

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำปีการศึกษาที่ 1

วันพุธที่ 29 กรกฎาคม 2552

วิชา 221-414 การออกแบบคอนกรีตอัดแรง

ปีการศึกษา 2551

เวลา 9:00-12:00 น.

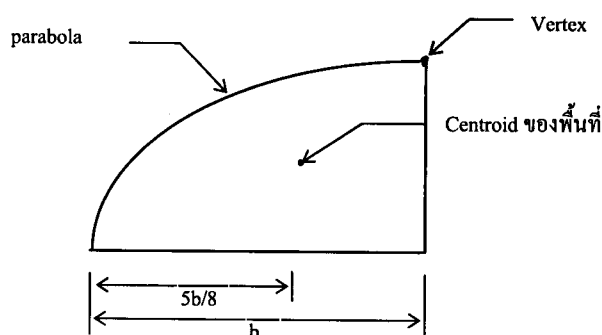
ห้องสอบ R200

ชื่อ-สกุล รหัส

คำชี้แจง

1. ข้อสอบทั้งหมดมี 5 ข้อ รวม 100 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมี 6 หน้า (รวมหน้านี้) ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำตอบนี้ หากไม่พอให้ใช้หน้าว่างด้านซ้ายมือ (หน้าหลังของแผ่นก่อน ไม่ใช่หน้าหลังของข้อที่กำลังทำ) ผิดคำสั่งหักคะแนนข้อละ 2 คะแนน
4. ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
5. อนุญาตให้ตอบด้วยดินสอได้ (ควรใช้ชนิด B)
6. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิดเพียงเครื่องเดียว เครื่องคิดเลขสำรองต้องฝากผู้คุมสอบไว้ เมื่อแบตเตอรี่ของเครื่องที่ใช้อยู่หมด จึงจะนำไปแลกเอาเครื่องสำรองมาใช้ได้ สามารถโปรแกรมอะไรก็ได้ไว้ในเครื่องคิดเลข การเขียนข้อความไว้ที่ใดบนเครื่องคิดเลขที่ไม่ใช่โปรแกรม ถือว่าเป็นการทุจริต
7. ให้เขียนชื่อ-สกุล รหัส ลงในหน้าแรก และเขียนรหัสในที่ที่เว้นไว้ให้ที่มุมบนขวาทุกของแผ่นที่เหลือ ผิดคำสั่งหักคะแนนจุดละ 1 คะแนน
8. ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใด ๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
9. ในโจทย์ทุกข้อ หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ให้ใช้ $E_s = 2.0 \times 10^6 \text{ ksc}$, $E_{ci} = 15200 \sqrt{f'_{ci}} \text{ ksc}$
และ $E_c = 15200 \sqrt{f'_c} \text{ ksc}$

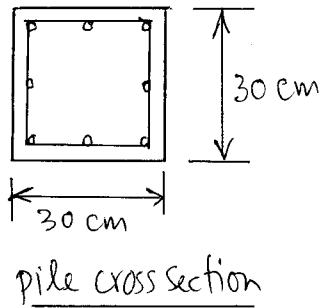
ข้อ	คะแนนเต็ม	ได้
1	20	
2	20	
3	20	
4	20	
5	20	
รวม	100	



ฟูกิจ นิลรัตน์ ผู้ออกข้อสอบ

ข้อ 1 (20 คะแนน) เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงมีหน้าตัดขวงดังแสดง มี 8PC wire-5-SI-1670-Relax1 ทำด้วยคอนกรีตที่มี $f'_c = 375$ ksc ในการยกและขนส่งเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงต้องออกแบบให้รับ design bending moment M_{design} ที่เกิดจากน้ำหนักของเสาเข็มเอง โดยต้องรวมผลของ impact เท่ากับ 30% นั่นคือ $M_{design} = 1.3 M_{max}$ กำหนดให้เสาเข็มนี้เกิด loss ต่าง ๆ ขึ้นหมดแล้วโดยมี effective prestress = 9800 ksc และ allowable tensile and compressive stress = $1.6\sqrt{f'_c}$ ksc และ $0.45 f'_c$ ตามลำดับ

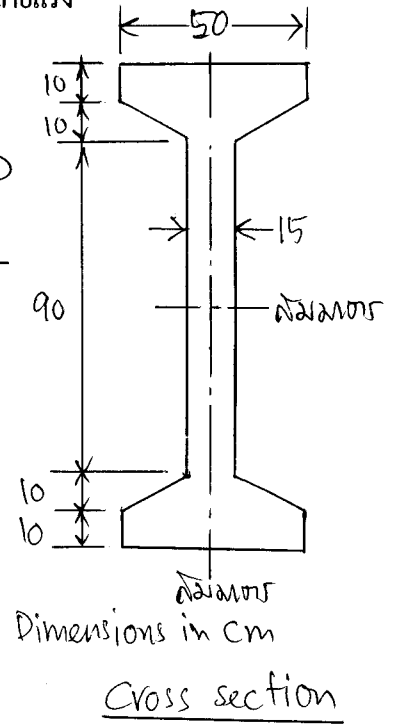
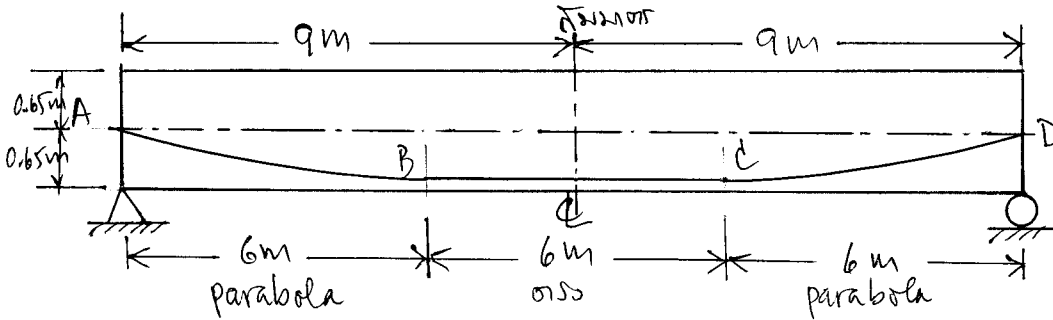
- (ก) จงหา M_{design} ที่เสาเข็มนี้รับได้
- (ข) ถ้าเสาเข็มนี้ยาว 13 m ถูกยก 2 จุดที่ 2.6 m จากปลายทั้งสอง จงหา normal stress สูงสุดทั้งด้านดึงและอัด ที่เกิดขึ้นเมื่อคิดผลของ impact 30% ด้วยแล้ว



ข้อ 2 (20 คะแนน) คาน post-tensioned มีหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป เป็นคานช่วงเดียวธรรมดาที่มีความยาวช่วง 18 m ก่อนถ่ายแรงคานถูกค้ำยันไว้ ขณะถ่ายแรงคอนกรีตมีกำลังอัด 280 ksc และสมมุติว่าทันทีหลังการถ่ายแรง เหล็กอัดแรงมี prestress force เท่ากับ 180 ตันตลอดความยาว แนวcentroid ของเหล็กอัดแรงในช่วงกลาง BC เป็นเส้นตรง สัมผัสกับแนว parabola ของช่วงปลาย AB และ CD ที่ B และ C

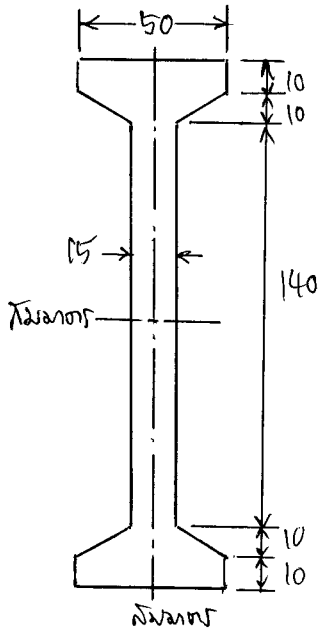
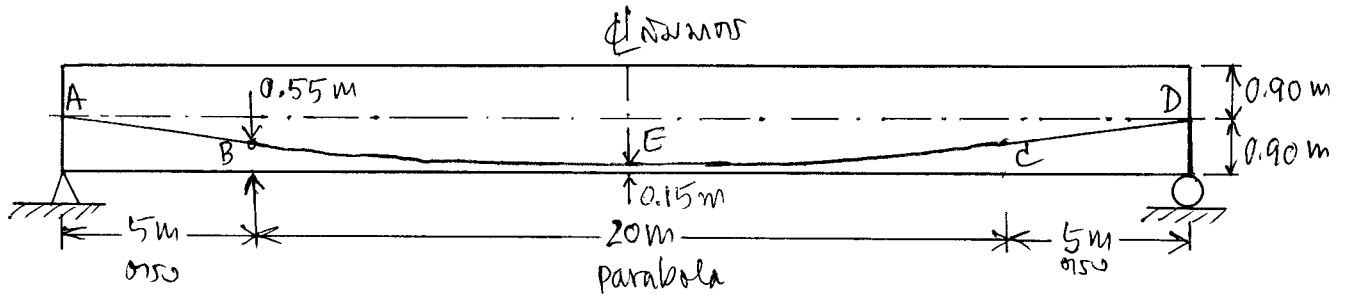
(ก) จงคำนวณหา vertical deflection ที่ midspan ขณะถ่ายแรง

(ข) จงคำนวณหา normal stress ที่ extreme fiber (ขอบบนและล่าง) ที่ midspan ขณะถ่ายแรง



- ข้อ 3 (20 คะแนน) คาน post-tensioned มีหน้าตัดขวางดังแสดงในรูป เป็นคานช่วงเดียวธรรมดาที่มีความยาวช่วง 30 m แนวcentroid ของเหล็กอัดแรงในช่วงกลาง BC เป็น parabola สัมผัสกับแนวเส้นตรงของช่วงปลาย AB และ CD ที่ B และ C ในการดึงเหล็กอัดแรงโดยดึงจากสองปลายพร้อมกัน โดยต้องการให้มี prestress ที่ midspan หลังจากสมอยึดเข้าที่แล้วเท่ากับ 12000 ksc กำหนดให้สัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน $\mu = 0.25$ ค่าคงตัวของ length effect $K = 0.005/m$ ให้ใช้สูตรประมาณ $T_x = T_0 (1 - \mu\alpha - Kx)$ และค่าของ slip รวมกับ deformation ของ anchorage (สมอยึด) เท่ากับ 5 mm ต่อสมอยึด (หรือต่อปลายที่ดึง)
- จงหาว่าจะต้องดึงเหล็กอัดแรงที่ปลายทั้งสองด้วย stress เท่าใด
 - ขณะที่ดึงด้วย stress ในข้อ (a) จงหาว่าจะวัดระยะยึดที่ปลายที่ดึงได้เท่าใด โดยให้ใช้สูตรประมาณข้างบนและให้คิดเป็นช่วง ๆ คือช่วงที่เป็นเส้นตรงและช่วงที่โค้งเป็น parabola

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

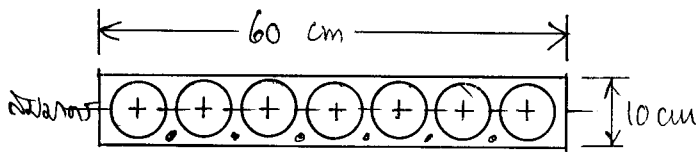


Dimensions in cm
Cross section

ข้อ 4 (20 คะแนน) คาน post-tensioned ในข้อ 3. มี initial prestress ที่ midspan 12000 ksc ทันทีหลังจากที่สมอยึดเข้าที่ของการดึงเหล็กอัดแรงแต่ละจุด เหล็กอัดแรงหนึ่งจุดในหนึ่งท่อนประกอบด้วย 12PC wire-7-SI-1670-Relax1 ในคานนี้มี 4 ท่อน ขณะทำการดึงเหล็กอัดแรงทั้ง 4 จุดคอนกรีตมีกำลังอัด 280 ksc คานนี้เป็นคานสะพานที่มีระยะห่างทางด้านข้างระหว่างคาน (center to center) เท่ากับ 2.20 m รับ RC slab หนา 20 cm ขณะที่เท RC slab ไม่มีการค้ำยันคาน กำหนดให้ f'_c (ของ PC beam) = 350 ksc, f'_c (ของ RC slab) = 210 ksc, $CR = 12f_{cir} - 7 f_{c ds}$ โดยใช้ข้อกำหนดของ AASHTO หรือ วสท. จงหา

- (a) loss เนื่องจาก elastic shortening ของ concrete ที่ midspan
- (b) loss เนื่องจาก creep ของ concrete ที่ midspan

- ข้อ 5 (20 คะแนน) แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบ pretensioned ชนิด hollow core ทำด้วยคอนกรีตที่มีกำลังอัด 360 ksc มีหน้าตัดขวางโดยประมาณดังแสดงในรูป มี 6 PC wire-SI-7-1670- Relax 2 ใช้เป็นแผ่นพื้นช่วงเดียวธรรมดาที่มีความยาวช่วง 6 m นำแผ่นพื้นนี้ที่เกิด loss หมดแล้ว โดยเหล็กอัดแรงมี prestress เท่ากับ 10000 ksc มาติดตั้งโดยวางชิดติดกัน หลังจากทีปล่อยให้เกิด deflection เนื่องจากน้ำหนักของตัวเองแล้วจึงทำการค้ำยัน แล้วเทคอนกรีตทับหน้าที่มีกำลังอัด 210 ksc หนา 5 cm หลังจากเทคอนกรีตทับหน้าแล้ว 28 วันก็ทำการถอดค้ำยัน จงหา
- (ก) prestress ในเหล็กอัดแรงจะเพิ่มขึ้นหรือไม่หลังการถอดค้ำยัน หากเพิ่มขึ้นจะเพิ่มขึ้นเท่าใด
 - (ข) หากมีน้ำหนักบรรทุกจร (live load) ต่อตารางเมตรเท่ากับ 300 kg/m^2 มากกระทำต่อระบบพื้นนี้ prestress ในเหล็กอัดแรงจะเพิ่มขึ้นเท่าใด



centroid ของเหล็ก ห่างจาก ขอบล่าง 2 cm
 รูปกลมกลวง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 cm
cross section