

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบไล่ ประจำภาคการศึกษาที่ 1

ประจำปีการศึกษา 2549

วันที่ : 2 ตุลาคม 2549

เวลา : 13:30 - 16:30 น.

วิชา : 220-414, 221-414 Prestressed Concrete Design

ห้อง : A400

ชื่อ-สกุล.....

รหัส.....

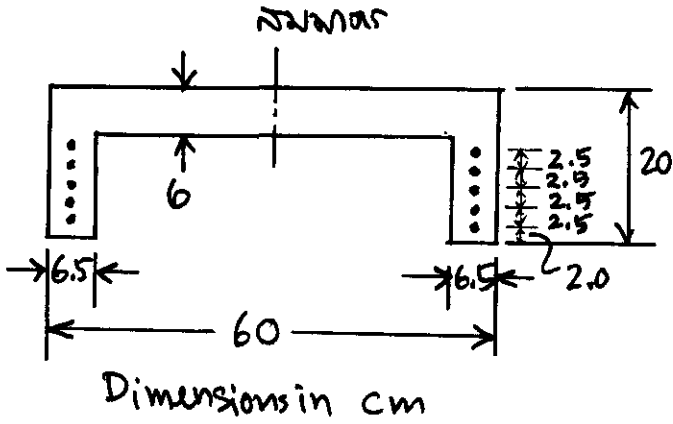
คำชี้แจง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ รวม 100 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมี 9 หน้า (รวมหน้านี้) ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำตอบนี้ หากไม่พอให้ใช้หน้าว่างด้านซ้ายมือ (หน้าหลังของแผ่นก่อน)
4. ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
5. อนุญาตให้ตอบด้วยดินสอดำได้
6. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิด แต่ในขณะที่กำลังสอบอยู่ จะอนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขเพียงเครื่องเดียว เครื่องสำรองต้องฝากอาจารย์ผู้คุมสอบไว้ หากแบตเตอรี่ของเครื่องที่ใช้อยู่หมด จึงจะอนุญาตให้นำมาแลกเอาเครื่องคิดเลขสำรองไปใช้ได้
7. ให้เขียนชื่อ-สกุล รหัส ลงในหน้าแรก และเขียนรหัสในที่เว้นไว้ให้ที่มุมบนขวาของทุกแผ่นที่เหลือ 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,  $f_{ci} = 0.6 f'_c$   
 $f_{ti} = 1.6 \sqrt{f'_c}$  ksc,  $f_{cs} = 0.45 f'_c$ ,  $f_{ls} = 1.6 \sqrt{f'_c}$  ksc,  $f_t = 2.0 \sqrt{f'_c}$  ksc

ข้อ	คะแนนเต็ม	ได้
1	25	
2	15	
3	20	
4	25	
5	15	
รวม	100	

ฟูกิจ นิลรัตน์ ผู้ออกข้อสอบ

1. (25 คะแนน) แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบ pretensioned ชนิดตัวยูคว่า คอนกรีตมีกำลังอัด 350 ksc มีหน้าตัดขวางโดยประมาณดังแสดงในรูป มีลวดอัดแรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 mm จำนวน 10 เส้น ใช้เป็นพื้นช่วงเดียว ธรรมดา ความยาวช่วง 8 m นำแผ่นพื้นนี้ที่เกิดการสูญเสียหมดแล้วมาใช้งาน ในการติดตั้งไม่มีการค้ำยันแผ่นพื้น และวางให้ด้านข้างของแต่ละแผ่นพื้นชิดติดกัน คอนกรีตทับหน้า (ที่มีกำลังอัด 210 ksc) หนา 5 cm กำหนดให้ effective prestress ในลวดมีค่าสม่ำเสมอตลอดความยาวเท่ากับ 9900 ksc จงหา allowable live load (เป็น kg/m<sup>2</sup>) ของระบบพื้นประกอบนี้ โดยสมมติว่า allowable tensile stress  $f_t$  เป็นตัว control ในการหาค่า allowable live load



2. ( 15 คะแนน) ในการออกแบบคานคอนกรีตอัดแรง (แบบ simple span รับ uniform load) โดยอาศัย allowable stresses ของคานที่มีการเยื้องศูนย์กลางตัว (constant eccentricity) ต้องพิจารณาจาก normal stress diagrams ในคอนกรีตของ cross-section ที่ support และที่ midspan โดยพิจารณาที่ stage ต่าง ๆ คือ stage 1 คานรับ  $F_i$ , stage 2 คานรับ  $F_i + M_g$ , stage 3 คานรับ  $F_c + M_g$ , stage 4 คานรับ  $F_c + M_g + M_{SDL} + M_L$

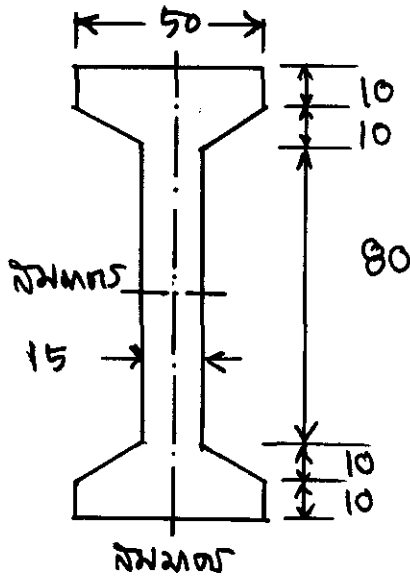
จงเขียน normal stress diagrams ของ support section และของ midspan section ของทั้ง 4 stages

- (ก) ระบุว่าค่า allowable stresses คือ  $f_{ci}$ ,  $f_{ci}$ ,  $f_{cs}$ ,  $f_{cs}$  อยู่ที่ใดใน diagram ของ midspan section
- (ข) ระบุลงใน diagram ของ midspan section ด้วยว่าระยะต่อไปนี้มีค่าเท่าใด
  - ระยะที่ bottom fiber ระหว่าง stage 1 และ 2
  - ระยะที่ top fiber ระหว่าง stage 3 และ 4
  - ระยะที่ centroid ระหว่าง stage 1 และ 3
- (ค) จงอธิบายว่าหากเป็นกรณีของการเยื้องศูนย์กลางที่ไม่คงตัว (variable eccentricity) ตำแหน่งของ allowable stresses ใน diagram จะเปลี่ยนไปหรือไม่ เพราะอะไร

3. (20 คะแนน) จงออกแบบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงแบบ pretensioned หน้าตัดขวางรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส  
ตันขนาด 0.30x0.30x16.50 m มีรูไว้สำหรับยกสองจุดที่ห่างจากหัวและปลายเสาเข็มเป็นระยะ 3.40 m  
กำหนดให้  $f'_c = 380$  ksc,  $f'_{ci} = 250$  ksc, RH = 80 %, ใช้ PC wire-SI-5-1670-Relax I 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  $f_{ci}$  - 7  
 $f_{cds}$ , SH = 1200 - 11 RH, และ RE = 1270 - 0.4 ES - 0.2(SH+CR), **ไม่กำหนด minimum effective  
compressive stress ในคอนกรีตเนื่องจาก prestress, ไม่ต้องออกแบบเหล็กปลอก ให้สเก็ทหน้าตัดขวาง  
แสดงตำแหน่งของเหล็กอัดแรงให้ดูด้วย**

4. (25 คะแนน) คานคอนกรีตอัดแรงแบบ pretensioned เป็นคานช่วงเดียวธรรมดาที่มีความยาวช่วง 18 m แนวเซนทรอยด์ของ tendon มี constant eccentricity โดยไม่มีการ debond จากการออกแบบได้เลือกหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป คานนี้รับน้ำหนักบรรทุกคงที่ (นอกเหนือจากน้ำหนักของคาน) เท่ากับ 840 kg/m และรับน้ำหนักบรรทุกจรเท่ากับ 1000 kg/m โดยมีข้อมูลดังนี้  $f'_c = 350 \text{ ksc}$ ,  $f'_{ci} = 240 \text{ ksc}$ , ใช้ strand ขนาดระบุ 9.5 mm (ที่มี ultimate strength = 10430 kg, proof strength = 8600 kg, มีพื้นที่หน้าตัดขวาง = 54.8 mm<sup>2</sup>), loss = 20.0 %

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



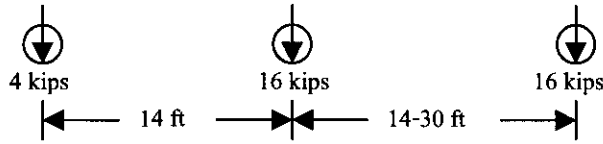
$$F_i/A = (|f_{ci}| + f_u) c_i / h - f_u$$

$$F_i e / S_c = f_u + F_i / A$$

Dimensions in CM  
Cross-section

5. (15 คะแนน) สมมติให้คานในข้อ 4. เป็นคานสะพาน (bridge girder) คอนกรีตอัดแรงช่วงเดียวธรรมดาที่มีความยาวช่วง 18 m โดยคานนี้ห่างกันทุก 2.0 m มีพื้นสะพานเป็น RC slab หนา 0.175 m กำหนดให้

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



- impact fraction  $I = 50/(l+125)$  เมื่อ  $l$  = span length เป็น ft
- สำหรับ simple span ที่ไม่เกิน 44 m สามารถใช้ HS20-44 truck 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

(ก) จงหาขนาดของ truck load จากล้อและ ตำแหน่งที่จะใช้ในการหา design bending moment และ design shear force (แสดงภาพประกอบ)

(ข) จง sketch ของ SFD (shear force diagram) และ BMD (bending moment diagram) ของทั้งสองกรณีในข้อ (ก) โดยไม่ต้องคำนวณ