度完成修繕;另持續追蹤10,285 處則將持續監測並爭取經費進行修繕。
- 6.下水道建設完成後係由地方政府辦理後續維護管理工作,鑒於下水道建設已進行數十年,建置較早之設施已超過使用年限,內政部營建署前已補助辦理清查,後續建請中央專案補助下水道結構補強作業。

(三)桃園國際機場南跑道破損(桃園國際機場公司)

- 1. 機場跑道特性為承重量大、減速及扭轉負荷大、須特別考慮抗滑(以高壓水柱或化學藥劑清除胎屑過程均加速消耗鋪面耐久性),故相較於一般道路,跑道須更頻繁的巡檢及監測,以確保其功能正常。
- 2. 對於跑滑道巡檢及維護機制如下:(1)一般道面每日巡檢、南/北跑道雙日進行聯合巡檢,如發現鋪面缺失即納入紀錄,如能立即處理即當場排除。(2)無法立即處理部分,依每日巡檢紀錄排定維修計畫,於每日夜間離峰時間修補。(3)若需較大範圍或較長時間須封閉施工時,則與相關單位協調施工時程。(4)若屬影響飛安之損壞即封閉損壞區域,緊急通知廠商立即搶修。
- 3. 除每日巡檢外,跑道均進行定期監測包含摩擦、平坦 度及鋪面狀況指標,目前南/北跑道相關檢測結果均符

合要求。

- 4. 針對 3 月 9 日南跑道破損及搶修情形:
- (1)南跑道 S6~S7 間,前例行巡檢階段已有細微裂紋,經通報保固廠商,先行以瀝青膠泥填補裂紋。
- (2)該區域於 3 月 9 日下午 2 時巡場發現鋪面有碎石剝落, 至晚間 6 時因持續剝落形成面積約 30 cm*45 cm*3 cm之破損,爰本公司依「臺灣桃園國際機場活動區之巡場與維護作業程序規定」發布公告暫停使用,派員搶修。
- (3)該破損經清除週邊鬆浮粒料約 132 cm*137 cm*20 cm, 並以瀝青熱料分五層修築,於當日夜間 24 時開放。
- 5. 跑滑道後續維護因應作為:
- (1)對於保固維護部分,本公司均責成廠商針對明顯有損壞區域,於18小時以內刨鋪養護。
- (2)對於系統性刨鋪維護部分,因南跑道開放使用已4年餘,後續評估以較長工期進行系統性刨鋪。且因系統 性預防刨鋪工作量較大,如連續施工將對營運衝擊較 大,將於施工前召開說明會協調,以降低營運衝擊。

(四)臺61線西濱快速道路苗栗路段坑洞(公路總局)

- 1. 坑洞原因分析:(1) 路面老舊,坑洞發生集中於台 61 線 95k~100k 後龍路段,該路段路面老舊龜裂,使用年限已達7年。(2)交通量增加,因白沙屯至南通灣路段及大甲至大安高架路段通車後交通量增加,老舊路面在連續雨天及重車碾壓等多重效應加乘下,孔隙內的水壓力受到車輛行駛時會導致孔隙水壓力上升,進而擠壓粒料導致黏結失效,形成坑洞。
- 2. 因應對策:(1)巡查機制,快速道路日間巡查每週2次, 如遇坑洞於4小時內修補並回報工務段;若連續雨天 則增加巡查頻率,如108年3月5日至10日期間苗栗

工務段與廠商皆增加巡查頻率至 3 次及 5 次。(2) 修補機制,兩天先以常溫瀝青混凝土於 4 小時內完成臨補,俟天氣好轉後以方正切割修補,後續增購「高性能常溫瀝青混凝土」用於兩天坑洞修補,可延緩緊急修補瀝青脫落時間,減緩坑洞再次產生。

- 3. 目前已將台 61 線 95k~100k 後龍路段列入西濱路面修 復計畫,預計於今年 4 月底進場辦理路基改良及路面 改善。
- 二、「瀝青混凝土道路坑洞及塌陷之成因與建議對策」,工程 會報告內容摘要如下:
 - (一)道路破損形式概述
 - 1. 瀝青混凝土柔性鋪面之結構形式由上而下係面層、級配料底層、級配料基層及路基組成,所承受之交通荷 重係靠各結構層分擔,自面層逐層向下傳遞至路基。
 - 2. 常見道路破損發生形式包含:
 - (1)瀝青混凝土面層破壞:長期使用疲勞、瀝青膠泥老化 黏結力不足而形成疲勞龜裂或粒料鬆脫。
 - (2)底(基)層承載力弱化不足:荷重超出設計值、水位侵入弱化而形成縱向車轍。
 - (3)路基(床)土壤流失:管線老舊或箱涵損壞(如側牆未 施作剪力榫),滲漏水挾帶土壤流失而形成難於路面 以肉眼觀測之地下孔洞。
 - (4)另地下箱涵回填不確實及管線頻繁挖掘亦會造成道 路破損。
 - 3. 上開情形尚不致直接影響通行,但遇天候因素致產生 影響通行之道路坑洞及道路塌陷,其破壞機制如下:
 - (1)道路坑洞:短延期強降雨致雨水透過面層裂縫入滲 →瀝青混凝土經長時間浸泡後加速破壞膠結特性 → 雨水入滲、泡水及重車行駛交互作用下,粒料剝脫產

生坑洞影響通行。

- (2)道路塌陷:管線老舊、箱涵損壞或震動造成接頭鬆脫,滲漏水帶走泥砂形成微型孔洞→強降雨使箱涵水壓增加,滲漏水持續淘空路基擴大孔洞,淹水退去後負壓亦加速淘空現象→上方路面結構不足以支撐荷重,造成突然塌陷之破壞,尤其易發生於地下土質屬缺乏黏著性之砂質土壤區域。
- (3)綜上,強降雨積水,瀝青混凝土泡水易成路面坑洞; 淹水退去後,加劇淘空地下孔洞易成路面塌陷。
- 4. 依中央氣象局逐日降雨資料,臺南及高雄地區 107 年 8 月份降雨量為六直轄市之最。臺南月降雨量 1,301 mm, 降雨 26 日,連續降雨 20 日;高雄月降雨量 1,600.5mm, 降雨 27 日,連續降雨 19 日。而該兩地區於 107 年度 8 月份之降雨量亦為 99 年至 107 年同月份之最。

(二)建議改善措施

- 1. 強化鋪面效能方面
- (1)設計階段:
 - A. 應於設計階段考量材料強度、運輸服務量及環境因 子等條件,調整各層之厚度。
 - B. 配合預估交通荷重適當改良路基。
 - C. 通盤檢討周邊排水系統防護標準。

(2)材料選用階段:

- A. 以改質瀝青取代傳統瀝青,增加橡膠、樹脂或高分子聚合物等改質材,提升瀝青力學性質、工作性及耐久性。
- B. 添加防剝劑如熟石灰或化學防剝劑,以提高瀝青拌 合料黏結力,達到防剝效果。

(3)施工階段:

A. 落實駐廠機制確保材料品質。

- B. 落實監造施工檢驗停留點簽認制度包含(a)鋪築前確保鋪築溫度、清理坑洞或刨除面內鬆散粒料及異物,(b)鋪築時乾燥無積水、確實黏層塗布與滾壓、控制排水高程,(c)鋪築後應確實養護(溫度降至50°C以下或封閉6小時)始開放通車。
- C. 適時選用高性能常溫瀝青混凝土、加熱型改質瀝青 裂縫填縫膠或熱再生修補路面工法等新式工法養 護。
- 2. 道路塌陷破壞方面
- (1)可由降低滲流、預防孔洞及防杜漏水等面向改善。
- (2)排水箱涵應確實要求側牆接縫剪力榫、鋼筋保護層及 PVC 止水帶等工項之施工品質,降低滲流風險。
- (3)針對雨、污排水管涵及箱涵,定期巡檢維護(包含人 員縱走或 TV 檢測),檢視有無孔洞由外入滲水及泥 沙,預防地下孔洞。
- (4)針對自來水管線部份,盤點現有管線佈設位置及使用 年限,針對老舊管線逐步汰換,防杜地下漏水。
- (5)地層土質屬缺乏黏著性之砂質土壤區域為優先檢測 重點。
- 3. 強化管理監督考核:道路品質宜由道路管理機關(如地 方政府與公路總局)本權責加強管理維護,由中央道路 主管機關(如內政部與交通部)監督考核,本會將適時 提供協助。

柒、綜合討論

一、沈得縣委員:

- (一)造成鋪面坑洞之破壞原因具多元性,有關降雨量、交 通荷重、材料老化及鋪面結構不佳均為因素之一,可 多面向探討各原因及解決對策。
- (二)鋪面坑洞之大小對道路會造成不同程度之影響,養護

時可採取不同的對策及補救方式。

- (三)鋪面坑洞成因與鋪面設計、材料選用、施工方式及管理維護有關,因此道路工程施工查核及道路養護考評作業應持續推動。
- (四)舉凡路基改良、道路排水系統改善、交通流量管制、 鋪面材料與施工品質提升及管線挖掘管理等作為,均 屬可行對策。

二、林志棟委員:

- (一)有關107年8月下旬水患造成臺南及高雄地區鋪面坑洞乙事,以個人觀點視之,應非人為弊端。
- (二)國內推動道路平整方案對於道路品質提升已有成效, 惟高雄地區在地文(地下土質以沙質土壤居多)、人文 (工業區重車頻繁)及水文(107年8月短延期強降雨) 不利於道路維護之情形下確實容易致災,建議高雄市 政府通盤檢討區域排水系統,如轄內道路側溝、地下 箱涵及雨水大排等設施。
- (三)建議高雄市政府參考內政部營建署「雨水下水道設施 維護管理手冊」持續檢查轄內雨水下水道箱涵。
- (四)各地方政府宜對道路工程與管線挖掘之施工從業人員實施教育訓練,並應重視道路挖掘管理執行單位,以利道路品質維護。
- (五)建議工程會修訂施工綱要規範「第 02742 章瀝青混凝 土鋪面」及「第 02966 章再生瀝青混凝土鋪面」內容。

(六)有關各報告單位簡報提供意見如下:

- 1. 工程會:所提因應對策除改質瀝青外,尚有其他增加 瀝青混凝土耐久性之選擇方式。另就防剝劑部分,化 學藥劑之成本較石灰高,故現行多採取添加石灰。
- 2. 臺南市政府: 以車載式透地雷達探測地下孔洞尚可 行,未來巡檢機制可搭配 PCI (鋪面狀況指標)執行。

- 3. 高雄市政府:依轄區道路規模而言,現行養護業務之編制略有不足。對於常發生損壞之工業區周邊幹道, 建議可就面層、瀝青、級配及路基進行通盤檢討,例 如以 DCP (動態圓錐貫入儀) 估算路基土壤承載力是否 符合需求。另建議對於轄內瀝青混凝土拌合廠加強管 理,並應對工程顧問公司素質加強要求。
- 4. 桃園國際機場:建議巡檢團隊應納入工務處同仁,以 工程專業觀點評估道面狀況,並建議道面維護工程採 購盡量避免採取最低標決標之方式。
- 5. 公路總局:現有臺 61 線既已開放使用多年,難以避免 破損坑洞,應積極編列相關維護經費改善。

三、張家瑞委員:

- (一)相較於歐美地廣人稀之先天環境,臺灣地狹人稠以致市區道路常須兼具多重功能,如通暢平坦、透水海綿、鋪設維生管線、循環經濟及因應極端氣候等。道路結構必須承受內部(鋪築材料、基底層狀況等)及外部(氣候驟雨、施工品質、重車行駛、維護工法等)因素考驗,出現坑洞實屬必然,比臺灣道路密度更高之日本與香港亦然。發生問題不代表一定有弊案,故本案宜回歸理性探討。
- (二)瀝青混合料現有包裹與剝脫試驗(CNS 12394)及馬歇爾夯壓試體之滯留強度指數試驗(ASTM D1075),均為探討水對瀝青混合料的影響,但實驗室試驗最多也僅浸水 24 小時(且是蒸餾水),實務上處於長降雨及浸水之惡劣狀況下,強如強力膠等黏著劑應也無法保證不會劣化崩解。為符合現況需求,工程人員即採取 SMA (石膠泥瀝青混凝土)、改質瀝青與調整級配設計等因應作為而使工程成本相對提高,當機關被一再要求工程成果須堅若磐石之際,也應讓使用民眾瞭解性價

比來判斷 CP 值,不宜僅求產出結果而忽略投入成本。

- (三)按 ASTM D6433 計算 PCI 的要求,坑洞係由平均直徑 及最大深度綜合判定,平均直徑 4-8 inch 最大深度 1/2-2 inch、平均直徑 8-18 inch 最大深度 1/2-1 inch 皆判斷為輕度坑洞;該判定標準與內政部營建署「柔性鋪面損壞調查手冊」略有不同,直徑小於 15 cm、深度小於 5 cm;直徑 15-30 cm、深度小於 3 cm 判斷為輕度坑洞。不同等級之坑洞有其適當維護方法及合理處理時間,國內已持續推出補洞之新材料與新工法以回應民眾普遍認為不能出現坑洞之期待;國內推動道路平整專案要求須於發現補洞後 4 小時內完成補洞之作法,實獲其他國家稱許肯定。
- (四)超載重車荷重嚴重影響道路維護,建議加強取締落實源頭管理。此外,管線挖埋影響道路品質屬國內沉痾,部分地方政府推動管線挖掘人員之教育訓練係屬合宜,而內政部營建署補助地方政府建置公共設施管線資料庫產出之管理系統效果亦頗為卓著,惟據悉現有管挖回填之現場品管僅能簡單記錄 CLSM 坍流度、3 米直規平坦度等局部抽檢,挖掘範圍全面品質仍有賴於管線單位自主落實要求。建議地方政府透過掌控路權、加強巡查,後續或可透過公共設施管線資料庫比對坑洞或道路損壞與管挖的關聯性,必要時公布相關資料俾供民眾瞭解道路品質不佳之源頭。
- (五)現行民眾對於道路工程品質之不滿全由機關承擔,建 議各單位可思考國外推動超過 20 年的 PBC 作法(成 效式契約)。相關配套措施建立後,可將道路維護責 任部分轉由認養轄區之責任廠商負責,舉例來說民眾 遇道路問題不是打 1999 而是責任廠商;而面臨天災 時,由責任廠商自主防範,公部門則以成效而非實作

數量執行合約(超過成效標準可獎勵廠商,不如成效 則課責廠商),國內道路工程環境可藉此時機思考此 一方向。

四、內政部:

- (一)內政部營建署為市區道路及下水道之中央主管機關。
- (二)短延時強降雨易造成面層 AC 剝離,浸水輾壓易造成 道路結構受損。據悉本次狀況相當多損害是屬於面層 剝離及車轍等裂縫,似屬天候因素而非全能由人力控 制。
- (三)建議地方政府或可將降雨資訊及坑洞位置進行比對。 五、法務部:
 - (一)技術性問題本部無意見。
 - (二)法務部業管檢察制度之政策方向,<u>對於個案之處理如</u> 發現有犯罪嫌疑者,宜向地方檢察機關告訴、告發, 由檢察官依法處理。
 - (三)道路坑洞成因具多元性,外在天候因素亦可能會對瀝 青混凝土鋪面耗損。檢察機關處理時會探究其因果關 係,建議工程主辦機關依法行政執行公務,挑選優良 廠商、履行監造驗收管理責任,例如驗收階段覈實登 載、合理合法運用裁量權。

六、臺北市政府:

- (一)國內推動道路平整方案對於道路人手孔減量、地下管線遷移及地基改良之政策方向,著實有益於道路維護工作。舉士林區仰德大道為例,即已維持七年尚無須全面銑刨加鋪。
- (二)加強管線單位挖掘管理亦屬重要課題,適當設置共同管道即可排除管線挖掘影響而延長道路鋪面使用壽齡。舉市民大道段為例,部分已設置共同管道路段之路面自85年鋪築後至104年始進行重新銑刨加鋪,

維持近十九年。惟實務上,管線單位常受限於用路人要求儘速開放通行之民意壓力下,無法就臨時搶修路段完整養護或確實壓實。

(三)本府刻正推動管線挖掘人員之教育訓練制度。

七、桃園國際機場公司:

- (一)桃園國際機場之跑道為柔性鋪面,面層係瀝青混凝土。
- (二)機場跑道承受重量及扭轉負荷大,且對於現行營運量 (每日 700-800 班次,尖峰每小時近 50 班次)而言, 實務上無法完全封閉進行全面維護。
- (三)本公司道面巡檢已納入工程人員參與,依破損程度進 行瀝青膠泥填補裂紋、小範圍方正銑鋪及大範圍銑刨 加鋪。
- (四)本公司目前已調整道面維護管理策略,後續如有發現 裂縫即預想有發展為大範圍坑洞可能,並提前規劃預 防性道面維護計畫。

捌、結論

- 一、就技術及實務上討論道路破壞成因,獲致共識如下:
 - (一)瀝青混凝土鋪面經使用老化疲勞、短延時強降雨水入 滲及泡水反覆輾壓後造成路面破損,尚非可歸責人為 違失情事。
 - (二)道路深層塌陷多屬地下滲漏水持續淘空路基致路面無 法承受荷重所造成,原因可能為地下箱涵損壞(包含 側牆無剪力榫設置或止水帶老化等)、管線老舊破損 或連接管接頭脫落等,逐漸造成地底土壤流失,形成 地下孔洞,若逢短延時強降雨之淹水退去後,易加劇 淘空現象。
- 二、有關道路維護作為,除由設計、材料選擇及施工品管(如檢驗停留點及箱涵側牆剪力榫)進行精進外,並應對道路排水管道清淤、地下箱涵檢測與管線汰換以及管線單位挖

掘等面向落實管理。

三、請工程會參照3位專家及各與會機關提供之意見,彙整提出完整說明供外界參考。

玖、散會(下午5時10分)

行政院公共工程委員會

107年8月下旬水患造成臺南及高雄地區 道路坑洞之成因與因應對策研商會議簽到表

時 間:108年3月14日(星期四)下午2時30分						
地 點:本會第1會議室(臺北市松仁路3號中油大樓9樓)						
主 席:顏副主任委	7	記錄:李碩修				
職	稱		簽	名		
張家	京瑞委員		76	2 9		
林志	忘棟委員	8	7	5. J3		
沈彳			The state of the s	等原第		
機關/單位	職稱	簽 名	職稱	簽 名		
交通部	技正	新震影				

			移長	降旅原		
公路總局			ままる	专的重		
	副难习	青级地	李工学司	土		
	Emplo	外诸水	段景	著模株		
	羧夷	表显化	工程展	電蛇飛		
桃園機場股份有限公司	副雙個門	过程				
	科長	好意实				
	工程的	周正禄				
		\				
內政部	可工艺习	淡喜欢	_			
	约翰研究	蒸点化	今陈和	为加线		

機關/單位	職稱	簽 名	職稱	簽 名
法務部	主性檢察官	魯遊遙		
臺北市政府	\$ \$ To 13	走老院		
		15		
	1		4	
新北市政府	高/绝~秋引	稳至中		
	割總本部	稳至中		
	(, ,)	1 40 0 (3/3		
桃園市政府	清亮	楊俊大		
	10-0-	J.o. [A-		
臺中市政府	*			
	邻至	बिन्दि १२ १२ १		
		()		
臺南市政府	絕珠司	平雅尔	12%	Mar &
	123		51738	MAR
		i,	100 121	20 MAIN IN
高雄市政府	绝现面	34.73A	超 2 4 2 5)	到强烈
	科長	213.00		
	1		工	3年4
工程會/技術處	绿板	海	我正	李玄致
工程管理處	處長	何备幽	研究員	
	科長	PRZ	技正	孝碩序