

等 別：高等考試

類 科：土木工程技師

科 目：結構設計（包括鋼筋混凝土設計與鋼結構設計）

考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本試題之相關公式、物理常數、符號意義及設計參數未提及時，請自行合理推斷與假設。

一、已知 T 形梁配置拉力鋼筋 8-D29(#9)，壓力鋼筋 2-D29，剪力箍筋 D10(#3)間距 15 cm，每根 D29 鋼筋面積 6.47 cm^2 ，每根 D10 鋼筋面積 0.71 cm^2 ，混凝土強度 $f'_c=210 \text{ kgf/cm}^2$ ，鋼筋降伏強度皆為 $f_y=4,200 \text{ kgf/cm}^2$ ，彈性模數 $E_s=2,040,000 \text{ kgf/cm}^2$ 。

(一)試計算此斷面之設計彎矩強度 M_u 。(10 分)

(二)請檢覈箍筋間距是否符合土木 401-100 規範 4.6 節非預力混凝土剪力鋼筋規定。(5 分)

(三)請檢覈箍筋間距是否符合土木 401-100 規範 15.4 節耐震設計規定。(5 分)

(四)若此梁為靜定梁且翼版承受拉力，請檢覈本斷面承受負彎矩時之拉力鋼筋量是否符合土木 401-100 規範 3.6 節受撓構材最少鋼筋量規定。(5 分)

圖中尺寸： $h=60 \text{ cm}$ ， $b=100 \text{ cm}$ ， $h_f=12 \text{ cm}$ ， $b_w=35 \text{ cm}$ 。

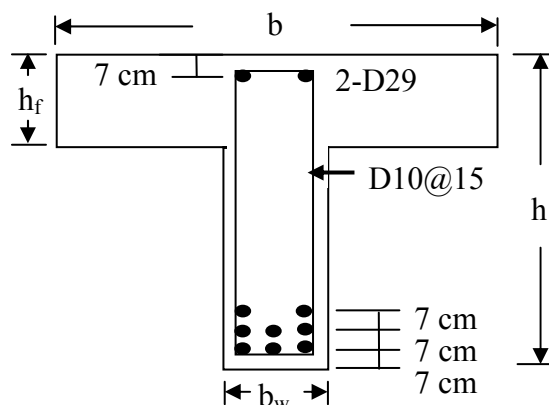
參考公式：

$$1. V_c = 0.53\sqrt{f'_c}b_wd$$

$$2. V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$$

$$3. A_{v,min} = \max\left(\frac{0.2\sqrt{f'_c}b_ws}{f_{yt}}, \frac{3.5b_ws}{f_{yt}}\right)$$

$$4. A_{s,min} = \max\left(\frac{0.8\sqrt{f'_c}b_wd}{f_y}, \frac{14b_wd}{f_y}\right)$$



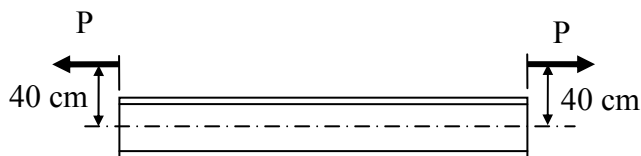
二、(一)何謂剪力遲滯效應？(8 分)

(二)熱軋 H 型鋼軋製過程將有殘留應力產生，試繪熱軋 H 型鋼斷面之殘留應力分布並標示拉應力(+)與壓應力(-)，並說明拉應力與壓應力形成的原因。(8 分)

(三)H 型鋼梁銲接於鋼柱翼板時，須加工使鋼梁有扇形銲接孔。試繪圖說明為何需要扇形銲接孔。(9 分)

三、有一簡支 H 型鋼梁跨距為 8 m，鋼梁兩端承受一偏心集中載重 P。鋼梁有足夠的側向支撐。鋼梁為 H400×200×8×13 結實斷面，鋼材 $F_y=2.5 \text{ tf/cm}^2$ 。忽略鋼梁自重，試依據容許應力設計法，計算鋼梁可承受之最大工作載重 P。(25 分)

H400×200×8×13 型鋼： $A=84.12 \text{ cm}^2$ ， $I_x=23,704 \text{ cm}^4$ ， $I_y=1,735 \text{ cm}^4$ ， $r_x=16.79 \text{ cm}$ ， $r_y=4.54 \text{ cm}$ ， $S_x=1,185 \text{ cm}^3$ ， $S_y=174 \text{ cm}^3$ 。



$$\text{參考公式：} \frac{f_a}{F_t} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0$$

(請接背面)

等 別：高等考試
類 科：土木工程技師
科 目：結構設計（包括鋼筋混凝土設計與鋼結構設計）

四、懸臂矩形梁梁寬 30 cm，梁深 45 cm，接正方形柱 45×45 cm，混凝土強度 $f'_c=210 \text{ kgf/cm}^2$ ，鋼筋降伏強度 $f_y=4,200 \text{ kgf/cm}^2$ 。懸臂梁配置 3-D22(#7)以承受均佈靜載重（含自重）0.4 tf/m，均佈活載重 0.8 tf/m（鋼筋需求面積 11.06 cm^2 ），梁鋼筋進入柱內以彎鉤錨錠，鋼筋中心離開混凝土面皆為 7 cm，每根 D22 鋼筋面積 3.87 cm^2 ，D25、D29 及 D32 鋼筋直徑分別為 2.54、2.87 及 3.22 cm。

(一)根據土木 401-100 規範，檢覈鋼筋彎鉤錨錠長度是否足夠。（5 分）

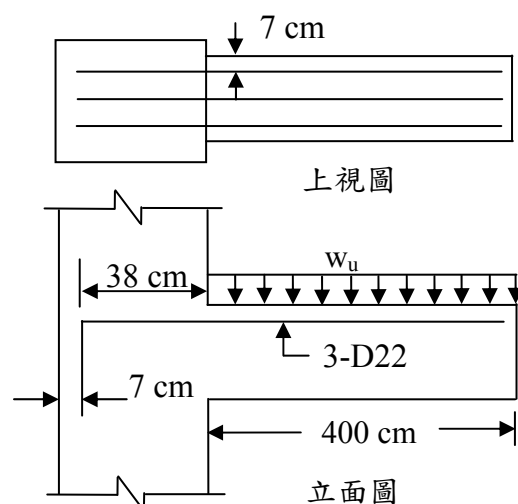
(二)若於彎鉤伸展長度內配置間距小於 $3d_b$ 橫箍筋，則可錨錠之最大主筋尺寸為何？（5 分）

(三)計算切斷 1 根 D22 梁主筋之理論斷點與實際斷點離開柱面距離。（15 分）

參考公式：

$$1. \frac{\ell_d}{d_b} = \frac{0.19f_y}{\sqrt{f'_c}}$$

$$2. \ell_{dh} = \left(\frac{0.075f_y}{\sqrt{f'_c}} \right) d_b \times \text{修正因子}$$



修正因子如下表所示：

考慮因素	修正條件	修正因數
保護層厚度	D36或較小鋼筋，其側面保護層(垂直彎鉤平面) $\geq 6.5\text{cm}$ ，且若 90° 彎鉤直線延長段之保護層 $\geq 5\text{cm}$ 。	0.7
箍筋或肋筋	(1)具 90° 彎鉤之D36或較小鋼筋，其全部伸展長度 ℓ_{dh} 為間距 $\leq 3d_b$ 之垂直箍筋或肋筋所圍束；或其彎鉤直線延長段為間距 $\leq 3d_b$ 之平行箍筋或肋筋所圍束。 (2)具 180° 彎鉤之D36或較小鋼筋，其全部伸展長度 ℓ_{dh} 為間距 $\leq 3d_b$ 之垂直箍筋或肋筋所圍束。 以上(1)、(2)情況中， d_b 為彎鉤鋼筋之直徑，且第一個圍束箍筋或肋筋距彎鉤外側不得大於 $2d_b$ 。	0.8
鋼筋超量	鋼筋實際之使用量超過分析之需要量： (1)鋼筋錨定或伸展經特別要求須能發展至 f_y 或依第15.3.1.4節設計者。 (2)其它。	1.0 $\frac{\text{需要之} A_s}{\text{使用之} A_s}$