

คู่มือการออกแบบอาคาร



เหล็ก

ขั้นรูปเยิน



พิมพ์ครั้งที่ 1
พฤศจิกายน 2558



วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
The Engineering Institute of Thailand under H.M. The king's Patronage



วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)

คู่มือ

การออกแบบ
อาคารเหล็กชั้นรูปเยิน

เลขทะเบียน **M** 0150815

รับลงทะเบียน **๕** / ส.ย. 2560

๒๕.๓๕๓

เลขเรียกหนังสือ

๓๐๙

1557

ISBN 978-974-7197-84-6

พิมพ์ครั้งที่ 1
พฤศจิกายน 2558
ราคา 300 บาท

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

คู่มือการออกแบบอาคารเหล็กชั้นรูปเอน. -- กรุงเทพฯ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558.

228 หน้า

1. การออกแบบวิศวกรรม. I. คณะอนุกรรมการสภาวิศวกรสร้างเหล็ก II. ชื่อเรื่อง.
620.0042

ISBN : 978-974-7197-84-6

- ชื่อหนังสือ คู่มือการออกแบบอาคารเหล็กชั้นรูปเอน
- พิมพ์ครั้งที่ 1 : พฤศจิกายน 2558
- จำนวน 2,000 เล่ม
- ราคา 300 บาท
- สงวนสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2551
- จัดพิมพ์โดย สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
487 ซอยรามคำแหง 39 (เทพศิลา 1) ถนนรามคำแหง
แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310
โทรศัพท์ 0-2184-4600 โทรสาร 0-2319-2710-1
E-mail : eit@eit.or.th - http://www.eit.or.th
- พิมพ์ที่ บริษัท โกลบีส กราฟิค จำกัด
437 ถนนรามคำแหง 43/1 ถนนรามคำแหง
แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310
โทรศัพท์ 0-2934-4459 ต่อ 11, 12 โทรสาร 0-2934 4459 ต่อ 13
E-mail : pasda2007@gmail.com
- จัดจำหน่ายโดย สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
487 ซอยรามคำแหง 39 (เทพศิลา 1) ถนนรามคำแหง
แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310
โทรศัพท์ 0-2184-4600 โทรสาร 0-2319-2710-1
E-mail : eit@eit.or.th http://www.eit.or.th

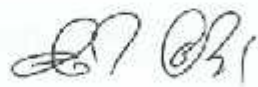
คำนำ

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) เป็นองค์กรวิชาชีพด้านวิศวกรรม ซึ่งได้ก่อตั้งเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2486 โดยความร่วมมือทั้งร่างกายแรงใจ และ ทุนทรัพย์ของสมาชิก มีนโยบายในการส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาวิชาการด้านวิศวกรรมแขนงต่างๆ ไม่แสวงกำไรเชิงพาณิชย์ โดยได้จัดทำเอกสาร สิ่งพิมพ์ จัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานด้านวิศวกรรมแขนงต่างๆ จัดประชุมสัมมนา ทางวิชาการ รวมทั้งให้คำปรึกษา และเข้าร่วมโครงการด้านวิศวกรรมของหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ตลอดจนให้การสนับสนุนการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศเข้ามาสู่ วงการวิชาชีพวิศวกรรมในประเทศไทย เพื่อให้วิศวกรไทยมีคุณภาพมาตรฐานทัดเทียมนานาชาติอารยประเทศ ในการแข่งขันในเวทีโลก

หนังสือคู่มือการออกแบบอาคารเหล็กขึ้นรูปเย็น นับเป็นผลงานอีกชิ้นหนึ่งที่วิศวกรรมสถาน แห่งประเทศไทย มีความภูมิใจที่ได้จัดทำเผยแพร่ด้วยความเชื่อมั่นว่าจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อท่าน ทั้งหลายในอันที่จะใช้เป็นคำราหรือเอกสารอ้างอิงในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมได้เป็นอย่างดี

คณะกรรมการสาขาโครงสร้างเหล็ก ได้เรียบเรียงหนังสือเล่มนี้จากความรู้อะประสบการณ์ อันยาวนานและหลากหลายของท่าน และได้มอบเป็นวิทยาทานให้วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ พิมพ์ออกจำหน่ายเผยแพร่แก่ผู้สนใจทั่วไป

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ขอขอบคุณคณะกรรมการสาขาโครงสร้าง เหล็ก ในคณะกรรมการสาขาวิศวกรรมโยธาที่ได้ใช้ความวิริยะอุตสาหะในการเรียบเรียง "คู่มือการออกแบบ อาคารเหล็กขึ้นรูปเย็น" หากท่านผู้อ่านมีข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะประการใด ขอได้โปรดแจ้งให้ วสท. ทราบด้วยเพื่อดำเนินการปรับปรุงแก้ไขต่อไป จักขอบคุณยิ่ง



(นายสุวัฒน์ เชาว์ปรีชา)

นายกวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

วาระปี พ.ศ. 2554-2556

บทนำ

การใช้งานเหล็กขึ้นรูปเย็นโดยเฉพาะเหล็กขึ้นรูปเย็นรูปตัวซีในโครงหลังคาในประเทศไทยนั้น มีมานานแล้ว ซึ่งในอดีตความหนาโดยทั่วไปของหน้าตัดเหล็กเหล่านี้มีอยู่ประมาณ 3 มม. แต่ในปัจจุบัน มีการนำเหล็กเคลือบวัสดุกันสนิมซึ่งมีความหนาน้อยลงจนถึงประมาณ 1 มม. มาใช้ในงานโครงสร้าง หลังคามากขึ้น ความหนาที่น้อยลงนี้ส่งผลให้เกิดการโก่งเดาะเฉพาะที่ (Local buckling) หรือการโก่งเดาะแบบเสี้ยวรูป (Distortional buckling) ได้ง่ายขึ้น ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้โดยทั่วไปไม่เกิดในเหล็กรูปพรรณ รัดร้อน ดังนั้นความเข้าใจในพฤติกรรมขององค์อาคารเหล็กขึ้นรูปเย็นโดยเฉพาะหน้าตัดที่มีอัตราส่วน ความกว้างต่อความหนามากนั้น จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก อีกทั้งจากการจัดพิมพ์ออกมาของมาตรฐาน การออกแบบขององค์อาคารเหล็กขึ้นรูปเย็นโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ (EIT standard 1024-53) ยังคงมีข้อสงสัยสำหรับวิศวกรในการใช้งานมาตรฐานนี้ ดังนั้นคู่มือการออกแบบนี้จึงนำเสนอตัวอย่างการ คำนวณหาคุณสมบัติและคุณสมบัติประสิทธิภาพของหน้าตัดของเหล็กขึ้นรูปเย็น การกำหนดเกณฑ์ กำหนดค่าพารามิเตอร์การโก่งเดาะแบบเสี้ยวรูป การออกแบบขององค์อาคารเหล็กขึ้นรูปเย็นที่ใช้น้องอาคารรับแรงคด องค์อาคารรับแรงอัด และองค์อาคารที่รับแรงคดและรับแรงอัดร่วมกัน นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างการคำนวณ ออกแบบข้อต่อและรอยต่อ ตลอดจนการออกแบบแปหลังคาความยาวต่อเนื่องอีกด้วย

ในฐานะหัวหน้าคณะทำงานจัดทำคู่มือการออกแบบอาคารเหล็กขึ้นรูปเย็นฉบับนี้ ผมใคร่ขอขอบคุณ คณะทำงานทุกท่านที่ร่วมช่วยกันดำเนินงานจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยเฉพาะ รศ.ดร.ทวีป ชัยสมภพ ที่ได้ให้คำแนะและขอขอบคุณ นายปิ่นเฉลียว ประสาทฤทธา นายศศิภัท จีระทรัพย์ และร.อ.ชนกร งามจงจิต ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดทำคู่มือการออกแบบอาคารเหล็กขึ้นรูปเย็นฉบับนี้

ศศิภัท นุตยะสกุล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พันโท ดร.ศศิภัท นุตยะสกุล)

กองวิชาวิศวกรรมโยธา

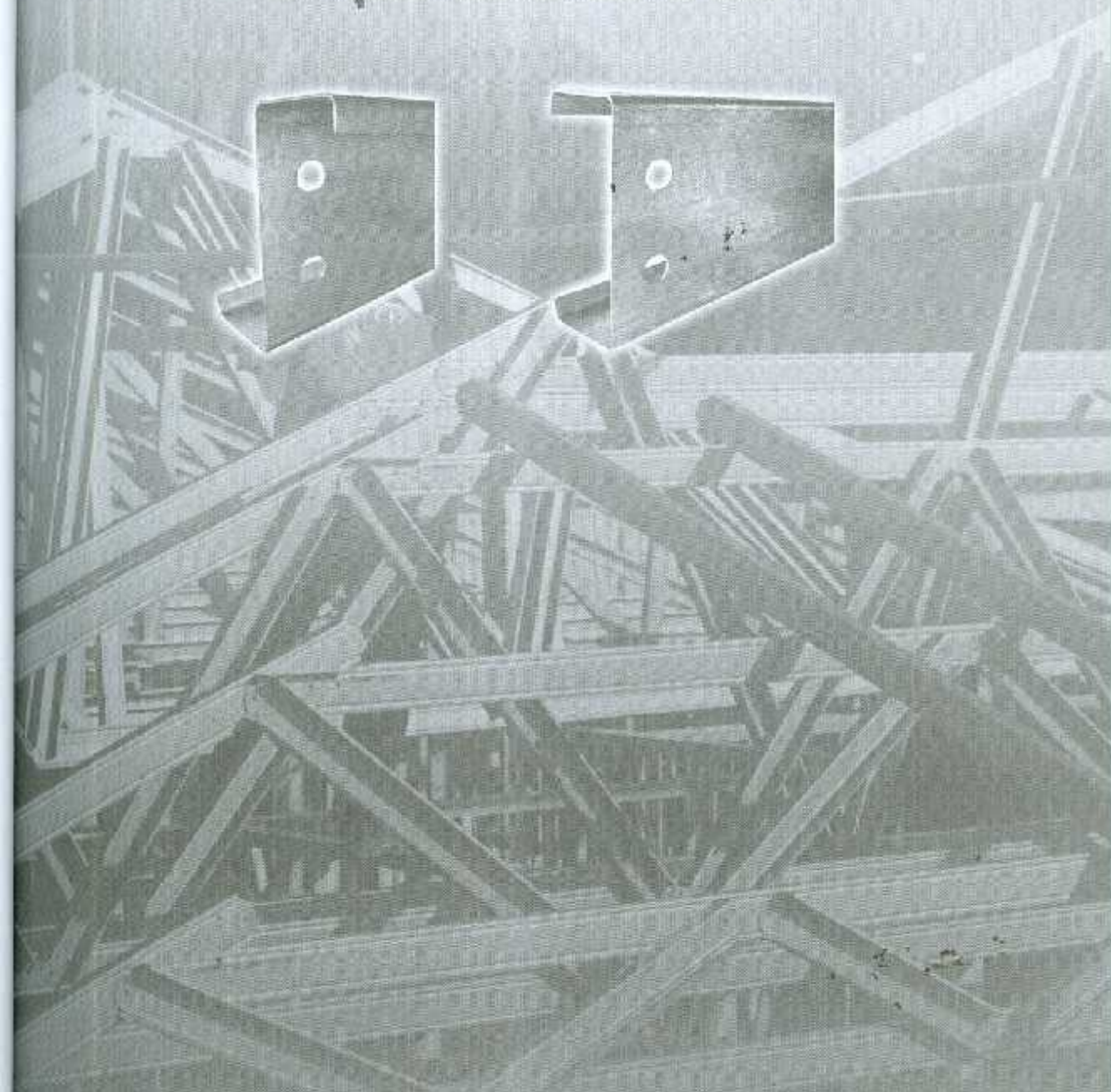
โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

หัวหน้าคณะทำงาน

สารบัญ

ส่วนที่ 1 การคำนวณหาคุณสมบัติของหน้าตัด	9
ตัวอย่างที่ 1.1: หน้าตัดเหล็กรูปตัว C มีแกนเสริมกำลังความหนา 3.2 mm. – คุณสมบัติของหน้าตัด	10
ตัวอย่างที่ 1.2: หน้าตัดเหล็กรูปตัว C มีแกนเสริมกำลังความหนา 1.5 mm. – คุณสมบัติของหน้าตัด	15
ตัวอย่างที่ 1.3: หน้าตัดเหล็กรูปตัว Z ความหนา 1.5 mm. – คุณสมบัติของหน้าตัด	19
ตัวอย่างที่ 1.4: หน้าตัดเหล็กรูปตัว C ไม่มีแผ่นเสริมกำลังความหนา 2.3 mm. – คุณสมบัติของหน้าตัด	24
ส่วนที่ 2 การคำนวณคุณสมบัติประสิทธิภาพของหน้าตัด	29
ตัวอย่างที่ 2.1: คุณสมบัติประสิทธิภาพของหน้าตัดตัว C ความหนา 3.2 mm.	30
ตัวอย่างที่ 2.2: คุณสมบัติประสิทธิภาพของหน้าตัดตัว C ความหนา 1.5 mm.	36
ตัวอย่างที่ 2.3: คุณสมบัติประสิทธิภาพของหน้าตัดตัว Z ความหนา 1.5 mm.	49
ตัวอย่างที่ 2.4: คุณสมบัติประสิทธิภาพของหน้าตัดตัว C ไม่มีแผ่นเสริมกำลังความหนา 2.3 mm.	62
ส่วนที่ 3 การคำนวณหาลำดับด้านทานการโก่งเคาะแบบเสี้ยวรูป	69
ตัวอย่างที่ 3.1: ลำดับด้านทานการโก่งเคาะแบบเสี้ยวรูปของหน้าตัดรูปตัว C ความหนา 3.2 mm.	70
ตัวอย่างที่ 3.2: ลำดับด้านทานการโก่งเคาะแบบเสี้ยวรูปของหน้าตัดรูปตัว C ความหนา 1.5 mm.	75
ตัวอย่างที่ 3.3: ลำดับด้านทานการโก่งเคาะแบบเสี้ยวรูปของหน้าตัดรูปตัว Z ความหนา 1.5 mm.	81
ส่วนที่ 4 การคำนวณสำหรับออกแบบคาน	89
ตัวอย่างที่ 4.1: หน้าตัดเหล็กรูปตัว C ความหนา 3.2 mm. สำหรับออกแบบคาน	90
ตัวอย่างที่ 4.2: หน้าตัดเหล็กรูปตัว C ความหนา 1.5 mm. สำหรับออกแบบคาน	94
ตัวอย่างที่ 4.3: หน้าตัดเหล็กรูปตัว Z ความหนา 1.5 mm. สำหรับออกแบบคาน	104
ตัวอย่างที่ 4.4: หน้าตัดเหล็กรูปตัว C ไม่มีแผ่นเสริมกำลังความหนา 2.3 mm. สำหรับออกแบบคาน	115

ส่วนที่ 1
การคำนวณ
หากคุณสมบัติของหน้าตัด



ส่วนที่ 1 การคำนวณหาคุณสมบัติของหน้าตัด

ตัวอย่างที่ 1.1 : หน้าตัดเหล็กรูปตัว C มีแผ่นเสริมกำลังความหนา 3.2 mm. - คุณสมบัติของหน้าตัด

