

113 年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：土木工程

科 目：鋼筋混凝土學與設計

考試時間：2 小時

李桀老師

一、依現行建築物混凝土結構設計規範之第 19 章內容所示，與混凝土耐久性要求之相關規定中有詳列混凝土之暴露環境分類與分級，試就鋼筋之腐蝕防護類別進行說明，並詳述其混凝土品質要求規定。(25 分)

《考題難易》：★★★★★

《解題關鍵》：(1)一般正常的考生不會準備到這麼細的東西，所以考場上的對手也是一樣的情況，所以考生不用過於擔心。

(2)看到這種題目先跳過，先寫其他題目之後再回來寫這題，這種題目就盡量寫就是了。

【擬答】：

表 19.3.1.1 暴露環境類別與分級

| 類別 | 分級 | 混凝土之環境條件 |
|-------------|----|--------------------------------------|
| 鋼筋之腐蝕防護 (C) | C0 | 處於乾燥環境或有防潮處理 |
| | C1 | 暴露於潮濕但無外來氯鹽之環境 |
| | C2 | 暴露於潮濕且有外來氯鹽之環境，如除冰化學藥劑、鹽、微鹼水、海水或其潑濺水 |

暴露類別C：適用於需要額外防蝕保護之暴露條件，以抵抗鋼筋腐蝕之非預力與預力混凝土。

每一類別中之暴露嚴重程度，依等級以遞增數值代表增加暴露條件之嚴重性。如果暴露之影響溫和可忽略或該構材不適用該暴露分類時，給予分級0。

暴露類別C次分為三種分級：

- (a) C0級暴露適用於不需額外防蝕保護鋼筋之條件。
- (b) C1與C2級暴露適用於非預力和預力混凝土構材，依暴露於外界之濕度與氯離子濃度而定。暴露於外來氯離子之例子，包括混凝土直接接觸除冰化學藥劑、鹽、鹽水、微鹼水、海水，或此等之潑濺水。

表 19.3.2.1 不同暴露分級之混凝土要求

| 暴露分級 | 最大 $w/cm^{[1,2]}$ | 最小 f'_c kgf/cm ² [MPa] | 附加要求 含氣量 | 膠結材之限制 |
|------|-------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|
| C0 | N/A | 210 [21] | 應符合CNS 3090「預拌混凝土」中有關「新拌混凝土中最大水溶性氯離子含量」之相關規定 | 無 |
| C1 | N/A | 210 [21] | | 混凝土保護層厚度 ^[11] |
| C2 | 0.40 | 350 [35] | | |

[1] w/cm 係基於混凝土拌成物中所有之膠結及輔助膠結材料。

[2] 表中之 w/cm 最大限不適用於輕質混凝土。

公職王歷屆試題 (113 高考三級)

C2級暴露：適用於C2級暴露之非預力與預力混凝土，考量其最高 w/cm 、最低規定抗壓強度、及最小保護層厚度均為基本要求。應評估暴露於氯鹽下之結構物條件，例如可由車輛帶入氯鹽之立體停車場，或靠近海邊之結構物。採用塗布鋼筋、抗蝕鋼筋或保護層大於第20.5節之最小要求，均可提供此條件下額外之防護。使用符合CNS 12549之水淬高爐爐渣粉、符合CNS 3036之飛灰，及增加規定抗壓強度都可增加其保護能力。使用符合CNS 15648之矽灰，搭配符合CNS 12283中F型與G型或CNS 12833之高性能減水劑，亦可提供額外之保護 (Ozyildirim及Halstead 1988)。利用CNS 14794檢驗計畫使用之混凝土拌成物，可提供額外之混凝土性能資訊。

C類暴露之氯離子限制：目前CNS 3090要求需依CNS 13465量測新拌混凝土中水溶性氯離子含量，接受標準如表19.3.2.1。試驗頻率則依內政部營建署「施工中建築物混凝土氯離子含量檢測實施要點」之規定。

本規範規定混凝土氯離子含量，係指混凝土材料中所含水溶性氯離子之總量，並不包括來自外界環境者。未受外來氯離子污染之硬固混凝土，因水泥之水合反應及物理吸附作用會使部分氯不溶於水，所以其水溶性氯離子含量會隨時間增加較新拌混凝土低。一般認為水溶性氯離子對鋼筋腐蝕較有影響。

即使對於暴露等級C0，來自混凝土材料的水溶性氯離子可潛在地造成鋼筋腐蝕，不論暴露等級，皆須對於非預力及預力混凝土兩者設限。

二、有一淨跨徑為 8 m 之簡支梁且其斷面為矩形，斷面寬度為 40 cm，梁斷面有效深度為 54 cm，其所承受之設計載重為 15 tf/m（僅考慮靜載及活載之作用且均勻分布於梁上）該梁之拉力筋配置為 5-D32 並連續伸入支承。若混凝土之規定抗壓強度為 350 kgf/cm^2 ，試問該梁之設計剪力最大值及須配置剪力筋之範圍為何？（25 分）

《考題難易》：★★

《命中特區》：(1)題庫班講義P4-7~P4-8。

(2)設計剪力最大值就是找它的臨界斷面的剪力值。

【擬答】：

1. 計算設計剪力 V_u

$$V_u = 15(4 - 0.54) = 51.9(tf)$$

2. 需配置剪力筋之範圍

$$\frac{1}{2}\phi V_c = \frac{1}{2}(0.75)(0.53\sqrt{350} \times 40 \times 54) = 8031(kgf)$$

$$w_u L = 8031$$

$$15 \times L_1 = 8031 \quad L_1 = 0.5354(m)$$

$$\text{需配置剪力筋之範圍 } L_2 = 4 - L_1 = 3.4646(m)$$

兩端端點自由端往梁中央前進3.4646(m)之範圍內要配置剪力筋

選擇志聖,志光,學儒,超級函授 選擇上榜

土木金榜創佳績

22大雙榜 14大狀元 13大榜眼 7大探花

連過三榜
楊○禮
高普考土木工程
專技高考土木技師

連過二榜
王○男
地特三等雲嘉區
地特四等雲嘉區

連過二榜
王○銘
專技高考土木工程
高考土木工程

連過二榜
吳○偉
高考土木工程
普考土木工程

狀元
田○妮
原特四等土木工程

狀元
許○捷
調查局三等
營繕工程組

狀元
林○宏
台電僱員東區
土木工程類

狀元
邱○慶
水利署灌溉
工程人員台東

榜眼
黃○華
地特四等新北市

榜眼
何○宇
水利署灌溉
工程人員宜蘭

榜眼
洪○祥
水利署灌溉
工程人員嘉南

探花
陳○旻
地特四等花東區

探花
林○隆
檢察事務官
(營繕工程組)

探花
林○豪
水利署灌溉
工程人員彰化

優秀考取



許○華 112土木技師+高考土木工程
連續考取 土木高考是CP值最高的公職考科,我利用晚上看課程(兼職Uber),感謝家人的支持。

王○鈞 高普考土木工程雙榜
一年考取 補習班系統性的整理各科重點加上老師的講解,讓更容易把考科吸收進大腦中。

三、一樓板系統其板厚為 20 cm，梁淨跨度為 8 m，梁與梁之淨間距為 1 m，梁腹寬度為 40 cm，梁斷面有效深度為 50 cm（假設為單層配置）若鋼筋規定降伏強度為 5,600 kgf/cm² 而混凝土規定抗壓強度為 280 kgf/cm²，在正彎矩之設計值 M_u 為 80 tf-m 的條件下，試求正彎矩所需之鋼筋量 A_s（鋼筋之淨拉應變以 0.006 為目標進行鋼筋配置）(25 分)

《考題難易》：★★★

《命中特區》：(1)正課班講義 P2 - 38~P2 - 40。

(2)要依照題目要求拉應變為0.006下去計算。

【擬答】：

1. 計算有效翼寬 b_e

$$b_e = \min \begin{cases} \frac{S_0}{2} + b_w + \frac{S_1}{2} = \frac{100}{2} + 40 + \frac{100}{2} = 140 \text{ cm} \\ b_w + \frac{L_n}{4} = 40 + \frac{800}{4} = 240 \text{ cm} \\ 8h_f + b_w + 8h_f = 8 * 20 + 40 + 8 * 20 = 360 \text{ cm} \end{cases} = 140 \text{ cm}$$

2. 判別是否單筋梁就足夠

$$x_{0.006} = \frac{3}{9}(50) = 16.667(\text{cm}) \quad a = 0.85(16.667) = 14.167(\text{cm})$$

$$C_c = 0.85f'_c ab = 0.85(280)(14.167)(140) = 472044 \text{ kgf}$$

$$\phi M_n = \phi C_c \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.9 \times 472044 \left(50 - \frac{14.167}{2} \right) = 20258495 \text{ kgf} - \text{cm}$$

$$= 182.326(\text{tf} - \text{m}) > M_u = 80(\text{tf} - \text{m})$$

由此可知為單筋梁設計，且 a < 20cm，且 φ = 0.9。

3. 假設混凝土有效深度 a

$$C_c = 0.85(280)(a)(140) = 33320a \text{ kgf}$$

$$M_u = \phi C_c \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$8000000 = 0.9 \times 33320a \left(50 - \frac{a}{2} \right)$$

$$a^2 - 100a + 533.547 = 0$$

解出 $a = 5.655 \text{ cm}$ or $a = 94.345 \text{ cm}$ (不合)

$$C_c = 33320a = 33320 \times 5.655 = 188434 \text{ kgf}$$

$$A_s \times f_y = C_c$$

$$A_s = \frac{C_c}{f_y} = \frac{188434}{5600} = 33.649 \text{ cm}^2$$

4. 檢核最小鋼筋量

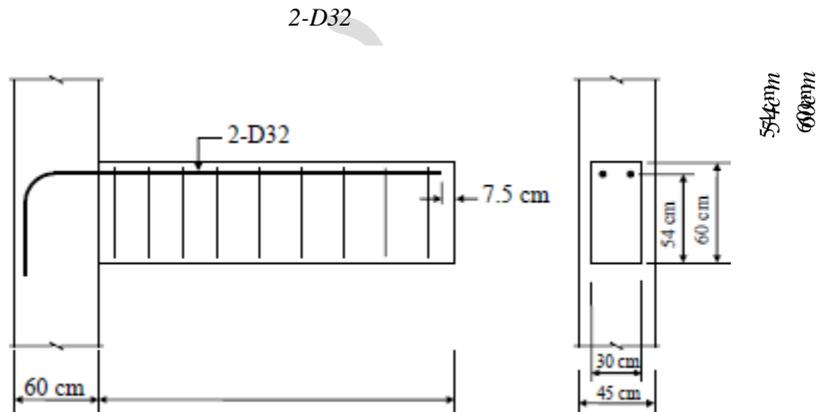
$$\begin{aligned} A_{s,min} &= \max \left[\frac{0.8\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d, \frac{14}{f_y} b_w d \right] \\ &= \max \left[\frac{0.8\sqrt{280}}{5600} (40)(50), \frac{14}{5600} (40)(50) \right] \\ &= \max[4.781, 5] \end{aligned}$$

$$A_{s,min} = 5 \text{ cm}^2 < A_s = 33.649 \text{ cm}^2 \quad \text{檢核OK!}$$

故採用拉力鋼筋面積 $A_s = 33.649 \text{ cm}^2$

公職王歷屆試題 (113 高考三級)

四、有一懸臂短梁如圖所示，支撐於左側方形柱並承載均布靜載重（含梁自重）及活載重，拉力筋為兩支 D32 鋼筋，其有效深度為 54 cm，橫向箍筋尺寸為 D10 且間距為 25 cm，保護層為 4 cm，配置如圖所示。假設梁混凝土為輕質混凝土，其規定抗壓強度為 280 kgf/cm^2 、拉力筋及橫向箍筋之規定降伏強度均為 $4,200 \text{ kgf/cm}^2$ 。試採用受拉鋼筋伸展長度之簡易估算方法且不考慮超量鋼筋修正之條件下，計算梁柱接頭面拉力筋右側所需之伸展長度並決定梁之淨長。(25 分)



《考題難易》：★★★★

《命中特區》：(1)題庫班講義 P7 - 8~P7 - 9。

(2)若要使用

| 鋼筋間距及保護層厚度 | D19及較小之鋼筋 與麻面鋼線 | D22及 較大之鋼筋 | 簡算 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 待伸展或搭接之鋼筋或鋼線之淨間距不小於 d_b ，淨保護層厚至少 d_b ，以及 l_d 範圍內肋筋或箍筋不少於規範規定之最小值。 或待伸展或搭接之鋼筋或鋼線之淨間距至少 $2d_b$ ，以及淨保護層至少 d_b 。 | $\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{6.6\lambda\sqrt{f'_c}}\right) d_b$ $\left[\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{2.1\lambda\sqrt{f'_c}}\right) d_b\right]$ | $\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{5.3\lambda\sqrt{f'_c}}\right) d_b$ $\left[\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{1.7\lambda\sqrt{f'_c}}\right) d_b\right]$ | |
| 其他情況 | $\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{4.4\lambda\sqrt{f'_c}}\right) d_b$ $\left[\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{1.4\lambda\sqrt{f'_c}}\right) d_b\right]$ | $\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{3.5\lambda\sqrt{f'_c}}\right) d_b$ $\left[\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{1.1\lambda\sqrt{f'_c}}\right) d_b\right]$ | |

式要滿足它的條件：

【擬答】：

1. 檢討簡算式之條件

(1) 鋼筋之淨間距

$$d_b = 3.22(\text{cm})$$

$$30 = 2(4 + 0.953 + 3.22) + S_{net}$$

$$S_{net} = 13.654(\text{cm}) > 2d_b = 6.44(\text{cm})$$

(2) 保護層厚度 $i = 4\text{cm} > d_b = 3.22\text{cm}$

(3) 剪力筋面積最小值

$$A_{V,min} = \max\left(0.2\sqrt{f'_c} \frac{b_w}{f_{yt}} s, 3.5 \frac{b_w}{f_{yt}} s\right)$$

$$= \max\left(0.2\sqrt{280} \times \frac{30}{4200}(25), 3.5 \times \frac{30}{4200}(25)\right)$$

$$= \max(0.598, 0.625) = 0.625(\text{cm}^2)$$

$$A_v = 2 \times 0.7133 = 1.4266(\text{cm}^2) > A_{v,\min} = 0.625(\text{cm}^2)$$

均滿足簡算式之條件！

2. 使用簡算式計算

$$\psi_t = 1.3 \text{ (鋼筋以下混凝土尚未澆置超過 30cm)}$$

$$\psi_e = 1.0 \text{ (未塗環氧樹脂)}$$

$$\lambda = 0.75 \text{ (輕質混凝土)}$$

$$L_d = \left(\frac{f_y \psi_t \psi_e}{5.3 \lambda \sqrt{f'_c}}\right) d_b = \frac{4200 \times 1.3 \times 1}{5.3(0.75)\sqrt{280}}(3.22) = 264.321 \text{ cm}$$

$$\text{梁之淨長度} = 264.321 + 7.5 = 271.821 \text{ cm}$$

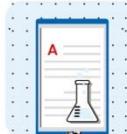
志聖土木 × 超級函授 全方位學習再進化！

線上上課+課後複習 超便利！ ✓服務加倍 ✓學習加倍 ✓便利加倍

雲端學習端 超彈性！



完整課程 上榜沒問題！



24hr 雲端 線上隨時上課



申論練筆 名師批閱指導



線上課業諮詢 專屬APP



中華電信 智能雲端平台

我們全力提供更好的學習！



國考技巧 打造上榜力