

107公務人員普通考試試題

等 別：四等考試

類 科：土木工程

科 目：土木施工學概要

一、預力混凝土橋梁上部結構施工法，可以分爲預鑄與場鑄兩類方式。請各列舉一種工法並說明其施工步驟，且比較預鑄與場鑄工法的優缺點。(25分)

【擬答】：

思考方向：預鑄與場鑄預力工法，施工綱要規範

(一)預鑄節塊工法：

預鑄預力節塊吊裝工法係將橋樑上部結構先於預鑄場分段鑄造，再搬運至現場逐節架設，並以結合劑(如環氧樹脂)與預力鋼棒將相鄰節塊加以接合，最後利用縱向預力系統將節塊結成一體之橋樑上部結構施工方法。依據吊裝方法可區分爲吊車逐跨吊裝與平衡懸臂吊裝兩種。因預鑄預力節塊吊裝工法須透過鋼樑桁架吊裝預鑄節塊，因此施工跨徑受限於鋼樑桁架之強度。本工法之基本程序爲首先架設臨時支撐塔架，接著移動前跨鋼樑桁架，安置於下一跨之臨時支撐塔架上；再將已鑄造完畢之預鑄節塊吊放至鋼樑桁架；調整節塊定位，並進行粘合；最後進行預力施拉將節塊加以結成一體。

1. 優點：

- (1)利用預鑄場完成節塊，施工品質與工期易控制。預鑄場可架設遮雨棚，施工可不受天候影響。
- (2)利用模組化設計，所使用之系統模板之模具可重複使用，具經濟性。
- (3)上部結構可分段預先鑄造節塊，再進行吊裝，可縮短主要徑時程，因此可縮短整體工期。
- (4)在鋼樑橋架上各預鑄節塊之結合，雖屬高架作業，但作業人數較場鑄工法甚少，故安全性較高。

2. 缺點：

- (1)節塊需要吊裝，高空作業危險性高。
- (2)節塊銜接，精度要求高。
- (3)工人技術要求及熟練度較高。

作業程序：

1. 作業前準備：支撐鋼樑桁架設置乃是預鑄預力節塊吊裝施工成敗之關鍵，其承載節塊、施工機具、與人員等全部重量。因此由臨時支撐塔架之組裝與設置、支撐鋼架之組設、移動、拆除程序皆應透過事先模擬，確認作業程序無誤，乃是防止危害之重點。另節塊鑄造過程之安全控管(包括設備、材料、機具與作業空間動線等)亦是預鑄節塊吊裝之安全管理重點之一。
2. 建造節塊預鑄場：預鑄場設備(包括預鑄床、系統模板、水電設備、照明、蒸汽養生、電鍍、氧氣乙炔設備、與空壓機等等)以及機具材料儲存與作業場所應依據所選擇之預鑄預力節塊吊裝施工加以配置。爲防止模板倒塌，預鑄床應設置於堅實之地基上。於預鑄場應注意設備之使用與保養，以及人員機具之使用與管理，以防止人員墜落、感電、被撞，物體飛落，或系統模板與工作架倒塌。
3. 預鑄場鑄作節塊作業：包括檢視與校正預鑄床高程、清潔外模、綁紮鋼筋籠、吊放鋼筋籠、安裝內模與校正、配置預力套管與鋼腱、混凝土澆置、混凝土養生、與施拉橫向預力與預力管灌漿等作業。進行澆置時應保持模板受力平均並且保持左右平衡。澆注時採交互澆注至底完成，長度以不超過施工計畫書相關規定爲原則。澆注時應注意預力錨頭處，須振動以免產生蜂窩，以及預埋件位置是否移動。澆置混凝土前，應檢查套管是否因紮筋及模板拉桿，造成套管破孔或破裂現象，並檢查續接處是否有脫落、鬆動或包紮不實等現象。進行預力施拉時，應依據施工計畫書規定分段施力，嚴禁人員位於千斤頂

後方，並注意端頭是否有破壞現象。

4. 進行支撐鋼樑桁架組裝：其主要作業包括墩柱臨時支撐塔架組裝與架設、支撐鋼樑桁架地面組裝、與鋼樑桁架吊放等。進行臨時支撐塔架應架設於堅實之基礎上，並於塔架周圍設置工作平台與上下設備時，應配置護欄、安全母索與安全網等安全措施，作業人員應佩戴安全護具。吊放塔架之桿件時應遵守吊掛作業相關規定。支撐鋼樑桁架地面組裝與鋼樑桁架吊放作業相關之安全規定同上述。
5. 進行節塊吊裝與定位：以吊車逐跨吊裝為例，本階段作業流程為首先利用吊車將節塊吊至支撐鋼樑桁架上，利用鋼樑桁架上之調整架與滾輪，並以動力機械或車輛將節塊拖至定位。吊放節塊時應遵守吊掛作業相關規定(如鋼纜定時檢查與保養，利用控制索穩定節塊，與吊掛作業人員應聽從指揮等等)。進行節塊移動定位時，施拉力量應注意平衡，且移動速度不宜過快。
6. 節塊結合與施拉預力：其主要作業包括測量節塊高程位置、節塊調整與固定、環氧樹脂結合、施拉臨時預力鋼棒、合攏段混凝土澆置、施拉縱向預力以結合吊放之節塊與預力管灌漿等。本作業環境包括支撐鋼樑桁架與節塊翼版上，其應架設護欄與安全網等安全措施，若人員有墜落之虞且無適當安全措施，則作業人員應佩戴安全帶與相關護具。另有關施工材料與機具應集中管理，以防飛落、被割與被夾。施加預力時嚴禁人員位於千斤頂後方，並注意端頭是否有破壞現象。預鑄預力節塊吊裝工法係分跨施工，其預力亦採用分跨施拉，不同跨之鋼絞線以續接器連接，其應注意固定良好，以防滑線。
7. 進行支撐鋼樑桁架移動。利用橋墩與臨時支撐塔架之千斤頂將鋼樑桁架降下，支承於支撐塔架之滾輪上，利用機動車輛等方式將鋼樑桁架移動至下一跨，再調整高程與位置，最後利用千斤頂將桁架頂起與定位。本階段之作業應依據施工計畫書之相關規定執行，基本上包括桁架移動之試車、移動速度控制、千斤頂使用、桁架定位等。若於高空作業應配(或設)置相關安全措施，以防止人員墜落與感電、物體飛落等。
8. 循環施工：透過上述節塊鑄造、吊裝、定位與結合，以及支撐鋼樑桁架移動組架等循環完成橋樑上部結構。
9. 鋼樑桁架等之拆除：當所有節塊吊裝完成後，即可進行支撐塔架、支撐鋼樑桁架及預鑄場拆除工作。支撐鋼樑桁架拆除方式主要有二：直接拆除與前移後再拆除。以前移後再拆除為例，其基本流程包括：架設臨時支撐塔架、支撐鋼樑桁架之千斤頂降下、鋼樑桁架前移、鋼樑桁架吊放至地面、鋼樑桁架拆卸。進行支撐鋼樑桁架與預鑄場拆除時應依據吊掛作業相關安全規定執行，相關作業人員應佩戴安全防護具，拆除時亦應留意周邊環境(如有無高壓電、天候因素)，以防止人員墜落、感電、被撞、被切割。
10. 進行橋面附屬工作，包括胸牆鋼筋綁紮、胸牆模板組立、混凝土澆置，瀝青鋪面工程、橋面伸縮縫安裝、與標誌標線工程。此等作業特別採取防墜設施。

(二)地面支撐場鑄工法

適用於：

1. 橋面距地面高度低，架設支撐簡單迅速之處。
2. 架設支撐危險性小之處。
3. 無水之河床，架設支撐方便之處。
4. 地面平坦，架設支撐穩固之處。
5. 使用其他工法較不經濟之小型或單跨徑橋樑。

優點：

1. 施工簡單。
2. 無須大型機具吊裝。
3. 無需高度技術。

缺點：

1. 施工費時。
2. 需大量支撐材料，支撐成本高。
3. 支撐太高時，危險性大。
4. 跨越河流時支撐困難

公職王歷屆試題 (107 普考四等)

作業程序：

1. 基礎施工：施作橋墩基礎作為支撐。
2. 橋柱施工：施作橋柱連接基礎與橋面。
3. 支撐架設：架設支撐以施作橋面。
4. 模板組立：底模、側模組立。
5. 鋼筋與鋼鍵配置：綁紮鋼筋並配置預力鋼鍵。
6. 澆置混凝土。
7. 施拉預力。
8. 模板拆除。
9. 養護混凝土。

二、結構物深基礎開挖施工階段，如遭遇高地下水位或湧水量較多時，經常採用哪些排水工法？這些工法之目的在防止哪些開挖工程災害？(25分)

【擬答】：

思考方向：排水工法，施工綱要規範

(一)排水工法：

1. 集水井排水法：開挖區週圍設置集水溝，並在角落處挖掘集水井收集湧水，然後再以抽水機排除。邊開挖邊排水，此為最簡單且迅速之排水工法。
2. 深井排水工法：(當開挖面較深且在地下水位以下時，可使用本法將地下水降至開挖面以下，再行開挖。裝設時先打入有濾孔之套管(套管大小須能容納潛水馬達)至預定開挖面以下1m之地層中，然後再將潛水馬達置入套管底端而將地下水排除。
3. 點井法：先將套管打入土層中至預定深度後，再於套管中入抽水管，套管與水管間，下半部填塞砂料，上端則填入氣密材料，然後拔除套管，再以真空原理強迫排水之方法。
4. 電氣滲透法：利用直流電陰陽極之磁場影響，迫使土壤空隙間水之流動而增加排水效果。
5. 垂直排水工法排水：即於不透水黏土層內垂直打設排水帶或砂樁，藉之以縮短黏土層之排水路徑，而加速其沉陷壓密之過程之工法。

(二)排水工法可防止之開挖災害：

1. 防止底部上浮/隆起：此災害起因於底部有受壓水層，開挖因水層解壓引起開挖面上浮或隆起，透過排水降低水壓可避免此災害。
2. 避免開挖面向內擠進：開挖越深層水壓越大，越容易向開挖面擠進，降低水位可避免此開挖災害。
3. 底部滑動：高地下水位可能引起滑動，排水降低水位可避免滑動發生。

三、混凝土配比設計應考慮安全性、工作性、耐久性與經濟性等基本條件，請說明一般混凝土配比設計決定各個組成材料用量比例之步驟？(25分)

【擬答】：

思考方向：配比設計方法，飛灰或爐石使用手冊

(一)飛灰取代部份水泥之配比設計法(體積法)：

- (1)依配比目標強度及耐久性要求選定水膠比(W/B)。
- (2)依工程特性、要求混凝土性質、施工條件及工程使用環境選擇飛灰取代部份水泥比率，則膠結材料用量可以(式(1))及(式(2))求得

$$F = \alpha C_0 \quad (\text{式(1)})$$

$$C = (1 - \alpha)C_0 \quad (\text{式(2)})$$

式中 F ：每 m^3 飛灰混凝土中飛灰用量 (kg/m^3)

C ：每 m^3 飛灰混凝土中水泥用量 (kg/m^3)

C_0 ：每 m^3 普通(基準)混凝土中水泥用量 (kg/m^3)

α ：飛灰取代水泥比率(%，重量比)

- (3)拌合水量(W)可以(式(3))求得

$$W \cong W_0 \quad (\text{式(3)})$$

以(式(3))算得之飛灰混凝土拌合水量得視飛灰品質或測得之坍度等性質而稍作調整。

(4)粒料總體積可以(式(4))計算

$$V_{ag} = 1 - \left[\frac{C}{1000r_c} + \frac{F}{1000r_f} + \frac{W}{1000r_w} + V_a \right] \quad (\text{式(4)})$$

式中 V_{ag} ：粒料體積 m^3

r_c ：水泥密度 (g/cm^3)

r_f ：飛灰密度 (g/cm^3)

r_w ：水的密度 (g/cm^3)

V_a ：空氣含量 (m^3)

(5)若選定砂率(S_a ，即細粒料佔全部粒料的體積比率)則

$$W_{fa} = S_a \times V_{ag} \times r_{fa} \times 100 \quad (\text{式(5)})$$

$$W_{ca} = (1 - S_a) \times V_{ag} \times r_{ca} \times 100 \quad (\text{式(6)})$$

W_{fa} ：細粒料用量 (kg/m^3)

W_{ca} ：粗粒料用量 (kg/m^3)

r_{fa} ：細粒料密度 (g/cm^3)

r_{ca} ：粗粒料密度 (g/cm^3)

(6)其它配比設計步驟與普通(基準)混凝土者相同。

(7)試拌並量測混凝土的坍度、強度、空氣含量及單位體積重等性質，與作為比較基準之普通混凝土者或工程要求者有何異同；再修正配比，直到飛灰混凝土之實測性質符合工程要求為止。

四、使用地工合成材料所構築之加勁擋土牆可應用於道路或邊坡工程。請繪圖說明此類加勁擋土牆之施工原理與方法，以及其優點。(25分)

【擬答】：

思考方向：加勁擋土牆，施工綱要規範

(一)原理：

利用土壤中埋設之加強用金屬板條材料與土壤間所產生之摩擦力，以保持土體構造之穩定，並為防止土體外圍表面之崩落，以混凝土或金屬面板與埋設於土壤中之金屬板條連結成整齊牆面之擋土構造物之工法。

(二)方法：

- 1.基礎地層之整地與處理：將加勁擋土結構位置之基礎土壤中不適用之土壤移除，包括有機土、植生、滑動土石堆與其他不宜材料均須移除，必要時須夯實基層土壤。
- 2.於基礎地層上埋設透水材料或排水管。
- 3.鋪築並夯實回填材料至第一層加勁材高度。
- 4.於回填材料上鋪展第一層加勁材，並堆疊土包或繫接面板。
- 5.於加勁材上鋪築並夯實回填材料，直至次層加勁材高度。若採柔性加勁牆時，夯實回填至土包一半高度時，須進行回包作業。
- 6.重覆步驟4.5.，依序完成每一層之填築，直至預定牆高為止。

(三)優缺點：

1.優點：

- (1)施工程序簡單且快速，不需大型施工機具。
- (2)比較於其他工法，施工前的工地整備要求較少。
- (3)施工中，結構物前方的運作空間需求較少。
- (4)節省路權。

公職王歷屆試題 (107 普考四等)

- (5)對變形的容許量較大。
- (6)可就地取採，較具經濟效益。
- (7)牆高超過25m時，於現階段施工技術仍為可行。
- (8)柔性結構設計，對於地震阻抗較大。
- (9)面版元件具多樣性，兼顧美觀且對週遭環境衝擊較小。

2.缺點：

- (1)相較於其他工法，在擋土結構背後需求較大的空間，以獲取足夠的底寬來達到內部與外部穩定。
- (2)填築使用的土料限制性雖比較少，但是仍有限制。
- (3)必須考慮加勁材料的長期性質，尤其是採用加勁材料做為面版並曝露在陽光下。
- (4)系統的設計與施工實務仍在推廣、發展中，規範及發包實務尚未標準化。
- (5)因為加勁材料的多樣性，有關加勁土擋土結構的設計責任，必須要求具設計專業之設計廠商與材料廠商共同承擔。

公
職
王