

โครงการการประเมินความอ่อนแอต่อแรงแผ่นดินไหวของอาคาร โรงเรียนในจังหวัด เชียงใหม่และการกระตุ้นชุมชนให้มีการรับทราบถึงภัยแผ่นดินไหวเพื่อการเตรียมพร้อมในระดับที่ เหมาะสม เป็นโครงการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 ตามมติคณะรัฐมนตรี สำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยมีที่มาของโครงการจากการที่ในระยะ ช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีการบันทึกเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ส่งผลกระทบต่อเมืองเชียงใหม่ค่อนข้าง บ่อยครั้ง และนักวิจัยในประเทศได้พบหลักฐานและมีข้อสรุปตรงกันที่บ่งบอกถึงพื้นที่ในเขต ภาคเหนือและเมืองเชียงใหม่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวในระดับที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออาคาร ได้ สำหรับกลุ่มประเภทการใช้สอยของอาคารที่ได้ทำการศึกษาเป็นอาคาร โรงเรียน ทั้งนี้เนื่องจาก เป็นอาคารที่มีการใช้สอยหนาแน่น และ สำหรับอาคารเรียนในโรงเรียนเด็กเล็ก ผู้ใช้สอยอาคารจะมี ความสามารถในการช่วยเหลือตัวเองได้ต่ำ หากเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวขึ้น ที่มาดังที่กล่าวข้างต้น นำมาสู่ความเสี่ยงต่อภัยแผ่นดินไหวที่เพิ่มมากขึ้น

โครงการศึกษานี้ ได้ทำการสืบค้นงานวิจัยในอดีตและการสำรวจภาคสนาม การสอบถาม ข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลอาคารโรงเรียน ข้อมูลการใช้อาคาร ข้อมูลสภาพดิน ข้อมูล แผ่นดินไหว เป็นต้น ในพื้นที่เทศบาลเมืองเชียงใหม่ และได้ทำการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลอาคาร โรงเรียนโดยจัดแบ่งไปตามลักษณะโครงสร้างของอาคาร และ ตามระดับความเสี่ยงต่อภัย แผ่นดินไหวของพื้นที่ศึกษา โดยที่ในการศึกษานี้ได้ทำการสมมติให้เมืองเชียงใหม่ มีความเสี่ยงต่อ ภัยแผ่นดินไหวอยู่ในระดับต่ำ และปานกลาง โดยสมมติฐานดังกล่าว อ้างอิงจากบันทึกเหตุการณ์ แผ่นดินไหวในอดีต และผลการศึกษาที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงทำการประเมินผลและรวบรวมคะแนน ตามแบบวิธีการสำรวจเบื้องต้น (RVS: Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards) ตามมาตรฐาน FEMA 154 โดยที่ในการศึกษานี้ได้ทำการสุ่มสำรวจอาคารโรงเรียน ในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่เป็นจำนวนทั้งสิ้น 101 อาคารโรงเรียน ใน 25 โรงเรียน จากทั้งหมด 106 โรงเรียนในพื้นที่ศึกษา เฉพาะโรงเรียนประเภทระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา และจาก ผลการประเมินด้วยวิธี RVS นี้ ทำให้เข้าใจถึงระดับความแข็งแรงต่อแรงแผ่นดินไหวของอาคาร ประเภทต่างๆในขั้นต้น รวมถึงสาเหตุที่ทำให้อาคารมีความสามารถในการต้านทานแรง แผ่นดินไหวได้ในระดับต่างๆกัน

จากข้อมูลอาคารโรงเรียนที่การสุ่มโดยส่วนใหญ่เป็นอาคารประเภทโครงสร้างคอนกรีต เสริมเหล็กที่มีกำแพงก่ออิฐแบบที่ไม่เสริมเหล็ก หรือ C3 ซึ่งเป็นจำนวน 97 อาคารจากจำนวนอาคาร ทั้งหมดที่ทำการสำรวจ หรือคิดเป็นร้อยละ 96 ของอาคารทั้งหมดที่ทำการสำรวจ และจากผลการ

ประเมินด้วยวิธี RVS ในกรณีพิจารณาระดับความเสี่ยงภัยแผ่นดินไหวในระดับต่ำนั้นพบว่า อาคารที่เป็นโครงสร้างไม้ จำนวน 2 อาคาร และ อาคารเหล็กจำนวน 1 อาคาร ล้วนผ่านเกณฑ์การให้คะแนน ส่วนอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กประเภท C2 จำนวน 1 อาคาร นั้นไม่ผ่านเกณฑ์การให้คะแนน โดยมีคะแนนรวมอยู่ที่ 1.2 คะแนน สำหรับอาคารโรงเรียนคอนกรีตเสริมเหล็กประเภท C3 จากทั้งหมด 97 อาคารพบว่า มีอาคารที่ผ่านเกณฑ์การให้คะแนนจำนวน 70 อาคาร และอาคารเรียนโดยส่วนใหญ่มีคะแนน 3.6 คะแนน ซึ่งมีจำนวน 54 อาคาร คิดเป็นร้อยละ 53 จากจำนวนอาคารทั้งหมด และหากเมื่อพิจารณาในระดับความเสี่ยงภัยแผ่นดินไหวในระดับปานกลาง (Moderate Seismicity) พบว่า อาคารในกลุ่มที่เป็นโครงสร้างไม้และเหล็กยังคงมีคะแนนผ่านตามเกณฑ์ส่วนอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กประเภท C2 มีคะแนนรวมอยู่ที่ 0.3 ซึ่งไม่ผ่านการประเมิน และสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กประเภท C3 ที่ผ่านเกณฑ์การให้คะแนนเพียง 8 อาคาร ส่วนอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่เหลืออีก 89 อาคารนั้นไม่ผ่านเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 88 จากจำนวนอาคารทั้งหมด และอาคารเรียนโดยส่วนใหญ่นั้นมีคะแนนอยู่ที่ 1.2 คะแนน ทั้งนี้จากการวิเคราะห์โดยวิธี RVS พบว่า สาเหตุหลักที่คะแนนการประเมินรวมน้อยนั้นนอกเหนือจากสภาพพื้นดินแล้วปัจจัยที่มีผลเนื่องมาจากกลุ่มอาคารที่สำรวจเข้าข่ายมีความผิดปกติในแนวดิ่ง (Vertical Irregularity) ในลักษณะของชั้นอ่อน Soft Story คือ มีลักษณะชั้นใต้ดินที่เปิดโล่ง ไม่มีกำแพงก่ออิฐหรือกำแพงรับแรงเฉือน และในชั้นถัดขึ้นไปพบว่ามีกำแพงก่ออิฐทุกชั้น ด้วยเหตุนี้ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ให้จัดว่าอาคารที่มีลักษณะดังกล่าว ถือว่ามีความผิดปกติในแนวดิ่ง และยังพบว่ากลุ่มอาคารดังกล่าวยังมีลักษณะความผิดปกติจากรูปทรง (Plan Irregularity) โดยลักษณะที่พบคือความไม่สม่ำเสมอของรูปทรงที่มีการหักมุมเข้าในอาคาร นอกจากนั้น อาคารในกลุ่มนี้ยังได้ทำการก่อสร้างก่อนที่จะมีการกำหนดพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร ฉบับที่ 49 ปีพ.ศ. 2540

สำหรับการประเมินความอ่อนแอต่อแรงแผ่นดินไหวของอาคารโรงเรียนด้วยวิธีเชิงละเอียด ได้ทำการคัดเลือกรูปแบบอาคาร โรงเรียนที่เป็นแบบมาตรฐานมาทำการประเมินด้วยวิธี Pushover analysis โดยอาคาร โรงเรียนตัวอย่างที่ทำการศึกษาคืออาคาร โรงเรียนที่ได้สร้างตามแบบมาตรฐานการก่อสร้างโรงเรียนตามแบบ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2546 เป็นอาคาร 3 ชั้น มีระบบโครงสร้างเป็น อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กร่วมกับผนังก่ออิฐที่ไม่มีการเสริมเหล็ก (concrete frame with unreinforced masonry infill building, C3) อาคารมีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยที่ด้านกว้างมีขนาดเท่ากับ 9.4 ม. และมีเพียงช่วงพาดเดียว ส่วนในด้านยาวนั้นมีขนาดเท่ากับ 56 ม. และมีช่วงพาดจำนวน 14 ช่วงพาด ความสูงในแต่ละชั้นของอาคารเท่ากับ 3.4 ม.

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองในแกน y-y พบว่า อาคารรับแรงเฉือนสูงสุดได้ 340 ตัน และความสามารถในการเคลื่อนตัวสูงสุดของอาคารมีค่าเท่ากับ 11 เซนติเมตร นอกจากนี้พบว่าระยะเคลื่อนตัวของแต่ละชั้นก็ค่อนข้างมาก โดยที่โครงสร้างอาคารเกิดการวิบัติเมื่ออัตราส่วน Roof Drift เท่ากับ 1.62% ของ Roof drift และชั้นที่ 1 ของอาคารมีระยะการเคลื่อนตัวระหว่างชั้น (Story Drift)

มากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 2% ส่วนพิกัดสมรรถนะของอาคาร นั้นอยู่ในระดับที่เกิดความเสียหายมาก พบว่า ในช่วงที่เกิดจุดหมุนพลาสติกทั้งคานและเสาทั้งสองชั้น โดยที่จุดหมุนพลาสติกที่เกิดใน เสาชั้นที่ 1 และ 2 ซึ่งมีระดับความเสียหายอยู่ในระดับ Failure ปัญหาดังกล่าวจะส่งผลทำให้เสาใน ชั้นล่างของอาคารเกิดการพังทลายและทำให้อาคารมีความสามารถในการต้านทานแรงแผ่นดินไหว ต่ำ

สำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองในแกน x-x พบว่า สามารถรับแรงเฉือนสูงสุดได้ 234 ตัน และความสามารถในการเคลื่อนตัวของยอดอาคารสูงสุดมีค่าเท่ากับ 58 เซนติเมตร และเมื่อพิจารณา Drift ratio ของอาคารพบว่าโครงสร้างอาคารเกิดการวิบัติที่ 5.80 % ของ Roof drift โดยที่ชั้นที่ 2 ของอาคารมีระยะการเคลื่อนตัวระหว่างชั้นมากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 6.6% ของความสูงชั้นและมีการเคลื่อนตัวสูงสุดที่ 5.88% ของความสูงของอาคารที่พิจารณา สำหรับพิกัดสมรรถนะของอาคาร นั้นส่วนใหญ่จะเกิดความเสียหายในระดับ Yield และ Immediate Occupancy แม้ว่าลักษณะการ วิบัติของอาคารนั้นเกิดขึ้นที่คานก่อนที่จะเกิดขึ้นในเสา เกิดการแตกร้าวของคอนกรีต เสา และ คาน บางส่วนเกิดการวิบัติ โดยคานชั้นที่สองเริ่มเกิดการวิบัติก่อนและเสาชั้นแรกวิบัติตามมา ส่วนที่ ไม่ใช่โครงสร้างนั้นเกิดการพังทลายซึ่งระดับความเสียหายที่เกิดขึ้นนั้นยังถือว่าเป็นอันตรายต่อชีวิต และทรัพย์สิน

เมื่อพิจารณาแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแผ่นดินไหวออกแบบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในพื้นที่ซึ่งมีค่า 379 ตัน เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังต้านทานแรงเฉือนของแบบจำลองทั้งสองด้านแล้วพบว่ามากกว่า ความสามารถในการรับแรงเฉือนของอาคาร ซึ่งถือว่าอันตรายและมีความเสี่ยงอย่างยิ่ง โดยเฉพาะ อาคารโรงเรียนดังนั้นถือว่าความปลอดภัยในระดับนี้ยังไม่สามารถยอมรับได้และควรที่จะมีการ เสริมกำลังให้กับอาคาร

สำหรับการเสริมกำลังให้กับอาคารในการศึกษานี้ได้พิจารณา และวิเคราะห์วิธีการทั้งหมด 3 วิธี ซึ่งได้แก่ การเพิ่มขนาดของหน้าตัดเสา การเพิ่มโครงเหล็กค้ำยัน และ การเสริมกำลังด้วย กำแพงรับแรงเฉือน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การเสริมกำลังด้วยวิธีการเพิ่มขนาดหน้าตัดเสา ในการศึกษาเป็นการเพิ่มขนาดหน้าตัดเสา เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับแรงแผ่นดินไหวและปรับพฤติกรรมอาคารให้เปลี่ยนจากเดิมที่เป็น แบบเสาอ่อนคานแข็ง ให้เป็นเสาแข็งคานอ่อน โดยหน้าตัดใหม่มีขนาด 55 x 45 เซนติเมตรและมีการเพิ่มเหล็กเสริมขนาด 16 มิลลิเมตร จำนวน 8 เส้น ตลอดความสูงของเสา

การเสริมกำลังด้วยโครงเหล็กค้ำยัน ใช้โครงเหล็กค้ำยัน ไขว้รูปตัว X ในช่องระหว่างผนัง กำหนดเลือกเหล็กหน้าตัดประเภทปีกกว้าง W100x9.8 กก./ม. ซึ่งในทิศ x-x เสริม 2 ช่วงบริเวณริม อาคารระหว่างช่วงเสาเดิม 4 เมตร ส่วนในทิศ y-y เสริมโดยการเพิ่มช่วงเสาระหว่างช่วงเสาเดิม ร่วมกับค้ำยันทุกๆช่วง 8 เมตร ตลอดความสูงของอาคาร

สำหรับการเสริมกำลังด้วยการเพิ่มผนังคอนกรีตเสริมเหล็กรับแรงเฉือน ขนาดความหนาเท่ากับ 20 เซนติเมตร ในทิศ x-x เสริมเหล็ก 2 ช่วงบริเวณริมอาคารระหว่างช่วงเสาเดิม 4 เมตรและในทิศ y-y เสริม 2 ช่วงบริเวณริมอาคาร กว้าง 3.5 เมตร

ผลการวิเคราะห์อาคารที่มีการเสริมกำลังในแต่ละวิธีสรุปได้ดังนี้

ในทิศ y-y การเสริมกำลังในทุกวิธีทำให้อาคาร สามารถรับกำลังเพิ่มขึ้นประมาณ 1059 ดัน 1113 ดัน และ 683 ดัน ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่ากำลังรับแรงเฉือนก่อนการเสริมกำลัง 340 ดัน วิธีการเสริมขนาดเสาทำให้พฤติกรรมของอาคารเปลี่ยนเป็นแบบเสาแข็งคานอ่อน ด้านความสามารถการเคลื่อนตัวสูงสุดของอาคารเพิ่มเป็น 54 ซม. 33 ซม. และ 58 ซม. จากเดิม 11 ซม.

สำหรับในทิศ x-x กำลังรับแรงเฉือนเพิ่มขึ้นเป็น 484 ดัน 549 ดัน และ 615 ดัน จากค่ากำลังเฉือนเดิม 234 ดัน และความสามารถในการเคลื่อนตัวสูงสุดเท่ากับ 70 ซม. 52 ซม. และ 49 ซม. จากเดิม 58 ซม. นอกจากนี้สำหรับจุดสมรรถนะของอาคารหลังได้รับการปรับปรุงเสริมกำลังแล้วพบว่าเมื่อเกิดแรงแผ่นดินไหว ความเสียหายของอาคารนั้นอยู่ในระดับที่เกิดความเสียหายเพียงเล็กน้อยจุดหมุนพลาสติกที่เกิดขึ้นส่วนมากอยู่ในระดับ Yield และ Immediate Occupancy ซึ่งหมายความว่าโครงสร้างของอาคารโรงเรียนมาตรฐานยังอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ เกิดรอยร้าวเป็นบางส่วนซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่พอใช้สำหรับอาคารโรงเรียน

จากวิธีที่กล่าวมาทั้งหมดนั้นจะเห็นได้ว่า วิธีที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในแง่ของกำลังคือการเสริมกำลังด้วยวิธีการติดตั้งค้ำยัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงความจำเป็นและเป็นไปได้ในวิธีการเพิ่มขนาดของหน้าตัดเสาดูจะเป็นวิธีที่ให้ผลเป็นที่น่าพอใจและมีความเป็นไปได้มากที่สุด

จากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ทำให้ภาครัฐ และ เอกชน รวมถึงผู้ที่เกี่ยวข้องมีข้อมูลคำนวณด้านความต้านทานแรงแผ่นดินไหวอาคาร โรงเรียนและสามารถเตรียมการเพื่อรับมือได้อย่างเหมาะสม ทั้งด้านการเฝ้าระวังกลุ่มอาคารที่จัดอยู่ในกลุ่มเสี่ยง รวมถึงการใช้มาตรการบังคับใช้เพื่อที่จะให้หน่วยงานที่รับผิดชอบดำเนินการเสริมความแข็งแรงให้กับ โครงสร้างอาคารดังกล่าวให้มีความสามารถในการต้านทานแรงแผ่นดินไหวให้เป็นไปตามที่ยอมรับได้ ทั้งนี้จากการศึกษาดังกล่าวจะช่วยทำให้ความเสี่ยงต่อการพังทลายของอาคารเมื่อเผชิญเหตุการณ์แผ่นดินไหวลดต่ำลงได้ รวมทั้งยังส่งผลโดยรวมต่อการลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต

เนื้อหาในรายงานประกอบไปด้วย 8 บท ได้แก่

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึง เรื่องทั่วไปที่เกี่ยวข้อง ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย วัตถุประสงค์การศึกษา ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และขอบเขตการศึกษา

บทที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึง งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลของโรงเรียนในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ รูปแบบการประเมินโดยวิธี RVS การประเมินโดยวิธีแบบละเอียด (push over analysis) ลักษณะอาคาร และโครงสร้างอาคารในแบบต่างๆ และการเสริมความแข็งแรงให้อาคารในแบบต่างๆ อีกด้วย

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา แสดงวิธีการสำรวจเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ วิธีการประเมินความเสียหายของอาคารตามระเบียบวิธีของ RVS วิธีการประเมินความเสียหายของอาคารตามระเบียบวิธีเชิงละเอียด (pushover analysis) โดยใช้โปรแกรมไฟไนต์อีลิเมนต์ SAP2000 และแบบจำลองอาคารที่ใช้ในการวิเคราะห์

บทที่ 4 ผลการประเมินความอ่อนแอต่อแผ่นดินไหวอย่างรวดเร็วด้วยตาเปล่า นำเสนอผลการดำเนินการศึกษาในส่วนของ การประเมินความความอ่อนแอของอาคาร โรงเรียนที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองเชียงใหม่ โดยวิธีประเมินด้วยสายตาแบบรวดเร็ว

บทที่ 5 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีเชิงละเอียด เนื้อหาในส่วนนี้ นำเสนอผลจากการประเมินวิเคราะห์อาคารที่ทำการก่อสร้างตามแบบมาตรฐานนำมาทำการสร้างเป็นแบบจำลองแล้วทำการวิเคราะห์ในเชิงละเอียดเพื่อศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการรับแรงกระทำแผ่นดินไหว

บทที่ 6 การเสริมกำลังและปรับปรุงพฤติกรรมอาคารโรงเรียน เป็นบทที่กล่าวถึงการวิเคราะห์การปรับปรุงและเสริมความแข็งแรงให้กับอาคาร โรงเรียนในบทที่ 5 เพื่อหาแนวทางการเสริมกำลังที่เป็นไปได้เพื่อที่จะปรับปรุงและเสริมความแข็งแรงให้กับโครงสร้างอาคาร โรงเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 7 สรุปผลการวิจัยและการถ่ายทอดและเผยแพร่ผลงานวิจัย กล่าวถึงงานวิจัยที่ได้ดำเนินการ รวมถึงแสดงผลและสรุปผลการวิจัย ทั้งหมดที่ได้ทำการดำเนินการศึกษา รวมถึงการนำเสนอผลการศึกษาเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้สู่ชุมชน

ผลการศึกษาในโครงการนี้ ได้นำเสนอเฉพาะเพียงบางส่วนเพื่อให้เห็นผลของการประเมินความอ่อนไหวของอาคาร โรงเรียนทั้งการประเมินแบบรวมเร็วและการประเมินในเชิงลึก ทั้งนี้ ข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ที่รวบรวมเป็นฐานข้อมูลนั้น ได้แสดงในภาคผนวกของรายงานฉบับนี้