

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบไล่ ประจำภาคการศึกษาที่ 1

ประจำปีการศึกษา 2547

วันที่ : 30 กันยายน 2547

เวลา : 13:30 - 16:30 น.

วิชา : 220-414 Prestressed Concrete Design

ห้อง : R300

ชื่อ-สกุล.....

รหัส.....

คำชี้แจง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ รวม 110 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมี 7 หน้า (รวมหน้านี้) ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำตอบนี้ หากไม่พอให้ใช้หน้าว่างด้านซ้ายมือ (หน้าหลังของแผ่นก่อน)
4. ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
5. อนุญาตให้ตอบด้วยดินสอค่าได้
6. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิด แต่ในขณะที่กำลังสอบอยู่ จะอนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขเพียงเครื่องเดียว เครื่องสำรองต้องฝากอาจารย์ผู้คุมสอบไว้ หากแบตเตอรี่ของเครื่องที่ใช้อยู่หมด จึงจะอนุญาตให้นำมาแลกเอาเครื่องคิดเลขสำรองไปใช้ได้
7. ให้เขียนชื่อ-สกุล รหัส ลงในหน้าแรก และเขียนรหัสในที่ที่เว้นไว้ให้ที่มุมบนขวาของทุกแผ่นที่เหลือ หากไม่ปฏิบัติตามนี้จะถูกหักคะแนนจุดละ 1 คะแนน
8. ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใด ๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
9. ในโจทย์ทุกข้อ หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ให้ใช้ $E_s = 2.0 \times 10^6$ ksc, $E_c = 15200 \sqrt{f'_c}$ ksc, $f_{ci} = 0.6 f'_c$
 $f_{ti} = 1.6 \sqrt{f'_{ci}}$ ksc, $f_{cs} = 0.45 f'_c$, $f_{ts} = 1.6 \sqrt{f'_c}$ ksc, $f_r = 2.0 \sqrt{f'_c}$ ksc

ข้อ	คะแนนเต็ม	ได้
1	30	
2	20	
3	20	
4	20	
5	20	
รวม	110	

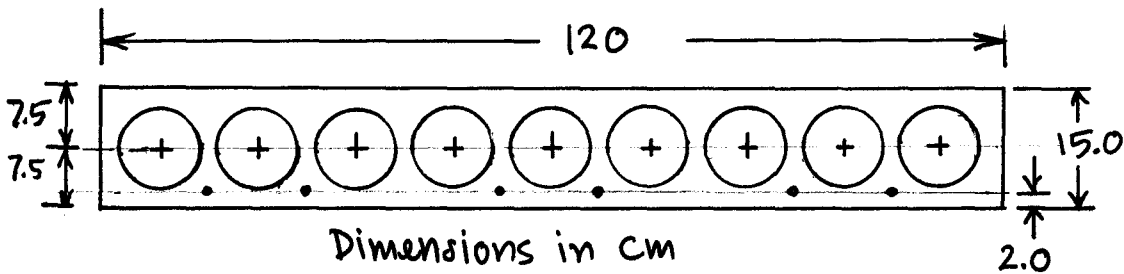
ฟูกิจ นิลรัตน์ ผู้ออกข้อสอบ

1. (30 คะแนน) แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบ pretensioned ชนิด hollow core คอนกรีตมีกำลังอัด 380 ksc มีหน้าตัดขวางโดยประมาณดังแสดงในรูป รูกวางกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm มี strand ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.5 mm จำนวน 6 เส้น ใช้เป็นพื้นช่วงเดียวธรรมดา ความยาวช่วง 6 m นำแผ่นพื้นนี้ที่เกิดการสูญเสียหมดแล้วมาใช้งานโดยเทคอนกรีตทับหน้าหนา 5 cm ที่มีกำลังอัด 180 ksc โดยไม่มีการค้ำยันแผ่นพื้น กำหนดให้

- strand 9.5 mm มีพื้นที่หน้าตัดขวาง 54.84 mm^2 , ultimate strength = 10400 kg
- effective prestress เท่ากับ 9700 ksc

(ก) จงหา allowable live load (เป็น kg/m^2) ของระบบพื้นประกอบนี้ โดยสมมติว่า allowable tensile stress f_{ts} เป็นตัว control การออกแบบหาค่า allowable live load

(ข) หากเพิ่ม live load จากข้อ (ก) ขึ้นไปเรื่อยๆ จงหา live load (เป็น kg/m^2) ที่ทำให้เกิด failure (สมมติเป็น under-reinforced โดยไม่ต้องตรวจสอบและให้ $f_{ps} = 14500 \text{ ksc}$)



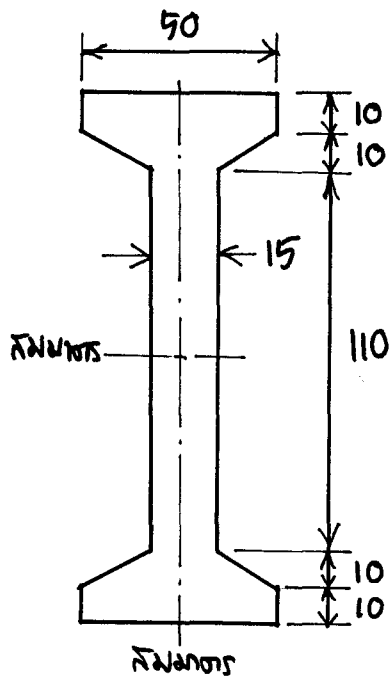
Cross-section of Hollow core

หน้านี้สำหรับตอบข้อ 1.

2. (20 คะแนน) จงออกแบบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงแบบ pretensioned หน้าตัดขวางรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตันขนาด 0.30x0.30x16.00 m มีหูไว้สำหรับยกสองจุดที่ห่างจากหัวและปลายเสาเข็มเป็นระยะ 3.20 m กำหนดให้ $f'_c = 350$ ksc, $f'_{ci} = 250$ ksc, $RH = 80\%$, ใช้ PC wire-SI-5-1670-Relax 1 ที่มี $f_{pu} = 17000$ ksc, $f_{pe} \leq 0.6 f_{pu}$, $f_{pi} \leq 0.7 f_{pu}$, ใช้ข้อกำหนดของ AASHTO ในการคำนวณ losses คือ $CR = 12 f_{cir} - 7 f_{cids}$, $SH = 1200 - 11 RH$, และ $RE = 1270 - 0.4 ES - 0.2(SH+CR)$, **ไม่กำหนด minimum effective compressive stress ในคอนกรีตเนื่องจาก prestress, ไม่ต้องออกแบบเหล็กปลอก** ให้สเก็ตหน้าตัดขวางแสดงตำแหน่งของเหล็กอัดแรงให้ดูด้วย

3. (20 คะแนน) คานคอนกรีตอัดแรงแบบ pretensioned เป็นคานช่วงเดียวธรรมดาที่มีความยาวช่วง 21m แนวเซนทรอยด์ของ tendon มี constant eccentricity โดยไม่มีการ debond จากการออกแบบได้เลือกหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป คานนี้รับน้ำหนักบรรทุกคงที่ (นอกเหนือจากน้ำหนักของคาน) เท่ากับ 880 kg/m และรับน้ำหนักบรรทุกจรเท่ากับ 1160 kg/m โดยมีข้อมูลดังนี้ $f'_c = 380 \text{ ksc}$, $f'_{ci} = 280 \text{ ksc}$, ใช้ strand ขนาด 9.5 mm (ที่มี ultimate strength = 10430 kg, proof strength = 8600 kg, มีพื้นที่หน้าตัดขวาง = 54.8 mm²), loss = 21.0 %

- a) จงออกแบบหาจำนวน strand และ eccentricity
- b) หากใช้ eccentricity ในข้อ a) จะสามารถลดจำนวน strand ลงได้เหลือต่ำสุดเท่าใด (สมมุติว่า f_u เป็นตัว control ค่าของ allowable live load)
- c) จงสังเกตการจัดตำแหน่งที่แน่นอนของเหล็กอัดแรงในข้อ b) โดยคำนึงถึงระยะห่างระหว่าง strand แต่ละเส้น คำนึงถึง cover และให้ได้ eccentricity ตามที่ต้องการ (clear spacing $\geq 4d$, cover $\geq 38 \text{ mm}$)



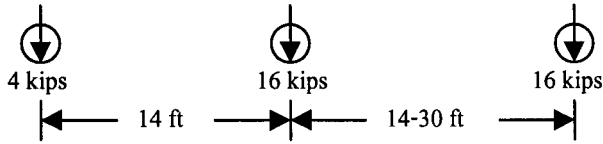
$$F_i/A = (|f_{ci}| + f_{pi}) c_i / h - f_{ti}$$

$$F_i e / S_i = f_{ti} + F_i / A$$

Dimensions in cm
Cross-section

4. (20 คะแนน) สมมติให้คานในข้อ 3. เป็นคานสะพาน (bridge girder) คอนกรีตอัดแรงช่วงเดียวธรรมดาที่มีความยาวช่วง 21 m โดยคานนี้ห่างกันทุก 2.10 m มีพื้นสะพานเป็น RC slab หนา 0.20 m กำหนดให้

- จำนวน wheel line = $s/5.5$ เมื่อ s เป็น spacing หรือระยะห่างของ bridge girder มีหน่วยเป็น ft
- หนึ่ง wheel line ของ HS20-44 มีน้ำหนักลงแต่ละล้อดังแสดง



- impact fraction $I = 50/(l+125)$ เมื่อ $l =$ span length เป็น ft
- สำหรับ simple span ที่ไม่เกิน 44 m สามารถใช้ HS20-44 คันเดียวบน span ในการคำนวณออกแบบหา design bending moment และ design shear force
- maximum bending moment เกิดขึ้นเมื่อ c.g. ของ truck load และล้อกลางถูกแบ่งครึ่งด้วย center line ของ span
- c.g. ของ truck load อยู่ห่างจากล้อหลัง 9.33 ft เมื่อล้อหลังห่างจากล้อกลาง 14 ft

จงหา design bending moment (เป็น kg-m) และ shear force (เป็น kg) เนื่องจาก truck load ซึ่งเป็นน้ำหนักบรรทุกจร

5. (20 คะแนน) สมมติว่าคานาคอนกรีตอัดแรงแบบ pretensioned ในข้อ 3. ใช้ strand จำนวน 28 เส้น ใช้ eccentricity 42 cm จงออกแบบเหล็กดัด (เหล็กปลอก) โดยใช้เหล็กเส้นกลม SR24 และ

$$V_c = (0.16 \sqrt{f'_c} + 49 V_u d_p / M_u) b_w d_p \qquad 1.33 \sqrt{f'_c} b_w d_p \geq V_c \geq 0.53 \sqrt{f'_c} b_w d_p$$

$$V_u d_p / M_u \leq 1$$

$$S \leq 0.75 h$$

$$\leq 0.60 m$$

$$A_v = 3.5 b_w S / f_y$$

$$A_v = A_{ps} f_{pu} S \sqrt{d_p / b_w} / (80 f_y d_p)$$