มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

Prince of Songkla University
Faculty of Engineering

สอบประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2559
วันที่ 12 ตุลาคม 2559 เวลา 9.00 - 12.00 น
วิชา Prestressed Concrete Design 220-414 ห้องสอบ S 817

ชื่อ-สกุล.....รหัส.....

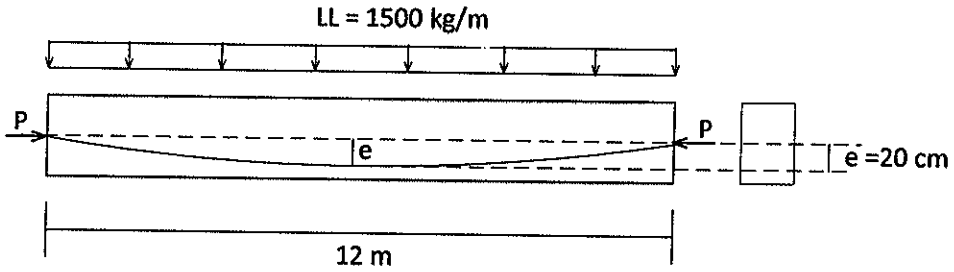
คำชี้แจง: โปรดอ่านคำชี้แจงก่อนลงมือทำข้อสอบ

1.ข้อสอบทั้งหมดมี 5 ข้อใหญ่ คะแนนรวม 100 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2.ข้อสอบมีทั้งหมด 7 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	20	
2	20	
3	20	
4	20	
5	20	
รวม	**100**	

1) คานคอนกรีตอัดแรงช่วงเดียวยาว 12 m ขนาดหน้าตัดสี่เหลี่ยม กว้าง 40 cm ยาว 70 cm มีระยะเยื้องศูนย์สูงสุดที่กึ่งกลางช่วงความยาว = 20 cm (ที่ปลายคาน ระยะเยื้องศูนย์ = 0 cm) และแนวเส้นลวดอัดแรงเป็นรูปพาราโบลาดังแสดงในรูป



1.1 โดยใช้หลักการ Load Balancing ให้ทำการพิสูจน์ว่า แรงพยุง (R) = $8Pe/L^2$

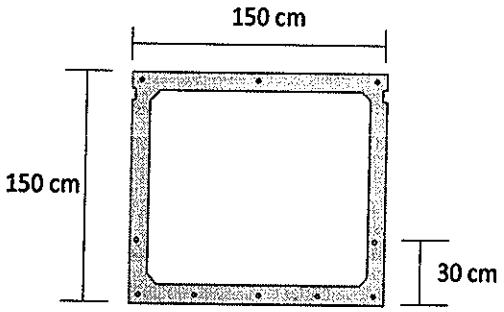
1.2 จงคำนวณขนาดของแรงอัด P เพื่อทำให้เหลือน้ำหนักบรรทุกตายตัว (Dead load) เพียง 20% จากน้ำหนักบรรทุกตายตัวเดิม

1.3 จากขนาดแรงอัดในข้อ 1.2) ถ้ามีน้ำหนักบรรทุกจร (LL) = 1500 kg/m จงคำนวณความเค้นสูงสุดที่บนผิวและผิวล่างของคานคอนกรีตอัดแรงนี้

2) ท่อลอด (Box Culvert) คอนกรีตอัดแรงชนิด ชนิดดึงลวดก่อนดังแสดงในรูป (ไม่พิจารณาผลจากน้ำหนักของท่อ) ให้พิจารณาว่าท่อมีความหนาของผนังสม่ำเสมอเท่ากับ 10 cm ในทุกๆ ด้านของหน้าตัด กำหนดให้ภายหลังการส่งถ่ายแรงเข้าสู่ ความเค้นในเส้นลวดมีขนาด $0.75f_{ps}$ ถ้าเส้นลวดอัดแรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 mm แต่ละเส้นมีพื้นที่หน้าตัด 0.1964 cm^2 มีคอนกรีตหุ้มผิว 3 cm (วัดจากผิวด้านนอกของท่อถึงจุดศูนย์กลางลวดอัดแรง) ความเค้นก่อนการส่งถ่ายแรง (f_{ps}) มีค่าเท่ากับ 16,500 ksc และ E_{ps} = 1.9 (10^6) ksc กำลังอัดของคอนกรีต: f'_{ci} =280 ksc, E_c =15,200 $f'^{0.5}_c$

2.1 จงคำนวณหาขนาดการสูญเสีย (loss) เนื่องจากผลของการหดสั้นแบบอีลาสติก (elastic shortening)

Elastic shortening loss (E.I.T): = n f_{cs}



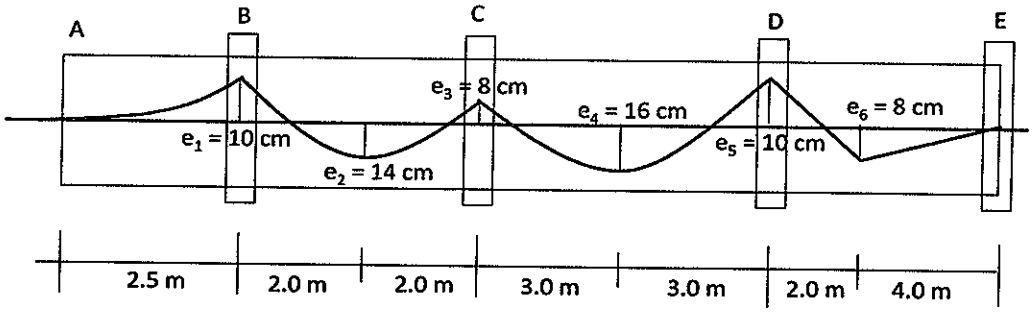
3) ท่อคอนกรีตอัดแรงชนิดอัดแรงแบบดึงลวดก่อนในข้อที่ 2 อยู่ภายใต้สภาวะซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ 80% และมีน้ำหนักตายตัวคงค้างอื่นๆ (superimposed dead load) ไม่รวมน้ำหนักตายตัว กระทำบนผิวบนสุดของท่อ 120 kg/m^2 ถ้าท่อมีความยาว 1.75 m (กำหนดให้ สมมติว่าท่อเป็นคานอย่างง่ายช่วงเดียว) จงคำนวณหาความเค้นในเส้นลวดภายหลังการสูญเสียแรงดึงเนื่องมาจาก การสูญเสียแบบทันทีทันใด (immediately loss) และ ขึ้นอยู่กับระยะเวลา (Time dependent loss)
โดยใช้มาตรฐาน EIT Standard: steel relaxation RE = 1270 – 0.4ES – 0.2(SH+CR) ; shrinkage loss SH = 1200 – 11RH ; creep loss CR = $12f_{cir} - 7f_{cds}$; (Hint: ใช้ผลการคำนวณข้อ 2 ประกอบ)

4) พื้นคอนกรีตอัดแรงต่อเนื่องโดยมีช่วง AB เป็นช่วงยื่น (Cantilever) มีแนวเส้นลวดอัดแรงดังแสดงในรูป การอัดแรงพื้นคอนกรีตดังกล่าวกระทำโดยทำการดึงลวดที่ปลาย A

4.1) จงคำนวณหาความเค้นในเส้นลวดที่เหลือ หลังการสูญเสีย (loss) เนื่องจากผลของความเสียดทาน ที่ปลาย E (พิจารณาเฉพาะผลการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานเท่านั้น) ถ้าความเค้นในลวดเริ่มต้น = 16,500 ksc สัมประสิทธิ์ μ = 0.4 และ K = 0.0026

4.2) จงคำนวณระยะยืดที่เกิดขึ้นในการดึงลวด AE

กำหนดให้ใช้วิธี the conventional method โดยแยกพิจารณาเป็นส่วนๆ กำหนดให้ความยาวลวดประมาณเท่ากับความช่วงในแนวระดับ Friction loss: $\Delta f_{pF} = f_1 - f_2 = f_1 (1 - e^{-\mu\alpha - Kl})$



5) คานคอนกรีตอัดแรงช่วงเดียวความยาว 15 เมตร ซึ่งรับน้ำหนักบรรทุกตายตัวและจรสม่ำเสมอ ถ้าลวดอัดแรงบนหน้าตัดที่ช่วงกึ่งกลางคานจำนวน 6 ชุด ซึ่งค่าความเค้นดึงหลังการส่งถ่ายแรงของเส้นลวดแต่ละชุดเท่ากันทั้งหมดและเท่ากับ 16,500 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (A_{ps} พื้นที่เส้นลวดแต่ละชุดเท่ากับ 1.875 ตารางเซนติเมตร)

5.1) จงคำนวณหาค่าความเค้นบนหน้าตัด (ที่กึ่งกลางความยาว) ภายใต้สภาวะหลังการส่งถ่ายแรง

5.2) จงคำนวณหาค่าความเค้นบนหน้าตัด (ที่กึ่งกลางความยาว) ภายใต้สภาวะการใช้งาน ถ้าคานรับน้ำหนักจรสม่ำเสมอ (ไม่รวมน้ำหนักคาน) 2500 กิโลกรัมต่อเมตร (การเสื่อมลดของแรงดึงในลวดประมาณ 20%)

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

5.4) จงคำนวณน้ำหนักบรรทุกจรสม่ำเสมอที่สามารถรับเพิ่มได้ก่อนคานเกิดการแตกร้าว ถ้าโมดูลัสการแตกหักมีค่าเท่ากับ - 24.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

The stress change in the steel tendon: $\Delta f_{ps} = (E_s/E_c)\,\Delta f_{cps}$