

精進瀝青混凝土路面坑洞修護工法之探討

邱俊仁¹, 郭來松²

¹健行科技大學土木工程系(空間資訊與防災科技)研究所碩士班, ²健行科技大學土木工程系副教授

摘要

隨著地球暖化及氣候變遷越來越異常, 極端的天氣型態在台灣本島也越來越容易出現, 因此在連續雨天或強降雨過後的道路上, 常常產生單獨性或連續性坑洞的發生。但礙於政府機關經費關係及施工時間限制, 無法頻繁進行大面積修復, 因此必須經常性仰賴臨時路面坑洞維修及修補作業, 以避免破壞程度繼續擴大進而影響道路服務品質與使用年限。依據著以往的道路坑洞修補經驗, 多採用人工作業搭配常溫瀝青混凝土(俗稱冷包)進行臨時性修補, 雖然可於短時間內快速將坑洞修補完成, 但修補後之耐久性不佳, 有時需重覆性作業, 也因此造成民眾詬病原因之一。本研究目的透過了解瀝青路面坑洞的產生情形, 比較傳統道路坑洞養護的流程與之全生命週期來進行探討可能的修正方向, 如利用「加熱型鋪面維護車」, 並由成效分析提供瀝青路面坑洞熱再生修補方式之適用性及耐久性, 以期有效降低同一地點之坑洞重覆修補頻率, 為傳統式坑洞修補提供另一種施工選擇。

關鍵詞: 瀝青混凝土、坑洞維護、熱再生修補

一、前言

台灣常見的道路, 多是利用瀝青混凝土鋪設。其鋪設, 有以下步驟: 1. 確保路面符合鋪設條件 2. 攪拌瀝青混合料 3. 鋪設瀝青 4. 夯實路面 5. 冷卻凝固。比起傳統的水泥路面, 用路人在行駛的過程中, 除了較為舒適之外, 另也降低了許多噪音。但其維護的成本往往受到氣候、交通荷載, 以及是否有人為因素所影響。例如, 過重的車輛和過度頻繁的交通負荷會導致道路表面的變形和損壞, 進而形成坑洞。另外, 在雨季旺盛的季節裡, 道路上的水分容易滲入路面下方, 進而削弱路面的支撐力, 從而加速坑洞的形成。不當的材料和不好的施工品質, 或道路表面的瀝青層厚度設計不足, 或者與基礎層接觸不良, 也可能導致道路表面的損壞和變形(廖敏志, 2015), 最後一些不當的使用方式, 例如吊車作業, 強加負荷於地面的行為可能會導致道路表面的損壞和變形, 進而形成坑洞。當坑洞產生之後, 主管機關往往視視坑洞情形, 來決定以何種方式進行道路修補。

以現況而言, 有許多的坑洞, 得以透過工程巡迴車巡視或民眾的舉報, 工程團隊主動或者由道路主管機關通報給維護團隊進行修補。而大部分的修補, 往往無法立即進行大面積剷除加鋪改善, 所以將改為機動性的道路坑洞修補, 因此修補工程就顯得格外重要。本研究提高精進瀝青混凝土路面坑洞修護工法, 選擇最適合的修復和維護措施, 進而提高路面的安全性和使用壽命, 維護交通運輸的正常行。

二、文獻回顧

在台灣一般的道路坑洞修補, 對於路面輕微損壞多採用人工作業搭配常溫瀝青混凝土修補包(Cold-mix asphalt, CMA)(俗稱冷包), 進行坑洞修補。常溫瀝青混凝土, 是一種很普遍且易取得的材料, 通過與骨材混合而產生出乳化瀝青或油溶瀝青, 從而減少了使用熱拌瀝青混合物的需求(楊宗翰, 2017)。其優點為不需加熱即可快速修補坑洞, 工作性方便且可於短時間內快速將坑洞修補完成, 避免造成因坑洞所造成的行車人員傷害或其汽機車毀損。但由於冷包修補作業, 其材料修補耐久性不佳, 有時需重覆性作業, 也因此造成有「勞民傷財」之現象。

本研究將探討, 提供一種結合機動性高、耐久性強、再生循環之瀝青路面坑洞修補機制, 以加熱瀝青取代傳統作業的可行性, 能迅速修補、減少交通危害及提高耐用性之方法來改善傳統修補作業之缺點。透由一部創新的瀝青加熱車, 比較其與傳統鋪設的作業時間, 所需人力, 坑洞維護的材料利用, 面積大小, 與平整性影響用路人安全, 與施工人員安全情形作比較, 以其為未來坑洞修補的工程提供一個可行的方法。

瀝青鋪設, 是指在道路基層上進行瀝青混凝土面層的鋪設。瀝青混凝土是一種以瀝青為黏合劑、混合骨料、礦粉、填料等材料, 經混合、塑性加工後製成的混凝土材料(公共工程委員會, 109)。

隨著經年累月使用, 綜合多項原因會引起路面坑洞產生, 瀝青面層經過長時間使用和風吹日曬, 會出現老化現象, 瀝青面層變得硬化和脆弱, 容易出現開裂和坑洞(交通部, 78)。

針對瀝青混凝土鋪面出現損壞因素, 進而修復方式有以下幾種方式(徐春祥, 1993):

(1) 一般坑洞修補

如果發現路面有坑洞, 應儘快進行緊急修補, 以避免造成更大的安全隱患和交通阻塞。以下是一些常見的路面坑洞緊急修補方法:

1. 冷補材料: 使用一般常溫瀝青混凝土的冷補材料填充坑洞, 可以快速修補路面。
2. 熱補材料: 熱補材料是一種更耐用的修復方式, 需要使用專門的設備和機器將材料加熱至高溫, 然後再將其倒入坑洞中填充。

(2) 區塊修補

當道路裂縫或坑洞破壞面積較大時, 但瀝青路面經過修補後還能保持完整的區域, 將以區塊修補方式進行局部修補(中華民國交通部公路總局, 瀝青混凝土路面維護手冊, 2018; 中華民國交通部公路總局, 瀝青混凝土路面維護技術規範, 2018)。

相較於上述修補方式, 區塊修補(圖1)通常適用於面積小於10m*10m的破壞處。而對於較大的破壞或者需要更廣泛修復的路面, 則需要透過全路幅剷除加鋪。

(3) 全路幅剷除加鋪

全路幅剷除加鋪, 通常用於對老化、龜裂、變形、破損等瀝青混凝土路面進行修補(圖2)。其操作流程如下:

1. 剷除瀝青混凝土路面5公分左右的厚度表層。
2. 檢查路基、基層及下層的狀況, 若有破損或變形, 需進行修補或路基改善。
3. 在路面表層上進行加鋪處理, 使用瀝青混合料進行鋪設5公分左右, 然後進行壓實。

上述流程的厚度也會因為路段需要而有所調整。使用全路幅剷除加鋪的施工過程, 由於全路幅剷除加鋪需要進行大規模的路面剷除和加鋪, 所以操作成本相對較高, 且需要進行嚴格的交通管制和安排, 但優點是可以大幅提高路面的平整度和平滑度, 延長路面使用壽命。(中華民國交通部公路總局, 全幅剷除重鋪修補技術手冊, 2017)(中華民國交通部公路總局, 瀝青混凝土路面全幅剷除加鋪施工技術規範, 2017)



圖1 區塊修補實例



圖2 全路幅剷除加鋪實例

三、路面損壞坑洞樣態

一般瀝青混凝土鋪面常見的坑洞樣態如下:

1. 沉降坑洞: 當地面下的土壤不均勻或者遭受破壞時, 瀝青路面可能會出現沉降坑洞。這種坑洞通常是深度較大且形狀不規則, 且坑洞周圍可能會有一些裂縫。
2. 車輪壓痕坑洞: 長時間遭受重型車輛行駛的路段容易出現車輪壓痕坑洞, 這些坑洞通常呈現圓形或長條形, 大小和深度不一。
3. 熱裂縫: 當瀝青路面暴露在高溫下時, 它可能會膨脹和收縮, 從而形成熱裂縫。這種坑洞通常呈現細長的形狀, 從路面的中央向兩側延伸。
4. 龜裂: 當路面上的瀝青老化或遭受過度曝曬時, 可能會產生龜裂。這種坑洞呈現網狀的形狀, 由許多細小的龜裂組成, 周圍可能有一些小凸起。
5. 擠壓變形坑洞: 當瀝青路面遭受高強度的壓力時, 可能會發生變形。這種坑洞呈現不規則的形狀, 通常有一些凹陷和凸起。

四、路面維護方式

為了保持路面的平整和安全, 需要定期進行路面坑洞的維護, 在道路巡查人員發現坑洞後, 一般瀝青瀝青混凝土路面坑洞修補流程。(圖3)

1. 緊急坑洞修補(一般常溫瀝青混凝土)(圖4)



(圖3) 一般坑洞修補流程



圖4 緊急坑洞修補實例

2. 加熱型鋪面維護車

由於瀝青特性, 需高溫加熱後冷卻並以夯壓能製作較高品質且較好維護的路面, 但以現況的冷包鋪設較難達到上述效果, 在進行本計畫時, 特別開發研製一輛「加熱型鋪面維護車」(圖5), 各部位結構以模組化機件組成後(圖6), 裝載於小貨車。結合載運常溫瀝青與加熱設備於一車; 加熱車鋪設修補的要件適合應用在小面積修補, 加熱模組修補面積為60公分*60公分(圖7)。經過比較傳統坑洞修補方法與「加熱型鋪面維護車」所修補坑洞的方法, 可快速瞭解傳統修補及加熱修補方式所影響的維護現況。



圖5 加熱型鋪面維護車

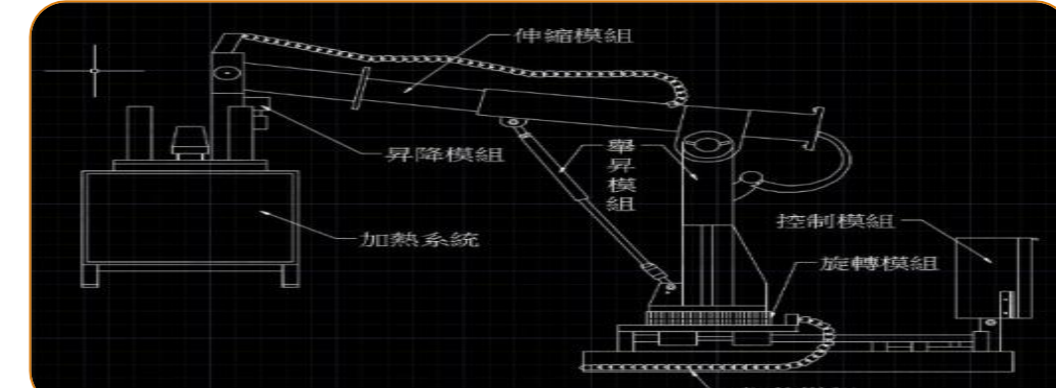


圖6 模組化機件組成

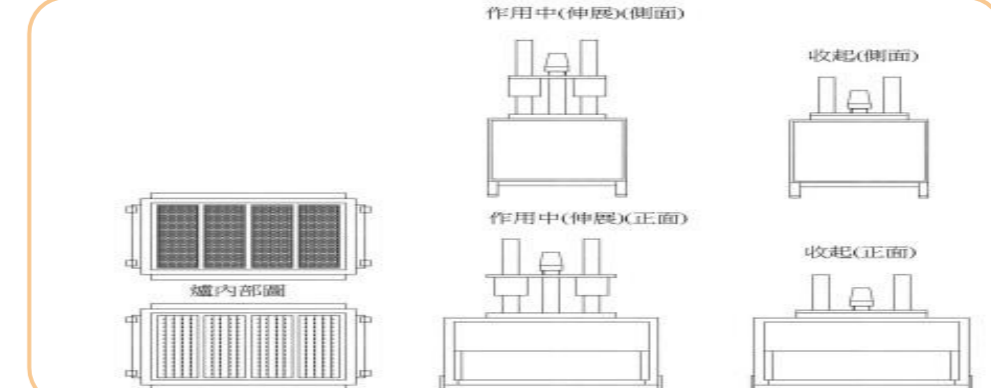


圖7 加熱修補面積為60公分*60公分

加熱型鋪面維護車配置駕駛員及技工人員, 車輛抵達路面坑洞現場, 交維布置後, 施工時間約為15分鐘作業時間, 不僅節省人力, 更提高坑洞修復持久性, 進而延長路面使用年限。以下為加熱型鋪面維護車緊急坑洞修補流程(圖8)(圖9)。



圖8 加熱型鋪面維護車施工工程流程



圖9 加熱型鋪面維護車施工工程

加熱型鋪面維護車與一般冷料修補方式比較: 以111年4月6日桃園市蘆竹區西溪路231巷為例。(圖10)經過每月持續拍照記錄, 半年過後, 觀察結果顯示: 加熱型鋪面維護車熱修補坑洞的沉陷結果與傳統常溫瀝青修補沉陷深度相差1.5公分。(圖11)



圖10 傳統式坑洞修補方式比較

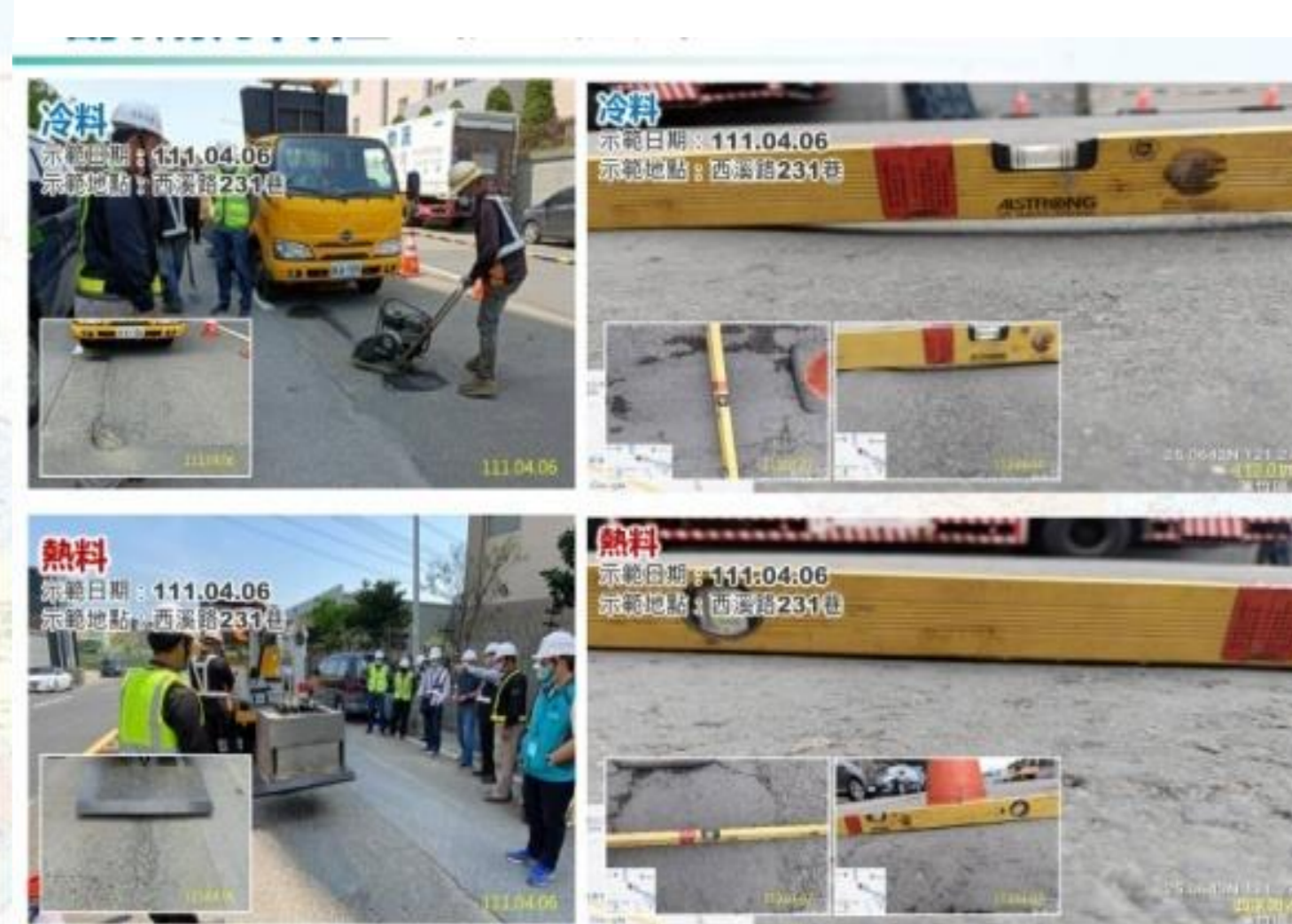


圖11 坑洞修補沉陷深度比較

加熱型鋪面維護車應用, 其耐久性、經濟效益、提高路面使用年限、有效降低損壞坑洞周圍路面繼續破壞。以下為一般路面維護方式所需人力、施工時間、機具設備、成本等比較分析:

路面維護方式比較表

所需人力	加熱型鋪面維護車	區塊修補	緊急修補
	2人	至少3人 (含操作機具設備人員)	2人
機具機噐及設備	加熱型鋪面維護車*1輛	小剷除機*2台 壓土機*1台 膠輪碾壓機*1台 震動壓路機*1台	引擎式夯壓機*1
費用(預算)	427.5元/m ²	641.3元/m ²	331.5元/m ²
施工時間	約 15-20 分鐘	約 40-45 分鐘	約 10 分鐘
施工面積	0.6m*0.6m	較無限制	僅適合填補 小面積坑洞
施工時對交通之影響	僅車道封鎖	有大面積封鎖 需大面積佈設	較小
修補後持久性	較佳	較佳	較差

表1 路面維護方式比較分析表

五、結論與建議

相較於一般道路修補的流程與工法, 加熱型鋪面維護車之自動化加熱系統可產生下列之改善:

1. 路面坑洞修補樣態:

使用加熱型鋪面維護車進行瀝青路面坑洞修補之工法, 除具有較高之機動性外, 亦具有瀝青粒料循環再利用之優點, 並搭配直覺式的操作面板, 讓施工機具操作更容易上手。在一般路基性質尚屬良好之瀝青表面坑洞, 完成一個循環的修補作業時間大約僅需15-20分鐘即可恢復通車, 且因修補工法係以熱接方式進行, 在新舊路面銜接處之黏結可以較為緊密, 修補後品質可更加穩定及耐用。

2. 加熱型鋪面維護車的運用

加熱型鋪面維護車可以運用在修復坑洞、修補路面裂縫、維護瀝青舊路面等方面發揮重要作用。其工作原理是將瀝青路面就地進行加熱, 使其達到需要的軟化溫度後, 配合人工作業重新進行把鬆、瀝青粒料拌合、夯實後, 復舊原有之路面。除可提高坑洞修復效率, 同時也能減少施工過程中的噪音和空氣污染等負面影響。

3. 安全維護

加熱型鋪面維護車同時搭載LED電子節能警示85吋顯示螢幕、蜂鳴提示器、施工爆閃警示燈, 有別於傳統交通維護耗時。在修補瀝青路面坑洞同時, 提高施工人員現場作業安全。

4. 提升路面修復品質與安全

加熱型鋪面維護車完成修補之坑洞以長期來看, 可以延長修補後的使用期限, 能保障與提升用路人的安全。

綜合上述, 運用加熱型鋪面維護車之自動化加熱系統, 再配合人工進行把鬆、瀝青粒料拌合、夯實之施工作業程序, 即可迅速完成修復較為常見之瀝青路面坑洞型態, 可改善傳統修補方式所造成之缺點(如: 耗工耗時、耐久週期短、夯實不均勻)等情形, 進而降低道路維護成本與提升用路人的安全。

六、參考文獻

- 徐春祥. (1993). 市區柔性路面修補方式之研究.
- 廖敏志. (2015). 瀝青鋪面坑洞生成機制與冷拌瀝青修補材料工程性質評估.
- 劉家銘. (2017). 道路鋪面材料及養護新思維.
- 交通部. (78). 交通技術標準規範公路類公路工程第一 公路養護手冊.
- 公共工程委員會. (109). 瀝青混凝土路面施工及檢驗標準.
- 桃園市政府道路維護計畫. (112). Retrieved from 施政計畫: https://www.tycg.gov.tw/ch/home.jsp?id=10473&parentpath=0,10406&mcustomize=policy_list.jsp&qclass=201205290004
- 中華民國交通部公路總局. (2017). 全幅剷除重鋪修補技術手冊.
- 中華民國交通部公路總局. (2017). 瀝青混凝土路面全幅剷除加鋪施工技術規範.
- 中華民國交通部公路總局. (2018). 瀝青混凝土路面維護手冊.
- 中華民國交通部公路總局. (2018). 瀝青混凝土路面維護技術規範.
- 林志鍊, 蕭至雄, 溫明遠, 邱萬成. (2022). 加熱型鋪面維護車.



健行科技大學

Department of civil Engineering, Chien Hsin University of Science and Technology

2023

土木工程與防災研討會

