

第 03385 章

後拉法場鑄預力混凝土梁

1. 通則

1.1 本章概要

說明橋梁使用後拉法場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 場鑄預力混凝土梁

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

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 03050 章--混凝土基本材料及施工一般要求
- 1.3.4 第 03110 章--場鑄結構混凝土用模板
- 1.3.5 第 03150 章--混凝土附屬品
- 1.3.6 第 03210 章--鋼筋
- 1.3.7 第 03231 章--預力鋼腱及端錨
- 1.3.8 第 03310 章--結構用混凝土

- 1.3.9 第 03390 章--混凝土養護
- 1.3.10 第 03432 章--後拉法預力混凝土梁
- 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。並應包含預力鋼材之續接（包括預力續接器規格及其使用位置之規定、施作之程序等）、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
 - 包含場地配置、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. 預埋桿件包括嵌入物件、端錨、預力續接器、配件、管道之開孔、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) 模板及支撐設施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
- (3) 支撐設施之材質說明及強度試驗合格證明文件

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。

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。如使用卜作嵐攪和物者，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 模板及支撐設施

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、預力續接器及套管

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

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

3.3.1 支撐設施

- (1) 依工程司核可之交通維持計畫維持道路車道數、車道寬度及車道淨高等，並設置護欄、施工防護網及標誌等各項交通安全管制措施，隨時保持交通順暢及安全，並維持現有水路適當之排水功能。穿越現有道路、水路上方之支撐設施時應有妥善之改道設施，亦應配置適當之鋼構架支撐。
- (2) 支撐設施應於其相互垂直之兩向加水平側撐及斜撐，減少因水平力或振動力之作用所致位移。
- (3) 支撐設施須藉用測錘、水準儀、捲尺等定線準確，並做必要之精度調整。
- (4) 若多根支柱集中於結構之某一節點時，應避免發生過量偏心與過大彎矩。
- (5) 支撐設施底部之原有地盤若非堅實完整且具足夠承載力，則須加鋪級配粒料或混凝土基礎。若採級配粒料基礎，則其基底土壤應先適當挖除不適用部分並夯實，再鋪設一層至少 20cm 厚之級配料並確實滾壓堅實至足以承載支撐設施所傳遞之荷重。支撐設施與級配料鋪底間須墊以適當厚度之支撐墊板並緊密接觸，使支撐能將垂直載重均勻傳遞於級配料基礎上。
- (6) 模板與支撐設施間須完全密合以確保支撐設施均勻受力，同時應做好保護措施，嚴防因雨水沖刷致使支撐設施之基地掏空而影響支撐穩定。

3.3.2 模板組立

- (1) 於完成之支撐上方，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。

3.3.3 鋼筋組立

鋼筋加工及組立應符合第 03210 章之「鋼筋」規定。

3.3.4 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。

3.3.5 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。預力鋼材應全長不得接續。
- (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、生銹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銹。
 - 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。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。

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或滑動模板方式生產之斷面上，使用外

振動器。

c. 在水平板上使用表面振動器或勻平振動器。

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，該構件將予以拆除。

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，同時承包商應確認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。於再行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，應檢測每條預力鋼材之應力，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。灌漿作業應於施加預力後 10 天內完成。
- (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 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」或美國 AASHTO 規範有關條文解釋之。

3.4 檢驗

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

3.5.1 後拉法場鑄預力混凝土梁之許可差。

項目	許可差
厚度（頂板）	±1.3 cm
厚度（底板）	+1.3~0 cm
高度（全高）	±0.6 cm
寬度（梁腹）	+1 cm，-0.5 cm
寬度（全寬）	±0.6 cm
長度	每3 m±0.3 cm，總計不大於1.3 cm
中空位置（從中空終端至繫條孔中心） （近梁端）	±1.3 cm ±2.5cm
直角終端（直角許可差）	±0.6 cm
斜角終端（指定斜角之許可差）	
斜角不大於30°	±0.6 cm
斜角大於30°	±1.3 cm
梁與梁座支承面積中間之一半（以直角測度時與平面之差異）	±0.2 cm
水平排列（梁平行排列其中心線直線之許可差）	長12 m 以下，0.7 cm； 長12~18 m，1.0 cm； 長18m 以上，1.3cm
接合管（管心間距，從管心至構材端及側邊間距）	±1.3 cm
繫桿管（管心間距，從管心至構材端間距） （從管心至梁底部之間距）	±0.6 cm ±0.6 cm
橋面寬度（節縫間確實寬度）	±1.3 cm
鄰近梁間之拱曲許可差	最大1.3 cm
同一跨距中上下構材間之拱曲許可差	最大2.5cm
側面嵌進位置	±1.3 cm
箍筋（頂梁上部伸出）	±2cm
箍筋（縱向間距）	±2.5cm
兩端箍筋，從梁端算起	+ 5cm

項目	許可差
鋼腱之重心	±0.6cm
梁端壓著鋼腱之重心	±1.3cm
後拉套管之位置	±0.6cm
壓著鋼腱之壓制點位置	±1.5cm

4. 計量與計價

4.1 計量

4.1.1 場鑄梁應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。附屬品之數量，已包含在場鑄預力混凝土單價內。
- (2) 預力鋼材以公噸計量。套管、灌漿、端錨之數量已包含在預力鋼材之單價內。
- (3) 鋼筋依不同規格以[公斤][公噸]計量。
- (4) 梁體模板以平方公尺計量。
- (5) 場鑄預力混凝土梁之支承依契約項目計量。
- (6) 支撐設施以橋欄杆外側間之投影面積作為單位，以平方公尺計量。
- (7) 加強水泥砂漿墊按契約圖說所示以立方公尺計量。

4.2 計價

4.2.1 場鑄梁應依下列項目分別計價：

- (1) 場鑄預力混凝土依不同強度等級，以立方公尺計價。單價已含附屬品之費用。
- (2) 預力鋼材依契約單價以公噸計價。單價包括預力鋼材（含損耗）、設備、裝置及施預力、套管、灌漿、端錨設備及所有其他固定件以及契約圖說雖未示明但係為必要之補強鋼筋。
- (3) 鋼筋依不同規格以[公斤][公噸]計價。
- (4) 模板按契約「梁體模板」項目，以平方公尺計價。

- (5) 場鑄預力混凝土梁之支承依契約項目計價。
- (6) 支撐設施依契約單價項目以平方公尺計價。
- (7) 加強水泥砂漿墊按契約圖說所示以立方公尺計價。
- (8) 以上所述之工作項目已包括所有人工、材料、機具、設備、動力及運輸等費用在內。

〈本章結束〉