

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบไล่ ประจำภาคการศึกษาที่ 2

วันจันทร์ที่ 26 กุมภาพันธ์ 2550

วิชา 220-202, 221-202 กลศาสตร์ของแข็ง 2

ปีการศึกษา 2549

เวลา 13:30 - 16:30 น.

ห้องสอบ A201

ชื่อ-สกุล รหัส

คำชี้แจง

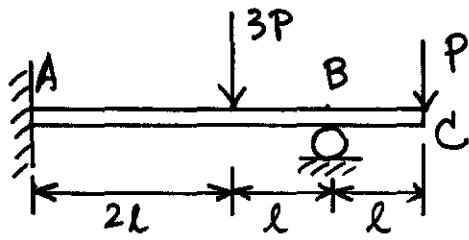
1. ข้อสอบทั้งหมดมี 6 ข้อ รวม 100 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมี 7 หน้า (รวมหน้านี้) ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำตอบนี้ หากไม่พอให้ใช้หน้าว่างด้านซ้ายมือ (หน้าหลังของแผ่นก่อน ไม่ใช่หน้าหลังของข้อที่กำลังทำ)
4. ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
5. อนุญาตให้ตอบด้วยดินสอดำได้ (ควรใช้ชนิด B)
6. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิดเพียงเครื่องเดียว เครื่องคิดเลขสำรองต้องฝากผู้คุมสอบไว้ เมื่อแบตเตอรี่ของเครื่องที่ใช้อยู่หมด จึงจะนำไปแลกเอาเครื่องสำรองมาใช้ได้
7. ให้เขียนชื่อ-สกุล รหัส ลงในหน้าแรก และเขียนรหัสในที่ที่เว้นไว้ให้ที่มุมบนขวาทุกของแผ่นที่เหลือ ผิดคำสั่งหักคะแนนจุดละ 1 คะแนน
8. ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใด ๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้น และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ข้อ	คะแนนเต็ม	ได้
1	20	
2	15	
3	15	
4	15	
5	20	
6	15	
รวม	100	

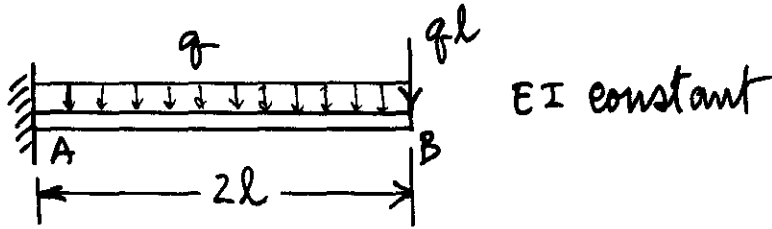
พูกิจ นิลรัตน์ ผู้ออกข้อสอบ

ข้อ 1 (20 คะแนน) คานขนาดสม่ำเสมอ (EI constant) รับแรงดังแสดงในรูป จงวิเคราะห์หาแรงปฏิกิริยาทั้งหมด แล้วเขียน shear force diagram (SFD) และ bending moment diagram (BMD)

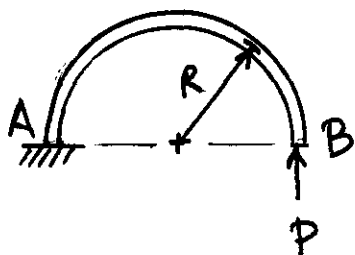


EI constant

ข้อ 2 (15 คะแนน) Cantilever beam AB ขนาดสม่ำเสมอ (EI constant) รั้บ uniformly distributed load q และ point load เท่ากับ ql ที่ปลาย B ดังแสดงในรูป โดยไม่ต้องคิด shear deformation และไม่คินน้ำหนักของคาน จงใช้ unit-load method หรือ Castigliano's second theorem หา vertical deflection ที่ B (แสดงการ integrate)



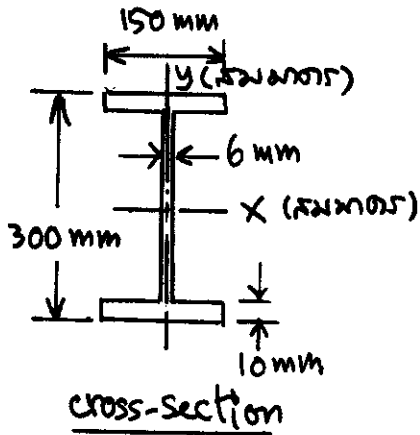
ข้อ 3 (15 คะแนน) คานขนาดสม่ำเสมอ (E, G, A, I, J constant) มี cross-section เป็นรูปวงกลมนำมาโค้งเป็นรูปครึ่งวงกลมในระนาบโดยรัศมี R ของวงกลมที่มีขนาดมากกว่าขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของ cross-section มาก ๆ ถูก fixed ไว้ที่ A และรับแรง P ที่ปลายอิสระ B ในระนาบของคาน ดังแสดงในรูป โดยไม่ต้องคิด shear deformation และ axial deformation จงหา displacement ของ B ในทิศของแรง P



ข้อ 4 (15 คะแนน) Steel column สูง 3.5 m มี cross-section ดังแสดง รับ axial compressive load $P = 300$ kN และรับ bending moment รอบแกน x เท่ากับ 20 kN.m steel มี yield strength $\sigma_y = 240$ MPa, $E_s = 200$ GPa กำหนดให้ทั้งสองปลายของเสาถูกยึดแบบหมุด (pinned)

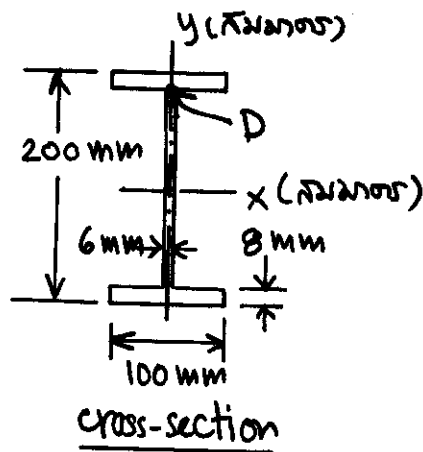
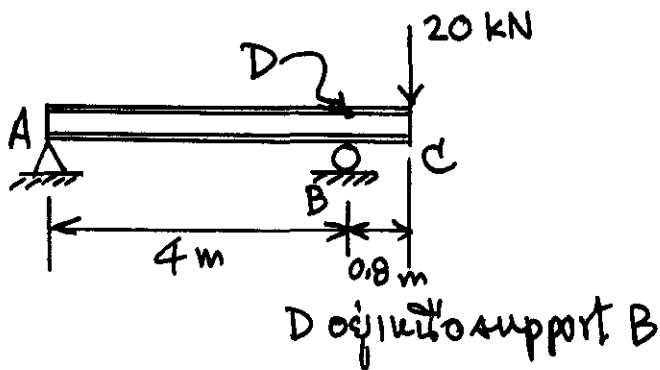
- (a) จงหาค่า allowable compressive stress σ_a (เมื่อรับ concentric axial load) โดยมีเงื่อนไขว่าเมื่อ slenderness ratio ≤ 90.7 , $\sigma_a = 0.5\sigma_y$ แต่เมื่อ slenderness ratio ≥ 90.7 , $\sigma_a = 0.5\pi^2 E / (l/r)^2$
- (b) กำหนดให้ allowable bending stress $\sigma_b = 0.6\sigma_y$ และ allowable compressive stress σ_a ตามข้อ (a) จงใช้ interaction method ตรวจสอบว่าเสานี้ได้รับการออกแบบตามเกณฑ์

$$(P/A)/\sigma_a + (M/S)/\sigma_b \leq 1 \quad \text{หรือไม่}$$



ข้อ 5 (20 คะแนน) Steel beam รับน้ำหนักและมีหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป ทำด้วย wide flange ที่มี yield strength $\sigma_y = 240 \text{ MPa}$, $E = 200 \text{ GPa}$, Poisson's ratio $\nu = 0.25$ โดยไม่คิดน้ำหนักของคาน จงคำนวณหา factor of safety ที่จุด D ซึ่ง เป็นจุดที่รอยต่อของปีกบน (upper flange) กับ web โดยใช้เกณฑ์ของ

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



ข้อ 6 (15 คะแนน) คานเหล็กกล้าผนังบางทำด้วย light lip channel มีความหนาสม่ำเสมอ $t = 4 \text{ mm}$ ดังแสดงในรูปตัดขวาง (ก) รับ torque $T = 75 \text{ N.m}$ จงหา maximum shear stress ที่เกิดขึ้น (โดยไม่คิด stress concentration ที่มุมใน)

หากใช้เหล็กแผ่นหนา $t = 4 \text{ mm}$ เชื่อมคานนี้ทำให้เปลี่ยนหน้าตัดขวางจากเดิมที่เป็นผนังบางเปิด เป็นผนังบางปิด รูปกล่อง ดังแสดงในรูป (ข) จงใช้ membrane analogy หา maximum shear stress ที่เกิดขึ้น (โดยไม่คิด stress concentration ที่มุมใน) เมื่อคานที่มีหน้าตัดขวางในรูป (ข) รับ torque $T = 75 \text{ N.m}$ เท่าเดิม

$$p/S = 2G\theta$$

$$\tau = 2G\theta x$$

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

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

