

《鋼筋混凝土學與設計》

- 一、有一矩形斷面之鋼筋混凝土梁，承受彎矩與剪力作用。彎矩設計上配置拉力鋼筋與壓力鋼筋，壓力鋼筋為2支D25。梁斷面寬度 $b=35\text{cm}$ ，總深度 $h=70\text{cm}$ ，有效深度 $d=63\text{cm}$ ，壓力鋼筋深度 $d'=7\text{cm}$ 。混凝土抗壓強度 $f'_c=210\text{ kgf/cm}^2$ ，鋼筋降伏強度 $f_y=4200\text{ kgf/cm}^2$ 。一支D25鋼筋之截面積為 5.07cm^2 。為確保此梁斷面拉力鋼筋之最小淨拉應變能符合規範之規定，試求此梁斷面能配置的最大拉力鋼筋量（須計入壓力鋼筋於彎矩強度的貢獻）。（25分）

試題評析	1. 極限狀態，規範規定最小淨拉應變 0.004，混凝土壓應變 0.003，兩者連線就知中性軸位置 $x_{0.004}=3d/7$ 。 2. 如果鋼筋量配得比 43.85 cm^2 還多，極限時就辦不到「拉應變達 0.004」。 3. 題目有提到斷面受剪力作用，但解本題跟抗剪沒關係，如果不清楚而暈頭轉向，應該來上歐陽 RC。
考點命中	《鋼筋混凝土學了沒》題號§3-1.3。

解：

$$\text{中性軸位置 } x_{0.004} = 3d/7 = 63 \times 3/7 = 27\text{ cm}$$

$$a = \beta_1 x_{0.004} = 0.85 \times 27 = 22.95\text{ cm}$$

$$C_c = 0.85 f'_c (ab) = 0.85 (0.21) (35) (22.95) = 143.38\text{ tf}$$

$$\text{壓力筋應變 } \epsilon'_s = \frac{0.003}{x_{0.004}} (x_{0.004} - 7) = 0.00222 > \epsilon_y$$

$$C_s = A'_s (f_y - 0.85 f'_c) = 2 \times 5.07 (4.2 - 0.85 \times 0.21) = 40.778\text{ tf}$$

$$\text{水平力平衡 } T = C_c + C_s$$

$$\text{展開得 } 4.2 A_s = 143.38 + 40.778$$

$$\text{解出 } A_s = 43.85\text{ cm}^2$$

$$A_{s,\min} = \max \left[\frac{0.8 \sqrt{f'_c}}{f_y} bd, \frac{14}{f_y} bd \right] = \frac{14}{f_y} bd = \frac{14}{4200} \times 35 \times 63 = 7.35\text{ cm}^2$$

$$A_s = 43.85\text{ cm}^2 \geq 7.35\text{ cm}^2 \quad \text{OK!}$$

$$\text{故 } \underline{A_{s,\max} = 43.85\text{ cm}^2}$$

- 二、有一矩形斷面之鋼筋混凝土梁，梁斷面寬度為 b ，有效深度為 $1.5b$ 。梁斷面承受設計剪力 $V_u=30\text{ tf}$ ，配置閉合矩形剪力鋼筋。混凝土抗壓強度 $f'_c=210\text{ kgf/cm}^2$ ，鋼筋降伏強度 $f_y=2800\text{ kgf/cm}^2$ 。若僅考量剪力強度，於配置最大量的剪力鋼筋時，試計算最小梁斷面寬度 b 。（25分）

試題評析	1. 歐陽上課強調 $V_{n,\max}=5V_c$ ， $V_{s,\max}=4V_c$ ，此處 V_c 指的是 $0.53 \sqrt{f'_c} b_w d$ ，不是 V_c 的精確式，講過 10 遍以上。 2. 題目沒請考生配肋筋間距，故肋筋降伏應力是用不到的參數。
考點命中	《鋼筋混凝土學了沒》題號§4-4.17。

解：

考慮混凝土與鋼筋之抗剪貢獻， $V_{n,max}=5V_c$ ，此處 V_c 指的是 $0.53\sqrt{f'_c} b_w d$

$$\phi V_{n,max} = V_u$$

$$\text{得 } 5\phi 0.53\sqrt{f'_c} b_w d = 30,000 \text{ kgf}$$

$$\text{展開得 } 5 \times 0.75 \times 0.53 \sqrt{210} \times 1.5b^2 = 30,000$$

$$\text{解出 } b = 26.35 \text{ cm}$$

$$V_{s,max} = 4V_c = 0.8 V_{n,max} = 0.8 \times (30,000/0.75) = 32000 \text{ kgf}$$

$$V_{s,min} = \max[0.2\sqrt{f'_c} bd, 3.5bd] = 3.5bd = 3.5 \times 1.5 \times 26.35^2 = 3645.6 \text{ kgf}$$

$$V_{s,max} = 32000 \text{ kgf} \geq 3645.6 \text{ kgf} \quad \text{OK!}$$

故最小梁寬 26.35 cm

整數可取 27 cm

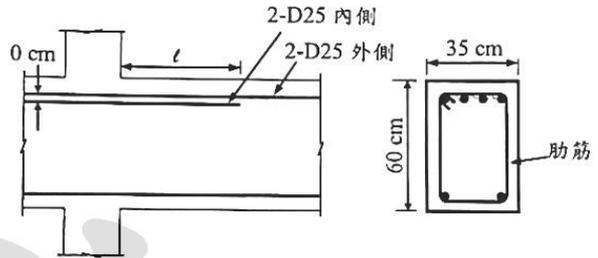
三、右圖所示為鋼筋混凝土梁柱接頭，於梁負彎矩處共配置四支D25拉力鋼筋（非環氧樹脂塗布鋼筋），其中內側兩支D25拉力鋼筋將截斷。肋筋為D13@15 cm，筋筋之混凝土淨保護層為4 cm。常重混凝土抗壓強度 $f'_c=280 \text{ kgf/cm}^2$ ，彎矩拉力鋼筋之降伏強度為 4200 kgf/cm^2 ，肋筋之降伏強度為 2800 kgf/cm^2 。若僅考慮鋼筋之伸展長度，試計算最短之 ℓ 。（25分）

D13鋼筋之直徑 $d_b=1.27 \text{ cm}$ ，截面積

$$A_b=1.27 \text{ cm}^2。$$

D25鋼筋之直徑 $d_b=2.54 \text{ cm}$ ，截面積

$$A_b=5.07 \text{ cm}^2。$$



$$\ell_d = \frac{0.28 f_y}{\sqrt{f'_c}} \left(\frac{\psi_t \psi_e \psi_s \lambda}{c_b + K_{tr}} \right) d_b$$

$$K_{tr} = \frac{A_{tr} f_{yt}}{105sn}$$

鋼筋情況	修正因數
(1)鋼筋位置修正因數(ψ_t)	
(a)水平鋼筋其下混凝土一次澆置厚度大於30cm者	1.3
(b)其它	1.0
(2)鋼筋塗布修正因數(ψ_e)*	
(a)環氧樹脂塗布鋼筋之保護層小於 $3d_b$ 或其淨間距小於 $6d_b$ 者	1.5
(b)其它之環氧樹脂塗布鋼筋	1.2
(c)未塗布鋼筋	1.0
(3)鋼筋尺寸修正因數(ψ_s)	
(a)D19或較小之鋼筋及麻面鋼線	0.8
(b)D22或較大之鋼筋	1.0

(4)混凝土單位重之修正因數(λ)	
(a)於輕質骨材混凝土內之鋼筋，未知 f_{ct}	1.3
(b)於輕質骨材混凝土內之鋼筋，已知 f_{ct}	$\frac{1.8\sqrt{f'_c}}{f_{ct}} \geq 1.0$
(c)於常重混凝土內之鋼筋	1.0

*環氧樹脂塗布鋼筋為頂層鋼筋時，該兩項修正因數之乘積($\psi_t \psi_e$)不須超過1.7。

試題評析	1. 4支主筋是在同一高程，高程差0 cm，這種表示法歐陽上課講過。
	2. 目前考過的題目，鋼筋都沒有塗環氧樹脂，歐陽上課也講過。
考點命中	3. 塗環氧樹脂會降低鋼筋竹節高低差，不利握裹，故需放大伸展長度，這種現象歐陽率先寫出，後來靈堂博士就跟抄了。念到博士，RC 還要一天到晚抄碩士寫的書，抄完再酸恩人，各位，你抄同學作業會這樣嗎？如果你念到博士，會這樣嗎？如果答案是「不會」，那你想想看這博士是不是人格畸形？
	《鋼筋混凝土學了沒》題號§7-2.1。

解：

$$\text{直線主筋伸展長度公式 } \ell_d = \frac{0.28d_b f_y}{\sqrt{f'_c}} \cdot \frac{\psi_t \psi_e \psi_s \lambda}{\left[\frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right]} \geq 30 \text{ cm}$$

$$\because 4\text{-D25 為頂層筋} (>30 \text{ cm}) \quad \therefore \psi_t = 1.3$$

$$\psi_e = 1.0$$

$$\psi_t \times \psi_e = 1.3 \leq 1.7$$

$$\psi_s = 1.0$$

$$\lambda = 1.0$$

$$c_b = \min[t_1, t_2, C_s]$$

$$t_1 = 4 + 1.27 + \frac{2.54}{2} = 6.54 \text{ cm} = t_2$$

$$6C_s + 2t_1 = 35 \quad \Rightarrow C_s = 3.65 \text{ cm}$$

$$c_b = \min[6.54, 6.54, 3.65] = 3.65 \text{ cm}$$

$\because C_s < t_1 \quad \therefore$ 為水平式劈裂破壞 劈裂面有 4 支鋼筋待伸展， $n = 4$

$$K_{tr} = \frac{A_{tr} f_{yt}}{105sn} = \frac{1.27 \times 2 \times 2800}{105 \times 15 \times 4} = 1.129 \text{ cm}$$

$$\frac{c_b + K_{tr}}{d_b} = \frac{3.65 + 1.129}{2.54} = 1.881 \leq 2.5 \quad (\text{O.K. !})$$

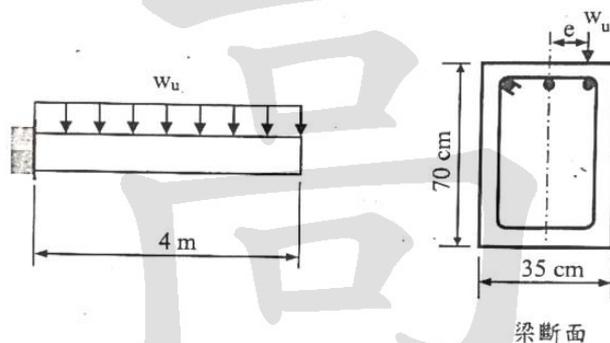
$$\ell_d = \frac{0.28 \times 2.54 \times 4200}{\sqrt{280}} \times \frac{1.3 \times 1 \times 1 \times 1}{1.881} = 123.34 \geq 30 \text{ cm} \quad (\text{O.K. !})$$

ℓ 至少需要 123.34 cm

四、有一矩形斷面之鋼筋混凝土懸臂梁如圖所示，梁斷面寬度 $b=35\text{ cm}$ ，總深度 $h=70\text{ cm}$ ，有效深度 $d=63\text{ cm}$ 。懸臂梁整跨承受均布因數化載重，此均載重為偏心如圖所示，均布因數化載重 $w_u=3\text{ tf/m}$ 。混凝土抗壓強度 $f'_c=210\text{ kgf/cm}^2$ 。試計算懸臂梁可不計扭力影響的最大偏心距 e 。（25分）

參考公式：請檢查其正確性，若有問題應自行修正。

$$T_{cr} = 1.06 \sqrt{f'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$



試題評析	<ol style="list-style-type: none"> 目前國考的扭矩題目，考的都是靜定梁。如果題目只有畫斷面，那就詮釋成靜定梁斷面來解。 門檻扭矩 T_{th} 本身並未內含 ϕ，靈堂博士已經錯超過 3 年了，且讓我們拭目以待，看他什麼時候偷看歐陽的書，偷偷的改回來。這時候他就不敢講要發放 20 萬元給指出他錯誤的恩人了。20 萬元，的確是反映靈堂博士人格低下的照妖鏡。 算錯那麼多考古題，橫隔版、塑性設計、托架、柱最大設計彎矩、工字梁翼版受拉、Bresler 載重倒數法、還沒講完...，大家都知道沒有補習班老師算錯比他多，什麼時候搬個兩億來賠？
考點命中	《鋼筋混凝土學了沒》題號§9-3.4。

解：

(1) 臨界面距離柱面 $1.0d$ ，故 $T_u = w_u(L-d)e = 3(4-0.63)e = 10.11e\text{ (tf-m)}$

(2) $A_{cp} = 70 \times 35 = 2450\text{ cm}^2$

$p_{cp} = 2(70+35) = 210\text{ cm}$

$$\frac{1}{4} \phi T_{cr} = \phi T_{th} = 0.265 \phi \sqrt{f'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) = 0.265 \times 0.75 \sqrt{210} \times 2450^2 / 210 = 82325\text{ kgf-cm}$$

$$= 0.82325\text{ tf-m}$$

(3) 當 $T_u < \frac{1}{4} \phi T_{cr}$ 可不作抗扭設計

即 $10.11e < 0.8232\text{ tf-m}$ 可不作抗扭設計

解出 $e < 0.081\text{ m} = 8.1\text{ cm}$

最大偏心距 8.1 cm