

# มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

## คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบไล่ ประจำปีการศึกษาที่ 1

ประจำปีการศึกษา 2546

วันที่ : 29 กันยายน 2546

เวลา : 13:30 - 16:30 น.

วิชา : 220-414 Prestressed Concrete Design

ห้อง : R200

ชื่อ-สกุล.....รหัส.....

### คำชี้แจง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ รวม 105 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมี 7 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 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,  $f_{ci} = 0.6 f'_c$   
 $f_t = 1.6 \sqrt{f'_{ci}}$  ksc,  $f_{cs} = 0.45 f'_c$ ,  $f_{ts} = 1.6 \sqrt{f'_c}$  ksc,  $f_r = 2.0 \sqrt{f'_c}$  ksc

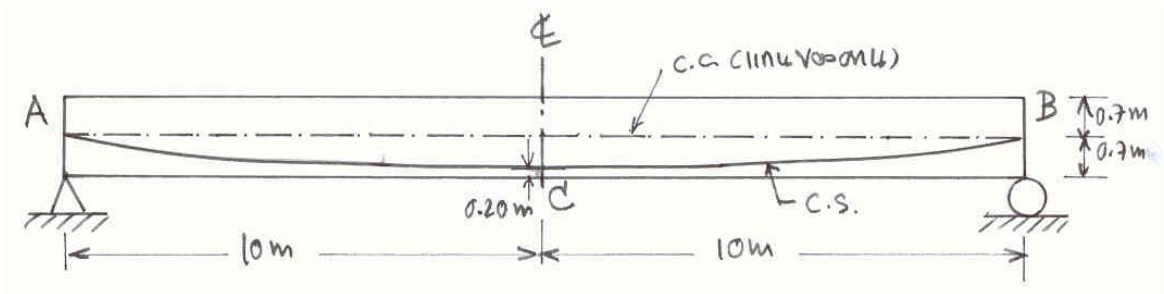
ข้อ	คะแนนเต็ม	ได้
1	15	
2	30	
3	20	
4	20	
5	20	
รวม	105	

ฟูกิจ นิลรัตน์ ผู้ออกข้อสอบ

$$\Delta = T_0 L (1 - e^{-\mu\alpha - KL}) / (E_s A_{ps} (\mu\alpha + KL)) \cong T_0 L (1 - \mu\alpha/2 - KL/2) / (E_s A_{ps})$$

1. ( 15 คะแนน) คานคอนกรีตอัดแรงชนิด post-tensioned ดังแสดงในรูป เป็น simple beam ที่มี span 20 m แนวเซนทรอยด์ของเหล็กอัดแรง (c.s.) เป็นเส้นโค้ง parabola เหล็กถูกดึงจากปลาย A ข้างเดียว กำหนดให้สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานเท่ากับ 0.25 ค่าคงตัวของ length effect เท่ากับ 0.005/m โดยการใช้สูตรประมาณ  $T_x = T_0 (1 - \mu\alpha - Kx)$  ช่วงเดียว

- (ก) จงหาว่าจะต้องดึงจนที่ปลาย A มี stress เท่ากับเท่าใด เพื่อว่าหลังจากที่ปล่อยให้สมอยึดเข้าที่แล้ว ที่ midspan C มี stress เท่ากับ 12000 ksc กำหนดให้มีการ slip และ deformation ของสมอยึดรวมเป็น 5 mm
- (ข) จงหาระยะยืด (elongation) ที่ปลาย A เมื่อดึงเหล็กอัดแรงที่ปลาย A ให้มี stress เท่ากับคำตอบในข้อ (ก)

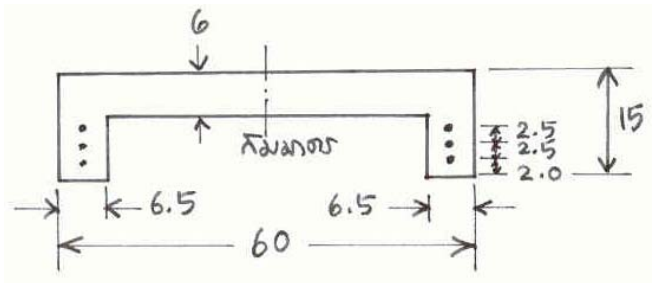


2. (30 คะแนน) แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง แบบ pretensioned ชนิดตัวยูกว่า ใช้เป็นพื้นช่วงเดียวธรรมดา มีความยาวช่วง 5.00 m มีลวดอัดแรงขนาด 5 mm ทั้งหมดจำนวน 6 เส้น มี cross-section โดยประมาณดังแสดงในรูป เมื่อนำแผ่นพื้นที่เกิด loss ขึ้นหมดแล้วมาติดตั้ง โดยไม่มีการค้ำยันและให้ด้านข้างของแต่ละแผ่นชิดติดกัน แล้วเทคอนกรีตทับหน้าหนา 5 cm กำหนดให้

- effective prestress ในลวดแรงมีค่าสม่ำเสมอตลอดความยาว เท่ากับ 9900 ksc
- แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงมี  $f'_c = 350$  ksc
- คอนกรีตทับหน้ามี  $f'_c = 180$  ksc
- allowable tensile stress  $f_{ts}$  เป็นตัว control ค่าของ allowable live load

จงหา

- allowable live load เป็น  $kg/m^2$
- live load เป็น  $kg/m^2$  ที่ทำให้ระบบแผ่นพื้นนี้เกิด failure โดยกำหนดให้ tensile stress  $f_{ps}$  ในลวดอัดแรงที่ ultimate load เท่ากับ 15000 ksc และเป็น under-reinforced section โดยไม่ต้องตรวจสอบอีก



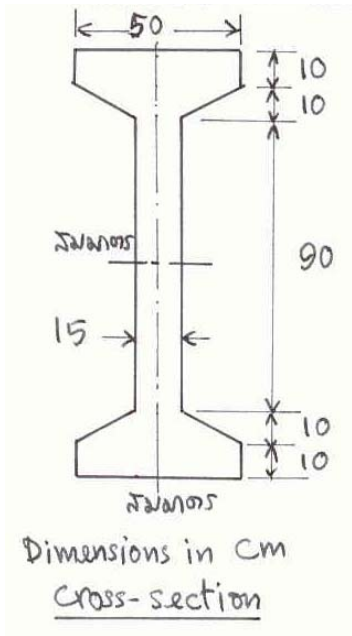
Dimensions in cm

**Cross-section** โดยประมาณของพื้นชนิดตัวยูกว่า

หน้าสำหรับตอบข้อ 2.

3. (20 คะแนน) คานคอนกรีตอัดแรงแบบ pretensioned เป็นคานช่วงเดียวธรรมดาที่มีความยาวช่วง 20 m แนวเซนทรอยด์ของ tendon มี constant eccentricity โดยไม่มีการ debond จากการออกแบบได้เลือกหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป คานนี้รับน้ำหนักบรรทุกทุกครั้งที่ (นอกเหนือจากน้ำหนักของคาน) เท่ากับ 900 kg/m และรับน้ำหนักบรรทุกจรเท่ากับ 1200 kg/m โดยมีข้อมูลดังนี้  $f'_c = 375 \text{ ksc}$ ,  $f'_{ci} = 280 \text{ ksc}$ , ใช้ strand ขนาด 9.5 mm (ที่มี ultimate strength = 10430 kg, proof strength = 8600 kg, มีพื้นที่หน้าตัดขวาง = 54.8 mm<sup>2</sup>), loss = 18.5 %

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

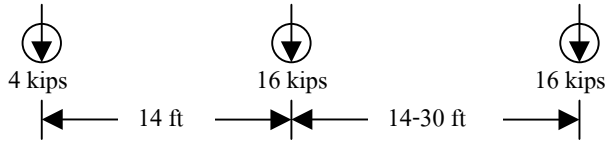


$$F_i/A = (|f_{ci}| + f_{ci}) c_t / h - f_{ci}$$

$$F_i e / S_t = f_{ci} + F_i/A$$

4. (20 คะแนน) สมมติให้คานในข้อ 1. เป็นคานสะพาน (bridge girder) คอนกรีตอัดแรง เป็นคานช่วงเดียวธรรมดาที่มีความยาวช่วง 20 m โดยคานสะพานนี้ห่างกันทุก 2.1 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 คับเดียวบน 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 design shear force (เป็น kg) เนื่องจาก truck load ซึ่งเป็นน้ำหนักบรรทุกจร

5. (20 คะแนน) สมมติว่าคานคอนกรีตอัดแรงแบบ pretensioned ในข้อ 3. ใช้ strand จำนวน 25 เส้น ใช้ eccentricity 45 cm จงออกแบบเหล็กดัด (เหล็กปลอก) โดยใช้เหล็กเส้นกลม SR24 และ

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

$$V_u d_p / M_u \leq 1$$

$$S \leq 0.75 h$$

$$\leq 0.60 m$$

$$A_v = 3.5 b_w S / f_y$$

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