

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำปีการศึกษาที่ 2
วันเสาร์ที่ 29 ธันวาคม 2550
วิชา 220-202, 221-202 กลศาสตร์ของแข็ง 2

ปีการศึกษา 2550
เวลา 13:30 - 16:30 น.
ห้องสอบ A20

ชื่อ-สกุล รหัส

คำชี้แจง

1. ข้อสอบทั้งหมดมี 6 ข้อ รวม 80 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมี 7 หน้า (รวมหน้านี้) ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำตอบนี้ หากไม่พอให้ใช้หน้าว่างด้านซ้ายมือ (หน้าหลังของแผ่นก่อน ' มีใช้หน้าหลังของข้อที่กำลังทำ) ผิดคำสั่งหักคะแนนข้อละ 1 คะแนน
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 ของผู้อื่นในห้องสอบ

ข้อ	คะแนนเต็ม	ได้
1	17	
2	6	
3	16	
4	12	
5	17	
6	12	
รวม	80	

ฟูกิจ นิลรัตน์ ผู้ออกข้อสอบ

$$\sigma_x = (M/RA)\{1 - y/[Z(R - y)]\}$$

$$\sigma_r = (MA'/RA)(1 - Z'/Z)/[(R - y) t]$$

$$Z = (1/A) \int_A y/(R-y) dA$$

$$Z' = (1/A') \int_A y/(R-y) dA$$

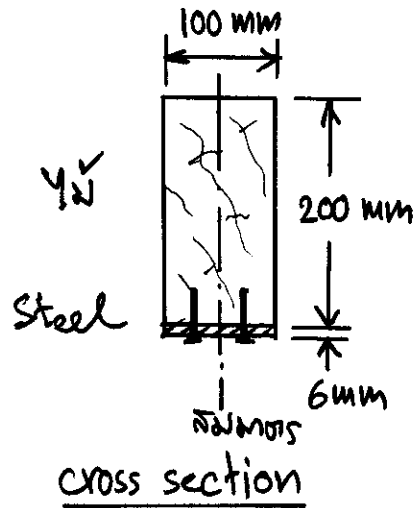
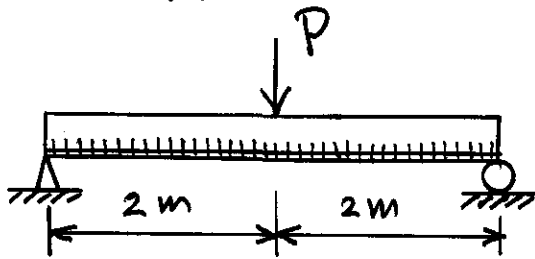
$$\sigma_t = \frac{p_1 r_1^2 - p_2 r_2^2 + (r_1^2 r_2^2 / \rho^2)(p_1 - p_2)}{r_2^2 - r_1^2}$$

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

$$\delta = \rho \epsilon_t$$

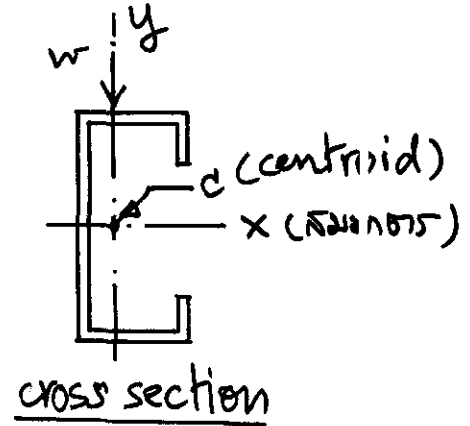
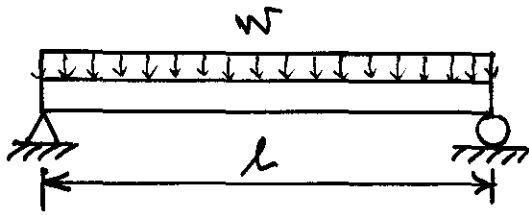
ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้น และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ข้อ 1 (17 คะแนน) คานประกอบทำด้วยไม้และเหล็กกล้า (steel) ที่มี modulus of elasticity เท่ากับ 10 GPa และ 200 GPa ตามลำดับ นำมายึดติดกันด้วยตะปูเกลียวตำแหน่งละ 2 ตัว แต่ละตำแหน่งห่างกัน 50 mm สมมติเสมอตลอดความยาวคาน คานประกอบนี้รับแรงและมีหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป กำหนดให้ allowable bending stress (เท่ากันทั้งทางด้าน tensile และ compressive stress) ของไม้และของ steel เท่ากับ 10 MPa และ 140 MPa ตามลำดับ และตะปูเกลียว 1 ตัวรับแรงเฉือนได้ไม่เกิน 800 N โดยไม่ต้องคำนึงน้ำหนักของคาน จงหาค่าของแรง P สูงสุด



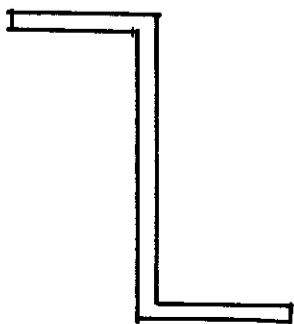
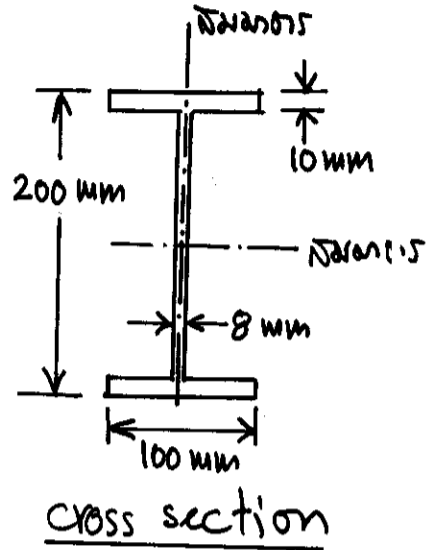
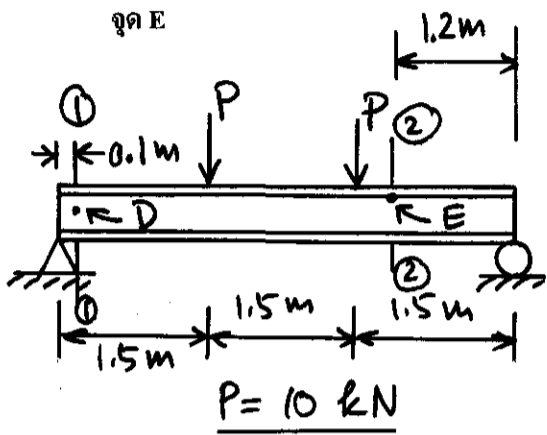
ข้อ 2 (6 คะแนน) Simple beam ที่ทำด้วย light lip channel มีความยาวช่วง l รับ uniformly distributed load w ในแนวดิ่ง

- (a) กรณีที่ load w กระทำในแนวดิ่งผ่าน centroid C ของ cross section ดังแสดง นอกจากเกิดการคด (bending) ทำให้คานแอ่นตัวลง (เกิด vertical deflection) แล้ว จะเกิดการบิด (twisting หรือ torsion) ของคานด้วยหรือไม่ จงอธิบายเหตุผลประกอบ หากเกิดการบิดจะบิดตามหรือทวนเข็มนาฬิกา
- (b) กรณีที่ load w กระทำที่ข้างตำแหน่งแล้วไม่เกิดการบิด โดยไม่ต้องคำนวณจงสเก็ต distribution การแผ่กระจาย) ของ shear flow ที่เกิดขึ้นบน cross section ตามแนวเส้นกึ่งกลางความหนา



ข้อ 3 (16 คะแนน) Simple beam ทำด้วย wide flange หรือ H-beam รับแรงและมี cross section ดังแสดงในรูป

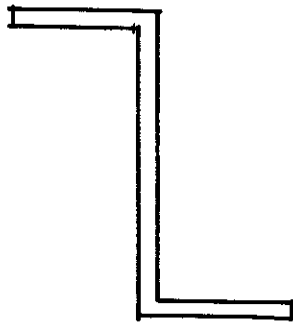
- (a) จงหา state of stress ของจุด D และ E ที่ section 1-1 และ 2-2 ตามลำดับ โดยจุด D อยู่ที่ แกนของคานา และจุด E อยู่ที่รอยต่อของปีกบนและ web
- (b) จงเขียน Mohr's circle ของ state of stress ของจุดทั้งสอง
- (c) จงคำนวณหา maximum และ minimum principal stresses และระนาบที่เกิด principal stresses นั้นๆ ของจุด D (ให้แสดงภาพประกอบด้วย)
- (d) โดยไม่ต้องคำนวณ จงสเก็ตระนาบที่เกิด principal stresses และสเก็ต principal stresses บนระนาบ นั้นๆ ของ



cross section

ข้อ 4 (12 คะแนน) Simple beam ทำด้วยเหล็กกล้าที่มี cross section รูปตัว Z (ที่มีความหนาสม่ำเสมอ ปีกบนและล่าง กว้างเท่ากัน) ดังแสดงในรูป รับแรงในแนวตั้งผ่าน shear center ของ cross section **โดยไม่ต้องคำนวณ**

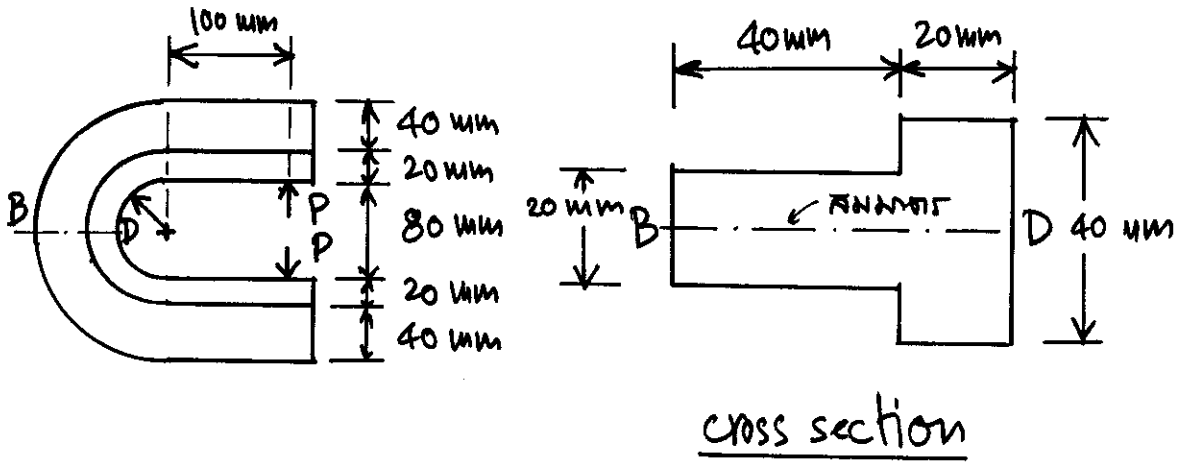
- (a) จงแสดงแนวของแรงในแนวตั้งที่ผ่าน **shear center** ของ cross section
- (b) จงแสดงตำแหน่งโดยประมาณของ centroid C ของพื้นที่ของ cross section นี้
- (c) จงสเก็ตแกน x และ y ที่ผ่าน centroid C โดยให้แกน x เป็นแกนในแนวราบ และแกน y เป็นแกนในแนวตั้ง
- (d) จงระบุว่าโมเมนต์ความเฉื่อย (moment of inertia) I_x และ I_y ของพื้นที่ของ cross section นี้ ค่าใดมากกว่า
- (e) จงระบุว่าผลคูณความเฉื่อย (product of inertia) I_{xy} ของพื้นที่ของ cross section นี้ มีค่าเป็นบวกหรือลบ
- (f) จงสเก็ต Mohr's circle ของสมบัติของพื้นที่ของ cross section นี้เทียบกับ centroid C โดยแสดงจุด I_x และ I_y ที่สมนัยกับแกน x และ y ตามลำดับด้วย
- (g) จงสเก็ตตำแหน่งโดยประมาณของ principal centroidal axes แกน u, v เทียบกับ centroid C ของพื้นที่ของ cross section นี้ โดยกำหนดให้ $I_u > I_v$
- (h) จงสเก็ตตำแหน่งโดยประมาณของ neutral axis
- (i) จงแสดงทิศทางของ deflection ของ simple beam นี้
- (j) จงระบุจุดบน cross section ที่เกิด maximum tensile stress และ maximum compressive stress



Cross section

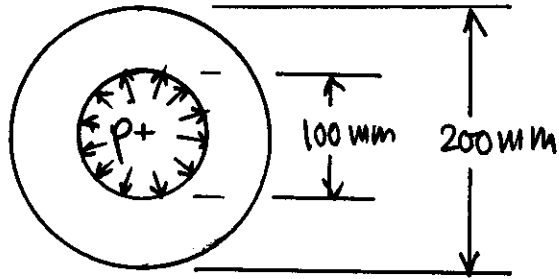
ข้อ 5 (17 คะแนน) แท่งโค้งรูปตัว C มีหน้าตัดขวางรูปตัว T รับแรง $P = 5 \text{ kN}$ ดังแสดงในรูป

- (a) จง integrate หาค่า Z ของ cross section BD
- (b) จงคำนวณหา circumferential stress ที่ B และ D
- (c) จงสเก็ตการแผ่กระจายของ circumferential stress ตามแนว BD



ข้อ 6 (12 คะแนน) ทรงกระบอกผนังหนาปลายเปิดรับ pressure ภายใน 72 MPa และมีหน้าตัดขวาง ังแสดงในรูป

- (a) จงหา tangential stress ที่ขอบในและขอบนอกของทรงกระบอก
- (b) จงสเก็ต distribution ของ tangential stress ที่เกิดขึ้น
- (c) จงหา radial deflection ที่ขอบในและขอบนอกของทรงกระบอกนี้



$P = 72 \text{ MPa}$
cross section

กำหนดให้ $E = 200 \text{ GPa}$
 $\nu = 0.25$
 (Poisson's ratio)