

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำปีการศึกษาที่ 2

วันเสาร์ที่ 27 ธันวาคม 2551

วิชา 221-202 กลศาสตร์ของแข็ง 2

ปีการศึกษา 2551

เวลา 13:30 - 16:30 น.

ห้องสอบ R200

ชื่อ-สกุล รหัส

คำชี้แจง

- ข้อสอบทั้งหมดมี 6 ข้อ รวม 85 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
- ข้อสอบมี 7 หน้า (รวมหน้านี้) ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
- ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำตอบนี้ **หากไม่พอให้ใช้หน้าว่างด้านซ้ายมือ** (หน้าหลังของแผ่นก่อน ไม่ใช่หน้าหลังของข้อที่กำลังทำ) ผิดคำสั่งหักคะแนนข้อละ 1 คะแนน
- ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
- อนุญาตให้ตอบด้วยดินสอคำได้ (ควรใช้ชนิด B)
- อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิดเพียงเครื่องเดียว เครื่องคิดเลขสำรองต้องฝากผู้คุมสอบไว้ เมื่อแบตเตอรี่ของเครื่องที่ใช้อยู่หมด จึงจะนำไปแลกเอาเครื่องสำรองมาใช้ได้
- ให้เขียนชื่อ-สกุล รหัส ลงในหน้าแรก และเขียนรหัสในที่ที่เว้นไว้ให้ที่มุมบนขวาทุกของแผ่นที่เหลือ ผิดคำสั่งหักคะแนนจุดละ 1 คะแนน
- ห้ามนหยิบ หรือยืมสิ่งของใด ๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ

ข้อ	คะแนนเต็ม	ได้
1	20	
2	8	
3	10	
4	12	
5	20	
6	15	
รวม	85	

ฟูจิก นิลรัตน์ ผู้ออกข้อสอบ

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

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

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

$$Z' = (1/A') \int_{A'} y/(R-y) dA$$

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

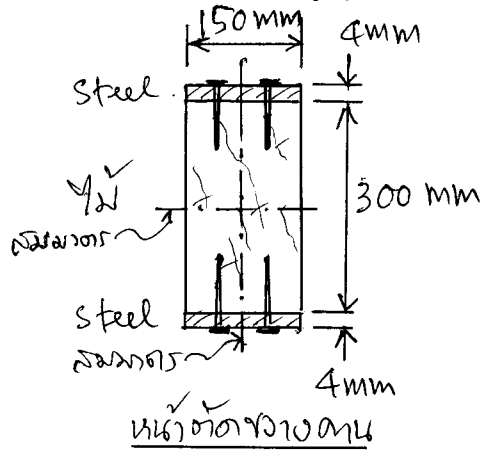
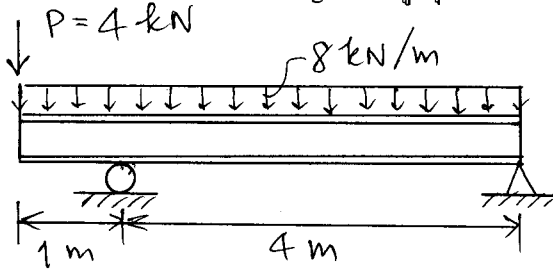
$$\sigma_r = \frac{p_2 r_2^2 - p_1 r_1^2 + (r_1^2 r_2^2 / \rho^2)(p_1 - p_2)}{r_2^2 - r_1^2}$$

$$\delta = \rho \epsilon_t$$

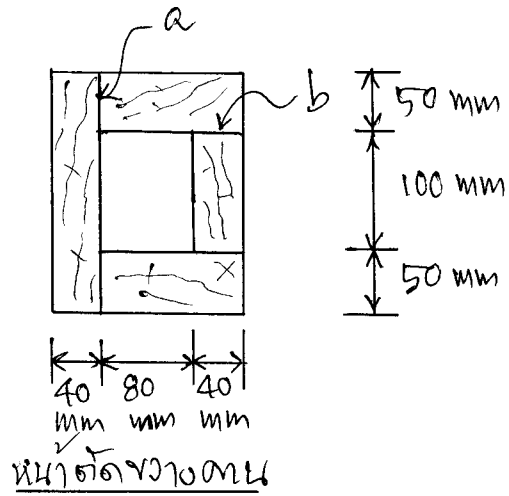
ทฤษฎีในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้น และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ข้อ 1 (20 คะแนน)

คานประกอบทำด้วยไม้และเหล็กกล้า (steel) ที่มี modulus of elasticity เท่ากับ 10 GPa และ 200 GPa ตามลำดับ นำมายึดติดกันด้วยตะปูเกลียวตำแหน่งละ 2 ตัว แต่ระยะตำแหน่งห่างกัน 100 mm สมมติเสมอตลอดความยาวคาน คานประกอบนี้รับแรงและมีหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป โดยไม่ต้องคิมน้ำหนักของคาน จงคำนวณหา bending stress สูงสุดที่เกิดขึ้นในไม้และ steel และหาแรงเฉือนสูงสุดที่เกิดในตะปูหนึ่งตัว

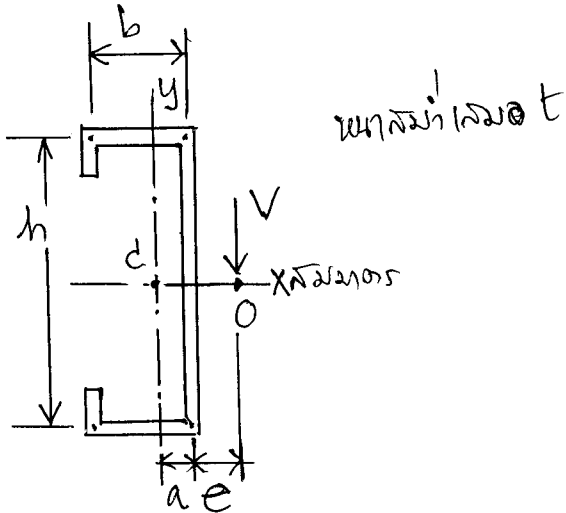


ข้อ 2 (8 คะแนน) กาน มีหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป ทำด้วยไม้เนื้อแข็ง 4 ชั้นนำมายึดติดกันด้วยกาว รับแรงเฉือน 10 kN ในแนวตั้ง สมมุติว่า shear stress ที่แต่ละรอยต่อกาวมีค่าสม่ำเสมอตามแนวรอยต่อนั้น ๆ จงหา shear stress ที่รอยต่อกาว a และ b



ข้อ 3 (10 คะแนน) งานทำด้วย light lip channel มีหน้าตัดขวางและ รับแรงเฉือนภายใน V ในแนวดิ่งที่มีทิศลง ผ่าน shear center O ดังแสดง แกน x (เป็นแกนสมมาตร) และแกน y ตั้งฉากกันและตัดกันที่เซนทรอยด์ C ของพื้นที่หน้าตัดขวาง **โดยไม่ต้องคำนวณ**

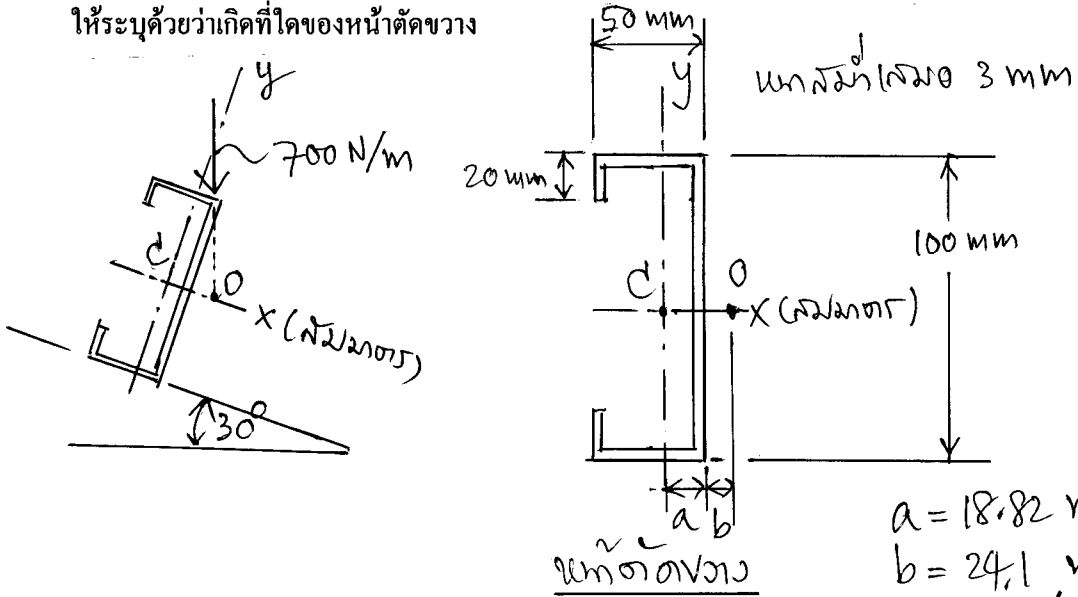
- (a) จงสเก็ตช์ shear flow บนหน้าตัดขวาง
- (b) จงสเก็ตช์ distribution (การแผ่กระจาย) ของ shear flow บน เส้นกึ่งกลางความหนาของหน้าตัดขวาง
- (c) จงแสดงแรงเฉือนย่อยที่เกิดขึ้นบนหน้าตัดขวาง พร้อมทั้งกำหนดหรือระบุชื่อแรงย่อยต่าง ๆ
- (d) จงเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ของแรงเฉือนย่อยกับแรงเฉือนภายใน V
- (e) จงเขียนสมการที่ใช้ในการหาดำแหน่งของ shear center O (นั่นคือสมการที่ใช้หา e)



ข้อ 4 (12 คะแนน)

แปเหล็กกล้าชนิด light lip channel มีความหนาสม่ำเสมอ $t = 3 \text{ mm}$ รับกระเบื้องหลังคาที่เอียงทำมุม 30° กับแนวราบดังแสดงในรูป แปนี้เป็น simple beam มีความยาวช่วง (span) 4 m รับแรงแผ่กระจายสม่ำเสมอ 700 N/m ในแนวตั้งผ่าน shear center O ของหน้าตัดขวาง แกน x (เป็นแกนสมมาตร) และแกน y ตั้งฉากกันและตัดกันที่เซนทรอยด์ C ของพื้นที่หน้าตัดขวาง

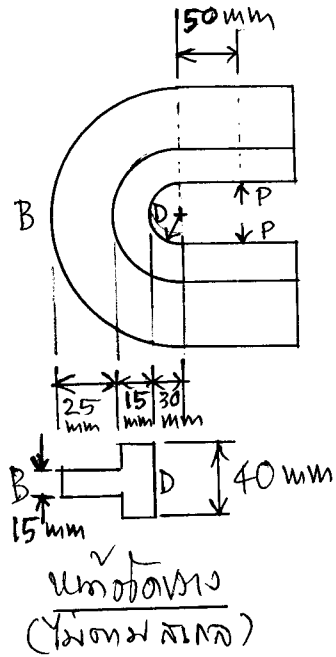
- (a) จงแสดง vector ของ maximum bending moment M บนหน้าตัดขวาง (แสดงทิศที่ถูกต้อง)
- (b) จงหาตำแหน่งของแกนสะเทิน (neutral axis) โดยแสดงภาพแกนสะเทินลงในรูปด้วย
- (c) จงหาความเค้นดัดสูงสุดทั้งทางด้านดึงและด้านอัด (maximum tensile and compressive bending stress) และให้ระบุว่าเกิดที่ใดของหน้าตัดขวาง



$a = 18.82 \text{ mm}$
 $b = 24.1 \text{ มม}$
 $I_x = 1.067 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 $I_y = 285 \times 10^3 \text{ mm}^4$

ข้อ 5 (20 คะแนน) แท่งโค้งรูปตัว C มีหน้าตัดขวางรูปตัว T รับแรง $P = 2 \text{ kN}$ ดังแสดงในรูป

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



ข้อ 6 (15 คะแนน) ทรงกระบอกผนังหนาปลายเปิดรับ pressure ภายใน 60 MPa และมีหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป

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

ให้ระบุว่า stress ที่หาได้เป็น tensile หรือ compressive stress

กำหนดให้ $E = 200 \text{ GPa}$, $\nu = 0.25$

