อาคารรับภัยแผ่นดินไหวด้วยการใช้ผนังโฟม EPS

EARTHQUAKE DISASTER BUILDING USING EPS FOAM WALL

ไพกานท์ รักษาสุทธิพันธ์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยรังสิต จังหวัด ปทุมธานี(paiboon.r@rsu.ac.th)

บทคัดย่อ

จากที่ประเทศไทยเริ่มประสบปัญหากับภัยแผ่นดินไหว ในตอนเหนือของประเทศ เช่น เหตุการณ์แผ่นดินไหว เมื่อวันที่ ๕ พฤษภาคม ๒๕๕๗ ตำบล ดงมะดะ อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย ทำให้อาคารบ้านเรือนพังเสียหาย เป็นจำนวนมาก จึงเป็นที่มาของโครงการวิจัยที่จะออกแบบอาคารให้สามารถที่จะรับมือกับภัยแผ่นดินไหว โดยใช้หลักการออกแบบให้อาคารสามารถลดแรงกระทำที่เกิดจากแผ่นดินไหว โดยใช้วัสดุซึมซับแรง และลดน้ำหนักตัวอาคารด้วยการใช้วัสดุโฟม Expanded Polystyrene Foam (EPS) ที่มีความหนาแน่น 1.5 ปอนด์ หนา 3 นิ้ว มาประยุกต์ใช้เป็นผนังอาคารแทนผนังก่ออิฐฉาบปูนซึ่งมีน้ำหนักมาก ทั้งยังสามารถลดอัตราการถ่ายเทรังสีความร้อนและกันเสียงอีกด้วย ส่วนพื้นของอาคารจะใช้โฟม EPS ที่มีความหนาแน่น 2 ปอนด์ หนา 6 นิ้ว แทนพื้น ค.ส.ล. เพื่อช่วยลดน้ำหนักของตัวอาคารอีกทางหนึ่ง เมื่อน้ำหนักตัวอาคารน้อยลง จะช่วยลดแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวให้น้อยลง ซึ่งสามารถการลดความเสียหายให้กับตัวอาคารได้

ผลการจำลองสถานการณ์แผ่นดินไหวด้วยโปรแกรม SAP 2000 ได้ผลสรุปว่าอาคารที่ก่อสร้างด้วยผนังอิฐมอญที่มีน้ำหนักมากจะถูกแรงกระทำโดยแผ่นดินไหวมากกว่าอาคารที่สร้างด้วยผนังโฟม โดยดูจากแรงกระทำที่ข้อต่อของตัวอาคารจุดที่ 3 ได้ผลคือ อาคารผนังอิฐ (case 1 node 3) มีค่า 3723.33 kgf. ส่วนอาคารผนังโฟม (case 2 node 3)มีค่า 1963.33 kgf. ส่วนแรงกระทำที่ข้อต่อของตัวอาคารจุดที่4 ได้ผลคือ อาคารผนังอิฐ (case 1 node 4) มีค่า 3916.29 kgf. ส่วนอาคารผนังโฟม (case 3 node 4) มีค่า 2156.29 kgf. แสดงให้เห็นว่าอาคารที่สร้างด้วยผนังโฟมมีแรงกระทำน้อยกว่าอาคารผนังอิฐ เก็บ 1 เท่าตัว เนื่องมาจากจำกัดแรงกระทำจะมีสัดส่วนแปลผันตรงกับมวลหรือน้ำหนักของตัวอาคาร

คำสำคัญ: แผ่นดินไหว, การออกแบบสถาปัตยกรรม, โฟม EPS

ABSTRACT

From Thailand began to suffer from earthquake. In the north of the country, such as the earthquake on May 5, 2557 in Dong Ma Da District, Mae Lao District, Chiang Rai Province. As a result, many buildings have been damaged as a result of research projects that will be designed to deal with earthquake. Using the design principles, the building can reduce the force caused by the earthquake. Using material absorbed force. And reduce building weight by using Expanded Polystyrene Foam (EPS) material. At a density of 1.5 pounds 3 inches thick to apply to a building wall. Instead of masonry walls, which are heavy weight. They can also reduce heat transfer rate and soundproof too. The floor of the building will use EPS foam. The density of 2 pounds, 6 inches thick, instead of the

floor to help reduce the weight of the building. When the weight of the building less. It will lessen the impact of earthquakes. This can reduce the damage to the building.

Based on the simulation results of the earthquake with the SAP 2000 program, it was found that buildings built with heavy brick monoliths were subjected to stronger earthquakes than buildings built of foam walls. By considered at the earthquake force which attack to the joint of building. At the joint node 3 of the brick wall building (case 1 node 3) has a value of 3723.33 kgf. The foam wall building (case 2 node3) has a value of 1963.33 kgf and the force at the joints node 4 of the brick wall building (case 1 node4) has a value of 3916.29 kgf, while the foam wall building (case 2 node4)has value of 2156.29 kgf indicated that the building made of foam walls had less force than the brick building.

Keywords: earthquake, Architectural design, EPS foam

1.บทนำ

สภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศของโลกเปลี่ยนไป ทำให้เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติถี่ขึ้นและรุนแรงขึ้นในหลายพื้นที่ ไม่ยกเว้นแม้กระทั่งประเทศไทยที่เกิดความเสียหายกับอาคารบ้านเรือน จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาด 6.3 ตามมาตราริกเตอร์ วันที่ 5 พฤษภาคม 2557 เวลา 18.08.43 น. ตามเวลาท้องถิ่นของประเทศไทย (UTC+7) สำนักเฝ้าระวังแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา รายงานว่าจุดเหนือศูนย์เกิดแผ่นดินไหวอยู่ในตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย (สำนักเฝ้าระวังแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา, 2557) ต่อมา กรมทรัพยากรธรณี ระบุว่า การใช้เครื่องมือตรวจวัดได้ข้อสรุปใหม่ว่าศูนย์กลางการเกิดแผ่นดินไหวอยู่ ตำบล ดงมะดะ อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย เนื่องจากพบแนวรอยแยกปรากฏอยู่จำนวนมาก (กรมทรัพยากรธรณี, 2557) ส่วน USGS รายงานว่าจุดเหนือศูนย์เกิดแผ่นดินไหวอยู่ห่างจากอำเภอแม่ลาวไปทางใต้ 9 กิโลเมตร และอยู่ห่างจากตัวเมืองจังหวัดเชียงรายไปทางตะวันตกเฉียงใต้ 27 กิโลเมตร (USGS May 5, 2014) และมีเหตุการณ์แผ่นดินไหวตาม (Aftershocks) จำนวนไม่น้อยกว่า 3,000 ครั้งในระยะเวลา 5 เดือนเหตุการณ์แผ่นดินไหวครั้งนี้มีความรุนแรงสูงสุดที่เคยบันทึกไว้ในประเทศไทย มีผู้เสียชีวิต 1 ราย แรงสั่นสะเทือนทำให้ตัวอาคาร บ้านเรือน โรงเรียน และวัดพังเสียหายเป็นจำนวนมาก ตลอดจนทำให้เกิดรอยแตกบนถนน พื้นดินแตกร้าว (สุพจน์, 2557)

ฉะนั้นจะเห็นว่าเรื่องภัยแผ่นดินไหวเป็นเรื่องไม่ไกลตัวอีกต่อไป การคำนึงถึงเรื่องการที่จะออกแบบอาคารเพื่อรับมือกับแผ่นดินไหวได้ จึงเป็นเรื่องที่จำเป็น ซึ่งถ้ามีการออกแบบโครงสร้างอาคารโดยใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา จะช่วยลดความเสียหายที่เกิดจากแผ่นดินไหวได้มาก

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อศึกษาระบบโครงสร้างอาคารผนังเบา (ผนังโฟม EPS) ที่สามารถลดภัยแผ่นดินไหว
2) เพื่อออกแบบอาคารที่สามารถรับภัยแผ่นดินไหวโดยการลดน้ำหนักตัวอาคาร

3. การดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาทฤษฎี และการใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาเพื่อลดแรงจากแผ่นดินไหว

การที่จะออกแบบอาคารเพื่อรับมือกับภัยแผ่นดินไหวต้องสามารถทำให้อาคารมีน้ำหนักเบา โครงสร้างหลังคาต้องเบา บ้านที่มีหลังคาหรือส่วนบนของบ้านหนักเกินไป ไม่ว่าจะด้วยวัสดุที่ใช้ทำ หรือการมีสิ่งของบรรทุกอยู่มาก เมื่อเกิดแผ่นดินไหวหลังคามีน้ำหนักมากจะถล่มลงมาได้ง่ายกว่าอาคารที่มีหลังคา น้ำหนักเบา รวมไปถึงการใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่นได้ เช่น ไม้ หรือเหล็ก ก็จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงมากขึ้นด้วย (Graham H May,1998, p.887–899) การลดน้ำหนักของตัวอาคาร ก็เป็นเหตุผลหนึ่งที่จะช่วยลดความเสียหายของตัวอาคารที่เกิดจากแผ่นดินไหวลดลงได้ ซึ่ง รศ.ดร.อมร พิมานมาศ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโครงสร้างและแผ่นดินไหว ได้กล่าวถึงแนวทางการป้องกันความเสียหายจากเหตุแผ่นดินไหวว่า“โครงสร้างที่มีน้ำหนักมากจะเป็นการเพิ่มแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว กลับกันแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว กลับกันแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวจะน้อยลงถ้าโครงสร้างบ้านมีน้ำหนักเบา เนื่องจากแรงผลักอาคารจะน้อยลง ฉะนั้นการใช้วัสดุที่ได้คุณภาพ และน้ำหนักเบาจะช่วยบรรเทาความเสียหายของบ้านเรือน และตัวอาคารได้ในระดับหนึ่ง”(http://www.manager.co.th/iBizChannel/ViewNews.aspx?NewsID=9570000105866) ทั้ง ดร.สัจจา บุญยฉัตร (2544) ได้เขียนไว้ในหนังสือการออกแบบโครงสร้างเพื่อรับแรงแผ่นดินไหว ว่า “แรงจากแผ่นดินไหวจะเป็นสัดส่วนตรงกับมวลของโครงสร้าง” ดังนั้นการใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาจึงลดแรงจากแผ่นดินไหว

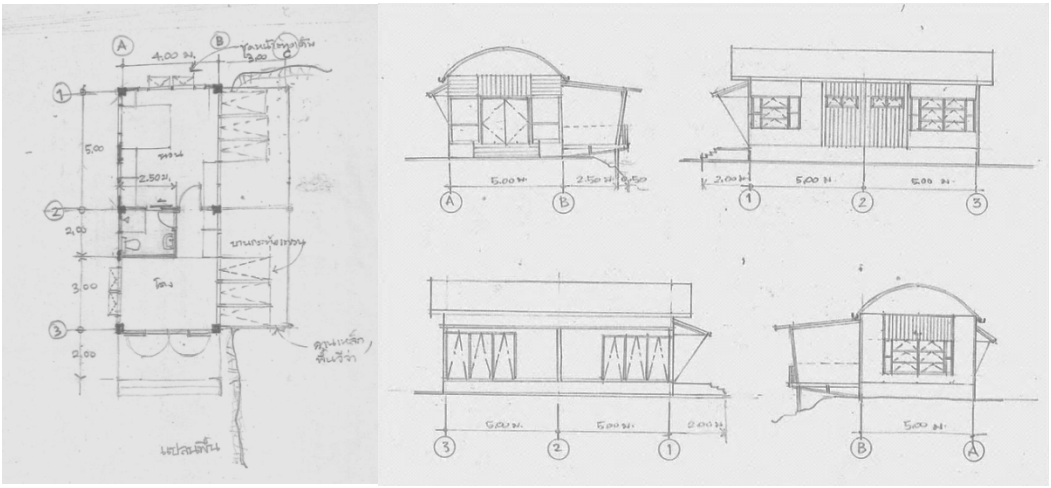
ประเทศไทยได้มีการพัฒนาเรื่องการลดน้ำหนักโครงสร้างอาคาร เช่น โครงการบ้านนาโน มีการพัฒนาผนังอาคาร/ผนังบ้านนาโน ผลิตจากโครงสร้างของเหล็กกับยิปซัมชนิดพิเศษซึ่งข้างในเนื้อยิปซัมนั้นมี อนุภาคนาโนโพลิเมอร์ ผสมอยู่ด้วย เมื่อใดก็ตามที่ผนังบ้าน/ผนังอาคารเกิดเขย่า สั่นไหว เพราะแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว อนุภาคนาโนโพลิเมอร์ก็จะถูกเขย่าให้ไหลไป "อุด" ตามรอยแตกต่างๆ จากนั้นจะแปรสภาพจาก "ของเหลว" เป็น “ของแข็ง” ทำหน้าที่ค้ำยันไม่ให้ผนังแตกหักพังลงมา และยังใช้โฟม (PU Foam) เป็นฉนวนต้านทานความร้อนภายนอกอาคาร Nano Living System (2012)

โครงการวิจัยการออกแบบอาคารต้านแผ่นดินไหวโดยการลดน้ำหนักตัวอาคารอาคารนี้เลือกการลดน้ำหนักขอตัวอาคารด้วยการลดน้ำหนักของผนัง โดยใช้วัสดุ โฟมโพลีสไตรีน (Expanded Polystyrene, EPS) ที่มีน้ำหนักเบาและก่อสร้างได้อย่างรวดเร็วมาประยุกต์ใช้เป็นผนังร่วมกับโครงสร้าง แทนผนังก่ออิฐฉาบปูนซึ่งมีน้ำหนักมาก ทั้งยังสามารถกันความร้อน และกันเสียงด้วย

3.2 ดำเนินการก่อสร้างบ้านต้นแบบเพื่อทดสอบในสภาพจริง ณ พื้นที่ที่เกิดแผ่นดินไหว

การก่อสร้างบ้านตัวอย่าง

1) การออกแบบอาคารต้นแบบ



รูปที่ 1 แบบอาคารต้นแบบ 1 ชั้น

2) การดำเนินการก่อสร้าง

รูปที่ 2 การทำโครงสร้างคานและเสา

จากรูปที่ 2 แสดงการทำคานคอดิน ค.ส.ล.รอบอาคารเป็นกรอบพื้นเพื่อถมดินและทรายเตรียมเทพื้น และทำโครงสร้างเสาเหล็กต่อจากเสาตอม่อสำเร็จรูป

รูปที่ 3 ทำโครงสร้างพื้น ปูด้วยโฟมและเท ค.ส.ล.ทับ

จากรูปที่ 3 แสดงการทำโครงสร้างพื้นและเทพื้น ค.ส.ล. และปูทับด้วยโฟมเพื่อลดแรงกระทำจากแผ่นดินไหว และเทปูนทับโฟมอีกชั้นเพื่อป้องกันผิวหน้าโฟม

รูปที่ 4 เตรียมโครงสร้างอาคารและโครงสร้างหลังคา

จากรูปที่ 4 เป็นการเตรียมโครงสร้างอาคารโดยใช้โครงสร้างเหล็กแทนโครงสร้าง ค.ส.ล. เพื่อลดน้ำหนักซึ่งเหล็กเบากว่าและสามารถยืดหยุ่นตัวได้ดีกว่าโครงสร้าง ค.ส.ล.

รูปที่ 5 ผนังโฟมกรุลวดตะข่ายเตรียมฉาบปูนผนังเพื่อปกป้องผิวโฟม

จากรูปที่ 5 แสดงถึงการใช้โฟม EPS เป็นวัสดุผนังแทนการก่ออิฐฉาบปูน เพื่อลดน้ำหนักตัวอาคาร

รูปที่ 6 ฉาบปูนทับผนังโฟมเพื่อปกป้องผิวโฟม

จากรูปที่ 6 แสดงการฉาบปูนทับผนังโฟมเพื่อปกป้องผิวโฟม (มีเทคนิคกรุลวดตะข่ายหุ้มโฟมเพื่อให้ปูนยึดเกาะโฟมดีขึ้น)

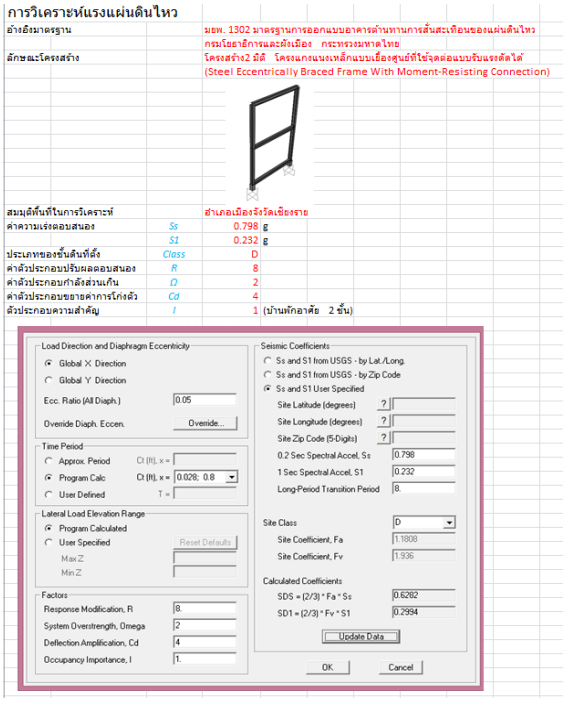
4. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ศึกษาหาทฤษฎีและวัสดุที่มีน้ำหนักเบาแต่มีความแข็งแรง เพื่อใช้ทดแทนผนังก่ออิฐฉาบปูน

4.2 ออกแบบอาคารต้นแบบ ระบุวัสดุและทดสอบแรงกระทำจากแผ่นดินไหวด้วยโปรแกรม SAP2000

ผลการจำลองอาคารด้วยโปรแกรม SAP2000

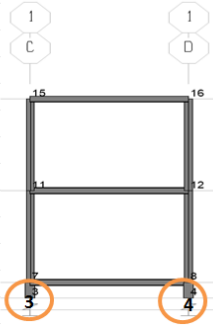
ทำการวิเคราะห์แรงแผ่นดินไหวด้วยการจำลอง ค่าแผ่นดินไหวที่กระทำต่อโครงสร้างอาคารบริเวณข้อต่อฐานรากกับเสาโครงสร้าง โดยการเปรียบเทียบระหว่างอาคารที่มีน้ำหนักมาก (ผนังก่ออิฐฉาบปูน) กับอาคารที่มีน้ำหนักเบา (ผนังโฟม)



รูปที่ 7 การใช้โปรแกรม SAP2000 จำลองค่าแผ่นดินไหวที่กระทำต่อโครงสร้างของอาคาร

TABLE: Joint Reactions

CASE	Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
CASE1 BRICKWALL+FIXSUPPORT	3	SLSEQ	Combinat	1404.73	0	3723.33	0	-38.91	0
CASE1 BRICKWALL+FIXSUPPORT	4	SLSEQ	Combinat	-1508.35	0	3916.29	0	-89.04	0
CASE2 FOAMWALL+FIXSUPPORT	3	SLSEQ	Combinat	597.88	0	1963.33	0	-53.3	0
CASE2 FOAMWALL+FIXSUPPORT	4	SLSEQ	Combinat	-701.5	0	2156.29	0	-74.64	0



	Reaction node 3		Reaction node 4	Sum [kg]
CASE 1	3723.33	CASE 1	3916.29	7639.62
CASE 2	1963.33	CASE 2	2156.29	4119.62

รูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบแรงแผ่นดินไหวที่กระทำต่อโครงสร้างอาคาร ระหว่างโครงสร้างอาคารที่มีผนังมีน้ำหนักมาก(ผนังก่ออิฐ)case 1 กับ ผนังมีน้ำหนักเบา(ผนังโฟม) case 2

จากผลการจำลองสถานการณ์แผ่นดินไหวด้วยโปรแกรม SAP 2000 ในรูปที่ 8ได้ผลสรุปว่าอาคารที่ก่อสร้างด้วยผนังอิฐมอญที่มีน้ำหนักมากจะถูกแรงกระทำโดยแผ่นดินไหวมากกว่าอาคารที่สร้างด้วยผนังโฟม โดยดูจากแรงกระทำที่ข้อต่อของตัวอาคารจุดที่ 3 ได้ผลคือ อาคารผนังอิฐ (case 1 node 3) มีค่า 3723.33 kgf. ส่วนอาคารผนังโฟม (case 2 node 3) มีค่า 1963.33 kgf. ส่วนแรงกระทำที่ข้อต่อของตัวอาคารจุดที่4 ได้ผลคือ อาคารผนังอิฐ (case 1 node 4) มีค่า 3916.29 kgf. ส่วนอาคารผนังโฟม (case 2 node 4) มีค่า 2156.29 kgf. แสดงให้เห็นว่าอาคารที่สร้างด้วยผนังโฟมมีแรงกระทำน้อยกว่าอาคารผนังอิฐ เก็บ 1 เท่าตัว เนื่องมาจากจำกัดแรงกระทำจะมีสัดส่วนแปลผันตรงกับมวลหรือน้ำหนักของตัวอาคาร

4.3 การก่อสร้างบ้านต้นแบบและสำรวจผลกระทบอาคารจริงที่โดนแรงแผ่นดินไหวกระทำ

ได้ทำการสังเกตตัวอาคารที่สร้างเสร็จก่อนที่จะเกิดแผ่นดินไหว และหลังเกิดแผ่นดินไหว อาคารสร้างเสร็จประมาณ กลางปี พ.ศ. 2558 ได้ทดสอบกับเหตุแผ่นดินไหวจริงหลายครั้ง ครั้งที่มีความรุนแรงที่สุด ประมาณ 3.4 แมกนิจูด ในวันที่ 20 พฤศจิกายน พ.ศ.2558 เวลา 11.03.38 น. ในเบื้องต้น ได้มีการเกิดรอยร้าวเล็กน้อยที่ผิวปูนฉาบระหว่างโครงสร้างอาคารเช่นที่ ผนังช่วงรอยต่อเสาอาคาร และได้ทำการเก็บข้อมูล ขนาดและรอยร้าว เปรียบเทียบตามช่วงเวลา ขนาดและรอยร้าวมีขนาดเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 ต้นแบบบ้านที่ใช้วัสดุเบา เพื่อต้านทานแผ่นดินไหวการเลือกใช้วัสดุโฟม EPSที่มีความหนาแน่น 1.5 ปอนด์ หนา 3 นิ้ว มาประยุกต์ใช้เป็นผนังร่วมกับโครงสร้าง แทนผนังก่ออิฐฉาบปูนซึ่งมีน้ำหนักมาก ส่วนพื้นของอาคารจะใช้โฟม EPS ที่มีความหนาแน่น 2 ปอนด์ หนา 6 นิ้ว แทนพื้น ค.ส.ล. เพื่อช่วยลดน้ำหนักของตัวอาคารอีกทางหนึ่ง เมื่อโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบาจะเป็นการลดแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว โดยแรงผลักอาคารจะน้อยลงด้วย ฉะนั้นการใช้วัสดุที่ได้คุณภาพ และน้ำหนักเบาจะช่วยบรรเทาความเสียหายของตัวอาคารได้ในระดับหนึ่ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา อาคารรับภัยแผ่นดินไหวด้วยการใช้ผนังโฟม EPS ทำการเลือกใช้วัสดุโฟม EPS มาประยุกต์ใช้เป็นผนังร่วมกับโครงสร้างอาคาร จะมีปัญหาเรื่องการประสานเชื่อมต่อของโครงสร้างอาคารที่เป็นเหล็กหรือค.ส.ล. กับผนังโฟม และผนังโฟมต้องมีการป้องกันผิววัสดุที่อ่อนนุ่มถูกขูดขีดได้ง่ายด้วยการฉาบปูนทับซึ่งจำเป็นต้องมีเทคนิค วิธีการในการที่ฉาบปูนให้ติดกับพื้นผิวโฟม

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้เพราะได้รับการสนับสนุนงบประมาณบางส่วนจาก สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิตและได้รับความสนับสนุนในส่วนของโฟมที่ทำผนังจากบริษัท ไทย อินซูโฟม อุตสาหกรรม จำกัด

เอกสารอ้างอิง

“กรมทรัพย์ฯ ยันศูนย์กลางแผ่นดินไหวอยู่ อ.แม่ลาว” เข้าถึงได้ที่URL:://www.thairath.co.th/content/421580

แผ่นดินไหวเชียงราย ดับแล้ว 1 ราย - อาฟเตอร์ช็อกเพียบ. news.voicetv.วันที่ 6 พฤษภาคม 2557

แผ่นดินไหวที่อำเภอพาน พ.ศ.2557. เข้าถึงได้ที่ URL: https://th.wikipedia.org/wiki/แผ่นดินไหวที่อำเภอพาน_พ.ศ._2557#cite_ref-5

สำนักเฝ้าระวังแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา เข้าถึงได้ที่ URL: http://www.earthquake.tmd.go.th/home.php

สัจจา บุญฉัตร. (2544). *การออกแบบโครงสร้างเพื่อรับแรงแผ่นดินไหว.กรุงเทพฯ*: บริษัท พี.เอ.ลิฟวิ่ง จำกัด.

สุพจน์ เจิมสวัสดิพงษ์. (2557). *บทเรียนแผ่นดินไหวแม่ลาว เชียงราย ภัยพิบัติใกล้ตัว*. สืบค้นจาก URL: http://www.dmr.go.th/download/article/article_20141119151717.pdf

อมร พิมานมาศ. (2557). เข้าถึงได้ที่ URL:http://www.manager.co.th/iBizChannel/ViewNews.aspx?NewsID=9570000105866

Graham H May. 1998. NEW TECHNOLOGY AND THE URBAN ENVIRONMENT. Futures, Elsevier Science Ltd, 30(9): 887–899.

"M6.3 - 9km S of Mae Lao, Thailand". The United States Geological Survey (USGS). May 5, 2014. สืบค้นเมื่อ May 5, 2014. เข้าถึงได้ที่ https://www.volcanodiscovery.com/earthquakes/2014/05/05/11/08/magnitude6-Thailand-quake.html

Nano Living System. 2012. The Eco-Revolution in Building. เข้าถึงได้ที่ URL: http://www.nanolivingsystem.com/