

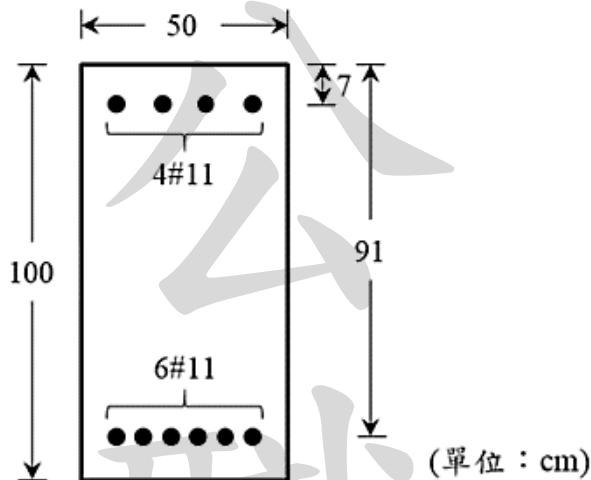
112 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：三等考試

類 科：土木工程

科 目：鋼筋混凝土學與設計

一、一鋼筋混凝土梁斷面尺寸如下所示，配置 6 支#11 拉力筋，4 支#11 壓力 筋。混凝土抗壓強度為 280 kgf/cm^2 ，鋼筋降伏強度為 4200 kgf/cm^2 ，求斷面設計彎矩強度 ϕM_n 為何？需考慮壓力筋對彎矩強度的貢獻。1 支#11 鋼筋斷面積為 10.07 cm^2 。（25 分）



【解題關鍵】

1. 《考題難易》 中等偏易: ★★☆☆☆
2. 《考題命中》
 - (1) 正課班講義 P2 – 18。
 - (2) 把握解題流程步驟即可得分。

【擬答】

(一)判斷拉力筋是否降伏

$$x_b = 0.6d = 0.6 \times 91 = 54.6 \text{ cm} \quad A'_s = 4 \times 10.07 = 40.28 \text{ cm}^2$$

$$A_{sb} \cong \frac{0.85f'_c\beta_1 x_b b}{f_y} + A'_s$$

$$A_{sb} \cong \frac{0.85(280)(0.85 \times 54.6)(50)}{4200} + 40.28 = 171.775 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 6 \times 10.07 = 60.42 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 60.42 \text{ cm}^2 < A_{sb} = 171.775 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{拉力筋降伏}$$

(二)壓力筋是否降伏

$$x' = 3d' = 3 \times 7 = 21 \text{ cm}$$

$$A'_{sb} = \frac{A_s f_y - 0.85f'_c\beta_1 x' b}{f_y - 0.85f'_c}$$

$$= \frac{60.42 \times 4200 - 0.85(280)(0.85 \times 21)(50)}{4200 - 0.85(280)} = 10.436 \text{ cm}^2$$

$$A'_s = 4 \times 10.07 = 40.28 \text{ cm}^2$$

$$A'_s = 40.28 \text{ cm}^2 > A'_{sb} = 10.436 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{壓力筋不降伏}$$

(三) 設中性軸 x

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{x - 7}{x} \right)$$

$$C_c = 0.85 f'_c (\beta_1 x) b = 0.85(280)(0.85x)(50) = 10115x(kgf)$$

$$C_s = A'_s (E_s \varepsilon_s - 0.85 f'_c) = 40.28 \left[6120 \left(\frac{x - 7}{x} \right) - 0.85 \times 280 \right]$$

$$= 236927 - \frac{1725595}{x} (kgf)$$

$$T = A_s f_y = 60.42 \times 4200 = 253764(kgf)$$

利用力平衡 $\Rightarrow C_c + C_s = T$

$$10115x + 236927 - \frac{1725595}{x} = 253764$$

$$x^2 - 1.665x - 170.6 = 0$$

$$\text{解得 } x = 13.92 \text{ cm} \quad a = 0.85 \times 13.92 = 11.832 \text{ cm}$$

(四) 求設計彎矩強度 φM_n

對拉力筋取力矩

$$C_c = 10115x = 140801(kgf)$$

$$C_s = 236927 - \frac{1725595}{x} = 112962(kgf)$$

$$M_n = C_c \left(d - \frac{a}{2} \right) + C_s (d - d')$$

$$= 140801 \left(91 - \frac{11.832}{2} \right) + 112962(91 - 7)$$

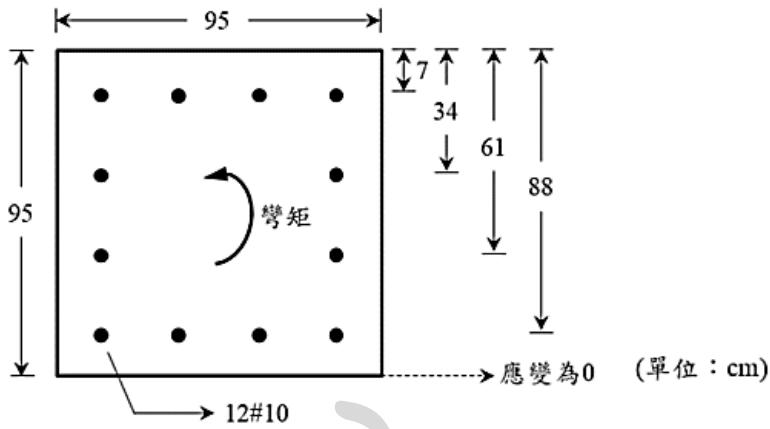
$$= 21468720(kgf \cdot cm) = 214.687(tf \cdot m)$$

$$\varphi = 0.65 + 0.25 \left(\frac{d_t}{x} - \frac{5}{3} \right) = 0.65 + 0.25 \left(\frac{91}{13.92} - \frac{5}{3} \right)$$

$$= 1.868 \quad (\varphi \text{ 取 } 0.9)$$

$$\therefore \varphi M_n = 0.9 \times 214.687 = \mathbf{193.218(tf \cdot m)}$$

二、一鋼筋混凝土柱斷面尺寸與配筋 (12 支 #10) 如下所示，試計算該斷面受軸力與彎矩聯合作用之設計軸力與彎矩強度 (ϕP_n 與 ϕM_n)。計算前述強度時，斷面受彎矩方向如圖所示，且斷面下緣應變恰為零。混凝土抗壓強度為 280 kgf/cm^2 ，鋼筋降伏強度為 4200 kgf/cm^2 。1 支 #10 鋼筋斷面積為 8.14 cm^2 。 (25 分)



【解題關鍵】

1. 《考題難易》 中等: ★★★☆☆
2. 《考題命中》
 - (1) 正課班講義 P5 – 38
 - (2) 已知道是應變狀態，計算量就沒那麼大了。

【擬答】

(一) 求其 φP_n

$$x = 95 \text{ cm}$$

$$a = \beta_1 x = 0.85(95) = 80.75 \text{ cm}$$

$$\frac{0.003}{x} = \frac{\varepsilon_1}{x - 7} = \frac{\varepsilon_2}{x - 34} = \frac{\varepsilon_3}{x - 61} = \frac{\varepsilon_4}{x - 88}$$

$$\varepsilon_1 = 0.002779 > \varepsilon_y$$

$$\varepsilon_2 = 0.0019263 < \varepsilon_y$$

$$\varepsilon_3 = 0.00107368 < \varepsilon_y$$

$$\varepsilon_4 = 0.000221 < \varepsilon_y$$

$$C_c = 0.85 f'_c ab = 0.85(280)(80.75)(95) = 1825758 \text{ kgf}$$

$$C_{s1} = A'_{s1}(f_y - 0.85 f'_c) = 4 \times 8.14(4200 - 0.85 \times 280) = 129003 \text{ kgf}$$

$$C_{s2} = A'_{s2}(E_s \varepsilon_2 - 0.85 f'_c)$$

$$= 2 \times 8.14(2.04 \times 10^6 \times 0.0019263 - 0.85 \times 280) = 60100 \text{ kgf}$$

$$C_{s3} = A'_{s3}(E_s \varepsilon_3 - 0.85 f'_c)$$

$$= 2 \times 8.14(2.04 \times 10^6 \times 0.00107368 - 0.85 \times 280) = 31784 \text{ kgf}$$

$$C_{s4} = A'_{s4}(E_s \varepsilon_4) = 4 \times 8.14(2.04 \times 10^6 \times 0.000221) = 14679 \text{ kgf}$$

$$P_n = C_c + C_{s1} + C_{s2} + C_{s3} + C_{s4}$$

$$= 1825758 + 129003 + 60100 + 31784 + 14679$$

$$= 2061324 \text{ kgf} = 2061.324(\text{tf})$$

$$\varphi P_n = 0.65 \times 2061.324 = \mathbf{1339.861(\text{tf})}$$

(二) 求 φM_n

$$M_d = C_c \left(d_p - \frac{a}{2} \right) + (C_{s1} - C_{s4})(d_p - d') + (C_{s2} - C_{s3})(d_p - 34)$$

$$= 1825758 \left(47.5 - \frac{80.75}{2} \right) + (129003 - 14679)(47.5 - 7) +$$

$$(60100 - 31784)(47.5 - 34)$$

$$= 18020914(kgf - cm)$$

$$\varphi M_d = 0.65 \times 180.209 = 117.136(tf - m)$$

志光·志聖·學儒 土木權威

土木人 幸福企劃

2~3月 研究所
考試7月 高普考
土木8月 司法、調查局考試
(營繕工程組)11月 土木技師考試
結構技師考試12月 地方特考
土木

※國營事業考試(依照簡章公佈日期為主)

許○華 112高考土木工程
交大土木系

土木高考是CP值最高的公職考科，剛放榜完看到很多落榜及上榜的心得分享，其他類科高考很多總平均60以上落榜，普考還有70分落榜的，土木高考缺多錄取分數幾乎是每年50分錄取，且計算科佔比高，計算科的分數確定性比較高，有讀有分，不像申論考科的高不確定性，認真準備都是一次上，而且備考期大概半年到八個月左右，其實這個時間我認為是最恰當的，時間剛好夠把書讀熟，又不會開始有倦怠感。

全國
第5名



STEP 01 實力養成
正規班 | 9

STEP 02 主題強化
數位2.0課程 | ⚙

STEP 03 解疑惑
課業諮詢 | 🌐

STEP 04 強化解題
題庫班 | \$

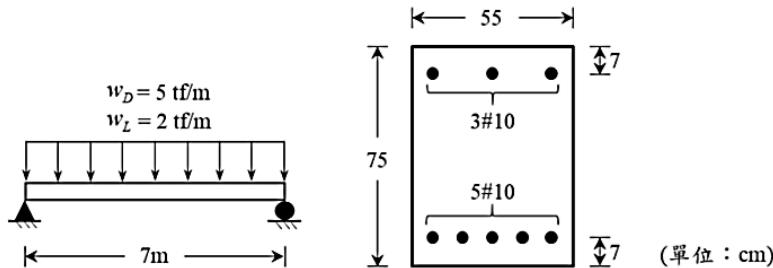
STEP 05 榜前預約
總複習 | ↗

四大學習系統 面授+直播+視訊+在家上課
業界最強 多元學習系統任你選擇

三、一鋼筋混凝土簡支梁如下所示，受均佈使用等級靜載 $w_D = 5 \text{ tf/m}$ ，均佈使用等級活載 $w_L = 2 \text{ tf/m}$ ，試計算跨度中央受持續載重之長時撓度 Δ ，持續載重包括靜載與 20% 活載。計算未開裂斷面慣性矩時，忽略鋼筋之貢獻，計算開裂斷面慣性矩時，須考慮拉力與壓力鋼筋之貢獻。持續載重之時間效應因數 ξ 採 2.0。混凝土抗壓強度為 280 kgf/cm^2 ，鋼筋降伏強度為 4200 kgf/cm^2 。1 支 #10 鋼筋斷面積為 8.14 cm^2 。（25 分）相關公式羅列如下：

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] I_{cr}, E_c = 15000\sqrt{f'_c}, f_r = 2.0\sqrt{f'_c}, \lambda_\Delta = \frac{\xi}{1 + 50\rho'}$$

$$\Delta = \frac{5wL^4}{384EI}$$



【解題關鍵】

1. 《考題難易》 中等偏難: ★★★★☆

2. 《考題命中》

(1) 正課班講義 P6 - 10

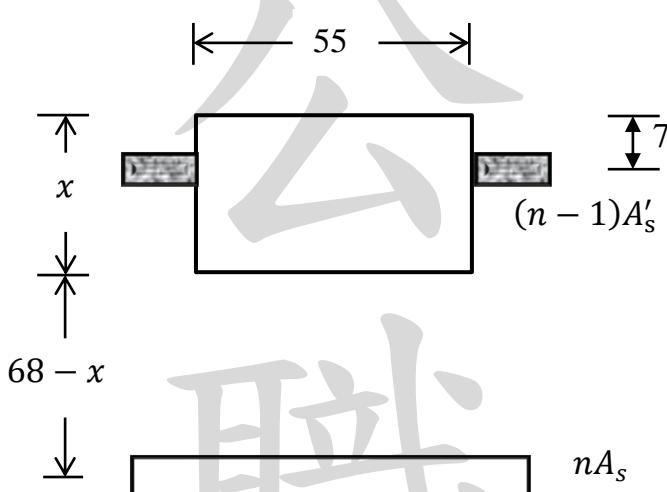
(2) 長期撓度 $\Delta_{cp+sh} = \lambda_\Delta (\Delta_i)_{sus}$

【擬答】

(一) 計算 I_g 、 I_{cr} 、 M_{cr}

$$I_g = \frac{1}{12} (55)(75)^3 = 1933593.75 \text{ cm}^4$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.04 \times 10^6}{15000\sqrt{280}} = 8.128$$



$$55x \left(\frac{x}{2}\right) + (8.128 - 1)(3 \times 8.14)(x - 7) = 8.128(5 \times 8.14)(68 - x)$$

$$27.5x^2 + 540.875x - 23713.513 = 0$$

$$x^2 + 19.668x - 862.31 = 0$$

可以解出 $x = 21.134 \text{ cm}$

$$\begin{aligned} I_{cr} &= \frac{1}{3}(55)(21.134)^3 + (8.128 - 1)(3 \times 8.14)(21.134 - 7)^2 + 8.128(5 \times 8.14) \\ &\quad \times (68 - 21.134)^2 \\ &= 934427 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{cr} &= \frac{f_r I_g}{y} = \frac{2.0\sqrt{280}(1933593.75)}{37.5} = 1725611 \text{ kgf-cm} \\ &= 17.256 \text{ tf-m} \end{aligned}$$

(二) 求持續性載重造成之 $(\Delta_i)_{sus}$

$$w = w_D + 0.2w_L = 5 + 0.2 \times 2 = 5.4 \text{ (tf/m)}$$

$$M_a = \frac{wL^2}{8} = \frac{(5.4)7^2}{8} = 33.075 \text{ (tf-m)}$$

$$= 33.075 \text{ (tf-m)} > M_{cr} = 17.256 \text{ (tf-m)}$$

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$$

公職王歷屆試題 (112 地方特考)

$$= \left(\frac{17.256}{33.075} \right)^3 (1933593.75) + \left[1 - \left(\frac{17.256}{33.075} \right)^3 \right] (934427)$$

$$= 1076319.294 \text{ cm}^4$$

$$(\Delta_i)_{sus} = \frac{5wL^4}{384E_cI_e} = \frac{5 \times 54 \times 700^4}{384 \times 15000\sqrt{280} \times 1076319.294} = 0.625 \text{ cm}$$

(三) 求潛變跟乾縮造成之 Δ_{cp+sh}

$$\lambda_\Delta = \frac{\xi}{1 + 50\rho'} = \frac{2}{1 + 50 \left(\frac{3 \times 8.14}{55 \times 68} \right)} = 1.508$$

$$\Delta_{cp+sh} = \lambda_\Delta (\Delta_i)_{sus} = 1.508 \times 0.625 = 0.943 \text{ cm}$$

(四) 計算靜+活載重所造成之 Δ_{D+L}

$$w = w_D + w_L = 5 + 2 = 7(\text{tf/m})$$

$$M_a = \frac{wL^2}{8} = \frac{(7)7^2}{8} = 42.875(\text{tf-m})$$

$$= 42.875(\text{tf-m}) > M_{cr} = 17.256(\text{tf-m})$$

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] I_{cr}$$

$$= \left(\frac{17.256}{42.875} \right)^3 (1933593.75) + \left[1 - \left(\frac{17.256}{42.875} \right)^3 \right] (934427)$$

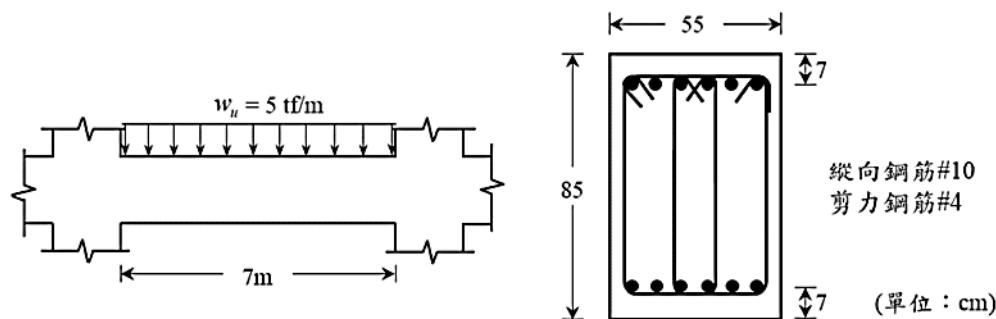
$$= 999566.732 \text{ cm}^4$$

$$\Delta_{D+L} = \frac{5w_{D+L}L^4}{384E_cI_e} = \frac{5 \times 70 \times 700^4}{384 \times 15000\sqrt{280} \times 999566.732} = 0.872 \text{ cm}$$

(五) 求長期總變形之 Δ_{total}

$$\Delta_{total} = (\Delta_i)_{D+L} + \Delta_{cp+sh} = 0.872 + 0.943 = 1.815 \text{ cm}$$

四、一韌性（特殊）抗彎矩構架梁如下所示，該梁受一均佈靜載與活載組合之設計載重 $w_u = 5 \text{ tf/m}$ ，不受軸力作用，剪力鋼筋採#4，試設計梁塑鉸區之剪力鋼筋最大間距。混凝土抗壓強度為 280 kgf/cm^2 ，鋼筋降伏強度為 4200 kgf/cm^2 。按規範，若地震引致之剪力超過設計剪力之半，且包括地震效應之設計軸壓力小於 $0.05A_g f'_c$ ，則設計其剪力鋼筋時， V_c 值應假設為零。1 支#10 鋼筋斷面積為 8.14 cm^2 ，1 支#4 鋼筋斷面積為 1.27 cm^2 。計算梁兩端斷面最大可能彎矩強度 M_{pr} 時，忽略壓力筋貢獻。（25 分）混凝土剪力強度公式採 $V_c = 0.53\sqrt{f'_c} b_w d$ 。



【解題關鍵】

1. 《考題難易》 中等偏難: ★★★★☆

2. 《考題命中》

(1) 正課班講義 P11 - 6

(2) 計算 M_{pr} 時，可忽略壓力筋的貢獻。

【擬答】

(一) 計算 M_{pr}^+ 、 M_{pr}^- (題目表明可用單筋簡算法)

$$1.25A_sf_y = 0.85f'_c ab$$

$$1.25(6 \times 8.14)(4200) = 0.85(280)a(55)$$

$$\Rightarrow a = 19.588 \text{ cm}$$

$$M_{pr}^+ = M_{pr}^- = 1.25A_sf_y \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$= 1.25(6 \times 8.14)(4200) \left(78 - \frac{19.588}{2}\right)$$

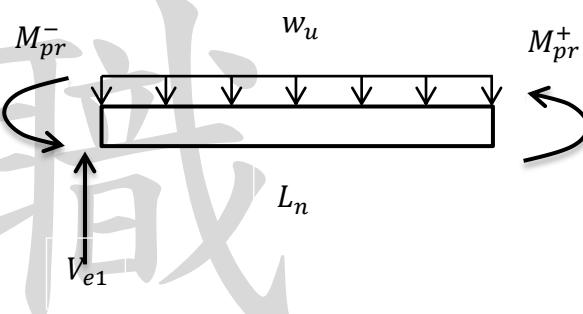
$$= 17488700 \text{ kgf-cm} = 174.887 \text{ tf-m}$$

(二) 計算 V_{e1}

$$V_{e1} = \frac{M_{pr}^+ + M_{pr}^-}{L_n} + \frac{w_u L_n}{2}$$

$$= \frac{174.887 + 174.887}{7} + \frac{5 \times 7}{2}$$

$$= 49.968 + 17.5 = 67.468 \text{ tf}$$

(三) 求箍筋間距 S

$$\therefore \frac{M_{pr2}^+ + M_{pr1}^-}{L_n} = 49.968 \text{ tf} > \frac{w_u L_n}{2} = 17.5 \text{ tf}$$

∴ 混凝土抗剪強度 V_c 假設為零令 $\varphi(V_c + V_s) = V_{e1}$

$$\Rightarrow 0.75(0 + V_s) = 67468 \Rightarrow V_s = 89957 \text{ kgf}$$

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s} = \frac{(4 \times 1.27)(4200)(78)}{s} = 89957$$

$$\therefore s = 18.5 \text{ cm}$$

$$A_b = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$8.14 = \frac{1}{4} \pi d_b^2 \rightarrow d_b = 3.22 \text{ cm}$$

$$1.27 = \frac{1}{4} \pi d_b^2 \rightarrow d_b = 1.27 \text{ cm}$$

$$S_{max} = \min \left[\frac{d}{4}, 30 \text{ cm}, 8d_b, 24d_h \right]$$

$$= \min \left[\frac{78}{4}, 30 \text{ cm}, 8 \times 3.22, 24 \times 1.27 \right]$$

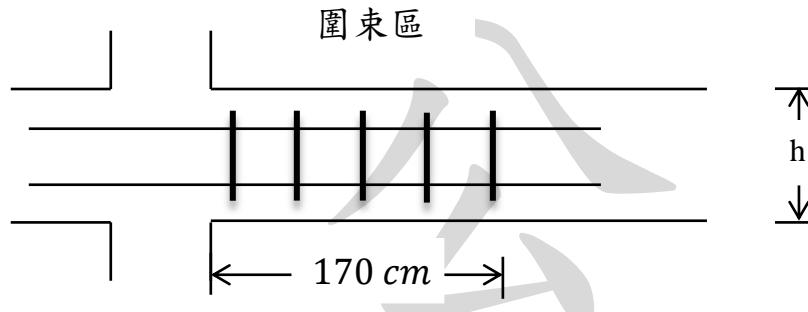
$$= \min [19.5, 30, 25.76, 30.48] = 19.5 \text{ cm}$$

= 19.5 cm

故 S 取 15 cm 進行設計

⇒ 距離柱面 $2h = 2(85) = 170 \text{ cm}$ 以內為圍束區

圍束區內使用 (4 legs) - #4@15cm, 第一組距柱面 5cm, 其餘間距 15 cm。



志光 · 志聖 · 學儒 土木權威

全國唯一專屬 土木多元課程

土木滿貫班 一年考取
再拿獎學金

二年班 完整循環
二年紮實學習

國營事業專班 轉職
首推

考取班 全國唯一
一次報名輔導至考取

二合一 公職+證照
雙贏選擇

許○華 112 高考土木工程
交大土木系

土木高考是 CP 值最高的公職考科，剛放榜完看到很多落榜及上榜的心得分享，其他類科高考很多總平均 60 以上落榜，普考還有 70 分落榜的，土木高考缺多錄取分數幾乎是每年 50 分錄取，且計算科佔比高，計算科的分數確定性比較高，有讀有分，不像申論考科的高不確定性，認真準備都是一次上，而且備考期大概半年到八個月左右，其實這個時間我認為是最恰當的，時間剛好夠把書讀熟，又不會開始有倦怠感。

全國
第5名

