บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษา การประเมินระดับความต้านทานแผ่นดินไหวของอาคารโรงเรียนในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ตามแนวทางในการประเมินและการเสริมความมั่นคงแข็งแรงโครงสร้างอาคารในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว ตามมาตรฐานการประเมินและการเสริมความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างอาคารในเขตที่อาจได้รับแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว (มยผ.1303-57) เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารในประเทศไทย ซึ่งไม่ได้ถูกออกแบบมาให้ต้านทานแผ่นดินไหวด้วยวิธีพลศาสตร์ไม่เชิงเส้น ด้วยวิธีการผลักอาคารแบบสถิตไม่เชิงเส้นโดยวิธี Modal Pushover Analysis และวิเคราะห์ตามประวัติเวลาแบบไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหว (Nonlinear Time History Analysis) สำหรับแต่ละค่าระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหว มาจำนวน 7 ชุด โดยในการศึกษานี้จะประเมินสมรรถนะโครงสร้างอาคารทั้งก่อนเสริมกำลังและหลังเสริมกำลังด้วยองค์อาคารรั้งยึดไร้การโก่งเดาะ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยดังนี้

5.1 สมรรถนะของโครงสร้างก่อนการเสริมกำลัง

ผลจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการผลักอาคารแบบสถิตไม่เชิงเส้นโดยวิธี Modal Pushover Analysis ก่อนการเสริมกำลัง สมรรถนะของโครงสร้างเมื่อการเคลื่อนที่ ณ ตำแหน่งค่า Inter story Drift Ratio 2 % ค่า DCR ของเสามีค่าสูงสุด 1.15 ที่เสา C-1'ในชั้นที่ล่าง ถึงชั้นที่สอง และ ค่าสูงสุด 1.82 ที่เสา C2 ในชั้นที่ล่าง ถึงชั้นที่สอง ซึ่งค่า Demand-Capacity Ratio (DCR) ของเสาอาคารทั้งหมด มีค่ามากกว่า 1.0 ดังนั้นโครงสร้างเสาของอาคาร ไม่มีความปลอดภัยสำหรับสมรรถนะของโครงสร้างระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS)

ผลจากการวิเคราะห์ตามประวัติเวลาแบบไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหว (Nonlinear Time History Analysis) ของโครงสร้างสำหรับความปลอดภัยสำหรับสมรรถนะของโครงสร้างระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS) ก่อนการเสริมกำลังค่า Demand-Capacity Ratio สำหรับคลื่นแผ่นดินไหว ในทิศทาง H1 ตามยาว มีค่าสูงสุดเฉลี่ย 1.16-1.56 และทิศทาง H2 ตามขวาง ค่าสูงสุดเฉลี่ย 1.27-1.41 มีค่ามากกว่า 1 และตรวจสอบการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้น (Inter-Story drift) มี

ค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้นอาคารสำหรับทิศทางตามยาว สำหรับคลื่นข้อมูลคลื่นแผ่นดินไหว ก่อนเสริมกำลังมีค่า 2.26% บริเวณชั้นหนึ่ง ถึงชั้นสองซึ่งมากกว่าค่าที่ยอมให้ตามมาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว คือ 2% ดังนั้นโครงสร้างเสาของอาคารไม่ปลอดภัยสำหรับสมรรถนะของโครงสร้างระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS)

5.2 สมรรถนะของโครงสร้างหลังการเสริมกำลังด้วยองค์อาคารรั้งยึดไร้การโก่งเดาะ (Buckling Restrained Brace, BRB)

ผลจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการผลักอาคารแบบสถิตไม่เชิงเส้นโดยวิธี Modal Pushover Analysis ของโครงสร้าง สำหรับความปลอดภัยสำหรับสมรรถนะของโครงสร้างระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS) หลังจากเสริมกำลังด้วย BRB สมรรถนะของโครงสร้างเมื่อการเคลื่อนที่ไปเกินกว่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ในช่วงสมรรถนะความปลอดภัยต่อชีวิต (LS Level) ค่า Demand-Capacity Ratio (DCR) ของเสาอาคารทั้งหมด เมื่อการเคลื่อนที่ไปถึงค่าการผลักเป้าหมาย พบว่า ณ ตำแหน่งนี้ ค่า DCR ของเสามีค่าสูงสุด 0.75 ที่เสา C-2 ในชั้นที่สอง ถึงชั้นที่สาม ดังนั้นโครงสร้างเสาของอาคาร มีความปลอดภัยสำหรับ สมรรถนะของโครงสร้างระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS)

ผลจากการวิเคราะห์ตามประวัติเวลาแบบไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหว (Nonlinear Time History Analysis) ของโครงสร้างสำหรับความปลอดภัยสำหรับสมรรถนะของโครงสร้างระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS) หลังจากเสริมกำลังด้วย BRB ค่า Demand-Capacity Ratio สำหรับคลื่นแผ่นดินไหว มีค่าน้อยกว่า 1.0 มีค่า DCR สูงสุด ที่ เสา C2 ในทิศทาง H1 ตามยาว มีค่าสูงสุด 0.96 และในทิศทาง H2 ตามขวาง มีค่าสูงสุด 0.65 และตรวจสอบการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้น (Inter-Story drift) หลังเสริมกำลังมีค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่สัมพัทธ์เท่ากับ 1.5% บริเวณชั้นล่างของอาคาร และ 1.34% บริเวณชั้นบนสุดของอาคาร ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ยอมให้ตามมาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว คือ 2% ดังนั้นโครงสร้างเสาของอาคารมีความปลอดภัยสำหรับ สมรรถนะของโครงสร้างระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS)

5.3 สรุปผลการวิจัย

โครงสร้างอาคารตัวอย่างก่อนเสริมกำลังมีโอกาสวิบัติเนื่องจากแรงแผ่นดินไหว โดยในระดับชั้นอาคาร เกิดการวิบัติแบบชั้นอ่อนที่ชั้นล่างทั้งแนวตามขวางและตามยาว เนื่องจากค่าการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์มีค่าเกินค่าที่ยอมให้ ส่วนในระดับองค์อาคาร เสาชั้นล่างและชั้นสอง จากการวัดสมรรถนะของโครงสร้างด้วยค่า Demand-Capacity Ratio ของโครงสร้าง พบว่า อยู่ใน ระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS)

เมื่อเสริมกำลังโครงสร้างอาคารตัวอย่างแล้วโครงสร้างสามารถต้านทานแรงแผ่นดินไหวได้ โดยในระดับชั้นอาคารให้ค่าการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ไม่เกินค่าที่ยอมให้ ทำให้ไม่เกิดการวิบัติแบบชั้นอ่อน ส่วนในระดับองค์อาคารไม่เกิดการวิบัติเฉพาะที่ ค่า Demand-Capacity Ratio (DCR) ของเสาอาคารทั้งหมด มีค่าน้อยกว่า 1.0 จึงอาจสามารถใช้วิธีการเสริมกำลังโครงสร้างด้วยองค์อาคารรั้งยึดไร้การโก่งเดาะกับอาคารตัวอย่างได้