

การศึกษาข้อกำหนดรายละเอียดเหล็กเสริมสำหรับการออกแบบ  
อาคารต้านทานแผ่นดินไหวสำหรับประเทศไทย

โดย

นายชัยวิศว์ แม้นเจริญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์  
พ.ศ. 2551

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

วิทยานิพนธ์

ของ

นายชัยวิศิ์ แม่นเจริญ

เรื่อง

การศึกษาข้อกำหนดรายละเอียดเหล็กเสริมสำหรับการออกแบบ  
อาคารต้านทานแผ่นดินไหวสำหรับประเทศไทย

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

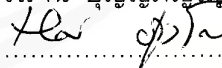
เมื่อ วันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2551

ประธานกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์



(รศ.ดร. วิโรจน์ บุญญภิญโญ)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์



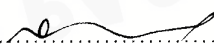
(รศ.ดร. นคร ภู่วโรดม)

กรรมการการสอบวิทยานิพนธ์



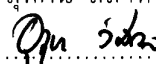
(ผศ.ดร. นเรศ ลิ้มสัมพันธ์เจริญ)

กรรมการการสอบวิทยานิพนธ์



(ผศ.ดร. สุทัศน์ ลีลาทวิวัฒน์)

คณบดี



(รศ.ดร. อรุษา วีสุกุล)

## บทคัดย่อ

ข้อบังคับด้านแผ่นดินไหวสำหรับประเทศไทยเริ่มต้นจากกฎกระทรวงฉบับที่ 49 (พ.ศ. 2540) จากนั้นในปี พ.ศ. 2550 ได้มีการปรับปรุงกฎกระทรวงดังกล่าว โดยที่เนื้อหาหลักที่มีการแก้ไขคือการเพิ่มพื้นที่ควบคุมซึ่งรวมกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และในปี พ.ศ. 2550 เช่นกัน กรมโยธาธิการและผังเมืองได้เสนอ มาตรฐานประกอบอาคารออกแบบอาคารเพื่อดำเนินงานการ สันตะเทือนของแผ่นดินไหว (มยผ. 1301-50) ซึ่งมีเนื้อหาด้านการพิจารณารูปทรงอาคารและการ ให้รายละเอียดการเสริมเหล็กโครงสร้างด้านทานแรงดัดที่มีความเหนียวจำกัดสำหรับโครงสร้างคอนกรีต เสริมเหล็ก ผลจากการบังคับใช้กฎหมายและมาตรฐานดังกล่าวทำให้วิศวกรจำเป็นต้องมีความ เข้าใจถึงรายละเอียดและพื้นฐานของข้อกำหนดรวมทั้งผลที่เกิดตามมาจากการปฏิบัติตาม ข้อบังคับเหล่านี้ งานวิจัยนี้นำเสนอผลการศึกษาด้านข้อกำหนดสำหรับรายละเอียดการเสริมเหล็ก ที่ปรากฏใน มยผ. 1301-50 โดยอธิบายประเด็นสำคัญและเทียบกับมาตรฐานต้นแบบจาก มาตรฐานของ American Concrete Institute (ACI) และ Uniform Building Code (UBC) รวมทั้งการเทียบกับหลักปฏิบัติที่ใช้กันทั่วไปของมาตรฐานการเสริมเหล็กของวิศวกรรมสถานแห่ง ประเทศไทย (ว.ส.ท.) นอกจากนี้ งานวิจัยนี้แสดงผลการศึกษาผลกระทบด้านราคาที่เกิดจากการ ปฏิบัติตามข้อบังคับแผ่นดินไหวของประเทศ โดยศึกษากับอาคารจำนวน 3 หลังและ 24 กรณีศึกษา ผลการเปรียบเทียบพบว่า การออกแบบอาคารเพื่อดำเนินงานแผ่นดินไหวตามข้อกำหนด เหล่านี้ทำให้ปริมาณเหล็กเสริมเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 3 ถึง 9 และค่าก่อสร้างงาน โครงสร้างรวมเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 2 ถึง 5 สำหรับอาคารในพื้นที่เฝ้าระวัง ส่วนอาคารที่ตั้งบน ชั้นดินอ่อนมากในบริเวณที่ 1 และอาคารที่ตั้งบนชั้นดินแข็งในบริเวณที่ 2 ปริมาณเหล็กเสริม เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 20 ถึง 25 และค่าก่อสร้างงานโครงสร้างรวมเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 10 ถึง 15

## ABSTRACT

Seismic provision for Thailand was promulgated since 1997 as the Ministerial Regulation No. 49. This regulation was revised recently as the 2007 version of the Ministerial Regulation for earthquake resistant design for buildings. The major amendment of this revision is the imposition of the controlled area extended to cover Bangkok and its vicinity. In the same year, the Department of Public Works and Town & Country Planning issued the design standard for earthquake resistant design for buildings, DPT standard 1301-50. This standard provides the consideration of building configuration for seismic design and the detailing requirements for reinforced concrete building at the limited ductile performance. The consequence challenges to Thai engineers are to understand the basis in these seismic provisions, and the impact of the application. This research examines detailing requirements in the DPT standard 1301-50 and discusses relating to the model standards which are from American Concrete Institute (ACI) and Uniform Building Code (UBC) and the normal practice in Thailand from Engineering Institute of Thailand (EIT) standard. The cost impact of the application of these seismic design requirements were comprehensively investigated through 3 buildings with total 24 study cases. The results show that the required reinforcement and the construction cost for structure are increased approximately 3-9%, and 2-5%, respectively for buildings in the monitoring zone. For buildings founded on very soft soil in seismic zone 1 and buildings on stiff soil in seismic zone 2, the required reinforcement and the construction cost for structure are increased approximately 20-25%, and 10-15%, respectively.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จและสมบูรณ์ได้จากบุคคลหลายท่าน ผู้ศึกษาขอกราบ  
ขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นคร ภู่วโรดม เป็นอย่างสูงในการให้คำแนะนำและความคิดเห็นที่  
เป็นประโยชน์เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ รอง  
ศาสตราจารย์ ดร. วิโรจน์ บุญญภิญโญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นเรศ ลิ้มสัมพันธ์เจริญและ  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทัศน์ ลีลาทวีวัฒน์ ที่ได้ให้ความเห็นเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ในการ  
ทำงานวิจัยชิ้นนี้ รวมถึงกิจการร่วมค้าเอสแอนดีวี และ กิจการร่วมค้าเซค ที่ได้อนุญาตให้ผู้ศึกษา  
เข้ารับการศึกษาค้นคว้าสำเร็จการศึกษาและสุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบุคคลในครอบครัวของผู้  
ศึกษาที่เป็นกำลังใจในการศึกษาให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญตาราง	(4)
สารบัญภาพประกอบ	(6)
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์	2
1.3 ขอบเขตของการทำวิทยานิพนธ์	2
2. ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่นที่เกี่ยวข้อง	4
3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
3.1 การกำหนดแรงแผ่นดินไหวจากกฎกระทรวงกำหนดการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคาร และพื้นดินที่รองรับอาคาร ในการต้านทาน แรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว (พ.ศ. 2550)	9
3.2 การกำหนดแรงแผ่นดินไหวจาก มาตรฐาน Uniform Building Code (UBC 1997)	12
3.3 ความเหนียวของโครงสร้าง	14
3.4 ข้อกำหนดทั่วไปขององค์อาคารในแต่ละมาตรฐาน	16
4. การเปรียบเทียบแรงแผ่นดินไหวของมาตรฐาน UBC1997 และกฎกระทรวงแผ่นดินไหว พ.ศ. 2550	18
5. การเปรียบเทียบข้อกำหนดของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ต้านทานแผ่นดินไหวของแต่ละมาตรฐาน	25
6. ผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์	96
7. สรุปผลการศึกษาวิจัย	121

บรรณานุกรม	125
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. การเปรียบเทียบแรงลมจากกฎกระทรวงฉบับที่ 6 กับ แรงแผ่นดินไหวจากกฎกระทรวงแผ่นดินไหว พ.ศ. 2550	128
ภาคผนวก ข. ตัวอย่างรายการคำนวณอาคารพักอาศัย 7 ชั้น	132
ประวัติการศึกษา	196



สำนักหอสมุด

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ตัวคูณเกี่ยวกับการใช้อาคาร	9
3.2	สัมประสิทธิ์ของโครงสร้างอาคารที่รับแรงแนวราบ	10
3.3	สัมประสิทธิ์ของชั้นดิน	11
4.1	ค่าพารามิเตอร์ในการเปรียบเทียบในพื้นที่เสี่ยงภัยระดับต่ำ บนดินอ่อนมาก	19
4.2	ค่าพารามิเตอร์ในการเปรียบเทียบในพื้นที่เสี่ยงภัยระดับปานกลาง บนดินแข็ง	20
4.3	ค่าพารามิเตอร์ในการเปรียบเทียบในพื้นที่เสี่ยงภัยระดับต่ำ บนดินอ่อนมากโดยใช้ตัวคูณเกี่ยวกับการใช้อาคารสูงสุด	21
4.4	ค่าพารามิเตอร์ในการเปรียบเทียบในพื้นที่เสี่ยงภัยระดับปานกลาง บนดินแข็งโดยใช้ตัวคูณเกี่ยวกับการใช้อาคารสูงสุด	22
4.5	ค่าพารามิเตอร์ในการเปรียบเทียบในบริเวณที่ 1 และ บริเวณที่ 2 ในประเทศไทย	23
5.1	การเปรียบเทียบข้อกำหนดของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ต้านทานแผ่นดินไหวของแต่ละมาตรฐาน	26
6.1	ปริมาณวัสดุสำหรับงานโครงสร้างของอาคาร 3 ชั้น	102
6.2	ปริมาณวัสดุสำหรับงานโครงสร้างของอาคาร 7 ชั้น	102
6.3	ปริมาณวัสดุสำหรับงานโครงสร้างของอาคาร 15 ชั้น	103
6.4	ปริมาณวัสดุสำหรับงานโครงสร้างของอาคาร 3 ชั้นบริเวณเฝ้าระวัง	104
6.5	ปริมาณวัสดุสำหรับงานโครงสร้างของอาคาร 7 ชั้นบริเวณเฝ้าระวัง	105
6.6	ปริมาณวัสดุสำหรับงานโครงสร้างของอาคาร 15 ชั้นบริเวณเฝ้าระวัง	105
6.7	ปริมาณวัสดุสำหรับงานโครงสร้างของอาคาร 7 ชั้น บริเวณเฝ้าระวัง(เหล็กปลอกRB9)	105
6.8	ปริมาณวัสดุสำหรับงานโครงสร้างของอาคาร 15 ชั้น บริเวณเฝ้าระวัง(เหล็กปลอกRB9)	106
6.9	ราคาค่าก่อสร้างในงานโครงสร้างของอาคาร 3 ชั้น (บาท)	107



## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
6.10	ราคาค่าก่อสร้างในงานโครงสร้างของอาคาร 7 ชั้น (บาท)	108
6.11	ราคาค่าก่อสร้างในงานโครงสร้างของอาคาร 15 ชั้น (บาท)	108
6.12	ราคาค่าก่อสร้างในงานโครงสร้างในบริเวณฝ้าระวาง (บาท)	109
6.13	ราคาค่าก่อสร้างหลังจากลดขนาดเหล็กปลอกในงานโครงสร้าง ในบริเวณฝ้าระวาง (บาท)	110
6.14	การเพิ่มขึ้นของเหล็กเสริมในคาน 1 แถวเนื่องจากแรงแผ่นดินไหว ในบริเวณที่ 1 โดยใช้การรวมน้ำหนักบรรทุกของ กฎกระทรวงฉบับที่ 6 (ก.ก.)	111
6.15	การเพิ่มขึ้นของเหล็กเสริมในคาน 1 แถวเนื่องจากแรงแผ่นดินไหว ในบริเวณที่ 1 โดยใช้การรวมน้ำหนักบรรทุกของ ว.ส.ท. 1008 – 38 (ก.ก.)	112
6.16	การเพิ่มขึ้นของเหล็กเสริมในคาน 1 แถวเนื่องจากแรงแผ่นดินไหว ในบริเวณที่ 2 โดยใช้การรวมน้ำหนักบรรทุกของกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (ก.ก.)	113
6.17	การเพิ่มขึ้นของเหล็กเสริมในคาน 1 แถวเนื่องจากแรงแผ่นดินไหว ในบริเวณที่ 2 โดยใช้การรวมน้ำหนักบรรทุกของ ว.ส.ท. 1008 – 38 (ก.ก.)	114
6.18	การเพิ่มขึ้นของเหล็กเสริมในคาน 1 แถวในบริเวณฝ้าระวาง โดยใช้การรวมน้ำหนักบรรทุกของกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (ก.ก.)	115
6.19	การเพิ่มขึ้นของเหล็กเสริมในคาน 1 แถวในบริเวณฝ้าระวาง โดยใช้การรวมน้ำหนักบรรทุกของ ว.ส.ท. 1008 – 38 (ก.ก.)	116
6.20	การเพิ่มขึ้นของเหล็กเสริมในคาน 1 แถวหลังจากลดขนาดเหล็กปลอก จาก DB12 เป็น RB9 ในบริเวณฝ้าระวางโดยใช้การรวมน้ำหนักบรรทุก ของกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (ก.ก.)	117
6.21	การเพิ่มขึ้นของเหล็กเสริมในคาน 1 แถวหลังจากลดขนาดเหล็กปลอก จาก DB12 เป็น RB9 ในบริเวณฝ้าระวางโดยใช้การรวมน้ำหนักบรรทุก ของ ว.ส.ท. 1008 – 38 (ก.ก.)	118
6.22	การเพิ่มขึ้นของเหล็กเสริมในเสาของอาคารเนื่องจากแรงแผ่นดินไหว	119
6.23	การเพิ่มขึ้นของเหล็กเสริมของเสาของอาคารในพื้นที่ฝ้าระวาง	119

## สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
3.1	แรงเฉือนที่ฐานและการกระจายแรงเฉือนเข้ากระทำแต่ละชั้นของอาคาร	12
3.2	การเสียรูปที่จุดครากและจุดวิบัติ	15
4.1	การเปรียบเทียบแรงแผ่นดินไหวในพื้นที่เสี่ยงภัยระดับต่ำบนดินอ่อนมาก	19
4.2	ค่าพารามิเตอร์ในการเปรียบเทียบในพื้นที่เสี่ยงภัยระดับปานกลางบนดินแข็ง	20
4.3	ค่าพารามิเตอร์ในการเปรียบเทียบในพื้นที่เสี่ยงภัยระดับต่ำบนดินอ่อนมาก โดยใช้ตัวคูณเกี่ยวกับการใช้อาคารสูงสุด	21
4.4	การเปรียบเทียบแรงแผ่นดินไหวพื้นที่เสี่ยงภัยระดับปานกลางบนดินแข็ง โดยใช้ตัวคูณเกี่ยวกับการใช้อาคารสูงสุด	22
4.5	การเปรียบเทียบแรงแผ่นดินไหวในบริเวณที่ 1 และบริเวณที่ 2 ในประเทศไทย	23
6.1	แผนผังอาคาร 3 ชั้น	99
6.2	แผนผังอาคาร 7 ชั้น	100
6.3	แผนผังอาคาร 15 ชั้น	101