

第 02794 章

透水性鋪面之一般要求

1. 通則

1.1 本章概要

1.1.1 透水性鋪面係能使雨水通過人工鋪築之多孔隙鋪面直接滲入路基，而具有使水還原於地下者，可減輕排水道負擔及延緩洪峰流量，並可減緩熱島效應，進而達到生態效益。

1.1.2 本章採用透水性鋪面型式為多孔隙瀝青混凝土鋪面、塊狀或鏤空鋪面與透水混凝土鋪面。

1.1.3 透水性鋪面為考量透水成效，避免孔隙阻塞，鋪面應避免設於滲透係數低之土層(如黏土層)及裸露地有大量鬆散砂土等地區。

1.2 工作範圍

人行道、廣場及自行車道之透水性鋪面材料、施工及檢驗等相關規定。

1.3 相關章節

1.3.1 第 01330 章--資料送審

1.3.2 第 01450 章--品質管理

1.3.3 第 02336 章--路基整理

1.3.4 第 02342 章--地工織物

1.3.4 第 02798 章--多孔隙瀝青混凝土鋪面

1.3.5 第 03050 章--混凝土基本材料及施工一般要求

1.3.6 第 03220 章--銲接鋼線網

1.3.7 第 03310 章--結構用混凝土

1.4 相關準則

1.4.1 中華民國國家標準(CNS)

- (1) CNS 485 A3004 粒料取樣法
- (2) CNS 486 A3005 粗細粒料篩析法
- (3) CNS 3299-12 R3071-12 陶瓷面磚試驗法-第 12 部：防滑性試驗法
- (4) CNS 5088 A3087 土壤液性限度試驗、塑性限度試驗及塑性指數決定法
- (5) CNS 6919 G3132 銲接鋼線網及鋼筋網
- (6) CNS 11228 A2183 工程用非織物
- (7) CNS 11777-1 A3252-1 土壤含水量與密度關係試驗法（改良式夯實試驗法）
- (8) CNS 12382 A3280 夯實土樣加州載重比試驗法
- (9) CNS 12611 A2239 陶瓷面磚用接著劑
- (10) CNS 13295 A2255 高壓凝土地磚
- (11) CNS 14995 A2288 透水性凝土地磚

1.4.2 美國材料及試驗協會（ASTM）

- (1) ASTM C936 連鎖磚

1.4.3 目的事業主管機關相關規定

- (1) 經濟部事業廢棄物再利用管理辦法
- (2) 經濟部事業廢棄物再利用種類及管理方式
- (3) 經濟部再生資源再生利用管理辦法
- (4) 經濟部再生利用之再生資源項目及規範
- (5) 環境部垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式

1.5 定義

- 1.5.1 透水性鋪面：能使雨水通過人工鋪築之多孔隙鋪面直接滲入路基，而具有使水還原於地下者，鋪面由下至上為路基、碎石儲水層、透水性底層及透水性面層等部分。

- (1) 路基：由原來土壤構成，土壤性質建議具有良好之透水性，避免設於滲透係數低之土層。
- (2) 碎石儲水層：讓雨水暫時貯集於碎石孔隙間，然後慢慢往土壤內入滲。為防止底層材料及原土層的黏土或灰塵進入，造成孔隙阻塞，儲水層應以不織布包覆，若路基非砂性土壤致土壤透水效果不佳時，碎石儲水層亦可作為路基，避免土壤弱化，造成不均勻沉陷。碎石儲水層非透水鋪面必要結構，可視現場條件施作，在路基土壤之水力傳導係數 $k < 1.0 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 時，建議設置碎石儲水層。
- (3) 透水性底層：能暫時儲存路面之雨水，並將雨水滲透至路基之功能，且能夠維持其結構強度，本章採用混凝土底層、透水混凝土底層及透水性碎石級配底層等三種型式。
 - A. 混凝土底層：採用紙磚模板澆築帶孔洞之混凝土，孔洞內填塞二分石，讓雨水通過孔洞滲透到碎石儲水層。
 - B. 透水混凝土底層：又稱無細粒料混凝土，亦可作為透水性面層使用，藉由配合設計與製程控制使鋪面達到適合之強度、透水性及無材料析離等工程需求，其滲透係數隨含砂量而不同，本規範採用標準為 20°C 之透水係數平均值 $\geq 2.0 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ 。
 - C. 透水性碎石級配底層：具有透水及保水之功能，須考量其保水後之結構強度。
- (4) 透水性面層
採用多孔隙瀝青混凝土、塊狀或鏤空鋪面與透水混凝土面層等。
 - A. 多孔隙瀝青混凝土鋪面：又稱透水性瀝青混凝土鋪面，為具有多孔隙之排水性材料，藉調整級配使粗粒料間之空隙率提高。
 - B. 塊狀或鏤空鋪面：包括連鎖磚鋪面、礫石鋪面及透水磚鋪面，亦可使用透水砂漿配合施工。
 - C. 透水混凝土面層：同透水混凝土底層。

1.6 資料送審

透水性鋪面工程施工於訂約後在規定日期內，廠商應根據契約所訂工期編訂詳細施工計畫及品質計畫，提送工程司核定，施工中並應嚴格控制生產與施工之品質及數量。

1.6.1 品質計畫

1.6.2 施工計畫

1.6.3 廠商資料

- (1) 產品出廠證明文件。
- (2) 產品試驗合格證明文件。
- (3) 產品品質保證書。

1.6.4 材料應提送樣品

- (1) 透水性面層廠商應提送完整樣品各 3 個，以說明製造水準及色澤、質地之變化程度。
- (2) 鋪築契約數量達 300m² 以上或工程司認為必要時，廠商應依工程司之指示，在工地擇一施工面，鋪貼至少 3m×3m 大小之實樣；若人行道寬度未達 3m 時，則依人行道之寬度鋪設至少 9m² 大小之實樣，經工程司核可後，方可繼續施工。

1.6.5 配合設計及試驗報告

- (1) 多孔隙瀝青混凝土應依第 02798 章「多孔隙瀝青混凝土鋪面」2.5.1 款規定，提送多孔隙瀝青混凝土配合設計報告。
- (2) 透水混凝土及透水砂漿應檢附材料配比及財團法人全國認證基金會(TAF)或學術單位檢驗合格之相關檢(試)驗報告。

1.7 品質保證

廠商提供產品成分包含再生資源，應依照本章 1.4.3 款目的事業主管機關相關規定，提送供料或製造廠商之出廠證明文件及保證書正本。

2. 產品

2.1 材料

2.1.1 碎石儲水層

- (1) 碎石由粒徑約 2.54~5.08cm(1~2in)之礫石所構成。
- (2) 不織布為聚乙烯纖維、聚丙烯纖維或聚酯纖維等製成，應符合 CNS 11228 工程用非織物第 I 類規定。

2.1.2 透水性底層

(1) 混凝土底層

A. 紙磚模板：孔洞成型樣式及尺寸應符合以下規定

- (A) 孔洞形狀不拘，如圓形、方形、菱形等皆可。
- (B) 每孔平均面積：0.003~0.013m²。
- (C) 每平方公尺開孔率：7%~20%。
- (D) 每平方公尺開孔數至少 16 孔。

B. 混凝土：混凝土抗壓強度為 210kgf/cm²，應符合第 03050 章「混凝土基本材料及施工一般要求」之相關規定。

C. 銲接鋼線網：應符合第 03220 章「銲接鋼線網」及 CNS 6919 之光面鋼線網類型(WFP)之規定，尺寸採用 $\phi 6\text{mm} \times 15\text{cm} \times 15\text{cm}$ 。

D. 填充砂石：採用粒徑約在 3.5~8mm 左右，填充混凝土預留孔洞。

(2) 透水混凝土底層

A. 水泥應符合第 03050 章 2.1.2 款規定。

B. 粗粒料應為單一級配。如 10~20mm、10~30mm 等，不宜小於 5mm 或大於 40mm。

C. 粗粒料至少須含 90% (重量比) 破碎顆粒，且該破碎顆粒至少須具一個破碎面，

D. 粗粒料之扁平率應小於 15%，粒料含泥量應小於 1%。

E. 透水混凝土抗壓強度及透水係數依契約圖說規定辦理，如未規定

時，抗壓強度為 175kgf/cm^2 ；透水係數為 5 個平均值 $\geq 2 \times 10^{-2}\text{cm/sec}$ 。

F. 透水混凝土 175kgf/cm^2 參考配比：1200kg（三分石）、膠泥（環氧樹脂加水泥）：200kg。

G. 鍍鋅銲接鋼線網：同 2.1.2(1)C. 規定，且符合 CNS 14302 規定鍍鋅附著量 $\geq 245\text{ g/m}^2$ 。

(3) 透水性碎石級配底層

通過 ASTM 40 號篩(孔徑 0.425mm)部分，塑性指數須小於 6，CBR 值 80 以上，級配如表 1。

表 1 透水性碎石級配底層

試驗篩(mm) 名稱	通過重量百分率(%)				
	25	19	13.2	4.7	2.36
碎石級配	100	95~100	60~90	20~50	10~33

2.1.3 透水性面層

(1) 多孔隙瀝青混凝土:除契約圖說另有規定外，應依第 02798 章「多孔隙瀝青混凝土鋪面」規定辦理。

(2) 透水混凝土面層:除契約圖說另有規定外，應符合 2.1.2(2)規定，且最大粒徑不超過 13mm。

(3) 透水性混凝土磚應符合下列規定：

A. 透水地磚係使用水泥、粒料、攪和物、化學添加劑、及其他無機物質添加物為原料，依照適當配比，添加適當之水，拌和均勻，以模壓 (mold press) 或鑄模 (mold casting) 方法成形後，經適當之養護而成。其品質標準與 CNS 14995 相同。

B. 無機物質添加物以使用再生資源或廢棄物為原料時，僅限於焚化再生粒料、廢陶瓷、廢磚瓦、廢玻璃、鋼爐渣中的電弧爐氧化渣或大理石、花崗石、其他石材類下腳料經破碎處理之粒料，但以

無害於透水地磚性能者為限。

- C. 透水地磚若使用廢陶瓷、廢磚瓦及廢玻璃等為添加物，其添加比例，以不超過 25%為上限；若使用鋼爐渣中的電弧爐氧化渣、或大理石、花崗石、其他石材類下腳料經破碎處理之粒料等為添加物，其添加比例，以不超過 50%為上限。
 - D. 使用再生資源或廢棄物時，應符合中央目的事業主管機關之相關再利用規定。
 - E. 透水地磚須製作良好、形狀整齊、稜角方正、無裂痕之機製品。透水地磚底面因透水及排水之功能需求，得有各種不同型式之凹紋，但不得影響透水地磚平穩鋪設。
 - F. 透水地磚之型式、尺寸、顏色依契約圖所示或工程司之指示，其尺度及許可差須符合 CNS 14995 之規定。
 - G. 透水地磚之類型依契約圖說選用辦理，如未規定時，抗壓強度平均值應在 32MPa 以上，且任一試樣測定值不得小於 28MPa，透水係數平均值不得小於 $1 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ 。
- (4) 其他塊狀或鏤空鋪面：符合 CNS 13295 標準、ASTM C936 標準或依契約圖說規定辦理。
- (5) 透水砂漿(透水黏結層) 應符合下列規定：
- A. 拉拔強度試驗：依據 CNS12611 試驗方法，每組(3 個)試體平均值 $\geq 2 \text{kgf/cm}^2$ 以上。
 - B. 透水率試驗：依據 CNS14995 定水頭透水率試驗法原理之定水頭試驗量測，每組(3 個) 試體平均值 $\geq 2 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ 。
 - C. 透水黏結層參考配比：重量比(水泥：七厘石=1：5)、水灰比 0.35 及添加流動化劑。

3. 施工

3.1 前置作業

3.1.1 路基之高程與坡度應符合契約圖說之規定，路基整理應依第 02336 章「路基整理」之規定辦理，且其壓實度應達到依 CNS 11777-1 測定之最大乾密度之 85%以上。

3.1.2 對較不易滲透之路基可用垂直排水孔內填砂以助滲透或以地下排水管收集水並導至滯洪池或過濾池。

3.1.3 依契約圖說規定完成收邊緣石，並以膠帶或塑膠布保護收邊緣石，避免後續施工時污染表面。

3.2 碎石儲水層

3.2.1 依 3.1 節完成前置作業後，在底部鋪設不織布，過程中可利用口型鐵絲或其他方式加以固定，並於側邊預留足夠長度，待碎石儲水層鋪築完成後予以包覆。

3.2.2 不織布搭接應用手提縫紉機以同質料之縫線縫接，或用工程司認可之一般尼龍帶（線）以手工縫接，搭接寬度應在 5cm 以上，如以自然疊接寬度應在 30cm 以上，施工後表面須力求平整，避免有皺折情形。

3.2.3 碎石儲水層厚度依契約圖說規定辦理，如未規定時，厚度採用 30cm，在攤鋪過程中，要注意鋪築之厚度，一層約為 20cm，超過 20cm 時需要分兩層攤鋪，由於碎石孔隙作為儲水層，碎石在攤鋪前應先清洗，完成後應保持碎石儲水層表面清潔，防止被灰塵、泥土及垃圾等污染。

3.3 透水性底層

3.3.1 混凝土底層

(1) 碎石儲水層上方不織布包覆完成後進行紙磚模板鋪排，直至灌漿前紙磚模板應保持乾燥，避免受潮、淋雨或人為破壞。遇雨天或強風等會影響施工品質之天候不得施工。

(2) 將點鉸鋼絲網鋪設於紙磚模板間隙，接續部分重疊至少 20cm。

- (3) 混凝土厚度依契約圖說所示，如未規定時採用厚度 10cm，並間隔 9 公尺於垂直人行方向設置伸縮縫一處，混凝土之澆置應依第 03310 章「結構用混凝土」之相關規定辦理。
- (4) 混凝土初步整平後以震動棒搗實，使混凝土確實填滿紙磚間隙，完成高度需略高於紙磚頂端，注意紙磚頂端混凝土漿不能太厚，否則後續搗破不易。
- (5) 準備適當厚度之木夾板做為澆置混凝土之動線或整平時站立，完成面應以鏟刀整平。
- (6) 混凝土硬化前紙磚模板上方不得直接踩踏以免塌陷，並防止動物侵入破壞表面完整性。混凝土澆築完成後，應灑水養護 7 日以上。
- (7) 紙磚頂端以手工具搗破，並以二分石填充預留孔洞，過程中分次搭配灌水填塞，確保孔洞填滿。

3.3.2 透水混凝土底層

- (1) 澆置前之準備
 - A. 應先清除接觸面之雜物，預埋物應依照設計圖說位置準確定位並妥為固定，澆置時應注意防止預埋物之發生位移。
 - B. 確認碎石儲水層完成面之不織布平整無皺折情形，自然疊接寬度應在 30cm 以上。
 - C. 澆置透水混凝土應於 24 小時前通知工程司。未經工程司同意，不得澆置透水混凝土。
- (2) 因透水混凝土比表面積大，水泥漿較少之故，須特別留意材料的乾燥問題。運搬及澆置之際，從出料至澆置完成應少於 60 分鐘。
- (3) 利用具傾卸功能之車輛運搬過程中，骨材與漿體有分離的可能性，於澆置前應將混凝土攪拌均勻。
- (4) 應以適當之厚度分層連續澆置，並於下層混凝土凝結前澆置上層混凝土，上下層間之澆置間隔時間不超過 45 分鐘，以免形成脆弱面。
- (5) 以挖土機進行夯實時，如同以機械夯實土坡的要領，以挖槽斜面來按壓之。利用振動壓路機進行夯實時，均等的將所定之鋪設厚度攤

平後，進行夯實工作，並分層夯實直到設計厚度為止。

- (6) 在澆置後立即以充分吸水的麻布或帆布覆蓋，防止多孔混凝土表面乾燥，及依施工綱要規範第 03390 章--混凝土養護規定連續養護 7 日以上。

3.3.3 透水性碎石級配底層

- (1) 厚度依契約圖說所示，如未規定時，採用厚度 10cm，因材料之均勻性影響透水性能很大，鋪設時應注意材料是否析離，由目視檢查材料之混合程度。施工現況。
- (2) 底層用小型推土機或人工攤鋪，依規定作成形狀，在最佳含水量之情況下，可用小型壓路機滾壓，壓實度應達到依 CNS 11777-1 測定之最大乾密度之 93%以上。

3.4 透水性面層

- 3.4.1 多孔隙瀝青混凝土：多孔隙瀝青混凝土與透水性底層之介面不須噴灑黏層或透層，避免滲透功能下降，其餘除契約圖說另有規定外，應依第 02798 章「多孔隙瀝青混凝土鋪面」規定辦理。

- 3.4.2 透水混凝土面層：除契約圖說另有規定外，面層採用透水混凝土時應與透水混凝土底層同時澆置，並依 3.3.2 款規定辦理。

3.4.3 透水性混凝土地磚：

- (1) 透水地磚各部尺寸須符合設計尺寸，表面應整齊無缺損，不得有裂痕或邊角不完整、破損等情形。
- (2) 施工前，廠商應先測量放樣，對鋪面基礎面標示出主要分割線及各部分高程，供鋪貼之基準，透水砂漿厚度依契約圖說所示，如未規定時，採用厚度 3cm。
- (3) 依放樣高程平鋪透水砂漿，供黏貼透水地磚及排水坡度調整用，方可鋪貼塊磚並打緊固定。剛鋪設完成未乾漿之地面，須圍籬防止人車進入，維持鋪面完成面之平整。
- (4) 鋪設透水地磚時，須使塊磚與透水砂漿緊密結合(須滿砂漿)，若鋪設完成面以鈍器敲擊，發出空孔異音，應掀起塊磚重新鋪貼。

- (5) 磚面層鋪設後，應以粗砂填縫，因人行道轉角鋪面變化，以致磚縫大於 6mm 以上者，則以砂漿填縫。
- (6) 鋪設及填縫完成後，應立即清理磚面，如有殘留水泥砂漿視同污染，必須更新。
- (7) 面磚應為完整、無裂縫，如配合現場狀況無法以整塊磚鋪築區段，應以機器平整割鋸塊磚，不得以鐵鎚或其他工具敲割，以免破壞磚面或弧線無法平順。
- (8) 完成透水地磚鋪設面，應為平整不積水，工程司得以潑水方式驗證，積水處均須重新施作，以 3M 直規檢測人行道任一平行與垂直方向之平整度，誤差不得大於 3mm，完成面之排水坡度需符合施工圖標示。

3.5 檢驗

- 3.5.1 多孔隙瀝青混凝土:依第 02798 章「多孔隙瀝青混凝土鋪面」規定辦理。
- 3.5.2 混凝土材料:依第 03050 章「混凝土基本材料及施工一般要求」及第 03310 章「結構用混凝土」規定辦理。
- 3.5.3 銲接鋼線網：依第 03220 章「銲接鋼線網」規定辦理。
- 3.5.4 不織布：依第 02342 章「土工織物」規定辦理。
- 3.5.5 其他塊狀或鏤空鋪面：符合 CNS 13295 標準、ASTM C936 標準或依契約圖說規定辦理。
- 3.5.6 除契約另有約定外，各項材料檢(試)驗如表 2 及施工成果檢驗如表 3。

名稱	檢驗項目	依據之標準	規範之要求	頻 率
透水性碎石級配底層	級配料篩分析試驗	CNS 485 CNS 486	符合 2.1.2(2)表 1	1. 數量未達 120 m ³ 時免檢驗。 2. 數量達 120 ~ 600m ³ 檢驗 1 次。 3. 數量超過 600 m ³ 時，每 600 m ³ 加驗 1 次。
	塑性指數	CNS 5088	<6	
	CBR 值	CNS 12382	≥80	

表 2 各項材料檢(試)驗

名稱	檢驗項目	依據之標準	規範之要求	頻 率
透水性 混凝土 地磚	外觀、尺度及許可差	CNS 14995	外觀不得有影響強度及其特性之裂紋。 尺度依契約圖說規定辦理，長度及寬度許可差應為標示尺度之±2mm，厚度許可差應為標示厚度之±3mm。	一、外觀之抽樣數量： 1. 8,000 個以下：12 個。 2. 8,001~100,000 個：24 個。 3. 超過 100,000 個：36 個。
	表面瑕疵		厚度在 80mm 以下者，不得有高度超過 2mm 瑕疵突出物；厚度超過 80mm 者，不得有高度超過 3mm 之瑕疵突出物。	二、尺度及許可差、表面瑕疵之各抽樣數量 1. 8,000 個以下：6 個。 2. 8,001~100,000 個：12 個。 3. 超過 100,000 個：18 個。
	抗壓強度 σ		依契約圖說選用類型辦理，如未規定時，平均值應在 32 MPa 以上，且任一試樣測試值不得小於 28 MPa。	抗壓強度、抗彎強度、透水係數及防滑性之各抽樣數量 1. 8,000 個以下：各 3 個。
	抗彎強度 R		長度或寬度減去 40mm 之值與厚度之比值 ≥ 3 倍時，須辦理。 $R \geq 0.7 \times \sqrt{\sigma}$ R：抗彎強度 σ ：抗壓強度	2. 8,001~100,000 個：各 6 個。 3. 超過 100,000 個：各 9 個。 註：每組抽樣應於每一抽樣區段內隨機抽樣；不得集中於某一區段或前後區段
	透水係數		20°C 之透水係數平均值 $\geq 1.0 \times 10^{-2}$ cm/s。	連續抽樣，造成抽樣不均。
	防滑性	CNS 3299-12	任一試樣防滑係數 C.S.R 值均不得低於 0.75	
透水砂漿	拉拔強度	CNS 12611	每組試體平均值 ≥ 2 kgf/cm ² 以上及。	1. 未超過 100 M ² (或 120 包) 者，由廠

表 2 各項材料檢(試)驗

名稱	檢驗項目	依據之標準	規範之要求	頻 率
	透水係數	CNS 14995	試體平均值 $\geq 2 \times 10^{-2}$ cm/sec。	商提出最近 2 年內同規格之試驗報告，得予免驗。 2. 每 1,000 m ² (或 1,200 包) 抽樣 1 組，每組製作 3 個試體，未滿 1000 m ² (或 1,200 包) 仍須抽樣 1 組。
透水 混凝 土	抗壓強度	CNS 1232	175kgf/cm ² 以上	每 100m ³ 取樣 1 組，每組製作 5 個試體，未滿 100m ³ 依 100m ³ 抽樣
	透水係數	CNS 14995	5 個平均值 $\geq 2 \times 10^{-2}$ cm/sec	每 100m ³ 取樣 1 組，每組製作 5 個試體，未滿 100m ³ 依 100m ³ 抽樣

表 3 施工成果檢驗

名稱	檢驗項目	依據之標準	規範之要求	頻 率
路基 整理	壓實度	CNS 11777-1	最大乾密度之 85% 以上。	1. 數量未達 200 m ² 時免檢驗。 2. 數量達 200 ~ 1000m ² 檢驗 1 次。 3. 數量超過 1000m ² 時，每 1000 m ² 加驗 1 次。

表 3 施工成果檢驗

名稱	檢驗項目	依據之標準	規範之要求	頻 率
透水性碎石級配底層	壓實度	CNS 11777-1	最大乾密度之 93%以上	1. 數量未達 60m ² 時，免檢驗。道路兩旁均設計有人行道者，每邊至少均應試驗 1 點。 2. 數量達 60 ~ 300m ² 檢驗 1 次。 3. 數量超過 300m ² 時，每 300m ² 加驗 1 次。

4. 計量與計價

4.1 計量

4.1.1 本章工作依契約詳細價目表所列項目單價以平方公尺或立方公尺計量。

4.2 計價

應按契約詳細價目表所列之單價計付。單價包括一切人工、材料、機具、設備、運輸及其現場構築之透水性鋪面工程所需之附屬工作，包括模板之供應與架設及伸縮縫之裝置等。

〈本章結束〉