



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
การสอบปลายภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

วิชา CVE 237 Structural Analysis I

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ชั้นปีที่ 2

สอบวันพฤหัสบดีที่ 16 พฤษภาคม 2556

เวลา 13.00 – 16.00 น.

คำเตือน

1. ข้อสอบวิชานี้มี 6 หน้า 7 ข้อ ให้ทำทุกข้อในสมุดคำตอบ
2. อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณมาใช้ได้
3. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ
4. ข้อมูลใดที่มีได้ให้ไว้หากจำเป็นต้องใช้ให้กำหนดขึ้นเองตามความเหมาะสม

.....
เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ

เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ


ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

รศ.เอนก ศิริพานิชกร

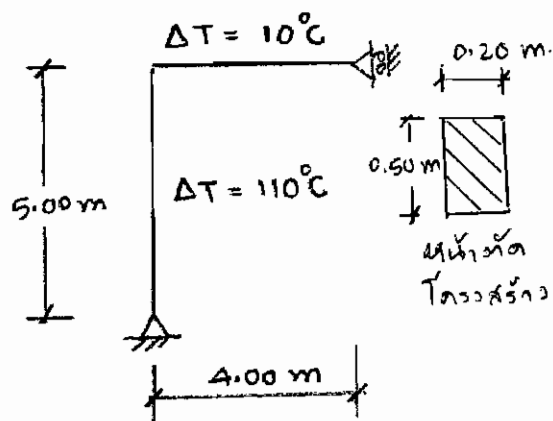
ผู้ออกข้อสอบ (โทร.9136)

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจากภาควิชาวิศวกรรมโยธาแล้ว


(ศ.ดร.ชัย จาตุรพิทักษ์กุล)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

1. โครงสร้างที่สัมผัสบรรยากาศของอุณหภูมิที่แตกต่างกันดังรูปข้างล่าง ให้หาเฉพาะผลกระทบจากอุณหภูมิ ดังกล่าวนี้ที่กระทำกับโครงสร้างนี้ทำให้เกิดการเสียรูปที่อยู่ในรูปของการดัดเทียบเท่า (equivalent curvature, $\bar{\phi}$) และความเครียดเทียบเท่า (equivalent strain, $\bar{\epsilon}$)
 ทั้งนี้สมมติให้ α = สปส. ของการขยายตัวของวัสดุที่ทำโครงสร้าง
 (10 คะแนน)

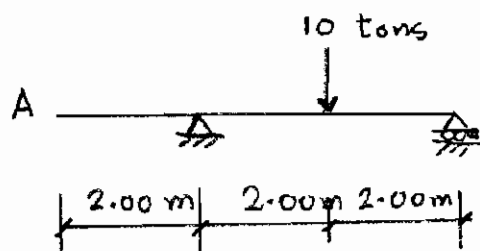


กำหนดให้

$$\bar{\epsilon} = \frac{\alpha}{A} \int \Delta T(x_2) \cdot dA$$

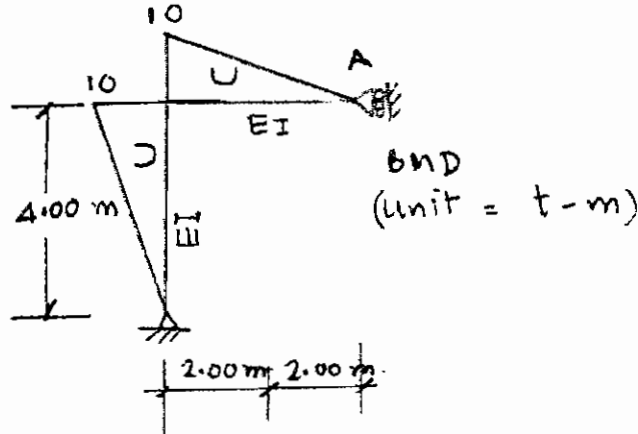
$$\bar{\phi} = \frac{\alpha}{I} \int \Delta T(x_2) \cdot x_2 \cdot dA$$

2. คานจริง (real beam) ดังรูป หากต้องการคำนวณหาระยะเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (vertical displacement) ที่หน้าตัด A โดยวิธีคานเสมือน (conjugate beam) ๑๕
 2.1 เขียนคานเสมือน เพื่อหาระยะเคลื่อนที่ดังกล่าวที่ต้องการ
 2.2 ใส่น้ำหนักบรรทุกเสมือนลงไปบนคานเสมือนตาม ข้อ 2.1
 (10 คะแนน)



3. โครงสร้างดังรูป ให้คำนวณหาระยะเคลื่อนที่ในแนวดิ่งที่จุด A (vertical displacement at support A, u_2^A) โดยหลักการแรงเสมือน (virtual force principal) โดยให้พิจารณาเฉพาะผลที่เกิดจากแรงดัด (bending moment) ที่กำหนดดังโมเมนต์ดัดไว้ให้แล้ว (bending moment diagram) เท่านั้น

(10 คะแนน)

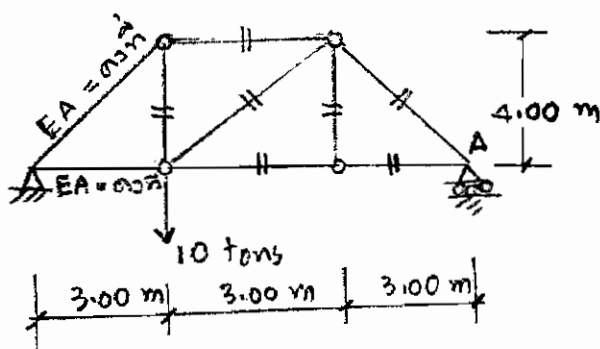


กำหนดให้

$$W_E = W_I$$

$$W_I = \int \frac{M}{EI} \cdot \delta M \cdot dx$$

4. โครงข่ายหมุน (truss) ดังรูป หากกำหนดให้บางชิ้นส่วนมีความแข็งแรงตามแกนของชิ้นส่วนเป็นค่าอนันต์ ($EA = \infty$) โดยวิธีพลังงาน (energy method) ให้คำนวณหาระยะเคลื่อนที่ในแนวนอนที่ที่รองรับ A (horizontal displacement at support A, u_1^A) (10 คะแนน)



หมายเหตุ

II หมายความว่า EA ของชิ้นส่วนนั้นเป็นค่าอนันต์

กำหนดให้

$$u = \sum_{i=1}^n \frac{F_i \cdot f_i \cdot l_i}{E_i A_i}$$

5. คาน ABC และคาน DB'E รับน้ำหนักบรรทุกดังรูป

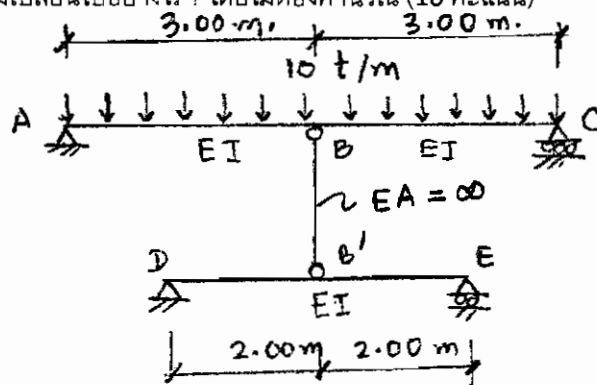
5.1 หากกำหนดให้คาน ABC และคาน DB'E มีความแข็งแรงเชิงดัดคงที่เท่ากับ EI ($EI = \text{constant}$) ให้

คำนวณและเขียนผังโมเมนต์ดัด (bending moment diagram) (20 คะแนน)

5.2 หากกำหนดให้คาน ABC มีความแข็งแรงเชิงดัดคงที่เท่ากับ EI ในขณะที่คาน DB'E มีความแข็งแรงเชิงดัด

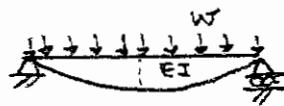
เท่ากับ $3EI$ ผังโมเมนต์ดัดตามที่คำนวณไว้ในข้อ 5.1 จะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่? และหากเปลี่ยนแปลงไป

จะมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงอย่างไร? โดยไม่ต้องคำนวณ (10 คะแนน)

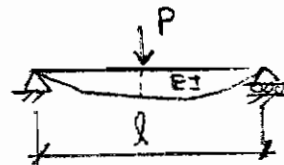


โจทย์ข้อ 5.1

กำหนด สูตรในการคำนวณระยะแอ่น (deflection) ต่อไปนี้ไว้เพื่อช่วยให้การคำนวณง่ายขึ้น



$$\Delta_1 = \frac{5 w \cdot l^4}{384 EI}$$



$$\Delta_2 = \frac{P \cdot l^3}{48 EI}$$

6. คานดังรูปให้พิจารณาหลักการของเส้นอิทธิพล (influence line)

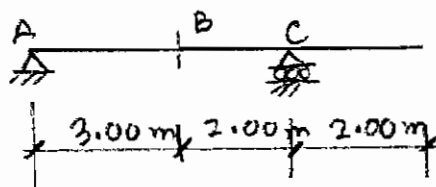
6.1 ให้คำนวณและเขียนเส้นอิทธิพลของแรงปฏิกิริยา (reactions) ที่ A และ C แรงเฉือน (shear) และโมเมนต์

ดัดบวก (positive bending moment) ที่หน้าตัด B (10 คะแนน)

6.2 กำหนดให้คิดเฉพาะน้ำหนักบรรทุกจรแผ่สม่ำเสมอ (uniformly distributed live load, w_L) เท่ากับ 10

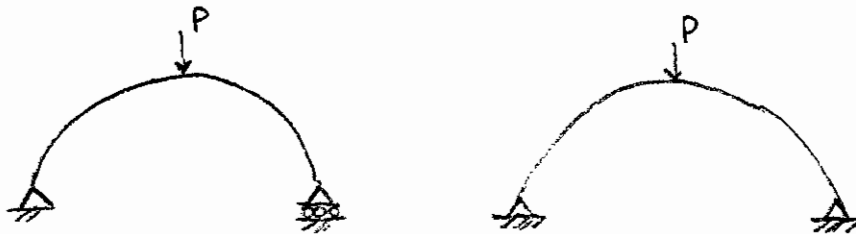
ตัน/ม. ให้คำนวณหาแรงปฏิกิริยาอัดสูงสุดที่รองรับ A และ C แรงเฉือนบวกและโมเมนต์ดัดบวกสูงสุดที่

หน้าตัด B (10 คะแนน)



7. ให้ตอบคำถามต่อไปนี้ พอสั่งเลข (20 คะแนน)

7.1 โครงโค้งทั้ง 2 แบบ ดังรูป โครงสร้างแบบใดทำเป็นโครงสร้างที่มีความยาวช่วง (span length) มากกว่ากัน
ให้อธิบายพฤติกรรมโครงสร้างทั้งสองมาให้ทราบด้วย



7.2 การก่อสร้างโครงสร้างช่วงยาวโดยใช้โครงสร้างยื่น (cantilever construction) นำไปใช้ในโครงการก่อสร้างใดได้บ้าง ให้อธิบายและยกตัวอย่างประกอบ

ตารางที่ 4 คำนวณ $\int_0^L Mm \, dx$

Linear M diagrams					Parabolic M diagrams			
	mML	$\frac{1}{2} m M_0 L$	$\frac{1}{2} m M_1 L$	$\frac{1}{2} mL(M_0 + M_1)$	$\frac{2}{3} m M_1 L$	$\frac{1}{3} m M_1 L$	$\frac{1}{3} mL(2M_0 - M_1)$	
	$\frac{1}{2} m_0 ML$	$\frac{1}{3} m_0 M_0 L$	$\frac{1}{6} m_0 M_1 L$	$\frac{1}{6} m_0 L(2M_0 + M_1)$	$\frac{1}{3} m_0 M_1 L$	$\frac{1}{12} m_0 M_1 L$	$\frac{1}{12} m_0 L(5M_0 - M_1)$	
	$\frac{1}{2} m_1 ML$	$\frac{1}{6} m_1 M_0 L$	$\frac{1}{3} m_1 M_1 L$	$\frac{1}{6} m_1 L(2M_1 + M_0)$	$\frac{1}{3} m_1 M_1 L$	$\frac{1}{4} m_1 M_1 L$	$\frac{1}{4} m_1 L(M_0 - M_1)$	
	$\frac{1}{2} ML(m_0 + m_1)$	$\frac{1}{6} M_0 L(2m_0 + m_1)$	$\frac{1}{6} M_1 L(m_0 + 2m_1)$	$\frac{L}{6} [m_0(2M_0 + M_1) + m_1(2M_1 + M_0)]$	$\frac{1}{3} M_1 L(m_0 + m_1)$	$\frac{1}{12} M_1 L(m_0 + 3m_1)$	$\frac{L}{12} [m_0(5M_0 - M_1) + 3m_1(M_0 - M_1)]$	