



ขนาดเสาโดยประมาณสำหรับการออกแบบอาคาร อยู่อาศัยรวมในเมืองเชียงใหม่เพื่อต้านทาน แผ่นดินไหว

Approximated Column Size for Residential Building Design in Chiang Mai City to Withstand Earthquakes

อาลิตา ฌลาดดี¹ และเซษฐพงศ์ เซษฐบุปผา²

Alita Chaladdee and Sethapong Sethabouppha

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาว่า สถาปนิกควรต้องมีแนวทางอย่างไร ในการออกแบบอาคารอยู่อาศัยรวมในเมืองเชียงใหม่ให้สามารถต้านทานแรงแผ่นดินไหวได้ งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์หาความต้องการทางโครงสร้างสำหรับอาคารอยู่อาศัยรวมโดยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าเนื่องจากอาคารอยู่อาศัยรวมเกือบร้อยละ 80 ในเมืองเชียงใหม่มีรูปทรงเป็นกล่องสี่เหลี่ยมง่าย ๆ และไม่มีลักษณะทางโครงสร้างที่ผิดปกติ โดยทำการศึกษากับอาคารอยู่อาศัยรวมที่มีความสูง 3-8 ชั้น มีโครงสร้างหลักเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก

จากการวิเคราะห์พบว่า ในการออกแบบอาคารอยู่อาศัยรวมในเมืองเชียงใหม่ซึ่งมีความเสี่ยงต่อแผ่นดินไหวในระดับปานกลางนั้น สถาปนิกควรตระหนักว่าเสาอาคารจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าปกติเล็กน้อย เมื่อเทียบกับการออกแบบในพื้นที่ที่ไม่มีแผ่นดินไหว จะทำให้เสามีความแข็งแรงที่จะจำกัดการโยกของอาคารได้

1 สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ในทุกทิศทาง ซึ่งขนาดของเสาที่เหมาะสมนั้น จะช่วยให้วิศวกรออกแบบให้เสาสามารถมีกำลังรับแรงเฉือนและแรงดัดในเสาได้โดยไม่ต้องมีผนังรับแรงเฉือนก็ได้ ในกรณีที่เสาถูกออกแบบให้มีขนาดเล็กเกินไปเท่านั้น ที่จำเป็นต้องใช้ผนังรับแรงเฉือนเข้ามาช่วย

การออกแบบให้อาคารพักอาศัยมีเสามีจำนวนมากแต่มีขนาดหน้าตัดค่อนข้างเล็ก จะทำให้จำกัดระยะการโยกของอาคารเมื่อเกิดแผ่นดินไหวได้ไม่ดีเท่าการออกแบบให้เสามีจำนวนน้อยกว่าแต่มีขนาดหน้าตัดใหญ่กว่า ดังนั้น ด้วยเหตุที่ห้องพักในอาคารพักอาศัยรวมมักจะมี ความกว้างประมาณ 3-4 เมตร สถาปนิกควรวางตำแหน่งของเสาในลักษณะผนังเว้นผนัง หมายความว่า แนวเสาควรห่างกันประมาณ 6-8 เมตร จะทำให้ได้เสาที่ใหญ่พอที่จะจำกัดการโยกตัวของอาคารจากแผ่นดินไหวได้ดี

คำสำคัญ: ขนาดเสา, อาคารอยู่อาศัยรวม, เชียงใหม่, แผ่นดินไหว, วิธีแรงสถิตเทียบเท่า

Abstract

The objective of this research is to find a suggestion for architects how to appropriately design residential buildings in Chiang Mai City to withstand earthquakes. This research project analyzes for structural requirement of residential buildings due to their simple box forms and non-irregular structural systems. The analysis was run on buildings range from 3 to 8 stories with reinforced concrete structures.

The study reveals for residential buildings sited in the city of Chiang Mai, architects should design columns slightly larger than columns of those buildings in earthquake-free zone. The columns will pose sufficient stiffness to limit lateral drifting. This will also ease structural engineers to design columns with sufficient strength to resist shear forces and bending moments in those columns without the requirement for shear wall. Only when the column sizes were limited, shear walls would be necessary.

When excited by earthquakes, buildings with more columns but smaller in section area will under larger amplitude of swaying comparing with those fewer columns but larger in section area. Therefore, due to the width of each individual residential unit are commonly designed as 3-4 meters, architects should position the columns within every other wall, which means the column spacing should be designed between 6 to 8 meters. This will result in larger column sufficient for limiting the earthquake-induced swaying.

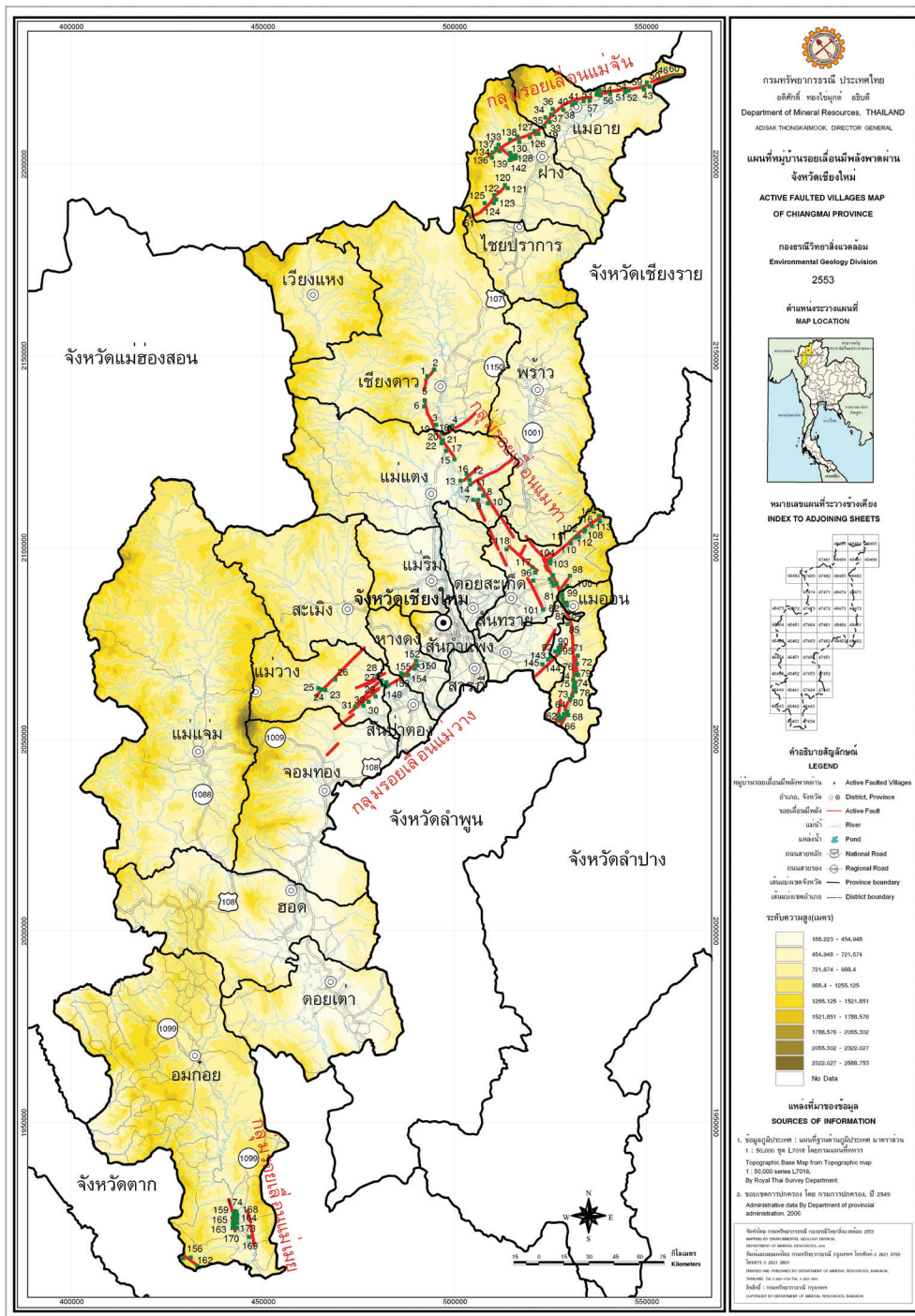
Keywords: Column Size, Residential Buildings, Chiang Mai, Earthquake, Static Force Equivalent

บทนำ

แผ่นดินไหวเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่องานสถาปัตยกรรมโดยตรง ดังจะเห็นได้จากสาเหตุของการเสียชีวิตจากแผ่นดินไหวร้อยละ 75 เกิดจากการพังทลายของอาคาร (จิรัชย์ พัฒนพงศา, 2548) และจากการพิจารณาลักษณะทางภูมิศาสตร์ อันได้แก่ พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว แผนที่แสดงขนาดจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวที่เคยเกิดขึ้น และรอยเลื่อนมีพลัง ร่วมกับความหนาแน่นของประชากร พบว่าจังหวัดเชียงใหม่เป็นจังหวัดที่มีความเสี่ยงภัยอยู่ในระดับปานกลาง และเป็นเขตเมืองซึ่งมีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ที่สามารถสร้างความเสียหายอย่างมาก โดยเฉพาะพื้นที่ส่วนใหญ่ในบริเวณคูเมืองเชียงใหม่มีความเสี่ยงต่อแผ่นดินไหว เนื่องจากปัจจัยด้านอาคารที่มีความอ่อนแอ ความหนาแน่นของประชากร ความแออัดของสิ่งก่อสร้าง รวมไปถึงความไม่เหมาะสมของทางสัญจรในกรณีเคลื่อนย้ายผู้คนออกจากพื้นที่เสี่ยงภัย (อุทัย ไชยศักดิ์, 2550) และในรอบ 50 ปีข้างหน้า บริเวณเขตเทศบาลนครเชียงใหม่มีโอกาสถึงร้อยละ 10 ที่จะเผชิญกับภัยแผ่นดินไหวขนาดมากกว่า 6 MMI โดยบริเวณที่มีมูลค่าความเสียหายต่อตารางเมตรสูงที่สุดได้แก่ บริเวณห้างสรรพสินค้ากาสดวนแก้ว บริเวณตลาดวโรรสและตลาดต้นลำไย บริเวณคูเมืองโดยรอบ บริเวณถนนช้างคลานและมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ตามลำดับ (จิรัชย์ พัฒนพงศา, 2548)

การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของจำนวนประชากรในเขตเมืองเชียงใหม่ในปัจจุบัน เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความต้องการทางด้านที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของอาคารประเภทหอพัก อาคารชุด และคอนโดมิเนียม ซึ่งในงานวิจัยนี้เรียกว่า “อาคารอยู่อาศัยรวม” แต่ในขณะเดียวกัน จากข้อมูลบริเวณเสี่ยงภัยแผ่นดินไหวในประเทศไทย พ.ศ. 2548 โดยกรมทรัพยากรธรณี จังหวัดเชียงใหม่ถูกกำหนดให้เป็นเขตพื้นที่ที่มีความเสี่ยงภัยอยู่ในเขต 2ก หรือ 2A ในขณะที่อาคารชุดและ หอพักส่วนใหญ่ในตัวเมืองเชียงใหม่ถูกก่อสร้างให้มีความสูงหรือจำนวนชั้นที่อาจเกิดการสั่นพ้องกับคลื่นแผ่นดินไหวได้ง่าย และเสี่ยงต่อการพังทลายได้ ดังนั้นในการออกแบบก่อสร้างอาคารพักอาศัยรวมดังกล่าว จึงต้องคำนึงถึงความปลอดภัยจากแรงแผ่นดินไหวอย่างแท้จริง

ในปัจจุบันมีข้อเสนอแนะทั่วไปเกี่ยวกับการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานแรงแผ่นดินไหวอยู่แล้วส่วนหนึ่ง แต่คำแนะนำเหล่านั้นเป็นเพียงข้อชี้แนะกว้างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งน่าจะเป็นคำแนะนำที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวรุนแรง อาจไม่จำเป็นสำหรับบริเวณที่เสี่ยงต่อแผ่นดินไหวปานกลางอย่างเช่นพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งโดยปกติแล้ว การเพิ่มความปลอดภัยให้กับอาคารในกรณีภัยพิบัติแผ่นดินไหวนั้น นิยมทำอยู่สามวิธีหลัก ได้แก่ การเพิ่มขนาดของหน้าตัดเสา การเพิ่มเหล็กค้ำยัน และการเสริมกำลังด้วยกำแพงรับแรงเฉือน โดยชยานนท์ หรรษภิญโญ (2553) ได้ศึกษาการประเมินความอ่อนแอต่อแรงแผ่นดินไหวของอาคารโรงเรียนในจังหวัดเชียงใหม่และการกระตุ้นชุมชนให้มีการรับทราบถึงภัยแผ่นดินไหวเพื่อการเตรียมพร้อมในระดับที่เหมาะสม และได้ทำการวิเคราะห์การเสริมกำลังทั้ง 3 วิธี พบว่า วิธีที่เหมาะสมที่สุดคือวิธีเพิ่มขนาดหน้าตัดของเสา



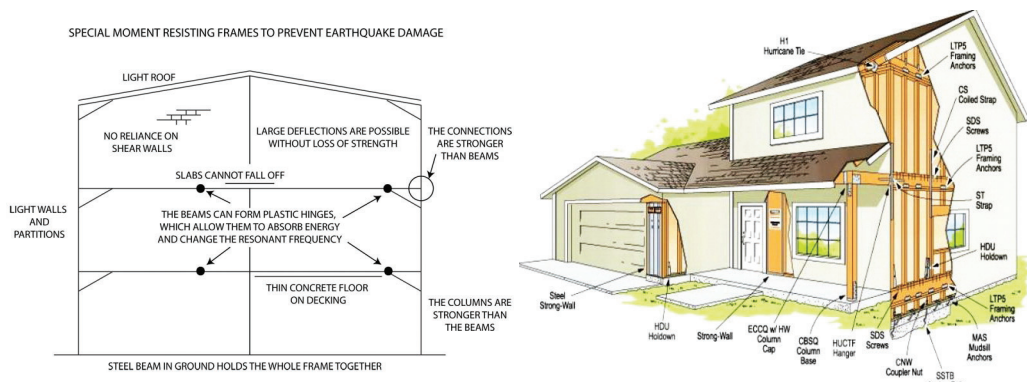
ภาพที่ 1 แผนที่แนวรอยเลื่อนใกล้เมืองเชียงใหม่
ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี, 2553

แต่โดยปกติแล้ว การออกแบบเสาอาคารนั้น ในขั้นต้นจะถูกกำหนดชนิด รูปร่าง ความสูง ระยะห่าง ช่วงเสา รวมไปถึงขนาดเสาโดยสถาปนิกผู้ออกแบบ เพื่อให้สอดคล้องกับการออกแบบรูปร่าง และพื้นที่ใช้สอย อาคาร โดยอาศัยประสบการณ์ส่วนตัวของสถาปนิกแต่ละท่าน รวมทั้งที่ศึกษามาในสถาบันการศึกษาในสมัยก่อน ที่มักจะเน้นให้เสาอาคารสามารถรองรับน้ำหนักอาคารในแนวดิ่งได้เท่านั้น ซึ่งสำหรับอาคารในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวอย่างจังหวัดเชียงใหม่ สถาปนิกมักมีปัญหาในการประมาณขนาดเสาเบื้องต้น ในกรณีที่อาคารต้องสามารถรองรับแรงกระทำจากแผ่นดินไหวได้ หลังจากขั้นตอนในการออกแบบแล้ว การคำนวณโครงสร้างอาคารโดยละเอียดจึงจะเป็นหน้าที่ของวิศวกรที่ต้องทำการคำนวณเป็นกรณีๆไปในการออกแบบ ซึ่งส่วนใหญ่มักจะยึดตามความต้องการของสถาปนิกเป็นหลัก หากไม่ทำให้อาคารอ่อนแอกว่าที่กฎหมายกำหนด

ถึงแม้ว่าการคำนวณออกแบบโครงสร้างอาคารจะเป็นหน้าที่หลักของวิศวกร แต่หากสถาปนิกสามารถประมาณขนาดเสาที่จำเป็นสำหรับอาคารได้ โดยเฉพาะสำหรับอาคารซึ่งมีลักษณะทางโครงสร้างที่เป็นระบบระเบียบซ้ำกัน อย่างอาคารพักอาศัยรวม ก็จะช่วยให้งานออกแบบง่ายขึ้น เนื่องจากลักษณะทางโครงสร้างมักจะมีผลต่อการจัดการผังอาคาร ตลอดจนรูปร่างของอาคารด้วย การไม่ทราบลักษณะโครงสร้างด้านทานแรงแผ่นดินไหวที่จำเป็นก่อนเริ่มงานออกแบบ จะเป็นเหตุให้ต้องเสียเวลาออกแบบใหม่หากวิศวกรคำนวณแล้วพบว่าลักษณะเสาที่จัดไว้นั้นไม่เพียงพอ หรืออาจส่งผลให้เกิดความสิ้นเปลืองหากสถาปนิกจัดไว้เกินจำเป็น

แนวทางในการออกแบบอาคารเชิงสถาปัตยกรรมเพื่อต้านทานแรงแผ่นดินไหว

จากการศึกษาคำแนะนำหรือแนวทางต่างๆ ในการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานแรงแผ่นดินไหวพบว่า ถึงแม้จะมีคำแนะนำเพื่อการออกแบบต้านแผ่นดินไหวอยู่เป็นจำนวนมากพอสมควร แต่ส่วนใหญ่เป็นคำแนะนำที่ไม่ชัดเจน ไม่เฉพาะเจาะจงความรุนแรงและพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่ยังไม่ทราบแน่นอนว่าควรออกแบบอย่างไร



ภาพที่ 2 ตัวอย่างคำแนะนำทั่วไปสำหรับการออกแบบอาคารในพื้นที่แผ่นดินไหว

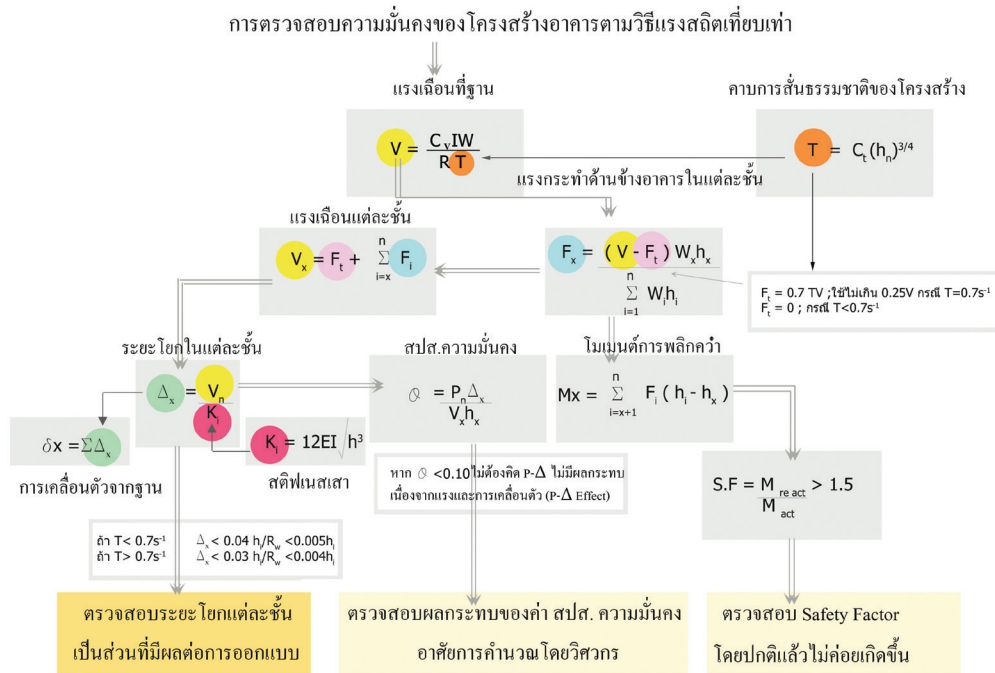
ที่มา : <http://maddecorations.blogspot.com/2014/04/earthquake-resistant-homes.html>

ในส่วนที่เป็นการออกแบบเชิงวิศวกรรม การออกแบบหลักๆ ต้องสามารถต้านทานแรงเฉือนและแรงบิดได้จึงจะไม่พังทลาย นอกจากนั้นควรต้องมีระยะโยกน้อย ทำให้ความเสียหายน้อยลง ซึ่งโดยปกติแล้ว การออกแบบอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวสำหรับอาคารที่กรมโยธาธิการและผังเมืองแนะนำไว้ มี 2 วิธีได้แก่

1) วิธีแรงสถิตเทียบเท่า (Equivalent Static Force Procedure)

เป็นการคำนวณหาแรงกระทำทางด้านข้างจากแผ่นดินไหว ซึ่งเป็นแรงสถิตที่อยู่ในรูปของแรงเฉือนที่ฐานอาคารเทียบเท่ากับแรงกระทำจากแผ่นดินไหว กล่าวโดยสรุป การออกแบบโครงสร้างต้านทานแผ่นดินไหวโดยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า เริ่มจากการคำนวณหาแรงเฉือนที่ฐานอาคารก่อน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงภัย ความสำคัญของอาคารที่ออกแบบ ค่าสัมประสิทธิ์แรงเฉือนที่ฐาน ค่าตัวประกอบที่คำนึงถึงคุณสมบัติการดูดซับพลังงาน และน้ำหนักของอาคาร จากนั้นจึงกระจายแรงเฉือนนี้เป็นแรงสถิตกระทำทางด้านข้างในแต่ละชั้นของอาคาร ในลักษณะคล้ายแรงลม แต่แรงนี้จะแปรเปลี่ยนไปจากแรงลม จึงเรียกรวมกันว่า แรงสถิตเทียบเท่า ซึ่งหมายถึงเทียบเท่ากับแรงเฉือนที่ฐานอาคาร

ขั้นต่อมา คือ การการคำนวณตรวจสอบความมั่นคงของโครงสร้างอาคารต่อแรงกระทำด้านข้างนี้ ถ้าหากค่าตรวจสอบขั้นตอนนี้ผ่าน แสดงว่าอาคารมีเสถียรภาพต่อการสั่นสะเทือนของแรงแผ่นดินไหวตามที่กฎหมายกำหนด โดยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าเหมาะสำหรับโครงสร้างอาคารที่มีลักษณะเป็นตึก บ้าน โรงเรือน หรือสิ่งก่อสร้างอื่น ที่คล้ายคลึงกันและมีรูปทรงสม่ำเสมอ (Regular Structures) เท่านั้น (ไพบุลย์ ปัญญา คะโป, 2545)



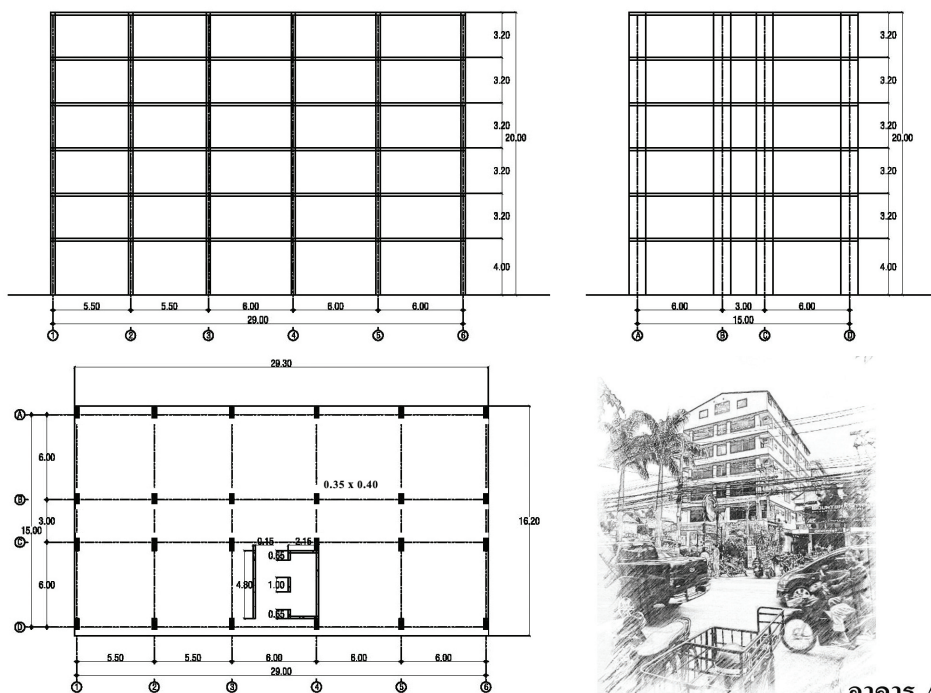
ภาพที่ 3 ผังการคำนวณตามวิธีแรงสถิตเทียบเท่า

2) วิธีพลศาสตร์ (Dynamic Force Procedure)

เป็นวิธีการที่ให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำกว่าวิธีแรงสถิตเทียบเท่า แต่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อนกว่า เนื่องจากนำข้อมูลจากคลื่นแผ่นดินไหวมาคำนวณโดยตรง มักจะใช้ในการคำนวณอาคารสูง และอาคารที่มีลักษณะรูปร่างซับซ้อน หรือมีโครงสร้างพิเศษ (ไพบูลย์ ปัญญาคะโป, 2545) ซึ่งในแง่ของผู้ออกแบบวิธีนี้มีความซับซ้อนมากเกินไป และอาจต้องใช้เครื่องมือในการช่วยวิเคราะห์คำนวณซึ่งจะทำให้เสียเวลา อีกทั้งผลลัพธ์ที่ได้ยังเกินความจำเป็นสำหรับงานออกแบบของสถาปนิกอีกด้วย

ลักษณะอาคารอยู่อาศัยรวมที่มีอยู่ในเชียงใหม่และแนวโน้มที่จะได้รับการออกแบบในอนาคต

ในงานวิจัยนี้ได้รวบรวม ทบทวน และศึกษาข้อมูลจากผลงานที่ถูกตีพิมพ์เผยแพร่ในแหล่งต่างๆ รวมถึงข้อกำหนด และมาตรฐานการออกแบบที่เกี่ยวข้อง แล้วทำการสำรวจข้อมูลอาคารขั้นต้น (pilot study) เพื่อดูความปกติของกลุ่มอาคาร ด้วยการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (in-depth interview) สถาปนิก และวิศวกรที่มีประสบการณ์การทำงานเกี่ยวข้องโดยตรงกับการออกแบบอาคารพักอาศัยรวม ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 5 ท่าน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยการสุ่มเชิงก้อนหิมะ (snowball sampling) ร่วมกับการเก็บข้อมูลโดยการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม (non-participant observation) โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตามแต่บังเอิญ (accidental sampling) และนำข้อมูลที่ได้จากทั้งสองส่วน มาพิจารณาความจำเป็นของการศึกษา สามารถสรุปได้ว่า



ภาพที่ 4 ตัวอย่างอาคารอยู่อาศัยรวมใน เขตอำเภอเมือง เชียงใหม่

กลุ่มอาคารตัวอย่างอาคารพักอาศัยรวมระบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กระดับความสูงปานกลาง 3 - 8 ชั้น ในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ที่ทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด พบว่า เป็นอาคารที่มีลักษณะโครงสร้างปกติ คิดเป็นร้อยละถึง 79.26 ของทั้งหมด โดยการสังเกตด้วยตาเปล่า ส่วนใหญ่พบลักษณะสำคัญที่ระบุว่า เป็นอาคารรูปทรงปกติ ได้แก่ มีผังอาคารเป็นรูปทรงสมมาตรทุกแกน มีรูปทรงเป็นกล่องธรรมดา ทำให้มีการวางโครงสร้างภายในของเสาเป็นกริดสม่ำเสมอ เป็นต้น

เสาอาคารกับการออกแบบเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว

จากการศึกษาการตรวจสอบความมั่นคงของอาคารต่อแรงกระทำของแผ่นดินไหวตามวิธีแรงสถิตเทียบเท่าในข้อที่ผ่านมา จะเห็นว่าการโยกตัวของอาคารเป็นลักษณะอาการสำคัญที่ทำให้อาคารพังทลาย และสำหรับผู้ออกแบบอาคารหรือ สถาปนิก มีส่วนช่วยในการลดระยะโยกของอาคารได้โดยการกำหนดขนาดเสาอาคารให้เพียงพอในการต้านแรง เนื่องจากค่า Stiffness ของเสา มีผลต่อระยะโยกของอาคารเป็นอย่างมาก

จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวครั้งล่าสุดที่จังหวัดเชียงราย เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2557 รศ.ดร.อมร พิमानมาศ รองเลขาธิการสภาวิศวกร ระบุว่าสาเหตุอันดับหนึ่งของการวิบัติในอาคารคือ การก่อสร้างที่ไม่ได้มาตรฐานทางวิศวกรรม เสามีขนาดเล็กเกินไปไม่สอดคล้องกับขนาดของคาน อาทิ เสาขนาดเพียง 15 - 20 เซนติเมตร ซึ่งเล็กเกินไปไม่เหมาะสมที่จะต้านแผ่นดินไหว นอกจากนี้การเสริมเหล็กในเสาไม่ได้มาตรฐาน เช่น ใส่เหล็กแกนในเสาเพียงแค่ 2 เส้น ทั้งที่ตามมาตรฐานการออกแบบต้องใส่เหล็กเสริมในเสาอย่างน้อย 4 เส้น หรือการใช้เหล็กปลอกที่มีขนาดเล็กเกินไป เช่น ใช้เหล็กขนาด 4 มิลลิเมตร เป็นเหล็กปลอก ซึ่งตามมาตรฐานการออกแบบต้องใช้เหล็กปลอกที่มีขนาด 6 มิลลิเมตร แบบเต็มเส้นขึ้นไป (อมร พิमानมาศ, 2557)

โดยปกติสถาปนิกมักประมาณขนาดเสาเบื้องต้นในการออกแบบ โดยคำนึงถึงปัจจัยทางด้านการจัดพื้นที่ใช้สอยในอาคารเป็นหลัก โดยขนาดเสามักคำนวณจากการออกแบบเสา ค.ส.ล. เพื่อให้รับน้ำหนักปลอดภัยตามแนวแกน โดยจะแบ่งตามประเภทของเสาชนิดนั้นๆ ซึ่งในกรณีของอาคารพักอาศัยรวม ชนิดเสาที่นิยมนำมาใช้มากที่สุด คือ เสาปลอกเดี่ยว เป็นเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีปลอกเดี่ยวพัวพันเป็นระยะๆ รอบเหล็กยืนที่อยู่บนเส้นขอบของรูปสี่เหลี่ยมตามวิธีหน่วยแรงใช้งาน ให้คำนวณกำลังรับน้ำหนักปลอดภัยตามแนวแกนดังนี้ (สนั่น และ วินิต, 2530)

$$P = 0.85A_g (0.25 f'_c + f_s P_g) \dots \dots \dots (1)$$

- เมื่อ P = กำลังรับน้ำหนักโดยปลอดภัยตามแนวแกนของเสา เท่ากับน้ำหนักที่ต้องรับต่อเสาหนึ่งต้น
 A_g = เนื้อที่หน้าตัดทั้งหมดของคอนกรีต
 P_g = อัตราส่วนระหว่างเนื้อที่หน้าตัดของเหล็กยืนต่อเนื้อที่หน้าตัดทั้งหมดของคอนกรีต ต้องไม่น้อยกว่า 0.01 และไม่เกิน 0.08 ของเนื้อที่หน้าตัดเสา ซึ่งกำหนดให้ใช้อัตราส่วนร้อยละ 0.05
 f_s = หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ของเหล็กเสริม ใช้ 0.40 f_y แต่ไม่เกิน 2100 กก./ชม.²
 f_y = กำลังจุดกลางของเหล็กเสริมอัดแรง กำหนดให้ใช้เหล็กที่มีกำลังจุดกลาง 3,500 กก./ชม.²
 f'_c = กำลังอัดประลัยของคอนกรีต กำหนดให้ใช้ค่า 240 กก./ชม.²

จึงเกิดเป็นวัตถุประสงค์ในการวิจัยเบื้องต้นว่ากรณีการออกแบบเสาอาคารสำหรับพื้นที่เฝ้าระวังภัยจากแผ่นดินไหว ขนาดเสาที่สถาปนิกระบุมาในขั้นต้นมีขนาดเพียงพอรับแรงที่กระทำต่ออาคารในแนวนอนหรือไม่ และหากอาคารมีเพียงเสาที่เป็นองค์ประกอบเดียวเพื่อรับแรงแผ่นดินไหว ขนาดเสาที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจะเพียงพอหรือไม่สำหรับอาคารประเภทอยู่อาศัยรวม

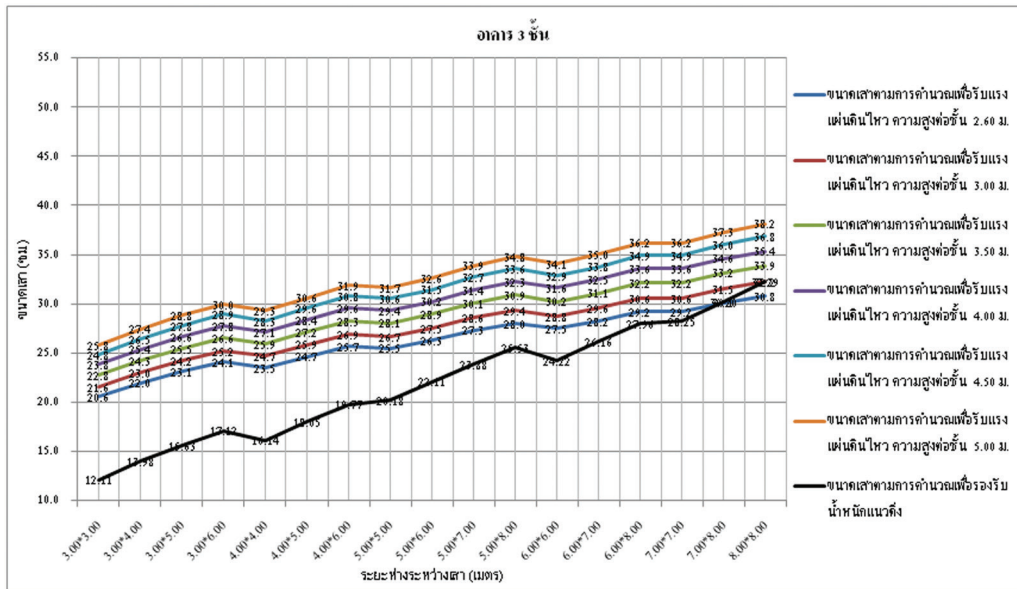
วัตถุประสงค์และวิธีวิจัย

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อค้นหา แนวคิด ในการประมาณขนาดเสาเบื้องต้น ที่ปลอดภัยสำหรับอาคารพักอาศัยรวมขนาดกลาง ซึ่งมีขนาดความสูงโดยทั่วไปไม่เกิน 23 เมตร หรืออาคารที่มีความสูงระหว่าง 3-8 ชั้น และเป็นอาคารโครงสร้างปกติ ก่อสร้างในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อภัยแผ่นดินไหว

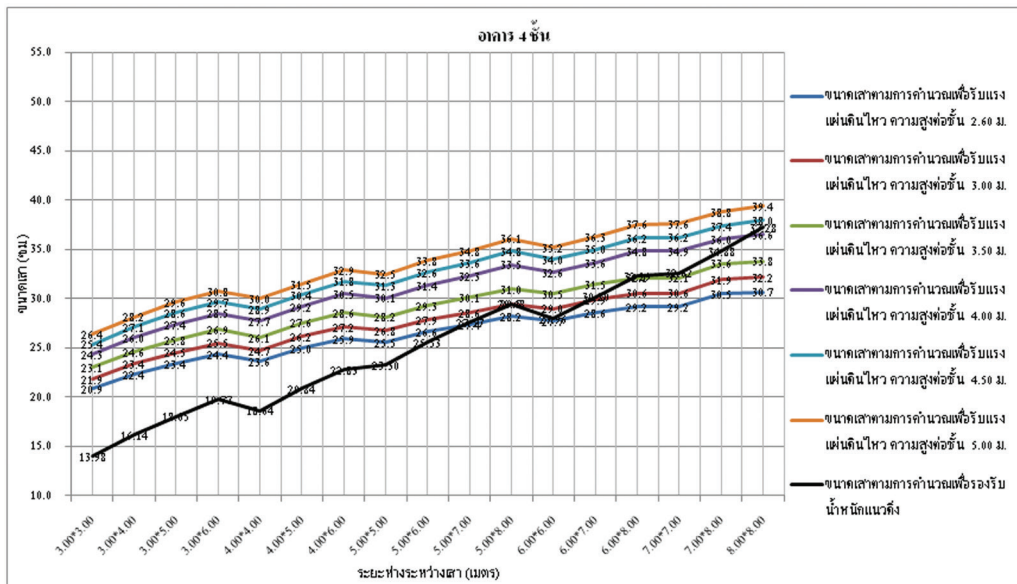
โดยเบื้องต้นพบว่าอาคารพักอาศัยรวมในอำเภอเมืองเชียงใหม่เกือบร้อยละ 80 เป็นอาคารที่มีระบบโครงสร้างปกติ จึงใช้ วิธีการคำนวณแรงแผ่นดินไหวโดยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า (Equivalent Static Force Procedure) มาใช้ในการวิจัย ซึ่งเป็นวิธีที่เริ่มจากการคำนวณหาแรงเฉือนที่ฐานอาคาร จากนั้นจึงกระจายแรงเฉือนนี้เป็นแรงสถิตกระทำทางด้านข้างในแต่ละชั้นของอาคาร จึงเรียกแรงนี้ว่า แรงสถิตเทียบเท่า ซึ่งหมายถึงเทียบเท่ากับแรงเฉือนที่ฐานอาคาร สำหรับประเทศไทยพบว่า การอ้างอิงวิธีคำนวณแรงเฉือนที่ฐานอาคารตามมาตรฐาน Uniform Building Code ฉบับปี 1997 มีความเหมาะสมมากที่สุดขณะนี้ (นคร ภู่วโรตม, 2549) จึงเลือกวิธีดังกล่าวในการศึกษา

ผลการวิจัย

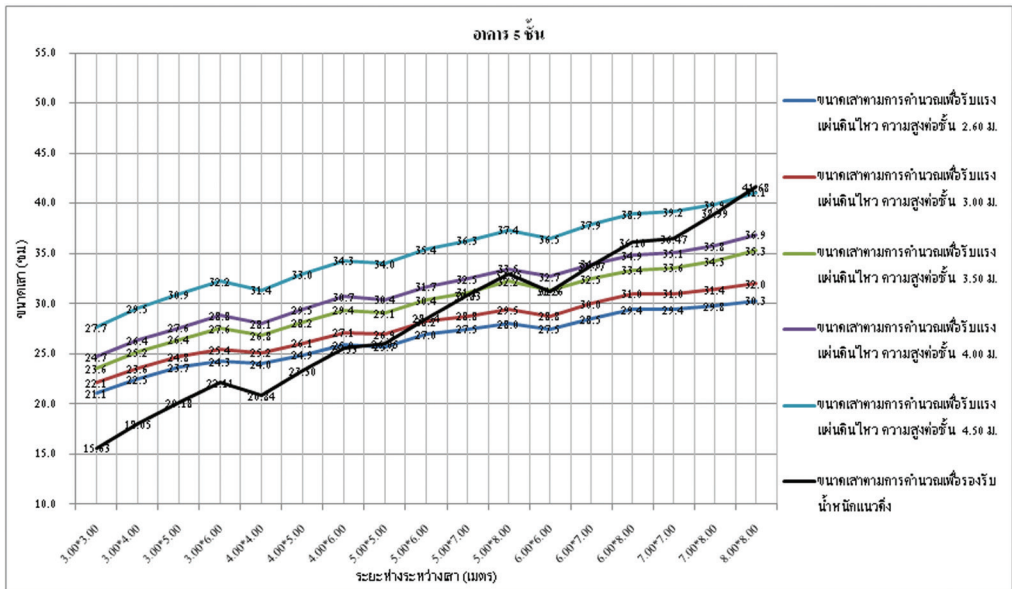
ค่าที่ได้จากการคำนวณขนาดเสาสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ฐานอาคาร กรณีที่คำนวณตามการรับน้ำหนักอาคารโดยปลอดภัยในแนวนอน ตามภาพคือเส้นสีดำในกราฟทุกรูป มาจากสมการที่ (1) นำมาแสดงเพื่อเปรียบเทียบเป็นกราฟตามภาพที่ 3 ถึงภาพที่ 8 กับขนาดเสาที่ฐานของอาคารที่คำนวณตามหลักวิธีแรงสถิตเทียบเท่าเพื่อรับแรงเฉือนในเสาอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว จะเห็นความแตกต่างของขนาดเสาในอาคารอยู่อาศัยรวมตั้งแต่ 3 - 8 ชั้น ที่ความสูงตึกขึ้น และระยะห่างระหว่างเสาต่างๆที่เป็นที่นิยมออกแบบ จากผลที่ได้พบว่า ในอาคารที่มีจำนวนชั้น ความสูงชั้น และโดยเฉพาะระยะห่างระหว่างเสาไม่มาก ขนาดเสาที่คำนวณตามวิธีแรงสถิตเทียบเท่าที่เพียงพอต่อการต้านแผ่นดินไหว จะให้ขนาดเสาที่ใหญ่กว่าขนาดเสาที่ออกแบบตามกำลังรับน้ำหนักโดยปลอดภัยตามแนวนอนของเสา แต่ในกรณีที่อาคารมีจำนวนชั้น และมีช่วงเสาที่กว้าง โดยเฉพาะช่วงเสาที่กว้าง เสาที่เพียงพอต่อการแนะนำของวิธีแรงสถิตเทียบเท่าบางเงื่อนไข ไม่เพียงพอรับน้ำหนักในแนวนอนของอาคาร ดังนั้นค่าที่แนะนำให้ใช้ต้องเลือกค่าที่สูงกว่าเพื่อความปลอดภัย นอกจากนี้ยังพบว่าที่ความกว้างช่วงเสา 6.00 เมตร ถึง 8.00 เมตร ขนาดเสาที่คำนวณตามหลักการทั้งสอง จะมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นการออกแบบอาคารที่มีระยะห่างระหว่างเสาในช่วงความกว้างต่อไปนี้ จะให้ความคุ้มค่าในแง่การรับน้ำหนักในแนวนอน และการรับแรงกระทำทางด้านข้างอันเนื่องมาจากแรงแผ่นดินไหวด้วย



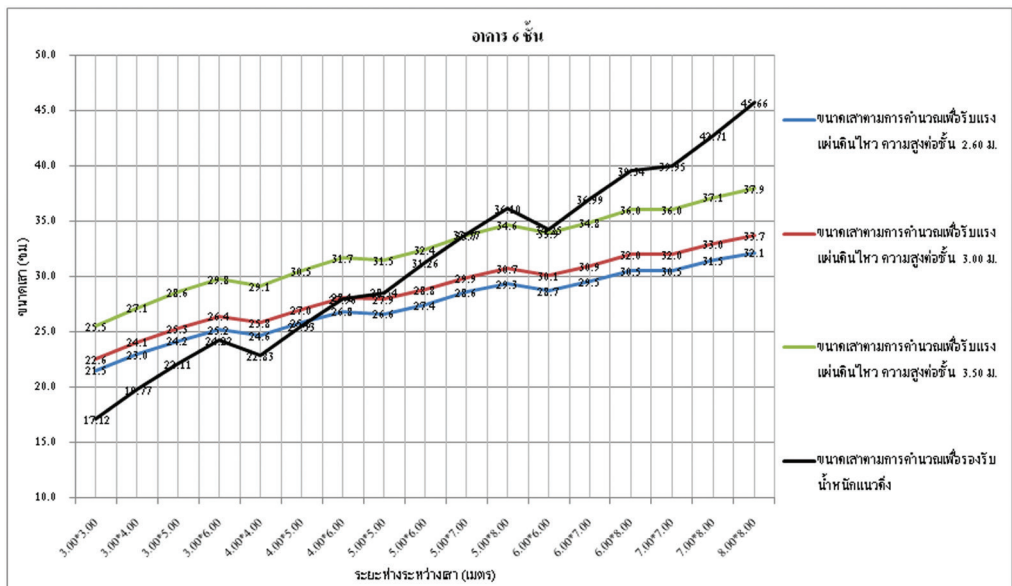
ภาพที่ 5 กราฟแสดงขนาดเสาที่ฐานคำนวณตามการรับแรงแผ่นดินไหว และขนาดเสาที่ฐานคำนวณตามการรับน้ำหนักแฉกตั้ง
ของอาคารอยู่อาศัยรวมสูง 3 ชั้น ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่



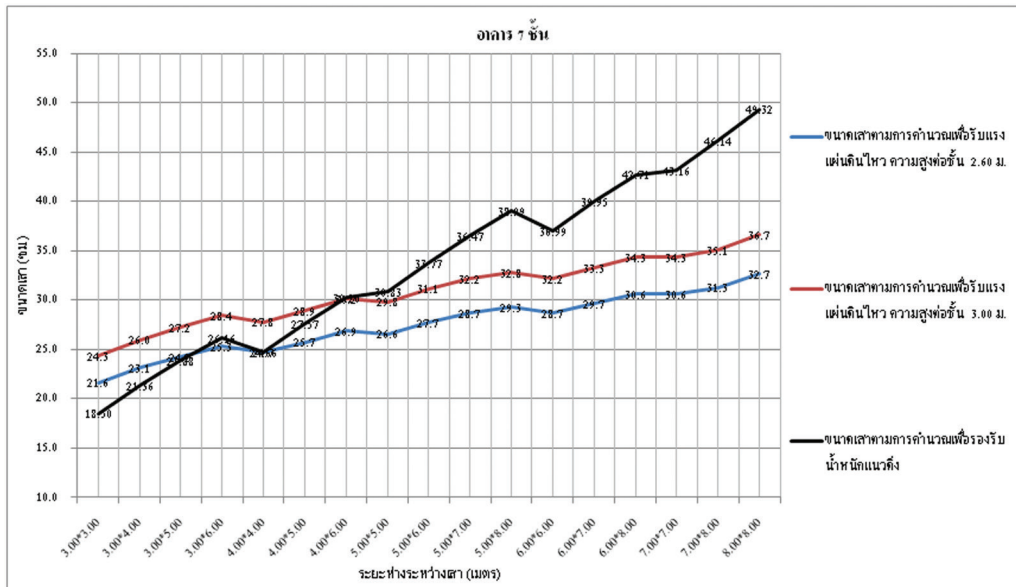
ภาพที่ 6 กราฟแสดงขนาดเสาที่ฐานคำนวณตามการรับแรงแผ่นดินไหว และขนาดเสาที่ฐานคำนวณตามการรับน้ำหนักแฉกตั้ง
ของอาคารอยู่อาศัยรวมสูง 4 ชั้น ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่



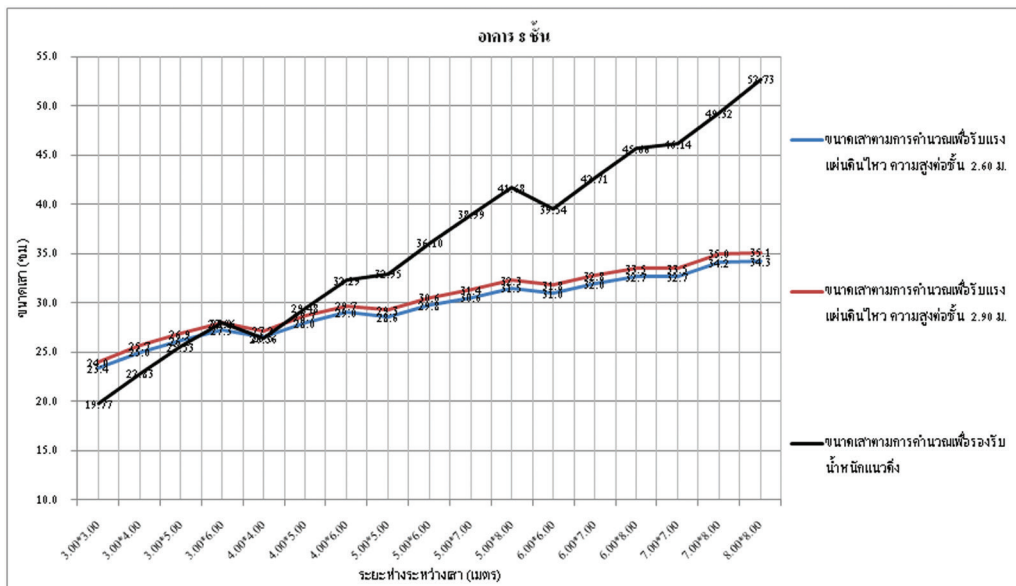
ภาพที่ 7 กราฟแสดงขนาดเสาที่ฐานคำนวณตามการรับแรงแผ่นดินไหว และขนาดเสาที่ฐานคำนวณตามการรับน้ำหนักแนวตั้งของอาคารอยู่อาศัยรวมสูง 5 ชั้น ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 8 กราฟแสดงขนาดเสาที่ฐานคำนวณตามการรับแรงแผ่นดินไหว และขนาดเสาที่ฐานคำนวณตามการรับน้ำหนักแนวตั้งของอาคารอยู่อาศัยรวมสูง 6 ชั้น ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 9 กราฟแสดงขนาดเสาที่ฐานคำนวณตามการรับแรงแผ่นดินไหว และขนาดเสาที่ฐานคำนวณตามการรับน้ำหนักแนวตั้ง
ของอาคารอยู่อาศัยรวมสูง 7 ชั้น ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 10 กราฟแสดงขนาดเสาที่ฐานคำนวณตามการรับแรงแผ่นดินไหว และขนาดเสาที่ฐานคำนวณตามการรับน้ำหนัก
แนวตั้ง ของอาคารอยู่อาศัยรวมสูง 8 ชั้น ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

สรุปผล

จากผลการศึกษาการออกแบบขนาดเสาอาคารอยู่อาศัยรวมที่เหมาะสมเพื่อรองรับแรงแผ่นดินไหวในพื้นที่ตัวเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าขนาดเสาที่ได้จากการคำนวณเพื่อแรงแผ่นดินไหวตามวิธีแรงสถิตเทียบเท่า ในค่าที่มากกว่าการคำนวณเสาเพื่อรับน้ำหนักในแนวดิ่งของอาคารโดยทั่วไป ในช่วงเสาที่มีความแคบ อยู่ระหว่าง 3.00 เมตรถึง 5.00 เมตร แต่ในกรณีที่อาคารมีช่วงเสากว้าง 6.00-8.00 เมตร ขนาดเสาที่เพียงพอรับแรงกระทำจากแผ่นดินไหวตามที่กฎหมายกำหนดไม่สามารถรับน้ำหนักของอาคารในแนวดิ่งได้ นอกจากนี้ยังพบว่า หากพิจารณาเฉพาะขนาดเสาที่ความสูงต่อชั้นที่นิยมใช้มากที่สุด คือ 3.00 เมตร จะพบว่า เมื่อจำนวนชั้นมากขึ้น หรืออาคารมีความสูงเพิ่มขึ้น ขนาดเสาที่รองรับแผ่นดินไหวจะยังมีขนาดเล็กกว่า

ในการออกแบบอาคารอยู่อาศัยรวมในเมืองเชียงใหม่ซึ่งมีความเสี่ยงต่อแผ่นดินไหวในระดับปานกลางนั้น สถาปนิกควรตระหนักว่าเสาอาคารจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าปกติเล็กน้อย เมื่อเทียบกับการออกแบบในพื้นที่ที่ไม่มีแผ่นดินไหว จะทำให้เสามีความแข็งแรงที่จะจำกัดการโยกของอาคารได้ในทุกทิศทาง ซึ่งขนาดของเสาที่เหมาะสมนั้น จะช่วยให้วิศวกรออกแบบให้เสาสามารถมีกำลังรับแรงเฉือนและแรงดัดในเสาได้โดยไม่จำเป็นต้องมีผนังรับแรงเฉือนก็ได้ ในกรณีที่เสาถูกออกแบบให้มีขนาดเล็กเกินไปเท่านั้น ที่จำเป็นต้องใช้ผนังรับแรงเฉือนเข้ามาช่วย

การออกแบบให้อาคารพักอาศัยมีเสามีจำนวนมากแต่มีขนาดหน้าตัดค่อนข้างเล็ก จะทำให้จำกัดระยะการโยกของอาคารเมื่อเกิดแผ่นดินไหวได้ไม่ดีเท่าการออกแบบให้เสามีจำนวนน้อยกว่าแต่มีขนาดหน้าตัดใหญ่กว่า ดังนั้น ด้วยเหตุที่ห้องพักในอาคารพักอาศัยรวมมักจะมีควมกว้างประมาณ 3.00 - 4.00 เมตร สถาปนิกควรวางตำแหน่งของเสาในลักษณะผนังเว้นผนัง หมายความว่า แนวเสาควรห่างกันประมาณ 6.00 - 8.00 เมตร จะทำให้ได้เสาที่ใหญ่พอที่จะจำกัดการโยกตัวของอาคารจากแผ่นดินไหวได้ดี

ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้

- ผลการวิจัยนี้ใช้ได้กับอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเท่านั้น
- ไม่สามารถใช้ผลนี้กับอาคารที่มีโครงสร้างไม่ปกติ หรืออาคารที่มีความไม่สม่ำเสมอของรูปทรงอาคารแนวราบและแนวดิ่ง ตามที่ระบุใน มาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว หรือ มยผ. 1302 (กระทรวงมหาดไทย, 2552)

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงมหาดไทย. (2550). กฎกระทรวงฉบับที่ 49 (พ.ศ. 2550) ออกตามความในพระราชบัญญัติ
ควบคุมอาคารพ.ศ. 2522
- กระทรวงมหาดไทย. (2552). มาตรฐานการออกแบบอาคารด้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว. กรม
โยธาธิการและผังเมือง
- กรมทรัพยากรธรณี. (2548). “แผ่นดินไหวภัยที่ต้องระวัง” เอกสารออนไลน์ [http://www.dmr.go.th/
download/document/geoworld7.pdf](http://www.dmr.go.th/download/document/geoworld7.pdf) 1 กรกฎาคม 2555
- จิรัชย์ พัฒนพงศา . (2548). การประเมินความเสี่ยงภัยเชิงคุณภาพจากภัยแผ่นดินไหวต่อระบบ
สาธารณูปโภคของเมืองเชียงใหม่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตุลาคม 2548
- ชยานนท์ ทรรัชญ์โณ. (2553). การประเมินความอ่อนแอต่อแรงแผ่นดินไหวของอาคารโรงเรียนในจังหวัด
เชียงใหม่ และการกระตุ้นชุมชนให้มีการรับทราบถึงภัยแผ่นดินไหวเพื่อการเตรียมพร้อมในระดับ.
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2553
- นคร ภู่วโรดม. (2549). การศึกษาความพร้อมด้านวิชาการและแนวทางปฏิบัติด้านการออกแบบอาคาร
และสิ่งก่อสร้างเพื่อหาแนวทางการป้องกันภัยพิบัติจากแผ่นดินไหวสำหรับประเทศไทย. ภาควิชา
วิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2549
- ไพบูลย์ ปัญญาคะโป. (2545). การออกแบบอาคาร โลบรารี นาย 2545. ISBN 974-90757-4-9
- สนั่น เจริญเผ่า และวินิต ช่อวีเชียร. (2530). คอนกรีตเสริมเหล็ก. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2530
- อมร พิมานมาศ. (2557). “วิเคราะห์ 5 สาเหตุหลักโครงสร้างเสียหายจากเหตุแผ่นดินไหวเชียงราย”
บทความออนไลน์ [http://www.bsa.or.th/TIP/วิเคราะห์-5-สาเหตุหลักโครงสร้างเสียหายจากเหตุ
แผ่นดินไหวเชียงราย.html](http://www.bsa.or.th/TIP/วิเคราะห์-5-สาเหตุหลักโครงสร้างเสียหายจากเหตุแผ่นดินไหวเชียงราย.html) 25 พฤษภาคม 2557
- อุทัย ใจสักเสริม. (2550). การจำลองเชิงพื้นที่ของระดับการสั่นไหวของอาคารในเมืองเชียงใหม่ ใน
สถานการณ์แผ่นดินไหว. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2550