

《鋼筋混凝土學與設計》

一、一供公眾使用之鋼筋混凝土構件，受靜載重 D 、活載重 L 、地震力 E 及風力 W 四種力量作用，而風力受方向因數折減。設計此構件所需考慮之設計載重組合 U ，除了 $U=1.4D$ 、 $U=1.2D+1.6L$ 與 $U=1.2D+1.0L$ 外，還有那些？請全部列出，不用管它們之間的大小。（25分）

試題評析	冷門考題，不讓你考 100 分。
考點命中	載重組合以往很少考，超過10年沒考，早期筆者書有列，後為裝其他常考考題，故刪掉載重組合。

解：

$$U=1.2D+0.8W$$

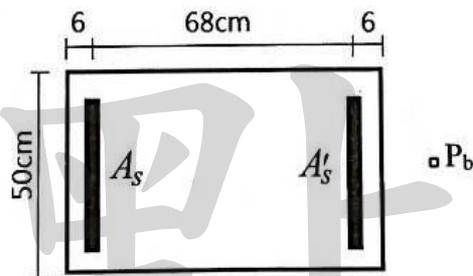
$$U=1.2D+1.6W+1.0L$$

$$U=1.2D+1.0E+1.0L$$

$$U=0.9D+1.6W$$

$$U=0.9D+1.0E$$

二、圖一的橫箍筋矩形斷面短柱，鋼筋量 $A_s=A'_s=40\text{cm}^2$ ，混凝土抗壓強度 $f'_c=280\text{kgf/cm}^2$ ，鋼筋降伏強度 $f_y=4200\text{kgf/cm}^2$ ，鋼筋中心保護層厚度 $=6\text{cm}$ 。計算平衡破化時之軸壓力 P_b 、偏心距 e_b 及彎矩 M_b 。壓力鋼筋所占面積需從受壓混凝土面積中扣除。需詳列解答過程。（25分）



圖一

試題評析	平衡分析猶如九九乘法表，是考選部直接請您來當公務員。
考點命中	歐陽老師《鋼筋混凝土學了沒》例題5-4.3，99%命中。

解：

平衡分析

$$x_b = \frac{0.003}{0.005} \times (6+68) = 44.4 \text{ cm}$$

$$C_{cb} = 0.85f'_c A_c = 0.85 \times 0.28 \times 50 \times (0.85 \times 44.4) = 449.106 \text{ tf}$$

$$T_b = A_s f_y = 40 \times 4.2 = 168 \text{ tf}$$

求壓力筋應變

$$\therefore \frac{44.4-6}{\epsilon'_s} = \frac{44.4}{0.003}$$

$$\therefore \epsilon'_s = 0.00259 > 0.002$$

$$C_{sb} = (4.2 - 0.85f'_c) \times 40 = 158.48 \text{ tf}$$

$$P_b = C_{cb} + C_{sb} - T_b = 449.106 + 158.48 - 168 = \underline{439.586 \text{ tf}}$$

$$M_b = C_{cb}(0.5h - 0.5a) + 34(C_{sb} + T_b)$$

$$= 449.106(40 - \frac{37.74}{2}) + 34(158.48 + 168) = 20590 \text{ tf-cm} = \underline{205.9 \text{ tf-m}}$$

$$e_b = M_b / P_b = 20590 / 439.586 = \underline{46.84 \text{ cm}}$$

三、撓剪裂縫與腹剪裂縫為鋼筋混凝土梁承受垂直載重作用時可能產生的剪力相關裂縫。請詳述何謂撓剪裂縫與腹剪裂縫？其會發生於何情況？以圖二的簡支梁為例，在這些裂縫常發生的位置畫出示意圖。（25分）



圖二

試題評析	此題為送分，筆者上課每年強調，其實以前高考就考過這題。
考點命中	歐陽老師《解說鋼筋混凝土》4-3頁，100%命中。

解：

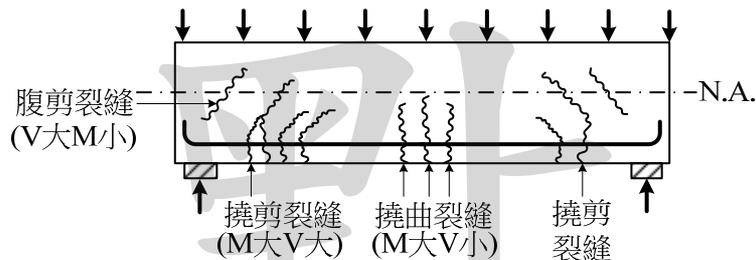


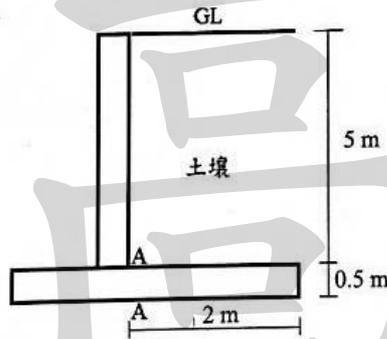
圖4-5 裂縫種類

撓剪裂縫(Flexure-shear cracks)：撓剪裂縫通常是從撓曲裂縫的尖端開始發展，撓剪裂縫在斷面剪力大、彎矩也大的地方易發生。隨著梁上載重增加，撓曲裂縫突破主筋位置，向形心軸發展，愈往形心軸，剪應力愈大，裂縫走向逐漸傾向45°，此即撓剪裂縫。通過中性軸後，裂縫傾角減緩，小於45°。

腹剪裂縫(Web-shear cracks)：在斷面剪力大、彎矩小的地方易發生，如簡支梁端或連續梁反曲點，近形心軸處因剪應力較大，腹剪裂縫在形心軸處開始發生，不是從梁底開始發生，裂縫走向與梁軸向夾45°，隨著載重增加，裂縫向左右兩端延伸。腹剪開裂係由於構材中某一點其主拉應力超過混凝土之拉力強度，而發生之開裂。具薄腹版、寬翼版之預力梁比RC梁更易生此種裂縫，剪力牆震後也可能產生腹剪裂縫，腹剪裂縫比後述之撓曲裂縫更缺乏預警性。腹剪開裂時，開裂處的標稱剪應力 $v_{cw} = 0.93 \sqrt{f'_c}$ (kgf/cm²)。

四、以強度設計法計算圖三擋土牆基礎底版 A-A 斷面（牆踵）處每公尺寬所需之拉力鋼筋量 A_s （以 cm^2 為單位）。鋼筋中心保護層厚度 = 10 cm，混凝土抗壓強度 $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ ，鋼筋降伏強度 $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ ，牆背土壤單位重 = 1.6 tf/m^3 。不考慮基礎底版下面的所有向上壓力。需詳列解答過程。省略最大及最小鋼筋量檢核。（25分）

（提示：將 A-A 斷面右側的基礎底版視為單筋懸臂梁，梁上載重為自重及土壤重，求得 A-A 斷面所受彎矩內力用以設計拉力鋼筋。）



圖三

試題評析 注意只有呆載重，故用 $w_u = 1.4D$ ，且勿漏桿件自重。

考點命中 歐陽老師《解說鋼筋混凝土》例題3-3.1，98%命中。

解：

$$w_u = 1.4D = 1.4(1.6 \times 5 \times 1 + 2.4 \times 0.5 \times 1) = 12.88 \text{ tf/m}$$

$$M_u = 12.88 \times 2 \times 1 = 25.76 \text{ tf-m}$$

$$\text{設 } \phi = 0.9, \quad M_n = M_u / 0.9 = 28.622 \text{ tf-m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{4200}{0.85 \times 210} = 23.5294$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{28.622 \times 10^5}{100 \times 40^2} = 17.8889 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right] = 4.497 \times 10^{-3}$$

$$A_{s, \text{req'd}} = \rho bd = 4.497 \times 10^{-3} \times 100 \times 40 = 17.99 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Check ϕ

$$0.85 f'_c ab = A_s f_y \quad \Rightarrow 0.85 \times 210 \times 100a = 17.99 \times 4200$$

$$\text{解出 } a = 4.23 \text{ cm} \quad x = a / 0.85 = 4.98 \text{ cm}$$

$$x_{0.005} = (3/8)d_t = 3 \times 40 / 8 = 15 \text{ cm} > 4.98 \text{ cm} \quad \text{故 } \phi = 0.9 \quad (\text{O.K.})$$

$$\text{故 } A_{s, \text{req'd}} = \underline{17.99 \text{ cm}^2 / \text{m}}$$