

經濟部水利署施工規範

第03378章

多孔混凝土

100年10月24日經水工字第10005254130號函頒

104年7月29日經水工字第10405219380號函修訂

110年8月3日經水工字第11005225540號函修訂

1. 通則

1.1 本章概要

1.1.1 說明多孔混凝土工程中之材料、設備、施工及檢驗等相關規定。

1.1.2 多孔混凝土又稱無細粒料混凝土(No-fines concrete)或透水混凝土，為由均勻級配之粗粒料、微量或無細粒料，且無足量水泥漿之混凝土材料。其藉由粗粒料表面的水泥漿體，使粒料因表面接觸而互相固結產生強度，同時形成多孔隙的混凝土骨架，提供透水功能。本章多孔混凝土應用於堤防、護岸之綠化植生護坡工法，係將植生機能附加於混凝土結構體上之多孔質素材，可作為動植物與微生物等棲息及繁殖場所及鋪面與道路。

1.2 工作範圍

包括多孔混凝土之拌和、輸送、澆置、養護、接縫處理、檢驗等相關工作。

1.3 相關章節

1.3.1 水利署施工規範第02385章 混凝土坡面工

1.3.2 水利署施工規範第03310章 結構用混凝土

1.3.3 水利署施工規範第03438章 混凝土塊

1.3.4 水利署施工規範第09968章 河川彩繪

1.3.5 水利署多孔混凝土材料性質試驗方法

1.3.6 _第 03050 章 混凝土基本材料及施工方法

1.3.7 第 03052 章 卜特蘭水泥

1.3.8 第 03390 章 混凝土養護

1.4 相關準則

1.4.1 中華民國國家標準 (CNS)

(1) CNS 61 卜特蘭水泥

(2) CNS 1240 混凝土粒料

(3) CNS 3090 預拌混凝土

(4) CNS 1232 混凝土圓柱試體抗壓強度檢驗法

(5) CNS 1238 混凝土鑽心試體及鋸切長條試體取樣法

(6) CNS 1241 利用鑽心試體測定混凝土構件厚度試驗法

(7) CNS 10757 塗料一般檢驗法

(8) CNS 11297 混凝土圓柱試體蓋平法

(9) CNS 12283 混凝土用化學摻料

(10) CNS 12549 混凝土及水泥砂漿用水淬高爐爐渣粉

(11) CNS 12891 混凝土配比設計準則

(12) CNS 13961 混凝土拌和用水

1.5 資料送審

1.5.1 拌和廠設備資料、拌和及運輸計畫

廠商應依據 CNS 3090 之規定並參考建議配比提送有關混凝土組成材料來源、拌和及運輸計畫。該計畫應說明拌和廠之資格、設備型式、位置及所採用之拌和設備與單位產量、材料供應實績資料及運輸規劃。

1.5.2 相關試驗報告

(1) 試驗報告

供應單一工程混凝土總量 $\geq 5,000\text{m}^3$ 之拌和廠，應檢附1年內經政府機關、財團法人或學術機構等驗證單位依據CNS 3090驗證合格之證明文件，經監造單位審核通過後方得供料。

小於 $5,000\text{m}^3$ 者，得由拌和廠檢送符合CNS 3090之自主檢查表及廠商確認單，送機關備查。

(2) 配比設計

A. 廠商得參考1.5.4建議配比表提出配比設計，且經配比試拌確認試驗合格經執行機關同意後採用。

B. 配比設計所提送資料中至少須包括下列資料：

a. 水泥及添加物(礦物摻料、化學摻料)：提出符合本規範之證明文件或試驗報告。

b. 粒料物理性質試驗結果。

c. 粗(細)粒料之級配資料，列成表格或線圖。

d. 水與水泥之重量比，或水與膠結料之重量比。

e. 多孔混凝土抗壓強度($f'c$)與孔隙率(含其關係曲線)。

f. 配比設計之要求平均抗壓強度($f'cr$)。

(3) 現地試作報告

機關得視需求請廠商於現地進行試作，配合夯實設備之效能，驗證28天之透水性、孔隙率、單位重等是否符合配比設計與工程需求，符合者該試作得覈實計價。

1.5.3 其他文件

(1) 廠商與預拌混凝土廠所訂之合約，使用影本時需加蓋與正本相符章。

(2) 預拌混凝土品質保證書。

(3) 預拌混凝土產製之工廠登記證影本。

(4) 多孔混凝土送貨單。

1.5.4 建議配比表

(1) 低強度建議配比表：

骨材粒徑	水灰比	粗骨材 (kg/m ³)	水泥 (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	設計強度 (kgf/cm ²)	孔隙率 (%)
(5~10mm)	0.25	1475	190	47	30	43
			228	57	34	43
			266	66	36	42
			303	76	41	42
	0.30		174	52	44	40
			209	63	46	39
			244	73	46	38
			279	84	59	39
	0.35		161	56	49	38
			194	68	58	37
			226	79	67	33
			258	90	63	34
	0.40		150	60	51	35
			180	72	59	34
			210	84	84	34
			240	96	70	35
(10~20mm)	0.25	1544	182	45	56	38
			218	55	58	38
			255	64	64	37
			291	73	66	36
	0.30		167	50	28	42
			201	60	28	41
			234	70	37	39
			268	80	44	38
	0.35		155	54	45	39
			186	65	50	39
			217	76	69	35
			248	87	71	37
	0.40		144	58	48	38
			173	69	51	38
			201	81	62	34
			230	92	66	32

(2) 高強度建議配比表：

骨材粒徑	細骨材 (kg/m ³)	粗骨材 (kg/m ³)	水泥 (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	設計強度 (kgf/cm ²)	藥劑 (kg/m ³)	增稠劑 (kg/m ³)	孔隙率 (%)
(5~10mm)	0	1540	341	122	175	[2.0]	[2.6]	18
	0		363	130	210	[2.2]	[2.6]	17
	33		402	143	245	[2.4]	[2.7]	13
	83		418	150	280	[2.5]	[2.7]	10

[註]：藥劑及增稠劑須符合 CNS 12283 混凝土用化學摻料，由廠商自行調整始用。

2. 產品

2.1 材料之一般規定

多孔混凝土之水泥、粒料等之要求

(1) 水泥

水泥應符合 CNS61 「卜特蘭水泥」之規定。

(2) 水

水之使用規定需符合 CNS13961。

(3) 化學摻料

化學摻料之使用規定需符合 CNS12283、CNS12833。

(4) 粒料

- A. 除契約另有規定外，低強度配比之粗粒料建議使用粒徑約介於 10 ~ 20mm、5 ~ 10mm 粒群及單一粒徑或同等材料中的適合者，高強度粗粒料原則建議採 5 ~ 10mm 或適合者。
- B. 粗粒料之規定除粒徑外，其餘均須符合 CNS 1240 中對粗粒料之規定。

C. 高強度配比中使用之細粒料，包含天然砂、加工砂或兩者之組合砂，均須符合CNS 1240中對細粒料之規定。

(5) 礦物摻料

A. 除契約另有規定外，無論礦物摻料含量多寡，皆應提送配比設計資料，經執行機關核准後使用。

B. 飛灰及水淬高爐爐渣粉使用規定比照第03310章結構用混凝土辦理。

(6) 表面防護漆及耐磨層(面層有設計者)

A. 表面防護漆及耐磨層可視需要斟酌設計使用，使用前應一併提送配比及送審資料，經執行機關核准後使用。

B. 耐磨層使用粒徑2.5 ~ 7mm，使用比照CNS 1240規定。

C. 防護漆之材料選用及規定，可參考水利署施工規範第09968章河川彩繪。

3. 施工

3.1 準備工作

3.1.1 澆置前之準備

(1) 預埋物應依照設計圖說位置準確定位並妥為固定，澆置多孔混凝土時應注意防止預埋物之發生位移。

(2) 澆置前之通知

澆置多孔混凝土應於事前通知監造工程司，未經同意不得澆置

3.1.2 運送設備

多孔混凝土運送機具可採具傾卸功能之卡車或混凝土預拌車，惟利用可傾卸式卡車運送時，必須有防止多孔混凝土水份散失措施(如：裝載完成後，立刻蓋上不透水布，直到澆置前必須保持覆蓋狀態)。

3.2 施工方法

3.2.1 準備工作

- (1) 將堤防護岸、鋪面或道路接觸面所在之表面整平夯實，可鋪設土工織物等方式以防止土壤材料之析出。
- (2) 澆置前經監造工程司檢查符合規定後，始得進行澆置多孔混凝土。

3.2.2 一般規定

- (1) 澆置多孔混凝土前，應先清除模板面及接觸面之雜物。
- (2) 多孔混凝土因為比表面積很大，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，從多孔混凝土出廠至澆置完成時間，應低於 60 分鐘；超過 60 分鐘未澆置完成者，除經監造單位核准者外，該車剩餘混凝土應運離工地不得使用，其所造成之一切損失由廠商負責。惟多孔混凝土如有添加符合 CNS 12283 或工程會綱要規範「第 03050 章 混凝土基本材料及施工方法」之 B 型、D 型、G 型或第二型流動化混凝土用化學摻料，而時間未超過 120[]分鐘者，經監造工程司認定能達到規定時，得同意使用。
- (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，於澆置前再予多孔混凝土攪拌均勻。
- (4) 混凝土應連續澆置且以適當之厚度分層澆置，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) 耐磨層(面層有設計者)原則於多孔混凝土初凝前施作，以現場拌合平整鋪設，可依據設計需要使用顏料，鋪設完成後迅速滾壓夯實。
- (6) 防護漆於耐磨層(面層有設計者)完成後三天噴灑，以增加耐磨性及圖案之變化。

3.2.3 夯實

(1) 於坡面施工時以拍實鋼板順坡度作推擠並上下振動拍實。於水平面施工時，先均等的將所定之鋪設厚度攤平後，再利用小型機具進行夯實工作，並分層夯實直到設計厚度為止。

(2) 進行填充工時，為了防止漿體化之填充材漏出，在多孔混凝土澆置前依設計預先鋪設過濾材。

3.2.4 施工及伸縮接縫

施工及伸縮縫應設置於對結構強度影響最小之處。除按工程圖說或施工計畫設置外，原則採10~15[]m設置一處；若有需設置非預定之其他位置、形狀及處理方式須以書面經監造單位同意。

3.2.5 養護

多孔混凝土在澆置後立即噴灑養護劑，或以濕潤麻布或帆布覆蓋，以防止多孔混凝土表面乾燥，並依水利署施工規範「第03310章 結構用混凝土」之規定辦理養護。

3.3 檢驗

3.3.1 新拌多孔混凝土檢驗

卸貨時新拌多孔混凝土的品質檢驗項目、方法、時機與頻率依下表辦理，未達允收標準不得施作並予退料。

卸貨時混凝土之品質管理

項目	試驗方法	試驗時機與頻率	允收標準
孔隙率	新拌多孔混凝土孔隙率測定試驗[註1]	混凝土送達施工現場時；1次/200立方公尺	為規定值之±10%

[註]：本署多孔混凝土材料性質試驗方法

3.3.2 硬固多孔混凝土的檢驗

硬固多孔混凝土的品質檢驗項目、試驗方法與頻率依下表辦理，未符判定基準依評估不合格之規定處理。

硬固多孔混凝土之品質管理

種類	試驗項目	試驗方法	試驗頻率	試體採樣時期與試體材齡	判定基準
硬固多孔混凝土	圓柱試體抗壓強度	參照 CNS 1174 CNS 1232 CNS 11297 備註： 多孔混凝土圓柱試體製作與一般混凝土略不同，製作方式可參考附錄。	每200立方公尺採取1組，餘數達40立方公尺以上者增做1組及每澆置1日採取1次以上之圓柱試體。而且1組試驗須提供3個試體供試。	試驗齡期28天	連續三組試體的平均強度 \geq 設計強度 f'_c 且任一組試體平均強度 $\geq f'_c - 35\text{kgf/cm}^2$
	孔隙率	孔隙率 [註]	每200立方公尺採取1組，不足200立方公尺者亦同。而且1組試驗須提供3個試體供試。	試驗齡期28天	任1個試體均不得低於0.75規定值，且平均孔隙率須等於或超過0.85設計值。
現場透水性試驗	現場透水性	依日本道路協會 JRA排水性鋪裝技術指引之現場透水性試驗法	每1000平方公尺，配合厚度檢驗透水性1次。		$\geq 900\text{ ml} / 15\text{sec}$ ，不符規定時，應拆除重做。

有設計者	耐磨性	CNS 10785 ASTM D4060-14	施工後1次		< [0.3] g，不符規定時，應拆除重做。
	附著性	CNS 10757(方 格黏滯法)	施工後1次		10點無剝落，不符規定時，應拆除重做。
	防滑係數	ASTM E30393	施工後1次		≥ [40] BPN，不符規定時，應拆除重做。

[註]: 本署多孔混凝土材料性質試驗方法

3.3.3 完成面管理

多孔混凝土的完成面品質管理應依照下表所示辦理，未符判定基準時依評估不合格之規定處理。

項目	時期、次數	判定基準
完成面基準高	施工每50公尺隨機選樣量測1處，未達50公尺部分亦須加測1處；若施工總長度小於50公尺，每1工程均量測2處。	± 30 公釐
厚度		- 20 公釐
坡面長		未滿3公尺時 - 30公釐； 3公尺以上時 - 40公釐
總長		± 100公釐

3.4 保護及修補

3.4.1 工程最終驗收前，多孔混凝土表面、角隅如有無法接受之損壞及瑕疵，廠商應負責修補至監造工程司認可之狀況。

3.5 不合格之處理

3.5.1 不合格之判定

- (1) 圓柱式體 1 組 3 個試體之平均抗壓強度或孔隙率低於規定值之 85% 者，或 1 組 3 個試體中任一試體抗壓強度或孔隙率低於規定值之 75% 者。
- (2) 鑽心 1 組 3 個試體其厚度平均小於設計值，或單一試體小於設計值 20 公釐以上者。
- (3) 現場透水性試驗未達 900 ml / 15sec 以上者。

3.5.2 不合格之混凝土構造物依下列規定辦理

- (1) 拆除不合格位置前後各 10M 範圍之構造物。
- (2) 追蹤不合格位置之前後不同位置或前後不同日期所施工相同強度、相同水灰比之混凝土，直至合格為止，以確定其餘應拆除之範圍。
- (3) 前款應拆除之範圍廠商應重做，所有一切損失(包括工期及拆除重做之工資材料)，概由廠商負擔。不合格範圍外構造物如受拆除行為影響，其相關費用及損失亦由廠商負擔。重做應依規定頻率檢驗，所有費用由廠商負擔。
- (4) 機關為符合公共利益之特定需要，應拆重作之混凝土，經適當評估認定結構無不安全之虞者，得以「不拆除亦不予計價」方式處置，該不予計價之混凝土包括混凝土澆置所需之工料費。為評估認定所需之一切費用由廠商負擔。

4. 計量與計價

4.1 計量

4.1.1 多孔混凝土項目，以[平方公尺][]計量。

4.1.2 因切除或敲除過度而修補之多孔混凝土，或用於修補或更換瑕疵部位之多孔混凝土，均不予計量。

4.2 計價

4.2.1 多孔混凝土項目之單價計價，該項單價已包括澆置該構造物所必需之一切人工、材料、機具、設備、動力、運輸及檢（試）驗等費用在內。

4.2.2 本章之附屬工作已包含於有關混凝土項目內計價。

〈本章結束〉

附錄-多孔混凝土圓柱試體製作方式(參考用)

器材準備：15X30 混凝土試體鋼模、夯槌、直徑 15cm 鋼板墊片(可於墊片上焊接鋼筋，方便拿取)

試體製作步驟：分三層夯實，每層 25 下

1. 將新拌透水混凝土填入混凝土試體鋼模內，其高度約一半試體高度。
2. 稍微撥平透水混凝土表面，放入 15cm 鋼板墊片，以夯槌夯實 25 下，每下皆拉滿套筒行程，使夯實能量相同。
3. 取出鋼板墊片，取出時可稍微轉動墊片，防止石頭漿體被黏起來。
4. 接著填入第二層，其填入高度約鋼模向下 3~5 公分。
5. 重複 2. 3. 步驟
6. 接著填入第三層，其填入高度約鋼模向上 3~5 公分，並將高出試體鋼模的部分以雙手整理成土丘的形狀。
7. 將一顆沒有填入透水混凝土的試體鋼模之底板移除，並套在剛剛製作第三層試體鋼模上，使鋼模壁加以延伸。
8. 放入 15cm 鋼板墊片，以夯槌夯實 25 下，每下皆拉滿套筒行程，使夯實能量相同。
9. 取出鋼板墊片與延伸鋼模，取出時可稍微轉動墊片，防止石頭漿體被黏起來。
10. 完成。

註:本製作方式係由社團法人台灣混凝土學會(TCI)參考 ASTM C1688, the Standard Test Method for Density and Void Content of Freshly Mixed Pervious Concrete. 修正建議。