มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

Prince of Songkla University
Faculty of Engineering

สอบประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2557
วันที่ 15 ตุลาคม 2557 เวลา 9.00 - 12.00 น
วิชา Prestressed Concrete Design 220-414 ห้องสอบ S 203

ชื่อ-สกุล รหัส

คำชี้แจง: โปรดอ่านคำชี้แจงก่อนลงมือทำข้อสอบ

1.ข้อสอบทั้งหมดมี 5 ข้อใหญ่ คะแนนรวม 85 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2.ข้อสอบมีทั้งหมด 9 หน้า (รวมปก) ผู้สอบต้องตรวจสอบว่ามีครบทุกหน้าหรือไม่ (ก่อนลงมือทำ)
3.ห้ามฉีกหรือแกะข้อสอบออกจากเล่ม
4.ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำถามนี้ หากไม่พอให้ใช้หน้าว่างที่ให้มาในแต่ละข้อ
5.ไม่อนุญาตให้นำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบได้
6.อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิด
7.ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
8.อนุญาตให้ตอบด้วยดินสอดำได้ (ควรใช้ชนิด B)

ตารางคะแนน

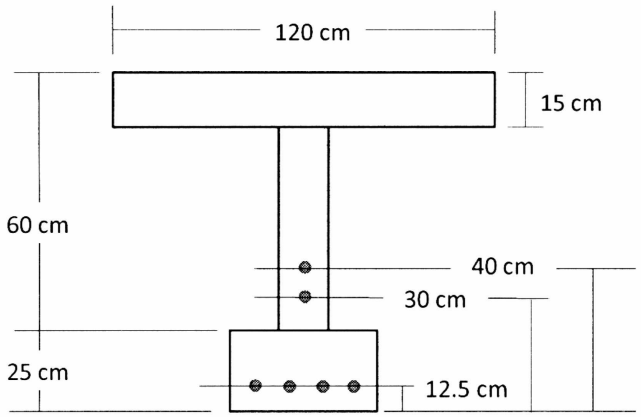
ข้อที่	คะแนนเต็ม	ได้
1	15	
2.1	10	
2.2	10	
3.1	10	
3.2	10	
4	20	
5	10	
รวม	**85**	

(15 Point) Problem 1: คานคอนกรีตอัดแรงเป็นคานช่วงเดียวความยาว 12 m ซึ่งรับน้ำหนักบรรทุกตายตัวและจรสม่ำเสมอ (dead and live load) โดยคานคอนกรีตอัดแรงมีหน้าตัดดังแสดงในรูป ลวดอัดแรงบนหน้าตัดที่ช่วงกึ่งกลางคานจำนวน 6 ชุด ซึ่งค่าความเค้นดึงประสิทธิผลของเส้นลวดแต่ละชุดเท่ากันทั้งหมดและเท่ากับ 16,000 kg/cm^2 (A_{ps} พื้นที่เส้นลวดแต่ละชุดเท่ากับ 1.875 cm^2) จงคำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกจรสูงสุดที่ทำให้ค่าความเค้นที่เกิดขึ้นบนหน้าตัดไม่เกินค่าความเค้นที่ยอมให้ (ไม่ต้องพิจารณาการเสื่อมลดใดๆ)

ค่าความเค้นที่ยอมให้บนหน้าตัดคือ.

For the top extreme fiber: concrete stress @ mid span < 70 ksc (compression)

For the bottom extreme fiber: concrete stress @ mid span > - 17.45 ksc (tension)



(10 Point) Problem 2.1: คอนกรีตอัดแรงชนิดดึงภายหลัง (Post-tensioning) ในข้อที่ 1 กำหนดให้ภายหลังการส่งถ่ายแรงเข้าสู่คาน ความเค้นในเส้นลวดมีขนาด $0.9f_{ps}$ ถ้าความเค้นก่อนการส่งถ่ายแรงมีค่าเท่ากับ 17,000 kg/cm^2 (A_{ps} พื้นที่เส้นลวดแต่ละชุดเท่ากับ 1.875 cm^2) จงคำนวณหาขนาดการสูญเสีย (loss) เนื่องจากผลของการหดสั้นแบบอีลาสติก (elastic shortening) โดยวิธีของวสท (E.I.T)

E_{ps} = 1.9 (10^6) ksc กำลังอัดของคอนกรีต: f'_{ci} =250 ksc E_c =15,200 $f'^{0.5}_c$

Elastic shortening loss (E.I.T): $\Delta f_{pES} = 0.5\frac{E_S f_{cs}}{E_c} = \frac{n f_{cs}}{2}$

(10 Point) Problem 2.2: กำหนดให้คอนกรีตอัดแรงชนิดในข้อที่ 1 เป็นคานคอนกรีตอัดแรงชนิดดึงลวดก่อน (Pretensioning) อยู่ภายใต้สภาวะซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ 75% และน้ำหนักตายตัวคงค้างอื่นๆ ขนาด 550 kg/m จงคำนวณหาการสูญเสียแรงอัดของแผ่นพื้นดังกล่าวเนื่องมาจากผลของ Steel Relaxation

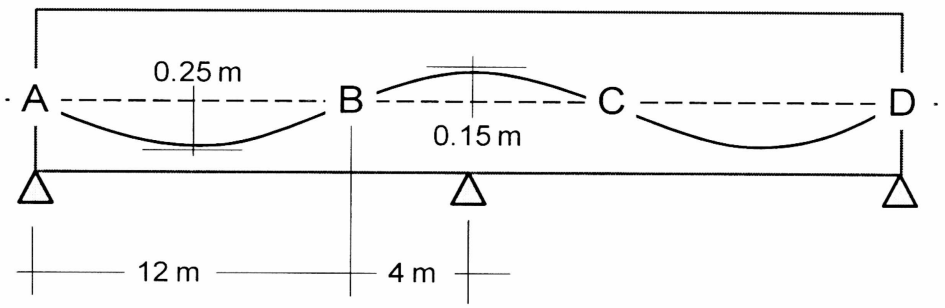
โดยใช้มาตรฐาน EIT Standard: RE = 1270 – 0.4ES – 0.2(SH+CR) ; SH = 1200 – 11RH ; CR = $12f_{cir} - 7f_{cds}$

Elastic shortening loss (E.I.T): $\Delta f_{pES} = \frac{E_S f_{cs}}{E_c}$

(20 Point) Problem 3: คานคอนกรีตอัดแรงต่อเนื่องสองช่วง มีแนวเส้นลวดอัดแรงสมมาตรดังแสดงในรูป การอัดแรงคานคอนกรีตดังกล่าวกระทำโดยทำการดึงลวดที่ปลาย A

3.1) จงคำนวณหาการสูญเสีย (loss) เนื่องจากผลของความเสียดทาน ถ้าสัมประสิทธ์ μ = 0.45 และ K = 0.0021 กำหนดให้ใช้วิธี the conventional method โดยแยกพิจารณาเป็นส่วนๆ กำหนดให้ความยาวลวดประมาณเท่ากับความช่วงในแนวระดับ

Friction loss: $\Delta f_{pF} = f_1 - f_2 = f_1(1 - e^{-\mu\alpha - KL})$



3.2) จงคำนวณประมาณระยะยืด (Elongation) ของเส้นลวดที่ปลาย A ถ้าเส้นลวดที่ปลาย A ถูกดึงจนมีความเค้นประมาณ 16,500 ksc และ E_{ps} = 2.0(10^6) ksc โดยใช้วิธีประมาณค่าเฉลี่ย δ_{avg} และ วิธี the conventional method โดยแยกพิจารณาเป็นส่วนๆ

Elongation: $\delta_{avg} = (f_1+f_2)L/(2E_{ps})$

Elongation (conventional method): $\delta = (L/E_{ps})\, f_2\, (e^{\mu\alpha + KL}-1) / (\mu\alpha + KL)$

(20 Point) Problem 4: คานคอนกรีตอัดแรงช่วงเดียว มีหน้าตัดเช่นเดียวกันกับปัญหาในข้อที่ 1 ถ้าแรงอัดภายหลังการใส่ถ่ายแรงมีค่าเท่ากับ 180 ตัน กำหนดให้ที่สภาวะใช้งาน มีค่าการสูญเสียแรงอัดประมาณ 20% ของแรงอัดภายหลังการส่งถ่ายแรง

4.1) จงคำนวณหาค่าความเค้นบนหน้าตัด (ที่กึ่งกลางความยาว) ภายใต้สภาวะหลังการส่งถ่ายแรง

4.2) จงคำนวณหาค่าความเค้นบนหน้าตัด (ที่กึ่งกลางความยาว) ภายใต้สภาวะการใช้งาน ถ้าคานรับน้ำหนักจรสม่ำเสมอ (ไม่รวมน้ำหนักคาน) 2500 kg/m

4.3) จงคำนวณการเปลี่ยนแปลงความเค้นในเส้นลวดเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกสม่ำเสมอในข้อ 5.2 กำหนด (E_s/E_c = 8)

4.4) จงคำนวณน้ำหนักบรรทุกจรสม่ำเสมอที่สามารถรับเพิ่มได้ก่อนคานเกิดการแตกร้าว ถ้าโมดูลัสการแตกหักมีค่าเท่ากับ - 24.5 ksc

The stress change in the steel tendon

$$\Delta f_{ps} = \frac{E_s}{E_c}(\Delta f_{cps})$$

(10 Point) Problem 5: จากคานคอนกรีตอัดแรงในข้อที่ 1 จงคำนวณหาน้ำหนักบรรทุกจรประลัย กำหนดให้คานดังกล่าวรับน้ำหนักบรรทุกสม่ำเสมอตลอดความยาว ลวดอัดแรงบนหน้าตัดที่ช่วงกึ่งกลางคานจำนวน 6 ชุด (A_{ps} พื้นที่เส้นลวดแต่ละชุดเท่ากับ 1.875 cm^2) ค่าความเค้นดึงประลัยของลวดเท่ากับ 19,500 ksc และกำลังอัดประลัยของคอนกรีตเท่ากับ 330 ksc

Simplified ACI formula: $f_{ps} = f_{pu}\,(1 - 0.5\rho\,(f_{pu}/f'_c))$ กำหนดให้ $0.9M_n = M_u$