มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

Prince of Songkla University
Faculty of Engineering

สอบประจำภาคการศึกษาที่ 1
วันที่ 1 สิงหาคม 2555
วิชา Prestressed Concrete ตอน 01 (221-414)

ปีการศึกษา 2555
เวลา 9.00 - 12.00 น
ห้องสอบ R 200

ชื่อ-สกุล.....**รหัส**.....

คำชี้แจง: โปรดอ่านคำชี้แจงก่อนลงมือทำข้อสอบ

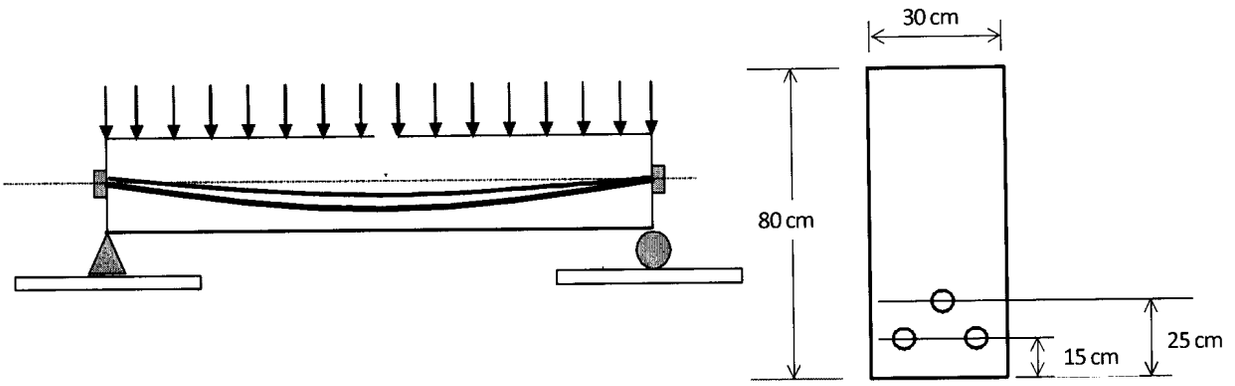
1.ข้อสอบทั้งหมดมี 5 ข้อใหญ่ คะแนนรวม 70 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2.ข้อสอบมีทั้งหมด 8 หน้า (รวมปก) ผู้สอบต้องตรวจสอบว่ามีครบทุกหน้าหรือไม่ (ก่อนลงมือทำ)
3.ห้ามฉีกหรือแกะข้อสอบออกจากเล่ม
4.ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำถามนี้ หากไม่พอให้ใช้หน้าว่างที่ให้มาในแต่ละข้อ
5.ไม่อนุญาตให้นำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบได้
6.อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิด
7.ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
8.อนุญาตให้ตอบด้วยดินสอดำได้ (ควรใช้ชนิด B)

ตารางคะแนน

ข้อที่	คะแนนเต็ม	ได้
1	10	
2	10	
3	10	
4	20	
5	20	
รวม	**70**	

(10 Point) Problem 1: จงคำนวณค่าน้ำหนักบรรทุกจรที่มีค่ามากที่สุดที่เป็นไปได้ของคานคอนกรีตอัดแรงซึ่งรับน้ำหนักบรรทุกสม่ำเสมอ โดยคานคอนกรีตอัดแรงมีหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 30 cm สูง 80 cm คานคอนกรีตอัดแรงเป็นคานช่วงเดียวความยาว 8 m ลวดอัดแรงบนหน้าตัดที่กึ่งกลางคานเป็นดังแสดงในรูป (จำนวน 3 เส้นขนาดเท่าๆกันทุกเส้น) ซึ่งค่าแรงอัดประสิทธิผลเนื่องจากเส้นลวดทั้งหมดเท่ากับ 160,000 kg
ค่าความเค้นที่ยอมให้คือ.

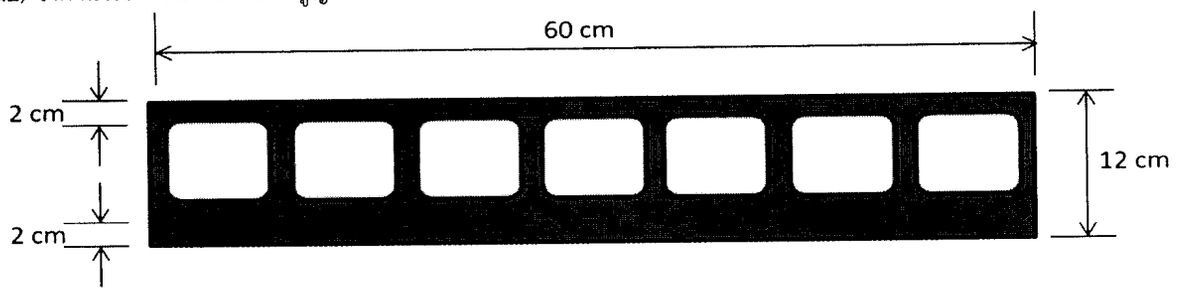
- For the top extreme fiber @ mid span: concrete stress < 70 ksc (compression)
- For the bottom extreme fiber: concrete stress @ mid span < 17.45 ksc (compression)



(10 Point) Problem 2: แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบกลวง (Hollow Core) ใช้สำหรับความยาวช่วงพาด 6 เมตร แผ่นพื้นมีขนาดรูกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความยาวด้านละ 5 เซนติเมตร เท่ากันทั้งหมด หน้าตัดมีเส้นลวดอัดแรงขนาด PC5A จำนวน 8 เส้น กำหนดให้ภายหลังการส่งถ่ายแรงเข้าสู่แผ่นพื้น แรงในเส้นลวดมีขนาด $0.75f_{ps}$

2.1) จงคำนวณหาค่าความเค้นในคอนกรีตที่ตำแหน่งเซ็นทรอย์ของลวดอัดแรง ณ.สภาวะใส่ถ่ายแรง (ที่กึ่งกลางความยาว)

2.2) จงคำนวณหาขนาดแรงอัดที่สูญเสียเนื่องจากผลของการหดสั้นแบบอีลาสติก (elastic shortening).



กำลังอัดของคอนกรีต:

$$f'_{ci} = 250\ ksc$$

$$E_c = 15200\sqrt{f'_c}\ \ ksc$$

เส้นลวดอัดแรง:

$$f_{ps} = 13{,}500\ ksc$$

$$E_{ps} = 1{,}900{,}000\ ksc$$

$$A_{ps} = 8 - PC5A = 1.57\ cm^2$$

Elastic shortening loss:

$$\Delta f_{pES} = \frac{E_s f_c}{E_c} = \frac{E_s P_i}{E_c A_c} = n\frac{P_i}{A_c} = n f_{cs}$$

.....

(10 Point) Problem 3: แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบกลวง (Hollow Core) จากปัญหาข้อที่ 2 อยู่ภายใต้สภาวะซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ 75% และน้ำหนักตายตัวคงค้างอื่นๆ ขนาด 175 kg/m^2 จงคำนวณหาการสูญเสียแรงอัดของแผ่นพื้นดังกล่าวเนื่องมาจากผลของ Steel Relaxation โดยใช้มาตรฐาน EIT

EIT Standard:

$$RE = 1270 - 0.4ES - 0.2(SH + CR)$$

$$SH = 1200 - 11RH$$

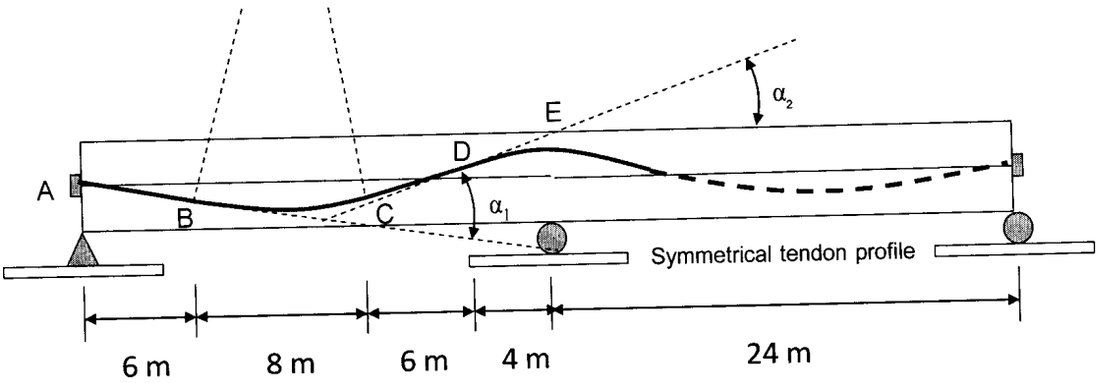
$$CR = 12f_{cir} - 7f_{cds}$$

.....

(20 Point) Problem 4: คานคอนกรีตอัดแรงต่อเนื่องสองช่วง มีแนวเส้นลวดอัดแรงสมมาตรดังแสดงในรูป การอัดแรงคานคอนกรีตดังกล่าวกระทำโดยทำการดึงลวดพร้อมกันทั้งสองปลาย

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

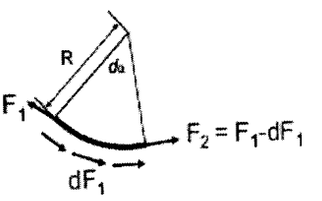
4.2) จงคำนวณประมาณระยะยืด (Elongation) ของเส้นลวดที่ปลาย A ถ้าเส้นลวดที่ปลาย A ถูกดึงจนมีความเค้นประมาณ 12500 ksc และ E_{ps} = 2.0(10^6) ksc โดยใช้วิธีประมาณค่าเฉลี่ย δ_{avg} และ วิธี the conventional method โดยแยกพิจารณาเป็นส่วนๆ กำหนดให้ความยาวลวดประมาณเท่ากับความช่วงในแนวระดับ



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

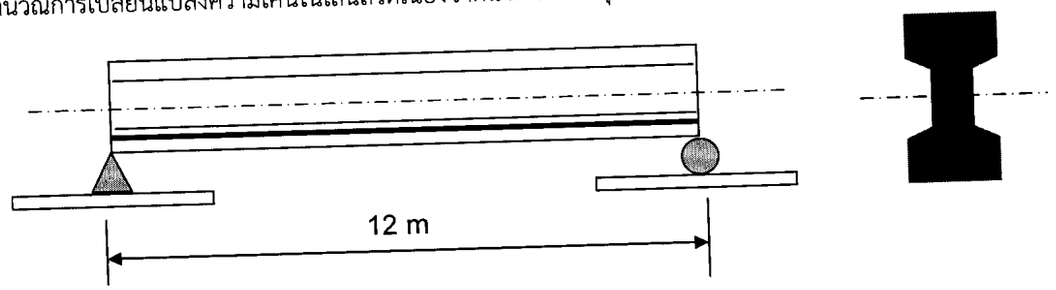
(20 Point) Problem 5: คานคอนกรีตอัดแรงช่วงเดียวรูปตัว I มีระยะเยื้องศูนย์ของเส้นลวดอัดแรงบนหน้าตัดตลอดความยาวคานเท่ากับ 150 mm ถ้าแรงอัดเริ่มต้นภายหลังการใส่ถ่ายแรงมีค่าเท่ากับ 80 ตัน ค่าการสูญเสียแรงอัดประมาณ 15% ของแรงอัดเริ่มต้น ข้อมูลหน้าตัด Moment of inertia (I) = 5×10^5 cm^4 Concrete area (A) = 1500 cm^2 Section modulus (both S_1 and S_2) = 16,000 cm^3

5.1) จงคำนวณหาค่าความเค้นบนหน้าตัด (ที่กึ่งกลางความยาว) ภายใต้สภาวะหลังการส่งถ่ายแรงเมื่อเกิดการสูญเสียแรงอัด

5.2) จงคำนวณหาค่าความเค้นบนหน้าตัด (ที่กึ่งกลางความยาว) ภายใต้สภาวะการใช้งาน ถ้าคานรับน้ำหนักสม่ำเสมอ (ไม่รวมน้ำหนักคาน) 1000 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

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