



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการพัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยแผ่นดินไหวสำหรับ
ประเทศไทย

โดย...ธีรพันธ์ อรรถมรัตน์

มหาวิทยาลัยมหิดล

พฤษภาคม 2559

สัญญาเลขที่ TRG5780243

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการพัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยแผ่นดินไหวสำหรับ
ประเทศไทย

ธีรพันธ์ อรรถรมรัตน์

มหาวิทยาลัยมหิดล

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย
สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

Abstract (บทคัดย่อ)

Project Code : TRG5780243

(รหัสโครงการ)

Project Title : Development of automatic earthquake hazard and risk assessment system for Thailand

(ชื่อโครงการ): การพัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยแผ่นดินไหวสำหรับประเทศไทย

Investigator : Teraphan Ornthammarath Mahidol University

(ชื่อนักวิจัย): ธีรพันธ์ อรรถรรณรัตน์ มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail Address : teraphan.orn@mahidol.ac.th

Project Period : 2 Year

(ระยะเวลาโครงการ): 2 ปี

An Mw 6.1 earthquake occurred on 5 May 2014 at 11:08:42 UTC, with a 7.4 km hypocentral depth, near Mae Lao, a rural town of 30,000 inhabitants, Chiang Rai, (northern Thailand). This earthquake was widely felt throughout northern Thailand as well as in high-rise buildings in Bangkok and Hanoi (at epicentral distance of 670 km). The event took place in an area characterized by high seismic hazard; however, the causative fault was previously unrecognized (it is not mapped on the active fault map of Thailand). This event represents the second largest instrumental earthquake in Thailand, after the 1935 Mw 6.3 Nan earthquake. In the first few days following the earthquake, a field investigation was performed. Most damage was found to be localized within Mae Lao; few collapsed buildings, structural damage, liquefaction, lateral spreading, and fractures on the ground surface. In addition, the extensive damage was also reported in surrounding municipalities at 50 km epicentral distance.

Buildings and historical landmarks were damaged by the mainshock and aftershocks. More than 10,000 residential and public buildings were inspected in the aftermath of the event and were preliminarily classified by colors, according to their safety and the

observed damage. The 2014 Mae Lao event caused the largest economic loss from a single inland earthquake in modern Thai history because its epicenter is located within a populated area. The cost of repairing local infrastructure is at least 1,000 million baht (around 30 million USD). There was one fatality and several people were injured by falling debris and collapse of residential and public buildings.

The earthquake was believed to have occurred along the NE-SW left-lateral strike slip Mae Lao fault, located below the town. The mainshock was followed by 12 aftershocks of magnitudes larger than ML 4, the strongest one which occurred on 6 May (Mw 5.0). From the surveys on the spatial distribution of the pattern of damage, four types of buildings in the vicinity of epicentral region have been determined. These observed damaged buildings are mostly low-rise buildings. From surveys and damage reports, localized damage has been identified in the epicentral area correspond to MMI VIII, while patterns of damage states are similar to previous moderate earthquakes in this region. Most extensive and moderate damage are to non-engineered RC frames with masonry in-filled walls, which are not properly connected to the other elements. It was also observed that most structures in the vicinity of the rupture are still intact and local infrastructures could be able to resume operations after being investigated by local authorities. This could be partly explained by the low stress drop of the Mae Lao mainshock.

เหตุการณ์แผ่นดินไหว ขนาด 6.1 เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2557 ที่ อำเภอ แม่ลาว จังหวัด เชียงราย ที่ผ่านมามีเป็นเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทยในรอบ 79 ปี ภายหลังจากเหตุแผ่นดินไหว ขนาด 6.3 ที่ อำเภอ บัว จังหวัดน่าน เมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2478 โดยรอยเลื่อนย่อยทางภาคเหนือของประเทศไทยนั้นมีลักษณะการกระจายตัวอยู่เกือบทั่วไปในทุกจังหวัดทางภาคเหนือเนื่องจากว่าภูมิฐานของภาคเหนือของประเทศไทยนั้นมีลักษณะเป็นแอ่งดินอ่อนสลับหุบเขาซึ่งเกิดขึ้นเนื่องมาจากแรงดันภายในแผ่นเปลือกโลกจึงทำให้เกิดรอยเลื่อนขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก โดยรอยเลื่อนย่อยเหล่านี้ซึ่งได้รับความสนใจในการศึกษาน้อยกว่ารอยเลื่อนหลักเช่นรอยเลื่อนแม่จัน แต่ทว่ารอยเลื่อนย่อยเหล่านี้ก็สามารถทำให้เกิดแผ่นดินไหวขนาด 6.0 ถึง 6.5 ซึ่งสามารถก่อให้เกิดความเสียหายต่ออาคารและระบบสาธารณูปโภคเช่นเดียวกันกับที่ทำให้เกิดความเสียหายจากแผ่นดินไหวที่เพิ่งผ่านมา

โดยจากผลการสำรวจสภาพความเสียหายในพื้นที่จังหวัดเชียงรายเพื่อทำการสำรวจถึงสภาพความเสียหายของอาคารที่ได้รับความเสียหายเนื่องมาจากแผ่นดินไหวแม่ลาว เพื่อทำความเข้าใจถึงลักษณะความเสียหายของโครงสร้างของอาคารที่ได้รับโดยได้ทำการเก็บข้อมูลความ

เสียหายและทำการตรวจสอบลักษณะการก่อสร้างอาคารลักษณะต่างๆที่ถูกประเมินความเสียหายโดยแบ่งตามประเภท สีคือ สีเขียว เหลือง และ แดง เพื่อเสนอเป็นลักษณะอาคารโครงสร้างที่ไม่เหมาะสมสำหรับต้านทานแผ่นดินไหวต่อไป จากการลงสำรวจพบว่าอำเภอแม่ลาวนั้นเป็นพื้นที่ที่มีจำนวนอาคารที่ได้รับความเสียหายมากที่สุดและพบว่าบ้านเรือนประชาชนเป็นอาคารประเภทส่วนใหญ่ที่ได้รับความเสียหายประเภทสีแดงมากที่สุดและส่วนใหญ่แล้วเป็นบ้านที่ไม่ได้สร้างตามมาตรฐานวิศวกรรม โดยเสาไม้ไม่ได้มีการเสริมเหล็กได้อย่างเพียงพอ และบ้านใช้วัสดุที่มีน้ำหนักมากทำให้เกิดการพังทลายได้ง่าย

และจากการลงพื้นที่สำรวจของคณะผู้วิจัยเพื่อทำการสำรวจถึงลักษณะความเสียหายของอาคารจากแผ่นดินไหวในอำเภอแม่ลาวพบว่า การพังทลายโครงสร้างเนื่องมาจากเสาของอาคารวิบัติเนื่องมาจากแรงเฉือน (Shear failure) ที่เกิดขึ้นมาจากแรงกระทำด้านข้างของผนังก่ออิฐจะทำให้เกิดแรงในรูปแบบการรับแรงแบบค้ำยัน (Compression strut) โดยทำให้เกิดการพังทลายในผนังแบบ In plane failure และการพังทลายของกำแพงถล่ม (Out of plane failure) นั้นพบได้เป็นปริมาณมากอย่างมีนัยสำคัญ โดย การพังทลายของกำแพงในลักษณะนี้เป็นสาเหตุหลักที่พบได้ทุกครั้งและทำให้มีผู้เสียชีวิตเนื่องมาจากแผ่นดินไหวทุกครั้ง ตั้งแต่ เหตุการณ์แผ่นดินไหวท่าเหล่ ขนาด 6.8 ที่พรมแดนประเทศพม่าและไทย เมื่อวันที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2554 และ เหตุการณ์แผ่นดินไหวแม่ลาว ขนาด 6.3 เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2557 ดังนั้นการพัฒนาเทคนิคการก่อผนังอิฐก่อเพื่อป้องกันการพังทลายเนื่องจากแรงแผ่นดินไหวนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อที่จะลดการสูญเสียชีวิตจากแผ่นดินไหวในอนาคต

Keywords : Earthquake, Red tag building, Non-engineered structures

(คำหลัก): แผ่นดินไหว, อาคารเสียหายรุนแรง(สีแดง), อาคารที่ไม่ได้อยู่ในการควบคุมทางวิศวกรรม

บทสรุปผู้บริหาร (Executive Summary)

ในประเทศไทยนั้นมีอาคารอยู่เป็นจำนวนมากที่ไม่ได้ถูกก่อสร้างโดยไม่ได้มีการควบคุมการก่อสร้างโดยวิศวกร ซึ่งอาคารเหล่านี้อาจจะมีบางประเภทที่ซึ่งมีความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายหรือการพังทลายได้หากเกิดแผ่นดินไหวที่รุนแรงเกิดขึ้นในบริเวณใกล้เคียง จากบทเรียนความเสียหายของแผ่นดินไหวที่ผ่านมาในต่างประเทศพบว่าจำนวนผู้เสียชีวิตโดยส่วนใหญ่่นั้นล้วนแล้วแต่เกิดมาจากอาคารประเภทนี้เป็นส่วนใหญ่ และถึงแม้ว่าแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นนั้นอาจจะ เป็นเพียงแค่แผ่นดินไหวขนาดกลางซึ่งไม่น่าจะทำให้เกิดความเสียหายขึ้นได้ก็ตาม อาคารประเภทนี้ก็จะได้รับความเสียหายและมีผู้บาดเจ็บเสียชีวิตอยู่เสมอ โดยปัญหาของอาคารเหล่านี้ โดยส่วนใหญ่แล้วจะถูกจำกัดด้วยงบประมาณและความรู้ในการก่อสร้าง โดยอาคารที่ไม่ได้มีการควบคุมโดยวิศวกรนั้นมีจุดอ่อนในหลายลักษณะ เช่น การใช้วัสดุที่มีคุณภาพต่ำ รูปทรงอาคารที่ไม่เหมาะสม หรือ ไม่มีการควบคุมการก่อสร้างอย่างถูกต้อง แต่ทว่าถ้าหากปัญหานี้ไม่ได้ถูกรับ การดูแล จัดการ และ แก้ไข อย่างถูกต้องแล้ว จำนวนผู้เสียชีวิต และ บาดเจ็บที่จะเกิดขึ้นใน อนาคตเนื่องมาจากอาคารประเภทนี้ก็จะยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นเนื่องมาจากว่าอาคารประเภท นี้จะยังคงมีการก่อสร้างและเพิ่มจำนวนอีกเป็นจำนวนมากซึ่งยากต่อการแก้ไขและการจัดการเช่นกัน โดยจากการลงพื้นที่สำรวจความเสียหายที่เกิดขึ้นภายหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหวตลอด ระยะเวลา 1 ปีที่ผ่านมาโดยทีมอาจารย์และนักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล ได้ทำการเก็บลักษณะ ประเมิน และ วิเคราะห์ข้อมูลอาคารที่ได้รับความเสียหายเหล่านี้เพื่อทำความเข้าใจถึงลักษณะอาคารซึ่งมีลักษณะเสี่ยงที่จะพังทลายหรือได้รับความเสียหายเนื่องมาจากแผ่นดินไหว และเป็นบทเรียนในอนาคตเพื่อที่จะป้องกันอันตรายต่อ ชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวในอนาคต

1. แผ่นดินไหวแม่ลาว 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2557

ภายหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2557 ซึ่งเป็นแผ่นดินไหวที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทยนับตั้งแต่ แผ่นดินไหวขนาด 6.3 เมื่อปี พ.ศ. 2478 โดยแผ่นดินไหวในปี พ.ศ. 2557 นั้นเป็นแผ่นดินไหวขนาดกลางที่เกิดขึ้นในบริเวณแหล่งชุมชนซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่ออาคารในบริเวณศูนย์กลางแผ่นดินไหว แต่ทว่าความเสียหายส่วนใหญ่โดยส่วนใหญ่ที่ทำให้อาคารพังถล่มลงมานั้นถูกจำกัดอยู่ในบริเวณพื้นที่บริเวณ อำเภอแม่ลาว จังหวัด เชียงราย โดยความเสียหายที่บริเวณอื่นในจังหวัดเชียงรายนั้นถึงแม้จะพบได้ก็ตาม เช่น อำเภอ เมือง จังหวัดเชียงราย อำเภอ พาน อำเภอ แม่สรวย แต่ทว่าก็ไม่ได้มีจำนวนอาคารที่เสียหาย และความรุนแรงเท่าที่ อำเภอแม่ลาว ซึ่งมีผู้เสียชีวิต 1 คนเนื่องมาจากการพังทลายของกำแพง โดยข้อมูลลักษณะอาคารที่ได้รับความเสียหายรุนแรง (ประเภทสีแดง) ตามที่ได้มีการจำแนก ข้อมูลเบื้องต้นโดย ตารางที่ 1 และ รูปที่ 1 โดยโยธาธิการจังหวัดเชียงราย นั้นก็บ่งชี้ว่าจำนวน อาคารที่ได้รับความเสียหายจากแผ่นดินไหวครั้งนี้แล้วโดยส่วนใหญ่แล้วอยู่ใน อำเภอแม่ลาว

โดยจากข้อมูลที่ได้ลงพื้นที่สำรวจนั้นทีมศึกษาพบว่าอาคารที่ได้รับการออกแบบและก่อสร้างโดยวิศวกรควบคุมอย่างถูกต้องถึงแม้ไม่ได้รับการออกแบบเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวส่วนใหญ่แล้วนั้นได้รับความเสียหายน้อยกว่าอาคารที่ไม่ได้รับการก่อสร้างอย่างถูกต้องอยู่ค่อนข้างมาก

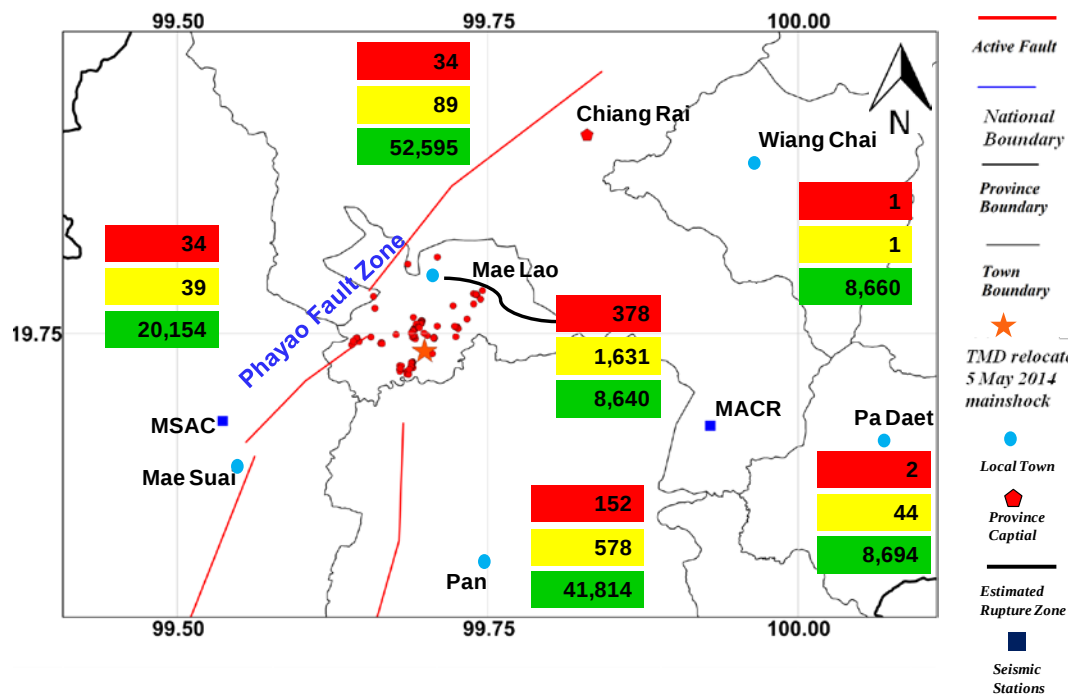
อาคารที่ไม่ได้มีวิศวกรควบคุมในประเทศไทยโดยส่วนใหญ่แล้วนั้นสามารถอธิบายได้ด้วยคำจำกัดความง่าย ๆ คือ สร้างง่าย สร้างเร็ว และ สร้างถูก โดยสามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ดังนี้ 1. เป็นอาคารที่ใช้เทคโนโลยีง่าย ๆ ในการก่อสร้างซึ่งสามารถดำเนินการได้โดยชาวบ้านเองหรืออาศัยช่างท้องถิ่นซึ่งอาจไม่มีประสบการณ์และความชำนาญในการก่อสร้าง 2. เป็นอาคารที่สามารถสร้างได้อย่างรวดเร็วและไม่ได้มีการควบคุมการก่อสร้างอย่างถูกต้อง 3. เป็นอาคารที่ใช้วัสดุราคาถูกและหาได้ง่ายในพื้นที่และส่วนใหญ่แล้วจะมีคุณภาพต่ำ โดยจากการเก็บข้อมูลอาคารสีแดงในบริเวณพื้นที่ประสบภัยแผ่นดินไหวนั้นพบว่าอาคารโดยส่วนใหญ่แล้วเป็นอาคารประเภทนี้โดยทีมศึกษาได้ทำการจำแนกประเภทของอาคารออกเป็น 4 ประเภทหลักตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การจำแนกลักษณะความรุนแรงของ โดยอาคารสีแดง คือ อาคารที่เสียหายรุนแรงและเป็นอันตราย ไม่สามารถใช้อาคารได้ สีเหลือง คือ อาคารที่ได้รับความเสียหายบางส่วนหรือซ่อมแซม สามารถใช้งานได้ในบริเวณพื้นที่กำหนด สีเขียว คือ อาคารสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย (ศปอ. 2557)

อำเภอ	สีแดง	เหลือง	เขียว
แม่ลาว	378	1631	2892
แม่สรวย	34	39	1224
เมือง	34	89	639
พาน	152	578	3022

ตารางที่ 2 ประเภทอาคารทั้ง 4 ประเภทที่พบในการลงสำรวจใน อ. แม่ลาว จังหวัดเชียงราย

ประเภทอาคาร	ลักษณะ
1	อาคารชาวบ้าน ไม่ได้มีการออกแบบทางวิศวกรรม ใช้เสาคอนกรีตสำเร็จรูปขนาดเล็กเหล็กเสริมไม่ได้มาตรฐาน ขนาด < 20 ซม หรือโครงไม้ ผนังคอนกรีตประสานขนาดใหญ่และหนัก หลังคาสังกะสี
2	อาคารชาวบ้าน ไม่ได้มีการออกแบบทางวิศวกรรม ใช้เสาคอนกรีตสำเร็จรูปขนาดเล็กเหล็กเสริมไม่ได้มาตรฐาน ขนาด < 20 ซม หรือโครงไม้ เป็นอาคารยกพื้นสูง ผนังคอนกรีตประสานขนาดใหญ่และหนัก หลังคาสังกะสี
3	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ใช้เสาคอนกรีตหล่อในที่ขนาด > 20 ซม เสริมเหล็กได้มาตรฐาน ผนังอิฐก่อปูนฉาบ หลังคากระเบื้อง
4	อาคารไม้น้ำหนักเบา ใช้เสาไม้หรือเสาคอนกรีต เป็นอาคารยกพื้นสูง



รูปที่ 1. การกระจายตัวของอาคารที่ได้รับความเสียหาย ประเภท สีแดง เหลือง และ เขียว ในระดับ อำเภอแม่ลาว

2. จำนวนและลักษณะความเสียหายของอาคารแต่ละประเภท

อาคารประเภทที่ 1: อาคารประเภทนี้มักจะก่อสร้างโดยใช้เสาคอนกรีตสำเร็จรูปโดยมีขนาดน้อยกว่า 20 ซม. และมีเหล็กเสริมภายในเสาไม่ได้มาตรฐานทางวิศวกรรมหรืออาจจะไม่ได้มีเหล็กเสริมภายในเสาอยู่เลย โดยขนาดเสาโดยส่วนใหญ่ที่พบขนาดประมาณ 15 ซม. และเหล็กปลอกขนาดเล็ก 6 มม. ที่ระยะห่างประมาณ > 20 ซม. ลักษณะความเสียหายของอาคารประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเกิดความเสียหายเนื่องมาจากผนังคอนกรีตถล่มเป็นบางส่วนหรือทั้งผนังเนื่องจากผนังเหล่านี้ไม่ได้มีการยึดรั้งกับโครงเสาและคานและผนังส่วนใหญ่นั้นมีขนาดใหญ่โดยไม่มีคานเอ็นทำให้เป็นความเสียหายที่พบได้บ่อยที่สุด

สาเหตุการพัง: - ผนังอาคารมีขนาดใหญ่กว่า 4 × 4 เมตร และไม่มีเสาเอ็นและคานทับหลังเพื่อยึดโครงสร้างผนัง

- ผนังส่วนใหญ่ใช้คอนกรีตบล็อกซึ่งมีน้ำหนักมาก
- เสาส่วนใหญ่เป็นเสาสำเร็จรูปไม่ได้มีการเสริมเหล็กและมีขนาดเล็กกว่า 20 ซม.

การซ่อมแซม: - ทำการก่อสร้างเสาเอ็นและคานทับหลังคอนกรีตโดยจำกัดให้ผนังมีขนาดยาวไม่เกิน 3 เมตร สูงไม่เกิน 2.5 เมตร โดยต้องมีเหล็กหนวดกุ้งยื่นไม่น้อยกว่า 15 ซม. และระยะห่างไม่เกิน 60 ซม.

- ในส่วนผนัง บริเวณจั่ว หรือ ผนังบ้านช่วงสูงกว่าระดับเอว แนะนำให้ใช้วัสดุที่มีลักษณะเบาเพื่อป้องกันการพังทลายของผนัง

- เสาถ้าเป็นเสาคอนกรีตสำเร็จรูปควรให้มีขนาดมากกว่า 20 ซม. และ มีการเสริมเหล็กตามยาวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 ม.ม. จำนวนอย่างน้อย 4 เส้น และ เหล็กปลอกขนาด 9 ม.ม. โดยมีระยะห่างเหล็กปลอกที่ปลายเสาไม่เกินกว่า 10 ซม.



รูปที่ 2. ลักษณะความเสียหายของอาคารที่ได้รับความเสียหายประเภทที่ 1 โดยผนังคอนกรีตบดล็อกพังถล่ม (Out-of-plane failure)



รูปที่ 3. ลักษณะการซ่อมแซมความเสียหายของอาคารที่ได้รับความเสียหายประเภทที่ 1 โดยผนังคอนกรีตบดล็อกขนาดใหญ่ถูกใช้บนที่สูงจึงเสี่ยงต่อการหล่นทับผู้อยู่อาศัยภายในอาคารประเภทนี้



รูปที่ 4. ลักษณะความเสียหายของอาคารที่ได้รับความเสียหายประเภทที่ 1 โดยผนังคอนกรีตบล็อกพังถล่ม (Out-of-plane failure) และแนวทางการซ่อมแซมเบื้องต้น

อาคารประเภทที่ 2: อาคารประเภทนี้มีการก่อสร้างคล้ายอาคารประเภทที่ 1 แต่แตกต่างเนื่องมาจากมีการยกพื้นสูง โดยค่าเฉลี่ยความสูงของเสาประมาณ 1.8 เมตร ลักษณะความเสียหายของอาคารประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเกิดความเสียหายเนื่องจากผนังคอนกรีตบล็อกเป็นบางส่วนหรือทั้งผนังหรืออาคารเอนไปทางด้านใดด้านหนึ่งและไม่สามารถเข้าอยู่ได้ หรืออาคารทั้งหลังพังลงมาเนื่องจากน้ำหนักของผนังบนชั้นสองนั้นหนักเกินกว่าที่เสาจะสามารถรับน้ำหนักได้



รูปที่ 5. ลักษณะความเสียหายของอาคารที่ได้รับความเสียหายประเภทที่ 2 โดยผนังคอนกรีตบล็อกบนอาคารพื้นยกสูงพังถล่ม (Out-of-plane failure) และ โครงสร้างเซเนื่องจากเสามีขนาดเล็กเกินไป



รูปที่ 6. ลักษณะความเสียหายของอาคารที่ได้รับความเสียหายประเภทที่ 2 โดยอาคารทั้งหลังถล่มเนื่องจากเสามีขนาดเล็กเกินไป โดยบ้านไม้ที่มีความเบากว่าด้านหลังไม่ได้รับความเสียหาย

สาเหตุการพัง: - ผนังส่วนใหญ่ใช้คอนกรีตบล็อกซึ่งมีน้ำหนักมาก

- เสาส่วนใหญ่เป็นเสาสำเร็จรูปไม่ได้มีการเสริมเหล็กและมีขนาดเล็กกว่า 20 ซม.

การซ่อมแซม: - ใช้เสาคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดมากกว่า 20 ซม. และ มีการเสริมเหล็กตามยาวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 ม.ม. จำนวนอย่างน้อย 4 เส้น และ เหล็กปลอกขนาด 9 ม.ม. โดยมีระยะห่างเหล็กปลอกที่ปลายเสาไม่เกินกว่า 10 ซม.

- ในส่วนผนัง บริเวณจั่ว หรือ ผนังบ้าน แนะนำให้ใช้วัสดุที่มีลักษณะเบาเพื่อป้องกันการพังทลายของผนัง

อาคารประเภทที่ 3: อาคารประเภทนี้มักจะก่อสร้างโดยใช้เสาคอนกรีตหล่อในที่โดยมีขนาดมากกว่า 20 ซม. และมีเหล็กเสริมภายในเสาอย่างน้อยได้มาตรฐานทางวิศวกรรมคือ 4DB12 โดยขนาดเสาโดยส่วนใหญ่ที่พบขนาดประมาณ 20 ซม. และเหล็กปลอกขนาดเล็ก 6 มม. ที่ระยะห่างประมาณ 15 - 20 ซม. ลักษณะความเสียหายของอาคารประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเกิดความเสียหายเนื่องมาจากผนังคอนกรีตแตกร้าว โดยอาคารประเภทนี้ที่มีพื้นยกสูงประมาณ 0.5 - 1 เมตร จะเกิดการพังทลายที่เสาเนื่องจากเสามีขนาดเล็กเกินไปซึ่งเป็นความเสียหายที่พบได้บ่อยที่สุด

สาเหตุการพัง: - เสาวัดติบริเวณหัวเสาโดยมีรอยร้าวแนวทแยง 45 องศา ต่อเนื่องมาจากผนังอิฐก่อ

- เสาบ้านพื้นยกสูงประมาณ 0.5 - 1.0 เมตรส่วนใหญ่มีเกิดการพังทลายเนื่องมาจากแรงแผ่นดินไหว โดยเสาที่เสียหายส่วนใหญ่ขนาดไม่เกิน 20 ซม.

การซ่อมแซม: - เสาคอนกรีตเสริมเหล็กต้องมีขนาดมากกว่า 30 ซม. และ มีการเสริมเหล็กตามยาวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 ม.ม. จำนวนอย่างน้อย 4 เส้น และ เหล็กปลอกขนาด 9 ม.ม. โดยมีระยะห่างเหล็กปลอกที่ปลายเสาไม่เกินกว่า 10 ซม. โดยควรที่จะให้วิศวกรช่วยออกแบบเนื่องจากว่าลักษณะอาคารประเภทนี้ค่อนข้างแตกต่างกันอยู่มากทำให้บางกรณีอาจจะต้องใช้ขนาดเสาที่แตกต่างกันออกไป

- ในส่วนผนังบ้าน แนะนำให้ใช้วัสดุที่มีลักษณะเบาเพื่อป้องกันการพังทลายของผนัง เช่นการใช้อิฐมวลเบาแทนการใช้คอนกรีตบล็อกซึ่งทำให้ผนังมีความเบาครึ่งหนึ่งจากผนังประเภทคอนกรีตบล็อก

- ทำการก่อสร้างเสาเอ็นและคานทับหลังคอนกรีตบริเวณผนังให้มีขนาดยาวไม่เกิน 3 เมตร สูงไม่เกิน 2.5 เมตร โดยต้องมีเหล็กหนวดกุ้งยื่นไม่น้อยกว่า 15 ซม. และ ระยะห่างไม่เกิน 60 ซม.



รูปที่ 7. ลักษณะความเสียหายของอาคารที่ได้รับความเสียหายประเภทที่ 3 โดยเสาชั้นล่างของอาคารฉีกขาดเนื่องจากเสามีขนาดเล็กเกินไป



รูปที่ 8. ลักษณะความเสียหายของอาคารที่ได้รับความเสียหายประเภทที่ 3 โดยผนังอาคารแตกทำให้เสาเกิดความเสียหาย (รูปซ้าย) โดยผนังอาคารที่ไม่ได้มีการยึดรั้งที่ดีและมีขนาดใหญ่ถล่มออกมาจากแนวเสา (รูปขวา)

อาคารประเภทที่ 4: อาคารประเภทนี้มักจะเป็นอาคารไม้ใช้เสาไม้หรือคอนกรีตหล่อในที่โดยมีขนาดประมาณ 20 ซม. โดยเนื่องจากว่าอาคารประเภทนี้มีลักษณะเบาความเสียหายที่พบได้มากที่สุดคืออาคารเอนไปทางด้านใดด้านหนึ่งแต่ความเสียหายถึงระดับอาคารถล่มนั้นไม่พบจากการสำรวจ

สาเหตุการพัง:-เสาส่วนใหญ่เป็นเสาสำเร็จรูปไม่ได้มีการเสริมเหล็กและมีขนาดเล็กกว่า 20 ซม.

การซ่อมแซม:- ใช้เสาคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดมากกว่า 20 ซม. และ มีการเสริมเหล็กตามยาวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. จำนวนอย่างน้อย 4 เส้น และ เหล็กปลอกขนาด 9 มม. โดยมีระยะห่างเหล็กปลอกที่ปลายเสาไม่เกินกว่า 10 ซม.

- ในส่วนผนัง บริเวณจั่ว หรือ ผนังบ้าน แนะนำให้ใช้วัสดุที่มีลักษณะเบา เพื่อป้องกันการพังทลายของผนัง



รูปที่ 9. ลักษณะความเสียหายของอาคารที่ได้รับความเสียหายประเภทที่ 4 โดยเสาอาคารเกิดการเซไปทางด้านใดด้านหนึ่งแต่ไม่พบการรายงานความเสียหายในลักษณะอาคารถล่มสำหรับอาคารประเภทนี้

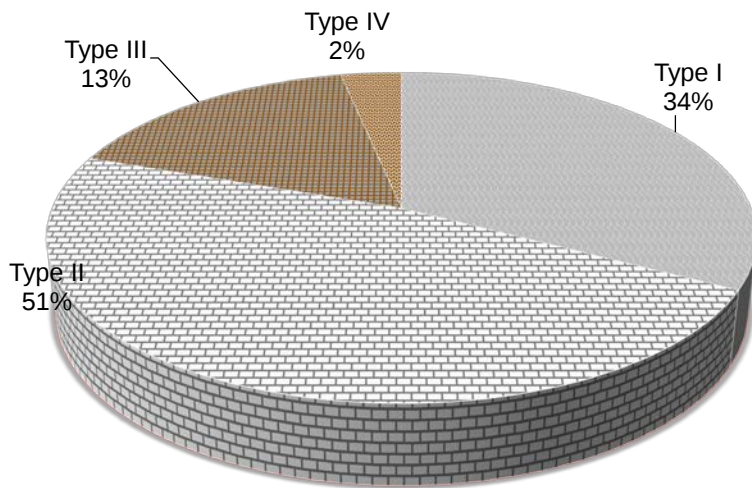
โดยภายหลังการสำรวจภาคสนามทางที่นักศึกษาได้ทำการนำข้อมูลมาแยกแยะถึงจำนวนประเภทอาคารในแต่ละประเภท คือลักษณะการพังทลาย และ อายุการใช้งานอาคาร (รูปที่ 9) โดยจะพบว่าอาคารที่เสียหายรุนแรง (ประเภทสีแดง) ส่วนใหญ่แล้วจะเป็น อาคารประเภท ที่ 1 และ 2 เนื่องจากมีลักษณะเสี่ยงที่สุดโดยลักษณะความเสียหายที่พบได้บ่อยที่สุดคือ การพังทลายของผนังคอนกรีตบล็อกเนื่องจากผนังมีขนาดใหญ่และหนักเกินไปสำหรับอาคารประเภทที่ 1 สำหรับอาคารประเภทที่ 2 นั้นเนื่องมาจากเสาที่นำมาใช้เป็นเสาที่ไม่ได้มีเหล็กเสริมอย่างเพียงพออปรกับน้ำหนักบนอาคารค่อนข้างหนักทำให้เกิดการพังถล่มลงมา ซึ่งพบได้เป็นจำนวนมาก ข้อสังเกตอีกประการคืออาคารประเภทที่ 1 และ 2 นั้นเป็นลักษณะอาคารที่เกิดการพังทลายทุกครั้งที่เกิดแผ่นดินไหว เช่นเหตุการณ์ ที่ อำเภอ พวน จังหวัดเชียงราย เมื่อวันที่ 11 กันยายน 2537 ขนาด 5.1 และที่ อำเภอ แม่สาย จังหวัดเชียงราย เมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2554 ขนาด 6.8 ในประเทศพม่า และทุกครั้งเกิดการเสียชีวิตของประชาชนที่อยู่อาศัยในอาคารประเภทนี้ นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาถึงอายุการใช้งานของอาคารทุกประเภทที่มีความเสียหายรุนแรง (ประเภทสีแดง) นั้นไม่พบว่าอาคารใหม่ได้รับความเสียหายน้อยกว่าอาคารเก่าเนื่องมาจากว่าอาคารที่มีความเสียหายรุนแรง (ประเภทสีแดง) เหล่านี้ขาดการค้ำยันถึงภัยแผ่นดินไหวซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินในทุกครั้งที่เกิดแผ่นดินไหว (Ornthammrath and Warnitchai, 2015)

3. วิเคราะห์ผลการสำรวจและจำแนกอาคาร

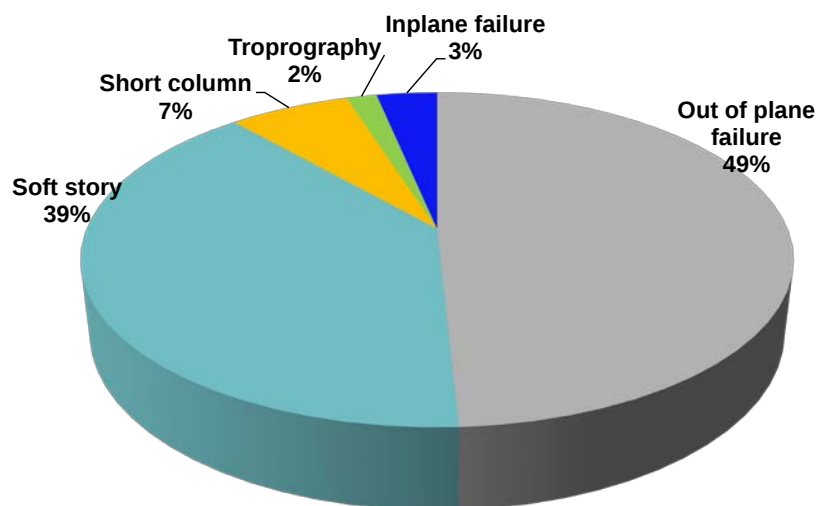
จากการนำผลการสำรวจและทำการจำแนกจำนวนอาคารตามเกณฑ์ต่างๆ ดังแสดงในหัวข้อที่ผ่านมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะความเสียหาย และประเภทอาคารสิ่งปลูกสร้าง ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 10

Type I	ลักษณะความเสียหาย	จำนวน(หลัง)
	Out of plane failure	20
	Soft story	0
	Short column	0
	Topography	0
	Inplane Failure	0
Type II	ลักษณะความเสียหาย	จำนวน(หลัง)
	Out of plane failure	9
	Soft story	20
	Short column	0
	Topography	0
	Inplane Failure	0
Type III	ลักษณะความเสียหาย	จำนวน(หลัง)
	Out of plane failure	2
	Soft story	1
	Short column	4
	Topography	1
	Inplane Failure	2
Type IV	ลักษณะความเสียหาย	จำนวน(หลัง)
	Out of plane failure	0
	Soft story	2
	Short column	0
	Topography	0
	Inplane Failure	0

ตารางที่ 3 ตารางแสดงแจกแจงจำนวนอาคารแต่ละประเภทต่อลักษณะการพัง



ประเภทลักษณะโครงสร้างที่ได้รับความเสียหายจากแรงแผ่นดินไหว



แบ่งตามลักษณะของการพัง

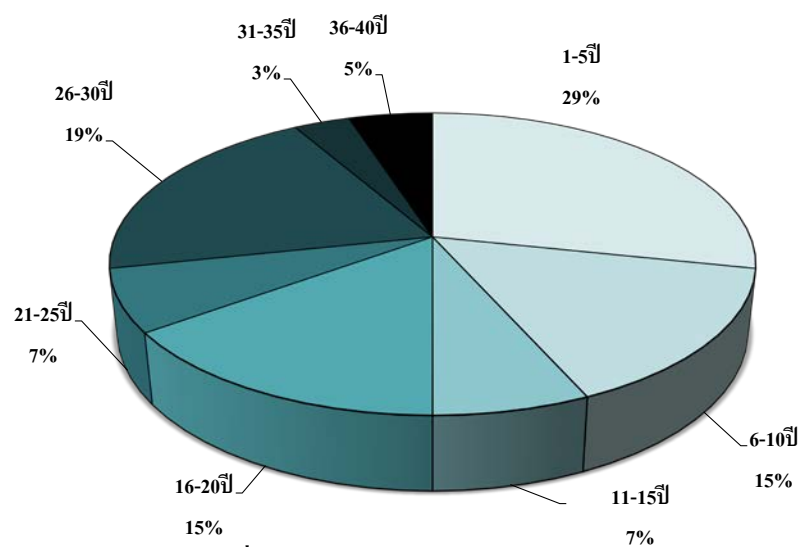
รูปที่ 10 แผนภูมิแสดงสัดส่วนประเภทของอาคารตามลักษณะความเสียหายที่พบ

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะประเภทอาคารสิ่งปลูกสร้างและอายุของสิ่งปลูกสร้าง

จากข้อมูลการสำรวจ สามารถนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะประเภทอาคารสิ่งปลูกสร้างและอายุของสิ่งปลูกสร้างได้ ดังแสดงในตารางที่ 4 และ รูปที่ 11

ประเภทสิ่งปลูกสร้าง	ช่วงอายุ(ปี)	จำนวน (หลัง)
Type I	1-10	11
	11-20	5
	21-30	4
	31-40	0
Type II	1-10	8
	11-20	8
	21-30	9
	31-40	5
Type III	1-10	7
	11-20	1
	21-30	0
	31-40	0
Type IV	1-10	0
	11-20	0
	21-30	1
	31-40	0

ตารางที่ 4 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะประเภทสิ่งปลูกสร้างและอายุของสิ่งปลูกสร้าง



กราฟแสดงอายุของที่พักอาศัยที่ได้รับความเสียหายจากแรงแผ่นดินไหว

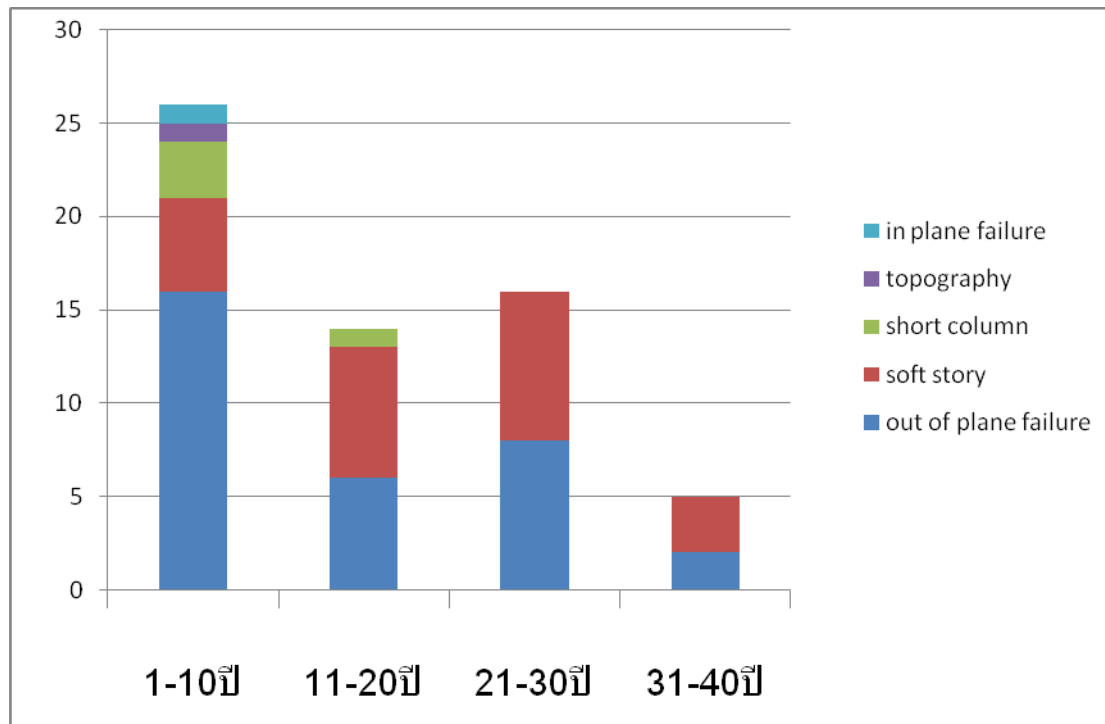
รูปที่ 11 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะประเภทสิ่งปลูกสร้างและอายุของสิ่งปลูกสร้าง

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอายุของสิ่งปลูกสร้างและลักษณะความเสียหายที่พบ

จากการนำผลการสำรวจและทำการจำแนกจำนวนอาคารตามเกณฑ์ต่างๆ มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอายุของสิ่งปลูกสร้าง และลักษณะความเสียหาย ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5 และนำเสนอในสัดส่วนความสัมพันธ์รูปแบบแผนภูมิดังแสดงในรูปที่ 12

อายุของสิ่งปลูกสร้าง(ปี)	ลักษณะความเสียหายที่พบ	จำนวน(หลัง)
1-10	Out of plane failure	16
	Soft story	5
	Short column	3
	Topography	1
	In plane failure	1
11-20	Out of plane failure	6
	Soft story	7
	Short column	1
	Topography	0
	In plane failure	0
21-30	Out of plane failure	8
	Soft story	8
	Short column	0
	Topography	0
	In plane failure	0
31-40	Out of plane failure	2
	Soft story	3
	Short column	0
	Topography	0
	In plane failure	0

ตารางที่ 5 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุของสิ่งปลูกสร้างและลักษณะความเสียหายที่พบ



รูปที่ 12 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุของสิ่งปลูกสร้างและลักษณะความเสียหายที่พบ

4. สรุป

โดยสรุปแล้วการสำรวจอาคารและแบ่งแยกประเภทอาคารตามความเสียหายที่พบจากแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2557 นั้นได้ช่วยให้วิศวกรเข้าใจถึงลักษณะความเสียหายและประเภทอาคารในประเทศไทยที่ได้มีการก่อสร้างและใช้กันอยู่มาจนถึงปัจจุบันซึ่งเสี่ยงต่อแผ่นดินไหว โดยมูลค่าความเสียหายจากแผ่นดินไหวในครั้งนี้ได้มีการถูกประเมินอยู่ที่ประมาณ 1,000 ล้านบาท เพื่อทำการซ่อมแซมอาคารบ้านเรือนประชาชน อาคารราชการ ระบบสาธารณูปโภคในพื้นที่ โดยอาคารที่ได้รับความเสียหายมากที่สุดส่วนใหญ่แล้วคืออาคารที่ไม่ได้อยู่ในการควบคุมของวิศวกร ซึ่งแตกต่างจากอาคารที่ได้รับการออกแบบหรือควบคุมการก่อสร้างโดยวิศวกรถึงแม้อาคารเหล่านี้ไม่ได้ออกแบบให้ต้านทานแผ่นดินไหวก็มีความเสียหายน้อยกว่ามาก ประเด็นที่น่าสนใจจากการลงพื้นที่สำรวจอย่างต่อเนื่องภายหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหวตลอด 1 ปีที่ผ่านมาพบว่า อาคารบ้านเรือนประชาชนที่ได้รับความเสียหายในพื้นที่นั้นได้มีการซ่อมแซมโดยแบ่งได้เป็นสองประเภทหลักๆคือ 1.ยังซ่อมแซมโดยใช้วิธีการก่อสร้างประเภทเดิมซึ่งเสี่ยงที่จะเกิดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินเช่นเดิม 2. มีการเสริมกำลังอาคารเพื่อให้ต้านทานแผ่นดินไหวแต่ยังก่อสร้างในวิธีที่ผิดซึ่งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและไม่ได้แก้ไขปัญหาอย่างแท้จริงบ่งชี้ถึงปัญหาของอาคารประเภทนี้ที่ขาดแคลนทั้งทุนทรัพย์และความรู้ในการจัดการปัญหาจึงควรที่จะมีการส่งเสริมให้มีการพัฒนาความรู้ในการสร้างอาคารที่ไม่มีวิศวกรควบคุมเพื่อให้ต้านทานแผ่นดินไหวในอนาคตได้ต่อไป

5. อ้างอิง

- ศูนย์ประสานงานและตรวจสอบอาคาร จ.เชียงใหม่ 2557
- Ornthammrath and Warnitchai, 2015 “The 5 May 2014 M_w 6.1 Mae Lao (Northern Thailand) earthquake: Interpretations of recorded ground motion and structural damage”, Earthquake Spectra

กิตติกรรมประกาศ

This study is partly funded by Mahidol University and Thailand Research Fund under contract no. TRG5780243. . The authors would like to extend their gratitude to local authorities for their support during the field survey.

Output จากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนจาก สกว.

1. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ
 - Teraphan Ornthammarath and Pennung Warnitchai (2015) The 5 May 2014 MW 6.1 Mae Lao(Northern Thailand) earthquake: Interpretations of recorded ground motion and structural damage. Earthquake Spectra In-Press. doi: <http://dx.doi.org/10.1193/081814EQS129M>
2. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์
 - เชิงพาณิชย์ (มีการนำไปผลิต/ขาย/ก่อให้เกิดรายได้ หรือมีการนำไปประยุกต์ใช้โดยภาคธุรกิจ/บุคคลทั่วไป)
N/A
 - เชิงนโยบาย (มีการกำหนดนโยบายอิงงานวิจัย/เกิดมาตรการใหม่/เปลี่ยนแปลงระเบียบข้อบังคับหรือวิธีทำงาน)
ผลการวิจัยจากชุดโครงการ “โครงการการพัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยแผ่นดินไหวสำหรับประเทศไทย” ได้สร้างชุดความรู้และบุคลากรวิจัยในการประเมินปัจจัยเสี่ยงของอาคารต่อแผ่นดินไหว และวิธีการประเมินอาคารที่ได้รับความเสียหาย ซึ่งข้อมูลที่ได้มีการใช้ประโยชน์ในการกำหนดนโยบายเพื่อเตรียมความพร้อมในการพัฒนามาตรฐานสำหรับอาคารที่ไม่ได้มีการก่อสร้างตามหลักวิศวกรรมต่อไป
 - เชิงสาธารณะ (มีเครือข่ายความร่วมมือ/สร้างกระแสความสนใจในวงกว้าง)
“โครงการการพัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยแผ่นดินไหวสำหรับประเทศไทย” ได้รวบรวมข้อมูลลักษณะเสี่ยงของอาคารที่ไม่ปลอดภัยจากแผ่นดินไหว โดยได้จัดพิมพ์ในวารสารหนังสือพิมพ์ บทสัมภาษณ์ เพื่อให้ประชาชนทั่วไปมีความเข้าใจถึงประเภทอาคารที่ไม่ปลอดภัยต่อแผ่นดินไหวต่อไป
 - เชิงวิชาการ (มีการพัฒนาการเรียนการสอน/สร้างนักวิจัยใหม่)
จากผลการดำเนินงานโครงการ “โครงการการพัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยแผ่นดินไหวสำหรับประเทศไทย” โดยสามารถพัฒนาวิธีประเมินลักษณะประเภทอาคารที่เสี่ยงภัยต่อแผ่นดินไหวสำหรับอาคารในประเทศไทย ซึ่งโครงการนี้สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ (Journal paper) และผลิตบุคลากรทางด้านวิศวกรรมแผ่นดินไหวของประเทศ สร้างประเด็นวิจัยใหม่เพื่อใช้ในการออกแบบผนังอาคารให้มีความปลอดภัยยิ่งขึ้นต่อไป
3. อื่นๆ (เช่น ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการในประเทศ การเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ หนังสือ การจดสิทธิบัตร)
 - ชีรพันธ์ อรรถมรัตน์ ถอดบทเรียนอาคารสีแดงจากแรงแผ่นดินไหว วารสารประชาคมวิจัย ฉบับที่ 123 ปีที่ 21 เดือน กันยายน - ตุลาคม หน้าที่ : 10 2558
 - Teraphan Ornthammarath and Pennung Warnitchai (2015) A note on ground motion recorded during Mw 6.1 Mae Lao (Northern Thailand) earthquake on 5 May 2014. the Tenth Pacific Conference on Earthquake Engineering (PCEE) in Sydney, Australia

- Teraphan Ornthammarath and Pennung Warnitchai (2015) Seismic Performance of Non-Engineered Residential Buildings in the 2014 Mae Lao Earthquake . the Tenth Pacific Conference on Earthquake Engineering (PCEE) in Sydney, Australia