

經濟部所屬事業機構 104 年新進職員甄試試題

類別： 土木

節次：第三節

科目：1. 大地工程學 2. 結構設計

注意 事項	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本試題共 4 頁(A3 紙 1 張)。 2. 可使用本甄試簡章規定之電子計算器。 3. 本試題分 6 大題，每題配分於題目後標明，共 100 分。須用藍、黑色鋼筆或原子筆在答案卷指定範圍內作答，不提供額外之答案卷，作答時須詳列解答過程，於本試題或其他紙張作答者不予計分。 4. 本試題採雙面印刷，請注意正、背面試題。 5. 考試結束前離場者，試題須隨答案卷繳回，俟本節考試結束後，始得至原試場或適當處所索取。 6. 考試時間：120 分鐘。
----------	--

(鋼筋混凝土部分，請依照中國土木水利工程學會 401-96 規範或 ACI 318-05 規範規定作答)

一、如【圖 1】所示，一無限寬廣地盤，早年飽和砂土層厚度 6 m，地下水位面位於地表面，地下水位面以下之砂土飽和單位重 $\gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$ ；砂土層底下為一飽和黏土層，厚度 8 m，孔隙比 $e = 1.2$ ，比重 $G_s = 2.6$ ，液性限度 $LL = 60$ ， $\gamma_w = 9.81 \text{ kN/m}^3$ 。假設因經年累月風吹日曬後，現今飽和砂土層厚度為 3m，地下水位面仍位於地表面，其餘各項係數不變，如【圖 2】。壓縮指數(Compression Index) $C_c = 0.009(LL - 10)$ ，回脹指數(Swelling Index) $C_s = 0.08$ ，如因寬廣面積加載 $\Delta\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$ 後，試問：

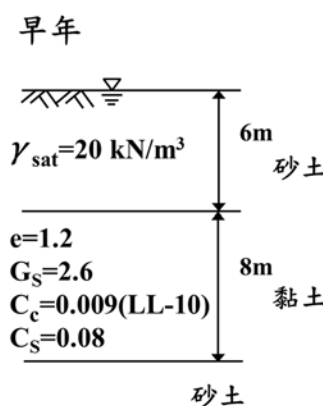
(一)因寬廣面積加載造成之黏土層主要壓密沉陷量 $\Delta H = ?$ (10 分)

(二)如黏土層上下均能排水，加載後黏土層整層平均壓密度達 50% 約需 180 天，則當黏土層整層平均壓密度達 95%，所需天數為何? (10 分)

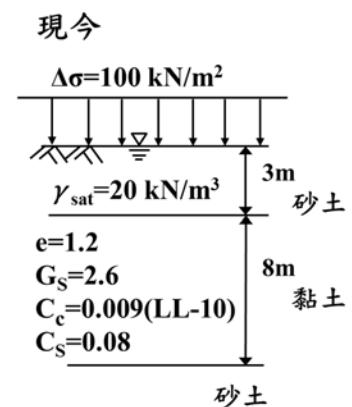
$$T_v = \frac{\pi}{4} \left(\frac{U}{100} \right)^2$$

$$T_v = 1.781 - 0.933 \log(100 - U)$$

$$T_v = \frac{C_v t}{H^2}$$



【圖 1】



【圖 2】

T_v ：時間因數(Time Factor)

U ：黏土層平均壓密度

H ：壓密過程中平均最長的排水路徑

t ：壓密過程中所經過的真實時間

C_v ：壓密係數(Coefficient of Consolidation)

二、解釋名詞：（各小題 3 分，共 15 分）

- (一)有效粒徑(Effective Size)
- (二)相對密度(Relative Density)
- (三)臨界水力坡降(Critical Hydraulic Gradient)
- (四)過壓密比(Over-Consolidation Ratio, OCR)
- (五)液性限度(Liquid Limit)

三、假設有一黏性土壤無限邊坡如【圖 3】。

(一)地下水位在地表，若滲流方向與邊坡平行，已知 c' 、 ϕ' 、 γ_{sat} 、 γ_w 、 γ' 、 H 、 α ，且

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w, \text{ 試推導：安全係數 } F.S = \left(\frac{c'}{\gamma_{sat} H \cos\alpha \sin\alpha} \right) + \left(\frac{\gamma' \tan\phi'}{\gamma_{sat} \tan\alpha} \right) \quad (10 \text{ 分})$$

c' ：凝聚力

ϕ' ：摩擦角

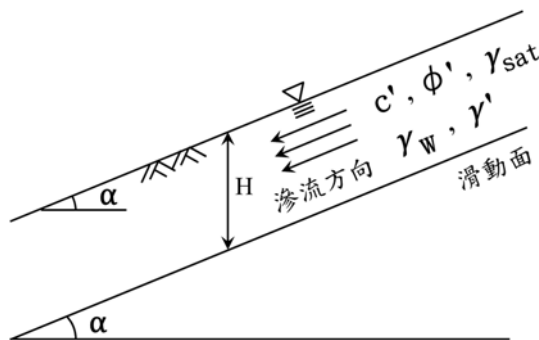
γ_{sat} ：土壤飽和單位重

γ_w ：水單位重

γ' ：土壤浸水單位重

H ：滑動土層厚度

α ：坡角



【圖 3】

(二) 假設 $\phi' = 25^\circ$ 、 $c' = 10 \text{ kN/m}^2$ 、 $\gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$ 、 $\gamma_w = 9.81 \text{ kN/m}^3$ ，當 $\alpha = 35^\circ$ 時，求臨界邊坡高度 $H_{cr} = ?$ （5 分）

四、如【圖 4】，假設有一鋼筋混凝土短柱，斷面為 $40 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$ ，主筋配置 6 根 D25(#8)鋼筋，箍筋為 D10(#3)鋼筋，淨保護層厚度 $i = 4 \text{ cm}$ 。不可忽略壓力鋼筋所佔有混凝土面積之貢獻，試求此柱最小偏心距下之最大設計軸力（5 分）及偏心距 e 等於平衡偏心距 e_b 時之平衡載重 P_b 及彎矩 M_b （10 分）。

混凝土斷面及性質：

$$b = 40 \text{ cm}、h = 60 \text{ cm}、f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

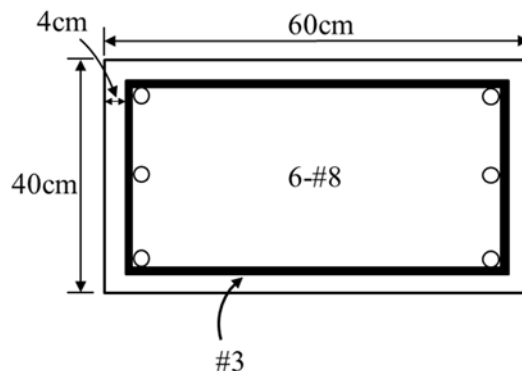
$$E_s = 2.04 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

鋼筋斷面及性質：

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

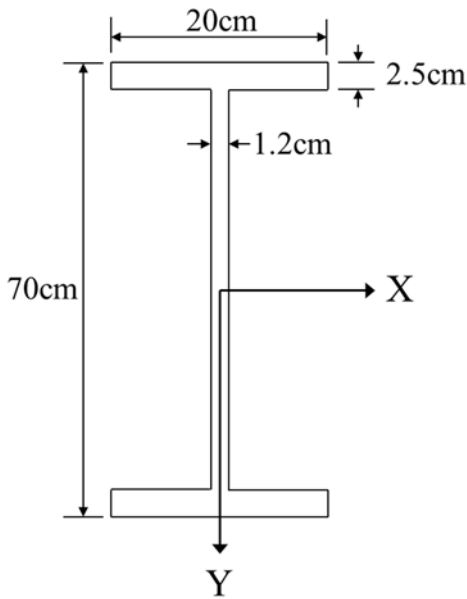
$$\#8 : A_s = 5.07 \text{ cm}^2, d_b = 2.54 \text{ cm}$$

$$\#3 : A_s = 0.71 \text{ cm}^2, d_b = 1 \text{ cm}$$

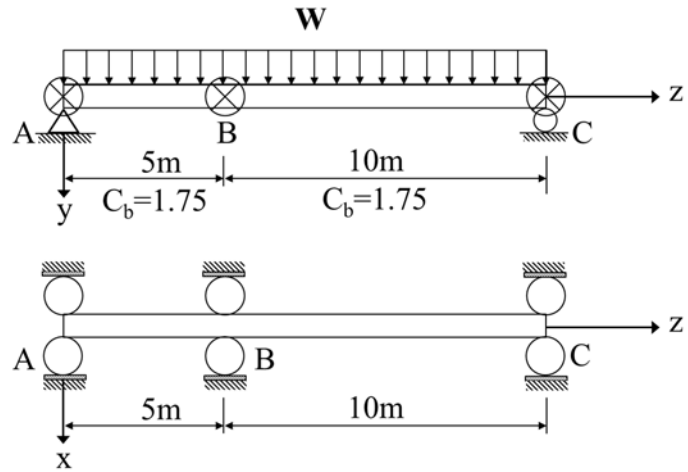


【圖 4】

五、如【圖 5】，結實斷面 H700×200×12×25 (尺寸 $d \times b_f \times t_w \times t_f$ 之單位為 mm) 之簡支鋼梁，長 15 m， $F_y=3.5 \text{ tf/cm}^2$ ，假設鋼梁於 A、B、C 處強軸方向有側撐，且梁承受均佈載重 W，如【圖 6】，試以極限設計法(LRFD)計算此梁強軸設計彎矩 ϕM_n 為何？(20 分)



【圖 5】



【圖 6】

鋼材性質：

$A=178 \text{ cm}^2$ 、 $d=70 \text{ cm}$ 、 $t_w=1.2 \text{ cm}$ 、 $b_f=20 \text{ cm}$ 、 $t_f=2.5 \text{ cm}$ 、 $S_x=4040.6 \text{ cm}^3$ 、 $S_y=334.3 \text{ cm}^3$ 、 $I_x=141421 \text{ cm}^4$ 、 $I_y=3343 \text{ cm}^4$ 、 $r_x=28.19 \text{ cm}$ 、 $r_y=4.33 \text{ cm}$ 、 $r_T=5.15 \text{ cm}$ 、 $Z_x=4642.5 \text{ cm}^3$ 、 $Z_y=523.4 \text{ cm}^3$ 、 $E=2040 \text{ tf/cm}^2$

各項係數及公式：

$$L_p = \frac{80r_y}{\sqrt{F_y}}$$

$$L_r = \frac{r_y X_1}{F_L} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 F_L^2}}$$

其中 $X_1=147.82$ 、 $X_2=1.88$ 、 $F_L=F_y-F_r$ ， $F_r=1.16 \text{ tf/cm}^2$

$$M_p = F_y Z_x, \quad M_r = F_L S_x, \quad C_b = 1.75 + 1.05 \frac{M_1}{M_2} + 0.3 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 \leq 2.3$$

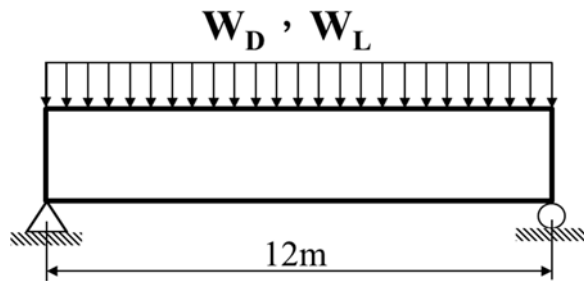
非彈性扭轉挫屈：

$$\phi M_n = 0.9 C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \frac{(L_b - L_p)}{(L_r - L_p)} \right] \leq 0.9 M_p$$

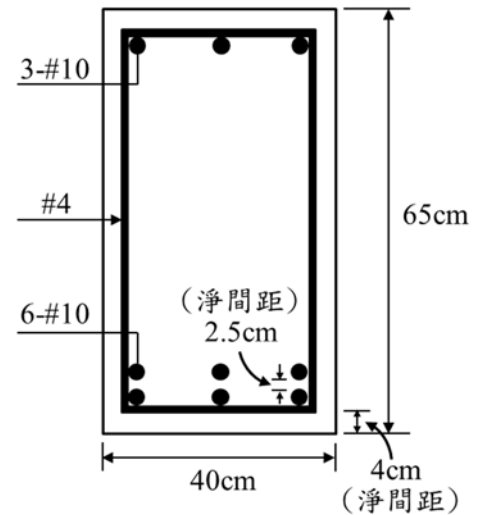
彈性扭轉挫屈：

$$\phi M_n = 0.9 \left[C_b \left(\frac{S_x X_1 \sqrt{2}}{L_b / r_y} \right) \sqrt{1 + \frac{(X_1^2 X_2)}{2(L_b / r_y)^2}} \right] \leq 0.9 M_p$$

六、假設有一斷面 $40\text{ cm} \times 65\text{ cm}$ 之鋼筋混凝土簡支梁，跨度 $L = 12\text{ m}$ ，承受向下均佈靜載重 $W_D = 0.5\text{ tf/m}$ 、均佈活載重 $W_L = 1.5\text{ tf/m}$ ，如【圖 7】。淨保護層厚度 $i = 4\text{ cm}$ ，鋼筋配置為拉力筋 6 根 D32(#10)、壓力筋 3 根 D32(#10)，箍筋為 D13(#4)，如【圖 8】。假設僅考慮撓曲強度，且不可忽略壓力鋼筋所佔有混凝土面積之貢獻，試問該梁斷面之設計彎矩 ϕM_n (10 分)，並說明此梁是否可負荷此載重 (5 分)？



【圖 7】



【圖 8】

混凝土斷面及性質：

$$b = 40\text{ cm}、h = 65\text{ cm}、f_c' = 210\text{ kg/cm}^2、$$

$$E_s = 2.04 \times 10^6\text{ kg/cm}^2$$

鋼筋斷面及性質：

$$f_y = 4200\text{ kg/cm}^2$$

$$\#10 : A_s = 8.14\text{ cm}^2, d_b = 3.2\text{ cm}$$

$$\#4 : A_s = 1.3\text{ cm}^2, d_b = 1.3\text{ cm}$$