มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบไล่ ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2550

วันจันทร์ที่ 25 กุมภาพันธ์ 2551 เวลา 13:30 - 16:30 น

วิชา 220-202, 221-202 กลศาสตร์ของแข็ง 2 ห้องสอบ A400

ชื่อ-สกุล ..... **รหัส** .....

คำชี้แจง

1. ข้อสอบทั้งหมดมี 6 ข้อ รวม 80 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมี 7 หน้า (รวมหน้านี้) ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำถามนี้ **หากไม่พอให้ใช้หน้าว่างด้านซ้ายมือ** (หน้าหลังของแผ่นก่อน ไม่ใช่หน้าหลังของข้อที่กำลังทำ) ผิดคำสั่งหัก 1 คะแนน/ข้อ
4. ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
5. อนุญาตให้ตอบด้วยดินสอดำได้ (ควรใช้ชนิด B)
6. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิดเพียงเครื่องเดียว เครื่องคิดเลขสำรองต้องฝากผู้คุมสอบไว้ เมื่อแบตเตอรี่ของเครื่องที่ใช้อยู่หมด จึงจะนำไปแลกเอาเครื่องสำรองมาใช้ได้ เก็บอะไรก็ได้ในหน่วยความจำ (memory) ของเครื่องคิดเลขเท่านั้น
7. ให้เขียนชื่อ-สกุล รหัส ลงในหน้าแรก และเขียนรหัสในที่ที่เว้นไว้ให้ที่มุมบนขวาทุกของแผ่นที่เหลือ ผิดคำสั่งหักคะแนนจุดละ 1 คะแนน
8. ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใด ๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ

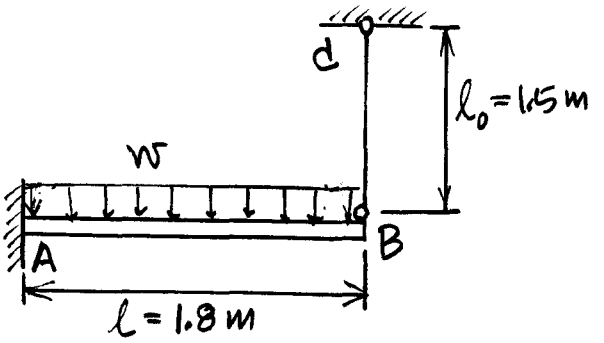
ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้น และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ข้อ	คะแนนเต็ม	ได้
1	15	
2	12	
3	8	
4	15	
5	15	
6	15	
รวม	80	

ฟูกิจ นิลรัตน์ ผู้ออกข้อสอบ

รหัส..... .....

ข้อ 1 *(15 คะแนน)* คานยื่น AB ขนาดสม่ำเสมอ (EI constant) รับ uniformly distributed load ที่ปลาย B ถูกยึดด้วยเคเบิล BC ดังแสดงในรูป ก่อนที่จะมีแรงมากระทำต่อคานเคเบิลตึงพอดีโดยไม่มีแรงในเคเบิล จงวิเคราะห์หาdeflection ที่ B



$E_{คาน} = E_{เคเบิล} = 200$ GPa

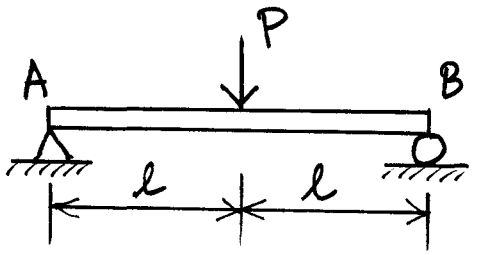
$I_{คาน} = 18 \times 10^6$ mm^4

พ.ท.หน้าตัด $A_{เคเบิล} = 30$ mm^2

$w = 8$ kN/m

รหัส..... .....

ข้อ 2 *(12 คะแนน)* Simple beam AB ขนาดสม่ำเสมอ (EI constant) รับ point load P ที่ midspan ดังแสดงในรูป โดยไม่ต้องคิด shear deformation และไม่คิดน้ำหนักของคาน จงใช้ unit-load method หรือ Castigliano's second theorem หา rotation ที่ A (แสดงการ integrate)

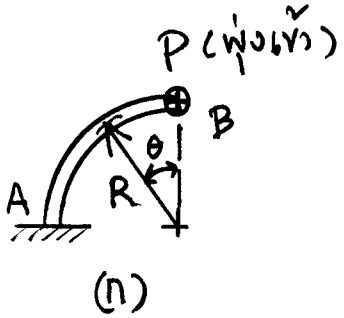


ข้อ 3 *(8 คะแนน)* คานขนาดสม่ำเสมอ (E, G, A, I, J constant) มี cross-section เป็นรูปวงกลมนำมาโค้งเป็นรูปหนึ่งในสี่ของวงกลมในระนาบโดยรัศมี R ของวงกลมที่มีขนาดมากกว่าขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของ cross-section มาก ๆ ถูก fixed ไว้ที่ A และรับแรง P ที่ปลายอิสระ B ตั้งฉากกับระนาบของคานโดยมีทิศพุ่งเข้าไป ดังแสดงในรูป (ก) เมื่อพิจารณา free body diagram ของส่วนของคานที่ θ ใดๆ ดังแสดงในรูป (ข)

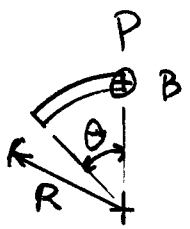
(a) มีแรงภายในอะไรบ้าง

(b) ถ้ามีแรงภายในเป็น bending moment M(θ) กำหนดให้ M(θ) = Pa จงเขียนแสดงระยะ a ลงในรูป และหาระยะ a และเขียนแสดงทิศของ vector ของ M(θ) ลงในรูป

(c) ถ้ามีแรงภายในเป็น twisting moment T(θ) กำหนดให้ T(θ) = Pb จงเขียนแสดงระยะ b ลงในรูป และหาระยะ b และเขียนแสดงทิศของ vector ของ T(θ) ลงในรูป



(ก)

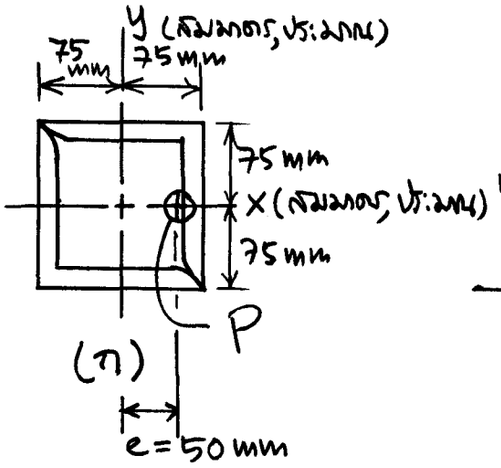


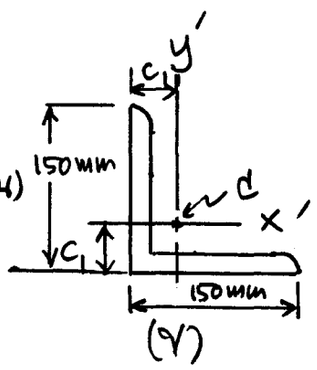
(ข)

ข้อ 4 *(15 คะแนน)* Steel column สูง 3 m ทำโดยการนำเหล็กฉากสองเส้นมาเชื่อมติดกัน รับ axial compression P ที่มีการเยื้องศูนย์ 50 mm และมี cross-section ดังแสดงในรูป (ก) สมบัติของ cross section ของเหล็กฉากที่ได้จากตารางเหล็กได้แสดงไว้ในรูป (ข) steel มี yield strength σ_y = 240 MPa, E_S = 200 GPa กำหนดให้ทั้งสองปลายของเสาถูกยึดแบบหมุด (pinned) จะออกแบบโดยไม่ใช้มาตรฐาน วสท. หรือ AISC แต่จะใช้ critical stress σ_{cr} ดังแสดงในรูป (ค)

(a) จงหาค่า allowable compressive stress σ_a (เมื่อรับ concentric axial load) โดยมีเงื่อนไขว่าเมื่อ slenderness ratio $\leq a$, $\sigma_a = \sigma_y / F.S.$ แต่เมื่อ slenderness ratio $\geq a$, $\sigma_a = \pi^2 E/(l_e/r)^2 / F.S.$ โดยใช้ส่วนปลอดภัย (F.S.) = 3

(b) กำหนดให้ allowable bending stress $\sigma_b = 0.6\sigma_y$ และ allowable compressive stress σ_a ตามข้อ (a) จงใช้ interaction method หาขนาดของแรง P ที่ยอมให้ ตามเกณฑ์ $(P/A)/\sigma_a + (M_x/S_x)/\sigma_b + (M_y/S_y)/\sigma_b \leq 1$





$I_{x'} = I_{y'} = 7.41 \times 10^6$ mm^4

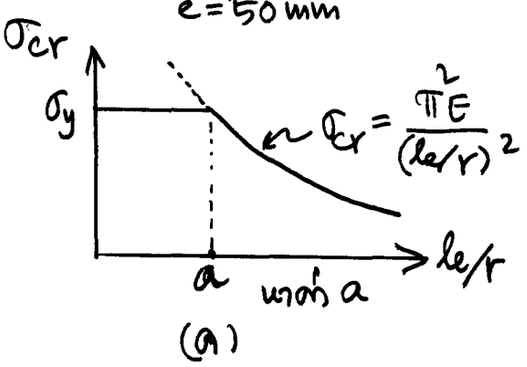
$r_{x'} = r_{y'} = 46.$ mm

$S_{x'} = S_{y'} = 68.1 \times 10^3$ mm^3

w.n.A $= 3477$ mm^2

c เป็น centroid ของ w.n. พื้นที่ตัด

$c_1 = 41.4$ mm

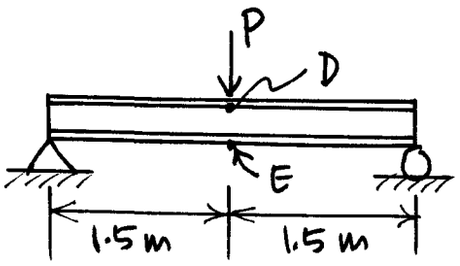


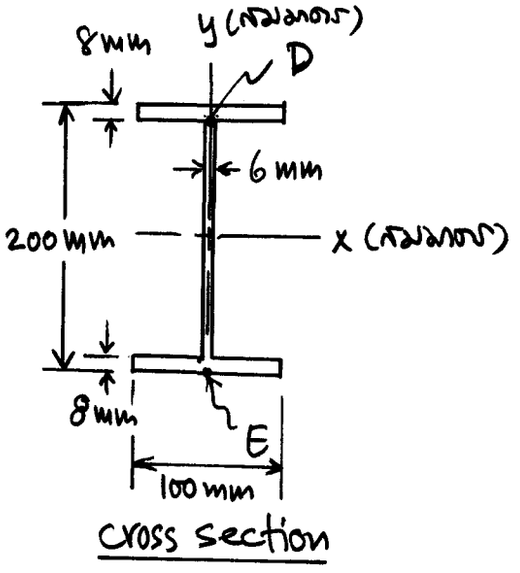
รหัส.....

ข้อ 5 *(15 คะแนน)* Steel beam รับน้ำหนักและมีหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป ทำด้วย wide flange ที่มี yield s rength σ_y = 240 MPa, E = 200 GPa, Poisson's ratio $\nu = 0.25$ โดยไม่คิดน้ำหนักของคาน

(a) กำหนดให้ P = 30 kN จงคำนวณหา factor of safety ที่จุด D (เป็นจุดที่รอยต่อของปีกบน (upper flange) กับ web) และที่จุด E โดยใช้เกณฑ์ของ maximum shear stress theory

(b) กำหนดให้ factor of safety เท่ากับ 2.5 ตามเกณฑ์ของ maximum shear stress theory จงหา allowable load P





รหัส.....

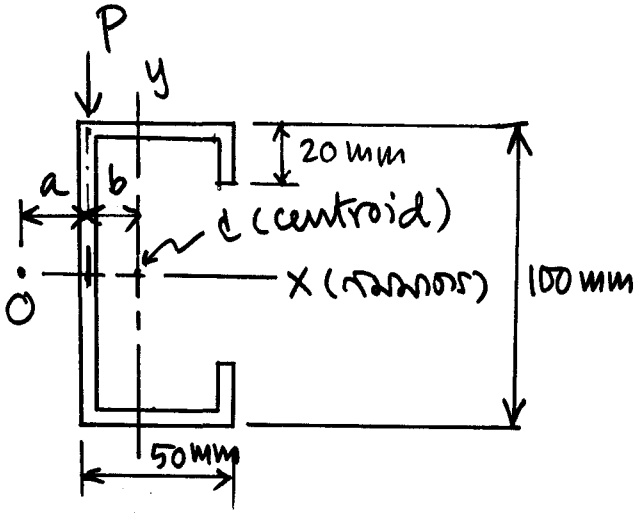
ข้อ 6 *(15 คะแนน)* คานยื่นเหล็กกล้าผนังบางทำด้วย light lip channel มีความหนาสม่ำเสมอ t = 4 mm ดังแสดงในรูปตัดขวาง (ก) รับแรง P ที่ปลายดังแสดงในรูป (ข) และ (ก) จงหา maximum shear stress ในแนวดิ่งที่เกิดขึ้น (โดยไม่คิด stress concentration ที่มุมใน) โดยให้ระบุด้วยว่าเกิดขึ้นที่ใด

$p/S = 2G\theta$

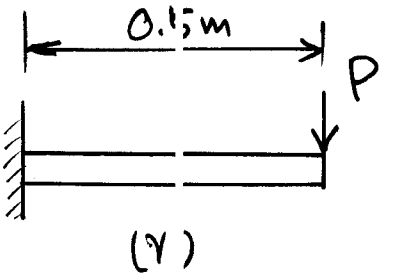
$\tau = 2G\theta x$

$\tau_{max} = 3M_t / (bt^2)$

$M_t = G\theta bt^3/3$



(ก)



(ข)

P = 500 N

O เป็น shear center

a = 20 mm (ปร: 2 ขอ)

b = 17 mm (ปร: 2 ขอ)