

第03380章 後拉法預力混凝土

1. 通則

1.1 本章概要

說明後拉法預力混凝土之材料、設備、施工及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

1.2.1 施工計畫及施工製造圖、預力施拉計算書等資料之送審

1.2.2 運送、儲存及處理

1.2.3 組成材料之規格、施預力設備

1.2.4 施預力、灌漿、許可差

1.2.5 本工作含依設計圖所示及本章規定對後拉法預力混凝土之供應、澆置及預力鋼腱之施預力，暨預力系統所需附屬項目之供應及安裝（含套管、錨碇設備及壓力灌漿所需器具）等。

1.3 相關章節

1.3.1 第01701章—構造物之一般要求

1.3.2 第03052章—卜特蘭水泥

1.3.3 第03053章—水泥混凝土之一般要求

1.3.4 第03054章—水泥混凝土構造物

1.3.5 第03210章—鋼筋

1.3.6 第03231章—預力鋼腱及端錨

1.3.7 第03601章—無收縮水泥砂漿

1.4 相關準則

1.4.1 交通及建設部

(1) 交通及建設部頒「公路橋梁設計規範」

1.5 資料送審

1.5.1 施工計畫及施工製造圖：承包商於施預力作業前應將所採材料、設備與方

法等細節之施工計畫及施工製造圖（含設計圖示鋼筋之增加或重新安置等）送請工程司核可後始得施工，該細節應詳列施預力之方法與次序，亦應符合規範所訂預力鋼腱、錨碇設備、工作應力、端錨應力、套管種類及預力作業等之規定，並含構材中預力鋼腱之安置方法及壓力灌漿材料與設備等資料。

1.5.2 預力施拉計算書：後拉法之預力施拉計算書、預力施拉設備程式、記錄方法、表格格式、施工製造圖等應送請工程司核可後始得施工。

1.6 運送、儲存及處理

後拉法預力混凝土構材抗壓強度於代表試體未達 $0.8f_c'$ 前及構材未施預力前不得移動，且自澆置處運至永久設置處時應詳予規劃，搬運時應使其應力與設計情況一致。儲藏、升高、移動、搬運或裝設等均應小心，否則導致構材破裂或損害應由承包商重新製造並負擔其費用。

2. 產品

2.1 材料

2.1.1 混凝土：除設計圖另有規定外，應符合第03053章「水泥混凝土之一般要求」之 350 kgf/cm^2 級規定。

2.1.2 水泥：除設計圖另有規定或工程司指示外，應使用第 I 型之普通水泥並符合第03052章「卜特蘭水泥」規定。

2.1.3 細粒料與粗粒料：應符合第03053章「水泥混凝土之一般要求」規定。

2.1.4 水：應符合第03053章「水泥混凝土之一般要求」規定。

2.1.5 鋼筋：應符合第03210章「鋼筋」規定。

2.1.6 預力鋼腱：應符合第03231章「預力鋼腱及端錨」規定。

2.1.7 水泥砂漿

(1) 水泥砂漿之砂應符合第03053章「水泥混凝土之一般要求」規定，無收縮水泥砂漿應符合第03601章「無收縮水泥砂漿」規定。

(2) 除設計圖另有規定外，填充預力混凝土構材與構材間或構材內之榫槽（Key-Way）所用水泥砂漿應按水泥：砂：水＝10：15：3（最高使用量）之重量比例拌和。

(3) 水泥砂漿應以最小用水量拌合以產生無坍度且無塑性之混合物，並須

緊密搗固以防止收縮，經工程司同意得使用無收縮化學摻料。其最後之顏色及質地應與周圍之混凝土配合，且依所需用量拌和後立即使用，未及時使用之水泥砂漿應予廢棄，不得加水再用。

(4) 除設計圖另有規定外，錨碇螺栓孔應以無收縮水泥砂漿灌填。

2.2 設備

預力構材之施工及施預力應使用經認可之千斤頂，若用油壓千斤頂（Hydraulic Jacks）應裝配精確之壓力計。千斤頂組與壓力計（Gauge）於施工前應提供有效期限內之校準檢核證明並於施工期間經常校核，俾千斤頂之力量情形可正確表明。

3. 施工

3.1 施工方法

3.1.1 一般規定

- (1) 構材之施工應符合第01701章「構造物之一般要求」及第03053章「水泥混凝土之一般要求」規定，其中預鑄預力混凝土I形梁應依設計圖所示實際長度施工。
- (2) 預力系統之施工應符合第03231章「預力鋼腱及端錨」規定。
- (3) 預力混凝土構材之製造設備及位置之選定、構材之各組成部分、製模、混凝土澆置、製造場地內之養護及保護、施預力均須經工程司檢查與認可。

3.1.2 施預力

- (1) 除設計圖另有規定外，預力鋼材及混凝土之容許應力、預力損失應依交通及建設部頒「公路橋梁設計規範」第8.15~8.17節規定辦理。
- (2) 預力鋼腱置入時套管應均無阻塞，且施預力前及箱形梁頂模施設前均應查驗預力鋼腱於套管內無黏結並可自由移動。
- (3) 場鑄混凝土最後澆置部分之強度（試體於工地養護之強度）達規定之施預力抗壓強度後始可施預力。
- (4) 施預力時應隨時計測鋼腱之伸長量與對應之拉力並確實記錄保存，俾提送工程司核閱。
- (5) 除另有規定外，單邊交錯施預力時各端施拉之預力鋼腱數應相等。

3.1.3 灌漿（金屬套管）：係為長期保護預力鋼材並使預力鋼材與混凝土結合為一體。

(1) 灌漿設備與灌漿口：

- A. 灌漿機具應為能連續生產不含未拌勻之水泥及結塊之水泥漿並將其泵出之整組設備，必要之拌和及灌注用附屬計量設備均應齊備。灌漿泵應為正移式（Positive-Displacement Type）且出口壓力至少應達 10.5 kgf/cm^2 ，其應有封口以防油類、空氣等雜物進入水泥漿內並防止水泥漿或水分之漏失。灌漿出入口及透氣管應穩固紮緊於套管及模板或鋼筋上，以免澆置混凝土時變位或脫落。
- B. 灌漿泵出口與預力導管入口間之管路適當位置應裝設刻度清晰之壓力計，其總讀數應達 21 kgf/cm^2 以上。正常情況下灌漿機之容量應使最長之鋼腱能於20分鐘內連續一次灌滿。
- C. 水泥漿拌和機與灌泵之間應裝置濾網以篩濾水泥漿，濾網應易裝拆以利檢查及清洗，而網目淨空不得大於3 mm，若水泥漿內摻有膠滯性化學摻料時則網目淨空為5 mm。
- D. 套管於灌漿前應先以水沖洗暢通。連續式構造物除鋼腱之上彎度甚小外，應於鋼腱之上彎最高點裝設透氣管，必要時應加設二次灌漿入口，而導管之最低點應裝設滴水管以排出管內積水。

(2) 水泥漿

若採卜特蘭水泥第Ⅰ或Ⅱ型時其水灰比不得超過0.45，若採第Ⅲ型早強水泥時其用水量應先試驗並以不影響工作性之最低用水量為原則。

(3) 水泥漿化學摻料

應屬非金屬性產品並能降低水泥漿之水灰比、具有所需之膨脹性及無收縮性、不含對水泥漿及預力鋼材有傷害之化學成分者。其內之氯化物含量超過水泥用量之0.005%或含氟化物、亞硫酸鹽及硝酸鹽者均不得使用，且均應依製造廠商之使用說明書辦理。

(4) 水泥漿之拌和

先將水加入拌和機後再加水泥及化學摻料，或依化學摻料製造廠商之規定辦理。拌和時間應使水泥漿澈底拌勻，惟應以不致發生溫度過度上昇或損失化學摻料之膨脹性為度。水泥漿灌入前應不停攪動。

(5) 水泥漿之灌注

- A. 灌漿前導管內應先以高壓水澈底沖洗，並以壓縮空氣將積水排除

使其乾燥。灌漿之一端除灌漿孔外，雄錐與雌錐間之鋼材槽孔應事先以水泥漿封塞。

- B. 灌漿係分二次進行。第一次以 7 kgf/cm^2 之壓力將水泥漿由導管之一端灌入，俟導管內之殘餘水或空氣由另一端排出及所溢出漿液之稠度與灌入者相近即停止灌注。經10分鐘後再以 $4\sim 5 \text{ kgf/cm}^2$ 之壓力由導管兩端或其他預留灌漿口交替灌入水泥漿，直至完全灌滿為止，時間不可超過第一次灌完後20分鐘。此時即以適當填塞物將灌漿孔塞緊。任何情況下灌漿壓力不得超過 17.5 kgf/cm^2 。若由一端灌入發生困難或實際灌漿壓力超過上述規定時，可改由兩端交替灌入或由透氣管灌入。
- C. 氣溫 0°C 以下時導管內不得積水以免結冰。灌漿後混凝土之溫度應維持於 2°C 以上，直至工地製作、養護之 5 cm 立方體之水泥漿試體抗壓強度達 56 kgf/cm^2 以上時為止。水泥漿拌和或灌注期間其溫度不得超過 32°C ，必要時拌和用水應設法冷卻。
- D. 灌漿後外露之多餘鋼材應以金鋼砂輪切割器切除，隨之以與構件相同強度之混凝土或無收縮水泥砂漿封頭，其後3日內不得移動構件。

3.1.4 若採蒸氣養護應符合第03053章「水泥混凝土之一般要求」規定，惟後拉法之預力鋼材應於蒸氣養護完畢後始可安置。

3.2 許可差

預鑄預力混凝土 I 形梁、預力混凝土箱形梁及平板、預力混凝土樁等之許可差規定如表1~3所示，工程司將依構材之功用、安全及美觀等詳予研判以確定是否合用或修理後使用或不予接受。

表1 預鑄預力混凝土 I 形梁之許可差

部 位	許可差
深度（翼板 Flange、梁腹 Web 及填角 Fillet）	± 0.6 cm
深度（總計）	+1.3 cm，-0.6 cm
寬度（翼板 Flange、填角 Fillet）	+1 cm，-0.6 cm
寬度（梁腹 Web）	+1 cm，-0.6 cm
梁長	每3 m ± 0.3 cm，總計不得大於1.3 cm
支承板（各支承板中心之間距）	每100 cm ± 0.1 cm，總計不得大於1.3 cm
支承板（從支承载板中心至梁端之間距）	± 1.3 cm
支承板或支承面積之平面許可差	± 0.2 cm
箍筋（頂梁上部伸出）	± 2 cm
箍筋（縱向間距）	± 2.5 cm
相鄰梁間之拱勢差異	每3m 跨距0.3cm，最大偏差2.5 cm
鋼腱之重心	± 0.6 cm
梁端壓著鋼腱之重心	± 1.3 cm
後拉套管之位置	± 0.6 cm
壓著鋼腱之壓制點位置	± 15 cm
吊運裝置之位置	± 15 cm
兩端箍筋，從梁端算起	+5 cm
鋼絞線直徑	± 0.05 cm
鋼棒直徑	+2%，-1%

表2 預力混凝土箱形梁及平板之許可差

部位	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° 斜角大於30°	±0.6 cm ±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
箍筋位置	同 I 形梁
鋼束位置	同 I 形梁
吊運裝置之位置	±15 cm

表3 預力混凝土樁之許可差

部位	許可差
寬度	-0.6~+1 cm
方樁頂面直角	每30 cm 寬度0.2 cm
樁長	±4 cm
水平排列（樁平行排列其中心直線許可差）	每3 m±0.3 cm
中空位置	±1.3 cm
箍筋和螺筋位置	同 I 形梁
鋼腱位置	同 I 形梁
吊運裝置位置	±15 cm
外徑（60cm 以下） （60~180cm）	+5 mm，-2 mm +7 mm,，-4 mm
厚度	增加無規定，-1 mm

4. 計量與計價

4.1 計量

4.1.1 「場鑄預力混凝土，xxx kgf/cm²」、「場鑄混凝土，xxx kgf/cm²」係依第 03054 章「水泥混凝土構造物」之規定強度等級以「m³」為計量單位。

4.1.2 「預鑄預力混凝土 I 形梁（x 型），L=xx m」係以「根」為計量單位，其所示長度係以 2.5 m 增量之標稱長度 L（單位：m），其對應適用之梁長範圍為 $L-1.2 < \text{實際長度} \leq L+1.3$ 。

4.2 計價

4.2.2 「場鑄預力混凝土，xxx kgf/cm²」、「場鑄混凝土，xxx kgf/cm²」之契約單價已包含混凝土、人造橡膠支承墊、支撐架與模板之裝設、拆除等所需一切材料、人工、機具設備等費用，另無其他給付。

4.2.2 「預鑄預力混凝土 I 形梁（x 型），L=xx m」之契約單價已包含混凝土、模板、支撐架、鋼筋、預力鋼腱、預力續接器、錨碇裝置、灌漿、鋼棒、剪力接頭、導管、人造橡膠支承墊、環氧樹脂灌漿墊、無收縮水泥砂漿墊

、施預力、移動、搬運、構材之吊裝、油漆等所需一切材料、人工、機具設備等費用，另無其他給付。

<u>工作項目名稱</u>	<u>計價單位</u>
場鑄預力混凝土，xxx kgf/cm ²	m ³
場鑄混凝土，xxx kgf/cm ²	m ³
預鑄預力混凝土 I 形梁（x 型），L=xx m	根

<本章結束>