

第03315章 自充填混凝土

1. 通則

1.1 本章概要

說明使用自充填混凝土（Self-Compacting Concrete，以下簡稱SCC），含混凝土之材料、配比設計、拌和、輸送、設備、施工、生產標準及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

1.2.1 運送、儲存及處理

1.2.2 水泥、高爐石粉、飛灰、粒料、水、化學摻料、化學養護劑、卜特蘭材料之規格

1.2.3 配合設計與抗壓強度需求

1.2.4 拌和與輸送

1.2.5 施工澆置與養護

1.3 相關章節

1.3.1 第03053章 水泥混凝土之一般要求

1.3.2 第03054章 水泥混凝土構造物

1.3.3 第03110章 場鑄混凝土結構用模板

1.3.4 第03350章 混凝土表面修飾

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 1174 | 新拌混凝土取樣法 |
| (3) CNS 1176 | 混凝土坍度試驗法 |
| (4) CNS 1230 | 混凝土試體在試驗室模製及養護法 |
| (5) CNS 1231 | 工地混凝土試體之製作及養護法 |

| | |
|----------------|--------------------------------------|
| (6) CNS 1232 | 混凝土圓柱試體抗壓強度之檢驗法 |
| (7) CNS 1237 | 混凝土拌和用水試驗法 |
| (8) CNS 1240 | 混凝土粒料 |
| (9) CNS 3036 | 卜特蘭水泥混凝土用飛灰及天然或煅燒卜作嵐攪和物 |
| (10) CNS 3090 | 預拌混凝土 |
| (11) CNS 9661 | 新拌混凝土空氣含量試驗法(壓力法) |
| (12) CNS 9662 | 新拌混凝土空氣含量試驗法(容積法) |
| (13) CNS 10896 | 卜特蘭水泥混凝土用飛灰及天然卜作嵐攪和物檢驗法 |
| (14) CNS 11151 | 混凝土單位重、拌和體積及含氣量(比重)試驗法 |
| (15) CNS 12283 | 混凝土用化學摻料 |
| (16) CNS 12459 | 卜特蘭與水硬性混合水泥中水淬高爐爐渣、矽質材料、飛灰及石灰石含量之測定法 |
| (17) CNS 12549 | 混凝土及水泥壩料用水淬高爐爐渣粉 |
| (18) CNS 12833 | 流動化混凝土用化學摻料 |
| (19) CNS 12891 | 混凝土配比設計準則 |
| (20) CNS 13407 | 細粒料中水溶性氯離子含量試驗法 |
| (21) CNS 13465 | 新拌混凝土中水溶性氯離子含量試驗法 |
| (22) CNS 14840 | 自充填混凝土障礙通過性試驗法 (U形或箱形法) |
| (23) CNS 14841 | 自充填混凝土流下性試驗法 (漏斗法) |
| (24) CNS 14842 | 高流動性混凝土坍流度試驗法 |
| (25) CNS 15286 | 水硬性混合水泥 |

1.4.2 日本土木學會

高流動混凝土之施工指針(1998年7月)

1.5 定義

自充填混凝土係指具有『澆置過程不需施加任何振動搗實，完全藉由自身流動性與充填性能填充至鋼筋間隙及模板之各角落』能力之混凝土。

2. 產品

2.1 一般規定：除下列特別規定外，其餘均依第03053章「水泥混凝土之一般

要求」之規定辦理。承包商應於施工前提送經工程司核可之品質管制計劃書及施工計劃。其內容應包含各構件選用之SCC等級、配比資料、試拌報告及混凝土澆注及養護計劃等，以加強施工時之品質管制。

2.2 材料

2.2.1 水泥：除另有規定外，卜特蘭水泥須符合CNS 61 Type I 之規定

2.2.2 混合水泥：除另有規定外，應符合CNS 15286「水硬性混合水泥」IS 型規定之高爐水泥，或 IP 型規定之卜作嵐水泥。

2.2.3 粒料

混凝土粒料應符合第03053章「水泥混凝土之一般要求」之規定，惟粗粒料之級配應符合第03053章「水泥混凝土之一般要求」之規定或採用表1之規定。

表1 粗粒料之級配

| 篩號 | 各標稱最大粒徑所通過重量百分率(%) |
|-----------------|--------------------|
| | 12.7 mm(1/2 in) |
| 63.5 mm(2½ in) | - |
| 50.4 mm (2 in) | - |
| 38.1 mm (1½ in) | - |
| 25.4 mm(1 in) | 100 |
| 19.1 mm(¾ in) | 100 |
| 12.7 mm(½ in) | 90~100 |
| 9.5 mm(3/8 in) | 40~70 |
| 4.75 mm(No.4) | 0~15 |
| 2.36 mm(No. 8) | 0~5 |

2.2.4 摻料

- (1) 選用之摻料，以能達混凝土自充填及免振動搗實之性能需求，且對混凝土其他性質無妨害為原則。
- (2) 飛灰或卜作嵐攪和物須符合CNS 3036之規定，高爐石粉須符合CNS 12549之規定。
- (3) 化學摻料：應符合CNS 12833「流動化混凝土用化學摻料」或CNS 12283「混凝土用化學摻料」之規定，擬用之化學摻料於使用前應及時提送

工程司俾有充裕時間試驗以確定其品質是否符合規定，工程使用期間其品質應均一，若有品質不一致時應中止使用。

2.3 設計與製造

2.3.1 配比要求

- (1) 除另有規定外，SCC之膠結材料中高爐石粉及飛灰之重量百分率依第03053章「水泥混凝土之一般要求」相關規定辦理。
- (2) SCC充填能力等級應依表2之規定；粗粒料使用量應參考表2之規定

表 2、自充填混凝土 SCC 相關試驗規定

| SCC 充 填 能 力 等 級 | | 1 | 2 | 3 |
|--|----------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| 構 造 條 件 | 鋼 筋 最 小 間 距 (mm) | 35~60 | 60~200 | 200 以上 |
| | 鋼 筋 量 (kg/m ³) | 350 以上 | 100~350 | 100 以下 |
| U 型或箱型試驗容器之充填高度(mm) | | 300 以上 (R1 障礙) | 300 以上 (R2 障礙) | 300 以上 (無障礙) |
| 粗粒料之絕對體積 (m ³ /m ³) | | 0.29~0.31 | 0.30~0.33 | 0.30~0.36 |
| 流 動 性 | 坍 流 度 (mm) | 650~750 | 600~700 | 500~650 |
| 黏 稠 性 | V75 漏斗流下時間 (sec) | 10~25 | 7~20 | 7~20 |
| | 500 mm 坍流度到達時間 (sec) | 5~20 | 3~15 | 3~15 |

(3) 相關性能

- A. 相關性能之要求如表2，使用時須先依構造物條件決定SCC充填等級，以獲得各項性能之要求值。
- B. SCC之相關性能分別以坍流度、V型漏斗流出時間及間隙通過性表示之。
- C. 關於流動性之試驗依CNS14842高流動性混凝土坍流度試驗法辦理。
- D. 關於鋼筋間隙通過之性能試驗依CNS14840自充填混凝土障礙通過性試驗法（U形或箱形法）辦理。
- E. 關於粘稠性及抗析離之試驗依CNS14841自充填混凝土流下性試驗法（漏斗法）辦理。

- (4) 強度：SCC 28天規定抗壓強度 f_c' 須依CNS 1230或CNS 1231之規定製

作試體，試樣應採一次置入試模內(不分層、不搗實)，並按CNS 1232之規定進行抗壓強度試驗。

- A. 配比設計之目標平均抗壓強度 (f_{cr}')，應依CNS 12891規定。
- B. 配比設計之每一試驗齡期，至少須製作三個試體，其製作及養護應按CNS 1230之規定辦理，惟試樣應採一次(不須分三層)置入試模內、不予搗實。圓柱試體抗壓強度試驗應按CNS 1232之規定辦理。
- C. 由所繪製之抗壓強度與水膠比之關係曲線，決定所需之混凝土水膠比。
- D. 上述最大水膠比應符合第03053章「水泥混凝土之一般要求」第2.2.2節表5之規定。

- (5) 含氣量：非輸氣SCC之含氣量上限為混凝土體積之3%以下，SCC含氣量之量測應依CNS 9661或CNS 9662之相關規定，惟混凝土試體的取樣不須分3層置入容器，亦不須分層搗實，可以木槌於容器外輕敲5下。

2.3.2 配比宜考慮下列因素：

- (1) 含氣量。
- (2) 各使用材料之基本性質。
- (3) 粗粒料容積。
- (4) 漿體體積。
- (5) 水膠比。
- (6) 細粒料容積。
- (7) 高性能減水劑之使用量。
- (8) 應通過依工程需要設定充填等級之障礙通過試驗(U型或箱形法)。
- (9) 混凝土之凝結時間。
- (10) 混凝土坍流度性質因時間之變化情形。

2.4 產製與輸送

2.4.1 拌和機及攪拌機

拌和機及攪拌機須符合第03053章「水泥混凝土之一般要求」之規定，惟坍度應改為坍流度，最大許可差為50 mm(2 in)。且抗壓強度試驗之試體製作可一次置入試模內(不分層、不搗實)。

3. 施工

3.1 一般規定：除下列特別規定外，均依第03053章辦理。

3.2 施工方法

3.2.1 拌和

- (1) 預拌SCC應以中央拌和方式拌和，並輸送至指定之地點。
- (2) 拌和時間必須由拌和機性能試驗決定之。
- (3) 除契約規定外，氣溫低於5°C時，可以預熱水拌和，但應將熱水與粒料混合後再加入粉體。
- (4) 除契約規定外，氣溫高於32°C之炎熱天候施工時，得以等重冰屑替代部份拌和水，但冰屑應於拌和過程終全部融化。
- (5) 以熱水或冰屑拌和前應確認溫度對化學摻料之影響。
- (6) 化學摻料須於拌和時間內發揮其全部或部份性能以滿足工作性之要求。

3.2.2 輸送

- (1) 輸送方式及設備的選定，應考慮SCC的高流動性及自充填性，並以其不產生析離為原則。
- (2) 輸送混凝土過程中，不得添加水及其他物料。

3.2.3 澆置

- (1) SCC具高流動性(工作性)，澆置時以不振動、不搗實為原則，以免材料析離。其他任何引起材料析離之動作亦應避免(如以人力推送)。
- (2) 澆置時，輸送管線及卸料口之配置應確保讓SCC有適當的流動性以達材料均勻分布之目的，且嚴禁加水。
- (3) 澆置前應將埋設物表面雜物清除，模板表面應塗布適量脫模劑。由於油性脫模劑不利於SCC與模板接面之氣泡排出，若欲求得較平滑之表面，可採水性脫模劑，切忌振動。
- (4) SCC澆置時，模板之側向壓力應以完全液體計算(比重可以2.35 t/m³估計之)並加強模板支撐穩固性及密閉性(不應以傳統鐵線固定，採適當之模板繫條)。承包商應指派有經驗之工程人員隨時檢視模板之狀況。若發現不當沈陷、變形、變位、扭轉或嚴重漏漿等情形時，應立即停止澆置，經檢查並加強穩固後，方得繼續澆置。
- (5) 預拌廠之供料應配合SCC的澆置速度，同時施工單位應妥善規劃泵送

出料點，避免澆置中斷。

- (6) 澆置作業時，新拌SCC不得靜置超過30分鐘。分層連續澆置時，應注意避免層間之澆置時間過長，以防層間介面有冷縫產生。
- (7) 構造物之構件較深時或有死角處，在模板上應預留一些小開孔以排出空氣。澆置面若有斜度應注意SCC所具有之自平特性。
- (8) 澆置過程中不需振動搗實，若發生阻塞於鋼筋間隙之狀況可以現場棒狀工具疏通，並立即檢討充填性需求及充填能力之設計。
- (9) 澆置過程中，為減少混凝土表面產生過量氣孔，得使用木槌或膠槌適當敲擊外模，惟不得造成混凝土粗粒料之沉降析離。
- (10) 拆模時間應以試體強度為主要參考依據。
- (11) 若自充填混凝土用於橋墩泵送，應於品管計畫書內考慮橋墩泵送對新拌混凝土的漿體損耗及坍流度損失。
- (12) 澆置口應視工地情況及SCC特性事先規劃，並適時移動卸料口，不得任其自行流動過遠的距離，以維持混凝土均勻性避免產生析離現象及充填不完整造成蜂窩現象。
- (13) 澆置作業時，SCC自加水拌和至開始澆置前之待料時間應不超過90分鐘，若超過90分鐘需經工程司同意，並依CNS 14840之鋼筋間隙通過試驗符合要求後，方可使用。

3.2.4 養護

- (1) 新澆置SCC應特別注重養護，尤其在天候炎熱、乾燥、風大、陽光曝曬的氣候，更應著重澆置完成後初期之養護時機。對於大面積暴露之混凝土面，可於澆置完成後即刻施以噴霧水、灑水或滯水，澆置完成24小時內須嚴防混凝土表面迅速凝結及水份蒸發過快等狀況發生，造成表面之微小塑性收縮裂縫，並應在初期(澆置後48小時內)隨時觀察混凝土乾縮情形。
- (2) 養護時間不得少於7天，另以高爐石粉、飛灰等卜作嵐材料取代水泥之混凝土至少需持續8日以上，且應在浮水消失前或在不影響表面修飾下，即應進行養護作業。

3.3 檢驗

3.3.1 品質檢驗

- (1) 澆置過程中工程司得視需要，確認新拌SCC以濕篩水洗法之粗粒料單

位用量及標稱最大粒徑是否符合配比設計，以防粗粒料過少、過細造成混凝土硬固性質不佳。

- (2) SCC在澆置完成後，初期之濕治養護須嚴格落實執行。
- (3) 新拌SCC混凝土之品管試驗規定如下，若有一項目未符合規定，則工程司得予退料：
 - A. 坍流度試驗：於拌和廠及澆置地點辦理試驗，試驗頻率至少符合抗壓強度試體製作頻率，試驗結果應符合表2之要求。
 - B. 鋼筋間隙通過（U型或箱型法）試驗及V型漏斗試驗：於拌和廠辦理試驗，每一構件澆置前至少試驗乙次，惟工程司得視需要於澆置地點辦理試驗，試驗結果均需符合表2之規定。

4. 計量與計價

SCC混凝土之計量與計價應依本規範有關混凝土施工之各章規定辦理。

| <u>工作項目名稱</u> | <u>計價單位</u> |
|--------------------------------|----------------|
| 自充填混凝土，xxx kgf/cm ² | m ³ |

〈本章結束〉