

第03382章 節塊推進工法

1. 通則

1.1 本章概要

說明節塊推進工法橋梁之材料、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 混凝土、臨時滑動支承墊片、不銹鋼墊片之材料規格

1.2.3 必要之機具設備、臨時設施

1.2.4 臨時設施應考慮之荷重及應力、施工階段之結構分析

1.2.5 施工方法及許可差

1.2.6 橋梁採節塊推進工法施工之作業應依本章、設計圖規定、工程司核准之施工計畫與指示進行節塊之鑄造、推進及施預力等工作，並供應所有必要之材料、人工、機具設備等。

1.3 相關章節

1.3.1 第03380章－後拉法預力混凝土

1.3.2 第05062章－結構鋼

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 A2219 混凝土用化學摻料

1.4.2 美國州公路及運輸協會（AASHTO）

(1) AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges

1.5 資料送審

1.5.1 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送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) 施工機具設備及下列各項性能資料（含設計圖及計算書）
 - A. 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）。
 - B. 設備所能承受之垂直力及彎矩等。
 - C. 設備承受各種工作載重時之撓度。
 - D. 推進方式及細部資料。
 - E. 若採用油壓千斤頂，則應對其油壓系統作說明。
 - F. 其他擬採用之輔助設施。
 - G. 模板之型式及品質。
 - H. 模板工作圖及計算書

1.5.2 承包商應於上部結構施工前三個月依橋梁之結構設計及上部結構施工循環週期提送細部計算及施工製造圖送請工程司核可，其內容至少須包含下列各目資料：

- (1) 施工縫之配置。
- (2) 預力鋼腱之詳細配置。
- (3) 施預力之順序及方式。
- (4) 依施工循環週期估算上部結構混凝土之乾縮及潛變量，並配合估算結果提供下列各項細節資料：
 - A. 上部結構各單元端部間或與橋台背牆間之距離（參橋面伸縮縫標準圖）
 - B. 橋面伸縮縫伸縮容量之檢核
 - C. 活動型盤式支承伸縮容量之檢核
 - D. 橋墩受力檢核
- (5) 撓度計算。
- (6) 節塊推進時對橋墩之影響。
- (7) 橋面伸縮縫預留槽尺寸（須配合所採橋面伸縮縫型式）。

- (8) 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）。

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 臨時滑動支承墊片：應足以承受節塊重量及施工荷重，並有適當備用量以便抽換。其構造為加勁（內含鋼片）橡膠墊片且其中一面附鐵弗龍（Teflon），強度應能承受支承墊所受荷重並能發揮滑動效應，且於此荷重下支承面上不銹鋼片與鐵弗龍間之摩擦係數應符合以下規定並提出試驗證明：
- A. 不以油脂潤滑者應小於3.5%。
 - B. 以油脂潤滑者應小於1.5%。
- 2.1.3 不銹鋼（鉻鎳鋼）墊片：包於臨時鋼筋混凝土支承墊面上，其材質須符合第05062章「結構鋼」規定或經核可之同等品，且應提報其檢驗報告。
- 2.1.4 上述第2.1.2、2.1.3款若改以滑動帶或其他替代方法且摩擦係數符合第2.1.2款所述摩擦係數規定及不影響節塊推進或損壞構造物，承包商應將工作圖及施工程序送經工程司核准後始得變更。

2.2 設備

- 2.2.1 承包商至少須提供下列完成本工作必要之機具或設備，以利工程進行。
- (1) 油壓式千斤頂：主要用於混凝土節塊推進、鼻梁水平及垂直方向調整、換裝永久性支承座等，應附有壓力計，精密度於 $\pm 2\%$ 以內且經檢定合格並附有證明文件始准使用。
- A. 節塊水平推進用千斤頂：箱形梁推進所需總推力應經計算足敷需要並經工程司核准，其系統配置須能同步作用使壓力平衡分配至各千斤頂，並應具備油壓控制系統隨時校正個別或一組失衡之千斤頂俾失準部分回復平衡，必要時此項校正之操作可以人力取代。
 - B. 換裝永久性支承或臨時性支承墊所用千斤頂。
 - C. 臨時橋墩上調整節塊所用千斤頂。
 - D. 其他調整節塊或鼻梁位置所需千斤頂。

- (2) 模板：尺寸須精確且與混凝土接觸面應平整，接縫不得漏漿，支撐應牢固並有足夠強度能耐外模振動器之振動而不致變形或漏漿，且裝拆容易。模板之裝卸應不妨礙推進作業，拆模應謹慎並不得損傷混凝土表面，使用中若發現拆模後之混凝土表面不平滑時應即更換新品。

2.2.2 臨時設施：承包商應於施作前將其工作詳圖、計算書及使用方法等送請工程司核准後始得施工，惟工程司之核准不免除承包商圓滿完成本工程之責任。

- (1) 鋼架鼻梁：為安裝於預力混凝土節塊最前端之臨時鋼構架梁，承包商應參考設計圖所示長度及斷面性質設計（可分段裝拆）並將推進過程之箱形梁應力分析計算書送請工程司核准。推進作業完成後鼻梁須易拆除，不得損壞永久構造物。因節塊及鼻梁自重所致撓度可利用千斤頂將鼻梁頂高使其能直接支撐於臨時支承上，俾節塊繼續於支承墊上滑行推進，鼻梁推進方向偏離時亦可用千斤頂將其導正。承包商得經工程司同意後採用其它設施（如吊索）取代鋼架鼻梁。
- (2) 制動設施：為防止節塊於推進過程中因重力或慣性自行下滑之設施，使能即刻制止以免發生意外，該設施不得因電力中斷而影響其功能。
- (3) 臨時鋼筋混凝土支承：設於各橋台及橋墩之頂面上供推進作業時暫時支承節塊重量之用，其頂面包不銹鋼片作為保護混凝土頂部於推進時不致破壞並降低節塊於推進時與滑動支承墊間之摩擦力，承包商得經工程司核可採用特為節塊推進工法設計之臨時、永久共用型支承。
- (4) 臨時欄杆：箱形梁節塊於混凝土澆置後推進前應於節塊頂板上設置臨時欄杆，以策施工人員作業時通行之安全。
- (5) 側向導架：為使節塊於推進時不致偏離預定軸線所設置之導架，於不影響永久性橋墩安全時得附設於橋墩兩側，兩導架內側面至少有一側設有滑動支承墊並於其上附鐵弗龍，另一側約有5 cm淨空，以免摩擦力過大，惟承包商應校核其安全性並將其計算書或需加強部分之工作圖送請工程司核准。
- (6) 工作台：節塊推進時為工作人員換裝支承墊片、臨時支承換裝永久性支承或監工檢驗等，各橋墩均應設置臨時工作台且周邊須設置連續扶手及安全牢靠之工作梯通至地面或節塊頂板上。
- (7) 臨時橋墩：為使節塊於推進過程中不致產生過大臨時性彎矩，於橋墩間距過大處或鼻梁裝拆處應架設臨時橋墩。臨時橋墩為易裝拆之鋼架

或混凝土構造物，推進作業進行時不得因側向撓度及沉陷而影響推進作業或使橋梁遭受損害。承包商應將可能發生之所有外力（含水流、地震力、風力、節塊推進時之摩擦力等）妥慎考慮並提送計算書及工作圖經工程司核可。

(8) 混凝土節塊預鑄場

- A. 場區佈設應能容納整個節塊並存放鋼筋、活動模板、吊車作業或施工維護作業等所需空間。
- B. 場內須備有水、電、照明、電焊、防火、空氣壓縮機及抽水等設備供沖洗及清理模板，亦應設置氬氧炔切割設備，並備用發電機一台供停電時升模、吊運及澆置混凝土使用。
- C. 預鑄場應設置遮雨蓬架俾不受天雨影響而仍可進行預鑄作業，並備有門型或架空吊車，且其周圍應有適當排水設施。以上預鑄場及基礎之工作圖、計算書及場區佈置等承包商應先提請工程司核准始得施工。

(9) 節塊推進之附屬設施：承包商應視使用工法之需要準備齊全。

2.3 設計與製造

2.3.1 施工中臨時設施應考慮之荷重及應力

- (1) 垂直荷重：應含節塊自重、加強部分之增重（例如：鋼架鼻梁之錨碇、混凝土塊等）及 25 kgf/m^2 之施工荷重。
- (2) 水平荷重
 - A. 風力： 390 kgf/m^2
 - B. 推力：推進時節塊與臨時支承間之摩擦係數 $f=0.04$ ，計算制動設施之制動力時摩擦係數不得大於 $f=0.015$ ，並加計軸向縱坡對節塊推進機具及橋墩之影響。
 - C. 推進側向力：推進中超高對側向導架所致側向水平力應予考慮，不得減去因滑動支承所致摩擦力，惟於靜止狀態得扣除摩擦係數 $f_{\min}=0.015$ 所致摩擦力。
- (3) 荷重之組合
 - A. 側向導架：依下列條件取大者
 - a. 靜止狀態：風力加推進側向力扣除摩擦力（見本款(2)c）。
 - b. 推進中：風力之一半加推進側向力（不扣除摩擦力）。

c. 地震力。

B. 臨時橋墩：依下列條件取大者

a. 靜止狀態：垂直荷重（含鼻梁重量）加作用於橋梁橫斷面或軸向之風力。

b. 推進中：垂直荷重（含鼻梁重量）加作用於橋梁橫斷面或軸向之風力之一半再加橋梁軸向之摩擦力。

c. 地震力。

2.3.2 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施工階段之結構分析與設計，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) 若因施工循環週期過短致乾縮及潛變量與設計假設差異過大經工程司審核後指示前項內容需做調整時，承包商應配合辦理。

(4) 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。

3. 施工

3.1 施工方法

3.1.1 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，採添加化學摻料時，其性能應符合 CNS 12283 之F型或G型規定。

3.1.2 預力鋼材、套管及端錨等之安裝與保護需符合第1.4.2(1)目規範1996年版施工篇第10.4節之規定。使用蒸氣養護時，後拉法預力鋼材需於蒸氣養護完畢後始可安置。

3.1.3 前一節塊施預力完成並推離後即可進行次一節塊鑄造，如此重覆鑄造以迄全橋完成，兩節塊間鋼筋為連續時，接觸面應作成粗糙面或打毛。

3.1.4 承包商於鑄造每一節塊時應考慮混凝土施預力後之彈性變形及乾縮、潛變所致非彈性變形而適度加大節塊長度，俾所有預留設施及預埋件於推進定

位後之位置能符合設計需求。

3.1.5 下列各目應設置適當之儀器及設施隨時觀測，以保持構造物之精確度，其費用已包含於相關工作項目之單價中，不另給付。

- (1) 預鑄床：底板之軌道頂面未組模前、模板組立後澆置混凝土前及混凝土澆置後之模板面等之標高均應精確量測。
- (2) 節塊推進時：推進用千斤頂應設置壓力計隨時與計算值校核摩擦阻力等。
- (3) 橋墩撓度：推進作業中應隨時量測並設置警報系統，當撓度超過控制值應即停止推進作業並全面檢查，俟查明原因改正後始可繼續推進。
- (4) 滑動支承標高：推進作業前後及推進時均應隨時量測。
- (5) 其他部分可能發生之誤差或混凝土澆置不良等均應隨時預防，若有缺陷應設法改正並依工程司指示辦理。

3.1.6 節塊推進作業施工要求

- (1) 節塊推進時應設置可隨時精確觀測其走向之儀器及設施，使節塊中心軸線能隨時控制沿推進軸線行進，若有偏離應即校正。
- (2) 推進中節塊任一支承點均應置於臨時滑動支承墊片上，每一支承處須有施工人員觀測及控制、監視推進方向，並隨時換裝此滑動支承墊片及避免墊片滑落，致節塊直接支承於臨時混凝土支承墊上，增大摩擦力而妨礙節塊行進。若有此現象應即停止推進作業，以千斤頂稍予頂起再塞入滑動墊片後始得繼續施工。

3.1.7 拆除鋼製鼻梁及換裝永久支承：鋼製鼻梁應分段拆除，必要時應於適當位置設立臨時橋墩支撐使節塊不致產生過大之臨時性彎矩。全橋推進定位後應經工程司核可後始可進行臨時支承換裝為永久性支承，換裝步驟除另有規定外概依下列規定辦理。

- (1) 換裝應由縱向固定之橋墩支承開始依次向兩側拆換。
- (2) 於橋墩（或橋台）處將上部結構同時緩慢頂高最大為5 mm，再將臨時支承打除。
- (3) 支承面處理及裝置永久性支承。

3.1.8 永久性構造物之加強規定：凡為施工原因而須利用永久性構造物或永久性構造物須補強時，承包商應將計算書及施工製造圖送請工程司核准。施工時應謹慎並加適當防護措施，若有任何損壞應無條件修護或拆除重做，所有加強部分均不得影響原構造物之功能或美觀並不得藉故要求加價。

3.1.9 箱形梁連續施預力：當全橋之節塊推至定位，承包商應依第03380章「後拉法預力混凝土」規定及經核准之施工製造圖所示連續預力鋼腱配線施預力，完成後再灌漿，最後澆置混凝土補齊橋面板。

3.1.10 施工期間之安全防災措施

- (1) 一切人為或天然災害均應適當安全防範，例如於橋台或橋墩上預埋錨碇基座，利用鋼索拉緊固著以加強橋身之穩定，節塊懸臂端（第一節）儘可能推進支承於橋墩上等，以防颱風或地震造成災害。推進作業時更應格外小心，應有專責指揮人員使全體作業人員工作步調配合適當及注意機具之使用，若有異樣應即修整以免對施工人員造成傷害。
- (2) 推進作業中若風速過大，承包商應視實況或依工程司指示停止作業以策安全。

3.1.11 其他施工要求

- (1) 節塊底板底緣與未灌漿預力套管之淨距不得小於15 cm。
- (2) 滑動支承外緣與腹板外緣之距離不得小於8 cm以免混凝土面暴裂。
- (3) 橋墩頂部（含臨時橋墩）應設計為可隨時以千斤頂於腹板底部升起節塊。推進作業中臨時橋墩及其可能設施應可承受各類外力，且橋墩頂部之撓度（摩擦係數 $f=0.05$ ）不得超過橋墩高度之 $1/500$ 。
- (4) 推進作業中應裝設壓力計隨時校核推進力並提出其報告及與計算值比較，若超過最大容許推力（摩擦係數 $f=0.04$ ）或墩頂最大容許撓度應即停止節塊推進，直至找出原因並校正或修訂後始得繼續推進。
- (5) 承包商應妥善安排施工，若因作業不善致進度落後，工程司得要求承包商增加推進設備等，承包商應即照辦，不得藉故推諉及加價。
- (6) 為使本工程能順利進行，承包商須於施工階段配合其所提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。

3.2 許可差

本工法對於組立及量測之精確度較其他橋梁施工法要求嚴格，所有可預知之各種誤差均應事先防範及消除。

3.2.1 鑄造

- (1) 預鑄場所有沉陷應消除或減至最小，並應隨時校核節塊形狀及尺寸是否正確。預鑄場須儘可能設計堅固，並與橋梁之構造物幾何尺寸一致

，節塊混凝土澆置中其沉陷量不得超過1 mm。

(2) 模板表面應依規定尺寸謹慎製作，底板底模表面及側面與設計圖水平及垂直中心線之相關位置應吻合，許可差不得超過 ± 1 mm，其餘表面許可差不得超過 ± 3 mm，且與前次節塊銜接處應平順。

(3) 每節塊推出預鑄場後須校核構造物滑動面之水平並將結果以書面報告工程司。

3.2.2 橋台、橋墩、臨時橋墩上之滑動支承及側向導架：滑動支承最後位置之垂直許可差不得超過 ± 2 mm，側制導架之精確度為 ± 2 mm，側向導架固定於橋墩上之應力計算應考慮因不良施工所致額外側向壓力。

3.2.3 永久支承：垂直許可差為 ± 2 mm。

3.2.4 推進作業時

(1) 滑動帶任一支承點垂直方向之局部許可差不得超過 ± 6 mm。

(2) 滑動支承垂直誤差校正：若底板之高程變化超出滑動支承正確位置5 mm則應調整滑動支承或嵌入適當厚度之金屬片改正。

4. 計量與計價

4.1 計量

4.1.1 「節塊推進工法預力混凝土， xxx kgf/cm^2 」以「立方公尺」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 「節塊推進工法預力混凝土， xxx kgf/cm^2 」契約單價已包含預力混凝土箱形梁之製造與推進機具、模板及支撐（含調整用油壓千斤頂）、制動設施、鋼架鼻梁及其錨碇設施、臨時欄杆、側向導架、工作台、臨時鋼筋混凝土支承、臨時滑動支承墊片、臨時橋墩、混凝土節塊預鑄場及其基礎補強處理、觀測系統、混凝土早強措施，及按設計圖、本章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。

<u>工作項目名稱</u>	<u>計價單位</u>
節塊推進工法預力混凝土，xxx kgf/cm ²	立方公尺

<本章結束>