

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำปีการศึกษาที่ 2

ปีการศึกษา 2547

วันพุธที่ 2 มีนาคม 2548

เวลา 13:30 - 16:30 น.

วิชา 220-202, 221-202 กลศาสตร์ของแข็ง 2

ห้องสอบ A203

ชื่อ-สกุล รหัส

คำชี้แจง

1. ข้อสอบทั้งหมดมี 7 ข้อ รวม 105 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมี 8 หน้า (รวมหน้านี้) ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำตอบนี้ หากไม่พอให้ใช้หน้าว่างด้านซ้ายมือ (หน้าหลังของแผ่นก่อน ไม่ใช้หน้าหลังของข้อที่กำลังทำ)
4. ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
5. อนุญาตให้ตอบด้วยดินสอดำได้ (ควรรู้นิยาม B)
6. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิดเพียงเครื่องเดียว เครื่องคิดเลขสำรองต้องฝากผู้คุมสอบไว้เมื่อเบตเตอรี่ของเครื่องที่ใช้อยู่หมด จึงจะนำไปแลกเอาเครื่องสำรองมาใช้ได้
7. ให้เขียนชื่อ-สกุล รหัส ลงในหน้าแรก และเขียนรหัสในที่ที่เว้นไว้ให้ที่มุมบนขวาทุกของแผ่นที่เหลือ ผิดคำสั่งหักคะแนนจุดละ 1 คะแนน
8. ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใด ๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
9. โทรศัพท์มือถือต้องปิดเครื่องและนำมาวางหน้าห้องสอบ ผู้คุมสอบไม่รับผิดชอบการสูญหาย
10. ทูจริต โทษ E วิชานี้ (หรือวิชาอื่นด้วย) และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษาปกติหรือมากกว่า

ข้อ	คะแนนเต็ม	ได้
1	15	
2	15	
3	15	
4	15	
5	15	
6	15	
7	15	
รวม	105	

ฟูกิจ นิลรัตน์ ผู้ออกข้อสอบ

ข้อ 1 (15 คะแนน) ทรงกระบอกผนังหนาปลายเปิดมีหน้าตัดขวางดังแสดง รับ pressure ภายใน 70 MPa

ทำด้วย steel ที่มี $E = 200 \text{ GPa}$, $\sigma_y = 240 \text{ MPa}$ และ $\nu = 0.25$

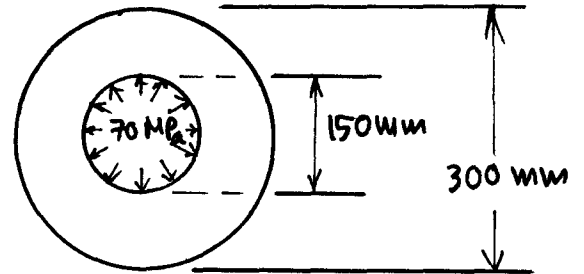
(a) จงหา radial deflection ที่ขอบในและขอบนอก

(b) จงหา factor of safety ที่ต่ำที่สุดตามเกณฑ์ของ maximum shear stress theory โดยให้ระบุด้วยว่าต่ำสุดที่ใด

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

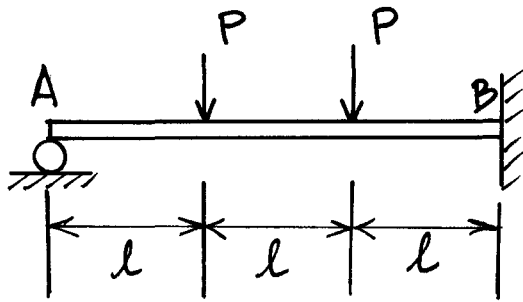
$$\sigma_r = \frac{p_2 r_2^2 - p_1 r_1^2 + (r_1^2 r_2^2 / \rho^2)(p_1 - p_2)}{r_2^2 - r_1^2}$$

$$\delta = \rho \epsilon_t$$

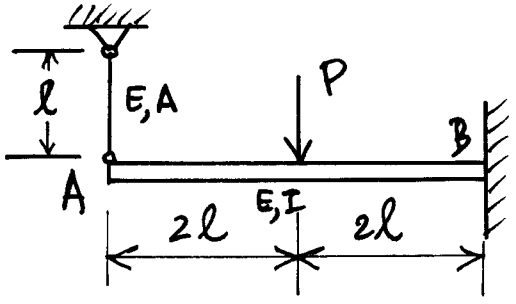


cross-section

ข้อ 2 (15 คะแนน) คานขนาดสม่ำเสมอ (EI constant) รับแรงดังแสดงในรูป จงวิเคราะห์หาแรงปฏิกิริยาทั้งหมด แล้วเขียน shear force diagram (SFD) และ bending moment diagram (BMD)



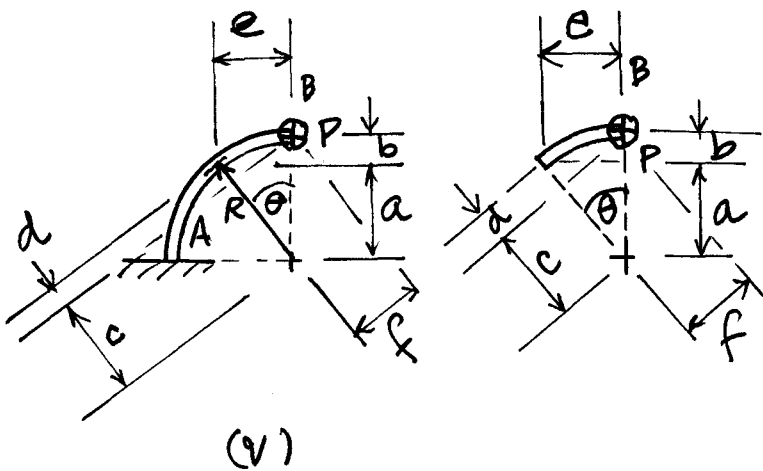
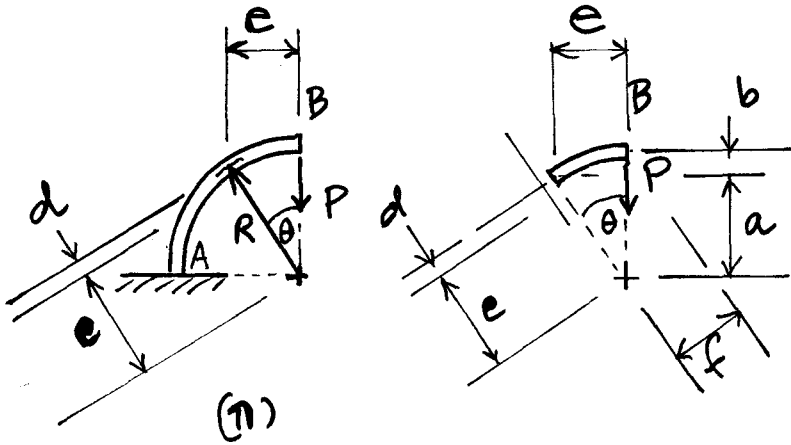
ข้อ 3 (15 คะแนน) คาน AB ขนาดสม่ำเสมอ (EI constant) รัป point load P ดังแสดงในรูป ที่ปลาย A ถูกยึดด้วยลวดขนาดสม่ำเสมอ (EA constant) ที่ยาว l โดยไม่ต้องคิด shear deformation และไม่คิมน้ำหนักของคาน จงคำนวณหาแรงในลวด กำหนดให้ $I = A l^2$ แล้วเขียน shear force diagram (SFD) และ bending moment diagram (BMD) ของคาน AB



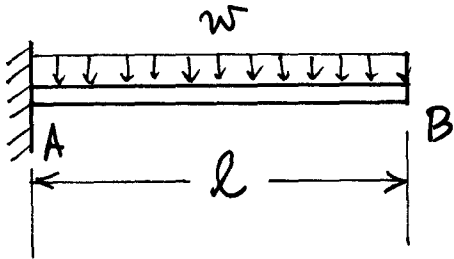
ข้อ 4 (15 คะแนน) กานขนาดสม่ำเสมอ (E, G, A, I, J constant) มี cross-section เป็นพื้นที่รูปวงกลมนำมาโค้งเป็นรูปเสี้ยว (หนึ่งในสี่) ของวงกลมในระนาบ โดยมีรัศมี R ของความโค้งของวงกลมที่มีขนาดมากกว่าขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของ cross-section มาก ๆ ถูก fixed ไว้ที่ A และรับแรง P ที่ปลายอิสระ B จงหาขนาดและทิศแรงภายในทั้งหมดที่เกิดขึ้นที่ section θ ใด ๆ ในพจน์ของ a, b, c, d, e, f, θ และ P เมื่อ

(ก) แรง P กระทำที่ B ในระนาบของกาน ดังแสดงในรูป (ก)

(ข) แรง P กระทำที่ B ตั้งฉากกับระนาบของกาน โดยมีทิศพุ่งเข้า ดังแสดงในรูป (ข)



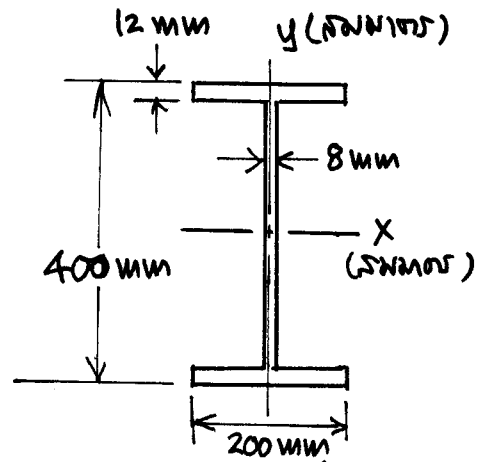
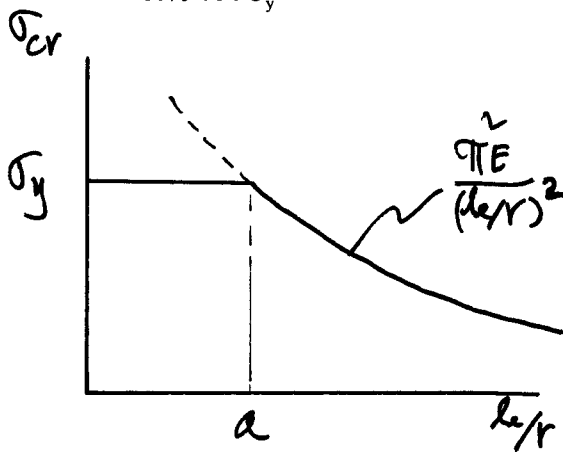
ข้อ 5 (15 คะแนน) Cantilever beam ขนาดสม่ำเสมอ (EI constant) รั้บ uniformly distributed load w ดังแสดง จงใช้ unit-load method หรือ Castigliano's second theorem หา vertical deflection และ slope หรือ rotation ที่ B โดยไม่คิด shear deformation และแสดงการ integrate



ข้อ 6 (15 คะแนน) ต้องการออกแบบ steel column โดยไม่ใช้ข้อกำหนดของ AISC หรือ วสท. แต่จะใช้ curve ที่ plot ระหว่าง critical stress และ slenderness ratio ของ steel column ดังแสดงในรูป นั่นคือเมื่อ เป็นเสายาว ($l/r > a$) column จะเกิด elastic buckling ตามสมการของ Euler และเมื่อ $l/r < a$ จะเกิด yielding กำหนดให้ทั้งสองปลายของเสาถูกยึดแบบหมุด (pinned) สูง 5 m มี cross-section ดังแสดง รับ axial load P และรับ bending moment รอบแกน x เท่ากับ 20 kN.m steel มี yield strength $\sigma_y = 240$ MPa, $E = 200$ GPa

ในการหา allowable stress เนื่องจาก centric axial load ให้ใช้ critical stress ตาม curve นี้ และใช้ factor of safety = 2.2 สำหรับทุกค่าของ slenderness ratio

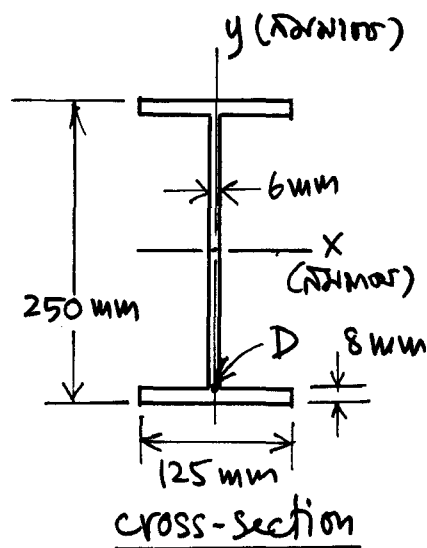
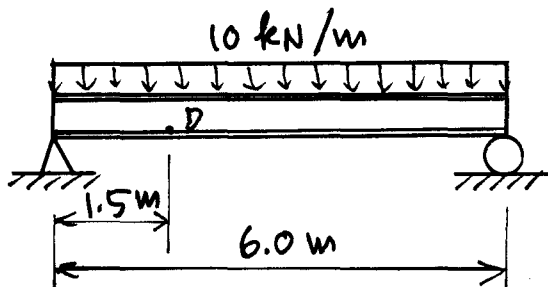
- (a) จงหาค่าของ a ใน curve
- (b) จงหาค่า allowable compression P โดยใช้ interaction method และใช้ allowable bending stress = 60% ของ σ_y



$I_x = 216 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 $I_y = 16.02 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 $A = 7810 \text{ mm}^2$
cross-section

ข้อ 7 (15 คะแนน) Steel beam รับน้ำหนักและมีหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป ทำด้วย wide flange ที่มี yield strength $\sigma_y = 240 \text{ MPa}$, $E = 200 \text{ GPa}$, Poisson's ratio $\nu = 0.25$ โดยไม่คิณน้ำหนักของคาน จงคำนวณหา factor of safety ที่จุด D ซึ่งเป็นจุดที่รอยต่อของปีกล่าง (lower flange) กับ web โดยใช้เกณฑ์ของ

- (a) maximum principal stress theory
- (b) maximum shear stress theory



cross-section

$$I_x = 35.7 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 2.61 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A = 3400 \text{ mm}^2$$