

第03436章 預鑄節塊懸臂工法

1. 通則

1.1 本章概要

說明橋梁預鑄節塊懸臂工法之材料、設備、施工及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

1.2.1 上部結構施工計畫書、細部計算及施工製造圖之送審

1.2.2 施工階段之結構分析及預鑄節塊之鑄造

1.2.3 預鑄節塊之處理、存放、運送、安裝

1.2.4 施工督導、環氧樹脂黏劑接合、許可差

1.2.5 本工程橋梁採預鑄節塊懸臂工法施工之作業承包商應依本規範、設計圖規定、工程司核准之施工計畫與指示進行預鑄節塊之製作、儲存、運輸、吊裝及施預力等工作，並供應所有必要之材料、人工、機具設備等，暨於橋梁上部結構預鑄節塊之間進行環氧樹脂黏劑接合作業。

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03150章—混凝土附屬品

1.3.3 第03210章—鋼筋

1.3.4 第03231章—預力鋼腱及端錨

1.4 相關準則

1.4.1 中華民國國家標準（CNS）

(1) CNS 12283 混凝土用化學摻料

1.4.2 美國州公路及運輸協會（AASHTO）

(1) AASHTO Guide Specifications for Design and Construction of Segmental Concrete Bridges

(2) AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges

1.5 資料送審

1.5.1 資料提送

1.5.2 承包商應配合施工進度及第1.5.2款所述送審文件之作業時程，於上部結構施工前至少六個月研提上部結構施工計畫書報請工程司審查，其內容至少應包含下列各目資料：

- (1) 施工程序
- (2) 施工方法
- (3) 施工進度
- (4) 施工人員組織、資歷
- (5) 節塊吊運及儲存方式
- (6) 預鑄場及節塊堆置場之位置、面積、整地計畫、設備配置及進出道路配置與運輸路線等資料，其屬路權外部分須取得地主使用許可證明或租用契約書。
- (7) 施工機具設備之配置、數量及下列性能資料（含設計圖及計算書）
 - A. 配屬於預鑄場之機具設備。
 - B. 本工法所用設備之尺寸（須能配合設計圖示各上部結構跨徑及斷面之施工）。
 - C. 設備所能承受之垂直力及彎矩等。
 - D. 設備承受各種工作載重時之撓度。
 - E. 吊裝設備移動之方式及細部資料。
 - F. 運輸預鑄節塊之機具設備與車輛之型式、性能及作業方法。
 - G. 特殊起重設備及臨時支撐鋼架之設置位置、架設方法及作業所需淨空。
 - H. 其他擬採用之臨時設施。
 - I. 模板之型式及品質。
 - J. 模板工作圖及計算書。
 - K. 拱度調整裝置。

1.5.3 承包商應於節塊預鑄開始作業前三個月依橋梁之結構設計及上部結構施工循環週期研提細部計算及施工製造圖送請工程司核可，其內容至少須包括下列各目資料：

- (1) 各類節塊之細部尺寸、鑄造曲線圖等資料：所提鑄造曲線圖應有足夠準確性，俾決定如何設定控制點以準確鑄造節塊。計算鑄造曲線時應

考量路線幾何線形及與時間有關之變形、靜重、施工荷重、包含二次彎矩之預應力及混凝土潛變與收縮等所致變形誤差，下部結構橋墩與基礎中心位置須配合路面超高及節塊鑄造方法由承包商校核並做必要之調整。

- (2) 施工縫之配置。
- (3) 預力鋼腱之詳細配置。
- (4) 施預力之順序及方式。
- (5) 依施工循環週期估算上部結構混凝土乾縮及潛變量。
- (6) 撓度計算。
- (7) 設備於吊裝節塊及移動時對既有結構之影響。
- (8) 橋面伸縮縫預留槽尺寸（須配合所採橋面伸縮縫型式）。
- (9) 鋼筋施工製造圖（含配合所採橋面伸縮縫型式繪製預留槽之預留筋詳圖）。
- (10) 節塊吊運與儲存方式之應力檢核。

2. 產品

2.1 材料

- 2.1.1 混凝土：應符合第03380章「後拉法預力混凝土」規定，其設計強度示於設計圖。
- 2.1.2 環氧樹脂黏劑：應符合第1.4.2(2)目規範2002年版施工篇第8.13.7.1節規定或經工程司核可之同等品，且應提報其出廠檢驗報告。

2.2 設計與製造

2.2.1 施工載重

- (1) 設計時已考慮下列施工中不平衡載重，其載重組合依第1.4.2(1)目規範1999年版規定辦理。
 - A. 懸臂靜重假設兩邊差2%（DIFF）。
 - B. 懸臂兩邊差異一個節塊之施工進度所致不平衡節塊載重（U）。
 - C. 不平衡上揚風力 25 kgf/m^2 作用於懸臂的短邊（WUP）。
 - D. 懸臂兩邊分別有 25 kgf/m^2 （短邊）及 50 kgf/m^2 加懸臂端3tf（長邊）之垂直施工活載重（CLL）。

E. 工作車載重 X_t （示於設計圖，非採工作車設計時為0）（CE）。

- (2) 承包商應提送計算資料說明施工人員及所採施工程序與設備對懸臂梁及墩柱所致軸力、剪力及彎矩等內力不大於上述D及E所產生之和，否則應依實際荷重及上述規範規定提送詳細計算資料送請工程司核可。

2.2.2 施工階段之結構分析

- (1) 承包商須於施工前配合其所採施工程序、機具設備等適時提報結構分析與設計，且應由具此工法橋梁設計及施工經驗之工程師負責。
- (2) 承包商須證明其所採設備與施工方法及預定施工進度於混凝土之乾縮與潛變影響下，該施工階段應力之包絡線（Envelope）均能於設計所需最後階段應力包絡線之內。施工時若有偏差，承包商須證明其值均於容許限制之內，且能達設計最後階段所需應力分佈。
- (3) 原設計鋼腱之偏心距若承包商認為必要時得申請調整，惟須提出計算資料證明能符合原設計要求並經工程司核可。

2.2.3 鑄造規定：節塊應以接合鑄造法（Match Cast）緊靠著前一節塊而鑄造，使兩節塊間產生密合接觸面。

- (1) 模板：構造物各部所有暴露表面應使用相同材料之模板使混凝土表面顏色與外觀一致，模板接合處於平坦表面之最大偏移許可差為1.5 mm，角落與彎曲處則為3 mm。
- (2) 幾何控制：鑄造作業開始前承包商應先提報完整之節塊鑄造幾何控制法（含測量設備及各節塊控制點之設置）並經工程司核可後始得鑄造。所有節塊幾何所需修訂應以控制點為準，兩個以接合鑄造法製成之節塊分開前應再測量其位置，若有不合應於下一個節塊鑄造時改正。控制所用儀器應裝設於預鑄場之固定臺上且其高度足以看清所有控制點，並應於預鑄場設定固定標點。儀器操作及鑄造監督應由有經驗之合格人員擔任，鑄造作業開始前監督人員及儀器操作人員資格應報請工程司核可。
- (3) 接合鑄造準備工作
- A. 欲埋入節塊混凝土之構件應適當定位與支撐，突出、凹部、缺口、開口、堵塊等應依設計圖裝設。節塊之起吊方法、起吊設備與配置方式及作業方法程序均應經工程司核准後特殊起重設備始得埋入預鑄節塊內。
- B. 先前鑄造完成與將鑄造之節塊鄰接表面應先塗含有亞麻皂與滑石

成份（混合比例為5：1）之防黏合薄膜或其他經核可之薄膜，若為後者應於節塊鑄造前將該材料面積至少 0.4 m^2 之樣本送審。

(4) 澆置混凝土：

- A. 除設計圖註明或工程司指示外，節塊混凝土應一次澆置完成而無施工接縫，其澆置順序及搗實振動方法應先經工程司核可。
- B. 承包商可採經工程司核可之措施，以提高混凝土之工作性及早期強度，惟化學摻料性能應符合CNS 12283之F型或G型規定。

(5) 養護

- A. 承包商若採蒸氣養護法，應依照第03053章「水泥混凝土之一般要求」規定辦理，除另有規定，蒸氣養護結束後工程司得視需要指示繼續混凝土一般養護。前一個完成之節塊應暴露於與新鑄造節塊相同溫度與濕度之養護條件下，直到新節塊達可拆除模板之混凝土強度。
- B. 承包商應於混凝土強度足夠時方可脫模及吊運。若橋面板採橫向預力，混凝土應達設計圖示強度始可施拉預力及於施拉後吊運。節塊接合時之混凝土強度應達 420 kgf/cm^2 。

(6) 整修

- A. 預鑄節塊若有小斷裂、剝落或蜂巢裂縫（大於 2.5 cm 深者應由工程司作結構複查可否接受）應以核可之方法修補。
- B. 若任一腹板上呈斷裂、剝落或蜂巢裂縫狀之剪力樁（Shear key）面積低於其總接觸面之30%時，應將損壞部分磨成圓柱形凹孔且其深度與寬度約等於剪力樁尺寸，凹孔所留孔隙應謹慎以工程司核可之環氧樹脂砂漿或其他方法填補。若上述面積比超過30%，則該節塊不得使用。
- C. 頂板與底板接合面上損壞之定位樁應以工程司核可之方法修補，惟呈斷裂、散裂或蜂巢裂縫之定位樁超過其總接觸面之30%，該節塊不得使用。
- D. 若節塊前一配合表面有可接受之斷裂、散裂或蜂巢裂縫時，應於灌築下一個節塊前修補。結構複查後不合格與無法修補之節塊應由承包商自行運離與處理，並重新鑄造節塊。

(7) 節塊標示：各節塊均應於箱形梁內側標示施工時之位置與次序之施工記號並註明於施工製造圖。

3. 施工

3.1 施工方法

3.1.1 預鑄節塊之處理、存放與運送

- (1) 處理節塊時應謹慎小心以防節塊受損並僅能以施工製造圖所示裝置處理，且應依工作圖示於腹板下經認可之三點支承法存放及運送。節塊得以不超過兩層之堆疊方式存放，存放區應充分考量穩定性以防存放期間節塊支承產生不均勻下陷。
- (2) 運送前應澈底檢查各節塊，所有接縫表面之浮漿、殘留黏膠等異物應以輕微噴砂澈底清理，接縫表面小剝落或碎裂部分俟節塊施工後始進行修補。運抵工地時應再度檢查各節塊，運送時之損壞若工程司認為足以影響節塊之結構及外觀等功能時，則該節塊不得使用。前述支承位置應設堅固支架，運送時所有節塊應完全固定以防移動。

3.1.2 節塊安裝施工規定：應採平衡懸臂工法並符合下列規定。

- (1) 預鑄節塊接合：應於節塊接合表面之溫度為5~40℃時始可進行，並依本章規定於預鑄節塊間塗抹環氧樹脂黏劑及施接預力鋼棒等作業。
- (2) 水平與垂直度：承包商應將各施工階段上部結構之高程及位置列表說明並詳予檢查其高程與準度及依要求改正，以免累積任何誤差。節塊施工當天日出後第一個小時內承包商應以兩種不同測定法檢查懸臂準線及高程，其間差距應於0.6 cm內，若測定結果不一致時節塊施工應停止，直至改善為止。

3.1.3 跨距閉合接縫：其固定架應將兩懸臂梁之端點於垂直方向、縱向與橫向鎖住以產生相等撓度，當閉合接縫混凝土已達規定強度並施加縱向連續性預力後固定裝置方可拆除，承包商應提出計算資料與詳圖送請工程司核可。

3.1.4 施工督導：為使本工程順利進行，承包商須於施工階段配合其所提送之施工計畫適時指派具本工法橋梁施工經驗之工程師於現場督導本工法各項工作之規劃、機具設備之安裝及工程施工。

3.1.5 環氧樹脂黏劑接合

- (1) 施工現場膠凝時間（Gel time）測試：應於工作進行中之使用前一小時及周圍溫度下每天以3.7853 L依下列步驟於現場實施本測試，其結果應符合第1.4.2(2)目規範2002年版規範施工篇第8.13.7.1.2節所述之30

分鐘規定。若測試結果不合格則須從同一批材料取第二個樣品重新測試，若其結果仍不合格時則拒收該批材料並應即運離工地，且應提供另一批附有檢驗機構測試合格證明文件之新品並重新測試。

- A. 以一個拌和棒或混合槳翼片緩慢及單獨地攪動各種成份三分鐘，以避免空氣滯留（Entrapment）。
 - B. 依指定比例混合成份。
 - C. 開始計時作業與充份混合成份3分鐘，以攪拌棒或混合槳翼片緩慢攪動以避免產生空氣滯留，另為避免導熱，勿以手握住容器，並將樣品容器置於不導熱表面，且於混合時記錄開始狀況，例如開始時間等。
 - D. 預定膠凝時間前約5分鐘開始以拌和棒每15秒垂直探測反應材料表面中心一次。
 - E. 當反應材料不再附著於潔淨的探測桿端時須記錄膠凝時間並從開始混合所用時間計起。
- (2) 預鑄節塊間接縫：預鑄節塊間應以環氧樹脂黏劑塗抹接合表面，承包商須證明其公司或所僱用人員或顧問具備能圓滿執行本工作之知識與經驗及經工程司認可，並保證處理或混合環氧樹脂黏劑之人員完全熟悉使用安全規定。
- (3) 接觸面之清理：塗抹環氧樹脂材料前應先清理接觸面，以去除脫模劑、浮漿等防著劑材料、工程司認為有害之油脂等材料，且表面不得有自由水份（若經乾布揩拭後該乾布變潮濕時，則該表面應認為有自由水分）。
- (4) 接縫遮蔽：塗抹環氧樹脂黏劑前一小時至初步預力鋼棒加壓後，承包商應遮蔽接觸面以免與陽光、雨水或逕流直接接觸。
- (5) 環氧樹脂材料混合
- A. 環氧樹脂材料應裝於完封無損之容器內，其兩種部分應悉依製造廠商指示混合。
 - B. 不得使用已啟開過之容器，並應依環氧樹脂材料製造廠商規定之機械混合裝置混合。
 - C. 各環氧樹脂材料容器內之材料於混合前應充分攪拌，混合時亦應繼續攪拌至顏色均勻為止，並應隨時檢查混合溫度。
 - D. 不得使用已超過有效期限之成分。

(6) 環氧樹脂黏劑塗抹

- A. 一批次混合後應即開始以油漆刮刀或戴手套的手於各接觸面塗抹，每面厚度至少為1.6 mm。
- B. 塗抹量應足夠，俾於施預力後從接縫產生小擠出物（珠狀）。
- C. 指定膠凝時間過後不得再塗抹，且不得塗於套管周圍2.5 cm內。

(7) 預力

- A. 每個接觸面塗抹環氧樹脂黏劑後應即使節塊定位並於環氧樹脂黏劑接觸時間（Open Time）終了前施預力，使整個節塊斷面產生 2.8 kgf/cm^2 之最低壓力。若此項作業未於上述時間內完成，則此節塊應移開並將兩個接觸面上之所有環氧樹脂黏劑以刮刀或經核可之溶劑清理，完成後經24小時始能再塗抹環氧樹脂黏劑。
- B. 除製造廠商指示並經工程司同意外，接觸時間應從膠凝時間終了起計，接合後過多之環氧樹脂黏劑應從外面開始清理，以免損壞或沾污混凝土表面。

(8) 接合作業紀錄：承包商應記錄之接合作業資料如下。

- A. 節塊號碼（上部結構施工跨孔號碼與接縫號碼）
- B. 接合日期與時間
- C. 樹脂與硬化劑批號
- D. 最高混合溫度
- E. 天候狀況（每15分鐘記錄溫度與濕度）
- F. 樣品明細
- G. 測試結果

3.2 許可差

3.2.1 節塊鑄造部分：下列數值適用於上部結構節塊之製作（含預鑄及現場澆置部分），節塊間之尺寸誤差應於一個節塊內調整，俾完成之構造物總尺寸符合設計圖所示。

- (1) 腹板厚度： $\pm 1 \text{ cm}$
- (2) 底板厚度： $\pm 1 \text{ cm}$
- (3) 頂板厚度： $\pm 1 \text{ cm}$
- (4) 頂板全寬： $\pm 0.5 \text{ cm / m}$ ，最大 $\pm 2.5 \text{ cm}$
- (5) 節塊長度： $\pm 1 \text{ cm / m}$ ，最大 $\pm 2.5 \text{ cm}$

- (6) 隔梁厚度： ± 1.25 cm
- (7) 底板斜度： ± 0.1 cm / m
- (8) 預力套管位置： ± 0.3 cm
- (9) 剪力樺位置： ± 0.6 cm

3.2.2 節塊安裝部分：超過下列數值部分應以承包商所研提與經工程司認可的方法改正，節塊間之尺寸累積誤差應於一個節塊內調整，俾完成構造物之總尺寸符合設計圖所示。

- (1) 接合後相鄰兩節塊外表面間：0.5 cm
- (2) 兩連續節塊接縫間之橫向理論坡度：0.001 rad
- (3) 兩連續節塊間之縱向理論坡度：0.003 rad。
- (4) 兩鄰接節塊連接處之路面高程差：0.3 cm。

4. 計量與計價

4.1 計量

- 4.1.1 「預鑄節塊懸臂工法預力混凝土， xxx kgf/cm^2 」係以「 m^3 」為計量單位，惟超出設計圖所載尺寸或工程司指定尺寸之用量均不予計量。
- 4.1.2 鋼筋依據本規範第03210章之規定計量。
- 4.1.3 預力鋼腱依據本規範第03231章之規定計量。

4.2 計價

- 4.2.1 「預鑄節塊懸臂工法預力混凝土， xxx kgf/cm^2 」契約單價已包含上部結構預力混凝土節塊之製造（含場鑄部分）、節塊預鑄場地與相關設施、節塊儲存、運輸及吊裝、橋墩托座及臨時支撐塔架、環氧樹脂黏劑接縫處理（含測試，且其出廠檢驗所需費用已含於其材料費內）、模板（含場鑄部分）、支撐、臨時錨碇、節塊接合所需臨時預力鋼棒、混凝土早強措施、臨時支撐、欄杆及其他安全設施，按設計圖、本規範規定及工程司指示完成本項工作所需一切材料、人工、機具設備等費用，另無其他給付。
- 4.2.2 鋼筋依據本規範第03210章之規定計價。
- 4.2.3 預力鋼腱依據本規範第03231章之規定計價。
- 4.2.4 「預鑄節塊懸臂工法預力混凝土」分為兩階段計價：

- (1) 預鑄節塊製作完成，經檢驗合格後，給付該工作項目契約單價40%。
- (2) 預鑄節塊運至工地完成吊裝接合及施加預力，並經檢驗合格後，給付該工作項目契約單價60%。

<u>工作項目名稱</u>	<u>計價單位</u>
預鑄節塊懸臂工法預力混凝土，xxx kgf/cm ²	m ³

<本章結束>