

第 03432 章

後拉法預力混凝土梁

1. 通則

1.1 本章概要

說明後拉法預鑄預力混凝土梁之材料、設備、施工及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

1.2.1 後拉法預鑄預力混凝土梁

- (1) 模板組立
- (2) 鋼筋加工及組立
- (3) 套管安裝
- (4) 預力鋼材安裝
- (5) 端錨安裝
- (6) 混凝土澆置
- (7) 施拉預力
- (8) 灌漿
- (9) 裝運及吊梁

1.3 相關章節

- 1.3.1 第 01330 章--資料送審
- 1.3.2 第 01450 章--品質管理
- 1.3.3 第 01556 章--交通維持
- 1.3.4 第 03050 章--混凝土基本材料及施工一般要求
- 1.3.5 第 03110 章--場鑄結構混凝土用模板
- 1.3.6 第 03150 章--混凝土附屬品
- 1.3.7 第 03210 章--鋼筋
- 1.3.8 第 03231 章--預力鋼腱及端錨
- 1.3.9 第 03310 章--結構用混凝土

1.3.10 第 03390 章--混凝土養護

1.3.11 第 03601 章--無收縮水泥砂漿

1.4 相關準則

1.4.1 中華民國國家標準 (CNS)

- (1) CNS 2466 A2036 圬工灌漿用粒料
- (2) CNS 3036 A2040 混凝土用飛灰及天然或煨燒卜作嵐攪和物
- (3) CNS 5646 A2079 混凝土內之棒形振動器
- (4) CNS 5648 A2080 混凝土模板振動器
- (5) CNS 12833 A2245 流動化混凝土用化學摻料

1.4.2 交通部頒公路橋梁設計規範

1.4.3 美國州公路及運輸協會 (AASHTO)

1.5 資料送審

1.5.1 品質計畫

1.5.2 施工計畫

除契約另有約定外，施工計畫內容應至少包括下列項目：

(1) 預力鋼材

包括預力鋼材之尺度、單位質量、材料與應力之等級等。並應包含端錨之細部設計與端錨滑動損失、預力鋼材之配置、拱度及間距等。

(2) 預力施拉計算書

應將澆置混凝土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。並應包含計算摩擦力與彈性縮短之損失、預力鋼材之伸長量等。

(3) 灌漿液及混凝土配比設計

(4) 場地配置及施工程序

包含套管施工與定位、混凝土澆置、預力施作之方法與順序、灌漿之程序、預鑄場佈設、預鑄場及裝運吊梁路線整地壓實與工地之裝卸、運送、儲存及吊裝之詳細作業程序等。

(5) 預力鋼材之應力/應變曲線

應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。並應提供每一類型預力鋼材完整之應力/應變曲線。

(6) 施預力設備

包含使用之夾具、千斤頂之操作空間與施作程序、測定載重之壓力計或荷重計等。

1.5.3 施工製造圖

(1) 預力工作所擬採用產品之相關圖說及計算書，應經由專業技師簽證。

(2) 施工製造圖之內容若經更新或重新安排，則應經工程司核可後方可繼續施作。

(3) 應至少包括下列資料：

A. 預埋物件如嵌入物件、端錨、配件、端錨之凹處等應予以標註。

B. 材料明細表、裝配圖與其他工作相關連之細節。

C. 端錨部分之加勁處理應詳細設計，將計算書及工作圖送工程司核可後據以施作。端錨部分之加勁工作圖應明確標示鋼筋之數量、號數及排列方式。

1.5.4 工作圖

(1) 模板之工作圖與結構計算書。

模板工作圖應考慮澆置及養護期間，模板可能發生之相對位移。工作圖應依契約圖說之線形及斜度要求，作必要之調整。

(2) 施預力設備操作示意圖

1.5.5 廠商資料

1.5.6 證明文件

(1) 預力鋼腱及端錨

應符合第 03231 章「預力鋼腱及端錨」之相關規定。

(2) 施預力設備及其校正資料

1.5.7 施工及管理紀錄

施預力時應隨時計測預力鋼材之伸長量與對應之應力，須確實記錄並送工程司核備。

1.6 運送、儲存及處理

1.6.1 承包商應在適當地點，選擇面積足夠且地基堅實之場所作為預鑄大梁場地。場地之選定，除取得使用權外，尚須徵得工程司之核可。

2. 產品

2.1 材料

2.1.1 混凝土

(1) 應符合第 03050 章「混凝土基本材料及施工一般要求」規定，且其 28 天抗壓強度應符合契約圖說之規定。

(2) 粗粒料之最大粒徑不得大於 2.5cm，且應符合下表之級配標準：

標稱試驗篩	過篩百分率
25mm(1")	100
19mm(3/4")	90~100
12.5mm(1/2")	-
9.5mm(3/8")	20~55
4.75mm(#4)	0~10
2.36mm(#8)	0~5

(3) 細粒料之細度模數應在 2.7~3.2 之間，且應符合下表之級配標準：

標稱試驗篩	過篩百分率
9.5mm(3/8")	100
4.75mm(#4)	90~100
1.18mm(#16)	45~80
0.3mm(#50)	10~30
0.15mm(#100)	2~10
0.075mm(#200)	0~5

2.1.2 灌漿材料

(1) 灌漿之材料應符合契約圖說及 CNS 2466 A2036 之規定。

(2) 灌漿液之摻料則應符合 CNS 12833 A2245 之規定，其用量除契約圖

說另有規定外，一般不超過水泥用量 0.25% (質量百分率)。且不可使用含有氯化物、氮化物、氟化物或硝酸鹽或會產生氣體之化學摻料。如使用卜作嵐攪合物者，應符合 CNS 3036 A2040 之規定。

(3) 由灌漿液之試驗結果，求出材料之基本配比，應達下列要求：

A. 含水量：應符合契約圖說之規定。

B. 水灰比：0.40~0.45，以質量計。

2.1.3 模板

應符合第 03110 章「場鑄結構混凝土用模板」之規定。

2.1.4 鋼筋

應符合第 03210 章「鋼筋」之規定。

2.1.5 混凝土附屬品

應符合第 03150 章「混凝土附屬品」之規定。

2.1.6 預力鋼材、端錨及套管

應符合第 03231 章「預力鋼腱及端錨」之規定。

3. 施工

3.1 準備工作

3.1.1 承包商需於施工前提出預鑄場設場計畫，其內容應包括預鑄場佈設、整地壓實、機具設備、相關施工人員組織、場區供水及安衛措施、節塊鑄造時程規劃、預力施工與曲線控制計畫，及裝運及吊梁等。場地之選定須事先徵得工程司核可。

3.1.2 承包商應在適當地點，選擇面積足夠、地基堅實之場所作為預鑄梁場。梁頭底模部分之地面，須以混凝土澆置，避免施預力時不當之差異沉陷造成梁體傾斜，而導致梁體破壞。

3.1.3 工作場地四周應以欄柵妥加圍隔。工作台端預力鋼材錨定時，可能飛脫傷人之處尤應妥加防護。

3.2 設備

3.2.1 施預力設備

施預力設備（含千斤頂及夾具等）須經工程司之認可，應至少符合下列要求：

- (1) 用以施預力之千斤頂應配備有油壓系統，油壓系統應含壓力計或荷重計以判讀施載應力。
- (2) 千斤頂油壓系統之壓力計或荷重計其精度許可差應校正至 $\pm 2\%$ ，檢驗頻率至少為半年一次。
- (3) 荷重計之額定荷重(Rated Capacity)前 10%值不可用於判讀千斤頂之施拉預力。

3.3 施工要求

3.2.1 模板組立

- (1) 依工程司核可之模板工作圖組立模板及安裝繫桿、嵌入物、隔板及其他附件等，避免產生相對位移或對模板及構件造成損害。
- (2) 模板之施工應符合第 03110 章「場鑄結構混凝土用模板」之規定。
- (3) 施預力時仍不能拆除之模板(如底模等)，應於梁端支承位置及底模之各段片間裝置軟質板料，或泡沫塑膠等可壓縮材料，以便施預力時大梁可自由壓縮。
- (4) 大梁側模拆除時間，除契約圖說另有規定或經工程司許可，至少應在混凝土澆置完成 36~48 小時以後，底模須待施預力後方可拆除。

3.3.2 鋼筋組立

鋼筋加工及組立應符合第 03210 章之「鋼筋」規定。

3.3.3 套管安裝

- (1) 套管安裝前應於預力構件中埋設螺栓固定裝置或銲接平板等，以便後續銜接套管、管線或其他類似物件。
- (2) 相鄰套管間與端錨之接頭應緊密，使其絕不漏漿或受力脫開。接頭處應為螺旋式，其施接長度應為內徑之 1.5 倍以上並作水密性試驗，且不得接成折線，安裝時應特別注意，不得損及套管。相鄰套管上之接頭，應錯開至少 30cm 距離。

- (3) 除契約圖說另有規定外，套管縱向上所有高點及低點，應設置直徑 10mm 之透氣及排水孔。
- (4) 套管應依契約圖說所示位置安裝並予以固定。固定件之間距不得大於 1m，以免澆置混凝土時因受混凝土之浮力或與振動器接觸而移動位置或方向。
- (5) 套管安裝完成後，應報請工程司檢查其位置及方向是否正確、套管有無受損。

3.3.4 預力鋼材全長不得續接。

3.3.5 預力鋼材安裝

- (1) 預力鋼材在展開及安裝時應避免扭結，曲折及互相糾纏。
- (2) 夾具固定點不得裝設於施作預力範圍之內。有凹痕、切痕、凹陷、生鏽或受損之預力鋼材不得使用。
- (3) 於預力鋼材之線盤或捲盤及夾具固定點之間剪取每條預力鋼材所需之長度。
- (4) 安裝預力鋼材前，應查驗套管內不含水分、碎片及其他障礙物，並應檢視模板面乾淨度及定線之準確度。同時應避免預力鋼材遭受脫模劑、油脂或其他有害物質之沾染。
- (5) 應依契約圖說所示之線形及位置將預力鋼材定位。安裝時應避免預力鋼材鬆弛糾結。預力鋼材與套管構成之鋼束應每隔 1m 用鐵絲將其固定於固定件上，綁紮須牢固，確保澆置混凝土時不致發生變形。
- (6) 不須灌漿保護之預力鋼材應依下列規定處理：
 - A. 如契約圖說規定套管不需灌漿時，不須灌漿保護之預力鋼材應依契約圖說之規定塗料予以防鏽。
 - B. 套管之端點應以經工程司核可之材料套封，並應將預力鋼材與套管間之空隙緊密黏封，以防止水泥漿進入。

3.3.6 端錨安裝

預力鋼材安裝完成後，應依契約圖說所示位置安裝端錨，並應確保端錨與預力鋼材端垂直。

3.3.7 混凝土澆置

(1) 混凝土之澆置

- A. 開始澆置混凝土前，所有端錨之承放處應清理乾淨。
- B. 混凝土之澆置應符合第 03310 章「結構用混凝土」之規定。
- C. 混凝土澆置工作應分層為之，自梁之一端開始向另一端進行。高度在 1.5m 以上之梁至少應分 3 層澆置。第 1 層澆置之高度應使混凝土之頂面稍高於下翼斜角 (bottom flange fillet) 之頂部。第 2 層應使混凝土之頂面應略高於上翼斜角 (top flange fillet)，第 3 層應使混凝土填滿模板。
- D. 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。

(2) 混凝土之搗實

- A. 經工程司核可後始可使用振動器搗實混凝土。使用時應符合下列之規定：
 - 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上，使用外振動器。
- B. 內振動器之使用應符合 CNS 5646 A2079 混凝土內之棒形振動器之規定；外部振動器之使用應符合 CNS 5648 A2080 混凝土模板振動器之規定。振動器只可用以搗實，不可用於推移模板上之混凝土。

(3) 修補

- A. 由繫桿或臨時嵌入物所遺留之孔洞，應澈底清潔並使用與混凝土相同強度之環氧樹脂砂漿填入並確實搗實。
- 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，覆蓋一層環氧樹脂接著劑於蜂窩區域，並用符合現有混凝土顏色及強度之環氧樹脂砂漿修補，所擬採用之方法及材料需經工程司核可。

- (4) 混凝土澆置後應檢查套管是否有混凝土漿液進入造成阻塞，或於澆置混凝土時造成損害，承包商應負責採取經工程司核可的改善措施。
- (5) 混凝土澆置完成後約 2 小時，應以經工程司核可之清潔器具通過套管或以壓縮空氣或移動預力鋼材等方式以檢測套管內是否有阻礙不通之情形。承包商應確認澆置前已置於套管內之預力鋼材，仍可完全自由活動。
- (6) 混凝土養護應依照第 03390 章「混凝土養護」之規定辦理。

3.3.8 施拉預力

- (1) 根據圓柱試體試驗結果，混凝土強度已符合契約圖說規定之抗壓強度後，才能開始施拉預力。
- (2) 除契約另有約定外，施預力應在工程司之監督下進行。施預力前，所有可能妨礙預力構體自由壓縮之模板等物均應先拆除，同時承包商應檢查確認預力鋼材在端錨間可以自由移動及預留之空間是否足夠容納構件施加預力後所產生之水平或垂直位移。於確認端錨安裝妥善後，即可開始施以初拉力。
- (3) 施預力前（經初拉後），須先在預力鋼材上標出基準點，以便量測受力後預力鋼材之伸長量。承包商設定之量測伸長量及千斤頂壓力計或荷重計之基準點，應經工程司認可。
- (4) 預力鋼材施拉預力應按施工計畫所示之順序。除契約圖說另有規定外，一般施拉預力之順序應從上而下，由中央向左右兩邊，並使預力構材對其垂直軸之應力儘可能維持對稱狀態。
- (5) 施預力過程中應記錄各階段各預力鋼材之伸長量與對應之應力，並依規定提送紀錄。施拉預力產生之總伸長量，其許可差應在理論伸長量 1% 範圍內且不得超過 3mm。如採用刻度盤指示表時，應讀取伸長量之讀數至 $\pm 1\text{mm}$ ，許可差精度亦應相對提高。
- (6) 預力之量度應以壓力計或荷重計所示之預力為準，惟仍應與預力鋼材之伸長量對照。

- (7) 不得使用伸長量估計起始應力之大小。
- (8) 壓力計或荷重計讀數與千斤頂量測伸長量之數值差異在 5%以內為合格，超出上述範圍時應重新校準，同時全部施預力之操作過程亦應加以詳細檢查，以找出差誤原因，加以校正後再繼續進行施預力工作。
- (9) 預力鋼材施拉預力時，如工程司決定為減少摩擦損失，須在梁之兩端同時施拉時，承包商應照做。在此情形下，兩端所施之拉力應求一致。
- (10) 各型構件於第 1 次施拉預力時，應檢測每根預力鋼材之應力，並與計算之摩擦力損失及錨座滑動之損失相檢核，以建立後續施預力之標準作業程序，保證均衡一致之成果。
- (11) 預力鋼材在端錨位置滑動導致之預力損失，可由梁兩端預力鋼材之滑動量計量。此種損失應與施工計畫中所預定之損失比較，如工程司認為有必要，在施拉力時應加校正。
- (12) 如預力鋼材之摩擦力損失超過規定之摩擦力，則經工程司核可後應先解除預力鋼材應力，用水溶性油脂潤滑後，再重施拉預力。
- (13) 除契約圖說另有規定外，預力鋼材及混凝土之容許應力、預力損失應符合交通部頒「公路橋梁設計規範」之規定。
- (14) 各類型構件於第 1 次錨定預力鋼材時，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，經工程司核可後應先解除預力鋼材壓力，並依規定之程序重新施加預力。
- (15) 如有需要，經工程司核可後，可調整對後拉法施預力之作業程序，以獲得所需之應力。
- (16) 當量測伸長量與千斤頂計量器讀數不符，又不能重新校準計量器，或藉由潤滑預力鋼材來改正讀數不符時，應提送修正方案以供工程司審核。
- (17) 如因施預力不慎或機具失靈，而導致預力鋼材滑脫、折斷或錨槽磨損等，應遵照工程司之指示更換新品，重行施拉。

- (18) 預力鋼材預定施作預力之長度範圍內，不可銲接。且不得以乙炔鍛燒或其他加熱方式修剪預力鋼材。
- (19) 施拉預力時，應嚴禁人員站立於施拉預力之後方，以避免意外產生，並維護施工人員之安全。

3.3.9 灌漿

- (1) 灌漿前應清除套管中之雜質及防銹劑，並保持乾燥狀態。除契約圖說另有規定外，後拉法預力混凝土梁之套管應在施預力後 48 小時內，灌以水泥漿
- (2) 依經工程司核可之配比拌和後，灌漿液應利用孔徑 2mm 之網狀物濾去硬塊，再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預力鋼材斷面積之 5 倍，則可加入少量細砂。
- B. 灌漿液摻料之使用應獲得工程司之書面同意，依照製造廠商之使用說明書施工。灌漿時灌漿桶攪拌工作不得中止，一經中止攪拌之灌漿液不得再重新攪拌使用。
- C. 如經工程司核可，可添加膨脹劑，並應先與水泥充分混合，惟灌漿液之無約束體積膨脹率不得大於 10%。
- (3) 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。
- (4) 灌漿過程中，應隨時注意供應槽內之漿液量是否充足，且灌漿機之進口應保持在漿體下適當深度，以免吸入空氣。
- (5) 灌漿之一端除灌漿孔外，雄錐與雌錐間之預力鋼材槽孔應事先用水泥漿封塞。
- (6) 管口之封閉應循水泥漿之流向逐段進行。最後之管口封閉之後，提高壓力至 7kgf/cm^2 以上，然後塞住灌漿孔。灌漿作業進行應有詳實紀錄。

- (7) 灌漿作業進行中，應隨時備有適當之沖洗設備，且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，可以沖洗預力鋼材及清除套管內之灌漿液。
- (8) 避免積存在未灌漿套管內之水發生凍結現象。
- (9) 灌漿後至少 3 天，預力鋼材四周之混凝土溫度應保持在 7°C 以上。

3.3.10 經工程司核可後始得將端錨密封。預力構材端部應以無收縮水泥砂漿封頭，其強度應與預力構材本身相同。澆置前接觸面應予鑿毛，以增加其黏結作用。

3.3.11 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。

3.3.12 裝運及吊梁

- (1) 預力混凝土梁載運至吊裝地點前應先妥為籌劃，並將裝運之程序及路線以書面送請工程司核可後方得施作。裝運時須注意維持交通順暢及安全，必要時承包商應向道路主管機關申請許可。
- (2) 承包商應根據現場之地形及環境情況，妥善規劃吊裝設備及方法，並應特別注意人車安全，以書面送請工程司審查認可後方得施工。
- (3) 大梁之吊裝架設，應保持其正常直立位置。除施工計畫另有規定或經工程司核可外，懸吊點及支承點應在該梁設計支承點處。吊裝時如需將梁傾斜其傾斜度不得大於 30°。吊裝及吊設均應妥慎小心，避免發生損裂致不能使用。
- (4) 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。

3.3.13 本規範如有未盡事宜得由工程司依交通部頒公路橋梁設計規範有關條文解釋之。

3.4 檢驗

3.4.1 混凝土之檢驗應符合第 03310 章「結構用混凝土」之相關規定辦理。

3.5 許可差

後拉法預鑄預力混凝土梁之許可差如下表所示：

表 1 後拉法預鑄預力混凝土梁許可差

項 目	許 可 差
高度（翼板，腹板）	±6mm
高度（全高）	+15mm~-6mm
寬度（翼板）	+12mm~-8mm
寬度（腹板）	+10mm~-6mm
梁長	±【10+（L-15）】mm，L 為梁長以公尺 為單位
線向（對梁平行直線之偏差）	每 3m 長±3mm

4. 計量與計價

4.1 計量

- 4.1.1 後拉法預鑄預力混凝土梁依不同型式，以根計量。
- 4.1.2 後拉法預鑄預力混凝土梁之支承依契約項目計量。
- 4.1.3 加強水泥砂漿墊依契約圖說所示以立方公尺計量。

4.2 計價

- 4.2.1 後拉法預鑄預力混凝土梁應依不同型式之預鑄預力構材以根計價。單價包括所供應與製造之預力混凝土梁所用之人力、混凝土、鋼筋、模板、預力鋼材、端錨、套管及灌漿及其他所需設備及工具（包括臨時材料）及吊裝費用等。
- 4.2.2 後拉法預鑄預力混凝土梁之支承依契約項目計價。
- 4.2.3 加強水泥砂漿墊依契約圖說所示以立方公尺計價。

〈本章結束〉