

工程品質保證計劃及程序

混凝土面道路工程

一、通則及適用範圍

本節所述適用於一般混凝土面道路工程材料及建造之品質保證要求。混凝土路面為剛性路面，路面在車輛荷載下會產生彎曲應力，同時路面板表面及板底之溫度差異亦會引發扭曲應力。而混凝土在車輛荷載之重複作用下，會發生疲勞現象而導致路面破損。因此，對混凝土面道路在材料及施工品質方面需進行合適之控制。

混凝土面道路之構造，由底至面一般包含以下各層：

- ✓ 底基層(Sub-base)，以預定之厚度鋪設於路基上，路面層下之壓實層，對路面產生均勻及穩定的支承，材料一般為級配粒料，而底基層上面一般鋪設有馬路膠紙；
- ✓ 混凝土路面板(Concrete Slab)，材料普遍為 B40 混凝土，並要求符合澳門混凝土標準[1]，按設計要求或可能會加上鋼筋或鋼筋網，而為了緩和混凝土板之應力及避免因溫差產生不規則裂縫，混凝土板上還需加上接縫。

除了道路本身各構造層外，個別道路工程還可能包含其他相關的道路配套設施，例如：

- ✓ 路緣石(俗稱企杉)；
- ✓ 行人路；
- ✓ 護欄等。

當中預製混凝土路緣石之品質保證已包括在本節中。至於路緣石之混凝土基礎、混凝土行人路及混凝土護欄等，有關之品質控制可參閱鋼筋混凝土之品質保證計劃及程序。而金屬護欄方面之品質控制，可參閱金屬建材及施工安裝工藝之品質保證計劃及程序。

混凝土面道路工程之品質保證工作，目的是為了確保系統具有以下特性：

- ✓ 安全性 — 材料及施工方面需作出控制，避免所建造的道路出現沉陷及路面不規則的缺陷，對駕駛者構成危險；
- ✓ 適用性 — 路面需光滑平整，使行車舒適；
- ✓ 耐久性 — 完成面需耐磨，防水性高，不被氣候變化影響。

各方面的基本要求均需要滿足設計與相關標準、法規的要求。

二、工程品質保證文件之要求

在建造混凝土面道路工程於施工前、施工進行期間及完工等各階段，需提交下列文件作審閱或記錄存檔：

工程施工前

- ✓ 工地之地質鑽探報告(如有需要)；
- ✓ 工地沉降記錄(如有需要)；
- ✓ 工地測量記錄，包括高程；
- ✓ 路基壓實度試驗記錄；
- ✓ 路基土工布/排水板試驗記錄；
- ✓ 底基層之分層及分區攤鋪及壓實方案及計劃；
- ✓ 混凝土板之分區施工方案及計劃；
- ✓ 接縫施工方案；
- ✓ 取樣計劃及檢測計劃。
- ✓ 按不同的材料，需提交下列的文件：

混凝土道路基本材料

- 底基層及基層粒料試驗報告；
- 馬路膠紙產品說明書及/或樣本；
- 鋼筋或鋼筋網資料(可參閱鋼筋混凝土品質保證計劃及程序)；
- 混凝土配比、原材料試驗報告、試拌混凝土試驗報告(可參閱鋼筋混凝土品質保證計劃及程序)。

預製混凝土路緣石(Precast Concrete Road Kerb)

- 預製加工廠的介紹說明書；
- 最近六個月的混凝土抗壓強度測試結果。

施工階段或竣工驗收時

- ✓ 底基層之分層及分區工地試驗記錄及報告；
- ✓ 鋼筋或鋼筋網到場記錄及相關的試驗報告；
- ✓ 混凝土澆置記錄及試驗報告；
- ✓ 預製混凝土路緣石到場記錄及相關的試驗報告。

三、檢查、測試及驗收工作

混凝土面道路工程的檢查工作可歸納於下表：

混凝土面道路工程檢查項目表						
檢查項目		檢查目的	材料控制	施工控制	檢查頻率	標準要求
現場地形測量				✓	施工前	a
底基層	粒料特性		✓		每批	a
	粒料之運送及存放			✓	持續進行	a
	攤鋪設備			✓	施工前	a
	分層攤鋪方法及程序			✓	持續進行	a
	壓實設備			✓	施工前	a
	分層壓實方法及程序			✓	持續進行	a
	目測檢查			✓	持續進行	a
	高程檢核			✓	持續進行	a
	現場抽樣及試驗			✓	每批	a
混凝土路面板	混凝土原材料及試拌混凝土特性		✓		每種	a, c
	馬路膠紙之產品特性		✓		施工前	a, b
	鋼筋及鋼筋網之特性、運送及存放		✓		每批	a, d, e
	填縫材料特性		✓		施工前	a
	馬路膠紙之鋪設			✓	全數檢查	a, b
	鋼筋及鋼筋網之排佈及搭接			✓	混凝土澆置前全數檢查	a, d, e
	模板及支撐			✓		a, e
	混凝土運送			✓		a, c, e
	混凝土均勻性			✓	澆置期間全數檢查	a, c, e
	混凝土澆注			✓		a, c, e
	混凝土養護			✓	全數檢查	a, c, e
	填縫材料安裝方法及程序			✓	持續進行	a
路緣石	路緣石抽樣及試驗		✓		每批	a, b
	路緣石安裝方法及程序			✓	持續進行	a

- 註：
- a - 專案工程技術規格/承攬規則
 - b - 產品標準/生產商技術指引
 - c - 混凝土標準 [1]
 - d - 鋼筋混凝土用熱軋鋼筋標準 [2]
 - e - 鋼筋混凝土及預應力混凝土結構規章 [3]

檢查、測試及驗收工作 (續)

混凝土面道路工程的測試及驗收工作可歸納於下表：

混凝土面道路工程測試及驗收項目								
檢測項目 檢測方法		材料 試驗	施工 工藝 試驗	試驗標準	建議檢 測頻率	標準 要求	合格 準則	備註
底 基 層 粒 料	粒徑分析	✓		ASTM C 136 [4]	每批 ^①	a	-	
	比重	✓		ASTM C 127 [5] ASTM C 128 [6]		a	-	
	洛杉磯磨損試驗	✓		ASTM C 131 [7] ASTM C 535 [8]		a	-	
	砂當量	✓		ASTM D 2419 [9]	如有需要 ^②	a	-	
	現場含水量		✓	ASTM D 4944 [10]	每 500 m ²	a	-	
	現場密度及孔隙比		✓	ASTM D 1556 [11]		a	i	
混 凝 土 路 面 板	混 凝 土	混凝土試拌分析	✓	參閱鋼筋混凝土工程 品質保證計劃及程序	參閱鋼筋混凝土工程品質保 證計劃及程序	a, c	ii	
		稠度/坍落度測試	✓			a, c	ii	
		立方試體抗壓強度測試	✓			a, c	ii	
		鑽孔取心測試	✓			a, c	ii	
		滲水性測試	✓			a, c	ii	
		氯含量取樣測試	✓			a, c	ii	
	鋼 筋	幾何尺寸及重量之測量	✓	參閱鋼筋混凝土工程 品質保證計劃及程序	參閱鋼筋混凝土工程品質保 證計劃及程序	a, d	ii	
		拉伸性能測試	✓			a, d	ii	
		鋼筋之拼接	✓			a, d, e	ii	
		化學成分分析	✓			a, d	ii	
		正反向彎曲測試	✓			a, d	ii	
		疲勞性能測試	✓			a, d	ii	
	鋼 筋 網	拉伸性能測試	✓	BS 4482 [12]	每 10 噸 ^③	a, b	iii	
		焊接位置剪力測試	✓	BS 4483 [13]		a, b	iii	
路 緣 石	鑽心取樣		✓	EN 12504-1 [14]	每 1000 件 ^④	a, b	iv	
	混凝土樣心抗壓強度測試		✓	EN 12504-1 [14]		a, b	iv	

註： 建議檢測頻率

- ① – 每批粒料即同一種類、同一粒徑分布及同一來源地之粒料。
- ② – 當工程的設計或施工要求須特定考慮該項測試結果作為工程的指標；或該項測試結果/參數對該工程的施工或質量有著重要的影響時，須加以考慮進行。
- ③ – 每 10 噸鋼筋網選取一個尺寸 1m x 1m 之樣本作試驗。
- ④ – 每 1000 件預製混凝土路緣石需抽取 3 件作為試驗樣本。

標準要求

- a – 專案工程技術規格/承攬規則
- b – 產品技術規格
- c – 混凝土標準 [1]
- d – 鋼筋混凝土用熱軋鋼筋標準 [2]
- e – 鋼筋混凝土及預應力混凝土結構規章 [3]

合格準則

- i – 孔隙比可透過現場密度試驗結果及實驗室粒料比種試驗結果而求得，利用孔隙比可判斷底基層及基層之壓實度。若任試驗結果不符合要求，需對該驗收面積之粒料層加以壓實，並重新進行現場含水量及現場密度之試驗。
- ii – 有關混凝土及鋼筋之測試合格準則，可參閱鋼筋混凝土工程品質保證計劃及程序。
- iii – 當測試結果不符合要求，應於相同驗收批中抽取額外一個樣本作試驗。若任試驗結果仍不符合要求，則整個驗收批應視為不符合標準之要求。
- iv – 當測試結果不符合要求，應於相同驗收批中抽取額外 3 件路緣石作試件進行試驗。若任一試驗結果仍不符合要求，則整個驗收批應視為不符合標準之要求。

四、引用法規/參考技術文件

- [1] 法令第 42/97/M 號, 混凝土標準, 澳門政府
- [2] 法令第 64/96/M 號, 鋼筋混凝土用熱軋鋼筋標準, 澳門政府
- [3] 法令第 60/96/M 號, 鋼筋混凝土及預應力混凝土結構規章, 澳門政府
- [4] ASTM C 136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
- [5] ASTM C 127, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate
- [6] ASTM C 128, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate
- [7] ASTM C 131, Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
- [8] ASTM C 535, Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
- [9] ASTM D 2419, Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate
- [10] ASTM D 4944, Standard Test Method for Field Determination of Water (Moisture) Content of Soil by the Calcium Carbide Gas Pressure Tester Method

- [11] ASTM D 1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method
- [12] BS 4482, Specification for cold reduced steel wire for the reinforcement of concrete
- [13] BS 4483, Specification for steel fabric for the reinforcement of concrete
- [14] EN 12504-1, Testing Concrete in Structures - Cored Specimens - Taking, Examining and Testing in Compression