

九十九年地方政府公務人員三等考試鋼筋混凝土學參考解答

本科由實力專任教師**林瀚老師**即時解答

一、一鋼筋混凝土矩形梁，斷面尺度為 $b = 35 \text{ cm}$ ， $h = 70 \text{ cm}$ ， $d = 63.5 \text{ cm}$ ， $d' = 6.5 \text{ cm}$ ，混凝土強度 350 kgf/cm^2 ，鋼筋強度為 $4,200 \text{ kgf/cm}^2$ 。鋼筋 $A_s = 64 \text{ cm}^2$ ， $A'_s = 12 \text{ cm}^2$ 。

(一)求彎矩設計強度時壓力鋼筋應力。(5分)

(二)檢核鋼筋配置是否符合規範要求。(5分)

(三)求彎矩設計強度 ϕM_n 。(15分)

【解題老師】林瀚 老師

• 99 年三等特考試題 •

假如您聽過

[天王]+[大師]+[力學之神]的課，

卻都未能如願上榜~

請快加入實力行列，我們給您

[最實在的課程]+[最紮實的教學]！

參考解答

(一) $f'_c = 350 \text{ kgf/cm}^2 \Rightarrow \beta_1 = 0.8$

設拉力筋恰好降伏之鋼筋量 A_{sb} ，

中性軸深度為 $x_b = \frac{3}{5}d = \frac{3}{5} \times 63.5 = 38.1 \text{ cm}$

$$A_{sb} = \frac{0.85 f'_c \beta_1 x_b b}{f_y} + A'_s = \frac{0.85 \times 350 \times 0.8 \times 38.1 \times 35}{4,200} + 12 = 87.565 \text{ cm}^2$$

$\therefore A_s (= 64 \text{ cm}^2) < A_{sb}$ ，故破壞時拉力筋降伏。

假設破壞時拉力筋降伏，同時壓力筋亦降伏，中性軸深度為 $x \text{ cm}$

$$C_c = 0.85 f'_c \beta_1 x b = 0.85 \times 350 \times 0.8 \times 35 x = 8,330 x \text{ kgf}$$

$$C_s = A'_s (f_y - 0.85 f'_c) = 12 \times (4,200 - 0.85 \times 350) = 46,830 \text{ kgf}$$

$$T_s = A_s f_y = 64 \times 4,200 = 268,800 \text{ kgf}$$

令 $C_c + C_s = T_s$

$$\Rightarrow 8,330 x + 46,830 = 268,800$$

解得 $x = 26.6471 \text{ cm}$

計算壓力筋應變

$$\epsilon'_s = \frac{0.003(x - d')}{x} = \frac{0.003 \times (26.6471 - 6.5)}{26.6471} = 0.002268 > \epsilon_y (= 0.002)$$

\Rightarrow 破壞時壓力鋼筋降伏，合於假設，

故壓力鋼筋應力為 $f_y = 4,200 \text{ kgf/cm}^2$

(Ans)

(二)依土木 401-93 規範，最大撓曲鋼筋用量 $A_{s,max}$ ，為最外淨拉應變 $\epsilon_t = 0.004$ 時，此時

$$x_{max} = (3/7)d = (3/7) \times 63.5 = 27.2143 \text{ cm}$$

$$\text{壓力筋應變為 } \epsilon'_s = \frac{0.003 \times (27.2143 - 6.5)}{27.2143} = 0.00228 > \epsilon_y$$
，壓力鋼筋降伏，

$$\text{因此， } A_{s,max} = \frac{0.85 f'_c \beta_1 x_{max} b + A'_s (f_y - 0.85 f'_c)}{f_y} = \frac{0.85 \times 350 \times 0.8 \times 27.2143 \times 35 + 12 \times (4,200 - 0.85 \times 350)}{4,200}$$

$$= 65.125 \text{ cm}^2$$

又，規範規定撓曲鋼筋最小用量

$$A_{s,min} = \text{Max} \left(\frac{14}{f_y} b d, \frac{0.8 \sqrt{f'_c}}{f_y} b d \right) = \text{Max}(7.41, 7.92) = 7.92 \text{ cm}^2$$

$\therefore A_{s,min} < A_s < A_{s,max}$ ，故此題鋼筋用量配置合於規範要求。

只看廣告，各家皆有吸引力？

細看解答，行家才知真實力！

(三)

$$M_n = 0.85 f'_c \beta_1 x b \left(d - \frac{\beta_1 x}{2} \right) + A'_s (f_y - 0.85 f'_c) (d - d')$$

$$= \left[0.85 \times 350 \times 0.8 \times 26.6471 \times 35 \times \left(63.5 - \frac{0.8 \times 26.6471}{2} \right) + 12 \times (4,200 - 0.85 \times 350) \times (63.5 - 6.5) \right] \times 10^{-5}$$

$$= 143.98 \text{ tf-m}$$

$$\therefore \varepsilon_t = \frac{0.003(63.5 - 26.6471)}{26.6471} = 0.00415 > \varepsilon_y \text{ 合於假設, } \Rightarrow \phi = 0.483 + 83.3\varepsilon_t = 0.8287$$

$$\Rightarrow \text{彎矩設計強度 } \phi M_n = 119.32 \text{ tf-m}$$

※本題請參考“實力鋼筋混凝土學—系統剖析〔ch2(P48,49)、ch3(P83,84)〕”

二、有一筋支矩形梁，淨跨徑 6 m，混凝土斷面 $b_w = 35 \text{ cm}$ ， $d = 63.5 \text{ cm}$ ， $h = 70 \text{ cm}$ ，承受均佈設計載重 $= 20 \text{ tf/m}$ 。該梁拉力鋼筋為 6-D32 ($A_s = 48.84 \text{ cm}^2$) 連續伸入支承，若 $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ ，且使用 D10 ($A_b = 0.71 \text{ cm}^2$ ， $f_{yt} = 4,200 \text{ kgf/cm}^2$) 作為剪力鋼筋，求梁：(每小題 5 分，共 25 分)

- (一)依照規範之規定，該斷面是否可以承受自重與外力所造成之剪力。
 (二)不須配置剪力鋼筋之範圍。(三)配置最少剪力鋼筋之範圍。
 (四)臨界面處之助筋間距 s 。(五)臨支承 1.5 m 處之助筋間距 s 。

【解題老師】林瀚 老師

• 99 年三等特考試題 •

參考解答

(一)臨界面設計剪力 $V_u = w_u \times \left(\frac{l}{2} - d \right) = 20 \times \left(\frac{6}{2} - 0.635 \right) = 47.3 \text{ tf}$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b d = 0.53 \times \sqrt{280} \times 35 \times 63.5 \times 10^{-3} = 19.71 \text{ tf}$$

$$5\phi V_c = 5 \times 0.75 \times 19.71 = 73.91 \text{ tf} > V_u$$

故斷面可承受設計載重所造成之剪力

(二)不需配置剪力筋範圍為 $V_u < \frac{1}{2}\phi V_c$ 之範圍，

$$\text{令距支承面 } x_1 \text{ m 處, } V_u = \frac{1}{2}\phi V_c$$

$$\Rightarrow 20 \times \left(\frac{6}{2} - x_1 \right) = \frac{1}{2} \times 0.75 \times 19.71$$

$\Rightarrow x_1 = 2.630 \text{ m}$ ，故在距支承面 2.630 m~3.370 m 範圍內，不需配置剪力筋

(三)配置最少剪力筋範圍為 $\frac{1}{2}\phi V_c < V_u < \phi V_c$ 之範圍，

$$\text{令距支承面 } x_2 \text{ m 處, } V_u = \phi V_c$$

$$\Rightarrow 20 \times \left(\frac{6}{2} - x_1 \right) = 0.75 \times 19.71$$

$\Rightarrow x_2 = 2.261 \text{ m}$ ，故在距左右支承面 2.261 m~2.630 m 範圍內，配置最少剪力筋。

(四)臨界面處之剪力筋需求

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{47.3}{0.75} - 19.71 = 43.36 \text{ tf}, A_v = 2 \times 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\text{剪力筋間距 } S = \frac{A_v f_y d}{V_s} = \frac{2 \times 0.71 \times 4,200 \times 63.5}{43.36 \times 10^3} = 8.734 \text{ cm}$$

$$\therefore V_s > 1.06 \sqrt{f'_c} b d$$

100 年技師高考【精修班】

台北班 1/2(日)13:30 施工

台中班 1/2(日)09:00 材力

台南班 2/20(日)09:00 材力

高雄班 1/1(六)18:00 土力

其他課程陸續開課

~歡迎免費試聽~

$$S_{max} = \text{Min} \left(\frac{d}{4}, 30 \text{ cm}, \frac{A_v f_y}{3.5b}, \frac{A_v f_y}{0.2\sqrt{f'_c} b} \right) = 15.875 \text{ cm}$$

$$S < S_{max} \quad (\text{OK!})$$

(五)

距支承面 1.5 m 處剪力筋需求

$$V_s = \frac{V_{u,1.5m}}{\phi} - V_c = \frac{30}{0.75} - 19.71 = 20.29 \text{ tf}, \quad A_v = 2 \times 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\text{剪力筋間距 } S = \frac{A_v f_y d}{V_s} = \frac{2 \times 0.71 \times 4,200 \times 63.5}{20.29 \times 10^3} = 18.665 \text{ cm}$$

$$\therefore V_s < 1.06\sqrt{f'_c} b d$$

$$S_{max} = \text{Min} \left(\frac{d}{2}, 60 \text{ cm}, \frac{A_v f_y}{3.5b}, \frac{A_v f_y}{0.2\sqrt{f'_c} b} \right) = 31.75 \text{ cm}$$

$$S < S_{max} \quad (\text{OK!})$$

實力專題講座

時間：2011 年 1/2(日)

18：30~20：30

主題：最新考試動態及
應考策略剖析

對象：實力學員可免費參加，

另開放 30 個名額給非學員

~座位有限請先預約，額滿為止~

當日參加講座者可“免費領取”
99 年三等特考各科試題詳解

※本題請參考“實力鋼筋混凝土學－系統剖析〔ch4(P107~109)(P114~118)〕”

三、梁斷面寬度 45 cm，試檢核該鋼筋配置方式是否符合規範對裂紋或最小間距之規定（鋼筋排成一排），已知 $f_y = 4,200 \text{ kgf/cm}^2$ ，且鋼筋之淨保護層為 4 cm，最大粗粒料粒徑 2.5 cm：

(一)採用 3-D32 主筋 ($d_b = 3.58 \text{ cm}$ ， $A_b = 8.143 \text{ cm}^2$) 及 D13 肋筋。(8 分)

(二)採用 6-D22 主筋 ($d_b = 2.22 \text{ cm}$ ， $A_b = 3.871 \text{ cm}^2$) 及 D10 肋筋。(8 分)

(三)採用 8-D19 主筋 ($d_b = 1.91 \text{ cm}$ ， $A_b = 2.865 \text{ cm}^2$) 及 D10 肋筋。(9 分)

D13 ($d_b = 1.27 \text{ cm}$ ， $A_b = 1.267 \text{ cm}^2$) D10 ($d_b = 0.953 \text{ cm}$ ， $A_b = 0.71 \text{ cm}^2$)

【解題老師】林瀚 老師

• 99 年三等特考試題 •

參考解答

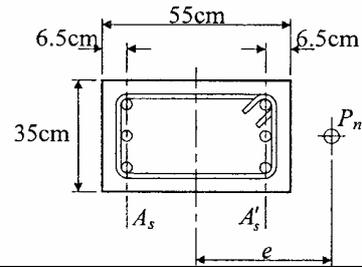
	主筋 3-D32 箍筋 D13	主筋 6-D22 箍筋 D10	主筋 3-D32 箍筋 D10
c_c	$4 + 1.27 = 5.2 \text{ cm}$	$4 + 0.953 = 4.953 \text{ cm}$	$4 + 0.953 = 4.953 \text{ cm}$
$f_s = (2/3)f_y$	$2,800 \text{ kgf/cm}^2$	$2,800 \text{ kgf/cm}^2$	$2,800 \text{ kgf/cm}^2$
裂縫控制鋼筋最大間距規定	$\text{Min} \left(38 \left(\frac{2,800}{f_s} \right) - 2.5c_c, 30 \left(\frac{2,800}{f_s} \right) \right)$		
	24.825 cm	25.618 cm	25.618 cm
鋼筋中心距 S_1	$S_1 = \frac{45 - (4 \times 2 + 2 \times 1.27 + 3.58)}{2}$ $= 15.44 \text{ cm}$ $S_1 < 24.825 \text{ cm}$ OK!	$S_1 = \frac{45 - (4 \times 2 + 2 \times 0.953 + 2.22)}{5}$ $= 6.575 \text{ cm}$ $S_1 < 25.618 \text{ cm}$ OK!	$S_1 = \frac{45 - (4 \times 2 + 2 \times 0.953 + 1.91)}{7}$ $= 4.741 \text{ cm}$ $S_1 < 25.618 \text{ cm}$ OK!
同層鋼筋最小淨間距規定	$S \geq \text{Max}(d_b, 2.5 \text{ cm}, 1.33 \text{ 粗粒料粒徑})$		
	$\text{Max}(3.58, 2.5, 1.33 \times 2.5)$ $= 3.58 \text{ cm}$	$\text{Max}(3.22, 2.5, 3.325)$ $= 3.325 \text{ cm}$	$\text{Max}(1.91, 2.5, 3.325)$ $= 3.325 \text{ cm}$
鋼筋淨間距 S_2	$S_2 = 15.44 - 3.58 = 11.86 \text{ cm}$ $S_2 > 3.58 \text{ cm}$ OK!	$S_2 = 6.575 - 3.22 = 3.355 \text{ cm}$ $S_2 > 3.325 \text{ cm}$ OK!	$S_2 = 4.741 - 1.91 = 2.831 \text{ cm}$ $S_2 < 3.325 \text{ cm}$ NG!

※本題請參考“實力鋼筋混凝土學－系統剖析〔ch6(P173,174)、ch11(P312)〕”

四、柱斷面為 $35 \times 55 \text{ cm}$ ，配置 6 根 D25(#8) 鋼筋 ($A_b = 5.067 \text{ cm}^2$ ， $f_y = 4,200 \text{ kgf/cm}^2$)，如圖所示。混凝土

強度 $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ ，試求：(每小題 5 分，共 25 分)

- (一) 平衡載重下之 c_b ， P_b 、彎矩 M_b 對應之偏心 e_b ；
- (二) $c = 0.5c_b$ 對應之載重 P 、彎矩 M 及偏心距 e ；
- (三) $c = 1.5c_b$ 對應之載重 P 、彎矩 M 及偏心距 e ；
- (四) 偏心 $e = 0$ 時的軸力強度；
- (五) 依據上面四組數據，繪此柱之強度互制圖。



【解題老師】林瀚 老師

• 99 年三等特考試題 •

參考解答

$$(一) d = 55 - 6.5 = 48.5 \text{ cm}, \quad d'' = \frac{55}{2} - 6.5 = 21 \text{ cm}, \quad A_s = A_s' = 15.201 \text{ cm}^2$$

$$c_b = \frac{3}{5}d = \frac{3}{5} \times 48.5 = 29.1 \text{ cm}, \quad \epsilon_s' = \frac{0.003 \times (29.1 - 6.5)}{29.1} = 0.00233 > \epsilon_y$$

$$P_b = 0.85f'_c\beta_1c_b b + A_s'(f_y - 0.85f'_c) - A_s f_y = 202.42 \text{ tf}$$

$$P_b(e_b + d'') = C_c \left(d - \frac{\beta_1 c_b}{2} \right) + A_s'(f_y - 0.85f'_c)(d - d')$$

$$\Rightarrow e_b = 49.2755 - 21 = 28.2755 \text{ cm} \quad \Rightarrow M_b = P_b \times e_b = 57.235 \text{ tf-m}$$

$$(二) \quad x = 0.5c_b = 14.55 \text{ cm} \quad \epsilon_s' = \frac{0.003 \times (14.55 - 6.5)}{14.55} = 0.00166 < \epsilon_y$$

$$f_s' = E_s \epsilon_s' = 3386 \text{ kgf/cm}^2 \quad \epsilon_s = \frac{0.003 \times (48.5 - 14.55)}{14.55} = 0.007 > \epsilon_y$$

$$P = 0.85f'_c\beta_1 x b + A_s'(f_s' - 0.85f'_c) - A_s f_y = 87.03 \text{ tf}$$

$$P(e + d'') = C_c \left(d - \frac{\beta_1 x}{2} \right) + A_s'(f_s' - 0.85f'_c)(d - d')$$

$$\Rightarrow e = 52.183 \text{ cm} \quad \Rightarrow M = P \times e = 45.41 \text{ tf-m}$$

$$(三) \quad x = 1.5c_b = 43.65 \text{ cm}, \quad \epsilon_s' = \frac{0.003 \times (43.65 - 6.5)}{43.65} = 0.00255 > \epsilon_y$$

$$\epsilon_s = \frac{0.003 \times (48.5 - 43.65)}{43.65} = 0.0003 < \epsilon_y \quad \Rightarrow f_s = E_s \epsilon_s = 680 \text{ kgf/cm}^2$$

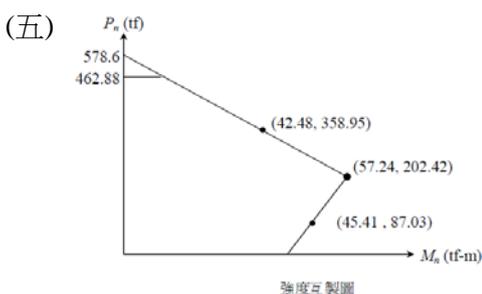
$$P = 0.85f'_c\beta_1 x b + A_s'(f_y - 0.85f'_c) - A_s f_s = 358.95 \text{ tf}$$

$$P(e + d'') = C_c \left(d - \frac{\beta_1 x}{2} \right) + A_s'(f_y - 0.85f'_c)(d - d')$$

$$\Rightarrow e = 11.834 \text{ cm} \quad \Rightarrow M = P \times e = 42.478 \text{ tf-m}$$

$$(四) \quad e = 0, \quad P_{n0} = 0.85f'_c A_c + (A_s + A_s')(f_y - 0.85f'_c)$$

$$P_{n0} = 578.60 \text{ tf}, \quad aP_{n0} = 0.8P_{n0} = 462.88 \text{ tf}$$



實力二十週年慶—歡喜福袋送現金

“萬元”現金等您抽，活動至 12/31 日，

千萬別猶豫，快來實力抽現金！

※本題請參考“實力鋼筋混凝土學—系統剖析〔ch7(P181,184,185,212)〕”