มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

Prince of Songkla University
Faculty of Engineering

สอบประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2556
วันที่ 31 กรกฎาคม 2556 เวลา 9.00 - 12.00 น
วิชา Prestressed Concrete Design 221-414 ตอน 01 ห้องสอบ S 203

ชื่อ-สกุล.....รหัส.....

คำชี้แจง: โปรดอ่านคำชี้แจงก่อนลงมือทำข้อสอบ

1.ข้อสอบทั้งหมดมี 5 ข้อใหญ่ คะแนนรวม 75 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2.ข้อสอบมีทั้งหมด 8 หน้า (รวมปก) ผู้สอบต้องตรวจสอบว่ามีครบทุกหน้าหรือไม่ (ก่อนลงมือทำ)
3.ห้ามฉีกหรือแกะข้อสอบออกจากเล่ม
4.ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำถามนี้ หากไม่พอให้ใช้หน้าว่างที่ให้มาในแต่ละข้อ
5.ไม่อนุญาตให้นำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบได้
6.อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิด
7.ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
8.อนุญาตให้ตอบด้วยดินสอดำได้ (ควรใช้ชนิด B)

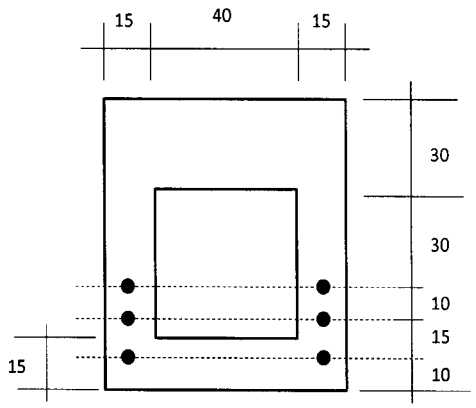
ตารางคะแนน

ข้อที่	คะแนนเต็ม	ได้
1	15	
2	10	
3	10	
4	20	
5	20	
รวม	**75**	

(15 Point) Problem 1: จงคำนวณค่าน้ำหนักบรรทุกจร ที่มีค่ามากที่สุดที่เป็นไปได้ของคานคอนกรีตอัดแรง ซึ่งรับน้ำหนักบรรทุกสม่ำเสมอ โดยคานคอนกรีตอัดแรงมีหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้ากลวง ขนาดกว้าง 70 cm สูง 95 cm คานคอนกรีตอัดแรงเป็นคานช่วงเดียวความยาว 12 m ลวดอัดแรงบนหน้าตัดที่กึ่งกลางคานเป็นดังแสดงในรูป (ขนาดเท่าๆกันทุกเส้น) ซึ่งค่าแรงอัดประสิทธิผลเนื่องจากเส้นลวดทั้งหมดเท่ากับ 280,000 kg
ค่าความเค้นที่ยอมให้คือ.

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

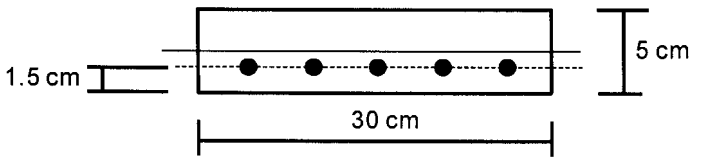
For the bottom extreme fiber: concrete stress @ mid span > - 17.45 ksc (tension)



(10 Point) Problem 2: แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง ใช้สำหรับความยาวช่วงพาด 4 เมตร หน้าตัดมีเส้นลวดอัดแรงขนาด PC5A จำนวน 5 เส้นกำหนดให้ภายหลังการส่งถ่ายแรงเข้าสู่แผ่นพื้น แรงในเส้นลวดมีขนาด $0.75f_{ps}$

2.1) จงคำนวณหาค่าความเค้นในคอนกรีตที่ตำแหน่งเซ็นทรอย์ของลวดอัดแรง ณ.สภาวะใส่ถ่ายแรง (ที่กึ่งกลางความยาว)

2.2) จงคำนวณหาขนาดแรงอัดที่สูญเสียเนื่องจากผลของการหดสั้นแบบอีลาสติก (elastic shortening).



กำลังอัดของคอนกรีต: f'_{ci} =250 ksc E_c =15,200 $f'^{0.5}_c$

เส้นลวดอัดแรง: f_{ps} = 16,500 ksc E_{ps} = 1.9 (10^6) A_{ps} = 5-PC5A = 0.981 cm^2

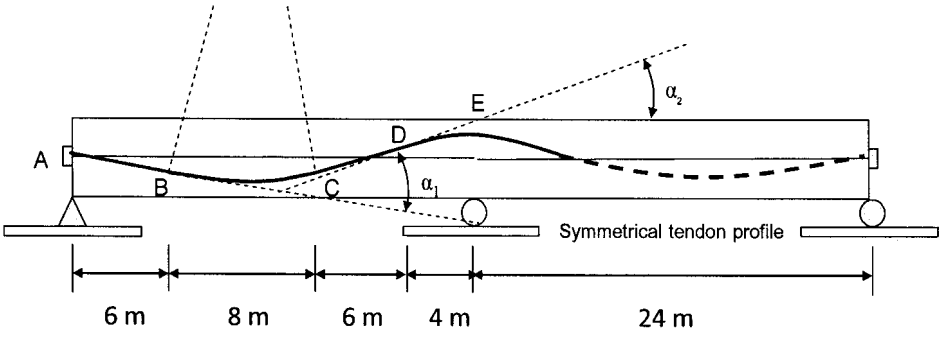
Elastic shortening loss: $\Delta f_{pES} = \dfrac{E_S f_{cs}}{E_c} = n f_{cs}$

(10 Point) Problem 3: แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงจากปัญหาข้อที่ 2 อยู่ภายใต้สภาวะซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ 75% และน้ำหนักตายตัวคงค้างอื่นๆ ขนาด 110 kg/m^2 จงคำนวณหาการสูญเสียแรงอัดของแผ่นพื้นดังกล่าวเนื่องมาจากผลของ Steel Relaxation โดยใช้มาตรฐาน EIT Standard: RE = 1270 – 0.4ES – 0.2(SH+CR) ; SH = 1200 – 11RH ; CR = $12f_{cir} - 7f_{cds}$

(20 Point) Problem 4: คานคอนกรีตอัดแรงต่อเนื่องสองช่วง มีแนวเส้นลวดอัดแรงสมมาตรดังแสดงในรูป การอัดแรงคานคอนกรีตดังกล่าวกระทำโดยทำการดึงลวดพร้อมกันทั้งสองปลาย

4.1) จงคำนวณหาการสูญเสียแรงอัดเนื่องจากผลของความเสียดทาน ถ้าสัมประสิทธ์ μ = 0.45 และ K = 0.0021 กำหนดให้ใช้วิธี the conventional method โดยแยกพิจารณาเป็นส่วนๆ

4.2) จงคำนวณประมาณระยะยืด (Elongation) ของเส้นลวดที่ปลาย A ถ้าเส้นลวดที่ปลาย A ถูกดึงจนมีความเค้นประมาณ 12500 ksc และ E_{ps} = 2.0(10^6) ksc โดยใช้วิธีประมาณค่าเฉลี่ย δ_{avg} และ วิธี the conventional method โดยแยกพิจารณาเป็นส่วนๆ กำหนดให้ความยาวลวดประมาณเท่ากับความช่วงในแนวระดับ



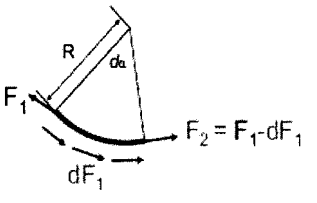
Eccentricity of tendon:

Position	Above center line (m)	Below center line (m)
A	0	0
B	-	0.26
mid-point between B and C	0	0.40
C	-	0.26
D	0.35	-
E	0.50	-

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

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

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



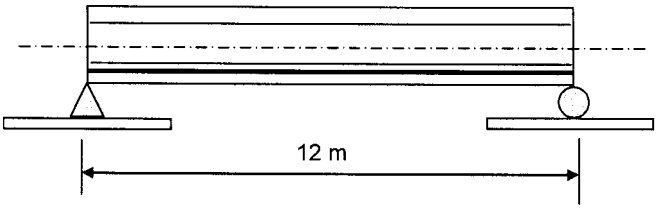
(20 Point) Problem 5: คานคอนกรีตอัดแรงช่วงเดียว มีหน้าตัดเช่นเดียวกันกับ **Problem 1** ถ้าแรงอัดเริ่มต้นภายหลังการใส่ถ่ายแรงมีค่าเท่ากับ 280 ตัน ค่าการสูญเสียแรงอัดประมาณ 15% ของแรงอัดเริ่มต้น

5.1) จงคำนวณหาค่าความเค้นบนหน้าตัด (ที่กึ่งกลางความยาว) ภายใต้สภาวะหลังการส่งถ่ายแรงเมื่อเกิดการสูญเสียแรงอัด

5.2) จงคำนวณหาค่าความเค้นบนหน้าตัด (ที่กึ่งกลางความยาว) ภายใต้สภาวะการใช้งาน ถ้าคานรับน้ำหนักสม่ำเสมอ (ไม่รวมน้ำหนักคาน) 2000 kg/m

5.3) จงคำนวณน้ำหนักบรรทุกสม่ำเสมอที่มากที่สุดก่อนคานเกิดการแตกร้าว ถ้าโมดูลัสการแตกหักมีค่าเท่ากับ - 42.8 ksc

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



The stress change in the steel tendon

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