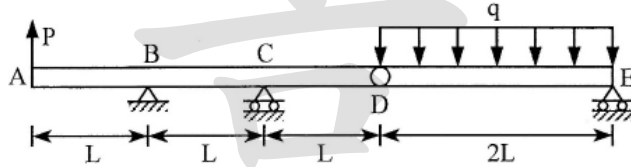


《結構學概要與鋼筋混凝土學概要》

一、有一 ABCDE 梁，B 點為鉸支承，D 點為內鉸接，C 點及 E 點為滾支承。
 P 為集中載重，q 為分布載重，設 $P = qL$ ，試求 B、C、E 點之反力及作用之方向，並繪製 ABCDE 梁之剪力圖及彎矩圖。(25分)



試題評析	經典的靜定梁含內鉸接續題型，求支承反力必切內鉸接續處分析。
考點命中	《高點結構學講義》[例2-4]

解：

由 DE 分離體 $\sum M_o = 0 (\uparrow)$
 $(q)(2L)(L) = (E_y)(2L)$
 $\Rightarrow E_y = qL$

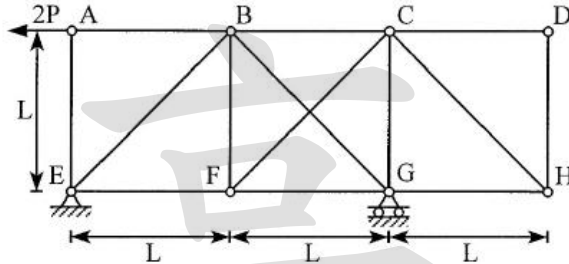
由整體結構 $\sum F_x = 0 (\rightarrow)$
 $\Rightarrow B_x = 0$

由整體結構 $\sum F_y = 0 (\uparrow)$
 $\Rightarrow B_y + C_y + qL + qL - 2qL = 0$
 $\Rightarrow B_y + C_y = 0 \quad \text{--- (a)}$

由整體結構 $\sum M_B = 0 (\uparrow)$
 $(qL)(L) + (2qL)(3L) - (qL)(4L) = C_y L$
 $\Rightarrow C_y = 3qL$

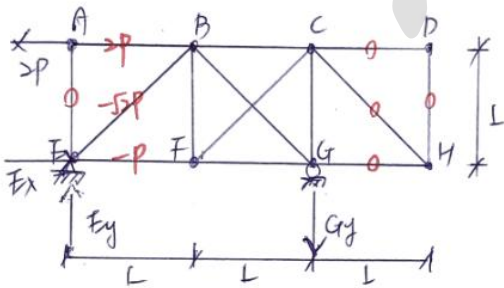
代回 (a), $B_y = -3qL$

二、有一桁架，E點為鉸支承，G點為滾支承。其中BG桿及CF桿僅能承受拉力而無法承受壓力，故此兩桿件僅有一桿件能受力。除此二桿件外，其餘各桿件均能承受拉力及壓力。試求E、G點之反力及作用方向，並求各桿件之作用力。(25分)



試題評析	近似分析，分別假設CF與BG桿不受力，並選擇合乎假設的力平衡結果
考點命中	《高點結構學講義》講義[例1-3]

解：



由整體 $\sum F_x = 0$ (→)

$\Rightarrow E_x = 2P$

由整體 $\sum M_E = 0$ (↑)

$(G_y)(2L) = (2P)(L)$

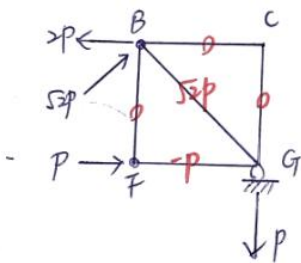
$\Rightarrow G_y = P$

由整體 $\sum F_y = 0$ (↑)

$E_y - P = 0$

$\Rightarrow E_y = P$

假設BG受拉，CF不受力



若假設CF受拉，BG不受力，則力平衡後CF仍受壓，與假設不符。

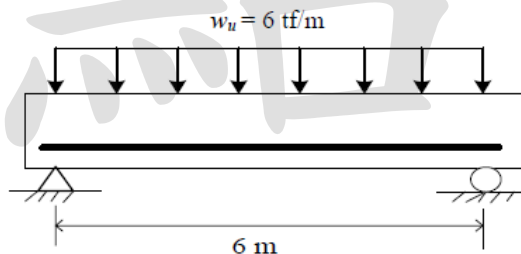
三、鋼筋混凝土構件對結構混凝土的強度要求為何？提升混凝土的抗壓強度有何優點？（25分）

試題評析	你可以把跟混凝土抗壓強度有關的公式全寫出來，看起來就比較有學問。
考點命中	《解說鋼筋混凝土》第11-1節。

解：

- (一) 結構用混凝土，規定抗壓強度至少需 210 kgf/cm^2 。未來新版規範預計提升到 280 kgf/cm^2 。
- (二)
 - (1) 可降低桿件尺寸，減少自重，減少地震力，增加使用空間。
 - (2) 增加彈性係數，減少彈性變形，減少活載重造成的變形，減少潛變變形，增加使用性。
 - (3) 提升桿件與結構韌性，利於耐震。
 - (4) 抗拉強度、開裂模數也會提高，裂縫較不易產生，提高耐久性。
 - (5) 降低伸展長度，降低搭接長度，節省購買鋼筋成本。
 - (6) 提升單向與雙向抗剪強度 V_c 。
 - (7) 柱載重能力增加特別明顯。
 - (8) 梁載重能力些微增加。
 - (9) 提升開裂扭矩，提升扭矩設計界限，抗扭斷面檢核容易通過。
 - (10) 提升接頭抗剪強度，利於耐震。
 - (11) 橋梁可增長跨距，減少下部結構數量(省錢)，減少伸縮縫，行車較舒適。

四、已知一簡支單筋矩形梁，梁寬 $b=40 \text{ cm}$ ，梁深 $h=60 \text{ cm}$ ，有效深度 $d=53 \text{ cm}$ ，此承受一均布載重 6 tf/m ，試求梁中央之設計彎矩 M_u ，此梁所需之最低鋼筋量 $A_{s,min}$ ，以及規範容許之最大鋼筋量 $A_{s,max}$ 。（混凝土強度 $f'_c=280 \text{ kgf/cm}^2$ ，鋼筋降伏強度 $f_y=4200 \text{ kgf/cm}^2$ ， $d_b=2.87 \text{ cm}$ ， $A_b=6.47 \text{ cm}^2$ ）（25分）



試題評析	<ol style="list-style-type: none"> 1. 注意check ϕ須在確定根數之後。因為你要想一想實成桿件到底是多少鋼筋量在混凝土裡面？地震時是幾根鋼筋在搖？我跟你講，這件事靈堂博士不知道喔！ 2. 有人問歐陽「要不要寫裂紋控制？」、「要不要寫左右淨間距控制？」根據某規範委員的說法，「有時間就要寫！」建議您平常在圖書館要練習寫，因為四等公務員只是低階中繼站，對自己太鬆懈，那就不要談高考與技師了。
------	---

考點命中 《解說鋼筋混凝土》第3-1節與6-3節。

解：

$$(一) M_u = w_u L^2 / 8 = 6 \times 36 / 8 = 27 \text{ tf-m}$$

(二) 設 $\phi = 0.9$

$$M_n = M_u / 0.9 = 30 \text{ tf-m}$$

$$\text{力矩參數 } R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{27 \times 10^5}{0.9 \times 40 \times 53^2} = 26.7 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{材料參數 } m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{4200}{0.85 \times 280} = 17.647$$

$$\text{鋼筋比 } \rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{17.647} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17.647 \times 26.7}{4200}} \right) = 6.76 \times 10^{-3}$$

$$A_{s, \text{req'd}} = \rho b d = 6.76 (10^{-3}) (40) (53) = \underline{\underline{14.33 \text{ cm}^2}}$$

$$\text{Check } A_{s, \text{min}} \quad , \quad A_{s, \text{min}} = \max \left[\frac{0.8 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d \quad , \quad \frac{14}{f_y} b_w d \right]$$

$$0.8 \sqrt{f'_c} = 0.8 \sqrt{280} = 13.39 < 14$$

$$\therefore A_{s, \text{min}} = \frac{14}{f_y} b_w d = \frac{14}{4200} \times 40 \times 53 = 7.07 \text{ cm}^2 < 14.33 \text{ cm}^2 \quad \text{OK!}$$

若考慮D29根數

$$14.33 / 6.47 = 2.21 \quad \text{至少要3-D29}$$

考慮裂紋控制，設肋筋用D10

$$c_c = 4 + 0.95 = 4.95 \text{ cm}$$

$$\text{設鋼筋工作應力 } f_s = \frac{2}{3} f_y = 2800 \text{ kgf/cm}^2 \quad (\text{無使用載重數據})$$

$$\begin{aligned} s_{\text{max}} &= \left\{ 38 \left(\frac{2800}{f_s} \right) - 2.5c_c, \quad 30 \left(\frac{2800}{f_s} \right) \right\}_{\text{min}} \\ &= \left\{ 38 \left(\frac{2800}{2800} \right) - 2.5 \times 4.95, \quad 30 \left(\frac{2800}{2800} \right) \right\}_{\text{min}} = \{ 25.625 \text{ cm}, \quad 30 \text{ cm} \}_{\text{min}} = 25.625 \text{ cm} \end{aligned}$$

設有n個中心距

$$25.625n + 2.84 + 4 + 4 + 0.95 + 0.95 = 40$$

$$\text{解出 } n = 1.063 \quad \text{須取2}$$

暗示至少採3-D29 方滿足裂紋控制

$$A_{s, \text{prov'd, min}} = 3 \times 6.47 = 19.41 \text{ cm}^2$$

Check ϕ

$$0.85 f'_c a b = A_s f_y$$

$$0.85 \times 280 \times 40 \times a = 4200 \times 19.41$$

解出 $a = 8.56 \text{ cm}$

$$x = a / 0.85 = 10.07 \text{ cm} < 0.375d_t = 19.9 \text{ cm}$$

故 $\phi = 0.9$ check OK!

若考慮排筋D29，最少鋼筋量=19.41 cm²

(三) $x_{0.004} = 3d_t / 7 = 22.714 \text{ cm}$

$$a = 0.85 x_{0.004} = 19.31 \text{ cm}$$

$$0.85f_c ab = A_s f_y$$

$$0.85 \times 280 \times 40 \times 19.31 = 4200 A_s$$

解出 $A_{s,max} = 43.76 \text{ cm}^2$

若考慮D29排列根數

$$43.76 / 6.47 = 6.8$$

最多只能排6根

若考慮鋼筋左右淨間距

$$(2.87 \text{ cm} > 2.5 \text{ cm})$$

設單排最多只能排y根鋼筋

$$(y+y-1) \times 2.87 + 0.95 \times 2 + 4 \times 2 = 40$$

解出 $y = 5.74$ 最多只能用5-D29

若考慮D29排列根數， $A_{s,max,D-29} = 5 \times 6.47 = 32.35 \text{ cm}^2$

高點