# มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

## คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2551

วันศุกร์ที่ 27 กุมภาพันธ์ 2552 เวลา 13:30 - 16:30 น.

วิชา 221-202 กลศาสตร์ของแข็ง 2 ห้องสอบ หัวหุ่น

---

**ชื่อ-สกุล** ..... **รหัส** .....

## คำชี้แจง

1. ข้อสอบทั้งหมดมี 6 ข้อ รวม 85 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมี 7 หน้า (รวมหน้านี้) ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำถามนี้ **หากไม่พอให้ใช้หน้าว่างด้านซ้ายมือ** (หน้าหลังของแผ่นก่อน ไม่ใช่หน้าหลังของข้อที่กำลังทำ) ผิดคำสั่งหักคะแนนข้อละ 1 คะแนน (เฉพาะข้อที่ทำผิดคำสั่ง)
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

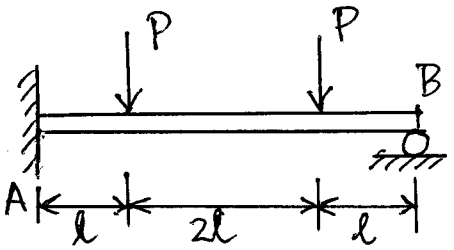
**ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้น และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา**

| ข้อ | คะแนนเต็ม | ได้ |
|---|---|---|
| 1 | 15 | |
| 2 | 15 | |
| 3 | 10 | |
| 4 | 15 | |
| 5 | 15 | |
| 6 | 15 | |
| รวม | 85 | |

ฟูกิจ นิลรัตน์ ผู้ออกข้อสอบ

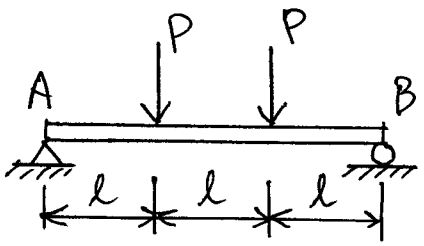
รหัส.....

**ข้อ 1** *(15 คะแนน)* คาน AB ขนาดสม่ำเสมอ (EI constant) รับ load ดังแสดงในรูป จงวิเคราะห์หาแรงปฏิกิริยาทั้งหมด แล้วเขียน shear force diagram (SFD) และ bending moment diagram (BMD)



รหัส.....

**ข้อ 2** *(15 คะแนน)* Simple beam AB ขนาดสม่ำเสมอ (EI constant) รับ load ดังแสดงในรูป โดยไม่ต้องคิด shear deformation และไม่คิดน้ำหนักของคาน จงใช้ unit-load method หรือ Castigliano's second theorem หา maximum vertical deflection (แสดงการ integrate)



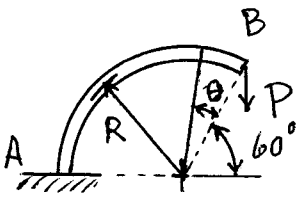
**ข้อ 3** *(10 คะแนน)* คานขนาดสม่ำเสมอ (E, G, A, I, J constant) มี cross-section เป็นรูปวงกลมนำมาโค้งเป็นส่วนของวงกลมในระนาบโดยรัศมี R ของวงกลมที่มีขนาดมากกว่าขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของ cross-section มาก ๆ ถูก fixed ไว้ที่ A และรับแรง P ที่ปลายอิสระ B ดังแสดงในรูป จงหาแรงภายใน (ในพจน์ของ P, R, $\theta$) ที่ section $\theta$ ใดๆ แรงภายในที่ต้องหา ได้แก่

axial force $N(\theta)$

shear force $V(\theta)$

bending moment $M(\theta)$

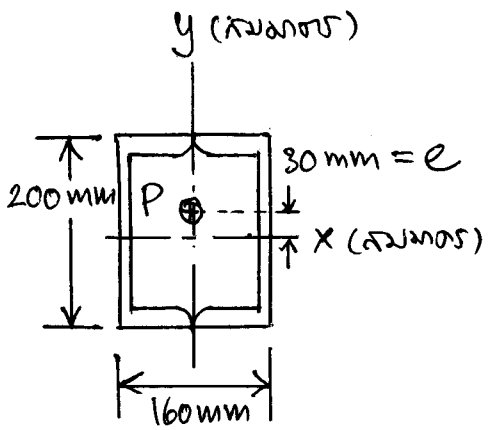
twisting moment $T(\theta)$



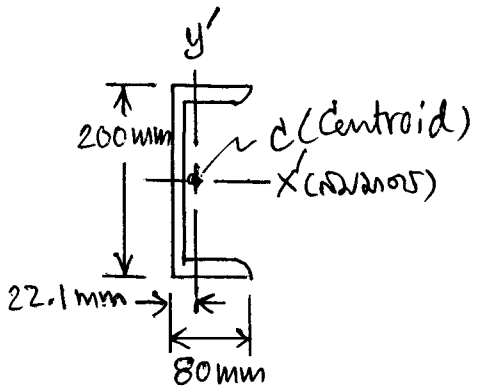
**ข้อ 4** *(15 คะแนน)* Steel column สูง 4 m ทำโดยการนำเหล็กราง (channel) สองเส้นมาเชื่อมติดกัน รับ axial compression P ที่มีการเยื้องศูนย์ 30 mm และมี cross-section ดังแสดงในรูป (ก) สมบัติของ cross section ของเหล็กรางที่ได้จากตารางเหล็กได้แสดงไว้ในรูป (ข) steel มี yield strength $\sigma_y$ = 240 MPa, $E_S$ = 200 GPa กำหนดให้ทั้งสองปลายของเสาถูกยึดแบบหมุด (pinned) **จะออกแบบโดยไม่ใช้มาตรฐาน วสท. หรือ AISC** แต่จะใช้ critical stress $\sigma_{cr}$ ดังแสดงในรูป (ค)

(a) จงหาค่า n และ allowable compressive stress $\sigma_a$ (เมื่อรับ concentric axial load) โดยมีเงื่อนไขว่าเมื่อ slenderness ratio $\leq n$, $\sigma_a = \sigma_y$ / F.S. แต่เมื่อ slenderness ratio $\geq n$, $\sigma_a = \pi^2 E/(l_e/r)^2$ / F.S. โดยใช้ส่วนปลอดภัย (F.S.) = 2.5

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




(ก)

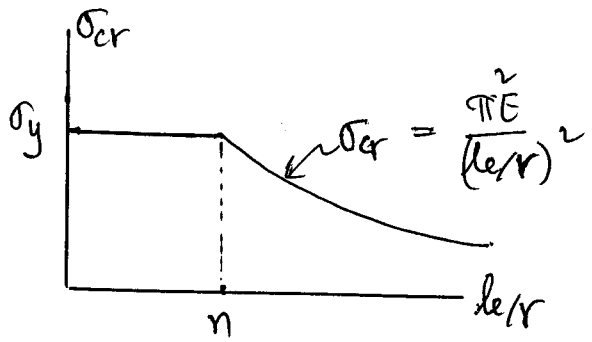



$A = 3133\ mm^2$

$I_{x'} = 19.50 \times 10^6\ mm^4$

$I_{y'} = 1.68 \times 10^6\ mm^4$

(ง)



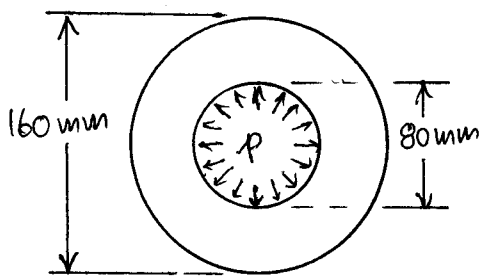

(ค)

รหัส.....

**ข้อ 5** *(15 คะแนน)* ทรงกระบอกผนังหนาปลายเปิดมีหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป รับ pressure ภายใน p กำหนดให้ทรงกระบอกทำด้วย steel ที่มี yield strength $\sigma_y$ = 240 MPa, E = 200 GPa, Poisson's ratio $\nu$ = 0.25 และกำหนดให้ factor of safety = 3 จงคำนวณหา allowable pressure p โดยใช้

(a) maximum principal stress theory

(b) maximum shear stress theory



รหัส.....

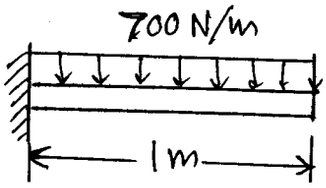
**ข้อ 6** *(15 คะแนน)* คานยื่นเหล็กกล้าผนังบางทำด้วย light lip channel มีความหนาสม่ำเสมอ t = 3.2 mm ดังแสดงในรูป ตัดขวาง (ก) รับแรง P ที่ปลายดังแสดงในรูป (ข) และ (ก) จงหา maximum shear stress ในแนวดิ่งที่เกิดขึ้น (โดยไม่คิด stress concentration ที่มุมใน) โดยให้ระบุด้วยว่าเกิดขึ้นที่section ใด และที่ตำแหน่งใดของ cross section

$p/S = 2G\theta$

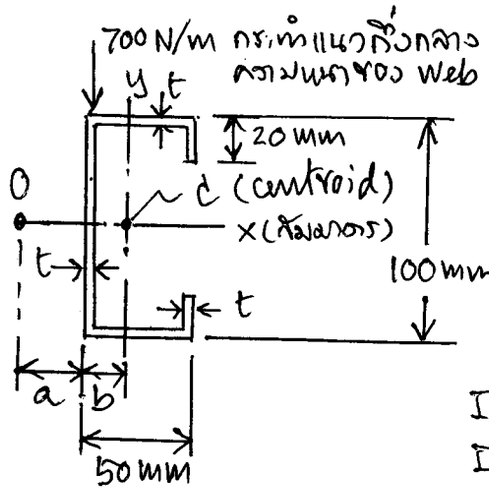
$\tau = 2G\theta x$

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

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




(ข)




(ก)

C centroid

O Shear center

$a = 23.82$ mm

$b = 18.82$ mm

$t = 3.2$ mm

$I_x = 1.130 \times 10^6$ mm$^4$

$I_y = 262 \times 10^3$ mm$^4$