มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษา 2 ปีการศึกษา 2548

วันที่ 2 มีนาคม 2549 เวลา 13.30 – 16.30 น.

วิชา Behavior of reinforced concrete 220-512 ห้องสอบ R300

ผู้สอน ผศ.เอกรัฐ สมัครัฐกิจ

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

คำชี้แจง

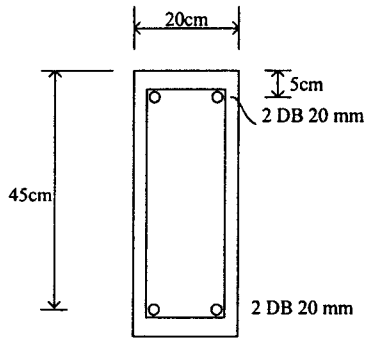
1. ข้อสอบทั้งหมดมี 5 ข้อ คะแนนรวม 50 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมีทั้งหมด 4 หน้า (ไม่รวมปก) ผู้สอบต้องตรวจสอบว่ามีครบทุกหน้าหรือไม่ (ก่อนลงมือทำ)
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในสมุดคำตอบ
4. อนุญาตให้นำเอกสารหรือหนังสือเข้าห้องสอบได้
5. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิด
6. กระดาษทดที่แจกให้ไม่ต้องส่งคืน ถ้าไม่พอขอเพิ่มที่อาจารย์คุมสอบ
7. ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ

ตารางคะแนน

ข้อที่	คะแนนเต็ม	ได้
1	10	
2	10	
3	10	
4	10	
5	10	
รวม	50	

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต

Problem 1 A reinforced concrete beam section with $b_w = 20cm, d = 45\,cm,$ $h = 50cm,$ $A_s = A_s^{'} = 2DB20mm, E_s = 2.1\times10^6\ ksc, f_y = 4{,}000\ ksc$ $E_c = 2\times10^5\ ksc$ and $fc' = 300\ ksc$. Calculate the curvature ductility and ideal flexural strength of the beam section.



Problem 2 A rectangular section is reinforced by deformed bars (see figure a). Section contains No. 4 closed stirrups at 3 in centers and cover to the hoops is 1.5 in. The stress-strain curve of concrete and steel appear in figure b and c. The steel has a yield strength of 60,000 psi , a modulus of elasticity of 30 $\times10^6$ psi and strain hardening commences at $16\varepsilon_y$. The concrete has a cylinder strength of 4000 psi. Calculate the axial force, moment and curvature of the section when the concrete strain at the extreme fiber is 0.008 and depth of neutral axis is 8 in. If unconfined concrete having a compressive strain greater than 0.004 is considered to be ineffective.

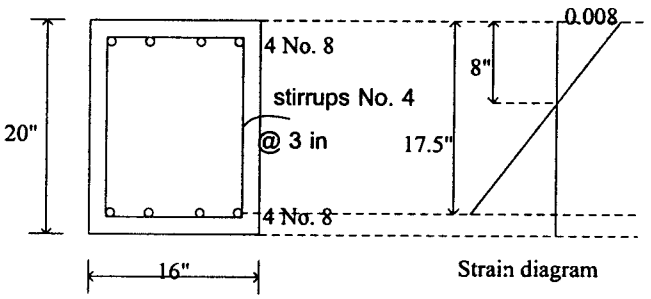


Fig a

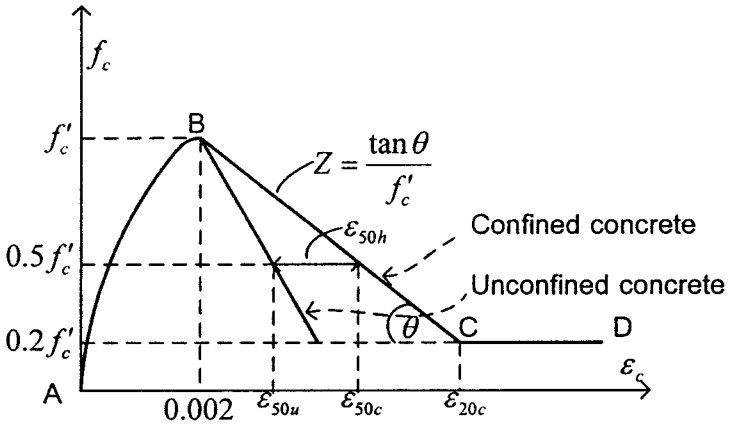


Fig.b Stress-strain curve for concrete confined by rectangular hoops

$$f_c = f'_c\left[\frac{2\varepsilon_c}{0.002} - \left(\frac{\varepsilon_c}{0.002}\right)^2\right] \qquad \text{for } \varepsilon_c \le 0.002$$

$$f_c = f'_c\left[1 - Z(\varepsilon_c - 0.002)\right] \qquad \text{for } 0.002 \le \varepsilon_c \le \varepsilon_{20c}$$

$$f_c = 0.2f'_c \qquad \text{for } \varepsilon_c \ge \varepsilon_{20c}$$

Where

$$Z = \frac{0.5}{\varepsilon_{50u} + \varepsilon_{50h} - 0.002}$$

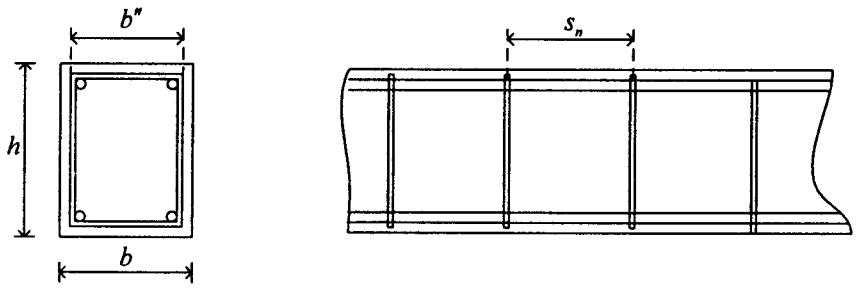
$$\varepsilon_{50u} = \frac{3 + 0.002f'_c}{f'_c - 1000}$$

$$\varepsilon_{50h} = \frac{3}{4}\rho_s\sqrt{\frac{b''}{s_n}}$$

ρ_s = Ratio of volume of transverse reinforcement to volume of concrete core measured to outside of hoops.

b'' =Width of confined concrete core measured to outside of hoops.

s_n =Spacing of hoops.



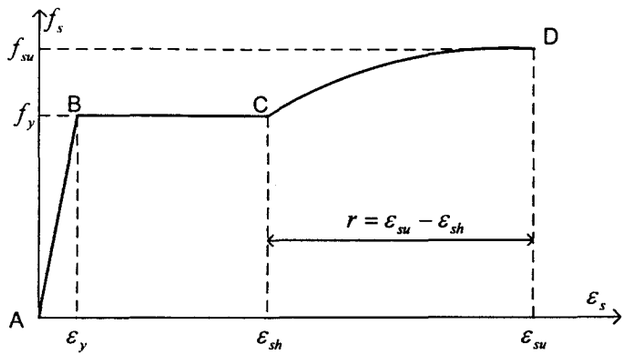


Fig.c Stress-strain curve for reinforced steel

$$f_s = \varepsilon_s E_s \qquad \text{for } \varepsilon_s \le \varepsilon_y$$

$$f_s = f_y \qquad \text{for } \varepsilon_y \le \varepsilon_s \le \varepsilon_{sh}$$

$$f_s = f_y\left[\frac{m(\varepsilon_s - \varepsilon_{sh})+2}{60(\varepsilon_s - \varepsilon_{sh})+2} + \frac{(\varepsilon_s - \varepsilon_{sh})(60-m)}{2(30r+1)^2}\right] \qquad \text{for } \varepsilon_{sh} \le \varepsilon_s \le \varepsilon_{su}$$

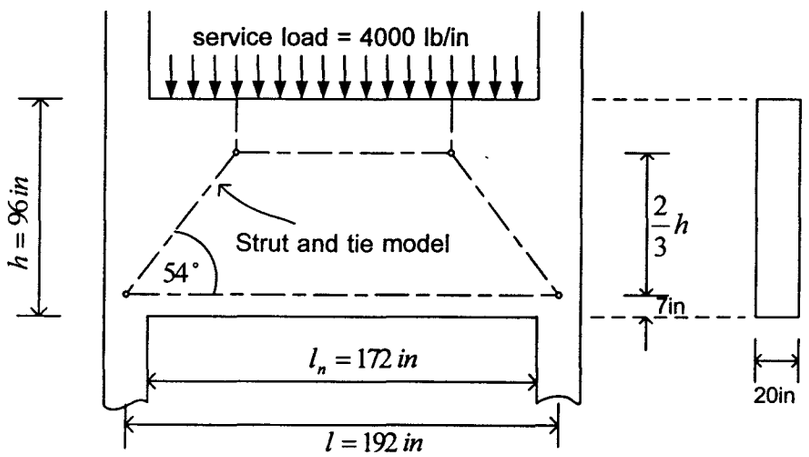
Where

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$$

$$m = \frac{(f_{su}/f_y)(30r+1)^2 - 60r - 1}{15r^2}$$

$$r = \varepsilon_{su} - \varepsilon_{sh}$$

Problem 3 A simply supported deep beam having a clear span 172 in is subjected to a uniform load of 4000 lb/in on the top. The height h of the beam is 96 in and its width is 20 in. Design the web reinforcement based on ACI requirement and flexure reinforcement based on strut and tie model. Given $f_y = 60{,}000\ psi$ $fc' = 4{,}000\ psi$ and $d \approx 0.9h$



Clear side cover=1.5 in on each side

Problem 4 Design the web reinforcement at the support section of the simple beam (span=10 ft) using the following material properties and section dimensions.

$fc' = 4{,}000 psi$

$fy = 40{,}000 psi$

weight of concrete $1.04\ lb/in^2.ft$

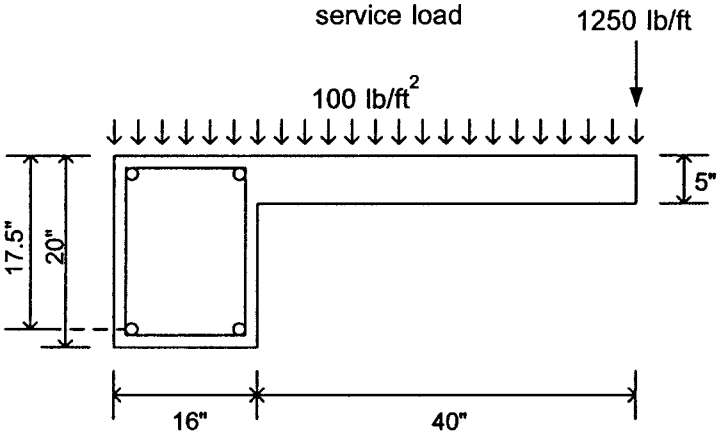
$\phi = 0.85$ for torsion and shear

Dimensions

$x = b_w = 16\ in$

$d = 17.5\ in, x_1 = 12.5\ in$

$y_1 = 16.5\ in$



Problem 5 Calculate the required embedment length of the No.10 deformed bars in top reinforcement with No.4 stirrups. Given

$fc' = 4{,}000 psi$ Normal weight concrete

$fy = 60{,}000 psi$

Clear spacing between bars=$2 d_b$

Clear side cover=1.5 in on each side