111 年專技高考 土木技師試題

等 別：高等考試
類 科：土木工程技師
科 目：施工法（包括土木、建築施工法與工程材料）

一、地震的發生容易影響工程品質，請詳述有關地震後未硬化混凝土工程項目之檢測原則及處理重點為何？（30 分）

《考題難易》：★★★★

《考題重點》：水泥混凝土

【擬答】：

受震災影響，不少施工中的工地被迫停擺，安全堪慮。對於地震時施工中之新澆置混凝土工程處置方式如下：

- (一) 受地震影響之新澆置混凝土其受影響程度依地區震度不同而異，震度越大者混凝土構件強度影響越大。此外可從結構型式及材料兩方面來探討。
- (二) 材料方面，在地震發生時新灌四小時內尚在初凝階段者，其影響較小，若地震發生於已澆置七小時終凝開始到三天內，因混凝土強度發展已達一定程度，其強度較會受到地震力影響產生混凝土強度折減損失，亦會產生間隙影響混凝土與鋼筋及鋼鍵套管之握裹力。
- (三) 從結構體部位方面探討，針對大體積之重力式基礎或灌漿工程而言，其鋼筋非主要之結構影響性較小，但對預力梁等其鋼筋為主要結構者，所受到的影響將較大。
- (四) 從結構安全及使用性方面考量，體積小強度不明確之新澆置混凝土，則可考慮拆除重作；體積大之部份則必須作安全檢測評估，可採用載重試驗以檢驗其整體結構行為與握裹強度影響，如功能不足產生較嚴重裂縫者則應視其狀況敲除或進行結構補強。
- (五) 地震影響程度與模板支撐之嚴謹亦息息相關，模板支撐受地震影響產生不當位移者，其構件強度也會大受影響。
- (六) 而高層建築施工，則要審慎檢查底下各層及剛澆置層之安全性，方可繼續往上興建。
- (七) 以上分析，可知各工地狀況均不同，應依地震

二、為能提升工程職業安全衛生措施，依據營造安全衛生設施標準規定，雇主對於高度二公尺以上之工作場所，勞工作業有墜落之虞者，應訂定墜落災害防止計畫，須採取那些墜落災害之防止措施？並請說明當發生職業災害時雇主應辦理事項為何？（30分）

《考題難易》★★★★

《考題重點》職業安全衛生法規

【擬答】：

(一) 為防止墜落災害，對於高空作業作業，應依下列規定辦理，以避免事故發生：

1. 從事屋頂高空作業時，應指派專人督導，屬易踏穿材料構築之高空作業時，上述專人應接受高空作業主管教育訓練。
2. 於斜度大或滑溜之作業者，應設置適當之護欄及寬度在 40 公分以上之適當工作臺。
3. 於易踏穿高空作業時，應先規劃安全通道，於屋架上設置適當強度，且寬度在 30 公分以上之踏板，並於下方適當範圍裝設安全網等防墜設施。
4. 應提供背負式安全帶使勞工佩掛，並確實掛置於堅固錨錠、可供鉤掛之堅固物件或安全母索等裝置。
5. 對於高差超過 1.5 公尺以上之場所作業時，應設置安全上下之設備。
6. 對於高度在 2 公尺以上作業場所，有遇強風、大雨等惡劣氣候致有墜落危險時，應停止作業

(二) 職災雇主處理流程

1. 儘速送醫，並聲明職災身分。
2. 確認職災情形並通報。
3. 雇主應賠償之醫療費用與工資。
4. 治療終止後，調整適當工作。
5. 如有其他損害賠償，另行協商之。

三、請詳述優質的現代混凝土在配比設計時，要達到「安全性、耐久性、工作性、經濟性及生態性」的考量策略為何？（20分）

《考題難易》★★

《考題重點》水泥混凝土

【擬答】：

優生混凝土不論「巨觀上緻密」，連「微觀上都能緻密」，符合自然的物理化學穩定之定律。而混凝土為了消彌施工不當，造成蜂窩的困擾，或獲得優良的品質，所以適宜的工作性是必要的，但為避免傳統以「水量為控制坍度」的觀念，考慮利用粒料級配及混合粒料，達到緻密單位重，使固定工作性下，有最少的水泥漿量。應用本土材料，添加大量卜作嵐材料填塞孔隙及減少水量，均是獲取經濟性的策略。優生混凝土更強調以「提高水泥強度效益」來提昇經濟性。最後考慮生態性的確保，使用回收工業副產品及廢棄物，減少水泥用量，都是重要的準則。

(一) 期強度控制 W/C 、中長期強度控制 W/B 及長期強度控制 $W/S < 0.07$ 。

(二) 降低用水量 < 0.07 (固態材料)、降低水泥用量 $< f_c/14$ 混凝土、降低 W/B 、控制 $WC > 0.42$ 及 $W/S < 0.08$ 、添加卜作嵐材料、增加電阻係數、增加水密性、增加裂縫自癒功能。

(三) 緻密配比、控制砂 $FM > 2.8$ 、添加卜作嵐摻料、確保 60 分鐘仍有適宜工作性。

(四) 採用緻密配比、增加工作性。

(五) 添加礦粉摻料、提高水泥強度效益、減少水泥用量。

四、請詳述超高大樓在鋼結構銲接施工過程中，為何會產生冷裂的現象及如何避免銲接過程產生冷裂？且鋼結構在製作及組合過程中，產生殘留應力之原因？（20分）

《考題難易》★★★

《考題命中》鋼結構施工

【擬答】：

(一) 冷裂是指在焊接接頭冷卻到較低溫度時所產生的焊接裂紋。

(二)

1. 在 C-Mn 鋼中，裂紋通常起源於熱影響區，但可能延伸到焊縫金屬中。
2. 裂紋也可能發生在焊道中，通常垂直於焊接方向（橫向裂紋），與焊縫表面成 45°角。沿着鋸齒形的擴展，但是可能沒有分支。
3. 在低合金鋼中，裂紋垂直於焊接方向（橫向裂紋），垂直於焊縫表面，但是是非分支的，基本上是平面的。

(三) 鋼料發生殘留應力之原因，不外乎外力作用、高溫作用與鋼料軋製等，分述如下：

1. 外力作用

當鋼料受外力彎折時會產生彎曲，如果作用力輕微，於釋放後鋼料會恢復原來之形狀，屬於完全彈性，由於無殘留變形，所以鋼料內部並無殘留應力；若作用力所造成之變形，於外力釋放後無法恢復原來的形狀，成為殘留的變形，鋼料內部就存在殘留應力。由於金屬材料之記憶效應，殘留應力之方向與作用應力之方向，恰恰相反。

2. 高溫作用

加高溫於鋼料再冷卻之後，其收縮會產生許多殘留應力，而造成鋼料之明顯變形。鋼結構施工中常常用火焰切割，將 H 型鋼切成兩支 T 型鋼，切割後由於切割縫之冷卻收縮存有殘留壓力，致 T 型鋼宛如受到彎折而彎曲。為了避免此種變形，火焰切割時不能連續性直接切斷，必須間歇性切割，最後再將連接點個別切斷。

3. 鋼料軋製

所有鋼料從煉鋼廠軋製出廠後，在尚未加工製造前，其實已經存有許多不同的殘留應力，當鋼料厚度愈厚時，此等殘留應力愈明顯，此乃軋製過程之降溫速率（cooling rate）不同所致。鋼料的殘留應力最大值高達降伏強度的一半，即 $Fr \approx 0.5F_y$ 。鋼結構設計規範，也規定於檢討鋼構材之側向支撐長度時，熱軋型鋼之殘留應力為 $Fr = 0.7 \text{ tf/cm}^2$ ，銲接型鋼為 $Fr = 1.16 \text{ tf/cm}^2$ 。