

透水性鋪面養護工法 參考手冊

委託單位：內政部營建署

執行單位：國立台北科技大學

中華民國九十八年十一月

目錄

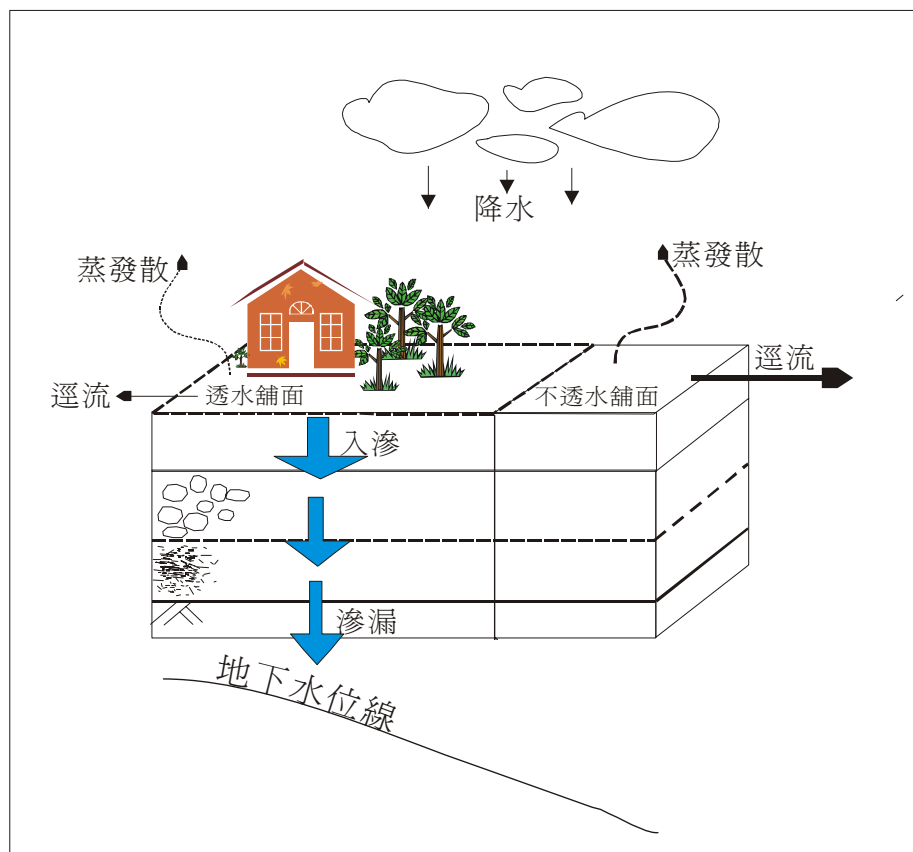
目錄	1
壹、透水性鋪面介紹	2
貳、透水性鋪面種類	4
參、透水性鋪面養護工法	5
植草磚與透水磚	6
JW 工法	10
透水性瀝青混凝土	12
透水性水泥混凝土	14
透水性能檢測	16
肆、參考文獻	18

壹、透水性鋪面介紹

透水性鋪面係將透水性良好、孔隙率高之材料運用於面層與基底層，使雨水通過人工鋪築之多孔性鋪面，直接滲入路基土壤，而具有讓水還原於地下之性能。

當鋪面鋪設不透水層，則入滲、截流與窪蓄將直接轉為逕流量，暴雨發生時地表逕流迅速匯集造成較大之尖峰逕流量。台灣都會區高比例不透水性鋪面現象至為明顯，為恢復都市水環境之水文循環，需改善都市鋪面狀況，使鋪面「透水化」、「保水化」。透水性鋪面具有下列各方面效益：

- 改善植物、生物地下生長狀態，維持生態系成長；
- 減少地表逕流，降低都市河川洪患；
- 減輕排水管負擔，減少採用路面排水設施；
- 涵養地下水，有助水資源永續經營；
- 增加路面摩擦力，增加行車安全；
- 減輕因日光漫射造成的目眩。



透水性鋪面與不透水性鋪面之水循環比較圖

貳、透水性鋪面種類

國內目前相關透水鋪面設計，有強調排水的多孔隙瀝青混凝土鋪面工法、應用於中低承載之透水混凝土鋪面工法、運用在人行道或公園廣場塊狀或鏤空鋪面及國人自行研發之透水鋪面工法等，如下所示。



透水性瀝青混凝土



透水性混凝土



非連續拼接鋪面



鏤空鋪面



環保透水透氣混凝土鋪面



高壓預鑄透水磚

國內常用之透水性鋪面種類

參、透水性鋪面養護工法

透水性鋪面在完工及開放使用後，經歷交通載重負荷，加以氣候因素及周圍環境影響，造成鋪面各結構層損壞，使鋪面服務績效隨時間遞減，此雖屬正常情況，但若適時實行養護作業，不僅鋪面可維持一定服務水準且能延長使用壽命。

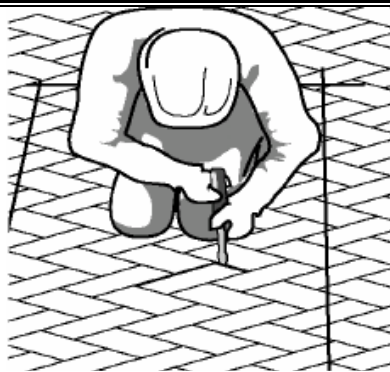
本研究參考美國加州暴雨最佳管理手冊(California Stormwater BMP)及公共工程會施工綱要第02794章透水性鋪面之維護基準，研擬透水性鋪面維護時機。其時機應包含：使用年限、孔隙率、當地環境情形及排水問題。

透水性鋪面養護時機

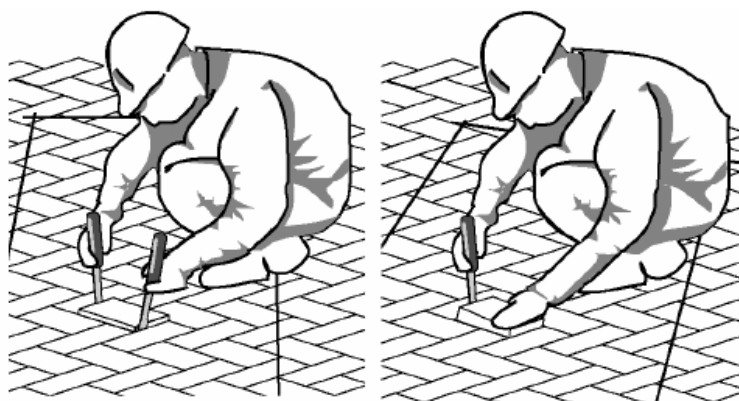
維護時機	維護時間
細砂阻塞 預防砂土阻塞鋪面 與寄來臨時，檢查透水性	不定時
使用真空吸塵機清掃鋪面，其使用時機： 冬季過後(四月) 夏季中間(七、八月) 秋季落葉掉落(11月)	每四個月
檢查排水口(排水性鋪面)	每年
日常清掃無法使透水性能恢復時 鋪面因水壓力導致鋪面上舉而破壞 面層因重車關係破壞、變形	大型維護(15-20年)

資料來源：California Stormwater BMP Handbook New Development and Redevelopment，2003

型式	植草磚與透水磚
介紹	<p>此類型磚類在台灣應用最廣，屬非連續拼接鋪面，在鋪面與鋪面間有間隙(接縫寬度範圍約 20~25mm)可填入砂，此型式鋪面可承受較大載重，可用於中承載。而植草磚則直接提供植被生長環境，使人車行走於磚上，而不至於造成植被壞死。</p>
養護工法	<p>1. 維修區域之劃分</p> <p>透水磚鋪面維修前，需先針對維修區域進行劃分。範圍可分為：預計挖除區域以及挖除延伸區域。由於挖除時，恐影響其餘支撐良好之透水磚區域，因此挖除時，需向外延伸 2 個磚塊長度之區域，如此可保護其餘區域之砂床 (bedding sand) 以及基底層。</p> <div data-bbox="566 1008 1204 1467" data-label="Image"> <p style="text-align: center;">標定維修區域</p> </div> <p>2. 首塊透水磚移除</p> <p>劃分確定維修區域後，即可將首塊透水磚移除。移除方法：先利用小螺絲起子或是刮刀，清除第一塊移除透水磚之接縫砂 (joint sand)。接縫砂清除後，即可利用大螺絲起子將首塊透水磚移除。</p>



接縫砂之清除



首塊透水磚之移除

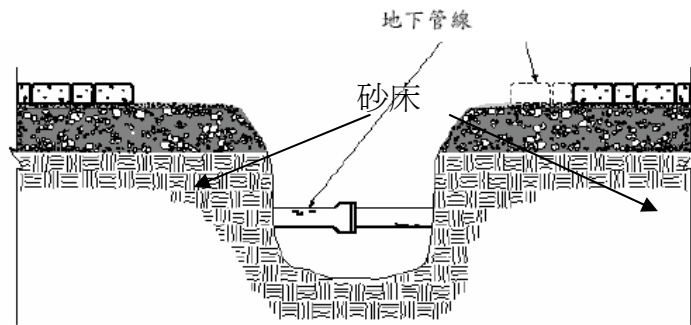
3. 其餘透水磚移除

首塊透水磚移除後，其餘透水磚因喪失旁邊之支撐能力，可輕易移除。為快速移除透水磚，可利用振動方式使旁邊之透水磚之互鎖（interlock）效應降低。若為大範圍之透水磚鋪面移除，亦有專用之移除機械可供使用，一次移除 1 m² 面積，加速移除維修之透水磚。

4. 砂結層、基底層材料之移除

透水磚移除完畢後，下一層即為砂床。移除前需先將其砂床的砂耙鬆，才可移除。移除的砂可再使用，惟應注意砂中有混合到其餘材料，則不可再使用。移除的砂再使用時，應先將其完全耙鬆方可再使用。挖除砂床時，應注意挖除範圍需距離良好透水鋪面最少 15~30 cm，以確保其餘透水鋪面之砂床保持不被擾動且穩定之狀態。若底層材料需進行移除，可利用挖土機或是人工方式進行挖除，其挖除範圍亦如同砂床砂之範

圍，最少須距良好透水磚鋪面最少 15~30 cm。當砂床與底層完全移除後，形成 T 型斷面。



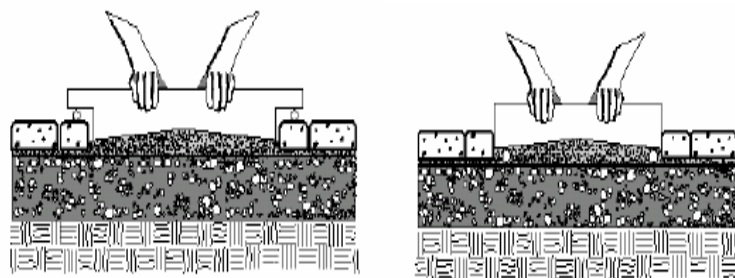
T 型斷面示意圖

5. 基底層材料回填

可利用低強度高控制性材料進行填補。

6. 黏結層回填

黏結層回填時，材料應為乾淨、未混合其餘材料的砂。回填時應先以木板對鋪設的砂進行鏟平，其填補處邊緣最低高度應高於原先路床最少 7mm，中央高度最少應高於原先路床 13mm。鏟平過後即可對路床進行夯實，在夯實過後填補處邊緣最低高度應高於原先路床最少 2mm，中央高度最少應高於原先路床 5mm。如此可確保透水磚填補後不至因為砂床厚度不足而產生磚塊翹起、鬆動，導致次破壞之情況發生。



黏結層回填砂鏟平方法示意圖

7. 透水磚填補與接縫砂回填

砂床回填後，即可進行透水磚填補。依原來透水磚之排列方式，逐一填補。填補完成後，在接縫處回填接縫砂 (joint

sand)，確定其接縫亦保持原始設計間距相同，且利用夯實機以最小 5000 lbf (22 KN) 之力量進行震動夯實，確保透水磚以及接縫砂可牢固於砂床之上，與相接之透水磚產生互鎖效應。透水磚鋪設完成後，以三米直規量測與原始透水磚鋪面之高低差，確保其平整度。如此即可完成透水磚鋪面維修。



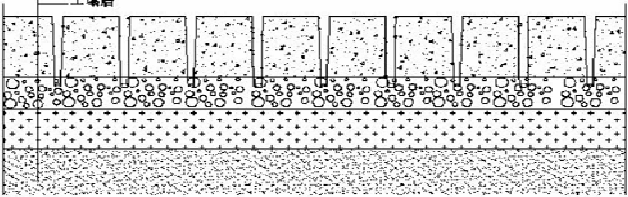
透水磚鋪面接縫調整




透水磚鋪面面層夯實

參考規範

維修步驟採用美國連鎖磚鋪面協會及 InterPave 設計手冊。

型式	JW 工法
介紹	<p>JW 工法之結構性透水鋪面，與一般透水性鋪面不同，其承載力與一般剛性路面相同，可應用於車道、人行道、停車場及廣場等，可避免一般透水鋪面孔隙阻塞問題，但因造價貴，國內甚少使用。JW 工法之透水係憑藉表面透氣透水孔，由於面層為剛性路面，所以施工及設計得當，只需 3-5 年小型檢查或養護維修，其抗壓強度強、耐磨性高、抗滑性高，惟其缺點為表面顏色樣式易褪色，建議 2-3 年重新上色。</p>
養護工法	<p>1. 輕微阻塞</p> <p>先以吸塵器或洗街車進行導水管空孔及鋪面吸塵清理，再進行鋪面沖水清理，若有部分導水管空孔無法使用吸塵器清理，可配合尖形通孔棒或長型螺絲起子通孔清理。</p> <p>2. 中度阻塞</p> <p>先用尖形通孔棒或長型螺絲起子通孔清理，再以吸塵器或洗街車進行導水管空孔及鋪面吸塵清理碎屑，最後以水柱或高壓水柱進行鋪面沖洗清理。</p> <p>3. 嚴重阻塞</p> <p>先以電鑽或其他鑽孔器具鑽碎阻塞物通孔，再以吸塵器或洗街車進行導水管空孔及鋪面吸塵清理碎屑，最後以水柱或高壓水柱進行鋪面沖洗清理。</p> <div data-bbox="539 1615 1225 1966"> <p>透明封面養護劑每m^2/0.2kg 彩色硬化色料每m^2/4kg(A：骨料含天然鑽石砂30%，鑽石砂硬度7度以上，顆粒直徑1mm以上)，依CNS抗壓須達450kgf/cm^2以上。 3000PSI以上鋼料混凝土，每立方加1kg防裂纖維絲。 環保透水透氣空調節管網(724mmx724mmx150mm/H)。 直徑ϕ20mm~40mm 卵石厚度150mm 高低差20mm以內(主透水透氣空調節)。 緩衝層150mm 夯實整平(剛無水透層)。 土壤層</p>  </div>

	<p data-bbox="730 226 1031 264">JW 工法結構示意圖</p>  <p data-bbox="783 741 994 779">高壓水柱沖洗</p>
<p data-bbox="252 869 397 907">參考規範</p>	<p data-bbox="421 831 453 869">無</p>

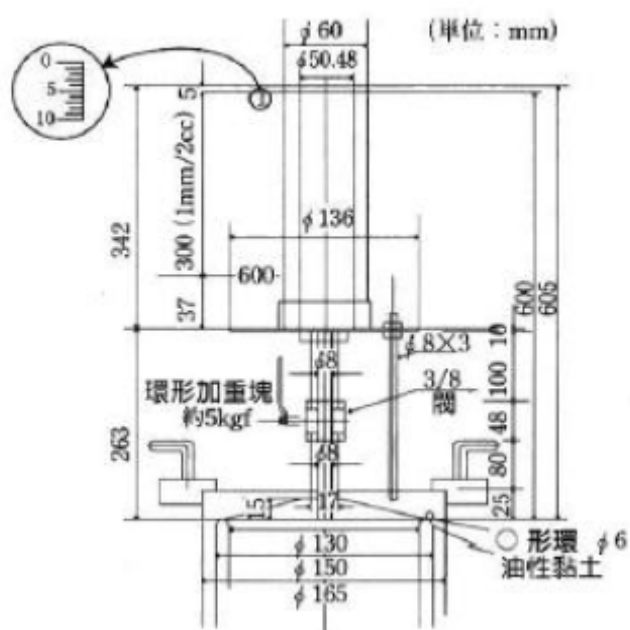
型式	透水性瀝青混凝土
介紹	<p>透水瀝青混凝土鋪面強度低於傳統瀝青或水泥鋪面，因此適用於輕交通量及低承載路面，如人行道、停車場或廣場等，此外，為考量透水成效，避免孔隙阻塞，鋪面應避免設於滲透係數低之土層(如粘土層)地區。</p>
養護工法	<p>1.加鋪</p> <p>能確實恢復機能，但因路面變高，必須調整排水設施及交通安全設施的高度。</p> <p>2.刨除加鋪</p> <p>能確實恢復機能，路面高度保持不變。刨除面下層如為透水性瀝青混凝土路面，可能因刨除而產生的破碎粉末，而引起塞孔現象。另外，由於其為開放級配混合料，刨除面下方之粗粒料容易鬆散，而對路面體之耐久性產生不良影響。同時，很難保證排水基面維持同樣的排水坡度。</p> <p>3.路面表層再生工法</p> <p>係將原有路面加熱並攪開混合料，攪開面下層的粗粒料比較不會鬆散，路面高度也幾乎保持不變。但因事先調查及配合設計相當繁雜，且改質瀝青是否能再生也是未解決問題。</p> <div data-bbox="558 1523 1197 1859"> <p>面層 密級配瀝青混凝土IV-C 粘結層 乳化瀝青SS-1 底層 粗級配瀝青混凝土III-cl 基層 中級油瀝青MC-70</p> <p>與路面之接合處須切平整</p> <p>碎石級配分層層壓實，壓實度>90% 原土壓實，壓實度>90%</p> </div> <p>透水性瀝青混凝土結構斷面圖</p>

參考規範	日本道路協會-透水性鋪裝技術指針 行政院公共工程委員會-公共工程施工綱要 交通部-公路養護手冊 內政部營建署-市區道路鋪面養護手冊
-------------	--

型式	透水性水泥混凝土
介紹	<p>透水性水泥混凝土又稱無細粒料混凝土，定義為由均勻級配之粗粒料、微量或無細粒料、且無足量之水泥砂漿之混凝土材料。其藉由粗粒料表面的水泥砂漿體，使粒料表面接觸互相固結而發揮強度，同時形成多孔隙的結構體，提供透水功能。透水性水泥混凝土為增加透水性而犧牲強度，因此無法承受太大的載重，一般適合使用於載重較小區域，如人行道、停車場或行人廣場等。</p>
養護工法	<p>1.局部打除重作</p> <p>當鋪面裂縫已達重級裂縫以上時，宜採用部分鋪面局部打除重作工法改善。本工法是將部分鋪面移除後在現場澆置水泥混凝土予以更新。其施工順序如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1)鋸割鋪面與路肩之接縫或鋪面之縱向接縫及橫向接縫。 (2)移除原有損壞之鋪面與不良之底層材料。 (3)重新夯壓基層及底層，必要時需增加鋪面厚度。 <p>2.翻修</p> <p>若混凝土鋪面損壞甚劇，無法維持鋪面之正常功能時應即翻修。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1)翻修厚度之設計，依各種常用或規定之方法設計。 (2)施工時應注意下列事項： <ol style="list-style-type: none"> A.打除水泥混凝土鋪面版，原則上應以一整塊版為最小單位。 B.挖除路基之基底層時應注意不可擾動鄰近土壤。如用機械開挖時，距開挖線處應改由人工開挖。 C.基底層應確實壓實，角隅或邊緣處應以夯壓機或搗固

	<p>機等壓實。</p> <p>D.重新澆置水泥混凝土鋪面時，其接縫間隔依規定設計。</p> <p>E.澆置水泥混凝土時與原有路邊結構物之縱向縫隙間應加以隔離。</p> <p>F.水泥混凝土之品質要求，按相關之施工規範辦理。</p> <div data-bbox="547 674 1287 1070" data-label="Diagram"> <p>透水性水泥混凝土結構斷面圖</p> </div>
<p>參考規範</p>	<p>日本道路協會-透水性鋪裝技術指針</p> <p>行政院公共工程委員會-公共工程施工綱要</p> <p>交通部-公路養護手冊</p> <p>內政部營建署-市區道路鋪面養護手冊</p>

項目	透水性性能檢測
介紹	<p>透水性鋪面經過一段時間，除因結構上破壞外，常因道路上砂土、塵埃阻塞孔隙，造成透水性鋪面之透水性性能降低，故養護工作完成後，則須進行現地透水試驗，以維持透水性鋪面之透水性性能。</p>
檢測儀器	<p>1.設備</p> <p>(1)現場透水試驗儀，包括內徑約 5cm，高約 34cm，可承接 400ml 以上水量之亞克力製透明量筒、5kg 重環狀加重塊，內徑 0.8cm 之導水銅管，6in.φ 止水套環。</p> <p>(2)其他設備：油性黏土、碼錶等。</p> <p>2.步驟</p> <p>(1)清除鋪面上雜物。</p> <p>(2)將搓成直徑約 1cm 之環狀油性黏土貼在儀器底鈑下，接著將透水儀壓在試驗位置，底鈑上放置環形重塊。</p> <p>(3)圓筒內加水至筒內水量超過 400ml 水位記號 X1。</p> <p>(4)打開閥門，用碼錶量測圓筒內水位自 X1 降至 100ml 水位 X2 之時間。</p> <p>(5)重複三次，每次測量時間間隔 1 分鐘。</p> <p>2.現地透水試驗步驟</p> <p>3.計算</p> <p style="text-align: center;">透水量(ml/15sec)=(400ml/T)*15</p> <p>式中： T=筒內水位從 X₁ 降至 X₂ 的經過時間(秒)</p>



現場透水試驗儀示意圖

參考規範

日本道路協會-鋪裝試驗法便覽

肆、參考文獻

- [1] 鄭光炎，市區道路及其附屬設施技術研發計畫期末報告(1/4)，內政部營建署(2006)。
- [2] 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊，台北：內政部建築研究所，2003。
- [3] 公共工程委員會，公共工程施工綱要，公共工程委員會，(2007)。
- [4] 交通部公路養護手冊(2003)。
- [5] 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊，：內政部建築研究所(2003)。
- [6] 內政部營建署，市區道路鋪面養護管理作業手冊，內政部營建署，(2009)。
- [7] 內政部營建署，市區道路鋪面養護作業手冊，內政部營建署，(2008)。
- [8] 葉銘欽，透水性鋪面專家諮詢系統建置之研究，碩士論文，國立中央大學土木研究所(2006)。
- [9] 黃博仁，排水性瀝青混合料鋪面試驗路段之成效評估，碩士論文，中央大學土木工程研究所，桃園，2001。
- [10] 王建智，透水性鋪面入滲成效評估之研究，碩士論文國立台北科技大學土木與防災研究所，台北，2003。
- [11] 鈴木・茂，雨水流出抑制設施「雨水浸透・雨水貯留」，日本：(財)下水道新技術推進機構，2003。
- [12] 廖朝軒，都市生態貯留水循環技術之研究，內政部建築研究所，2002
- [13] 中華鋪面工程學會，柔性鋪面維護及補強技術之研究(1/2)期末報告，交通部運輸研究所(2009)。
- [14] 中華鋪面工程學會，剛性鋪面維護及補強技術之研究(1/2)期末報告，交通部運輸研究所(2009)。
- [15] 日本道路協會，鋪裝試驗法便覽，1996。
- [16] 日本道路協會，排水性鋪裝技術指針(案)，2002。
- [17] 日本道路協會，透水性鋪裝技術，2007。

- [18] AASHTO, AASHTO Maintenance Manual for Roadways and Bridges, (2007)。
- [19] ASTM D5340-98, Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, ASTM, (1998)。
- [20] SHRP, Materials and Procedures for Repair of Potholes in Asphalt-Surfaced Pavements, (1997)。
- [21] AASHTO, AASHTO Guide For Design of Pavement Structures, Washington, D.C., (1998)。
- [22] ACPA, Joint and Crack Sealing and Repair for Concrete Pavements, Concrete Paving Technology, American Concrete Pavement Association, (1993)。
- [23] ASTM, Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys, American Society for Testing and Materials, ASTM D 6433-99, (1999)。