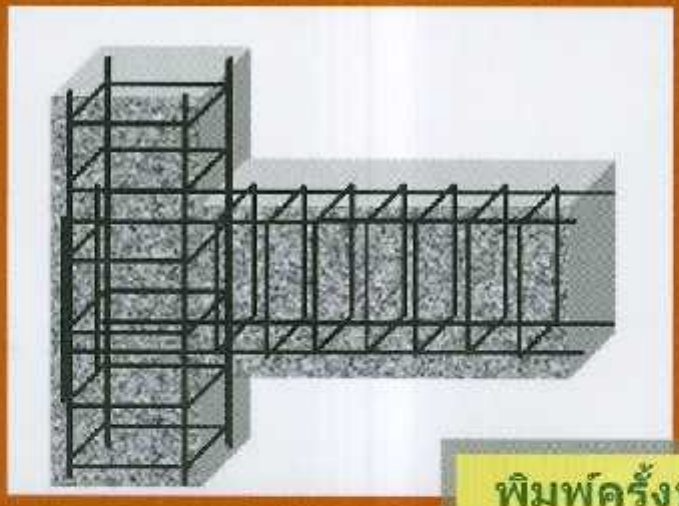
แองเกิ้ลออฟไซ : ANGLES OF SCI

การออกแบบ โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

วิธีกำลังและหน่วยแรงใช้งาน

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE DESIGN

STRENGTH AND WORKING DESIGN METHOD



8341

พิมพ์ครั้งที่ 6

ผศ.ดร. สำเริง รักซ้อน
Asst. Prof. Dr. SUMRERNG RUKZON
(CIVIL ENGINEERING)

สำนักหอสมุดกลาง
CENTRAL LIBRARY

การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก
วิธีกำลังและหน่วยแรงใช้งาน

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE DESIGN
STRENGTH AND WORKING DESIGN METHOD

พิมพ์ครั้งที่ 6

ใช้เป็นตำราสำหรับศึกษาควบคู่กับรายวิชา 04 712 311 การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร หรือใช้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาการออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็กของมหาวิทยาลัยอื่นๆ

เลขทะเบียน M 0147568
วันลงทะเบียน 26 ส.ค. 2558
เลขเรียกหนังสือ 624.18341 ส 312ก 2557 ฉบ

โดย
ผศ.ดร. สำเริง รักซ้อน
Asst. Prof. Dr. SUMRERNG RUKZON
(CIVIL ENGINEERING)

แองเกิ้ลออฟไซ : ANGLES OF SCI
79/52 หมู่ 3 ซอย 9
ต. ศาลากลาง อ. บางกรวย จ. นนทบุรี 11130
โทรศัพท์ 02 497 8573 โทรสาร 02 497 8573

การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก : วิธีกำลังและหน่วยแรงใช้งาน

ผศ.ดร. สำเริง รักซ้อน

ราคา 350 บาท

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ. ศ. 2551

พิมพ์ครั้งที่ 2 พ. ศ. 2552 1,000 เล่ม

พิมพ์ครั้งที่ 3 พ. ศ. 2552 1,000 เล่ม

พิมพ์ครั้งที่ 4 พ. ศ. 2553 1,000 เล่ม

พิมพ์ครั้งที่ 5 พ. ศ. 2555 2,000 เล่ม

พิมพ์ครั้งที่ 6 พ. ศ. 2557 2,000 เล่ม

หนังสือเล่มนี้สงวนสิทธิ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์

ห้ามผู้ใดทำซ้ำ ดัดแปลง ส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ ไม่ว่ารูปแบบใดๆ

นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจาก ผศ.ดร. สำเริง รักซ้อน เท่านั้น

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

สำเริง รักซ้อน.

การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก วิธีกำลังและหน่วยแรงใช้งาน.-- พิมพ์ครั้งที่ 6.-- นนทบุรี : แองเกิ้ลออฟไซ, 2557.

436 หน้า.

1. คอนกรีตเสริมเหล็ก. 2. การออกแบบโครงสร้าง. I. ชื่อเรื่อง.

620.137

ISBN 978-616-90816-5-4

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

แองเกิ้ลออฟไซ : ANGLES OF SCI

79/52 หมู่ 3 ซอย. 9 ถ. ศาลากลาง ต. บางกรวย จ. นนทบุรี 11130

โทร. 02 497 8573 โทรสาร 02 497 8573 มือถือ 080-087-4945 (คุณนัยนา เที่ยงภักดี)

พิมพ์ที่ โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน

กรุงเทพฯ 10330 โทร 02 2183557 Fax 02 2183560

"มีจำหน่ายที่ ศูนย์หนังสือ และร้านหนังสือชั้นนำทั่วประเทศ"

คำนำพิมพ์ครั้งที่ 6

ตำรา การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก วิธีกำลังและหน่วยแรงใช้งาน เล่มนี้จัดพิมพ์เพิ่ม เนื่องจากพบว่ามีผู้ที่ต้องการใช้ตำราเล่มนี้ ซึ่งเนื้อหาในเล่มประกอบด้วย ความรู้พื้นคอนกรีต เหล็กเสริม น้ำหนักบรรทุก แรงดัด แรงเฉือน แรงยึดหน่วง แรงบิด การออกแบบพื้น บันได คาน เสา กำแพงหรือผนังคอนกรีต ฐานราก และการคำนวณน้ำหนักบรรทุก ตามลำดับ ซึ่งสามารถใช้เป็นตำราเรียนควบคู่กับรายวิชา 04 712 311 การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และสามารถใช้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กของมหาวิทยาลัยหรือสถาบันการศึกษา

ตำราเล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากผู้เขียนได้รับความรู้เพิ่มเติมจากตำราที่ใช้ในการอ้างอิง ซึ่งเขียนโดยคณาจารย์ผู้มีความรู้ความสามารถ รวมทั้งคณาจารย์ที่ได้อบรมสั่งสอนในขณะกำลังศึกษา จึงเป็นแนวทางในการนำไปสู่แหล่งความรู้จนเป็นตำราเล่มนี้ได้ในที่สุด เนื้อหาของตำราสามารถใช้ทบทวนสำหรับผู้ต้องการปฏิบัติงานในการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก **อย่างไรก็ตาม ผู้เริ่มต้นออกแบบใหม่ ควรอยู่ในการควบคุมดูแลของวิศวกรผู้มีประสบการณ์** นอกจากนั้นควรติดตามข้อกำหนดมาตรฐานการออกแบบที่มีอยู่ในประเทศไทยเพื่อพัฒนาข้อมูลอยู่ตลอดเวลา

ผศ. ดร. สำเริง รักซ้อน

สารบัญ

	หน้า
คำนิยม	ก
คำนำพิมพ์ครั้งที่ 6	ค
คำนำพิมพ์ครั้งที่ 5	ง
คำนำพิมพ์ครั้งที่ 4	จ
คำนำพิมพ์ครั้งที่ 3	ฉ
คำนำพิมพ์ครั้งที่ 2	ช
คำนำพิมพ์ครั้งที่ 1	ซ
สารบัญ	ฌ
สารบัญตาราง	ฒ
สารบัญภาพ	ฬ
บทที่ 1 คอนกรีต เหล็กเสริม และน้ำหนักบรรทุก	1
1.1 คอนกรีต	1
1.2 กำลังอัดของคอนกรีต (f_c')	2
1.3 ปูนซีเมนต์	3
1.4 มวลรวม	5
1.5 โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต (E_c)	8
1.6 เหล็กเสริม	9
1.7 โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็ก (E_s)	11
1.8 น้ำหนักบรรทุก	12
แบบฝึกหัด	16
บทที่ 2 แรงดัด แรงเฉือน แรงยึดหน่วง และแรงบิด (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	17
2.1 แรงดัด (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	17
2.2 แรงเฉือน (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	29
2.3 แรงยึดหน่วง (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	35
2.4 แรงบิด (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	40
แบบฝึกหัด	44

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบพื้น (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	45
3.1 การออกแบบพื้นยื่น (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	45
3.2 การออกแบบพื้นยื่นวางบนคาน	45
3.3 การออกแบบพื้นเสริมเหล็กทางเดียว	50
3.4 การออกแบบพื้นเสริมเหล็กสองทาง	60
3.5 การออกแบบพื้นวางบนทรายหยาบอัดแน่น	74
แบบฝึกหัด	75
บทที่ 4 การออกแบบบันได (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	77
4.1 รูปแบบของบันได	77
4.2 วิธีการออกแบบบันได	80
แบบฝึกหัด	101
บทที่ 5 การออกแบบคาน (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	105
5.1 การกำหนดตำแหน่งของคานในแบบวิศวกรรม	105
5.2 การออกแบบคาน	110
5.3 คานรูปตัวที	159
5.4 ตำแหน่งแนวแกนสะเทิน (N.A.)	161
5.5 ข้อกำหนดเกี่ยวกับคานรูปตัวที	162
5.6 การออกแบบคานรูปตัวที	164
5.7 ข้อกำหนดการออกแบบคานรับแรงบิด	170
5.8 การออกแบบคานรับโมเมนต์บิด	172
แบบฝึกหัด	179

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 การออกแบบเสา (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	181
6.1 การถ่ายน้ำหนักลงเสา	181
6.2 การออกแบบเสา	184
6.3 การออกแบบเสาปลอกเดี่ยวและปลอกเกลียว	185
6.4 การออกแบบเสารับแรงในแนวแกนและโมเมนต์ดัดร่วมกัน	191
6.5 สมการสำหรับออกแบบเสารับแรงในแนวแกนและโมเมนต์ดัดร่วมกัน	191
6.6 สมการที่สภาวะสมดุล	192
6.7 สมการพิจารณาแรงดึงเป็นหลัก	193
6.8 การออกแบบเสารับแรงในแนวแกนและโมเมนต์ดัด	193
แบบฝึกหัด	197
บทที่ 7 การออกแบบเสายาว กำแพงและผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	199
7.1 การออกแบบเสายาว	199
7.2 กำแพงและผนังคอนกรีต	202
7.3 วิธีการออกแบบกำแพงและผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก	203
แบบฝึกหัด	214
บทที่ 8 การออกแบบฐานราก (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	217
8.1 ฐานราก (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	217
8.2 พฤติกรรมของฐานรากเมื่อรับน้ำหนัก	219
8.3 การเฉือนแบบคาน (Beam shear)	219
8.4 การเฉือนแบบทะลุ (Punching shear)	220
8.5 วิธีการออกแบบฐานราก	222
แบบฝึกหัด	243

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 9 หลักการออกแบบวิธีกำลัง แรงดัดและแรงเฉือน (วิธีกำลัง)	245
9.1 หลักเกณฑ์การออกแบบด้วยวิธีกำลัง	245
9.2 การวิเคราะห์และออกแบบตามรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	247
9.3 การวิบัติของคานคอนกรีตเสริมเหล็ก (Failure of reinforced concrete beam)	248
9.4 ลักษณะการวิบัติของคานคอนกรีตเสริมเหล็ก	251
9.5 การวิเคราะห์คานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเสริมเหล็กรับแรงดึง	253
9.6 อัตราส่วนของเหล็กเสริมที่สภาวะสมดุล (Balanced steel ratio: ρb)	257
9.7 การวิเคราะห์คานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเสริมเหล็กรับแรงดัด	258
9.8 หน่วยการยืดตัวและหดตัว	264
9.9 กำลังต้านทานแรงเฉือนของคอนกรีต	266
9.10 กำลังต้านทานแรงเฉือนของเหล็กเสริม	267
9.11 เหล็กลูกตั้งเสริมทางขวาง	269
9.12 ระยะเรียงเหล็กลูกตั้งหรือเหล็กเสริมทางขวาง	269
9.13 ปริมาณเหล็กลูกตั้งหรือเหล็กเสริมทางขวาง	270
9.14 วิธีการออกแบบเหล็กลูกตั้งหรือเหล็กเสริมทางขวาง	271
แบบฝึกหัด	275
บทที่ 10 การออกแบบพื้นและบันได (วิธีกำลัง)	277
10.1 พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก	277
10.2 ความหนาของพื้นเสริมเหล็กทางเดียว	278
10.3 การออกแบบพื้นเสริมเหล็กทางเดียว	278
10.4 ความหนาของพื้นเสริมเหล็กสองทาง	286
10.5 การออกแบบพื้นเสริมเหล็กสองทาง	287
10.6 การออกแบบพื้นยื่น	293
10.7 บันไดคอนกรีตเสริมเหล็ก	296
10.8 ชนิดของบันได	297
10.9 วิธีการออกแบบบันได	299
แบบฝึกหัด	304

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 11 การออกแบบคาน (วิธีกำลัง)	307
11.1 หลักการออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก	307
11.2 วิธีการออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก	310
แบบฝึกหัด	335
บทที่ 12 การออกแบบเสา (วิธีกำลัง)	337
12.1 เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (วิธีกำลัง)	337
12.2 เสาสั้นรับน้ำหนักตามแนวแกนเพียงอย่างเดียว	338
12.3 ขั้นตอนการออกแบบเสาสั้นรับน้ำหนักตามแนวแกน	339
12.4 วิธีการออกแบบเสาสั้นรับน้ำหนักตามแนวแกน	339
12.5 เสาสั้นรับแรงในแนวแกนและโมเมนต์ดัด	346
12.6 การวิเคราะห์เสาสั้นรับแรงในแนวแกนและโมเมนต์ดัด	347
12.7 เสายาวในโครงเฟรม	351
12.8 การออกแบบเสายาวในโครงเฟรม	352
แบบฝึกหัด	359
บทที่ 13 การออกแบบฐานราก (วิธีกำลัง)	361
13.1 ฐานราก (วิธีกำลัง)	361
13.2 แรงฉือนในฐานราก	362
13.3 สมการที่ใช้ในการคำนวณฐานราก	364
13.4 การออกแบบฐานรากแผ่	365
13.5 การออกแบบฐานรากแสมข็ม	370
แบบฝึกหัด	376
บทที่ 14 การคำนวณน้ำหนักบรรทุก	379
14.1 น้ำหนักบรรทุก	379
14.2 น้ำหนักที่กระทำต่อโครงสร้าง	379
14.3 การคำนวณน้ำหนักที่กระทำต่อโครงสร้าง	380
แบบฝึกหัด	395

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
สัญลักษณ์	397
บรรณานุกรม	401
ภาคผนวก	403
ดัชนี	409