

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ความสำคัญของการศึกษา.....	2
1.4 กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	3
1.5 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.6 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
2 แนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 การศึกษาความสามารถต้านทานแผ่นดินไหว.....	5
2.2 วิธีการออกแบบของค้ำอาคารรังชี้คไรรู้การ โกงเดาะ.....	11
2.3 วิธีวิเคราะห์การตอบสนองไม่เชิงเส้นแบบประวัติเวลา (Nonlinear Time History Analysis).....	13
3 ระเบียบวิธีวิจัย.....	15
3.1 อาคารตัวอย่าง.....	15
3.2 การออกแบบเสริมกำลังด้วย BRB.....	23
3.3 แบบจำลองโครงสร้าง.....	26
3.4 การออกแบบตามมาตรฐาน มขศ. 1303-57.....	32
3.5 วิธีการวิเคราะห์การผลักอาคารแบบสถิตไม่เชิงเส้น โดยวิธี Modal Pushover Analysis.....	34

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 ระเบียบวิธีวิจัย.....	15
3.6 วิธีการวิเคราะห์ตามประวัติเวลาแบบไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหว (Nonlinear Time History Analysis).....	37
3.7 แบบจำลองโครงสร้างด้วยโปรแกรม Perform 3D.....	39
3.8 วิธีการวิเคราะห์ความเสียหายของโครงสร้าง.....	45
4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
4.1 ตรวจสอบแรงแนวแกนของ BRB.....	46
4.2 ความเสียหายของโครงสร้างจากการวิเคราะห์การผลักอาคาร.....	47
4.3 ความเสียหายระดับชั้นอาคาร (Story Damage).....	51
4.4 ความเสียหายจากการวิเคราะห์ตามประวัติเวลาแบบไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหว (Nonlinear Time History Analysis).....	52
5 สรุปผลการวิจัย	54
5.1 สมรรถนะของโครงสร้างก่อนการเสริมกำลัง.....	54
5.2 สมรรถนะของโครงสร้างหลังการเสริมกำลังด้วยของค้ำอาคารรั้งยึดใ้การ โกงเดาะ (Buckling Restrained Brace, BRB).....	55
5.3 สรุปผลการวิจัย.....	56
บรรณานุกรม.....	57
ประวัติผู้วิจัย.....	59

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม (Spectral Acceleration) ในบริเวณที่พิจารณา.....	32
3.2	ผลการคำนวณน้ำหนักประสิทธิผลของอาคาร (W).....	35
3.3	ค่าตัวประกอบของมวลประสิทธิผล Cm.....	36
3.4	ผลการคำนวณค่าระยะการเคลื่อนที่เป้าหมาย (Drift limit) ก่อนเสริมกำลัง สำหรับแผ่นดินไหว ระดับความรุนแรงมากพื้นที่จังหวัดแพร่.....	36
3.5	ผลการคำนวณค่าระยะการเคลื่อนที่เป้าหมาย (Drift limit) หลังเสริมกำลังด้วย BRB สำหรับ แผ่นดินไหวระดับความรุนแรงมากพื้นที่จังหวัดแพร่.....	36
3.6	คลื่นแผ่นดินไหวสำหรับการวิเคราะห์ของพื้นที่จังหวัดแพร่.....	37

สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของ Buckling Restrained Brace.....	6
2.2 รอยต่อทั่วไปที่ใช้ในอาคารรัฐเกาหลี.....	6
2.3 โครงสร้างที่ (ก) ก่ออิฐเต็มส่วน (ข) ก่ออิฐบางส่วน.....	7
2.4 รูปแบบขององค์อาคารรังชี้คไร้การโก่งเคาะ.....	11
2.5 พฤติกรรมภายใต้แรงวัฏจักร (Hysteretic behavior) (ก) จากผลการทดสอบ (ข) จากแบบจำลอง.....	11
3.1 รูปด้านข้างของอาคาร โรงเรียน.....	16
3.2 รูปตัดของอาคาร โรงเรียน.....	16
3.3 ผังเสาฐานรากและคานชั้นล่างของอาคาร โรงเรียน.....	17
3.4 ผังคานชั้นที่สอง และชั้นที่สามของอาคาร โรงเรียน.....	18
3.5 ผังคานหลังคาของอาคาร โรงเรียน.....	19
3.6 รายละเอียดหน้าตัดเสาคอนกรีตเสริมเหล็กของอาคาร โรงเรียน.....	20
3.7 รายละเอียดหน้าตัดคานคอนกรีตเสริมเหล็กของอาคาร โรงเรียน.....	21
3.8 รูปตัดหลังคาของอาคาร โรงเรียน.....	22
3.9 แบบจำลองโครงสร้าง 3 มิติ อาคารเดิมก่อนเสริมกำลัง.....	23
3.10 แบบจำลองแบบอาคาร โคโยโปรแกรม ETABS.....	23
3.11 แบบจำลองแบบอาคาร โคโยโปรแกรม ETABS หลังเสริมกำลัง.....	24
3.12 ค่า Maximum Story Drift โคโยโปรแกรม ETABS หลังเสริมกำลัง.....	25
3.13 (ก) พฤติกรรมของวัสดุในส่วนประกอบย่อยของหน้าตัดไฟเบอร์ (Fiber Section) (ข) การวัดสมรรถนะของโครงสร้างความสัมพันธ์ Force-Deformation ของคอนกรีต และเหล็กเสริม.....	26
3.14 ตัวอย่างส่วนประกอบย่อยของหน้าตัดไฟเบอร์ของเสา.....	26
3.15 ตัวอย่างส่วนประกอบย่อยของหน้าตัดไฟเบอร์ของคาน.....	27
3.16 (ก) พฤติกรรมของผนังอิฐก่อภายใต้แรงกระทำทางด้านข้าง (ข) การวัดสมรรถนะของ Equivalent Compression Strut -Deformationของผนังอิฐก่อ.....	28
3.17 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการขีดตัวของเหล็กเสริม.....	29
3.18 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการหดตัวของคอนกรีต.....	31
3.19 พฤติกรรมการรับแรงแบบวัฏจักรของคอนกรีตสปริง.....	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
3.20 แสดงสเปกตรัมผลตอบสนองสำหรับประเมินและออกแบบเสริมกำลัง.....	33
3.21 ความสัมพันธ์ในอุดมคติระหว่างแรงเฉือนรวมที่ฐานและการเคลื่อนที่ของจุดควบคุมที่ ขอคอาคาร (Idealized Force-Displacement Curve).....	35
3.22 ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบในบริเวณตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ตัวอย่างที่ศึกษา.....	38
3.23 แบบจำลองโครงสร้างอาคารเรซินเดิม.....	39
3.24 แบบจำลองการเสริมกำลัง โครงสร้างอาคารเรซิน.....	39
3.25 ความสัมพันธ์ของ Force-Deformation ของคอนกรีต (ก) Unconfined Concrete Fiber (ข) Confined Concrete Fiber.....	40
3.26 ความสัมพันธ์ของ Force-Deformation ของเหล็กเสริม (ก) SR 24 (ข) SD30.....	40
3.27 ความสัมพันธ์ของ Equivalent Compression Strut –Deformation ผนังอิฐก่อ.....	41
3.28 ตัวอย่างพฤติกรรมภายใต้แรงวัฏจักรของ BRB.....	41
3.29 ความสัมพันธ์ของ Force-Deformation ของ BRB.....	42
3.30 ตัวอย่างการกำหนดค่าแบบจำลองของพฤติกรรมการแตกร้าวของคอนกรีต (Concrete Crushing) และพฤติกรรมการครากของเหล็กเสริม (Reinforcement Yielding) ของเสา C1 ของชั้นหนึ่ง และชั้นสอง ระดับเข้าใช้อาคารได้ทันที (IO).....	42
3.31 คาบการสั่นพื้นฐานของอาคาร (T) Mode Shape 1 สำหรับทิศทางตามยาว.....	43
3.32 คาบการสั่นพื้นฐานของอาคาร (T) Mode Shape 2 สำหรับทิศทางตามขวาง.....	43
3.33 การกำหนดค่าการวิเคราะห์การผลักอาคารแบบสถิตไม่เชิงเส้น โดยวิธี Modal Pushover Analysis.....	44
3.34 การกำหนดค่าการวิเคราะห์ตามประวัติเวลาแบบไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหว (Nonlinear Time History Analysis).....	44
4.1 แรงแนวแกนของ BRB สูงสุด จากวิเคราะห์โครงสร้างด้วยโปรแกรม Perform 3D ด้วยคลื่นแผ่นดินไหว 7 ชุด.....	46
4.2 การผลักอาคาร โหมดที่ 2 (200% Drift Limit) ก่อนเสริมกำลัง สำหรับแผ่นดินไหว ความรุนแรงมาก (จ. แพร่).....	47
4.3 ตำแหน่งของเสาในผังอาคาร.....	48

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า	
4.4	ค่า Demand-Capacity Ratio (DCR) การวิเคราะห์การผลักอาคารสำหรับทิศทางตามยาว ก่อนเสริมกำลัง ระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS).....	48
4.5	การผลักอาคาร โหมดที่ 2 (200% Drift Limit) หลังเสริมกำลังด้วย BRB สำหรับแผ่นดินไหว ความรุนแรงมาก (จ. แพร่).....	49
4.6	ค่า Demand-Capacity Ratio (DCR) การวิเคราะห์การผลักอาคารสำหรับทิศทางตามยาว หลังเสริมกำลังด้วย BRB ระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS).....	50
4.7	การเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้นอาคารสำหรับทิศทางตามยาว ก) ก่อนเสริมกำลัง ข) หลังเสริมกำลังด้วย BRB.....	51
4.8	ค่า Demand-Capacity Ratio (DCR) การวิเคราะห์ตามประวัติเวลาแบบไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหว (ก) สำหรับทิศทางตามยาว (ข) สำหรับทิศทางตามขวาง.....	52
4.9	ค่า Demand-Capacity Ratio(DCR) การวิเคราะห์ตามประวัติเวลาแบบไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหวหลังเสริมกำลัง (ก) สำหรับทิศทางตามยาว (ข) สำหรับทิศทางตามขวาง.....	53