บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องด้วยจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่จังหวัดเชียงราย ในวันที่ 5 พฤษภาคม 2557 ศูนย์กลางการเกิดแผ่นดินไหวอยู่ที่ตำบลดงมะดะ อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย ขนาดสามารถวัดความรุนแรงได้ 6.1 ริกเตอร์ ความเสียหาย ส่วนใหญ่เป็นความเสียหายด้านอาคารสถานที่ ทั้งโบราณสถาน สถานที่ราชการ เส้นทางคมนาคมและบ้านเรือนของประชาชน ในพื้นที่ที่รับรู้ได้ถึงแรงสั่นสะเทือนโดยมีจังหวัดที่ได้รับผลกระทบทั้งหมด 7 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ พะเยา น่าน แพร่ ลำปาง และกำแพงเพชร โดยเฉพาะอาคารเรียน เนื่องจากเป็นอาคารเก่าก่อสร้างก่อนกฎกระทรวงกำหนดการรับน้ำหนักความต้านทาน ความคงทนของอาคารและพื้นดินที่รองรับอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว พ.ศ. 2550 โดยลักษณะของโครงสร้างอาคารดังกล่าวนี้มีอยู่เป็นจำนวนมากในปัจจุบัน

ในการศึกษานี้ จึงนำข้อมูลอาคารโรงเรียนในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการสูง 3 ชั้น โดยข้อมูลจากรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 โครงการย่อยที่ 2 ศึกษาวิธีการออกแบบและเสริมกำลังอาคารในประเทศไทย พบว่าจากการสำรวจจำนวนอาคารจากโรงเรียนต่างๆ พบว่าแบบอาคารดังกล่าวนี้ได้มีการก่อสร้างจริงและมีอยู่เป็นจำนวนมาก ในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวบริเวณที่ 2 ตามกฎกระทรวง พ.ศ. 2550 พบว่ามีการก่อสร้างอาคารแบบ สปช.2/28 (3ชั้น) จำนวน 202 หลังโครงสร้างเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กระบบคาน-เสา ที่ไม่ได้มีการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหว มีความเสี่ยงต่อความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ภายใต้เหตุการณ์แผ่นดินไหว เนื่องจากโครงสร้างอาคารอาจไม่ได้มีการออกแบบให้มีค่ากำลังและสติฟเนสในการต้านทานแรงกระทำทางด้านข้างได้อย่างเพียงพอ รวมทั้งองค์อาคารของเสาและคาน ไม่ได้มีการออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กให้มีความเหนียวในการต้านทานแรงกระทำแบบไป-กลับได้ หากได้มีการออกแบบเสริมกำลังป้องกันไว้ก่อน ก็จะลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นได้ทั้งในด้านของชีวิตและทรัพย์สินเป็นอันมาก

วิธีการเสริมกำลังของอาคารสามารถจำแนกได้กว้างเป็นสองประเภท คือ การเสริมกำลังเฉพาะที่ เป็นวิธีการเสริมกำลังเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่ไม่ได้ออกแบบให้ต้านทานแรงแผ่นดินไหว

โดยใช้เทคนิค การหุ้มด้วยวัสดุเชิงประกอบ (Composite-Material Jacketing) หรือที่รู้จักกันในชื่อของ Fiber Reinforced Plastics/Polymer (FRP) และ การเสริมกำลังโดยรวมของทั้งอาคาร จะเน้นการศึกษาไปที่การใช้โครงสร้างเหล็กในการลดผลตอบสนองโดยรวมของโครงสร้าง ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาปัญหาที่สำคัญในการใช้โครงยึดรั้งธรรมดา (Conventional Brace) คือ การสูญเสียเสถียรภาพจากการโก่งเดาะ (Buckling) ทั้งนี้เนื่องจากองค์อาคารยึดรั้งมักจะมีขนาดบางและชะลูด ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการสลายพลังงาน ดังนั้นจึงมีการศึกษาวิธีแก้ปัญหาพฤติกรรมดังกล่าวของชิ้นส่วนยึดรั้ง โดย Wada et al. (1998) ได้ทำการคิดค้นองค์อาคารยึดรั้งประสิทธิภาพสูงที่เรียกว่า Buckling Restrained Brace, BRB ซึ่งมีประสิทธิภาพในการลดความเคลื่อนตัวของโครงสร้างทำให้ลดการเกิดความเสียหายของผนังได้ เนื่องจากหน้าที่หลักของ BRB คือการดูดซับพลังงานโดยอาศัยการเปลี่ยนรูปในช่วงพลาสติก รวมทั้งเพิ่มสติฟเนสและกำลังให้โครงสร้าง ซึ่งไม่โก่งเดาะเนื่องจากแรงอัด แต่หน้าตัดจะดรากทั้งโดยแรงดึงและแรงอัด

เนื่องจากอาคารนี้ใช้การออกแบบด้วยวิธี Working Stress Design ตามข้อกำหนดของกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) และไม่ได้มีการพิจารณาออกแบบให้ต้านทานแรงแผ่นดินไหว ดังนั้นจึงเลือกวิธีการเสริมกำลังโดยการใช้ค้ำยันที่ไม่โก่งเดาะ (Buckling Restrained Brace, BRB) ตามแนวทางในการประเมินและการเสริมความมั่นคงแข็งแรงโครงสร้างอาคารในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว ตามมาตรฐานการประเมินและการเสริมความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างอาคารในเขตที่อาจได้รับแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว (มยผ.1303-57) เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารในประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมต้านทานแผ่นดินไหวของโครงสร้างอาคารเรียนคอนกรีตเสริมเหล็กและประเมินความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอาคารเรียนเดิม

2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้างอาคารหลังจากที่เสริมกำลังโครงสร้าง โดยใช้องค์อาคารรั้งยึดไร้การโก่งเดาะ (Buckling Restrained Braces, BRB)

1.3 ความสำคัญของการศึกษา

1. เพื่อทราบถึงขีดความสามารถในการต้านทานแผ่นดินไหวของอาคารเรียนเดิม และประเมินระดับความเสียหายและรูปแบบความเสียหาย

2. หาแนวทางในการเสริมกำลังอาคารตัวอย่างที่มีอยู่ (Retrofitting) โดยใช้องค์อาคารรั้งยึดไร้การโก่งเดาะ (Buckling Restrained Braces, BRB)

1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

อาคารในการศึกษานี้เป็นโรงเรียนในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการสูง 3 ชั้น โดยโรงเรียนพื้นที่จังหวัดเชียงราย ก่อสร้างอาคารเรียนตามแบบมาตรฐานของกระทรวงศึกษาธิการ สปช.2/28 พบว่าแบบอาคารดังกล่าวนี้ได้มีการก่อสร้างจริงและมีอยู่เป็นจำนวนมาก ได้รับผลกระทบโดยตรงจากแผ่นดินไหว ซึ่งโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป ที่ไม่ได้มีการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหว มีความเสี่ยงต่อความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ภายใต้เหตุการณ์แผ่นดินไหว เนื่องจากโครงสร้างอาคารอาจไม่ได้มีการออกแบบให้มีค่ากำลังและสติฟเนส ในการต้านทานแรงกระทำทางด้านข้างได้อย่างเพียงพอ รวมทั้งองค์อาคารของเสาและคาน ไม่ได้มีการออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กให้มีความเหนียวในการต้านทานแรงกระทำแบบไป-กลับได้ ลักษณะของโครงสร้างอาคารดังกล่าวนี้มีอยู่เป็นจำนวนมากในปัจจุบัน หากได้มีการออกแบบเสริมกำลังป้องกันไว้ก่อน ก็จะลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นได้ทั้งในด้านของชีวิตและทรัพย์สินเป็นอันมาก ซึ่งวิธีการเสริมกำลังโครงอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก สามารถทำได้โดยการใช้ค้ำยันที่ไม่โก่งเดาะ (Buckling Restrained Brace, BRB) เป็นการเสริมกำลังโดยรวมของทั้งอาคารซึ่งมีประสิทธิภาพในการลดความเคลื่อนตัวของโครงสร้างทำให้ลดการเกิดความเสียหายของผนังได้

1.5 สมมติฐานการวิจัย

1. อาคารที่มีอยู่ในปัจจุบันซึ่งไม่ได้ถูกออกแบบมาให้ต้านทานแผ่นดินไหวจะไม่สามารถต้านทางแรงแผ่นดินไหวตามที่มีกำหนดในมาตรฐานประกอบการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนแผ่นดินไหว (มยผ.1302-52) ได้

2. การเสริมกำลังโครงสร้างด้วย BRB จะต้านทานแรงแผ่นดินไหวในระดับรุนแรงตามที่กำหนดในมาตรฐานประกอบการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนแผ่นดินไหว (มยผ.1302-52) ได้

1.6 ขอบเขตของการวิจัย

1. อาคารในการศึกษานี้เป็นโรงเรียนในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการสูง 3 ชั้น ตามแบบมาตรฐานของกระทรวงศึกษาธิการ สปช.2/28 โครงสร้างเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กระบบคาน-เสา ซึ่งไม่ได้มีการออกแบบเพื่อต้านทานแรงแผ่นดินไหว

2. ทำการจำลองพฤติกรรมการรับแรงของคานและเสาบริเวณข้อหมุนพลาสติกแบบหน้าตัดไฟเบอร์ และจำลองพฤติกรรมการรับแรงของผนังก่ออิฐในโครงอาคาร (Infill wall) ด้วยแบบจำลอง Strut and tie model

3. วิเคราะห์พฤติกรรมต้านทานแผ่นดินไหวของอาคารด้วยวิธีการผลักอาคารตามโหมด (Modal Pushover Analysis)

4. วิเคราะห์ด้วยวิธีพลศาสตร์ไม่เชิงเส้นแบบ 3 มิติ โดยใช้ข้อมูลคลื่นแผ่นดินไหวจำนวน 7 ชุด ที่ปรับปรุงความรุนแรงแผ่นดินไหวให้เทียบเท่าดังกราฟการออกแบบตามมาตรฐานประกอบการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนแผ่นดินไหว (มยผ.1302-52) เขตพื้นที่ความรุนแรงของแผ่นดินไหวในระดับสูงมาก

5. วิเคราะห์หาความเสียหายในระดับชั้นอาคาร

6. เสริมกำลังโครงสร้างด้วยของค์อาคารรั้งยึดไร้การโก่งเดาะ และวิเคราะห์ตรวจสอบค่า Demand-Capacity Ratio ของโครงสร้าง โดยใช้ผลค่าเฉลี่ยของคลื่นแผ่นดินไหวในการตรวจสอบระดับสมรรถนะของโครงสร้าง รวมทั้งตรวจสอบค่าความเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้นตามมาตรฐานประกอบการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนแผ่นดินไหว (มยผ.1302-52)