ผลการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักจากแผ่นดินไหวในภาคเหนือ

Results of the preliminary risk assessment of buildings that may be severely damaged by an earthquake in the northern region.

บดินทร์กรณ์ เรืองเดชอังกูร* ธนิต ใจสอาด และ ชานนท์ โตเบญจพร

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาคาร สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย

**Corresponding author; E-mail address: benitora_mel@hotmail.com*

บทคัดย่อ

กรมโยธาธิการและผังเมืองได้จัดทำคู่มือการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักจากแผ่นดินไหว และได้ร่วมกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ของจังหวัดที่อยู่ในบริเวณแรงแผ่นดินไหวระดับสูงทำการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นตามแนวทางการประเมินของคู่มือดังกล่าว โดยได้ทำการประเมินอาคารประเภทตามที่กำหนดในกฎกระทรวงฉบับที่ 49 (พ.ศ. 2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 ที่ได้ก่อสร้างก่อนวันที่กฎกระทรวงดังกล่าวบังคับใช้ ซึ่งจะไม่ได้มีการออกแบบโครงสร้างอาคารรองรับแรงแผ่นดินไหวไว้ โดยในการประเมินได้จำแนกชนิดของโครงสร้างอาคารตามที่ตรวจพบ และประเภทของชั้นดิน 2 ประเภท ได้แก่ ชั้นดินแข็งและชั้นดินปกติเนื่องจากไม่มีผลทดสอบดินในพื้นที่ ผลการประเมินอาคารจำนวน 175 หลังจาก 4 จังหวัดในภาคเหนือ ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก พบว่ามีอาคารที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายอย่างหนักเนื่องจากแผ่นดินไหวอยู่ที่ประมาณร้อยละ 62 กรณีพิจารณาเป็นชั้นดินแข็ง และประมาณร้อยละ 86 กรณีพิจารณาเป็นชั้นดินปกติ โดยอาคารเหล่านี้ควรต้องมีการทำการประเมินโดยละเอียดเพื่อยืนยันสมรรถนะของอาคารในการต้านทานแรงแผ่นดินไหวอีกครั้ง เพื่อสามารถเตรียมพร้อมป้องกันและลดความเสียหายหากเกิดเหตุแผ่นดินไหวได้

คำสำคัญ: การประเมินความเสี่ยงขั้นต้น, อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก , แผ่นดินไหว

Abstract

The Department of Public Works and Town & Country Planning published a manual for preliminary risk assessment of buildings that may be severely damaged by earthquakes and cooperated with local governments in provinces located in high seismic zones to conduct preliminary risk assessment, by following guideline in the manual, of buildings with building types specified in the Ministerial Regulation NO.49 issued under the Building Control Act (B.E. 2522) and constructed before the regulation enacted. This specific group of the building was chosen because seismic force was not considered for their structural design. The preliminary risk assessment results, which were scores-based, were classified by types of structure, which was identified by its current condition, and type of soil layers, which was presumed into 2 types including hard soil and normal soil due to lacks of soil test result. The assessment result of 175 buildings from 4 provinces in northern region of Thailand, mostly were reinforced concrete buildings, indicated that the risk of severely damage of those building due to earthquakes of those building was approximately 62% for hard soil consideration and 86% for normal soil consideration. As a result, those buildings will be required detailed assessments to verify their seismic-force resisting performance and to prepare for prevention and damage mitigation from future earthquakes.

Keywords: Initial Risk Assessment, Reinforced Concrete Building, Earthquakes

1. บทนำ

การประเมินความเสี่ยงของอาคารจากแผ่นดินไหว (seismic evaluation) คือ กระบวนการหรือวิธีการสำหรับประเมินข้อบกพร่องต่าง ๆ ของโครงสร้างอาคารที่อาจส่งผลต่อสมรรถนะของอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว โดยการประเมินสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระดับ ได้แก่ การประเมินอย่างละเอียด (detailed evaluation) และการประเมินเบื้องต้น (preliminary evaluation) ซึ่งการประเมินเบื้องต้นนี้สามารถจำแนกเป็น วิธีการคำนวณอย่างง่าย (simple calculation) เป็นการประเมินสมรรถนะของโครงสร้างด้วยวิธีการคำนวณเบื้องต้นโดยใช้ข้อมูลของอาคารที่ค่อนข้างละเอียด เช่น แบบก่อสร้าง เป็นต้น และการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นด้วยตาเปล่าอย่างรวดเร็ว (rapid visual screening หรือ RVS) เป็นการประเมินด้วย

ตาเปล่าและใช้เวลาในการประเมินไม่มากนัก โดยใช้แบบฟอร์มมาตรฐานที่หน่วยงานที่เชื่อถือได้จัดทำขึ้น ซึ่งการประเมินด้วยวิธี RVS นี้ต้องการข้อมูลของอาคารเพียงเล็กน้อยจะเน้นที่การตรวจสอบด้วยสายตาจากภายนอกอาคารเป็นหลัก สำหรับการประเมินอย่างละเอียดนั้นจะเป็นการประเมินจากสมรรถนะในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวของโครงสร้างอาคารโดยรวมและโครงสร้างแต่ละชิ้นส่วนด้วยวิธีการคำนวณและวิเคราะห์ผล หรือการตรวจวัดด้วยเครื่องมือขั้นสูง โดยผลของการประเมินอย่างละเอียดจะนำมาใช้ในการตัดสินว่าโครงสร้างอาคารควรได้รับการเสริมความมั่นคงแข็งแรง เพื่อให้อาคารสามารถต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวที่อาจเกิดขึ้นหรือไม่ แต่การประเมินอย่างละเอียดจำเป็นต้องดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินสรรถนะของโครงสร้างอาคารในการต้านทานแผ่นดินไหวและใช้เวลาค่อนข้างมาก ดังนั้นเพื่อให้การประเมินครอบคลุมอาคารที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหว จึงได้มีการกำหนดให้ทำการประเมินอาคารขั้นต้นก่อน และหากผลการประเมินขั้นต้นพบว่าอาคารมีความเสี่ยงที่อาจพังทลายหากเกิดแผ่นดินไหว อาคารนั้น ๆ จำเป็นต้องได้รับการประเมินอย่างละเอียดต่อไป

สำหรับบทความนี้จะนำเสนอขั้นตอนวิธีการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักและผลการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักของอาคารที่ก่อสร้างก่อนมีการออกกฎกระทรวงให้อาคารบางประเภทต้องออกแบบรองรับแรงแผ่นดินไหวโดยได้รับความร่วมมือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการตรวจสอบตามแบบประเมิน ซึ่งทางกรมโยธาธิการและผังเมืองโดยสำนักควบคุมและตรวจสอบอาคารได้ทำการรวบรวมและสรุปผลประเมินเพื่อให้ทุกภาคส่วนตระหนักถึงและเตรียมรับมือต่อไป

2. การประเมินความเสี่ยงขั้นต้นของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักของประเทศต่าง ๆ และในประเทศไทย

2.1 ประเทศสหรัฐอเมริกา

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards (FEMA 154) ได้ถูกพัฒนาขึ้นตั้งแต่ปีค.ศ. 1988 และได้ถูกปรับปรุงครั้งใหญ่ในปีค.ศ. 2002 เพื่อให้สอดคล้องกับบทเรียนที่ได้จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวในช่วงปีค.ศ. 1990 เดิมทีวิธีการ RVS นี้ได้รับการพัฒนาสำหรับใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา แต่ต่อมาหลาย ๆ ประเทศได้นำมาเป็นต้นแบบในการพัฒนาการประเมินขั้นตนของตน กระบวนการของ RVS คือว่าโครงสร้างหลักมีระบบรับแรงด้านข้าง และจำแนกวัสดุของโครงสร้างอาคารซึ่งได้กำหนดไว้ 15 ประเภท โครงสร้างอาคารแต่ละประเภทจะมีคะแนนพื้นฐาน (Basic Score) ซึ่งจะถูกปรับลดหรือเพิ่มคะแนนตามลักษณะเฉพาะของโครงสร้างอาคาร (ความไม่สม่ำเสมอของโครงสร้าง, ความสูงอาคาร, การรับแรงบิด) และสภาพชั้นดิน หากคะแนนรวมของโครงสร้างอาคารนั้นต่ำกว่า 2 จำเป็นต้องวิเคราะห์โดยละเอียดต่อไป [1]

2.2 ประเทศกรีซ

วิธีการของประเทศกรีซพัฒนาโดย The Earthquake Planning and Protection Organization ในปี 2000 มีพื้นฐานมาจาก หนังสือ FEMA 154 First Edition โดยเรียกว่า OASP-0 วิธีการนี้เป็นวิธีการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นด้วยตาเปล่าอย่างรวดเร็ว (RVS) โดยการกำหนดชนิดของโครงสร้างที่รับแรงด้านข้าง วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารซึ่งจำแนกเป็น 18 ประเภทเพื่อกำหนดคะแนนพื้นฐาน และมีการปรับแก้คะแนนจากโซนแผ่นดินไหวและลักษณะของโครงสร้าง โดยคะแนนรวมมีค่าน้อยกว่า 2 ต้องทำการประเมินแบบโดยละเอียดต่อไป [2]

2.3 ประเทศอินเดีย

วิธีการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นด้วยตาเปล่าอย่างรวดเร็ว (RVS) ในประเทศอินเดียจะพัฒนาโดยนำมาตรฐาน FEMA มาปรับปรุงโดยแก้ไขทั้งสภาพชั้นดินและประเภทของโครงสร้างและค่าที่ใช้ในการพิจารณาปรับแก้ โดยแบ่งชั้นดินเป็น 3 ชนิด และประเภทอาคาร 10 ประเภท โดยถ้าคะแนนรวม (S) น้อยกว่า 0.7 อาคารนั้นมีความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายอย่างหนัก ต้องทำการประเมินและเสริมกำลังโครงสร้างอาคาร [3]

2.4 การตรวจสอบการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นของอาคาร ด้วยวิธีการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นด้วยตาเปล่าอย่างรวดเร็ว

ปัจจุบันมีวิธีการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นด้วยตาเปล่าอย่างรวดเร็วในหลาย ๆ ประเทศ ที่ได้มีการพัฒนาเพื่อนำมาประเมินอาคารเก่าหรืออาคารที่สร้างก่อนหรือหลังจากมีการออกหรือปรับปรุงมาตรฐานการออกแบบแผ่นดินไหว วัตถุประสงค์ของวิธีการนี้เป็นการกำหนดลักษณะเฉพาะของอาคาร สถานที่ตั้งที่มีความเสี่ยงได้รับความเสียหายจากแรงแผ่นดินไหว วิธีการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นด้วยตาเปล่าอย่างรวดเร็วมีการพัฒนาในประเทศที่มีความเสี่ยงของแผ่นดินไหวสูง เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศกรีซ และประเทศอินเดีย เป็นต้น โดยได้มีงานวิจัยของ Kapetana & Dritsos [4] ได้นำวิธีการประเมินของประเทศต่าง ๆ มาทำการประเมินอาคารจำนวน 456 หลัง เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ในเมืองเอเธนส์ ประเทศกรีซ ซึ่งเกิดแผ่นดินไหวในปี 1999 โดยเป็นที่ทราบกันว่ามีอาคารที่พังทลายจำนวน 93 หลัง อาคารที่ได้รับความเสียหายอย่างหนัก 201 หลัง อาคารที่ได้รับความเสียหายปานกลาง 69 หลัง และอาคารที่ได้รับความเสียหายเล็กน้อย 93 หลัง จากการวิจัยพบว่าผลการประเมินที่ได้นั้นมีความสอดคล้องกับระดับความเสียหายของโครงสร้างอาคารที่เกิดขึ้นจริง จึงถือได้ว่าวิธีการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นมีประสิทธิภาพในการคาดการณ์ระดับความเสียหายของอาคารที่อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวได้

2.5 คู่มือประเมินความเสี่ยงขั้นต้นของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักจากแผ่นดินไหวของประเทศไทย

กรมโยธาธิการและผังเมืองโดยสำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร ได้จัดทำแบบประเมินขั้นต้นและคู่มือประกอบเพื่อประเมินความเสี่ยงของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักจากแผ่นดินไหวขึ้น เพื่อกำหนดแนวทางการประเมินเบื้องต้นสำหรับประเทศไทย โดยใช้วิธีการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นด้วยตาเปล่าอย่างรวดเร็วหรือวิธี RVS เนื่องจากวิธีการนี้บุคคลทั่วไปที่มีความรู้พื้นฐานด้านวิศวกรรมโยธาสามารถดำเนินการได้ โดยใช้แบบฟอร์มมาตรฐานและใช้ข้อมูลอาคารและเวลาในการประเมินแต่ละหลังไม่มากนัก โดยได้นำวิธีการประเมินจากคู่มือ Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards (FEMA 154) 2nd Edition ของ Federal Emergency Management Agency (FEMA) ประเทศสหรัฐอเมริกามาใช้เป็นต้นแบบ และมีการปรับปรุงรายละเอียดข้อมูลของแบบประเมินขั้นต้นให้เหมาะสมกับความรุนแรงของแผ่นดินไหวในประเทศไทยซึ่งแบ่งได้เป็น 3 โซน ได้แก่ โซนแรงแผ่นดินไหวระดับต่ำ โซนแรงแผ่นดินไหวระดับปานกลาง และโซนแรงแผ่นดินไหวระดับสูง รวมทั้งทำการปรับปรุงประเภทของอาคารให้สอดคล้องกับอาคารที่มีการก่อสร้างในประเทศไทยด้วย วิธีการประเมินขั้นต้นนี้มีหลักการประเมินโดยพิจารณาจากความเสี่ยงที่อาคารจะพังถล่มจากแผ่นดินไหว (collapse probability) วิธีการพิจารณาตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อความเสี่ยงที่อาคารอาจพังถล่ม เช่น ความสูง ความไม่สม่ำเสมอทางโครงสร้าง (irregularities) และวิธีการวิเคราะห์ผลว่าอาคารมีความเสี่ยงหรือไม่ ในบางกรณีการพิจารณาสิ่งเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยวิจารณญาณและความเข้าใจในหลักการประเมินขั้นต้นของผู้ประเมินประกอบการตัดสินใจ เพื่อให้ผลการประเมินสอดคล้องกับความเสี่ยงของอาคารและมีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด [5]

3. กฎหมายควบคุมอาคารที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโครงสร้างอาคารต้านทานแรงด้านข้าง

3.1 การออกแบบอาคารเพื่อต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

สำหรับประเทศไทย กฎกระทรวง ฉบับที่ 49 (พ.ศ. 2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 เป็นกฎกระทรวงฉบับแรกที่เกี่ยวกับการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานแรงแผ่นดินไหว ซึ่งบังคับใช้กับอาคารบางประเภท ได้แก่ โรงมหรสพ หอประชุม โรงแรม โรงพยาบาล สถานศึกษา หอสมุด สนามกีฬากลางแจ้ง สนามกีฬาในร่ม ตลาด ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า สถานบริการ ท่าอากาศยาน อาคารจอดรถ สถานีรถ ศาสนสถาน อัฒจันทร์ หอศิลป์ พิพิธภัณฑสถาน อาคารเก็บวัตถุระเบิด วัตถุไวไฟ วัตถุมีพิษ หรือวัตถุกัมมันตรังสี และอาคารอื่นที่มีความสูงเกิน 15 เมตร โดยบังคับใช้ในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดเชียงราย จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดตาก จังหวัดน่าน จังหวัดพะเยา จังหวัดแพร่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดลำปาง และจังหวัดลำพูน ต่อมากฎกระทรวงว่าด้วยการออกแบบอาคารต้านทานแรงแผ่นดินไหวได้มีการปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่อง ซึ่งปัจจุบันคือกฎกระทรวงกำหนดการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคารและพื้นดินที่รองรับอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว พ.ศ. 2564 ซึ่งมีการเพิ่มเติมประเภทอาคารและพื้นที่ที่บังคับใช้กฎหมายว่าด้วยการออกแบบอาคารต้านทานแรงแผ่นดินไหว โดยเฉพาะการเพิ่มเติมพื้นที่บริเวณกรุงเทพและปริมณฑลซึ่งตั้งอยู่บนชั้นดินอ่อนและอาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวในระยะไกลและพื้นที่ภาคใต้บางส่วนซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณรอยเลื่อนระนองและรอยเลื่อนคลองมะรุ่ย และได้ปรับปรุงหลักเกณฑ์การรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคาร และพื้นดินที่รองรับอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล

นอกจากนี้กรมโยธาธิการและผังเมือง ยังได้จัดทำประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง การออกแบบและคำนวณโครงสร้างเพื่อต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว และมาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว (มยผ. 1301/1302-61) ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 เพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดในการคำนวณออกแบบอาคารตามกฎกระทรวง โดยเฉพาะการคำนวณด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์ ให้มีความสมบูรณ์และชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งทำให้ผู้คำนวณและออกแบบโครงสร้างอาคารสามารถนำไปใช้ปฏิบัติให้การก่อสร้างอาคารเป็นไปตามหลักมาตรฐานสากล

3.2 การออกแบบรองรับแรงลม

แรงลม (wind load) ถือเป็นแรงกระทำด้านข้างเช่นเดียวกับแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ดังนั้นหากอาคารมีการคำนวณออกแบบให้สามารถต้านทานแรงลม อาคารก็จะสามารถต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามการคำนวณออกแบบต้านทานแรงลมและแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว มีข้อพิจารณาแตกต่างกัน กล่าวคือการออกแบบต้านทานแรงลมจะพิจารณาแรงที่เกิดขึ้นสูงสุดภายในช่วงอายุการใช้งานของอาคาร และต้องออกแบบให้อาคารต้านทานแรงลมได้โดยไม่เกิดความเสียหาย ในขณะที่การออกแบบอาคารต้านทานแรงแผ่นดินไหวจะพิจารณาแรงแผ่นดินไหวที่ยอมให้โครงสร้างเกิดการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้น (story drift) ได้โดยเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างทางสภาพแวดล้อมที่ทำให้ความแรงของลมและระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันอีกด้วย

กฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ได้กำหนดให้การคำนวณออกแบบโครงสร้างอาคารให้คำนึงถึงแรงลมด้วย โดยกำหนดค่าหน่วยแรงลมในลักษณะของแรงดันต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงตามความสูงของอาคารไว โดยข้อบังคับดังกล่าวมีผลบังคับใช้ตั้งแต่ พ.ศ. 2527 ซึ่งต่อมากรมโยธาธิการและผังเมืองได้ดำเนินการจัดทำมาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคาร (มยผ. 1311-50) ซึ่งมีข้อกำหนดการคำนวณหน่วยแรงลมที่เกิดขึ้นในส่วนต่าง ๆ ของอาคารให้มีความเหมาะสมกับการออกแบบอาคารทุกประเภทและทุกภูมิภาคของประเทศ เพื่อช่วยให้

ผู้คำนวณและออกแบบโครงสร้างอาคารสามารถนำไปใช้ปฏิบัติให้การก่อสร้างอาคารเป็นไปตามหลักมาตรฐานสากล

4. การประเมินอาคารด้วยแบบประเมินขั้นต้นเพื่อประเมินความเสี่ยงของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักจากแผ่นดินไหว

แบบประเมินความเสี่ยงของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักจากแผ่นดินไหวของกรมโยธาธิการและผังเมืองจะแบ่งตามระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ (low) ระดับปานกลาง (moderate) และระดับสูง (high) โดยในแบบประเมินขั้นต้น ผู้ประเมินจะต้องทำการกรอกข้อมูลที่จำเป็นในการคำนวณค่าคะแนนความเสี่ยง (hazard score) ของอาคารที่สำรวจ เพื่อนำมาใช้ในการประเมินเบื้องต้นว่าอาคารควรได้รับการประเมินอย่างละเอียด (detailed evaluation) หรือไม่ โดยการหาค่าความเสี่ยงนั้นจะคำนวณจากค่าคะแนนพื้นฐาน (basic hazard score) และค่าปรับแก้ (score modifier) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดระบบโครงสร้างต้านทานแรงแผ่นดินไหวและองค์ประกอบที่มีผลต่อสมรรถนะในการต้านทานแผ่นดินไหวของอาคารที่ทำการประเมินและระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวในพื้นที่สำรวจ โดยค่าคะแนนต่าง ๆ เหล่านี้มีพื้นฐานมาจากค่าความเป็นไปได้ที่อาคารจะพังถล่ม (probability of building collapse) เมื่อเกิดแผ่นดินไหวในระดับที่คาดการณ์ไว้ในพื้นที่สำรวจ โดยทั่วไปค่าผลคะแนนประเมิน (final score) จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 7 และหากค่าผลคะแนนประเมินที่ค่ามากกว่าจะหมายถึงอาคารมีสมรรถนะในการต้านทานแผ่นดินไหวที่ดีกว่า ส่วนค่าความรุนแรงแผ่นดินไหวที่นำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงนี้พิจารณาจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่มีผลกระทบต่อประเทศไทยทั้งที่เกิดในประเทศและนอกประเทศ โดยใช้ค่าความรุนแรงแผ่นดินไหวสูงสุดที่พิจารณา (maximum considered earthquake หรือ MCE) ซึ่งเท่ากับระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวที่ค่าความน่าจะเป็นร้อยละ 2 ในช่วงเวลา 50 ปี (2% probability of exceedance) ซึ่งค่าความรุนแรงของแผ่นดินไหวนี้สอดคล้องกับระดับความรุนแรงแผ่นดินไหวที่กำหนดใน มยผ. 1301/1302 – 61

4.1 การเลือกระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวในพื้นที่สำรวจ

ในการเลือกแบบประเมินขั้นต้นที่เหมาะสมกับพื้นที่สำรวจนั้น ผู้ประเมินจำเป็นต้องทราบว่าพื้นที่ที่จะทำการสำรวจนั้น มีความรุนแรงของแผ่นดินไหวอยู่ในระดับไหน โดยระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวสามารถระบุได้โดยการตรวจสอบจากค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบสั้น 0.20 วินาที (S_s) และที่คาบ 1 วินาที (S_1) ของพื้นที่สำรวจ โดยหลักเกณฑ์ในการพิจารณาตามตารางที่ 1 หากค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบสั้น 0.20 วินาที (S_s) และที่คาบ 1 วินาที (S_1) อยู่ในช่วงระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวแตกต่างกัน ให้เลือกระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวที่สูงกว่าเป็นเกณฑ์

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์ในการพิจารณาระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวสำหรับการเลือกแบบประเมินขั้นต้นที่เหมาะสมกับพื้นที่สำรวจ

ระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหว	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบสั้น 0.20 วินาที (S_s)	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบ 1 วินาที (S_1)
ต่ำ (Low)	S_s<0.167g	S_1<0.067g
ปานกลาง (Moderate)	0.167g≤S_s<0.500g	0.067g≤S_1<0.200g
สูง (High)	S_s≥0.500g	S_1≥0.200g

4.2 การกำหนดเกณฑ์คะแนนขั้นต่ำ (Cut – off score)

การใช้แบบประเมินขั้นต้นสามารถช่วยให้ผู้ประเมินแบ่งอาคารออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มอาคารที่คาดว่ามีสมรรถนะในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวในระดับที่ยอมรับได้ และกลุ่มอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักจากแผ่นดินไหวซึ่งควรมีการประเมินอย่างละเอียดต่อไป โดยการแบ่งอาคารเป็น 2 กลุ่มนั้น จะกำหนดด้วยค่าผลคะแนนประเมินขั้นต่ำที่ยอมรับได้ (cut-off score) ซึ่งค่าที่เหมาะสมควรกำหนดโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของแต่ละประเทศ ซึ่งควรมีการศึกษาเพื่อกำหนดผลคะแนนประเมินขั้นต่ำที่ยอมรับได้ให้สอดคล้องกับลักษณะของอาคารและความรุนแรงแผ่นดินไหวของประเทศนั้น ๆ

โดยในเบื้องต้นสำหรับประเทศไทย ค่าคะแนน cut-off จะกำหนดไว้เท่ากับ 2.0 เพื่อให้สอดคล้องกับค่าที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธีการสำรวจด้วยตาเปล่าอย่างรวดเร็ว (rapid visual screening หรือ RVS) ของ FEMA 154 ซึ่งอาคารที่มีค่าผลคะแนนประเมิน (final score) ต่ำกว่าค่านี้ ควรต้องมีการประเมินอย่างละเอียดอีกครั้งโดยวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว

4.3 การกำหนดประเภทของชั้นดินในบริเวณที่ตั้งอาคาร

ประเภทของชั้นดินบริเวณที่ตั้งอาคารเป็นตัวแปรที่สำคัญซึ่งมีผลต่อขนาดความรุนแรงของแผ่นดินไหว ระยะเวลาในการสั่นสะเทือน รวมถึงความเสียหายของโครงสร้างอาคาร ในการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี RVS ได้แบ่งดินออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ หินแข็ง (ดินประเภท A) หิน (ดินประเภท B) ดินแข็ง (ดินประเภท C) ดินปกติ (ดินประเภท D) ดินอ่อน (ดินประเภท E) และดินลักษณะพิเศษ (ดินประเภท F) โดยหลักเกณฑ์ที่ใช้การจำแนกประเภทของชั้นดินจะมีรายละเอียดตามตารางที่ 2

เนื่องจากการระบุประเภทของชั้นดินในบริเวณที่จะทำการประเมินไม่สามารถกระทำได้โดยการสังเกตด้วยตาเปล่า ผู้ประเมินจำเป็นต้องสืบค้นจากข้อมูลทางธรณีวิทยาหรือแหล่งข้อมูลอื่นจากหน่วยงานที่เชื่อถือได้ หรือจากการทดสอบ เมื่อทราบประเภทของชั้นดินที่แน่นอนแล้ว ผู้ประเมินควรระบุในแบบประเมินขั้นต้นด้วย

ในกรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลหรือมีข้อมูลที่ไม่เพียงพอ ให้ผู้ประเมินเลือกประเภทของชั้นดินเป็นประเภทดินอ่อน (ดินประเภท E) แต่กรณีของอาคารที่มีความสูง 1-2 ชั้นและมีความสูงถึงยอดหลังคาไม่เกิน 7.5 เมตร

ผู้ประเมินสามารถเลือกประเภทของชั้นดินให้เป็นประเภทดินปกติ (ดินประเภท D) ได้

ตารางที่ 2 การจำแนกประเภทของชั้นดิน

ประเภทของดิน	ความเร็วคลื่นเฉือนเฉลี่ย (shear wave velocity), V_s (ความลึกเฉลี่ยที่ 30 เมตร)	ค่าการทดสอบฝังจมมาตรฐาน (Standard Penetration Test), N	ค่ากำลังรับแรงเฉือนในสภาวะไม่ระบายน้ำ (undrained shear strength), S_u
หินแข็ง (A)	>1,500 เมตร/วินาที	-	-
หิน (B)	750 – 1,500 เมตร/วินาที	-	-
ดินแข็ง (C)	360 – 750 เมตร/วินาที	> 50 ครั้ง	> 100 กิโลปาสกาล
ดินปกติ (D)	180 – 360 เมตร/วินาที	15 – 50 ครั้ง	50 – 100 กิโลปาสกาล
ดินอ่อน (E)	<180 เมตร/วินาที	< 15 ครั้ง	< 50 กิโลปาสกาล
	หรือเป็นชั้นดินที่มีความหนามากกว่า 3 เมตร และมีคุณสมบัติดังนี้ ● Plastic Index (PI) > 20% ● Moisture Content (w) > 40% ● S_u< 25 กิโลปาสกาล		
ดินลักษณะพิเศษ (F)	เป็นชั้นดินที่มีลักษณะดังนี้ ● ชั้นดินที่มีโอกาสวิบัติภายใต้แผ่นดินไหว เช่น ดินที่สามารถเกิดการเหลวตัว (Liquefaction) หรือ ดินเหนียวที่อ่อนมาก เป็นต้น ● ชั้นดินที่มีวัตถุอินทรีย์ปนอยู่มาก และมีความหนามากกว่า 3 เมตร ● ชั้นดินที่มีความเป็นพลาสติกสูง (PI > 75%) และมีความหนามากกว่า 7.6 เมตร ● ชั้นดินเหนียวอ่อนถึงปานกลาง (S_u< 50 กิโลปาสกาล) ที่หนามากกว่า 37 เมตร		

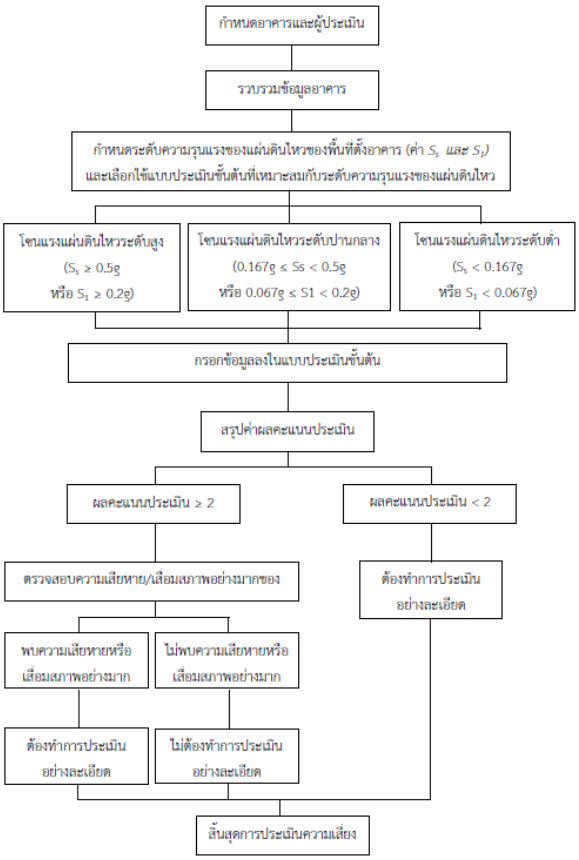
4.4 ชนิดโครงสร้างอาคาร

ประเภทประเภทโครงสร้างอาคารที่เข้าข่ายการประเมินด้วยวิธีการสำรวจด้วยตาเปล่าอย่างรวดเร็ว (rapid visual screening หรือ RVS) ของ FEMA มีอยู่ทั้งหมด 15 ประเภท แต่ประเภทโครงสร้างอาคารที่มีการก่อสร้างกันโดยทั่วไปในประเทศไทยมีอยู่ 9 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. ระบบโครงสร้างไม้ซึ่งมีพื้นที่เท่ากับหรือน้อยกว่า 465 ตารางเมตร (W1)
2. ระบบโครงสร้างไม้ซึ่งมีพื้นที่มากกว่า 465 ตารางเมตร (W2)
3. ระบบโครงสร้างเหล็กต้านทานแรงดัด (S1)
4. ระบบโครงสร้างเหล็กมีผนังก่ออิฐไม่เสริมแรง (S5)
5. ระบบโครงสร้างคอนกรีตต้านทานแรงดัด (C1)
6. ระบบโครงสร้างผนังคอนกรีตรับแรงเฉือน (C2)
7. ระบบโครงเฟรมคอนกรีต มีผนังก่ออิฐไม่เสริมแรง (C3)
8. ระบบโครงสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (PC2)
9. ระบบโครงสร้างผนังก่ออิฐไม่เสริมแรง (URM)

4.5 การลงข้อมูลในแบบประเมินขั้นต้น

ประเภทแบบประเมินขั้นต้นเพื่อประเมินความเสี่ยงของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักจากแผ่นดินไหว จะมีทั้งหมด 3 ระดับ ซึ่งผู้ประเมินจะเลือกแบบประเมินขั้นต้นโดยอ้างอิงจากระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวในพื้นที่ที่ต้องการตรวจสอบ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน มยผ. 1301/1302 – 61 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1) โดยสามารถยืนยันความถูกต้องของการเลือกใช้แบบประเมินได้จากค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบสั้น 0.20 วินาที (S_s) และที่คาบ 1 วินาที (S_1) ที่ระบุไว้ด้านบนของแบบประเมินขั้นต้น และให้ผู้ประเมินดำเนินตามขั้นตอนในรูปที่ 1 [4]



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการ [6]

5. ผลการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักพื้นที่ภาคเหนือ

กรมโยธาธิการและผังเมืองได้ร่วมมือกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดที่อยู่ในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวตามที่กำหนดใน

กฎกระทรวง ฉบับที่ 49 (2541) ฯ ซึ่งกรมโยธาธิการและผังเมืองได้รับผลการประเมินอาคารในพื้นที่ภาคเหนือจำนวน 175 อาคารซึ่งประกอบด้วยอาคารภาคเอกชน อาคารภาครัฐ สถานศึกษา ศาสนสถาน สถานพยาบาล โรงงาน โรงแรม และอื่นๆ ตั้งแต่ชั้นเดียว จนไปถึง 7 ชั้น ซึ่งอยู่ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย จังหวัดน่าน จังหวัดพะเยา และจังหวัดลำปาง โดยทั้ง 4 จังหวัดค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมจัดอยู่ในพื้นที่ได้โซนแรงแผ่นดินไหวระดับสูง โดยจำนวนอาคารที่ทำการประเมินเมื่อพิจารณาแต่ละประเภทอาคารจะแสดงในตารางที่ 3 และจำนวนอาคารที่แยกตามความสูงและชนิดโครงสร้างจะแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 แสดงประเภทอาคารและจำนวนอาคารที่ทำการประเมิน

ประเภทอาคาร	จำนวนอาคารที่ทำการประเมิน (อาคาร)
อาคารภาคเอกชน	8
อาคารภาครัฐ	35
สถานศึกษา	111
ศาสนสถาน	5
สถานพยาบาล	16
รวม	175

ตารางที่ 4 แสดงประเภทอาคาร ความสูงอาคาร จำนวนอาคารแต่ละประเภทและชนิดโครงสร้างอาคาร

ประเภทการใช้สอยอาคาร	ความสูงอาคาร (ชั้น)	จำนวนอาคาร (หลัง)	ชนิดโครงสร้างอาคาร
อาคารภาคเอกชน	1	1	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	2	1	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	3	2	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	4	2	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	7	2	คอนกรีตเสริมเหล็ก
อาคารภาครัฐ	1	2	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	2	24	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	3	5	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	4	2	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	5	2	คอนกรีตเสริมเหล็ก
สถานศึกษา	1	13	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	2	55	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	3	24	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	4	19	คอนกรีตเสริมเหล็ก
ศาสนสถาน	1	3	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	2	2	คอนกรีตเสริมเหล็ก
สถานพยาบาล	2	6	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	3	1	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	4	2	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	5	4	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	6	1	คอนกรีตเสริมเหล็ก
	7	2	คอนกรีตเสริมเหล็ก
รวม		175	

ทั้งนี้การทำแบบประเมินในบทความนี้จะแสดงตัวอย่างการประเมินอาคารเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 ชั้น ซึ่งเป็น อาคารภาคเอกชนตั้งอยู่ที่อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง เพื่อแสดงวิธีการประเมินแต่ละขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้

5.1 การระบุความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมของบริเวณที่ตั้งอาคาร

เมื่อเกิดการสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว อาคารต่าง ๆ จะมีการตอบสนองต่อการสั่นสะเทือนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก คือคาบการสั่นพื้นฐานของอาคาร และปัจจัยประกอบอื่น ๆ ดังนั้น ผลตอบสนองของอาคาร จึงแสดงในรูปของ “ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม” ซึ่งมีค่าแปรเปลี่ยนไปตามคาบการสั่นพื้นฐานของอาคารค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณา (maximum considered earthquake) ที่คาบการสั่น 0.2 วินาที (S_s) และคาบการสั่น 1 วินาที (S_1) ณ อำเภอและจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย ยกเว้นในพื้นที่แอ่งกรุงเทพที่มีดินลักษณะเป็นดินอ่อน ในข้อ 1 ของแบบประเมินขั้นต้นจะให้ผู้ประเมินกรอกค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบสั้น 0.2 วินาที (S_s) และที่คาบ 1 วินาที (S_1) ลงในแบบประเมินขั้นต้น และทำการตรวจสอบความถูกต้องในการเลือกใช้แบบประเมินขั้นต้น โดยค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง ตามที่ระบุอยู่ในมาตรฐาน มยผ. 1301/1302 – 61 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1) แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงความค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบสั้น 0.2 วินาที (S_s) และที่คาบ 1 วินาที (S_1) ของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณา

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
ลำปาง	เกาะคา	0.813	0.184

จากตารางที่ 5 จะพบว่า ค่า S_s อยู่ในช่วงระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวสูง ($S_s \geq 0.5$) ในขณะที่ค่า S_1 อยู่ในช่วงระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวปานกลาง ($0.067 \leq S_1 < 0.2$) ดังนั้น จึงเลือกใช้แบบประเมินขั้นต้นสำหรับระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวสูงและกรอกค่าความเร่งตอบสนองลงในข้อที่ 1 ในแบบประเมินขั้นต้นแสดงในรูปที่ 2

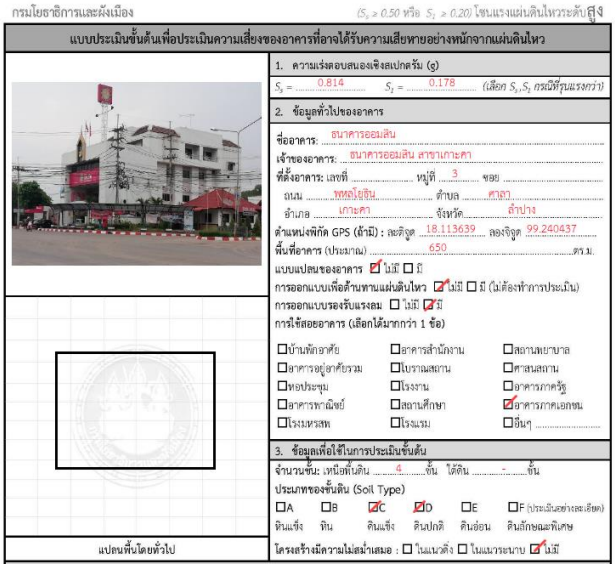
5.2 การระบุข้อมูลเพื่อใช้ในการประเมินขั้นต้น

5.2.1 การระบุจำนวนชั้นของอาคาร ความสูงของอาคารอาจเกี่ยวข้องกับความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว อาคารสูงบนชั้นดินอ่อนอาจมีความเสี่ยงมากกว่าและมีระยะเวลาในการสั่นไหวนานกว่าอาคารลักษณะเดียวกันที่มีความสูงน้อยกว่า จำนวนชั้นเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีที่สุดในการบอกความสูงของอาคาร ซึ่งแสดงการกรอกข้อมูลในรูปที่ 2

5.2.2 การระบุประเภทของชั้นดินในบริเวณที่ตั้งอาคารตามที่ระบุไว้ในข้อ 4.3 ประเภทของชั้นดินควรได้รับการตรวจสอบและบันทึกลงในแบบประเมินขั้นต้น ในขั้นตอนการวางแผนและรวบรวมข้อมูลก่อนลงสำรวจพื้นที่ ถ้าประเภทของชั้นดินไม่ได้มีการระบุในขั้นตอนดังกล่าว จะต้องมีการระบุโดยผู้ประเมินในขั้นตอนการประเมินอาคาร หากผู้ประเมินไม่สามารถระบุประเภทของชั้นดินได้ ให้ถือว่าดินในบริเวณที่ตั้งของอาคารเป็นประเภท

ดินอ่อน (E) แต่อย่างไรก็ตามสำหรับอาคารชั้นเดียวหรืออาคารสองชั้นที่มีความสูงรวมความสูงของหลังคาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 7.5 เมตร สามารถระบุประเภทของชั้นดินเป็นประเภทดินปกติ (D) เมื่อไม่สามารถหาหรือรวบรวมข้อมูลประเภทของชั้นดินในพื้นที่ได้ แต่ทั้งนี้จากข้อมูลการทดสอบคุณสมบัติของดินในพื้นที่ภาคเหนือที่กรมโยธาธิการและผังเมืองเคยมีการศึกษารวบรวมไว้พบว่า ชนิดชั้นดินจะอยู่ในช่วงประเภทดินแข็ง (C) ถึง ประเภทดินปกติ (D) ดังนั้นจึงทำการประเมินทั้ง 2 กรณีซึ่งแสดงการกรอกข้อมูลในรูปที่ 2

5.2.3 การระบุความไม่สม่ำเสมอในแนวดิ่งและความไม่สม่ำเสมอในแนวราบที่ส่งผลต่อเสถียรภาพในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวของอาคารทุกประเภท โดยจะพิจารณาจากหลักเกณฑ์การจำแนกลักษณะความไม่สม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้างตามที่ระบุในมาตรฐาน มยผ. 1301/1302 – 61 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1) ซึ่งแสดงการกรอกข้อมูลในรูปที่ 2


กรมโยธาธิการและผังเมือง

แบบประเมินขั้นต้นเพื่อประเมินความเสี่ยงของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักจากแผ่นดินไหว

1. ความแรงตอบสนองเชิงสเปกตรัม (g)
S_s = 0.814 S_1 = 0.178 (เลือก S_s,S_1 กรณีที่รุนแรงกว่า)

2. ข้อมูลทั่วไปของอาคาร
ชื่ออาคาร: ธนาคารออมสิน
เจ้าของอาคาร: ธนาคารออมสิน สาขาเกาะคา
ที่ตั้งอาคาร: เลขที่ ... หมู่ที่ 3 ซอย ...
ถนน พหลโยธิน ตำบล ศาลา
อำเภอ เกาะคา จังหวัด ลำปาง
ตำแหน่งพิกัด GPS (ถ้ามี) : ละติจูด 18.113639 ลองจิจูด 99.240437
พื้นที่อาคาร (ประมาณ) 650 ตร.ม.
แบบแปลนของอาคาร ☑ ไม่มี ☐ มี
การออกแบบเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว ☑ ไม่มี ☐ มี (ไม่ต้องทำการประเมิน)
การออกแบบรองรับแรงลม ☐ ไม่มี ☑ มี
การใช้สอยอาคาร (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)
☐บ้านพักอาศัย ☐อาคารสำนักงาน ☐สถานพยาบาล
☐อาคารอยู่อาศัยรวม ☐โบราณสถาน ☐ศาสนสถาน
☐หอประชุม ☐โรงงาน ☐อาคารภาครัฐ
☐อาคารชาณิชย์ ☐สถานศึกษา ☑อาคารภาคเอกชน
☐โรงแรมรสท ☐โรงแรม ☐อื่นๆ

3. ข้อมูลเพื่อใช้ในการประเมินขั้นต้น
จำนวนชั้น: เหนือพื้นดิน 4 ชั้น ใต้ดิน - ชั้น
ประเภทของชั้นดิน (Soil Type)
☐A ☐B ☑C ☑D ☐E ☐F (ประเมินอย่างละเอียด)
ดินแข็ง หิน ดินแข็ง ดินปกติ ดินอ่อน ดินลักษณะพิเศษ

แปลนพื้นโดยทั่วไป

โครงสร้างมีความไม่สม่ำเสมอ : ☐ ในแนวดิ่ง ☐ ในแนวระนาบ ☑ ไม่มี

รูปที่ 2 แสดงการบันทึกข้อมูลในแบบประเมินขั้นต้น

5.3 การบันทึกคะแนนพื้นฐาน ค่าปรับแก้ และผลคะแนน

การบันทึกคะแนนพื้นฐานนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของโครงสร้างที่ระบุไว้ในข้อ 4.4 ซึ่งถ้าประเมินโครงสร้างมีมากกว่า 1 ระบบ ให้ทำการประเมินทุกระบบแล้วเลือกค่าผลคะแนนประเมินที่มีค่าน้อยที่สุดเป็นเกณฑ์สำหรับอาคารหลังนั้น ซึ่งอาคารดังกล่าวจัดอยู่ในชนิดอาคาร 2 ชนิด ได้แก่ ระบบโครงสร้างคอนกรีตต้านทานแรงดัด (C1) และระบบโครงเฟรมคอนกรีตมีผนังก่ออิฐไม่เสริมแรง (C3) ในส่วนค่าปรับแก้ คือ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อสมรรถนะของโครงสร้างในขณะที่เกิดแผ่นดินไหว และการเลือกใช้ค่าปรับแก้จะต้องสอดคล้องกับปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้น ระดับความรุนแรงที่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะของโครงสร้างจะแตกต่างกันตามประเภทของระบบโครงสร้างต้านทานแรงด้านข้าง ดังนั้นการเลือกใช้ค่าปรับแก้จะต้องสอดคล้องกับระบบโครงสร้างต้านทานแรงด้านข้างของอาคารด้วย ค่าปรับแก้ที่สอดคล้องกับปัจจัยต่าง ๆ และรวมผลคะแนน อยู่ในข้อที่ 4 ในแบบประเมินขั้นต้น ได้แสดงคะแนนของอาคารดังกล่าวในรูปที่ 3 และรูปที่ 4

4. คะแนนพื้นฐาน, ค่าปรับแก้, ผลคะแนนประเมิน

ชนิดโครงสร้างอาคาร*	W1	W2	S1	S5	C1	C2	C3	PC2	URM
คะแนนพื้นฐาน (Basic Score)	4.7	4.7	3.4	3.9	2.6	3.7	2.7	2.8	2.5
ค่าปรับแก้ อาคารสูง 4 ถึง 7 ชั้น	N/A	N/A	0.1	0.2	0.1	0.5	0.3	0.3	N/A
ค่าปรับแก้ อาคารสูงมากกว่า 7 ชั้น	N/A	N/A	0.1	0.2	-0.2	0.4	0.1	0.2	N/A
ค่าปรับแก้ โครงสร้างมีความไม่สม่ำเสมอในแนวดิ่ง	-1.7	-1.7	-1.4	-1.5	-1.3	-1.5	-1.3	-1.4	-1.3
ค่าปรับแก้ โครงสร้างมีความไม่สม่ำเสมอในแนวระนาบ	-1.5	-1.5	-1.2	-1.3	-1.0	-1.3	-1.1	-1.1	-1.0
ค่าปรับแก้ ไม่มีการออกแบบรองรับแรงลม	-0.2	-0.4	-0.4	-0.6	-0.2	-0.7	-0.2	-0.4	-0.2
ค่าปรับแก้ ดินที่ตั้งอาคารเป็นประเภท C	-0.6	-0.7	-0.6	-0.9	-0.5	-0.6	-0.7	-0.6	-0.8
ค่าปรับแก้ ดินที่ตั้งอาคารเป็นประเภท D	-0.8	-0.9	-0.8	-1.3	-0.7	-0.9	-1	-0.8	-1.1
ค่าปรับแก้ ดินที่ตั้งอาคารเป็นประเภท E	-0.8	-1.1	-1.1	-2.2	-0.8	-0.9	-1.6	-1	-1.6
ผลคะแนนประเมิน (Final Score)					2.2		2.3		

รูปที่ 3 แสดงการบันทึกคะแนนในแบบประเมินขั้นต้นโดยดินที่ตั้งอาคารเป็นประเภท C

4. คะแนนพื้นฐาน, ค่าปรับแก้, ผลคะแนนประเมิน

ชนิดโครงสร้างอาคาร*	W1	W2	S1	S5	C1	C2	C3	PC2	URM
คะแนนพื้นฐาน (Basic Score)	4.7	4.7	3.4	3.9	2.6	3.7	2.7	2.8	2.5
ค่าปรับแก้ อาคารสูง 4 ถึง 7 ชั้น	N/A	N/A	0.1	0.2	0.1	0.5	0.3	0.3	N/A
ค่าปรับแก้ อาคารสูงมากกว่า 7 ชั้น	N/A	N/A	0.1	0.2	-0.2	0.4	0.1	0.2	N/A
ค่าปรับแก้ โครงสร้างมีความไม่สม่ำเสมอในแนวดิ่ง	-1.7	-1.7	-1.4	-1.5	-1.3	-1.5	-1.3	-1.4	-1.3
ค่าปรับแก้ โครงสร้างมีความไม่สม่ำเสมอในแนวระนาบ	-1.5	-1.5	-1.2	-1.3	-1.0	-1.3	-1.1	-1.1	-1.0
ค่าปรับแก้ ไม่มีการออกแบบรองรับแรงลม	-0.2	-0.4	-0.4	-0.6	-0.2	-0.7	-0.2	-0.4	-0.2
ค่าปรับแก้ ดินที่ตั้งอาคารเป็นประเภท C	-0.6	-0.7	-0.6	-0.9	-0.5	-0.6	-0.7	-0.6	-0.8
ค่าปรับแก้ ดินที่ตั้งอาคารเป็นประเภท D	-0.8	-0.9	-0.8	-1.3	-0.7	-0.9	-1	-0.8	-1.1
ค่าปรับแก้ ดินที่ตั้งอาคารเป็นประเภท E	-0.8	-1.1	-1.1	-2.2	-0.8	-0.9	-1.6	-1	-1.6
ผลคะแนนประเมิน (Final Score)					2.1		2.0		

รูปที่ 4 แสดงการบันทึกคะแนนในแบบประเมินขั้นต้นโดยดินที่ตั้งอาคารเป็นประเภท D

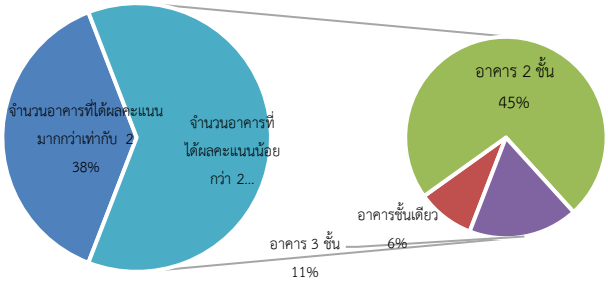
6. สรุปผลประเมินความเสี่ยงขั้นต้นของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักในพื้นที่ภาคเหนือ

6.1 ผลการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นของอาคารที่อยู่ในประเภทชั้นดิน C ดินแข็ง

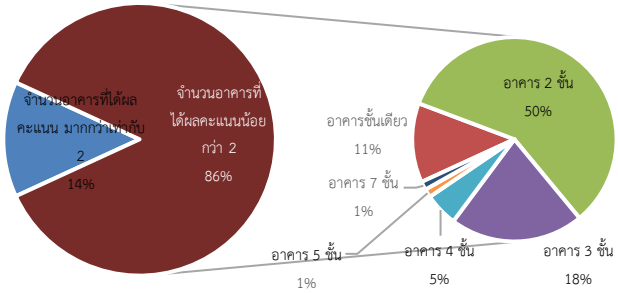
ผลการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นของอาคารในกรณีพิจารณาชั้นดินเป็นประเภทชั้นดิน C ดินแข็ง จะใช้ค่าที่น้อยที่สุดของชนิดโครงสร้าง 2 ระบบ ได้แก่ โครงสร้างคอนกรีตต้านทานแรงดัด (C1) และระบบโครงเฟรมคอนกรีต มีผนังก่ออิฐไม่เสริมแรง (C3) ซึ่งผลคะแนนการประเมินอยู่ที่ 1.8 – 2.3 คะแนน โดยผลคะแนนเมื่อพิจารณาแยกตามความสูงของอาคารจะแสดงในตารางที่ 6 และรูปที่ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนอาคารที่ได้ผลคะแนนจากการประเมินขั้นต้นแยกตามความสูงของอาคารในประเภทชั้นดิน C ดินแข็ง

ความสูงอาคาร (ชั้น)	จำนวนอาคารที่ได้ผลคะแนนน้อยกว่า 2	ร้อยละ	จำนวนอาคารที่ได้ผลคะแนนมากกว่าเท่า 2	ร้อยละ	รวมจำนวนอาคาร	ร้อยละ
1	10	6	9	5	19	11
2	79	45	9	5	88	50
3	19	11	13	7	32	18
4	0	0	25	14	25	14
5	0	0	6	3	6	3
6	0	0	1	1	1	1
7	0	0	4	2	4	2
รวม	108	62	67	38	175	100



รูปที่ 5 แสดงจำนวนอาคารที่ได้ผลคะแนนจากการประเมินขั้นต้นแยกตามความสูงของอาคารในประเภทชั้นดิน C ดินแข็ง



รูปที่ 6 แสดงจำนวนอาคารที่ได้ผลคะแนนจากการประเมินขั้นต้นแยกตามความสูงของอาคารในประเภทชั้นดิน C ดินปกติ

6.2 ผลการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นของอาคารที่อยู่ในประเภทชั้นดิน D ดินปกติ

ผลการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นของอาคารในกรณีพิจารณาชั้นดินเป็นประเภทชั้นดิน D ดินปกติ จะใช้ค่าที่น้อยที่สุดของชนิดโครงสร้าง 2 ระบบ ได้แก่ โครงสร้างคอนกรีตต้านทานแรงดัด (C1) และระบบโครงเฟรมคอนกรีต มีผนังก่ออิฐไม่เสริมแรง (C3) ซึ่งผลคะแนนการประเมินอยู่ที่ 1.5 – 2 คะแนน โดยผลคะแนนเมื่อพิจารณาแยกตามความสูงของอาคารจะแสดงในตารางที่ 7 และรูปที่ 6 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนอาคารที่ได้ผลคะแนนจากการประเมินขั้นต้นแยกตามความสูงของอาคารในประเภทชั้นดิน D ดินปกติ

ความสูงอาคาร (ชั้น)	จำนวนอาคารที่ได้ผลคะแนนน้อยกว่า 2	ร้อยละ	จำนวนอาคารที่ได้ผลคะแนนมากกว่าเท่ากับ 2	ร้อยละ	รวมจำนวนอาคาร	ร้อยละ
1	19	11	0	0	19	11
2	88	50	0	0	88	50
3	32	18	0	0	32	18
4	8	5	17	10	25	14
5	2	1	4	2	6	3
6	0	0	1	1	1	1
7	2	1	2	1	4	2
รวม	151	86	24	14	175	100

7. บทสรุป

บทความนี้ได้นำแบบการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักจากแผ่นดินไหวของกรมโยธาธิการและผังเมืองมาทำการประเมินอาคารในพื้นที่ภาคเหนือ 4 จังหวัด โดยประเมินอาคารตั้งแต่ชั้นเดียวไปจนถึงอาคาร 7 ชั้น ซึ่งผลการประเมินสามารถสรุปได้ดังนี้

1) กรณีพิจารณาเป็นชั้นดินประเภท C ดินแข็ง จะมีอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักประมาณร้อยละ 62 ซึ่งผลการประเมินเมื่อพิจารณาตามความสูงของอาคารพบว่าอาคารตั้งแต่ 4 ชั้นขึ้นไปจะไม่ได้รับความเสียหายอย่างหนักจากแผ่นดินไหว ทั้งกรณีที่อาคารมีและไม่มีการออกแบบรับแรงลม หรือโครงสร้างมีความสม่ำเสมอในแนวดิ่งและแนวระนาบ ส่วนกรณีอาคารสูงไม่เกิน 3 ชั้นพบว่าส่วนใหญ่ที่ไม่ผ่านการประเมินจะเป็นอาคารสูง 2 ชั้น คิดเป็นร้อยละ 45 ของอาคารที่ประเมินทั้งหมด ส่วนอาคารชั้นเดียวและอาคาร 3 ชั้นที่ไม่ผ่านการประเมินคิดเป็นร้อยละ 6 และร้อยละ 11 ตามลำดับ

2) กรณีพิจารณาเป็นชั้นดินประเภท D ดินปกติ จะมีอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักประมาณร้อยละ 86 ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น คิดเป็นร้อยละ 79 ของอาคารที่ประเมินทั้งหมด ส่วนอาคารอาคารตั้งแต่ 4 ชั้นขึ้นไปที่ไม่ผ่านกระประเมินคิดเป็นร้อยละ 7

3) จากผลการประเมินทั้งนี้กรณีพิจารณาชั้นดินเป็นประเภท C ดินแข็งและประเภท D ดินปกติ พบว่าอาคารในพื้นที่ภาคเหนือที่มีความเสี่ยงที่จะได้รับความเสียหายอย่างหนักจากแผ่นดินไหวจะเป็นอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น ซึ่งเป็นกลุ่มอาคารที่พบเป็นส่วนใหญ่ในพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบางอาคารมีลักษณะเป็นอาคารสาธารณะ เช่น โรงเรียน ที่ทำการหน่วยราชการ ซึ่งหากเกิดแผ่นดินไหวและอาคารเกิดพังถล่มก็จะส่งผลให้เกิดความสูญเสียร้ายแรงได้ ดังนั้น เพื่อป้องกันความสูญเสียที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรให้ความสำคัญกับการประเมินสมรรถนะในการต้านทานแรงแผ่นดินไหวของอาคารกลุ่มนี้ เพื่อที่จะได้ดำเนินมาตรการป้องกันที่เหมาะสมต่อไปได้ เช่น การเสริมกำลังโครงสร้างอาคาร ทำให้ผู้ใช้อาคารเหล่านี้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

8. ข้อเสนอแนะกิตติกรรมประกาศ

ในบทความนี้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อศึกษาข้อมูลต่อจากนี้ดังต่อไปนี้

1) ผลการประเมินขั้นต้นที่มีผลคะแนนน้อยกว่า 2 ต้องทำการศึกษาและประเมินโดยวิธีละเอียดต่อไป

2) ผลของบทความดังกล่าวยังไม่สามารถเป็นตัวแทนของทั้งพื้นที่ได้ต้องทำการลงพื้นที่สำรวจอาคารเพิ่มเติม

3) บทความนี้เป็นการเสนอการใช้คู่มือและการดูผลของการประเมินขั้นต้นเท่านั้น

9. กิตติกรรมประกาศ

ในส่วนของกิตติกรรมประกาศ ผู้จัดทำบทความนี้ขอขอบคุณคณะทำงานจัดทำคู่มือการประเมินความเสียหายขั้นต้นของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักจากแผ่นดินไหวที่ได้ให้ข้อมูลและวิธีการประเมินขั้นต้นของกรมโยธาธิการและผังเมือง และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ได้ลงพื้นที่ทำการประเมินขั้นต้นของอาคารในพื้นที่เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำบทความนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Federal Emergency Management Agency. (2002). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic HazardsA Handbook (FEMA-154)*, Edition 2 USA.

[2] Earthquake Planning and Protection Organization (OASP). (2000) *Provisions for Pre-Earthquake Vulnerability Assessment of Public Building (Part A),* Athens, Greece.

[3] Sinha, R. & Goyal, A. (2002). *A National Policy for Seismic Vulnerability Assessment of Building and Procedure for Rapid Visual Screening of Building for Potential Seismic Vulnerability*, Published by Indian Institute of Technology, Dept. of Civil Engineering, Bombay, Indian

[4] P. Kapetana and S. Dritsos (2007). *Seismic assessment of buildings by rapid visualscreening procedures*. Earthquake Resistant Engineering Structures VI, pp. 409-418.

[5] กรมโยธาธิการและผังเมือง (2563). *คู่มือการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นของอาคารที่อาจได้รับความเสียหายอย่างหนักจากแผ่นดินไหว*. กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย ประเทศไทย