มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548

วันพุธที่ 1 มีนาคม 2549 เวลา 13:30 - 16:30 น.

วิชา 220-202, 221-202 กลศาสตร์ของแข็ง 2 ห้องสอบ A401

ชื่อ-สกุล ..... **รหัส** .....

<u>คำชี้แจง</u>

1. ข้อสอบทั้งหมดมี 6 ข้อ รวม 90 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมี 7 หน้า (รวมหน้านี้) ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำถามนี้ **<u>หากไม่พอให้ใช้หน้าว่างด้านซ้ายมือ</u>** (หน้าหลังของแผ่นก่อน ไม่ใช่หน้าหลังของข้อที่กำลังทำ)
4. ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
5. อนุญาตให้ตอบด้วยดินสอดำได้ (ควรใช้ชนิด B)
6. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิดเพียงเครื่องเดียว เครื่องคิดเลขสำรองต้องฝากผู้คุมสอบไว้ เมื่อแบตเตอรี่ของเครื่องที่ใช้อยู่หมด จึงจะนำไปแลกเอาเครื่องสำรองมาใช้ได้
7. ให้เขียนชื่อ-สกุล รหัส ลงในหน้าแรก และเขียนรหัสในที่ที่เว้นไว้ให้ที่มุมบนขวาทุกของแผ่นที่เหลือ ผิดคำสั่งหักคะแนนจุดละ 1 คะแนน
8. ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใด ๆ ของผู้อื่น**ในห้องสอบ**
9. ***โทรศัพท์มือถือต้องปิดเครื่อง มิฉะนั้นจะถือว่าเจตนาทุจริต***
10. ***ทุจริต โทษ E วิชานี้ (หรือวิชาอื่นด้วย) และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษาปกติหรือมากกว่า***

ข้อ	คะแนนเต็ม	ได้
1	15	
2	15	
3	10	
4	20	
5	15	
6	15	
รวม	90	

ฟูกิจ นิลรัตน์ ผู้ออกข้อสอบ

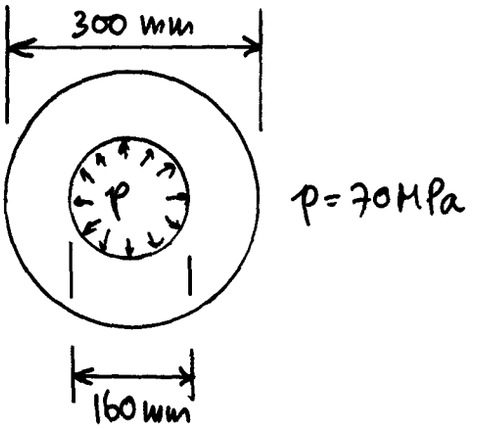
รหัส.....

ข้อ 1 *(15 คะแนน)* ทรงกระบอกผนังหนาปลายเปิดมีหน้าตัดขวางดังแสดง รับ pressure ภายใน 70 MPa ทำด้วย steel ที่มี E_S = 200 GPa, yield strength σ_y = 240 MPa และ Poisson's ratio ν = 0.25 จงหา radial deflection ที่ขอบในและขอบนอก

$$\sigma_t = \frac{p_1 r_1^2 - p_2 r_2^2 + (r_1^2 r_2^2/\rho^2)(p_1 - p_2)}{r_2^2 - r_1^2}$$

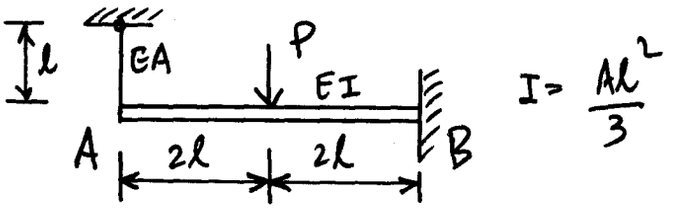
$$\sigma_r = \frac{p_2 r_2^2 - p_1 r_1^2 + (r_1^2 r_2^2/\rho^2)(p_1 - p_2)}{r_2^2 - r_1^2}$$

$$\delta = \rho\varepsilon_t$$



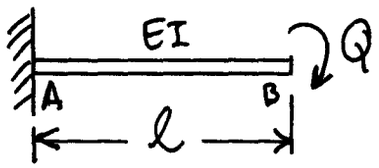
รหัส.....

ข้อ 2 (15 *คะแนน*) คาน AB ขนาดสม่ำเสมอ (EI constant) รับ point load P ดังแสดงในรูป ที่ปลาย A ถูกยึดด้วยลวดขนาดสม่ำเสมอ (EA constant) ที่ยาว l โดยไม่ต้องคิด shear deformation และไม่คิดน้ำหนักของคาน จงคำนวณหาแรงในลวด กำหนดให้ $I = Al^2/3$



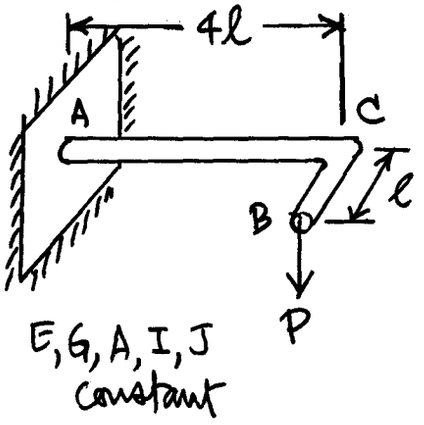
รหัส.....

ข้อ 3 *(10 คะแนน)* Cantilever beam ขนาดสม่ำเสมอ (EI constant) รับ moment Q ที่ปลาย B ดังแสดงในรูป จงหา vertical deflection ของคานที่ B โดยใช้ unit-load method หรือ Castigliano's second theorem และแสดงการ integrate (ไม่ต้องคิด shear deformation)



รหัส.....

ข้อ 4 *(20 คะแนน)* คาน ACB ขนาดสม่ำเสมอ (E, G, A, I, J constant) มี cross-section เป็นพื้นที่รูปวงกลม ถูกงอเป็นมุมฉากที่ C ในระนาบ ถูก fixed ไว้ที่ A และรับแรง P ที่ตั้งฉากกับระนาบของคานที่ปลายอิสระ B ดังแสดงในรูป จงหา vertical deflection ที่ B (แนวแรง P) โดย unit-load method หรือ Castigliano's second theorem โดยไม่ต้องคิด shear deformation



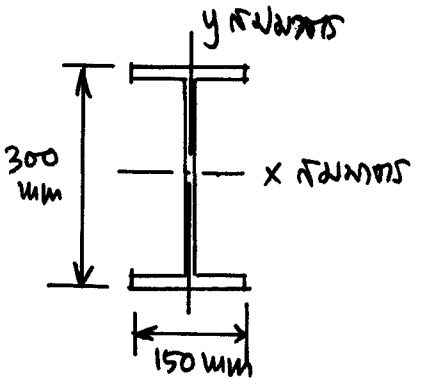
รหัส.....

ข้อ 5 *(15 คะแนน)* Steel column สูง 5 m มี cross-section ดังแสดง รับ axial compressive load P = 500 kN และรับ bending moment รอบแกน x เท่ากับ 20 kN.m steel มี yield strength σ_y = 240 MPa, E_S = 200 GPa กำหนดให้ทั้งสองปลายของเสาถูกยึดแบบหมุด (pinned)

(a) จงหาค่า allowable compressive stress σ_a (เมื่อรับ concentric axial load) โดยมีเงื่อนไขว่าเมื่อ slenderness ratio ≤ 90.7, $\sigma_a = 0.5\sigma_y$ แต่เมื่อ slenderness ratio ≥ 90.7, $\sigma_a = 0.5\pi^2E/(l_e/r)^2$

(b) กำหนดให้ allowable bending stress $\sigma_b = 0.6\sigma_y$ และ allowable compressive stress σ_a ตามข้อ (a) จงใช้ interaction method ตรวจสอบว่าเสานี้ได้รับการออกแบบตามเกณฑ์

$(P/A)/\sigma_a + (M/S)/\sigma_b \leq 1$ หรือไม่



$A = 4678\ mm^2$

$I_x = 72.1 \times 10^6\ mm^4$

$I_y = 5.08 \times 10^6\ mm^4$

$r_x = 105\ mm$

$r_y = 60.9\ mm$

$S_x = 919 \times 10^3\ mm^3$

$S_y = 304 \times 10^3\ mm^3$

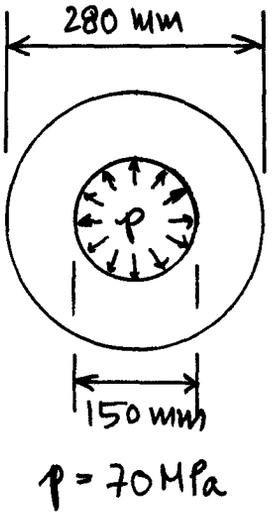
รหัส.....

ข้อ 6 *(15 คะแนน)* ทรงกระบอกผนังหนาปลายเปิดมีหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป รับ pressure ภายใน 70 MPa ทำด้วย steel ที่มี $E_S = 200$ GPa, yield strength $\sigma_y = 240$ MPa และ Poisson's ratio $\nu = 0.25$ จงคำนวณหา factor of safety ที่ผิวในของทรงกระบอก โดยใช้เกณฑ์ของ

(a) maximum principal stress theory

(b) maximum shear stress theory

(c) strain energy of distortion theory



$$\sigma_t = \frac{p_1 r_1^2 - p_2 r_2^2 + (r_1^2 r_2^2/\rho^2)(p_1 - p_2)}{r_2^2 - r_1^2}$$

$$\sigma_r \quad \frac{p_2 r_2^2 - p_1 r_1^2 + (r_1^2 r_2^2/\rho^2)(p_1 - p_2)}{r_2^2 - r_1^2}$$

$$u_d = (1 + \nu)[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2] / (6E)$$