

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบไล่ ประจำปีการศึกษาที่ 1

ประจำปีการศึกษา 2550

วันที่ : 1 ตุลาคม 2550

เวลา : 13:30 - 16:30 น.

วิชา : 221-414 Prestressed Concrete Design

ห้อง : R300

ชื่อ-สกุล.....รหัส.....

คำชี้แจง

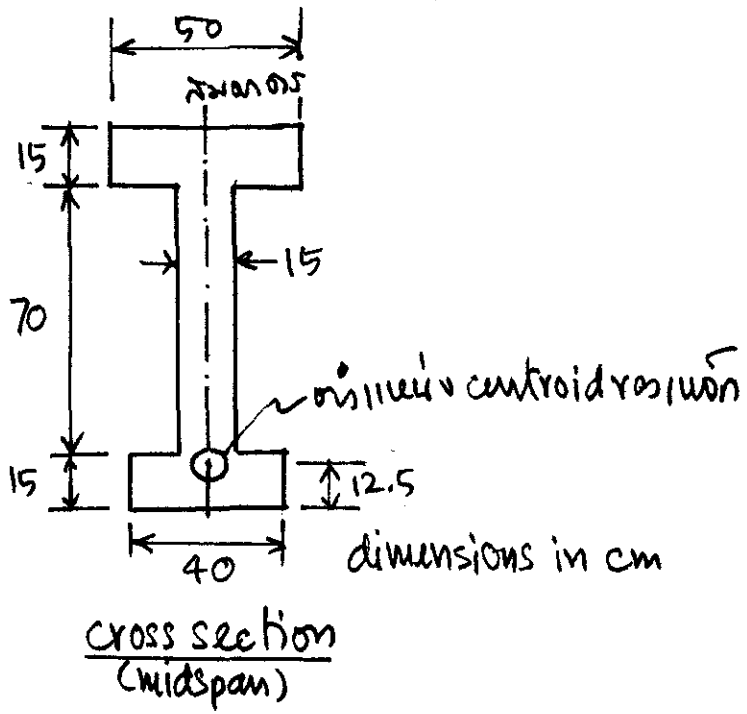
1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ รวม 100 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมี 10 หน้า (รวมหน้านี้) ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำตอบนี้ หากไม่พอให้ใช้หน้าว่างด้านซ้ายมือ (หน้าหลังของแผ่นก่อ ๔)
4. ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
5. อนุญาตให้ตอบด้วยดินสอดำได้
6. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิด แต่ในขณะที่กำลังสอบอยู่ จะอนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขเพียงเครื่องเดียว เครื่องสำรองต้องฝากอาจารย์ผู้คุมสอบไว้ หากแบตเตอรี่ของเครื่องที่ใช้อยู่หมด จึงจะอนุญาตให้นำมาแลกเปลี่ยนเครื่องคิดเลขสำรองไปใช้ได้
7. ให้เขียนชื่อ-สกุล รหัส ลงในหน้าแรก และเขียนรหัสในที่เว้นไว้ให้ที่มุมบนขวาของทุกแผ่นที่เหลือ หากไม่ ปฏิบัติตามนี้จะถูกหักคะแนนจุดละ 1 คะแนน
8. ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใด ๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
9. ในโจทย์ทุกข้อ หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ให้ใช้ $E_s = 2.0 \times 10^6 \text{ ksc}$, $E_c = 15200 \sqrt{f'_c} \text{ ksc}$, $f_{ci} = 0.6 f'_c$
 $f_u = 1.6 \sqrt{f'_{ci}} \text{ ksc}$, $f_{cs} = 0.45 f'_c$, $f_{is} = 1.6 \sqrt{f'_c} \text{ ksc}$, $f_r = 2.0 \sqrt{f'_c} \text{ ksc}$

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

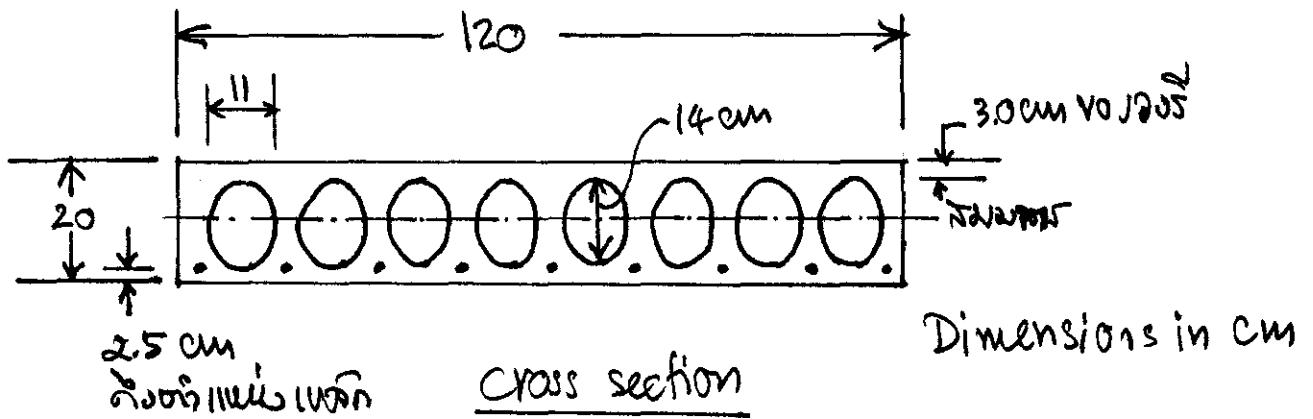
ฟูกิจ นิลรัตน์ ผู้ออกข้อสอบ

1. (25 คะแนน) Post-tensioned simple beam มี span 15 m มีขนาดสม่ำเสมอและมีหน้าตัดขวางที่ midspan โดยประมาณดังแสดงในรูป มีเหล็กอัดแรง PC strand-7 wire-ordinary-12.7-1860-Relax 2 จำนวน 10 เส้น อยู่ในท่อ 3 ท่อ โดย centroid ของเหล็กห่างจากขอบล่าง 12.5 cm ที่ midspan เมื่อนำคานที่เกิดการสูญเสียหมดแล้ว มาใช้งานโดยมี effective prestress force 96 ตัน กำหนดให้คอนกรีตมีกำลังอัด 350 ksc จงคำนวณหา

- (a) Allowable live load เป็น kg/m โดยสมมติว่า allowable tensile stress f_{ts} เป็นตัว control ในการหาค่า allowable live load นี้
- (b) เมื่อเพิ่ม live load จากคำตอบในข้อ (a) ขึ้นไปเรื่อย ๆ จนคานเกิด tensile crack ที่ midspan จงหา live load เป็น kg/m ที่ทำให้เกิด tensile crack นี้
- (c) เมื่อเพิ่ม live load จากคำตอบในข้อ (b) ขึ้นไปเรื่อย ๆ จนคานเกิด flexural failure สมมติให้เป็น under-reinforced section และให้ $f_{ps} = 14000$ ksc จงหา live load เป็น kg/m ที่ทำให้เกิด flexural failure นี้ กำหนดให้ strand 12.7 mm ที่ใช้มีพื้นที่หน้าตัดขวาง $98.7 \text{ mm}^2/\text{strand}$



2. (25 คะแนน) แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบ pretensioned ชนิด hollow core คอนกรีตมีกำลังอัด 30 ksc มีหน้าตัดขวางโดยประมาณดังแสดงในรูป รูปกลวงเป็นวงรี มี PC strand-7 wire-ordinary-9.5-1860-R lax 2 จำนวน ๑ เส้น ใช้เป็นพื้นช่วงเดียวธรรมดา ความยาวช่วง 8 m นำแผ่นพื้นนี้ที่เกิดการสูญเสียหมดแล้วมาใช้ งาน ในการติดตั้งไม่มีการก้ำกั้นแผ่นพื้น และวางให้ด้านข้างของแต่ละแผ่นพื้นชิดติดกัน คอนกรีตทำหน้า (ที่มีกำลังอัด 210 ksc)หนา 5 cm กำหนดให้ effective prestress ในลวดมีค่าสม่ำเสมอตลอดความยาว เท่ากับ 10800 ksc และstrand 9.5 mm ที่มีพื้นที่หน้าตัดขวาง 54.8 mm²/strand จงหา allowable live load (เป็น kg/m²) ของระบบพื้นประกอบนี้ โดยสมมติว่า allowable tensile stress f_{st} เป็นตัวcontrol ในกา หาค่า allowable live load



วงรี มี พื้นที่ $A = \frac{\pi ab}{4}$, $I_x = \frac{\pi ab^3}{64}$

3. (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 midspan section ของทั้ง 4 stages

(ก) ระบุว่าค่า allowable stresses คือ f_{ti} , f_{ci} , f_{cs} , f_{ts} อยู่ที่ใดใน diagram ของ midspan section

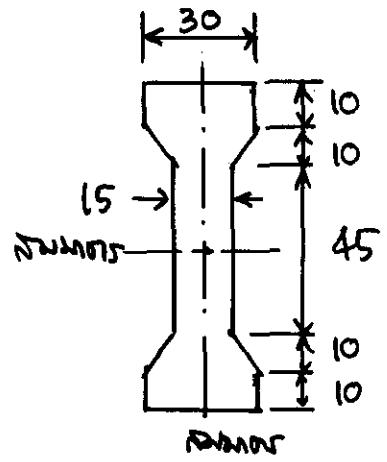
(ข) ระบุลงใน diagram ของ midspan section ด้วยว่าระยะต่อไปนี้มีค่าเท่าใด

- ระยะที่ bottom fiber ระหว่าง stage 1 และ 2
- ระยะที่ top fiber ระหว่าง stage 3 และ 4
- ระยะห่างจาก centroid ของ stage 1 กับ top fiber ของ stage 1

(ค) จงอธิบายว่าหากเป็นกรณีของการเยื้องศูนย์กลางที่ไม่คงตัว (variable eccentricity) ตำแหน่งของ allowable stresses ใน diagram จะเปลี่ยนไปหรือไม่ เพราะอะไร

4. (15 คะแนน) ในการออกแบบคานคอนกรีตอัดแรงแบบ pretensioned ช่วงเดี่ยวธรรมดาที่มีความยาวช่วง 12 m แนวเซนทรอยด์ของ tendon มี constant eccentricity โดยไม่มีการ debond คานนี้รับน้ำหนักบรรทุกคงที่ (นอกเหนือจากน้ำหนักของคาน) เท่ากับ 750 kg/m และรับน้ำหนักบรรทุกจรเท่ากับ 1500 kg/m และกำหนดให้ $loss = 17.5\%$ ได้ออกแบบเลือกหน้าตัดขวางสม่ำเสมอแสดงในรูป โดยมีข้อมูลดังนี้ $f'_c = 400 \text{ ksc}$, $f'_{ci} = 280 \text{ ksc}$, และ ได้ initial prestress force $F_i = 121800 \text{ kg}$ และ $e = 25 \text{ cm}$

- a) จงหาว่าจะสามารถลด F_i ลงได้เหลือต่ำสุดเท่ากับเท่าใด โดยสมมติว่า allowable tensile stress f_{ts} เป็นตัว control ในการออกแบบ
- b) จาก F_i ต่ำสุดที่ได้จากข้อ a) หากใช้ strand ขนาด 9.5 mm ที่มี ultimate strength = 10430 kg และมีพื้นที่หน้าตัดขวาง = 54.8 mm²/strand จงหาจำนวน strand
- c) จงสังเกตการจัดตำแหน่งที่แน่นอนของเหล็กอัดแรงในข้อ b) โดยคำนึงถึงระยะห่างระหว่าง strand แต่ละเส้น คำนึงถึง cover และให้ได้ eccentricity ตามที่ต้องการ (clear spacing $\geq 4d$, cover $\geq 38 \text{ mm}$)



Cross section
Dimensions in cm

5. (20 คะแนน) จงออกแบบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงแบบ pretensioned หน้าตัดขวางรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด $0.30 \times 0.30 \times 17.00$ m มีหูไว้สำหรับยกสองจุดที่ห่างจากหัวและปลายเสาเข็มเป็นระยะ 3.50 m กำหนดให้ $f'_c = 380$ ksc, $f'_{ci} = 250$ ksc, $RH = 80\%$, ใช้ PC wire-SI-5-1670-Relax 1 ที่มี $f_{pu} = 17000$ ksc, $f_{pc} \leq 0.6 f_{pu}$, $f_{pi} \leq 0.7 f_{pu}$, ใช้ข้อกำหนดของ AASHTO ในการคำนวณ losses คือ $CR = 12 f_{cir} - 7 f_{c ds}$, $SH = 1200 - 11 RH$, และ $RE = 1270 - 0.4 ES - 0.2(SH+CR)$, **ไม่กำหนด minimum effective compressive stress ในคณกริตเนื่องจาก prestress, ไม่ต้องออกแบบเหล็กปลอก ให้สเก็ตหน้าตัดขวางแสดงตำแหน่งของเหล็กอัดแรงให้ดูด้วย**