This book is used for

- [x] Basic
- [x] Advanced
- [x] Workshop
- [x] Reference
- [x] IBM Computer
- [ ] Macintost

Civil Engineering Manual

TUMJOB

TUMCIVIL.COM Engineering Software Center engfanatic CLUB &member

TumJob.com

TumCivil.com

ISBN 9786163612748

TUMCIVIL.COM Engineering Software Center

คู่มือการออกแบบอาคารด้วยวิธีระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

SEVENTH EDITION

รศ.ไพบูลย์ ปัญญาคะโป

TUMCIVIL.COM Engineering Software Center engfanatic CLUB &member

PCI

SEVENTH EDITION

PRECAST CONCRETE DESIGN HANDBOOK

คู่มือการออกแบบอาคาร ด้วยวิธีระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ ปัญญาคะโป

การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จ

Design of Precast Concrete Buildings

โดย รองศาสตราจารย์ ดร. ไพบูลย์ ปัญญาคะโป

สงวนลิขสิทธิ์

พิมพ์ครั้งที่ 7

พฤศจิกายน 2562

ผู้จัดทำ : รองศาสตราจารย์ ดร. ไพบูลย์ ปัญญาคะโป
พิสูจน์อักษร : รองศาสตราจารย์ ดร. ไพบูลย์ ปัญญาคะโป
จัดรูปเล่ม : นายอธิพัชร์ ศรเกตุ (ตั้ม)
ผู้ออกแบบปก : นายอธิพัชร์ ศรเกตุ (ตั้ม)
ควบคุมการพิมพ์โดย : รองศาสตราจารย์ ดร. ไพบูลย์ ปัญญาคะโป
และ TumCivil.com Training Center

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ
ISBN : 978-616-361-274-8

จัดพิมพ์โดย
รองศาสตราจารย์ ดร. ไพบูลย์ ปัญญาคะโป และ นายอธิพัชร์ ศรเกตุ

นำเสนอโดย
TumCivil.com Training Center / www.tumcivil.com / ตั้มซีวิล โทร. **089-4990739**

TUMCIVIL•COM

การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จ

Design of Precast Concrete Structures

รองศาสตราจารย์ ดร. ไพบูลย์ ปัญญาคะโป

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB
& member

ประวัติผู้เขียน

รองศาสตราจารย์ ดร. ไพบูลย์ ปัญญาคะโป

ตำแหน่งปัจจุบัน: ผู้อำนวยการหลักสูตรบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

การศึกษา

พ.ศ. 2525 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) (เกียรตินิยม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2527 Master of Engineering (Structural Engineering), Asian Institute of Technology

พ.ศ. 2542 Doctor of Engineering (Structural Engineering), Asian Institute of Technology

คณะกรรมการทางวิชาการ

อนุกรรมการสาขาผลกระทบจากแผ่นดินไหวและแรงลม สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

รางวัลที่ได้รับ

1.รางวัลบุคลากรดีเด่นด้านวิชาการ (วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีปทุม ปีการศึกษา 2552

2.รางวัลบุคลากรดีเด่นสายวิชาการ (ด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์) สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ปีการศึกษา 2552

ผลงานที่นำไปใช้ประโยชน์เชิงนโยบายและเชิงสาธารณะ

มาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานแรงแผ่นดินไหว (มยผ.-1302) กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย

ผลงานวิจัยที่ได้รับรางวัลผลงานวิจัยเด่น สกว.ประจำปี พ.ศ.2553

โครงการลดภัยพิบัติจากแผ่นดินไหวในประเทศไทย โดยเป็นนักวิจัยในโครงการย่อยเรื่อง การประเมินระดับความต้านทานแผ่นดินไหวของอาคารในประเทศไทยและการปรับปรุงอาคารให้สามารถต้านทานแผ่นดินไหวในระดับที่เหมาะสม ได้รับทุนสนับสนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายสวัสดิภาพสาธารณะ

ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารวิชาการและการประชุมวิชาการนานาชาติ

Panyakapo, P. (2014) "Cyclic Pushover Analysis Procedure to Estimate Seismic Demands for Buildings," *Engineering Structures,* 66, 10-23.

Panyakapo, P. (2015) "Seismic Damage of Reinforced Concrete Structures by Cyclic Pushover Analysis, Global Engineering &Applied Science Conference, December 2-4, Tokyo, Japan**.**

Panyakapo, P. (2016) **"**Inelastic Foundation for Seismic Design of Buildings", *The 11th International and National Sripatum University Conference (SPUCON2016),* 21 December, Bangkok, Thailand.

Panyakapo, P., Chompooyunt, S., Ruangrassame, A. and Panyakapo, M. (2017). "Strengthening of RC Bare Frame using Ferrocement with Expanded Metal", *The 5th PSU-USM International Conference on Arts and Sciences*, 8-9August 2017, Phuket, Thailand.

Leeanansaksiri, A., **Panyakapo, P.** and Ruangrassame, A. (2018). "Seismic Capacity of Masonry Infilled RC Frame Strengthening with Expanded Metal Ferrocement". *Engineering Structures,* 159, 110-127.

Panyamul, S., **Panyakapo**, P. and Ruangrassame, A. (2019) "Seismic Shear Strengthening of Reinforced Concrete Short Columns using Ferrocement with Expanded Metal," *Engineering Journal*, Vol. 23, No. 6.

คำนำ

การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จมีความแตกต่างจากโครงสร้างคอนกรีตหล่อในที่ เนื่องจากโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จมีการประกอบชิ้นส่วนต่างๆกันด้วยข้อต่อ จึงควรมีความเข้าใจในหลักการวิเคราะห์โครงสร้าง และหลักการออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก เนื่องจากการประกอบคาน เสา และฐานราก เข้าเป็นโครงสร้างอาคาร จะต้องกำหนดจุดรอยต่อชิ้นส่วนองค์อาคารเหล่านี้ว่าเป็นแบบยึดอย่างไร จึงจะคำนวณแรงในชิ้นส่วนนั้นได้อย่างถูกต้อง และออกแบบโครงสร้างได้อย่างมั่นคงปลอดภัย ในกรณีแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จแบบรับน้ำหนัก เป็นการใช้ผนังออกแบบรับน้ำหนักบรรทุกในแนวดิ่งแทนคานและเสาประกอบเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังอาจต้องพิจารณาแรงกระทำทางด้านข้างเนื่องจากแรงลมหรือแรงแผ่นดินไหวด้วย เป็นต้น

หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงโดยใช้มาตรฐาน American Concrete Institute (ACI) และ British Standard (BS) เนื่องจาก ในบางหัวข้อ มีข้อมูลการออกแบบและตัวอย่างที่ใช้มาตรฐาน BS ที่เป็นประโยชน์ในการนำไปใช้โดยง่าย จึงได้นำมาเรียบเรียงไว้โดยปูพื้นฐานหลักการออกแบบก่อน หากเข้าใจในหลักการออกแบบก็จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับมาตรฐานอื่นได้เช่นเดียวกัน

การปรับปรุงเนื้อหาในครั้งนี้ ได้เขียนเพิ่มเนื้อหาการออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จใหม่ ดังนั้น จึงเรียบเรียงเนื้อหาใหม่ ดังนี้ บทที่ 1 จะเป็นพื้นฐานความรู้ของหลักการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จ จากนั้นในบทที่ 2, 3, 4, 5 และ 6 เป็นการออกแบบชิ้นส่วน พื้น คาน เสา แผ่นผนัง และการออกแบบรอยต่อชิ้นส่วนองค์อาคารต่างๆ ตามลำดับ ในภาคผนวกด้านท้าย ได้นำเอารอยต่อคอนกรีตหล่อสำเร็จแบบต่างๆมาแสดงเพื่อเป็นตัวอย่าง ในการนำมาประยุกต์ใช้ พึงศึกษาให้เข้าใจหลักการออกแบบของรอยต่อนั้นเสียก่อน เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้องต่อไป

รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ ปัญญาคะโป
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
พฤศจิกายน 2562

สารบัญ

			หน้า
บทที่ 1	**หลักเกณฑ์การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จ**		
	1.1	โครงข้อแข็ง	1
	1.2	รอยต่อสำหรับโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จ	4
	1.3	การวิเคราะห์ด้วยวิธีแบ่งโครงสร้างย่อย	8
		1.3.1 การวิเคราะห์โครงสร้างย่อยสำหรับคาน	9
		1.3.2 การวิเคราะห์โครงสร้างย่อยสำหรับเสาชั้นบน	10
		1.3.3 การวิเคราะห์โครงสร้างย่อยสำหรับเสาชั้นล่าง	11
บทที่ 2	**การออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จ**		
	2.1	บทนำ	15
	2.2	การออกแบบโครงสร้างแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จ	32
		2.2.1 กำลังต้านทานการดัดของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จ	32
		2.2.2 การคำนวณค่าโมเมนต์ที่สถานะน้ำหนักบรรทุกการใช้งาน	33
		2.2.3 การคำนวณค่ากำลังโมเมนต์ที่สถานะกำลังประลัย	40
		2.2.4 การคำนวณค่าการโก่งตัว	43
		2.2.5 การคำนวณกำลังต้านทานแรงเฉือน	45
	2.3	การออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จแบบหน้าตัดผสม	48
		2.3.1 การวิเคราะห์หน้าตัดคอนกรีตสำเร็จแบบหน้าตัดผสม	49
บทที่ 3	**การออกแบบคานคอนกรีตสำเร็จ**		
	3.1	บทนำ	63
	3.2	การออกแบบคานแบบไม่ผสม	65
		3.2.1 กำลังต้านทานโมเมนต์ดัดประลัย	65
		3.2.2 กำลังต้านทานแรงเฉือนประลัย	66
	3.3	การออกแบบคานแบบผสม	67
	3.4	การออกแบบคานคอนกรีตสำเร็จโดยใช้กราฟการออกแบบ	71

บทที่ 4 การออกแบบเสาคอนกรีตสำเร็จ

4.1 บทนำ 99
4.2 การคำนวณในสถานะการใช้งาน (BS 8110) 104
4.2.1 เสาในโครงอาคารค้ำยัน 106
4.2.2 เสาในโครงอาคารไม่ค้ำยัน 111
4.3 การออกแบบเสาคอนกรีตสำเร็จโดยใช้กราฟ 118

บทที่ 5 การออกแบบแผ่นผนังคอนกรีตหล่อสำเร็จ

5.1 บทนำ 133
5.2 หลักการออกแบบ 134
5.3 การคำนวณหน่วยแรงในแผ่นผนัง 136
5.4 แผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรับแรงเฉือน 156
5.5 การกระจายแรงกระทำด้านข้างลงบนผนัง 158
5.6 ผนังรับแรงเฉือนแบบแผ่นคอนกรีตในโครงอาคาร 161
5.7 ผนังรับแรงเฉือนแบบกำแพงยื่น 167

บทที่ 6 การออกแบบรอยต่อคอนกรีตหล่อสำเร็จ

6.1 จุดต่อรับแรงอัด 173
6.2 การเชื่อมต่อแบบหมุด 177
6.3 การเชื่อมต่อแบบต้านทานโมเมนต์ 180
6.4 การเชื่อมต่อพื้นอาคารบนผนังรับน้ำหนัก 183
6.5 การเชื่อมต่อเสาและฐานอาคาร 186
6.5.1 การเชื่อมต่อแบบเสายึดฐานแผ่นเหล็ก 188

บรรณานุกรม 199

ภาคผนวก ตัวอย่างรอยต่อคอนกรีตหล่อสำเร็จ 201