

第 03310 章 結構用混凝土

1. 通則

1.1 本章概要

說明場鑄混凝土之材料、設備、施工及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

包括混凝土之工地輸送、澆置、養護、表面修飾及檢驗等相關工作。

1.3 相關章節

1.3.1 第 03050 章--混凝土基本材料及施工一般要求

1.3.2 第 03110 章--場鑄結構混凝土用模板

1.3.3 第 03210 章--鋼筋

1.3.4 第 03350 章--混凝土表面修飾

1.3.5 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 1174 A3038 新拌混凝土取樣法

(2) CNS 1176 A3040 混凝土坍度試驗法

(3) CNS 1231 A3044 工地混凝土試體之製作及養護法

(4) CNS 1232 A3045 混凝土圓柱試體抗壓強度檢驗法

(5) CNS 1238 A3051 混凝土鑽心試體及切鋸試體抗壓及抗彎強度試驗法

(6) CNS 1240 A2029 混凝土粒料

(7) CNS 3090 A2042 預拌混凝土

(8) CNS 5646 A2079 混凝土內之棒形振動器

(9) CNS 5648 A2080 混凝土模板振動器

本項增列第 1.4.2 款條文如下：『

1.4.2 美國混凝土協會 (ACI)

(1) ACI-301-10 結構混凝土規範』(補說)

1.5 資料送審

1.5.1 品質計畫

1.5.2 施工計畫

(1) 承包商應於混凝土澆置前提出詳細之混凝土澆置計畫，包括每一部位之澆置分塊大小、澆置順序、澆置之終端及施工縫位置等其內容至少應包

括下列項目。

- A.概要：包含結構型式、工區地形、道路狀況及運輸時間。
- B.拌和廠：包含拌和廠地點、產能、拌和車數量或攪拌車數量。
- C.機具設備：包含泵送機、振動機、照明設備及發電機等之規格與數量。
- D.澆置順序：縱向、橫向及水平順序。
- E.接縫：預定位置及作法。
- F.養護方法及時機。
- G.緊急應變措施。
- H.附圖：
 - a.拌和車或攪拌車由拌和廠往返工區之路線圖。
 - b.工區配置圖：澆置範圍及泵送機動線。

- (2) 承包商應依據第 03050 章之要求提報有關混凝土配比、施工材料、方法及設備等資料，經工程司核可後始可進行本章相關工作。
- (3) 工程司得視氣溫、冷卻效應、熱應力、養護情況及所用水泥類型可能引起混凝土急速硬化等狀況，要求承包商修正計畫澆置之混凝土量。
- (4) 緊急搶修工程或混凝土總數量未達 500 m³ 之工程，得經工程司認可後採用較前述 1.5.2(1)要求為簡易之混凝土澆置計畫。

1.5.3 廠商資料

1.5.4 紀錄文件

- (1) 紀錄表單：列表顯示混凝土中每種組成成分之重量。
- (2) 預拌混凝土之出貨單，填寫內容如下：
 - A.預拌混凝土廠名。
 - B.證明憑單次序號數。
 - C.日期及車輛號碼。
 - D.承包商名稱。
 - E.工程名稱及地點。
 - F.混凝土種類或名稱。(包括規定強度、坍度及最大粒徑)
 - G.混凝土數量 (m³)
 - H.裝車時刻。
 - I.礦物摻料之型式、來源及重量。
 - J.化學摻料之種類及數量。

本項增列第 1.5.5.款條文如下：『

1.5.5 溫度管控計畫書

依據 ACI 301-10 建議，當結構物中混凝土最小澆置尺寸達 120 cm 以上、膠結材料用量超過 390 kg/m³ 或在難以散熱的環境下澆置時，須依工程特性考量水合熱問題。主橋塔混凝土，承包商應於施工前提送混凝土溫度管控計畫書，並經工程司核可，其內容至少包括：(1)確保混凝土澆置後之內部最高溫度不大於 70°C 及心表溫差不致超過 20°C 之相關措施；(2)混凝土最高溫度及心表溫差之計算書；(3)現場溫度監測計畫（包含溫度監測儀器及配置圖、監測紀錄提送頻率、溫度異常之應變措施等）；(4)養護及保護措施（包含材料及方法、養護期程、模板拆除程序等資料）。』（補說）

2. 產品

2.1 材料

混凝土之材料須符合設計圖說及第 03050 章規定。

2.2 設備

2.2.1 混凝土輸送機具應能維持輸送過程中混凝土之均質性。

2.2.2 拌和機至澆置地點之間應設置能保持連續輸送且不致造成混凝土材料析離之輸送設備。

2.2.3 吊桶

(1) 吊桶必須配合水平、垂直轉運機具及適當能量之吊裝設備以便吊卸，其裝置應妥為設計。

(2) 裝填至卸出之時間不得超過 30 分鐘。

(3) 吊桶卸料口至受料處之高差應在 2m 以內。

2.2.4 混凝土泵送機

(1) 泵送機之泵送能力應能克服輸送至澆置地點之泵送阻力並能滿足澆置作業之需求。

(2) 混凝土以泵送機輸送後不得有析離現象，且坍度仍應符合施工要求。

(3) 泵送過程中輸送管震動不得影響模板之安全、已紮妥鋼筋之定位及鋼筋與未硬化混凝土之握裹。

(4) 混凝土泵送過程中應防止塞管。若有塞管，管內混凝土應予以清除廢棄。

(5) 輸送管出口應適時移動以使卸出之混凝土均勻散佈，避免落料點混凝土水平移動過遠造成混凝土材料析離。

(6) 泵送機應妥為操作，使混凝土得以連續流動。輸送管之出口端應儘可能

置於澆置點附近，其間之距離不得大於 150cm。

2.2.5 可調管

- (1) 柔性管之管徑應不小於最大粒徑之 8 倍，並防止混凝土材料析離。
- (2) 柔性管之設置應使混凝土得以連續流動，且其出口與最終澆置點之距離於水平及垂直方向均不得大於 150cm。鄰近伸縮縫處之水平距離不得大於 90cm。
- (3) 柔性管每次使用後應清洗乾淨。

2.2.6 特密管

- (1) 特密管直徑為 20cm ~ 25cm，上端裝有漏斗之不透水管，漏斗頂端應加設 50mm × 50mm 之鋼網，以防堵塞。
- (2) 特密管應妥為支撐，使其出口得在整個工作面上方自由移動，並得以在必須減緩或中斷混凝土流出時迅速將管降下。

2.2.7 輸送帶

- (1) 輸送帶以水平設置為原則，其最大斜度為 15°，且總長不得超過 300m。
- (2) 輸送帶卸料端應裝置水泥漿刮取設施，以防止混凝土中水泥漿被皮帶迴轉而帶走流失。
- (3) 輸送帶進料及卸料端應設置擋板及漏斗，以防止混凝土材料析離。
- (4) 輸送帶上應加罩覆蓋以防混凝土水份大量蒸發及溫度升高。

2.2.8 滑槽

- (1) 滑槽之襯裡表面應光滑。
- (2) 滑槽之設置應使混凝土能連續流動。
 - A. 原則上坡度不得陡於垂直向 1 比水平向 2 ($V: H=1: 2$)，亦不得緩於垂直向 1 比水平向 3 ($V: H=1: 3$)。
 - B. 若滑槽必須使用較大之坡度時，其出口端應設置擋板或以漏斗承接，以避免混凝土材料析離。
- (3) 滑槽出口到澆置面之高差不得超過 1m，出口處應使用漏斗串接垂直落管。
- (4) 滑槽或其表面應使用不吸水及不黏漿之材料製作，襯裡不可採用鋁質金屬。
- (5) 滑槽使用後應以水清洗乾淨，以免混凝土硬化堆積於其上。清洗滑槽後之水不得流入構造物範圍內。

2.2.9 手推車

- (1) 手推車之輸送距離不得超過 60m。

- (2) 手推車須鋪設走道板，使行走路線平順。走道板應鋪設於支架上，且不得影響鋼筋之正確位置。
- (3) 裝料時應儘可能使混凝土垂直卸落於盛料斗中央。

3. 施工

除本章規定者外，依照第 03050 章之規定辦理。

3.1 準備工作

3.1.1 澆置前之準備

(1) 既有混凝土表面之處理

若混凝土係澆置於已施築之混凝土表面，該表面應打毛並清除乾淨，並在澆置前，予以充分潤濕。

(2) 將基礎土壤整平夯實，依設計圖說鋪設底層或墊層材料，以便於排紮鋼筋及安裝模板。

(3) 模板及鋼筋

A. 模板及鋼筋應依第 03110 章及第 03210 章之規定施工，且應於澆置混凝土前清理乾淨，模板面不得有積水，鋼筋不得有浮銹。

B. 混凝土內之預埋物，應依照設計圖說位置準確定位並妥為固定，使於澆置混凝土時不致發生位移。

C. 澆置混凝土前所有鋼筋組立應紮固妥善，並應具有規定之保護層厚度，以確保鋼筋最佳之位置。

(4) 澆置混凝土前，應先清除接觸面之雜物。

A. 岩石面：經工程司同意後以高壓水噴射清洗，並清除積水。

B. 土壤表面：將表面整平並清除多餘的水、泥土及其他有機物質。當在原有地表或開挖面土層澆置混凝土，若發現有不合設計圖示規定之表層，應先換料夯實，夯實工作應達到相關規範要求。

C. 經工程司判斷，其接觸面有必要增加其黏結性時，則應使用檢驗合格之接著劑。

(5) 澆置前之通知

澆置混凝土應於 24 小時前通知工程司，結構體之模板、鋼筋、埋設物等經工程司檢查符合規定後始可澆置混凝土。若未通過檢查，承包商應即時進行改善並延後澆置時間，經再次申請檢查獲得工程司同意，方得澆置混凝土。

3.1.2 混凝土之輸送

- (1) 混凝土輸送係指自拌和完成卸出至其注入模板前之過程。
- (2) 混凝土之輸送應與現場澆置作業配合，適當控制其速率。
- (3) 混凝土之輸送不得產生雜質污染、粒料分離或材料漏少之情形。
- (4) 混凝土輸送過程中，除另有規定外不得添加任何物質。
- (5) 輸送設備在使用前後必須清除內部之殘留物及清洗不潔表面。
- (6) 輸送設備與混凝土接觸面不得採用鋁或鋁合金材料製造。

本項增列第 3.1.3 款條文如下：『

3.1.3 混凝土澆置作業前，承包商應設置有關混凝土澆置作業程序、注意事項及施工常見缺失之照片等樣板，以提供現場工程人員於施工時參考。』(補說)

3.2 施工方法

3.2.1 一般規定

- (1) 所有混凝土需在新拌時及初凝前澆置完畢，已部分硬化之混凝土應予廢棄不准加水重新拌和使用。
- (2) 水平構材或水平斷面之混凝土，必需待支承之垂直構材或斷面之混凝土已固結及收縮完成後方可澆置。
- (3) 混凝土應連續澆置，且應於混凝土拌和後於規定時間內儘速澆置。
- (4) 混凝土應以適當之厚度分層澆置，並應於下層混凝土凝結前澆置上層混凝土，以免形成冷縫或脆弱面。上下層之澆置間隔時間不得超過 45 分鐘。巨積混凝土澆置每層厚度 20 ~ 50cm。
- (5) 澆置柱之混凝土應使用可調長度柔性管。若梁、板等係與柱、牆等支承結構同次澆置混凝土，應俟柱、牆內澆置之混凝土完成沈落收縮後，再進行梁、板之澆置。
- (6) 遇陽光曝曬、暑溫或寒溫、大風等因素，應採取工程司同意之保護措施後，方可澆置混凝土。
- (7) 在澆置混凝土期間及澆置後 24 小時內，除非有妥善排水坑設施與混凝土分開，不得進行抽水。
- (8) 斜面構造物應由下往上澆置混凝土，避免未凝固之混凝土產生裂縫。

3.2.2 水中混凝土之澆置

- (1) 使用之模板須緊密不漏漿。

(2) 水中混凝土澆置後至少 24 小時之內，該地區不得進行抽水。

(3) 特密管

A.澆置時應維持混凝土之連續流動，並使澆置之混凝土均勻分佈。特密管之移動及昇降應妥為控制。

B.各特密管應有適當之間距，以免造成混凝土材料析離。

C.澆置混凝土時，特密管下端應伸入已澆置混凝土表面下至少 2m。

D.特密管不得水平移動，當特密管中混凝土不易自由卸出時，可將特密管上、下垂直移動，惟落差不得超過 30cm。

(4) 用特密管或設有底門之吊斗，於水中澆置混凝土時，應維持適量連續施工，澆置位置應儘量維持靜水狀態，不得已時，亦須使水之流速在 3m/min 以下，水中澆置之混凝土面應大致保持水平面。

(5) 水中吊斗

A.使用無頂之水中用吊斗，其底門於吊斗卸料時應可自由向外打開。

B.將吊斗裝滿混凝土後緩慢降至待澆置混凝土之表面上，吊降之速率應避免水流過度擾動。

C.緩慢將混凝土卸出，完成後再緩慢將吊斗吊出。

3.2.3 低溫之澆置作業

周圍氣溫為 5°C 且繼續下降時，應採取下列措施，保護已澆置之混凝土：

(1) 加溫

A.將模板或構造物包圍加溫，使其內之混凝土及氣溫保持在 13°C 以上。完成澆置之混凝土應維持該溫度 7 天。

B.於混凝土養護期間加溫時，其周圍之相對溼度應維持不低於 40%。火爐、烤板或加熱器應妥為佈設，使熱量均勻分佈。燃燒之廢氣體應排至包圍體外部。

C.於 7 天之養護期過後，以最多每天降低 7°C 之速率，逐漸降低混凝土周圍之溫度，直到與外界之氣溫相同為止。

D.於實施加溫作業期間，應派人看守並備妥防火設施。

(2) 模板之隔熱

A.將模板以毛毯或隔熱材料等物覆蓋與外界溫度隔離，使混凝土維持至少 13°C 以上之溫度 7 天。毛毯或隔熱材料之種類與厚度應經工程司核可。

B.混凝土上方除隔熱層外，應再覆以油布或經核可使用之防水材料。

3.2.4 高溫之澆置作業

- (1) 周圍溫度超過 32°C 以上時，應於澆置混凝土前，將模板及鋼筋等以水加以冷卻，降溫至 32°C 以下，方可開始澆置混凝土。
- (2) 為避免澆置後混凝土之溫度高於 32°C 時，應採取下列措施保護已澆置之混凝土：
 - A. 防止混凝土直接受到日曬。
 - B. 採用冷水噴灑或以溼潤之粗麻布或粗棉墊覆蓋，使模板保持潮溼。

3.2.5 暴露於海水之混凝土澆置作業

- (1) 混凝土之拌和時間不得少於 2 分鐘。
- (2) 在最低水位與最高水位之間，應避免有施工接縫，上述兩水位間新澆置之混凝土，在 30 天內應不使與海水接觸。

3.2.6 搗實

- (1) 除水中混凝土澆置以外，混凝土澆置時即應確實搗實。鋼筋、預埋件周圍及模板角落處之混凝土應確實搗實。
- (2) 原則上應使用內振動器，內振動器應符合 CNS 5646 規定。
- (3) 外部振動器應經工程司同意後方可使用，外部振動器應符合 CNS 5648 規定。
- (4) 振動時應避免在混凝土表面造成乳沫及積水。若有積水即應以抽水機或其他經工程司認可之方式排除。
- (5) 所有混凝土澆置 15 分鐘內，應即使用振動器振動，但振動時不可觸及模板及鋼筋，以避免鋼筋、預埋管件及預力鋼材發生位移。
- (6) 大梁、小梁或樓地板混凝土，搗實時應確實將振動器插至先澆置之支撐結構體混凝土內。插入深度應約為 10cm，以免過度振動。
- (7) 振動之面積應僅及於新澆置之混凝土內，振動距離應均勻分佈，最遠不得超過有效振動半徑之 1.5 倍。
- (8) 若模板內振動之方式可能造成預埋件之損壞，即不得使用內部振動機。

3.2.7 接縫

- (1) 水平與垂直施工縫之位置及細節應依設計圖說所示施工。因承包商之施工程序或工法而增加之施工縫，應經工程司之同意。
- (2) 與前次澆置並已硬化之混凝土連接之黏結縫，應先將表面打毛至露出粗粒料以利混凝土接合。接縫表面之打毛及清理工作應使用噴濕砂法，或其他經核可之方式處理。

- (3) 清理混凝土表面時應避免損及止水帶。
- (4) 水平及傾斜之施工縫，應先將表面清理溼潤後覆以水泥砂漿。水泥砂漿應與混凝土之水灰比相同，且厚度不得小於 6mm，在水泥漿初凝前澆置混凝土。表面上之鬆動物質均應予以清除，在澆置水泥砂漿或混凝土前應保持澆置面濕潤至少 12 小時。
- (5) 於緊急情況，需增設施工縫時，應使用鋼筋橫穿施工縫，並依工程司指示辦理。
- (6) 沿預力鋼材方向，應避免設置施工縫。
- (7) 需填充填縫材之接縫，以及作為施工縫之表面應予保護。養護劑不得沾染黏結面。
- (8) 模板附近之混凝土表面應以鏟刀抹平，儘可能減少外露面上可見之接縫。混凝土硬化至形狀固定時，即應清除接縫表面之乳沫等雜物，以露出良好堅實之混凝土。

3.2.8 止水帶

- (1) 止水帶應儘可能減少接縫。若有接縫，接縫處不得有滲漏現象。
- (2) 牆上之水平施工縫，其止水帶應在混凝土初凝前安裝完成，並使其一半寬度露出完成之混凝土面，止水帶周圍之混凝土細料應充份搗實以使密合。澆置次一層混凝土時應小心施作，於硬化混凝土面之乳沫移除後澆置，止水帶周圍及上方部分並充份搗實，並確保止水帶不致遭內部振動器或其他工具扭曲或損壞。
- (3) 垂直伸縮縫及施工縫中止水帶之設置，應使其一半露出於準備下次澆置之相鄰混凝土部位，並應確保止水帶位置完全正確，且其周圍之混凝土均已搗實。

3.2.9 開口、預埋件及其他需求

- (1) 應依設計圖說之規定，提供及安裝埋件。
- (2) 於混凝土澆置前，應確認所有相關埋件之正確尺度及位置，並作成確認紀錄備查。

3.2.10 混凝土顏色

外露部分混凝土之養護劑或脫模劑一經核可，除非經工程司同意，否則不得以任何因素改變混凝土之均勻顏色。

3.2.11 橋面板之澆置及修飾

- (1) 承包商應自主檢查及確保混凝土之生產及澆置速度能於計畫時間內完成

澆置及表面修飾、具充足經驗之修飾工人、修飾混凝土表所需工具、設備均已在場並保養良好確實能用等因素後，報經工程司同意，始得澆置橋面板混凝土。承包商若無法於日間完成表面修飾工作，除備有充分照明設備並經工程司認可外，不得於夜間澆置混凝土。

- (2) 橋面板混凝土澆置前須全面檢查其支撐架及楔塞，並做必要之調整，俾確保加上橋面重量後所生之沉落或撓度小於模版設計許可值，承包商應有適當設備使易於直接測量沉落及撓度，而該支撐架及楔塞須俟所支持之橋面板各部混凝土均已達安全強度時始可放鬆 (Release)。
- (3) 澆置橋面板混凝土時應依路面寬度、設計圖或施工製造圖所示縱向施工縫間全寬一次澆置，每次澆置應終止於預定之橫向施工縫處，施工縫應垂直並符合樣線。與相鄰橋面板間之橫向接縫應成為直線，不得有彎曲、曲折或接頭不齊等情形，溢出或澆置於鄰接部分構造物外露鋼筋上之混凝土應於澆置該處之混凝土前清除乾淨。若鄰接之橋面板已澆置完成，則應先將該已澆置之端面整面及剪力樺凹陷處打毛或以工程司認可黏著劑塗刷。混凝土澆置時不得有離析現象，並須均勻澆置至約設計高程後以振動器振實鋼筋周圍之混凝土再予打平，且應避免將混凝土堆置過高或間隔過遠及應儘量運至其最後澆置位置，不得用振動器移動澆置之混凝土。
- (4) 橋面板混凝土澆置時須備妥經工程司認可之機械操作之表面整平機械及所需刮板鋼軌 (Screed Rail)、支承及表面修飾工具、可搬動工作橋架等搬運器具，俾依規定澆置及修飾以獲得平順適宜行車之橋面。
- (5) 縱向施工縫之模板應為垂直並平行道路中心線，施工縫應置於梁或梁腹上面，且該小梁或梁腹應能支持接縫各側之橋面板。模板應開洞或鑽孔使橋面板之鋼筋或綴縫筋 (Dowel Bar) 貫穿至鄰接部分混凝土，若經工程司認可，將施工縫設於永久構造物之梁及其他支承構材外時，應於模板一半深度處放置樺塊 (Key Block) 作為剪力樺 (Shear Key)。該剪力樺無需相連，惟凹陷處之面積應約略具接縫面面積之 $1/3$ ，樺塊形成之凹陷深度應至少 3cm 並應做成稍具斜面使易於拆除。
- (6) 縱向施工縫應儘量少設且儘可能避免設於車輪時常經過處，施工縫間之距離不得大於所用表面整平機械可工作之寬度。單塊邊板 (Edger) 不得用於接縫，澆置鄰接部分混凝土前應除去唇口狀模 (Lip) 及其鑲邊物 (Edging)、沾附或澆置於鄰接構造物外露鋼筋上之混凝土。

- (7) 澆置混凝土前應於澆置區域內先試行操作表面整平機，俾檢查刮板之撓度是否過大及可否獲得規定厚度之橋面板等，並經工程司認可後始可澆置混凝土。刮板應支持於結構構材或具充分強度之堅固模板上，以免發生過大撓度，且其支承應可拆除。刮板應裝於可調整長度之支腳上，拆除時不得影響已刮好之混凝土或能將不良之影響減至最少。刮板宜置於修飾表面區域外，若須置於修飾表面區域內則應安置高於修飾之表面。
- (8) 刮板應具充分強度及剛性，並支撐良好，於其上操作表面整平機械時能產生符合規定之均勻平順表面，澆置橋面板混凝土時，刮板應就擬澆置部分整個長度裝設牢固。若經工程司認可事先預作安排時，可將鋼軌向前移動安放於預先設置之支承上，如此循序進行澆置工作。若依上述施工，刮板之鋼軌及支承之設計及建造，須能於預設之支承上拆除及更換鋼軌，而仍能保持設定之刮板高度。
- (9) 混凝土澆置及壓實後應以定位板(Template) 或打擊板(Strikeboard) 於刮板間或刮板上操作夯打搗實，直至獲得均勻密實之表面。打擊板係用以搗固及打平混凝土，應以經工程司認可並能於許可差內修飾平順之機械運轉之整平機向前以緩慢而均勻之速度移動，惟若因機械之調整或操作不當等致壓實及表面修飾成果不佳時應即矯正，若成果仍不佳時工程司得要求拒用該機械或移除已澆置之混凝土承包商應即照辦，因延滯辦理所致一切損害應由承包商負責。
- (10) 移動過程中其兩端不得脫離刮板，澆置部分之打擊板前緣應經常均勻保持少許餘剩之混凝土。如此反覆施打直至混凝土表面平整，俾進行最後之表面修飾工作，惟不得因此種過程導致過量之水泥砂漿上昇至混凝土表面，而打平工作完畢後混凝土表面應存留均勻薄層及適當稠度之水泥砂漿。
- (11) 刮平後作業或操作機械不得進入混凝土內，整平機及工作人員需要時須搭建工作橋架，刮板支承拆除後之空隙須用混凝土（不得用水泥砂漿）填滿整平（橋面需鋪築瀝青混凝土時除外）。以整平機完成初步修飾工作後，橋面板混凝土表面應用夠數量之 3m 或更長之鋤板鋤平至均勻平順之表面，並除去粗糙處及整平機整面後仍存留之不規則處所及將混凝土表面之空隙封閉。水泥漿表面不得過度加工，使用鋤板於橫向操作時應與前一操作鋤平處至少重疊鋤板之一半長度。
- (12) 用鋤板將表面鋤平後於混凝土尚具塑性時，承包商應用 3m 長之水平直

規置放其上，平行道路中心線移動逐處檢查，再以同樣方法檢查直角方向。如此由橋面板一端開始至他端，就整個區域檢查，每次應至少重疊水平直規之一半長度，若發現凹陷處應即以新拌和之混凝土補平，夯實後重新修飾表面，過高處應削除後重新修飾。檢查及重修表面應連續於整個區域內進行，直至其誤差不超過 3mm（橋面板上需鋪裝瀝青混凝土時，其誤差不超過 6mm）為止。檢查時應考慮路拱、拱勢及豎曲線之影響。經水平直規檢查及補修，若混凝土硬化後發現混凝土表面未能符合下述規定之平整度，承包商仍應負責，不得以已做水平直規檢查及補修為藉口免除其責任。

- (13) 混凝土表面鏟平尚未初凝時須做最後修飾工作，使用適當機具及材料，使整面均勻形成糙痕。刷糙工作應就橋面板之整個寬度橫向進行。每道刷糙寬度相互間應稍微重疊。刷糙工作應由即將完成部份之橋面板或由外側向內開始並須獲得適度之糙面，表面不得有隆起之長條物或鰭狀物並須經工程司認可為止。
- (14) 橋面混凝土應依第 03390 章之規定養護。完成後之橋面板以 3m 長之水平直規與道路中心線平行檢查所得誤差不得超過 3mm（橋面板上需鋪裝瀝青混凝土時，其誤差不超過 6mm）。橋面板上需鋪裝瀝青混凝土而已使用整平機獲得合於規定之混凝土表面時，僅須修整表面上不平垂直並符合樣線。與相鄰橋面板間之橫向接縫應用掃帚刷糙等工作，惟完成後之表面以 3m 長水平直規檢查所得誤差不得超過 6mm。
- (15) 橋面板完成後過高處之混凝土應以鑲嵌金剛石且能切斷砂漿及粒料而不使粒料破碎、鬆動或剝落之鋸切機鋸除，過低處則應以環氧膠砂漿補高至周圍之混凝土以下，橋面板上需鋪裝瀝青混凝土時，過低處可在鋪築橋面瀝青混凝土前先以環氧膠砂漿或瀝青混凝土整平。經削低或填高區域之表面應具橋面其他部分表面相同之紋理（Texture）及外觀。
- (16) 手操打擊板僅使用於特殊情形或小面積之工作。此種器具應堅固而無須用中間刮板即可將整個路面寬度一次打平，其操作須另備輔助用之修飾器具。打擊板、刮板及輔助用修飾器具須於使用前經工程司之認可，手操作之修飾器具應符合前述規定。
- (17) 人行道用之混凝土應充分壓實及用打擊板打平並以木造鏟板鏟平。

本項增列第 3.2.11 款條文如下：『

(18) 鋼梁段混凝土橋面板澆置前，應詳細規劃施工計畫及混凝土澆置順序分

區平面圖及作業動線，以避免因混凝土自重撓度對混凝土產生不利影響。』(補說)

3.3 檢驗

3.3.1 除契約另有規定外，各項材料及施工之檢驗項目如表 03310-1。

表 03310-1 各項材料及施工之檢驗

名 稱	檢驗項目	依據之標準	規範之要求	頻 率
細粒料	水溶性氯離子含量	CNS 1240	最大 0.012%	每一料源至少 1 次
新 拌 混凝土	水溶性氯離子含量	CNS 3090 依 水溶法	最 大 0.15kg/m ³	每澆置日一次
混凝土	坍度試驗	CNS 1176	依設計圖及規 範之要求	不得少於抗壓強 度試驗組數
混凝土	抗壓強度 試驗	CNS 1174 CNS 1231 CNS 1232	依設計圖及規 範之要求	依本章 3.3.2 規 定辦理

3.3.2 每組圓柱試體之數目

(1) 除另有規定外，在混凝土輸送至澆置位置，取樣製作混凝土圓柱試體，每組取樣至少製作 3 個試體。用於檢驗混凝土抗壓強度之樣本量不得小於以下規定：

A.澆置之各種配比混凝土，每天各至少取樣一組。

B.連續澆置之混凝土，每 100m³ 至少取樣一組。

C.版或牆之澆置面積每 450m² 至少取樣一組。

(2) 若因拆模版、施預力等施工控制需要，應另外增加必要之試體個數，在適當齡期試驗強度。

3.3.3 任一組圓柱試體之代表數量

(1) 同一次連續澆置混凝土之個別構造物，依其可予計價之數量(非拌和廠出料單數量)為該次構造物之混凝土代表數量(以 Q_t 表示)。

(2) 進行 3.3.3(1)作業時，依 3.3.2(1)所製作之圓柱試體組數，以 N 表示。

(3) 前述該次構造物之混凝土代表數量(以 Q_t 表示)，除以該次之圓柱試體組數(N)，即為任一組圓柱試體之代表數量($Q = Q_t/N$)。

3.3.4 合格標準

合格之標準說明如下：

(1) 任一組試驗結果為依 3.3.2(1)製作之試體抗壓強度之平均值 (以 M 表示)。

(2) 任一組試驗結果(M)不低於規定強度(f_c')時，其所代表之混凝土數量 (Q)

為合格；該次澆置構造物之混凝土各組試驗結果(M)均不低於規定強度(f_c')時，即該次澆置構造物之混凝土計價數量(Q_t)均為合格；前述數量依契約詳細價目表所列單價計價。

- (3) 因耐候等要求，採用比要求強度所相應值為小之水灰比時，應依指定水灰比在試驗室配比試驗求得強度之 80% 為規定強度 (f_c') 用以判定是否合格。例如試驗室依水灰比 0.5 配合設計，其強度相應值為 400kgf/cm^2 ，即其規定強度 (f_c') 為 $400 \times 0.80 = 320\text{kgf/cm}^2$ 。

3.3.5 不合格但有條件接受之研判及處理

- (1) 任一組試驗結果(M)低於規定強度(f_c')，但不低於規定強度(f_c')之 90% 時，其所代表之混凝土數量(Q)為不合格但有條件接受，依表 03310-2 規定辦理。
- (2) 依 3.3.6(2)辦理鑽心試驗，其鑽心試驗結果為可接受時，則以鑽心試驗結果取代圓柱試體之抗壓強度，依表 03310-2 規定辦理。

表 03310-2 減價百分比

各組試驗結果(M)或鑽心試驗結果	減價百分比
大於或等於 $1.00 f_c'$	0%
等於 $0.97 f_c'$	2.5%
等於 $0.94 f_c'$	7.5%
小於或等於 $0.90 f_c'$	15%

註：M 或鑽心試驗結果介於表列數值之間者，按表列規定之比例計算減價百分比。(計算至小數點以下一位)

3.3.6 不合格之研判及處理

- (1) 該次澆置構造物混凝土有任一組試驗結果(M)低於規定強度 (f_c') 時，其所代表之混凝土數量(Q)為不合格，除可依 3.3.5 辦理者外，低於規定強度 (f_c') 之 90% 時，該組所代表之混凝土數量(Q)及其連帶安全受影響之結構體，應予拆除重做，拆除重做之費用及衍生費用，概由承包商負擔。
- (2) 如工程司或承包商對 3.3.6(1)之混凝土試驗結果(M)懷疑時，得要求辦理鑽心試驗 (鑽心試驗以一次為限，試驗單位由本局指定)。其試驗方法依 CNS 1238 辦理，鑽心試體直徑至少為 94mm 或粗粒料標稱最大粒徑 2 倍(兩者取大值)，若因構件尺度或鋼筋淨間距限制無法取得至少為 94mm 直徑之試體，應於試驗報告中敘明理由，且至少取直徑為 5cm 試體。每一混凝土強度可疑處應取 3 個代表性試體，取樣位置由工程司決定，以對結構體影響最小為原則。若試驗前發現試體於取出或處理過

程中有損壞之現象時，應重新取樣。鑽心試體之平均強度低於規定強度 (f_c') 之 85% 或任一試體之強度低於規定強度 (f_c') 之 75% 時，則其所代表之混凝土為不合格，應依 3.3.6(1) 規定辦理，反之則代表鑽心試驗結果為可接受，依 3.3.5(2) 規定辦理。鑽心試驗之費用由提出者負擔。

- (3) 如承包商要求依 3.3.6(2) 辦理鑽心試驗，係對於場鑄混凝土基樁之任一組試驗結果(M)懷疑時，若該組試體所代表之位置無法進行鑽心作業以取得試體驗證抗壓強度時，則整支基樁視為不合格。
- (4) 不合格之混凝土構造物及其連帶安全受影響之結構體應於收到工程司之通知後 30 日內拆除重做。

3.3.7 非常態時之處理

- (1) 抗壓強度試驗若有遺漏時，推定試體之試驗結果不合格，並按 3.3.6(1) 規定辦理。
- (2) 澆置試體之試驗結果異常，經工程司同意後得加做鑽心試驗，並按 3.3.6(2) 規定辦理。

3.3.8 場鑄混凝土基樁之處理

- (1) 場鑄混凝土基樁以「支」為整體考量，任一組試驗結果(M)均不低於規定強度(f_c')時，該支基樁始符合 3.3.4 之規定。
- (2) 任一組試驗結果(M)低於規定強度(f_c')，但不低於規定強度(f_c')之 90% 時，該組所代表之混凝土數量(Q)為不合格但有條件接受，依 3.3.5 相關規定辦理。
- (3) 任一組試驗結果(M)低於規定強度(f_c')之 90% 時，該支基樁之混凝土數量(Q_t)為不合格，依 3.3.6 節相關規定辦理。

本項增列第 3.3.9 及 3.3.10 款條文如下：『

3.3.9 抗氯離子滲透性

- (1) 抗氯離子滲透性試體的製作、養護和試驗按北歐 NT BUILD 492 (Chloride Migration Coefficient from Non – Steady - State Migration Experiments)試驗法辦理。**

- (2) 混凝土抗氯離子滲透性的檢驗與驗收**

A. 混凝土抗氯離子滲透性試體之數量：

- (a) 河道內(P100、P110、P120、P140、P150、P160；引道公路橋 P17、P18N(S)、P19N(S)、RL2P3、RL2P4、RR3P1、ML2P3、ML2P4、BL2P2、MR1P1；公車專用道 P18L、P19L)之樁、樁帽、**

墩柱、主塔(P130)及其它混凝土，同一配比的混凝土每累計澆築 1000m³ 隨機取樣 1 組，所餘數量未足 1000m³ 但超過 300m³ 時應增加 1 組。

(b) 河道外(前項條列以外)之樁、樁帽、墩柱及其它混凝土，同一配比的混凝土每累計澆築 2000m³ 隨機取樣 1 組，所餘數量未足 2000m³ 但超過 600 m³ 時應增加 1 組。

(c) 場鑄預力箱形梁，每一連續單元(即伸縮縫到伸縮縫間)應取樣至少 1 組。

B.每組試體由六個試體組成，包含 28 天和 56 天兩個齡期，以 28 天抗氯離子滲透性指標作為品質控制標準，以 56 天抗氯離子滲透性指標作為評定合格與否之依據，同一組試體製作時試樣應取自同一混凝土運輸車之混凝土。

C.以 3 個試體擴散係數的平均值做為該組試體氯離子擴散係數的代表值；當每組 3 個試體擴散係數中的最大值和最小值與中間值之差均超過中間值的 15%時，應取中間值作為代表值；當每組 3 個試體擴散係數中的最大值或最小值之一與中間值之差超過中間值的 15%時，應剔除此值，再取其餘兩值的平均值做為代表值。

D.混凝土氯離子擴散係數的驗收應分批進行，每批驗收的混凝土應由氯離子擴散係數設計要求值相同、配比和產製方式相同的混凝土組成，承包商可按分項工程或估驗期程劃分每批驗收的組數。

E.當該批驗收的混凝土試體組數 $n=2\sim4$ ，混凝土氯離子擴散係數的合格評定統計數據應同時滿足下列公式的要求：

$$D_n \leq D_{nssm,k} - \sigma_0$$

$$D_{n,max} \leq D_{nssm,k} + 0.5\sigma_0$$

式中： D_n –混凝土氯離子擴散係數平均值 ($\times 10^{-12}m^2/s$)；

$D_{nssm,k}$ –耐久性設計要求的混凝土氯離子擴散係數($\times 10^{-12}m^2/s$)，如表 03310-3 所示；

$D_{n,max}$ –混凝土氯離子擴散係數中的最大值($\times 10^{-12}m^2/s$)；

σ_0 –施工中實際統計混凝土氯離子擴散係數的標準差($\times 10^{-12}m^2/s$)

F.當該批驗收的混凝土試體組數 $n \geq 5$ 時，混凝土氯離子擴散係數的合格評定統計數據應能同時滿足下列兩式要求：

$$D_n + D_u \leq D_{nssm,k}$$

$$D_{n,max} \leq D_{nssm,k} + C\sigma_0$$

式中： D_n – 混凝土氯離子擴散係數平均值($\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$)；

$D_{nssm,k}$ – 耐久性設計要求的混凝土氯離子擴散係數($\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$)，如表 03310-3 所示；

$D_{n,max}$ – 混凝土氯離子擴散係數中的最大值($\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$)；

C – 係數，當 n 為 5~9 時， C 為 0.7； n 為 10~19 時， C 為 0.9； n 大於或者等於 20 時， C 為 1.0；

σ_0 – 施工中實際統計混凝土氯離子擴散係數的標準差($\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$)

D_u – 混凝土氯離子擴散係數的標準差($\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$)，可按下式計算：

$$D_u = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n D_{nssm,k}^2 - n D_n^2}{n-1}}$$

n – 混凝土試體組數。

表 03310-3 各齡期耐久性設計要求的混凝土氯離子擴散係數 $D_{nssm,k}$

類型		部位		保護層	氯離子擴散係數 $D_{nssm,k}$ ($10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$)	
					28 天	56 天
出 露	下部結構	橋墩(塔)	大氣區(> EL. 10)	7.5 cm	5.0	3.0
			水下區+浪濺區(EL. - 11.4~10)	10.0 cm	5.0	3.0
		橋墩(塔)基礎		10.0 cm	7.0	5.0
		場鑄基樁		10.0 cm	7.0	5.0
其 他 橋 梁	上部結構	預力箱形梁	橋面板頂面	7.5 cm	5.0	3.0
			箱形梁外側	7.5 cm	5.0	3.0
			箱形梁內側及隔梁	4.0 cm	5.0	3.0
	下 部 結 構、 擋土牆	河道內橋墩	大氣區(> EL. 10)	7.5 cm	5.0	3.0
			水下區+浪濺區(EL. - 11.4~10)	10.0 cm	5.0	3.0

類型	部位	保護層	氯離子擴散係數 $D_{nssm,k}$ ($10^{-12}m^2/s$)	
			28 天	56 天
	河道外橋墩	7.5 cm	5.0	3.0
	橋臺、翼牆及擋土牆	10.0 cm	7.0	5.0
	橋墩、橋臺、翼牆及擋土牆等之基礎	10.0 cm	7.0	5.0
	場鑄基樁	10.0 cm	7.0	5.0
其他	橋護(隔)欄	5.5 cm	5.0	3.0

(3) 不合格之研判及處理

- A.任一驗收批混凝土氯離子擴散係數試驗結果超過合格統計標準時，代表該驗收批取樣頻率的混凝土數量為不合格，該驗收批所代表之混凝土數量及其連帶受影響之結構體，承包商應提出改善方案，確保耐久性設計年限，改善方案應經工程司核可，改善方案之費用及衍生費用，概由承包商負擔。
- B.如工程司或承包商對試驗結果懷疑時，得要求辦理鑽心試驗（鑽心試驗以一次為限，試驗單位由本局指定），鑽心試驗取樣之時機以氯離子擴散係數規定齡期為主，最晚不得超過規定齡期 14 天。其試驗方法依 CNS 1238 辦理，鑽心試體直徑為 100 mm，長度至少 50 mm。每一混凝土可疑處應取 3 個代表性試體，取樣位置由工程司決定，以對結構體影響最小為原則。若試驗前發現試體於取出或處理過程中有損壞之現象時，應重新取樣。鑽心試體之試驗結果高於表 03310-3 耐久性設計要求之合格標準時，則其所代表之混凝土為不合格，應依 3.3.9(3)-A 規定辦理，鑽心試驗費用由提出者負擔。
- C.不合格之混凝土構造物及其連帶受影響之結構體應於收到工程司之通知後 30 日內進行處理。

3.3.10 保護層厚度

- (1) 模板與保護層墊塊安裝好後，混凝土澆灌前，應按每 $10 m^2$ 一點檢測鋼筋保護層的厚度，其正偏差不應大於 10 mm，且不得有負偏差，檢測不

合格時應立即進行校正。

- (2) 橋塔、橋墩、上部結構、基礎、橋台、翼牆、擋土牆、護欄等構造物於混凝土養護拆模完成後，應採用非破壞檢測方式進行保護層厚度檢驗，採用非破壞方法檢測時，所用儀器應進行校準。非破壞檢測方法宜根據保護層厚度按表 03310-4 選擇，檢測儀器的精度應滿足表 03310-5 之規定。

表 03310-4 不同鋼筋保護層厚度的檢測方法

保護層厚度(cm)	檢測方法
≤ 6	電磁感應技術
> 6	雷達探測技術

表 03310-5 檢測儀器之精度

保護層厚度(cm)	檢測精度(mm)
< 5	± 1
5~6	± 2
≥ 6	± 3

- (3) 混凝土保護層厚度檢測的結構部位，應根據結構構件的重要性選定。檢驗批可按構件類型或時間段劃分。同類型構件按其總數的 10%抽取構件（且不少於 10 個），每個構件原則上選擇 3 處進行保護層厚度檢測，當構件體積大於 1000 m³ 時，每 1000 m³ 增加 1 處，所餘數量未足 1000 m³ 但超過 300 m³ 時再增加 1 處。
- (4) 每處受檢部位應選擇有代表性的最外側 312 根受力鋼筋(主筋及箍筋)進行混凝土保護層厚度之檢測，每根鋼筋選擇 3 個代表部位檢測。
- (5) 不合格之研判及處理
- A.單處測點的判別：每處受檢部位之保護層厚度檢測結果中，最小值低於設計值 5 mm 或最大值高於設計值 18 mm 時，檢測結果判定為不合格。
- B.檢驗批的判別：受檢構件全部鋼筋保護層合格點率不小於 95%，該檢驗批鋼筋保護層厚度判為合格。當鋼筋保護層合格點率小於 95%，但不小於 85%時，可抽取相同數量的構件進行檢測，且按兩次抽樣總和計算的合格點率為 95%及以上時，該檢驗批鋼筋保護層厚度可判為合格；否則，該檢驗批鋼筋保護層厚度為不合格。
- C.對於檢驗批保護層厚度檢測不合格之構件，應增加檢測頻率以確認該

構件不合格之範圍，並由承包商提出改善方案，確保耐久性設計年限，改善方案應經工程司核可，改善方案之費用及衍生費用，概由承包商負擔。』(補說)

3.4 清理

3.4.1 污染之避免及清除

- (1) 施工中應保護混凝土構造物不受結構鋼構件之鐵銹或其他物質之污染。
- (2) 若發生污染，應將污染去除，並使混凝土恢復原有之顏色。

3.4.2 混凝土表面修補，依第 03350 章規定辦理。

3.5 保護

3.5.1 混凝土養護應依第 03390 章之規定辦理。

3.5.2 混凝土澆置後至少 7 天內，應保護混凝土不受天候侵害，包括雨水、日曬及過高或過低溫度。

3.5.3 保護混凝土凝結過程不受干擾，混凝土充分硬化至足以承擔載重前，不得施加载重。

3.6 許可差

3.6.1 除契約另有規定外，混凝土構造物尺寸之許可差如表 03310-3 所示。

表 03310-3 混凝土構造物尺寸之許可差

類別	位置	許可差	
		揚鑄	預鑄
板、梁、柱(墩、塔)、牆、橋台、護欄、鋼筋混凝土墊及一般構造物	板之雙向尺度，梁、牆、橋台之長度，牆、柱(墩、塔)之高度	每 3 m ±1.0 cm，惟不超過 5.0 cm	每 1 m ±0.2 cm，惟不超過 1.3 cm
	梁、柱(墩、塔)、橋台、護欄等構造體之斷面	-1.0、+2.0 cm	-0.6、+1.3 cm
	板、牆、拱部等構造體之厚度，鋼筋混凝土墊各向之尺度	-2.0、+10 cm	-1.3、+5.0 cm
柱(墩、塔)、牆及類似構造物之基礎	平面尺度	位差方向基礎寬度之 2%，惟不大於 10 cm	位差方向基礎寬度之 2%，惟不大於 5 cm。
	厚度減少	5%，最大 2.5 cm	5%，最大 1.3 cm

本項修訂第 3.6.1 款條文如下：『

3.6.1 除契約另有規定外，混凝土構造物尺寸之許可差如表 03310-3 所示。

表 03310-3 混凝土構造物尺寸之許可差

類別	位置	許可差	
		場鑄	預鑄
	梁、柱(墩、塔)單一升層、橋台、護欄等構造體之斷面	-1.0、+2.0 cm	-0.6、+1.3 cm

』(補說)

本項增列第 3.6.2 款條文如下：『

- 3.6.2 主橋 P110、P120、P140、P150 墩柱之位置容許誤差於樁帽頂部為 $\pm 25\text{mm}$ ，墩柱垂直度容許誤差為 1/1000。P120 及 P140 錨固鋼索槽其位置應以橋梁橋面板整體方向來定位，而非以相對於墩柱幾何形狀定位。』(補說)

4. 計量與計價

4.1 計量

- 4.1.1 本章工作以「立方公尺」或其他單位計量。
 4.1.2 因可歸責於承包商責任而需修補之混凝土，不予計量。
 4.1.3 附屬工作項目應依第 03150 章規定予以計量。

4.2 計價

- 4.2.1 本章工作依契約詳細價目表所列項目單價計價，該項單價已包括所需之一切人工、材料、機具、設備、動力、運輸及其他為完成本項工作所必需之費用在內。

本項第 4.2.1 款文末增列條文如下：『

混凝土表面修飾未獲工程司認可前，其混凝土相關計價以其工作項目單價之百分之九十為上限計付，其餘價款俟表面修飾工作經工程司認可後計付。』

(補說)

- 4.2.2 本章工作項目名稱及計價單位例舉如下：

工作項目名稱	計價單位
混凝土，註明規格	立方公尺

本項修訂第 4.2.2 款條文如下：『

4.2.2 本章工作項目名稱及計價單位例舉如下：

<u>工作項目名稱</u>	<u>計價單位</u>
混凝土，註明規格	立方公尺
主橋塔混凝土	立方公尺

』(補說)

〈本章結束〉