

第 03380 章 後拉法預力混凝土

1. 通則

1.1 本章概要

說明高架橋、橋梁及其他構造物後拉法預力混凝土之材料及附屬配件、設備、施工及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

1.2.1 預拌混凝土

1.2.2 鋼筋

1.2.3 模板

1.2.4 套管

1.2.5 灌漿

1.2.6 預力鋼材

1.2.7 端錨

1.2.8 續接器

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 03150 章--混凝土附屬品

1.3.4 第 03210 章--鋼筋

1.3.5 第 03310 章--結構用混凝土

1.3.6 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 486 | 粗細粒料篩析法 |
| (2) CNS 489 | 細粒料表面含水率試驗法 |
| (3) CNS 490 | 粗粒料 (37.5mm 以下) 磨損試驗法 |
| (4) CNS 491 | 粒料內小於試驗篩 75 μ m CNS 386 材料含量試驗法(水洗法) |
| (5) CNS 1167 | 使用硫酸鈉或硫酸鎂之粒料健度試驗法 |
| (6) CNS 1171 | 粒料中土塊與易碎顆粒試驗法 |
| (7) CNS 1174 | 新拌混凝土取樣法 |
| (8) CNS 1176 | 混凝土坍度試驗法 |
| (9) CNS 1231 | 工地混凝土試體製作及養護法 |
| (10) CNS 1240 | 混凝土粒料 |
| (11) CNS 2466 | 圬工灌漿用粒料 |
| (12) CNS 3036 | 混凝土用飛灰及天然或煅燒卜作嵐攪和物 |
| (13) CNS 3090 | 預拌混凝土 |
| (14) CNS 3332 | 預力混凝土應力消除無被覆鋼線及鋼絞線 |
| (15) CNS 8695 | 預力混凝土用硬鋼線 |
| (16) CNS 9272 | 預力混凝土用鋼筋 |
| (17) CNS 10990 | 粒料中輕質顆粒含量試驗法 |
| (18) CNS 12833 | 流動化混凝土用化學摻料 |

1.4.2 美國材料試驗協會 (ASTM)

- | | |
|---------------|--------------------------------|
| (1) ASTM A416 | 預力混凝土用解除應力之無被覆 7 股鋼絞線
GR270 |
| (2) ASTM A421 | 預力混凝土用並消除應力之無被覆鋼線 |
| (3) ASTM A722 | 預力混凝土用無被覆高拉力鋼棒 |
| (4) ASTM C494 | 混凝土用化學摻料 |

1.4.3 預力混凝土學會 (PCI)

預鑄預力混凝土廠及產品製造之品質控制手冊

1.4.4 日本工業規格協會 (JIS)

JIS K6760 HDPE 高密度聚乙烯塑膠套管

1.5 資料送審

1.5.1 品質管理計畫

1.5.2 施工計畫

1.5.3 施工製造圖

(1) 預力工程所擬採用產品之相關圖說及計算書，應經由持有執照之技師簽認。

(2) 應包括下述資料：

A. 預力混凝土構造物施工所使用設備及施工程序之說明。

B. 套管施工與定位之方法、預力鋼材之尺寸、單位重量、材料與應力之等級、千斤頂之淨空與施作程序、施預力之順序、初始張力、測定載重之壓力計或載重計、計算之摩擦力與彈性縮短之損失與鋼材之伸長度、端錨之細節與端錨滑動損失、預力續接與灌漿之程序、鋼材之配置及對拱度、淨空與混凝土尺寸之規定。

C. 製造場與工地之裝卸、運送、儲存及安裝之詳細作業程序。如有需要，應提供相關設計之計算書。預埋桿件包括但不限於嵌入物件、端錨、預力續接器、配件、管道之開孔及端錨之凹處等應予以標註。

D. 預力施作擬採用之方法及材料之詳細說明及計算，包含與圖示不同之新增或重新安排之鋼筋。有關預力鋼材位置與端錨之配置，均須計算繪製細部圖，以能符合設計需求並避免互相衝突為準，且應與埋入混凝土內之物件相互配合。圖說上細節之更改或重新安排應經過許可後方可施作。檢查鋼材周圍是否有足夠之間距，使混凝土澆置時能完全緊密包裹。安裝之順序應擬定計畫，使埋

入預力混凝土構造物內之諸多構件減少安裝配合之問題。提供拱度之計算書。

- E. 鋼材之應力／應變曲線，說明在端錨安裝後之正常預期滑動量，與設計計算之假設值之對照。提供預力鋼材與套管材料間之預期摩擦擺動係數與摩擦曲率係數。每一鋼材應附完整之應力圖。
- F. 材料明細表、裝配圖與其他工作相關連之細節。
- G. 提出端錨板之尺寸、厚度之細節、設計計算書及各系統確保可安全的將預力傳遞至端錨部分所需之鋼筋量。標註安裝於端錨區及圍繞鋼材位置四周之加勁鋼筋之數量、尺寸及排列方式，以防止預力施作後導致混凝土爆裂或拉裂。
- H. 預力續接器規格及其使用位置之規定。
- I. 壓力灌漿之設備、材料配比及施工方法之相關規定。

1.5.4 工作圖

- (1) 提送模板工程、工作圖及必要之計算書。
- (2) 於施築構造物時，應按實際需要考慮垂撓修正，以達成圖示之線形及斜度要求。
- (3) 將澆置及施作後拉法預力時所應考慮加諸構造物之載重、外力及預應力等估計在內。
- (4) 鋼材工作圖。

1.5.5 廠商資料

1.5.6 材料應提送樣品。

1.5.7 證明文件

(1) 預力鋼材

預力鋼材之工廠出廠證明，說明本工程使用之每種尺寸之物理性、化學性及應力／應變之材料試驗，包含彈性模數、保證之最小極限張力及降伏強度。

- A. 預力混凝土所使用之預力鋼材應符合規定。
- B. 鋼材運送至工地前，應提送證明書。

C. 證明書應隨於每一批鋼材送達。

(2) 端錨

A. 靜力試驗：受應力之端錨，至少在預力鋼材之最小指定極限應力之 95%時，無超過預期之變形；鋼材在承受極限載重時，以最小 300cm 計量長，其總伸長量不應小於 2%。鋼材之試驗方法，應能精確決定降伏應力、極限應力及完整鋼材伸長量之百分比，以確保均能符合本規範之規定。

(3) 套管強度及水密性之檢驗規範。

(4) 液壓式千斤頂

A. 每一液壓式千斤頂應每半年提交認證之刻劃校正曲線。

(5) 混凝土之試驗報告

(6) 套管試驗、後拉系統試驗、施工及管理紀錄。

1.5.8 計算書及施工紀錄

(1) 規定之計算書。

(2) 每一構造物構件於完成後拉施預力後，即刻送繳鋼材伸長紀錄。

1.5.9 安裝者之資格

(1) 後拉法預力之施作，應由對此類施作程序富有經驗且曾經成功完成安裝任務之人員直接控制及監督。

(2) 提送安裝者之姓名、資格及最近曾施作此類工作之經驗證明。

(3) 安裝者資格經核可前，不得開始施作。

1.6 運送、儲存及處理

1.6.1 預力鋼材

(1) 預力鋼材自製造到灌漿黏裹或包覆於混凝土中之整個過程，應隨時保護以避免遭受損壞、銹蝕或腐蝕；物理性損壞之預力鋼材應予退貨，銹蝕或腐蝕得為退貨之理由。

(2) 在裝貨運送及儲存時，應將預力鋼材以貨櫃或裝運箱包裝，以避免其遭受損壞或腐蝕，可置放防腐蝕劑於包裝袋或包裝盒內或使用可

攜帶式之防腐蝕箱之包裝材料。如經核可，得直接使用防腐蝕劑於鋼材上。

- (3) 所使用防腐蝕劑應對於鋼材、混凝土及混凝土對鋼材之黏裹強度均無不利之影響。
- (4) 被損壞之包裝袋或包裝箱盒應予以更換或修護至原狀。
- (5) 裝貨袋或包裝箱外註明清楚：本包裝箱內裝有預力鋼材及裝卸時應注意事項。並應標明鋼材之型號、種類、數量及使用之防蝕劑置放日期，並包含其安全使用之建議與說明書。
- (6) 準備施加後拉預力之預力鋼材於混凝土澆置及養護前，先行安裝於結構體內時，應於套管內或套管內之鋼材上施以防蝕措施，至灌漿完成，以防生鏽或腐蝕。

1.6.2 構造物構件

- (1) 製造完成之構造物及其組件於裝卸、儲存及運送時應避免其受損壞。
- (2) 梁應始終維持於正立之位置。

2. 產品

2.1 材料

2.1.1 混凝土

除另有規定外，應使用第 03050 章「混凝土基本材料及施工一般要求」規定之 350kgf/cm²混凝土。

2.1.2 灌漿

灌漿之材料，應依照第 03050 章「混凝土基本材料及施工一般要求」及 CNS 2466 圬工灌漿粒料之規定。如使用卜作嵐攪合物者，應依照 CNS 3036 之規定辦理。

2.1.3 模板

依照第 03110 章「場鑄結構混凝土用模板」規定辦理。

2.1.4 鋼筋

依照第 03210 章「鋼筋」規定辦理。

2.1.5 附屬品

依照第 03150 章「混凝土附屬品」規定辦理。

2.1.6 預力鋼材

- (1) 鋼絞線：依照 CNS 3332 或 ASTM A416, GR270 之規定辦理。
- (2) 鋼線：依照 CNS 8695 或 ASTM A421 之規定辦理。
- (3) 預力鋼棒：依照 CNS 9272 或 ASTM A722 之規定辦理。
- (4) 經加溫解除應力之預力鋼材，其承壓端配合端錨螺帽，必須能符合規定之破壞強度、降伏強度、伸長度、成份及其他相關規定，經核准後使用。
- (5) 禁止使用油浸回火之鋼材。

2.1.7 後拉法端錨及預力續接器

- (1) 後拉法端錨（含施預力端之端錨及固定端之端錨）及預力續接器應具有在被端錨或銜接之預力鋼材達到其規格所定之要求抗拉荷重值前，不被破壞或不產生顯著變形之結構強度。
 - A. 黏裹鋼材之端錨在無黏裹狀況下進行試驗，端錨之強度須達鋼材極限強度之 95%，且在端錨時其變形量與滑動量不得超過預計值。
 - B. 端錨強度未達鋼材極限強度之 100%者，須以全尺寸斷面之鋼材在黏裹狀況下進行強度試驗，以證明在極限載重下，鋼材介於最高應力區與端錨間之長度所發展之黏裹力，可達鋼材極限強度之 100%方可使用。黏裹鋼材之端錨在無黏裹狀況下已達鋼材極限強度之 100%時，則不須於黏裹狀況下進行試驗。
 - C. 無黏裹預力鋼材之端錨，當其達到規定最小極限強度時，端錨應僅產生小量之永久變形，不致因而降低預期之極限強度。
 - D. 鋼材在極限載重下，以 3m 以上標點間距量測所得之總伸長不得低於 2%。
- (2) 預力續接器

- A. 預力續接器僅能使用於設計圖說規定或經工程司許可之位置。所有預力續接器須於承受預力鋼材之最小規定強度下，預力續接器或鋼材所產生之變位量均不得超過其預計值，且為使鋼材具足夠之韌性，其伸長率不得低於規定之最小伸長率 2%。
- B. 預力續接器分為固定續接器及可動續接器 2 種，固定續接器為接續原已設置並經施畢預力端錨後之鋼材，但後續段施預力時，前段已灌漿固結預力鋼材不再受力伸張。可動續接器為接續原已設置但尚未施預力之鋼絞索。續接處之強度不得低於原鋼材之部份，並不得產生足以影響應力傳遞之滑動。預力續接器用於黏裹鋼材時應有必要之設施以確保灌漿之完整性。

2.1.8 套管

- (1) 套管為鍍鋅鐵套管或 HDPE 高密度聚乙烯塑膠套管。
- (2) 在施工中其強度足以維持其形狀並避免被破壞。
- (3) 能阻絕水泥漿及混凝土所含水進入管內。
- (4) 不致使混凝土產生電解作用或變質。
- (5) 需要灌漿時，應確保其符合下列條件：
 - A. 套管內徑應較鋼材之直徑大 6mm 以上；以平行鋼線組成之鋼材，其套管之內截面積至少應較鋼材面積大 100%。
 - B. 套管在其每一終端及每一高點應有灌漿孔。
 - C. 套管在低點處應有排水孔。
- (6) 套管接頭應能防止水泥漿滲入，如有需要，接頭可以膠帶封密。灌漿孔應裝設阻絕閥。灌漿孔及通氣孔與套管連接處應以扣件固定之。

2.1.9 防腐蝕劑：水溶性油質。

2.2 工廠品質管理

2.2.1 混凝土

除另有規定外，混凝土之採樣及試驗頻率均應依照第 03050 章「混凝土

基本材料及施工一般要求」之規定辦理。

2.2.2 預力鋼材、端錨、預力續接器

- (1) 擬使用之預力鋼材、端錨、預力續結器等，均應按各爐、盤、捲、批、組檢送樣品審查。預力鋼材提送測試時，應附送證明書，註明製造廠商所保證之最小極限抗拉強度，在安裝前應提送各個製造廠商每一型鋼材之試驗報告。
- (2) 提供測試之材料及設備。
- (3) 鋼材應按各爐、盤、捲、批等編號標識貼上標籤後，始可運送至工地，以便在工地能準確辨認每一批貨。對於要安裝之每 1 組端錨之裝備零件及預力續接器，均應標示清楚。
- (4) 未經明確標示之預力鋼材、端錨裝備零件及預力續接器送至工地，應予退貨。
- (5) 預力鋼材由工程司在工廠或工地選取後，提送樣品。
 - A. 鋼材：每一批或每一捲鋼材應每種尺寸各取 1 個樣品。
 - B. 每一型號之預力鋼材如為工廠預製，應檢送 1 支 150cm 長之預力鋼材樣品，包含端錨組件。如係工地現場安裝，則每一組鋼材，包含末端之組件，應依照設計之長度預留 150cm 長之高拉力鋼材樣品，並包含端錨組件。
 - C. 如預力鋼材為鋼棒，應檢送 1 支 150cm 長之樣品，一端裝端錨，如在鋼棒上使用續接器，應提送 2 支 120cm 長之鋼棒，及 1 支鋼棒續接器。
- (6) 工廠預製之鋼材，應於開始安裝端板或端錨前至少 10 工作天前通知工程司，工程司於端板及端錨在工廠進行安裝期間，得進行檢查，對於預定送至工地之材料亦將安排檢驗。
- (7) 工廠預製之鋼材未獲得工程司之認可前，不得送至工地，送至工地前應按規定於鋼材上附貼標籤。
- (8) 經工程司認可之材料，如日後被損壞或發現有缺點，工程司得拒絕使用。

3. 施工

3.1 施工方法

3.1.1 混凝土

(1) 拌合及澆置

A. 拌合混凝土應符合第 03050 章「混凝土基本材料及施工一般要求」之規定，及下列之補充規定：

- a. 不得使用含有氯、氟、或硝酸鹽之摻料。
- b. 如使用 2 種以上之摻料，此種摻料須能相容，於拌合時並應分別加入。

B. 澆置混凝土：依照第 03310 章「結構用混凝土」之規定辦理。

(2) 取樣及測試

A. 取樣及測試應依規定執行。

(3) 鋼筋之混凝土保護：依照第 03210 章「鋼筋」規定辦理。

(4) 混凝土之搗實

A. 依核准及下列之規定適當使用振動器搗實混凝土：

- a. 內振動器只能用於足以容納振動器之斷面。
- b. 於較小斷面或擠型斷面或滑動模板方式生產之斷面上，使用外振動器。
- c. 在水平版上使用表面振動器或勻平振動器。

B. 使用頻率每分鐘至少 7,000 次振動之振動器，或經核准更高頻率者，振動器只可用以搗實，不可用於推移模板上之混凝土。

(5) 修補

A. 由繫桿或臨時嵌入物所遺留之孔洞，應徹底清潔並使用與混凝土同類之砂及水泥所組成之堅硬砂漿填入並以錘搗實；於張力之區域，採用經核可之環氧樹脂以修補、結合洞孔。

B. 構件之蜂窩如深至使預力鋼材或套管暴露時，經工程司檢驗，如

認為其結構之強度受損明顯時，該構件將予以退件。

C. 蜂窩部分之修整，應先打除疏鬆之材料，並深入鑿切直至粗粒料破損為止，覆蓋 1 層環氧樹脂接合劑於蜂窩區域，並用符合現有混凝土顏色及強度之水泥砂漿修補，所擬採用之方法及材料需經核可。

(6) 養護：依照第 03390 章「混凝土養護」之規定辦理。

(7) 修飾

A. 混凝土修飾種類：暴露面需為清水模板。

3.1.2 模板

- (1) 確保模板連接之平整緊密，以防止水泥漿滲漏。於澆置時，保持模板之正確位置，每次澆置須檢測模板之對線及坡度。
- (2) 應考慮澆置及養護期間，模板可能發生之相對位移。於模板、繫桿、嵌入物、隔板及其他附件之工作圖中，詳述模板之安裝及繫件，不得產生相對位移或對模板及構件造成損害。在後拉法預力施作時，應確認支承構件之軸承裝置可自由轉動，伸展軸承能自由平移。
- (3) 在混凝土澆置前確實清理模板，不可使脫模劑積聚於模板之底部。
- (4) 使用有效的脫模劑處理與混凝土接觸的表面。
- (5) 應避免鋼材遭受脫模劑、污泥、油脂或其他有害物質之沾染。
- (6) 於酷寒及融雪之地區，應預留排水孔隙。
- (7) 應於預力構件中埋設螺栓固定裝置及鉚接平板等，以便後續銜接套管、管線以及其他類似物件之安裝。
- (8) 如構件使用加熱養護時，應有供模板通風所需之孔隙。

3.1.3 套管

- (1) 套管接頭應儘可能減至最少，且各個接頭應確實密封，以防止任何物質進入。相鄰套管上之接頭，應錯開至少 30cm 距離。
- (2) 除用以密封套管接頭之材料外，套管上不得有足以破壞套管與水泥砂漿、混凝土之間黏結度之雜質。
- (3) 套管支承間距不得大於 80cm。

- (4) 套管之端部必須分別密封及保護，直至鋼材穿過及開始發揮預力為止。在套管縱向上所有高點及低點，均應附直徑 10mm 之通風及排水管。
- (5) 所有套管應檢查是否有灌漿液進入造成阻塞，或於澆置混凝土時造成之損害，承包商應負責採取經工程司核可的改善措施。在混凝土澆置後 24 小時之內，承包商應能證實，澆置前已置於套管內之纜線，仍可完全自由活動。

3.1.4 端錨

- (1) 在混凝土澆置期間，錨端及承壓板均應保持定位，使套管之中心線能沿軸心穿越此端錨組合。於開始澆置混凝土及施作預力前，所有端錨之承放處應清理乾淨。
- (2) 端錨應與鋼材端垂直。

3.1.5 千斤頂

- (1) 載重量測器應校正至 $\pm 2\%$ ，其檢驗頻率須經工程司核准。
- (2) 用以施預力之千斤頂應配備有壓力計或載重計，以判讀施載應力。
- (3) 壓力計之表面應正確、易讀及直徑至少 15cm。將柱體調至千斤頂最後施力位置，以使千斤頂及壓力計聯成一體。依指示提供檢定圖表。
- (4) 如計量器讀數與千斤頂量測伸長值不符時，應再校準計量器；如再有不符情況發生時，應找出原因，立即通知工程司，數值差異在 5% 以內，為合格。
- (5) 荷重計應能顯示鋼材預力。荷重計應調整製造廠商額定荷重之前 10% 值不含於量測千斤頂之應力的範圍之內。

3.1.6 預力鋼材

- (1) 預力之施作應由有經驗且可勝任之監工人員督導下進行，所有預力設備之操作人員均應受適當之訓練。
- (2) 預力鋼材之安置及施預力
 - A. 於裝置鋼材前，應檢視模板面乾淨度及定線之準確度。
 - B. 鋼材不得有電銲接合處或接縫，後拉法得用預力續接器；預力續

接器必須是工程司認可之產品。

- C. 於鋼材線盤或捲盤及鉗定點之間剪取每條鋼材線所需之長度。
- D. 經鉗頭鉗住之點，不得裝設於施作預力範圍之內。有凹痕、切痕、凹陷、生銹或受損之鋼材不得使用。
- E. 應使用差別滑脫量最小，但可確實端錨預力之鋼材鉗（楔子）；所有工具每次使用前，應予以清潔、潤滑及檢視鋼材鉗（楔子）。
- F. 於每一次預力操作前，應提供整組乾淨且經檢視認可之鋼材鉗（楔子），確保鋼材鉗（楔子）無鐵銹及物理性損傷。將有明顯破損或歪曲或易產生極大滑脫量之柄夾應予丟棄。
- G. 按圖說所示施預力之詳細尺寸將鋼材定位。避免鋼材鬆弛糾結，依需要支撐鋼材，以保持其在適當之位置，並避免於澆置混凝土時產生垂直位移。在工作圖上所示之剖面許可差如下表所示：

構件深度	許可差
少於 25cm	$\pm 3\text{mm}$
大於或等於 25cm	$\pm 6\text{mm}$

- H. 於直線鋼材定位後，對每一鋼材先施以起始應力，以消除鬆弛，並形成所有鋼材之相同起始應力，以備最後施力預加。起始應力僅可使用壓力千斤頂配備適當計量系統以資量測。
- I. 在預力鋼材安裝完成後，於構件之模板及鋼筋上不可進行銲接或用作銲接設備堆置場。
- J. 紀錄每條鋼材之伸長量及作用於各個鋼材上之拉力。
- K. 使用載重計以校正載重量測器具，並以對 10%之鋼材作起始作用查驗。
- L. 不論使用之方法為何，量測起始荷重之許可差應在 $\pm 23\text{kg}$ 或設計荷重之 2%之間，且取其較大值。
- M. 不得使用伸長量估計起始應力之大小。
- N. 依經核准之製配圖所示進行最終預力之施拉。

0. 如使用長度小於 900cm 之預力鋼棒，應用刻盤顯示器量測其伸長量。

(3) 無黏裹鋼材

- A. 如設計不需要將鋼材與混凝土黏裹時，應將其以 PVC 套管或其他經工程司核可之材料套封。套管之端點應將鋼材與套管間之空隙緊密黏封，以防止水泥漿液進入。
- B. 無黏裹鋼材應以認可之塗料如環氧樹脂、油脂、臘、塑膠、或瀝青材料予以防鏽。塗料之使用應符合下列要求：
 - a. 在構造物可能之溫度變化範圍內塗料應保持韌性，不生裂紋且不致液化。
 - b. 塗料不得與鋼材、混凝土及套管材料發生化學反應。
- C. 塗料應附著於全部黏裹長度。
- D. 位於含鹽份或高濕度大氣中構造物之鋼材及暴露於混凝土外之後拉法預力構材之鋼材應於工地加敷經許可之塗料。

(4) 施預力用之鋼材鉗（楔子）

- A. 所使用之鋼材鉗應能於鋼材安置完成後，可確實固定鋼材且不產生滑脫。
- B. 製造商應負責對鋼材鉗（楔子）使用之鋼套做保證試驗，其張應力應達預力鋼材最小保證張應力之 95% 以上。
- C. 應保持鋼材鉗（楔子）在可用之情況，已明顯毀損或顯示會造成已定位之鋼材產生滑脫現象之鋼材鉗（楔子）應予以丟棄。

(5) 後拉法施預力

- A. 施預力應在工程司之監督下進行，但經核准不需工程司在場者例外。於施預力前，承包商應檢查確認，鋼材在端錨間可以自由移動，構件可容納施加預力時所產生之水平及垂直位移。
- B. 承包商設定之量測伸長量及千斤頂壓力計之基準點，應經工程司認可。
- C. 依據核准之製配圖中所示之順序及階段進行後拉法施預力，其他

特別技術，例如超載施拉最後減載或由鋼材兩端施拉，均應符合核准之製配圖規定。

- D. 後拉預力鋼材之施作，應使用配備有準確刻劃及易讀之液壓壓力計或荷重計之液壓千斤頂，使於施預力過程中隨時可讀取預力鋼材之應力。
- E. 紀錄各階段各鋼材之拉力及伸長量，並依規定提送紀錄，如採用刻度盤指示器時，應讀取伸長量之讀數至 $\pm 0.8\text{mm}$ ，許可差精度亦應相對提高。
- F. 各型構件於第 1 次施拉預力時，應檢測每條鋼材之應力，並與計算之摩擦力損失及錨座滑動之損失相檢核，以建立後拉法施預力之作業程序，保證均衡一致之成果。
- G. 如未達到規定之壓力值，工程司得指示重新檢測。
- H. 端錨在密封前，應獲得工程司之書面同意。
- I. 如後拉法施預力鋼材之摩擦力損失超過規定之摩擦力，則應先解除鋼材應力，用水溶性油脂潤滑後，再重施拉預力。
- J. 端錨預力鋼材，其起始應力（傳遞應力）應先經計算，以求達到規定之最終荷重，除設計另有規定外。在鋼材上之任何一點，其起始應力不得超過預力鋼材最小極限張力強度之 70%。
- K. 在施預力之過程中，除設計另有規定外，不得超過鋼材最小保證極限拉力強度之 80%。
- L. 各類型構件於第 1 次錨碇鋼材時，應精確量測端錨座之滑脫損失量，並與假設之滑脫損失量作比較。有偏斜情況發生時，應先解除鋼材壓力，依特別規定之程序，重新施加預力。對特殊系統之端錨座，則使用填塞孔隙，重新施加預力。
- M. 如有需要，經核准後，可調整對後拉法施預力之作業程序，以獲得所需之應力。
- N. 當量測伸長量與千斤頂計量器讀數不符，又不能以重新校準計量器，或藉由潤滑鋼材來改正讀數不符時，應提送修正方案以供審

核。如有必要時，更換鋼材。

- O. 混凝土澆置完成後，立即以清淨器具通過套管，或以輸風或移動鋼材等方式以檢測套管內是否有阻礙不通之情形。在鋼材穿進套管前，應查驗套管內不含水份、碎片及其他障礙物。
- P. 鋼材預定施作預力之長度範圍內，不可銲接。且不得以燃燒方式修剪鋼材。
- Q. 承包商應將所有續接器位置之正確紀錄提送給工程司，受損毀續接器應予換新並經工程司認可。

3.1.7 灌漿

- (1) 在灌漿前，以水沖洗套管，並保持乾燥狀態，並清除套管中之雜質及防銹劑。除非預力鋼材有完整之防銹措施，否則灌漿作業應於套管四周之混凝土澆置完成後 28 天內，但不遲於施加預力後 10 天內完成。
- (2) 依製造廠商之使用說明書或經測試與核准之方式或適用於高速 1 分半鐘攪拌器之灌漿液配比，拌合後將灌漿液經過濾器輸入設有再循環設施之加壓設備，開始壓送灌漿液，只要灌漿液保持適當之均勻濃度，即可繼續壓送灌漿液。
 - A. 灌漿液主要應由水泥及水組成，但若套管之內淨斷面積超過鋼材斷面積之 5 倍，則可加入少量細砂。
 - B. 灌漿液之摻料應符合 CNS 12833 或 ASTM C494 之規定，並獲得工程司之書面同意，依照製造廠商之使用說明書施工。
 - C. 不可使用含有氯化物或硝酸鹽或會產生氣體之化學摻料。
 - D. 如經核可，可添加足夠數量且細度合適之鋁粉或其他經核可之材料，使灌漿液之無約束體積膨脹率不大於 10%。
 - E. 由灌漿液之試驗結果，求出材料之基本配比，以達下列要求：
 - a. 含水量：適合澆置之最小需求量。
 - b. 水灰比：以重量計，最大極限為 0.45。
- (3) 灌漿液不得重新攪拌。

- (4) 灌漿液應以注射方式注入套管及端錨固定裝置內。當由管口流出之漿液與噴嘴處之濃度相同，且由管口流出之漿液不含空氣泡沫時，即可停止。應隨時注意供應槽內之漿液量是否充足，以免吸入空氣。
 - A. 壓力計在第 1 次使用前應予以校正，並應依工程司之要求，定期校核其準確度。
- (5) 管口之封閉應循水泥漿之流向逐段進行。管口封閉之後，提高壓力最少至 7kgf/cm^2 ，然後塞住灌漿孔。灌漿作業進行應有詳實紀錄。
- (6) 灌漿作業進行中，應隨時備有適當之沖洗設備；沖洗設備應不含在灌漿設備之內，且能夠使用不同之動力來源。沖洗設備應具足夠之沖洗性能，於套管阻塞或灌漿設備因意外而停機時，可以沖洗鋼材及清除套管內之灌漿液。
- (7) 避免積存在未灌漿套管內之水發生凍結現象。
- (8) 灌漿後至少 3 天，鋼材四周之混凝土溫度應保持在 7°C 以上。

3.1.8 應力傳遞

- (1) 根據圓柱試體試驗結果，混凝土強度已符合規定之傳遞強度後，才能開始對後拉預力構件作應力傳遞。
- (2) 混凝土最小之傳遞強度
 - A. 承受集中應力構件： 204kgf/cm^2 。
 - B. 承受偏心應力構件： 245kgf/cm^2 。
 - C. 橋梁或其他構件其預拱須儘量減小者： 286kgf/cm^2 。
 - D. 後拉構件： 286kgf/cm^2 。
- (3) 如預鑄混凝土係以溼熱養護，於養護完成後，趁混凝土仍呈溫溼時，立即進行解除張力。
- (4) 在解除張力過程中，其解除方式應能減少預力合力與構件垂直中心軸間所形成之偏心彎距，及降低突然或衝擊載重。對於垂直中心軸之最大偏心距應控制在一股鋼材之寬度內。
- (5) 解除張力前，應先拆除或放鬆模板、繫材、嵌入物、壓條或其他足以妨礙構件沿模床縱向移動之裝置。

3.1.9 梁之吊裝

- (1) 梁吊裝之機具設備，由承包商自備。承包商應事先將吊裝設備及方法，以書面送請工程司審查認可後，方得施工。
- (2) 預鑄梁之吊裝架設，應保持其正常直立位置。除工作圖中另有規定外，懸吊點及支承點應在該梁設計支承點處。吊裝及架設均應謹慎小心，如有發生損裂，承包商應負責重做新梁。
- (3) 無論搬運及吊裝，其起動及停止之加（減）速度，均應儘量緩慢，更不可使梁承受扭力或拉力。

3.1.10 雜散電流之處理

當預力混凝土有雜散電流之顧慮時，端錨及套管等之固定應有絕緣之處理。如另有規定時，更應有接地之連接以避免雜散電流影響預力鋼材。

3.2 檢驗

3.2.1 預力混凝土無論數量多少，均需作配比設計。

3.2.2 所有結構混凝土均應於澆置時，製作混凝土圓柱試體以便進行抗壓強度試驗。

3.2.3 施工期間應依規定之頻率，就粗、細粒料之樣品分別進行例行試驗。

粗細粒料篩析	CNS 486
土塊及易碎顆粒	CNS 1171
通過 0.075mm 篩之細粒料	CNS 491
輕質顆粒	CNS 10990
粗粒料健度	CNS 1167
細粒料健度	CNS 1167
粗粒料磨損	CNS 490

3.2.4 除契約另有規定外，各項已拌合混凝土材料及施工之檢驗項目如下表：

名稱	檢驗項目	依據之標準	規範之要求	頻 率
預力混凝土	水溶性氯離子含量	CNS 3090	預力混凝土：最大 0.15kg/m^3	不得少於抗壓強度試驗組數
	坍度試驗	CNS 1176		不得少於抗壓強度試驗組數
	抗壓強度試驗	CNS 1174 CNS 1231		每根大梁取樣 1 組

3.3 許可差

3.3.1 後拉法預力混凝土梁之許可差。

項 目	許 可 差
高度（翼版，腹版）	$\pm 6\text{mm}$
高度（全高）	$+15\text{mm} \sim -6\text{mm}$
寬度（翼版）	$+12\text{mm} \sim -8\text{mm}$
寬度（腹版）	$+10\text{mm} \sim -6\text{mm}$
梁長	$\pm 10 + (L - 15) \text{mm}$ ，L 為梁長以 m 為單位
線向（對梁平行直線之偏差）	每 3m 長 $\pm 3\text{mm}$
相鄰梁間之彎拱差	每 3m 跨長 3mm，最大 25mm

4. 計量與計價

4.1 計量

4.1.1 預鑄預力構材依完成之型式、長度、分類之預力梁數計量。

4.1.2 場鑄預力混凝土構材依下列項目分別計量：

- (1) 場鑄預力混凝土依不同強度等級，以立方公尺計量。
- (2) 除另有規定外，預力鋼材以公噸或公斤計量，套管、灌漿、端錨及施預力之數量另計。
- (3) 鋼筋依不同規格以公噸或公斤計量。
- (4) 模板以平方公尺計量。

- (5) 支承墊以個或立方公分或組計量。
- (6) 支撐施工架以立方公尺計量，範圍除設計圖另有標明外，以構造物平面投影面積乘以原地面至構造物支撐面之高度。

4.2 計價

- 4.2.1 預鑄預力構材依不同型式及長度，以各工作項目分別計量，應以完成並經驗收合格之每根預鑄預力構材，按契約之單價付款。每根構材之契約單價已包括所供應與製造之預力混凝土構材需用之人工、材料、預力混凝土、灌漿、模板、鋼筋、預力鋼材、端錨設備、剪力接頭、套管及其他應用設備、移動、

搬運、構材之裝設、施預力設備之安裝與施力、設備及工具、油漆及依據契約完成本項工作所需之一切費用。支承墊、環氧樹脂灌墊、加強水泥砂漿墊依契約項目計付。

- 4.2.2 場鑄預力混凝土構件按下列各不同之工作項目，依契約詳細價目表所列項目之單價計付：

- (1) 依規定強度等級，單位為立方公尺計付。
- (2) 預力鋼材依不同規格以公噸或公斤計付，施預力、套管、灌漿、端錨設備另計。
- (3) 鋼筋及施工依不同規格，以公噸或公斤計付。
- (4) 模板以平方公尺單價計付。
- (5) 場鑄預力混凝土所用之支承墊，依契約不同支承墊項目，以個或組或立方公分計付。
- (6) 支撐施工架以立方公尺計價，範圍除設計圖另有標明外，以構造物平面投影面積乘以原地面至構造物支撐面之高度。
- (7) 以上所述之工作項目計付已包括所有人工、材料、機具、設備、動力及運輸等費用在內。

〈本章結束〉