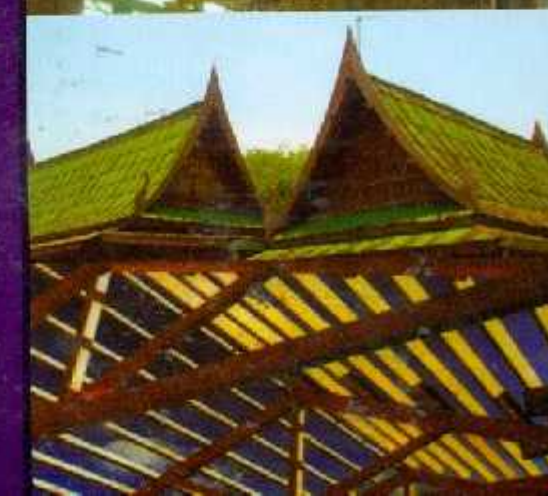


เหมาะสำหรับนักศึกษาระดับ  
ปวส., ปริญญาตรีและผู้ที่เกี่ยวข้อง

# การออกแบบ โครงสร้าง เหล็กและไม้ เบื้องต้น

ฉบับปรับปรุงและเพิ่มเติม



รศ.ทวี หวังนิเวศน์กุล



# การออกแบบโครงสร้าง

## เหล็กและไม้

## เบื้องต้น

รศ.ทวี หวังนิเวตน์กุล

เลขทะเบียน M 0150761

วันลงทะเบียน 19 พ.ค. 2560

เลขเรียกหนังสือ

ค้นหาหนังสือที่ต้องการ ได้เร็ว ทันใจ ที่ [www.se-ed.com](http://www.se-ed.com)

- ในกรณีที่ต้องการซื้อเป็นจำนวนมาก เพื่อใช้ประกอบการสอน การฝึกอบรม การส่งเสริมการขาย หรือเป็นของขวัญพิเศษ เป็นต้น กรุณาติดต่อสอบถามราคาพิเศษได้ที่ ฝ่ายขาย บริษัท ซีอีดูเอชัน จำกัด(มหาชน) เลขที่ 1858/87-90 ชั้นที่ 19 ถนนบางนา-ตราด แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260 โทรศัพท์ 0-2739-8222 โทรสาร 0-2739-8356-9
- หากมีคำแนะนำหรือติชม สามารถติดต่อได้ที่ kawee2555 @ gmail.com

**การออกแบบโครงสร้างเหล็กและไม้เบื้องต้น ( ฉบับปรับปรุงและเพิ่มเติม )**

โดย รศ.กวี หวังนิเวศน์กุล

ISBN 978-616-382-322-9

สงวนลิขสิทธิ์ © พ.ศ.2553 โดย กวี หวังนิเวศน์กุล

ห้ามการลอกเลียน ไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาต

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

กวี หวังนิเวศน์กุล.

การออกแบบโครงสร้างเหล็กและ ไม้เบื้องต้นฉบับปรับปรุงและเพิ่มเติม. —กรุงเทพฯ :

โรงพิมพ์ : รุ่งแสงการพิมพ์, 2558.

464 หน้า.

1. โครงสร้างเหล็ก--การออกแบบ 2. โครงสร้างไม้--การออกแบบ 3. ชื่อเรื่อง

624.1821

ราคา 280 บาท

จัดจำหน่ายโดย บริษัท ซีอีดูเอชัน จำกัด(มหาชน) 16 อ.สวัสดิการ 2 แขวง/เขต หอมองแกม ถนน 10160

จัดจำหน่ายโดย บริษัท ซีอีดูเอชัน จำกัด(มหาชน)

SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED

เลขที่ 1858/87-90 ชั้นที่ 19 ถนนบางนา-ตราด แขวงบางนา

เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260 โทรศัพท์ 0-2739-8000 โทรสาร 0-2739-8356-9

พิมพ์ที่ บริษัท รุ่งแสงการพิมพ์ จำกัด โทรศัพท์/โทรสาร 0-2862-4137-9

ผู้พิมพ์/ผู้โฆษณา มีนาคม พ.ศ. 2558

# คำนำ

การออกแบบโครงสร้างเหล็กและไม้แข็งต้น (Fundamentals of Timber & Steel Structural Design) เขียนขึ้นโดยยึดถือแนวทางการมาตรฐานสำหรับวิชาการเหล็กและไม้ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย พิมพ์ครั้งที่ 3 พ.ศ.2548, มาตรฐานสำหรับอาคารไม้ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย พ.ศ.2539, พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 และกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องเป็นแนวทางการคำนวณ

หนังสือเล่มนี้เหมาะสำหรับนักศึกษาระดับ ปวส.ช่างก่อสร้าง ช่างโยธา ช่างเทคนิคสถาปัตย์ ช่างสำรวจ และเป็นพื้นฐานสำหรับศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีสาขาวิชาวิศวกรรมโยธาต่อไป โดยเนื้อหาวิชาได้เขียนเรื่องลำดับความขั้นตอนของการคำนวณออกแบบอาคารเหล็กและไม้อย่างง่าย เพื่อให้เกิดความเข้าใจในระดับพื้นฐาน และนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป และเนื้อหาวิชายังครอบคลุมตามหลักสูตรในระดับ ปวส. ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาอย่างครบถ้วน

ข้าพเจ้า ขอขอบคุณครูบาอาจารย์ที่เคยสั่งสอนมาและตำราต่างๆรวมทั้งรูปภาพต่างๆที่นำมาใช้ล้างคัง ตลอดจนประสบการณ์วิชาชีพของข้าพเจ้าเอง ที่พยายามถ่ายทอดความรู้พื้นฐานไปให้เป็นที่แพร่หลายต่อไป หากท่านผู้อ่านท่านใดพบเห็นข้อความใดที่ยังไม่ถูกต้อง กรุณาแจ้งให้ข้าพเจ้าทราบเพื่อการแก้ไขให้ถูกต้องต่อไป ด้วยความขอบพระคุณยิ่ง

รองศาสตราจารย์ กวี หนึ่งนิเวศน์กุล

อีเมล - kawee.2555@gmail.com

**บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับงานโครงสร้างเหล็ก**

9

- มาตรฐานเหล็กกรูปร่างรูปพรรณตามมาตรฐานสากล(11)
- มาตรฐานเหล็กโครงสร้างรูปพรรณตามมาตรฐาน มคอ.(12)
- คุณสมบัติของโลหะ(14)
- ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด(15)
- ทฤษฎีที่ใช้คำนวณออกแบบ โครงสร้างเหล็ก(18)
- หน่วยแรงที่เสนอให้(19)
- น้ำหนักบรรทุก(20)
- ค่าคงที่ของเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ(22)
- น้ำหนักกระแทก(22)
- การป้องกันไฟไหม้(22)
- การป้องกันการเป็นสนิมและการกัดกร่อน(25)
- แบบฝึกหัดท้ายบท(26)

**บทที่ 2 แรงเฉือนและโมเมนต์ในโครงสร้างกานอย่างง่าย**

27

- ความหมายของกำลังภายในต่างๆ(28)
- ลักษณะที่รองรับ(28)
- เครื่องหมายของแรงเฉือนและ โมเมนต์คัต(30)
- แผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์คัต(31)
- โมเมนต์คัตสูงสุด(31)
- จุดคัทกลับ(32)
- แบบฝึกหัดท้ายบท(49)

**บทที่ 3 การออกแบบโครงสร้างกานเหล็กรูปพรรณ**

53

- ความต้านทานต่อแรงคัต(54)
- ความต้านทานต่อแรงเฉือน(55)
- โมดูลัสหน้าตัด(56)
- การโค้งตัวของคานแนวตั้ง(56)
- การโค้งตัวของคานทางด้านข้าง(56)
- การโก่งแนวทแยงของเหล็กแผ่นคัต(58)
- การยุบและการโค้งตัวของเหล็กแผ่นคัต(58)
- คาน-พื้นผสม(59)

การออกแบบแผ่นเหล็กองได้ทา(73)

แบบฝึกหัดท้ายบท(76)

**บทที่ 4 การออกแบบโครงสร้างเสาเหล็กรูปพรรณ**

77

ความยาวประสิทธิภาพ(78)

อัตราส่วนความขดสูงสุด(79)

หน่วยแรงอัดที่ยอมให้(80)

ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็ก(80)

การออกแบบบรอะต่อเสา(87)

การออกแบบแผ่นเหล็กองได้เสา(89)

แผ่นเหล็กองได้เสารับแรงเยื้องศูนย์กลางเล็กน้อย(92)

แผ่นเหล็กองได้เสารับแรงเยื้องศูนย์กลางปานกลาง(95)

แผ่นเหล็กองได้เสารับแรงเยื้องศูนย์กลางมาก(97)

เสาประกอบ(101)

เสารับแรงแนวแกนและ โมเมนต์คด(109)

แบบฝึกหัดท้ายบท(115)

**บทที่ 5 การออกแบบโครงสร้างเหล็กรับแรงดึง**

117

การคำนวณชิ้นส่วน โครงสร้างรับแรงดึง(118)

กษติจนะนาหน้าเหล็กสุทธิ(119)

หน่วยแรงดึงที่ยอมให้(121)

อัตราส่วนความขด(121)

แบบฝึกหัดท้ายบท(126)

**บทที่ 6 การออกแบบจุดยึดด้วยสลักเกลียวหรือหมุดย้ำ**

127

หมุดย้ำ(128)

สลักเกลียว(128)

สลักเกลียวกึ่งสูง(129)

ขนาดของรูเจาะและถารใช้งาน(130)

พื้นที่รับแรงนบกทานประสิทธิภาพ(132)

หน่วยแรงนบกทานที่ยอมให้สำหรับสลักเกลียว(132)

หน่วยแรงดึงและหน่วยแรงคดอื่นที่ยอมให้(132)

ระยะห่างต่ำสุดระหว่างรูเจาะ(135)

ระยะขอบต่ำสุด(135)

แรงดึงต่ำสุดในสลักเกลียว(137)

รูปแบบของการต่อ(137)

- รูปแบบการชำรุดของรอยต่อ (138)
- กำลังของรอกด้อย (139)
- กำลังต้านทานต่อแรงเฉือนของสลักเกลียวหรือหมุดย้ำ (139)
- กำลังต้านทานต่อแรงเบี่ยงทานของสลักเกลียวหรือหมุดย้ำ (140)
- กำลังต้านทานต่อแรงดึงของแผ่น โลหะ (140)
- กำลังต่ำสุดของข้อต่อหรือรอยต่อ (140)
- การวิบัติเนื่องจากแรงเฉือนกลุ่ม (150)
- รอกหล่อรับแรงดึงและลักษณะการชำรุด (154)
- รอยต่อที่เกิดทั้งแรงดึงและแรงเฉือน (158)
- จำนวนคู่ปรอทกัดเมื่อต้องรับแรงเฉือนและแรงดึง (159)
- รอยต่อที่เกิดแรงเฉือนและแรงบิด (163)
- รอยต่อยึดปลายคานด้วยหมุดย้ำหรือสลักเกลียว (168)
- การออกแบบรอยต่อยึดปลายคานแบบมีฉากบารองรับ (169)
- การออกแบบรอยต่อยึดปลายคานแบบมีชายธงรับ (172)
- การออกแบบรอยต่อยึดปลายคานแบบไม่กัด โมเมนต์ที่จุดยึด (175)
- แบบฝึกหัดท้ายบท (180)

## บทที่ 7 การออกแบบจุดยึดด้วยการเชื่อม

183

- การจำแนกลักษณะการเชื่อม (184)
- สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานเชื่อม (185)
- ข้อกำหนดการเชื่อม (187)
- หน่วยแรงที่ยอมรับได้ (191)
- ชนิดของทองหลักร่วมประสิทธิผล (193)
- กำลังของการเชื่อมทาบ (194)
- หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับได้ของรอกดเชื่อม (194)
- การออกแบบรอยเชื่อมรับแรงเฉือนศูนย์ (201)
- รอยต่อที่เกิดแรงเฉือนและแรงบิด (204)
- รอยต่อที่เกิดทั้งแรงเฉือนและแรงดัด (210)
- รอยต่อยึดปลายคานด้วยการเชื่อม (212)
- การออกแบบรอยเชื่อมรับแรงด้านทาน โมเมนต์ดัด (224)
- แบบฝึกหัดท้ายบท (228)

## บทที่ 8 การวิเคราะห์แรงในโครงถัก

231

- ประเภทของโครงถัก (232)
- ข้อกำหนดการคำนวณหาแรงในชิ้นส่วนโครงถัก (235)

- เครื่องหมายแสดงทิศทางของแรง (235)
- การเรียกชื่อชิ้นส่วนในโครงสร้าง (235)
- วิธีการวิเคราะห์หาแรงในชิ้นส่วน โครงสร้าง (236)
- วิธีการตัดรอบจุดต่อที่ค้ำจุดการ (236)
- วิธีการตัดรูปผ่านชิ้นส่วนที่ตัดของแรง (251)
- แบบฝึกหัดท้ายบท (260)

**บทที่ 9 การออกแบบโครงสร้างหลังคาเหล็ก**

261

- ชิ้นส่วนรับแรงดึงในโครงสร้างหลังคา (262)
- การกำหนดขนาดของแป (263)
- การคำนวณแรงลมที่กระทำต่อหลังคา (264)
- แบบฝึกหัดท้ายบท (285)

**บทที่ 10 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับงานโครงสร้างไม้**

287

- การจำแนกประเภท ไม้ (287)
- คุณสมบัติและประโยชน์ของไม้แต่ละชนิด (288)
- โครงสร้างของเนื้อไม้ (291)
- ลายไม้และตำหนิของ ไม้ (293)
- การป้องกันและการรักษาเนื้อ ไม้ (296)
- น้ำยารักษาเนื้อ ไม้ (297)
- ไม้ที่ใช้ในงาน โครงสร้างอาคาร (298)
- ชนิดของ ไม้ที่ใส่ดงแล้ว (301)
- ประเภทของ ไม้และกลสมบัติของ ไม้ (301)
- ค่าแรงรับของ ไม้ที่ดงแล้ว (305)
- มาตรฐาน ไม้ก่อสร้าง (306)
- ข้อกำหนดน้ำหนักบรรทุก (308)
- แบบฝึกหัดท้ายบท (310)

**บทที่ 11 การออกแบบโครงสร้างงานไม้**

311

- ความเสียหายต่อมรดก (312)
- ความเสียหายต่อเรือนแวนอนหรือชนบทเลียนแบบ (313)
- ความเสียหายต่อมรดกตั้งฉาก (314)
- การโค้งงอของงานทางช้าง (315)
- การโค้งงอของคานในแนวตั้ง (316)
- การออกแบบและติดตั้งแผ่นพื้นไม้ (317)
- แบบฝึกหัดท้ายบท (333)



**บทที่ 12 การออกแบบโครงสร้างเสาไม้**

33

- ความยาวประสิทธิผล(336)
- การคำนวณออกแบบเสาไม้ประเภทต่างๆ(337)
- เสาที่มีหูช้างยื่นด้านข้าง(346)
- แบบฝึกหัดท้ายบท(351)

**บทที่ 13 การออกแบบอุปกรณ์ยึดต่อไม้**

35

- แรงต้านทานของอุปกรณ์ยึดไม้(353)
- อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ยึดต่อไม้(354)
- การคำนวณหาแรงต้านทานยึดต่อในเมื่อตอกในแนวตั้งฉากกับเส้นไม้(358)
- การคำนวณหาแรงต้านทานยึดต่อในแนวขนานกับเส้นไม้/ปลายเส้นไม้(358)
- การจัดระยะห่างของตะปู ตะปูทรงและตะปูเกลียว(359)
- การคำนวณหาค่าตั้งด้านทานแรงฉีกในแนวขนานกับเส้น(เมื่อตอกตั้งฉากเส้น)(362)
- การคำนวณหาค่าตั้งด้านทานแรงฉีกในแนวตั้งฉากกับเส้น(เมื่อตอกขนานปลายเส้น)(362)
- ชิ้นไม้รับแรงดึง(370)
- สลักเกลียว(371)
- การคำนวณหาค่าตั้งด้านทานทางข้าง(373)
- การจัดตำแหน่งสลักเกลียว(374)
- แบบฝึกหัดท้ายบท(385)

**บทที่ 14 การออกแบบโครงสร้างหลังคาไม้**

38

- ประเภทของหลังคา(388)
- ส่วนประกอบของโครงสร้างหลังคา(388)
- โครงสร้างหลังคาไม้(390)
- การป้องกันการโก่งตัวแนวตั้งของ โครงสร้าง(393)
- แบบฝึกหัดท้ายบท(404)

ภาคผนวก ก. การแปลงค่าหน่วยต่างๆ

40

ภาคผนวก ข. ตารางแสดงคุณสมบัติต่างๆของเหล็กเส้นและเหล็กรูปทรงผล

40

ภาคผนวก ค. คุณสมบัติทางเรขาคณิตของรูปหน้าตัดต่างๆ

41

ภาคผนวก ง. สูตรคำนวณสำหรับคำนวณค่าโมเมนต์ดัดแรงที่ขมและค่าการโก่งตัว

41

ภาคผนวก จ. ตัวอย่างการคำนวณโครงสร้างอาคารเหล็กและไม้เบื้องต้น

43

บรรณานุกรม

46



# 1

## ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับงานโครงสร้างเหล็ก

งานโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ (Steel Structural) เป็นงานที่ทำให้เห็นก่อนสร้างเสร็จเรียกว่างานคอนกรีต  
แล้วมีข้อจำกัดบางอย่าง เช่น ความสวยงาม ความหนาไฟ การเป็นสนิม ซึ่งต้องแก้ไขและป้องกันเพิ่มเติมได้ ฉะนั้นจึง  
พบงานโครงสร้างเหล็กรูปพรรณมากในอาคารประเภทโรงงาน คลังสินค้า ห้างสรรพสินค้า อาคารที่ต้องรองรับ  
น้ำหนักมากเป็นพิเศษ หรืออาคารคอนกรีตที่มีช่วงกวางเขยแอมมาก ๆ ก็อาจใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณเสริมในงาน  
คอนกรีต เพื่อช่วยลดความใหญ่โตของงานคอนกรีตลงได้

เหล็กรูปพรรณเป็นโครงสร้างเหล็กชนิดอื่น มีอยู่หลายมาตรฐาน จึงต้องอ่านแบบหรือข้อกำหนดให้ชัดเจน  
เสียก่อนเพราะบางมาตรฐานไม่ค่อยมีจำหน่ายในประเทศไทย ทำให้ต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งราคาจะแพงกว่าที่สมควรค่าใช้  
มาตรฐานเหล็กรูปพรรณต่างๆ มีดังนี้ เช่น

TIS = THAI INDUSTRIAL STANDARD

JIS = JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

AISC = AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION

ASTM = AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIAL เป็นต้น

ความยาวมาตรฐานของเหล็กรูปพรรณจะมีเสียดต่างๆ ที่ผลิตขายในท้องตลาด คือ 6 เมตร ถ้าต้องการความ  
ยาวมากกว่านี้ต้องสั่งเป็นพิเศษจากโรงงานผลิต