บทคัดย่อ

รหัสโครงการ RDG5830009

ชื่อโครงการ พฤติกรรมและการเสริมกำลังอาคารที่ใช้ผนังอิฐก่อและอาคารที่ไม่มีการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว

นักวิจัย รศ.ดร. สุทัศน์ ลีลาทวีวัฒน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (หัวหน้าโครงการ)

รศ.ดร. วิโรจน์ บุญญภิญโญ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

รศ.ดร.ไพบูลย์ ปัญญาคะโป มหาวิทยาลัยศรีปทุม

ผศ.ดร. กิตติภูมิ รอดสิน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Email sutat.lee@kmutt.ac.th

ระยะเวลา 2 ปี

เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2557 ได้เกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาด 6.3 ตามมาตราริกเตอร์ ในบริเวณอำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย ส่งผลกระทบกับผู้คนและอาคารเป็นจำนวนมาก เหตุการณ์แผ่นดินไหวส่งผลกระทบคลอบคลุมหลายๆ อำเภอ ในบริเวณรอบจุดศูนย์กลาง อำเภอแม่ลาว และในบริเวณเขต อำเภอแม่สรวย อำเภอพาน และบางส่วนของบริเวณอำเภอเมือง จากการลงพื้นที่เพื่อสำรวจความเสียหายในบริเวณรอบๆ จุดศูนย์กลาง พบว่าอาคารจำนวนมากเกิดความเสียหายขึ้น โดยเฉพาะในอาคารขนาดเล็ก อาทิเช่น บ้านพักอาศัย ตึกแถว วัด โรงเรียน และ โรงพยาบาลชุมชน เป็นต้น

การศึกษาเรื่อง พฤติกรรม และการเสริมกำลังอาคารที่ใช้ผนังอิฐก่อและอาคารที่ไม่ได้มีการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว เป็นการศึกษาที่นำประเด็นต่างๆ ที่พบเห็นจากแผ่นดินไหวแม่ลาวมาศึกษาอย่างเป็นระบบ และขยายขอบเขตการศึกษาของโครงการลดภัยพิบัติจากแผ่นดินไหว ให้คลอบคลุมอาคารขนาดเล็กที่อาจไม่ได้มีการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งถือเป็นอาคารกลุ่มใหญ่มากที่สุดกลุ่มหนึ่งในประเทศไทย การศึกษาวิจัยในโครงการนี้จะประกอบด้วยสี่ส่วนหลักๆ คือ

การศึกษาส่วนที่ 1 เกี่ยวข้องกับการศึกษาพฤติกรรมและวิธีการพิจารณาผนังอิฐก่อ วิธีการเสริมเหล็กในอาคารที่จะออกแบบก่อสร้างใหม่ให้เหมาะสม ประกอบด้วยการทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติวัสดุของผนังอิฐก่อแบบต่างๆ และทดสอบโครงอาคารที่มีผนังอิฐก่อ เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์และผลกระทบจากการใช้อิฐก่อประเภทต่างๆ

การศึกษาส่วนที่ 2 เกี่ยวข้องกับแนวทางการปรับปรุงหรือเสริมกำลังผนังอิฐก่อ ให้เป็นผนังที่ช่วยต้านทานแรงแผ่นดินไหว ในส่วนนี้ประกอบด้วย การศึกษาวิธีการในการเสริมกำลังผนัง และทดสอบโครงอาคารที่มีการเสริมกำลังผนังเป็นพิเศษ

การศึกษาส่วนที่ 3 เกี่ยวข้องกับการศึกษาพฤติกรรม อาคารขนาดเล็กและขนาดกลาง ด้วยการวิเคราะห์ เพื่อศึกษาว่า อาคารมีสมรรถนะเป็นอย่างไร และอิทธิพลของผนังอิฐก่อเป็นอย่างไรบ้าง

การศึกษาส่วนที่ 4 เกี่ยวข้องกับการศึกษาพฤติกรรมและแนวทางการปรับปรุงอาคารที่ไม่ได้มีการออกแบบทางวิศวกรรม ในส่วนนี้ประกอบด้วยการศึกษาพฤติกรรมและแนวทางการปรับปรุงเสาคอนกรีตเสริมเหล็กของอาคารขนาดเล็ก โดยการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และเน้นไปที่วิธีการเสริมกำลังที่ มีประสิทธิภาพ ราคาถูก และประชาชนทั่วไปสามารถทำเองได้

ผลการศึกษา สามารถสรุปผลที่สำคัญๆ ได้ดังนี้

1. กำแพงอิฐก่อสามารถส่งผลต่อความสามารถต้านทานแรงแผ่นดินไหวให้เพิ่มขึ้น และทำให้อาคารมีสติฟเนสที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นกำแพงอิฐก่อจึงน่าที่จะเป็นส่วนประกอบที่มีประโยชน์ในการต้านทานแผ่นดินไหว โดยเฉพาะอาคารขนาดเล็ก ทั้งนี้จำเป็นต้องมีการป้องกันผลกระทบหรือรูปแบบการวิบัติที่อาจจะเกิดขึ้นผนังอิฐก่ออย่างเหมาะสม
2. สำหรับอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ ผลจากทดสอบตัวอย่างโครงอาคาร พบว่าในกรณีที่โครงอาคารมีการคำนวณออกแบบและให้รายละเอียดที่ถูกต้องตามมาตรฐานปัจจุบัน โครงอาคารจะมีความเหนียวในระดับที่สูงพอสมควร สามารถใช้ต้านทานแรงแผ่นดินไหวได้ในบริเวณที่แผ่นดินไหวรุนแรงปานกลาง อย่างไรก็ตามการออกแบบอาคารตามมาตรฐานปัจจุบัน อาจจะไม่เพียงพอที่จะป้องกันการวิบัติเนื่องจากแรงดันและการรั้งยึดของผนังอิฐก่อได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการคำนวณออกแบบเพื่อ พิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากผนังอิฐก่อด้วย ทั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการที่คำนวณออกแบบที่สามารถนำไปใช้ได้ในทางปฏิบัติ
3. สำหรับอาคารเก่า ผนังอิฐก่อสามารถถูกเสริมกำลังให้มีกำลังและความเหนียวที่ดีขึ้นเพื่อช่วยในการต้านทานแผ่นดินไหว ทั้งนี้วิธีหนึ่งที่สามารถทำได้คือ เทคนิคในการเสริมกำลังผนังด้วยตะแกรงเหล็กฉีก (Expanded Metal) ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่า โครงอาคารที่ผนังได้รับการเสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีก มีค่ากำลังรับแรงด้านข้างสูงกว่าโครงอาคารเดิม มีความเหนียวเพิ่มขึ้นและลดการแตกร้าวในผนังได้ดี
4. จากผลสำรวจอาคารในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวแม่ลาว พบว่าโดยส่วนมากแล้ว เสาที่ใช้ในอาคารขนาดเล็กๆ โดยมากเป็นเสาที่มีการเสริมเหล็กในปริมาณต่ำกว่าค่าที่กำหนดมาตรฐานและคอนกรีตที่ใช้ อาจมีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน ผลจากการทดสอบพบว่า เสาเหล่านี้มีกำลังรับแรงทางด้านข้างที่น้อยมาก และในบางกรณีอาจมีความเหนียวที่ต่ำ วิธีการเสริมกำลังด้วยเส้นใยแก้ว เป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ และมีราคาถูก สามารถใช้ในการปรับปรุงพฤติกรรมของเสาคอนกรีตกำลังอัดต่ำที่มีขนาดเล็ก และขนาดกลาง โดยการพันเสาด้วยเส้นใยสองถึงสามรอบในเสา สามารถทำให้เสามีกำลังรับแรงทางด้านข้างและความเหนียวเพิ่มขึ้นได้กว่าสองเท่า

ผลการศึกษาต่างๆ ทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประกอบในการพิจารณาปรับปรุงมาตรฐานการออกแบบให้มีความเหมาะสมกับลักษณะของอาคารในประเทศไทย นอกจากนั้นผลการศึกษาในส่วนการเสริมกำลัง ยังสามารถนำไปจัดทำเป็นคู่มือ สำหรับการปรับปรุงอาคาร สำหรับประชาชนทั่วไป หรือหน่วยงานที่สนใจเพื่อนำไปใช้

คำสำคัญ ผนังอิฐก่อ แผ่นดินไหว การออกแบบอาคาร การเสริมกำลังอาคาร อาคารที่ไม่ได้มีการออกแบบทางวิศวกรรม

ABSTRACT

Project Code RDG5830009

Project Title Seismic Behavior and Retrofitting of RC Frame with Infilled walls and Non-Engineered Buildings

Investigators Assoc. Prof. Sutat Leelataviwat, Ph.D., King Mongkut's University of Technology Thonburi
Assoc. Prof. Virote Booyapinyo , Ph.D, Thammasart University
Assoc. Prof. Phaiboon Panyakapo, Ph.D, SripatumUniversity
Assit. Prof. Kittipoom Rodsin, Ph.D., King Mongkut's University of Technology North Bangkok

Email sutat.lee@kmutt.ac.th

Project Duration 2 Years

On May 5th, 2014, a 6.3 Magnitude earthquake occurred in Mae Lao, Chiangrai Province. The earthquake created a large-scale effect on people and buildings in the surrounding areas of the epicenter especially in Phan, Suay, and Mae Lao districts. A number of buildings were significantly damaged particularly for small buildings such as commercial and residential buildings, houses, schools, hospitals etc.

This research focuses on a systematic study of the engineering aspects learned from observing the damages from Mae Loa earthquake. The research aims at extending engineering technology to non-engineered buildings which are the majority of the building stock used in the provinces. This research consists of four main parts as follows.

Part 1: This part focuses on masonry infill walls and their effects on the response of buildings designed according to Thai standard and practices. The study includes testing of masonry prisms to find engineering properties of different types of infill bricks. The study also includes large-scaled testing of RC frame to investigate the interaction between the infill wall and the surrounding frame.

Part 2: This part aims at utilizing the infill walls as part of the load carrying mechanism in older, existing, buildings. This part includes investigating a method to strengthen existing frames with infill walls using large-scaled testing of RC frame with strengthened infill wall.

Part 3: This part focuses on analytical study to investigate performance of small buildings under earthquake effects. The analysis focuses on the effects of infill walls on small buildings commonly found in Thailand.

Part 4: This part focuses on non-engineered buildings especially on the performance of non-compliance RC columns commonly found in this type of buildings. This part includes investigating a low-cost, easy-to-apply, method to retrofit this type of columns.

The key findings from this study include:

1. Masonry infill walls can increase the lateral strength of a frame and could be utilized to enhance the performance of small buildings. However provisions must be made in order to prevent failure modes that can affect the safety of the buildings
2. For a newly designed building, the test indicated that the current design standard and provisions can result in a frame with adequate strength and ductility to resist moderate earthquakes. However the current standard and provisions may still not be adequate to prevent undesirable failure modes resulting from the interaction between infill walls and the surrounding RC frames. Therefore modifications should be made to the current provisions to consider the interaction between the infill walls and the surrounding frames
3. For existing frames, infill walls could be strengthened to increase the strength and ductility of the frame. One of the methods that can be used to strengthened RC frame with infill walls is by using expanded metal sheet. Laboratory test indicated that a frame with strengthened infill walls had increased strength and ductility. The expanded metal sheet can also reduce cracking in the infill wall.
4. Based on a building survey conducted in Mae Loa district, it was found that most of the columns in small buildings have inadequate amount of steel reinforcement. The amount of rebars is normally less than what is specified in the building codes. The concrete is also sub-standard. The test found that these columns may have inadequate ductility. One of the ways to strengthen or retrofit these columns is by using the glass fibers. The glass fibers can be wrapped around the columns to increase confinement, strength, and ductility.

Based on the results of these studies the current code provisions can be modified to include the interaction between the frames and infill walls. In addition, methods to strengthen the infill walls and the non-engineered columns were also provided in the form of a manual of practice for future applications.

Key Words Infill walls, earthquakes, seismic design, seismic retrofitting, non-engineerf buildings