

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำปีการศึกษาที่ 2
วันเสาร์ที่ 17 ธันวาคม 2548
วิชา 220-202, 221-202 กลศาสตร์ของแข็ง 2

ปีการศึกษา 2548
เวลา 13:30 - 16:30 น.
ห้องสอบ R201

ชื่อ-สกุล รหัส

คำชี้แจง

1. ข้อสอบทั้งหมดมี 6 ข้อ รวม 90 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมี 8 หน้า (รวมหน้านี้) ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำตอบนี้ หากไม่พอให้ใช้หน้าว่างด้านซ้ายมือ (หน้าหลังของแผ่นก่อน ไม่ใช่หน้าหลังของข้อที่กำลังทำ)
4. ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
5. อนุญาตให้ตอบด้วยดินสอดำได้ (ควรใช้ชนิด B)
6. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิดเพียงเครื่องเดียว เครื่องคิดเลขสำรองต้องฝากผู้คุมสอบไว้ เมื่อแบตเตอรี่ของเครื่องที่ใช้อยู่หมด จึงจะนำไปแลกเอาเครื่องสำรองมาใช้ได้
7. ให้เขียนชื่อ-สกุล รหัส ลงในหน้าแรก และเขียนรหัสในที่ที่เว้นไว้ให้ที่มุมบนขวาทุกของแผ่นที่เหลืออีกคำสั่ง หักคะแนนจุดละ 1 คะแนน
8. ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใด ๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ

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

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

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

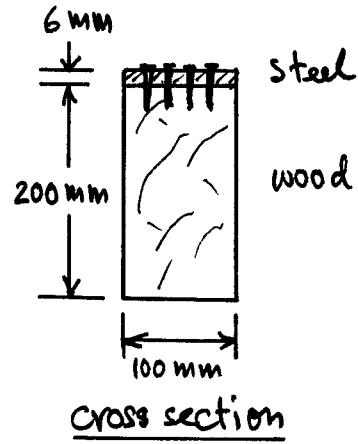
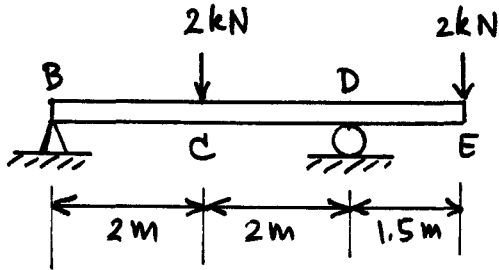
ฟูกิจ นิลรัตน์ ผู้ออกข้อสอบ

ข้อ 1. มี 2 ข้อย่อย คือ 1.1 (15 คะแนน) และ 1.2 (5 คะแนน)

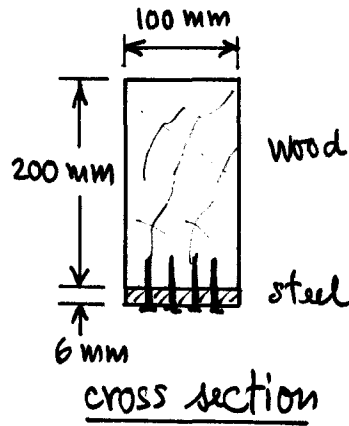
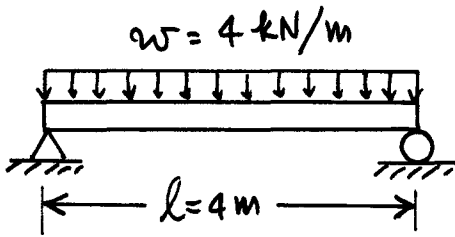
ข้อ 1.1 (15 คะแนน) คานประกอบทำด้วยไม้และเหล็กกล้า ที่มีโมดูลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity) เท่ากับ 10 GPa และ 200 GPa ตามลำดับ นำมายึดติดกันด้วยตะปูเกลียวตำแหน่งละ 4 ตัว แต่ละตำแหน่งห่างกัน 60 mm สม่่าเสมอตลอดความยาวคาน คานประกอบนี้รับแรงและมีหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป โดยไม่ต้องคิดน้ำหนักของคาน

(a) จงหาความเค้นดัดสูงสุด (ไม่คิดเครื่องหมาย) ที่เกิดขึ้นในวัสดุทั้งสอง

(b) จงหาแรงเฉือนสูงสุดที่ตะปูเกลียวทั้ง 4 ตัว ของแต่ละตำแหน่งจะต้องรับ



1.2 (5 คะแนน) เมื่อ simple beam ที่ทำด้วย homogeneous material มีความยาวช่วง l รับ uniformly distributed load w มีค่า EI คงตัว ระยะ โกงตัวสูงสุด (maximum vertical deflection) ของคานเท่ากับ $5wl^4/(384EI)$ เมื่อนำคานที่มี cross section คล้ายกับคานประกอบในข้อ 1.1 โดยแผ่นเหล็กจะยึดติดอยู่ด้านล่างแทนที่จะอยู่ด้านบน และรับ load ดังแสดง จงหา maximum vertical deflection ของคานประกอบนี้

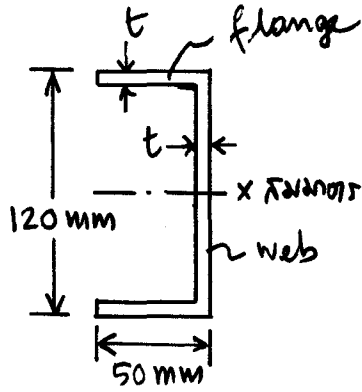


cross section

ข้อ 2 (15 คะแนน) คานช่วงเดียวธรรมดา (simply supported beam) เป็น light channel ผนังบางสม่ำเสมอ

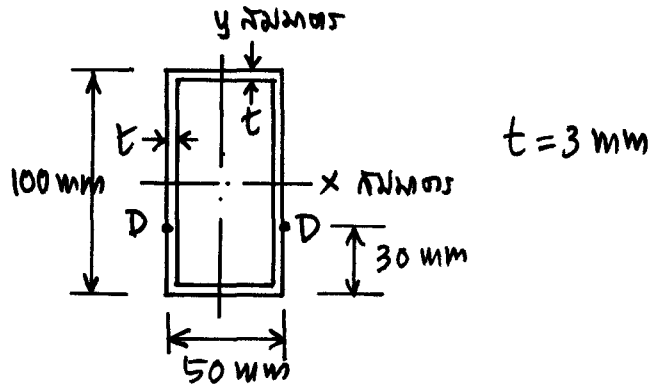
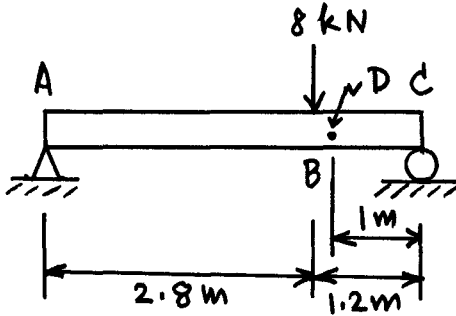
$t = 4 \text{ mm}$ มีหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป และรับแรงเฉือนในแนวตั้งผ่าน shear center O

- (a) จงสเก็ต (sketch) ขนาดและทิศของ shear flow
- (b) จงแสดงแรงเฉือนย่อยในปีก (flange) และใน web
- (c) จงคำนวณหาตำแหน่งของ shear center ของหน้าตัดขวางของคานนี้



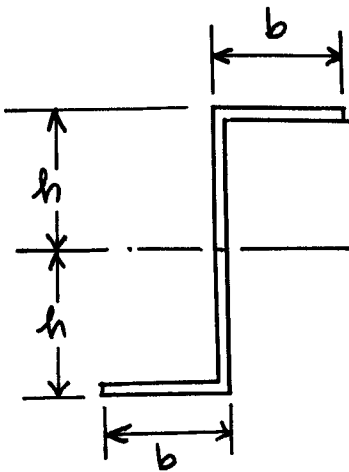
ข้อ 3 (15 คะแนน) คานช่วงเดียวธรรมดา (simply supported beam) เป็นคานกล่องกลวงเหล็กกล้า (steel rectangular tube) ที่มีหน้าตัดขวางและรับแรงดังแสดงในรูป โดยไม่คานน้ำหนักคาน

- (a) จงคำนวณหา state of stress (สถานะความเค้น) ที่ D ซึ่งอยู่เหนือขอบล่าง 30 mm ที่ section ดังแสดง (แสดงขนาดและทิศของ normal stress และ shear stress บนหน้า (face) x และ y ที่ D)
- (b) จง sketch Mohr's circle ของ state of stress ในข้อ (a)
- (c) จงคำนวณหา maximum principal stress (ไม่คิดเครื่องหมาย) ที่ D โดยอาศัย Mohr's circle ในข้อ (b)
- (d) แสดงระนาบโดยประมาณ (ไม่ต้องคำนวณ) ที่เกิด principal stress นั้น



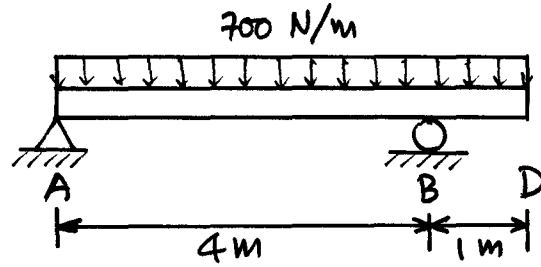
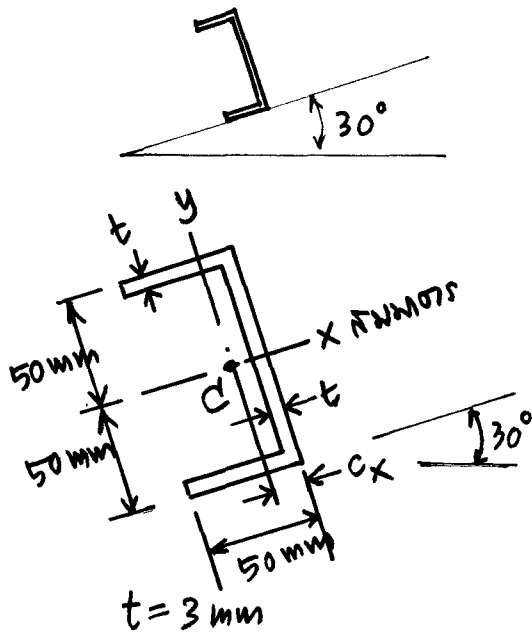
ข้อ 4 (10 คะแนน) คานช่วงเดียวธรรมดา (simply supported beam) เป็นคานผนังบางสม่ำเสมอ 3 mm มีหน้าตัดขวาง 2 แบบดังแสดงในรูป แต่ละแบบรับแรงในแนวตั้ง (\downarrow) ผ่าน shear center ของหน้าตัดขวาง ในแต่ละแบบของหน้าตัดขวาง จง

- (a) แสดงตำแหน่งโดยประมาณของ shear center O และ centroid C ของพื้นที่หน้าตัดขวาง
- (b) แสดงตำแหน่งโดยประมาณของ principal centroidal axes (แกน u และ v) ของพื้นที่หน้าตัดขวาง โดยให้ I_u มากกว่า I_v
- (c) แสดงตำแหน่งโดยประมาณของ neutral axis



ข้อ 5 (15 คะแนน) แปเหล็กกล้าชนิด light channel มีความหนาสม่ำเสมอ $t = 3 \text{ mm}$ รับกระเบื้องหลังคาที่เอียงทำมุม 30° กับแนวราบ แปนี้เป็น overhanging beam ดังแสดงในรูป รับแรงแผ่กระจายสม่ำเสมอ 700 N/m ในแนวตั้งผ่าน shear center ของหน้าตัดขวาง

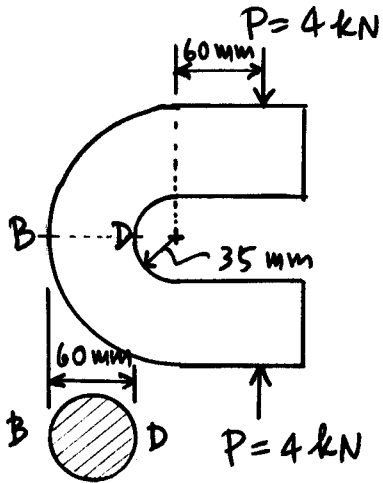
- (a) จงแสดง vector ของ bending moment M บนหน้าตัดขวางที่ B (แสดงทิศที่ถูกต้อง)
- (b) จงหา c_x และ I_x
- (c) จงหาตำแหน่งของแกนสะเทิน (neutral axis) โดยแสดงภาพแกนสะเทินลงในรูปด้วย *รอย section ที่ B*
- (d) จงหาความเค้นดัดสูงสุดทางด้านอัด (maximum compressive bending stress) และให้ระบุว่าเกิดที่ใดของหน้าตัดขวาง



C เป็น centroid ของพื้นที่ cross section
 $I_y = 143.4 \times 10^3 \text{ mm}^4$

ข้อ 6 (15 คะแนน) แท่งโค้งรูปตัว C มีหน้าตัดขวางรูปวงกลมตัน รับแรง $P = 4 \text{ kN}$ ดังแสดงในรูป กำหนดให้ Z ของหน้าตัดขวางของคานโค้งที่มีรัศมีความโค้งของแกนของคาน R หน้าตัดรูปวงกลมตันที่มีรัศมี r มีค่าเท่ากับ $-1 + 2(R/r)^2 - 2(R/r)\sqrt{(R/r)^2 - 1}$

- (a) จงหาความเค้นแนวเส้นรอบวงที่ B และ D
- (b) จงสเก็ตการแผ่กระจายของความเค้นแนวเส้นรอบวงตามแนว BD



cross section