บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ประเทศไทยอยู่ในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดแผ่นดินไหวค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับหลายประเทศใกล้เคียง เช่น พม่า และจีน เป็นต้น ทั้งนี้ประเทศไทยมีรอยเลื่อนที่มีพลังที่สำคัญในภาคเหนือได้แก่ รอยเลื่อนแม่จัน รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน รอยเลื่อนแม่ทา และรอยเลื่อนแพร่ ส่วนรอยเลื่อนในภาคตะวันตก คือ รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ รอยเลื่อนเมย และภาคใต้ได้แก่ รอยเลื่อนระนอง และรอยเลื่อนคลองมะลุ่ย เมื่อเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวจากรอยเลื่อนเหล่านี้ เป็นผลให้อาคารเกิดการสั่นไหว ทำให้เกิดความตื่นตัวจากประชาชนทั่วไปในความปลอดภัยของอาคารต่างๆ โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานครที่มีอาคารสูงมากมาย ในช่วงเวลาหลายปีที่ผ่านมาอาคารได้ถูกสร้างขึ้นเป็นจำนวนมากและการออกแบบไม่ได้คำนึงถึงผลของแรงแผ่นดินไหวต่อโครงสร้างเป็นหลัก

แม้ว่าในปัจจุบันนี้ ได้มีกฎหมายควบคุมอาคารตามประกาศกฎกระทรวงฉบับ พ.ศ. 2550 กำหนดพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันตก รวมทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เป็นเขตพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว อาคารที่จะปลูกสร้างใหม่จะต้องมีการออกแบบให้สามารถต้านทานแผ่นดินไหวได้ แต่เนื่องจากอาคารในเขตพื้นที่ดังกล่าวส่วนใหญ่ไม่ได้มีการออกแบบให้สามารถต้านทานแรงแผ่นดินไหวได้ อาคารเหล่านี้จึงมีความเสี่ยงต่อภัยพิบัติเนื่องจากแรงแผ่นดินไหวได้ ดังนั้น การเสริมกำลังโครงสร้างอาคารที่มีอยู่เดิม จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพื่อจะได้ป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอาคารเหล่านี้ต่อไป

วิธีการเสริมกำลังโครงสร้างอาคารแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ก) การเสริมกำลังโดยรวมของอาคาร เช่น การเพิ่มผนังรับแรงเฉือน การเพิ่มกำแพงก่ออิฐ การเสริมโครงค้ำยัน (Buckling Restrained Braces, BRB) การใช้ระบบแยกส่วนฐาน (Base Isolation) เป็นต้น และ ข) การเสริมกำลังเฉพาะองค์อาคาร เช่น การเสริมปลอกเสาและคาน (Jacketing) การใช้แผ่นพันหุ้มเสา (Fiber Reinforced Polymer Wrapping, FRP) เป็นต้น วิธีการเสริมกำลังโครงสร้างอาคารที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงสร้างอาคารแต่ละแบบ ซึ่งควรมีการวิเคราะห์ประเมินพฤติกรรมการรับแรงแผ่นดินไหวของอาคารก่อน

จากผลการวิจัยที่ผ่านมา (Gates และคณะ 1992; Sugano, 1981) ซึ่งได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการเสริมกำลังโครงสร้างอาคาร ในด้านเทคนิค ได้แก่ ค่ากำลัง (Strength) ค่าสติฟเนส (Stiffness) ค่าความเหนียว (Ductility) ตลอดจนวิธีการทำงานและราคาค่าก่อสร้าง นำมาประมวลผลได้ว่า การใช้ผนังกำแพงเสริมกำลังโดยรวมของอาคารเหมาะสำหรับโครงสร้างอาคารขนาดเตี้ย ดังนั้น ในการศึกษานี้ จึงนำวิธีการเสริมกำลังในผนังอิฐ มาศึกษาพฤติกรรมการรับแรงแผ่นดินไหว เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เสริมกำลังต้านทานแผ่นดินไหวสำหรับอาคารที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในประเทศไทยและมีความสำคัญต่อสาธารณะ

เนื่องจากผนังอิฐในโครงสร้างอาคาร (Infill Wall) เดิมไม่ได้มีการออกแบบให้สามารถต้านทานแรงแผ่นดินไหวได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีผนังที่มีช่องเปิดด้วยบานประตูและหน้าต่าง จะมีกำลังต้านทานน้อยลงมาก ดังนั้น การศึกษาวิธีการเสริมกำลังและพฤติกรรมต้านทานแผ่นดินไหวของผนังอิฐจึงเป็นประโยชน์ต่ออาคารเป็นอย่างมาก

การเสริมกำลังให้กับผนังอิฐก่อทั้งผนังอิฐก่อเต็มและผนังอิฐก่อแบบมีช่องเปิดเพื่อช่วยให้ความสามารถของผนังอิฐก่อมีกำลังและค่าสติฟเนสของโครงสร้างที่ดีขึ้น ได้มีเทคนิคการเสริมกำลังผนังอิฐก่อหลายรูปแบบเพื่อช่วยในการรับแรงแผ่นดินไหว เช่น การใช้เทคนิคการเสริมกำลังโดยใช้แผ่นวัสดุ

คาร์บอนไฟเบอร์ (Carbon Fiber Reinforced Polymer Composites) การใช้เทคนิคการเสริมกำลังโดยใช้แผ่นวัสดุไฟเบอร์ (Fiber Reinforced Polymer Composites) เทคนิคการเสริมกำลังโดยใช้แผ่นเหล็ก (Steel Strips) เทคนิคการใช้เหล็กเสริมในผนังอิฐก่อ (Steel Reinforcement) การใช้วัสดุแบบทอ (Textile) รวมถึงการใช้เหล็กตะแกรง (Steel Wire Mesh) โดยมีมวลรวมละเอียดเป็นตัวเชื่อมระหว่างโครงสร้างกับตัววัสดุ การเสริมกำลังวัสดุคอมโพสิตผสมซีเมนต์ (Engineering Cementitios Composites) และการใช้วัสดุเสริมเหล็กพ่นด้วยวิธีช็อตกรีตกำลังสูงให้กับผนังอิฐก่อ ซึ่งแต่ละเทคนิคมีวิธีการติดตั้งที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับรูปแบบในการเสริมกำลังให้กับทางโครงสร้างผนังอิฐก่อ แต่ให้กำลังของผนังอิฐก่อที่ได้รับการเสริมกำลังรับแรง ค่าสติฟเนส มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นทุกวิธีการ ส่วนข้อแตกต่างของแต่ละวิธีขึ้นอยู่กับราคาของตัววัสดุที่แตกต่างกันโดยจะเลือกใช้การเสริมกำลังแบบใดขึ้นอยู่กับ การนำผลที่ได้จากการวิจัยไปใช้จึงเป็นที่น่าสนใจต่อการเสริมกำลังให้กับทางโครงสร้าง

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาวัสดุที่ใช้สำหรับการเสริมกำลังให้กับโครงสร้าง โดยมีเทคโนโลยีการผลิตที่ดีสำหรับประเทศไทย การหาวัสดุที่นำมาเสริมกำลังจะต้องคำนึงถึงการรับกำลังที่เพิ่มขึ้นให้กับโครงสร้างแต่ยังต้องคำนึงถึงเรื่องของราคาด้วยซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญ ดังนั้นวัสดุที่เป็นอีกทางเลือกในการเสริมกำลังที่น่าสนใจคือตะแกรงเหล็กฉีก(Expanded Metal) ซึ่งเป็นแผ่นโลหะทำให้เป็นรูในลักษณะดึงออกและยืดเป็นรูปตาข่ายสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัดหรือรูปรังผึ้ง โดยมีทุกจุดต่อของรูยืดต่ออย่างแข็งแรงตลอดหน้าตัด การผลิตตะแกรงเหล็กฉีกไม่ใช้การเชื่อมหรือการเจาะรู ตะแกรงเหล็กฉีกจึงมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันทุกรูและตลอดทั้งแผ่นจึงมีความแข็งแรงสูงยากที่จะทำให้ขาดหรือหลุดจากกัน ดังนั้นการใช้ตะแกรงเหล็กฉีกรวมกับมอร์ต้าร์กำลังสูงเพื่อใช้ในการเสริมกำลังจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการเสริมกำลังโครงสร้าง

งานวิจัยนี้จึงได้เลือกเทคนิคการเสริมกำลังโดยใช้แผ่นตะแกรงเหล็กฉีก (Expanded Metal) ในการเสริมกำลังให้กับผนังอิฐก่อ โดยตัวอย่างในงานวิจัยที่ทำการทดสอบมีทั้งหมด 3 ตัวอย่างภายใต้แรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร ได้แก่ ตัวอย่างโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กที่ไม่ได้มีการก่อผนัง (BF) ตัวอย่างโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีการก่อผนังด้วยอิฐมอญ (W) และตัวอย่างโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีการก่อผนังด้วยอิฐมอญโดยเสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีก (W-SR) เพื่อทำการศึกษาพฤติกรรมก่อนหลังการเสริมกำลัง รวมถึงการวิเคราะห์แรงที่เกิดขึ้นภายใต้แรงกระทำรวมกันในแนวดิ่งและแรงกระทำทางด้านข้างแบบแบบวัฏจักร และการสร้างแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบรูปแบบผลการทดสอบและการจำลองที่ได้ด้วยโปรแกรม RUAUMOKO ซึ่งเป็นการจำลองแบบไม่เชิงเส้น ผลที่ได้จะแสดงรูปแบบพฤติกรรมการรับแรงแบบวัฏจักร (Hysteretic)

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากำลังรับแรงต้านทานแผ่นดินไหวของผนังอิฐก่อภายในโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กก่อนเสริมกำลังและหลังเสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีก

1.2.2 เพื่อประเมินกำลังรับแรงของผนังอิฐก่อภายในโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กก่อนเสริมกำลังและหลังเสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีกเปรียบเทียบกับผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

1.2.3 เพื่อทำนายพฤติกรรมของผนังอิฐก่อภายในโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กก่อนเสริมกำลังและหลังเสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีก ทางด้านกำลังรับแรงด้านข้าง ความเหนียว และค่าสติฟเนส โดยเปรียบเทียบกับผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การทดสอบกำลังรับแรงเฉือน ของผนังอิฐก่อที่มีการเสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีกภายใต้มาตรฐาน ASTM E519-07 รวมถึงการทดสอบปรีซึมอิฐก่อที่มีการเสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีกภายใต้มาตรฐาน ASTM C1314-07 โดยในขั้นตอนการทดสอบได้เลือกตะแกรงเหล็กฉีกที่มีความแตกต่างกัน 4 ชนิด ได้แก่ TYPE-1 , TYPE-2 ,TYPE-3 และ TYPE-4

1.3.2 อาคารในการศึกษานี้เป็นอาคารโรงเรียนคอนกรีตเสริมเหล็กในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการสูง 3 ชั้น ซึ่งไม่ได้มีการออกแบบเพื่อต้านทานแรงแผ่นดินไหว

1.3.3 ต้นแบบทดสอบเป็นโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กขนาด 1 ชั้น โดยการสร้างขนาดเท่าของจริงในอัตราส่วน 1:1 ซึ่งประกอบด้วยตัวอย่างโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กที่ไม่ได้มีการก่อผนัง (BF) ตัวอย่างโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีการก่อผนังด้วยอิฐมอญ (W) และตัวอย่างโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีการก่อผนังด้วยอิฐมอญและเสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีก (W-SR)

1.3.4 การวิเคราะห์กำลังรับแรงด้านข้างจะใช้ทฤษฎีการวิบัติของผนังอิฐก่อภายในโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็ก 3 ลักษณะได้แก่ กำลังต้านทานแรงกดอัดในแนวทแยง (Diagonal Compression Resistance) กำลังต้านทานแรงเฉือนแบบเลื่อนไถล (Sliding Shear Resistance) และ กำลังต้านทานแรงกดอัดที่มุมผนัง (Corner Compression Resistance)

1.3.5 การสร้างแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบรูปแบบผลการทดสอบและการจำลองที่ได้โดยใช้โปรแกรม RUAUMOKO

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถเข้าใจถึงพฤติกรรมของผนังอิฐก่อภายในโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กก่อนเสริมกำลังและหลังเสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีก

1.4.2 สามารถเข้าใจถึงทฤษฎีการวิเคราะห์กำลังรับแรงต้านทานแผ่นดินไหวของผนังอิฐก่อภายในโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กก่อนเสริมกำลังและหลังเสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีก

1.4.3 สามารถเข้าใจถึงทฤษฎีการวิเคราะห์โครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อทำนายพฤติกรรมทางด้านกำลังรับแรงด้านข้าง ความเหนียว และค่าสติฟเนส โดยวิธีการพลศาสตร์ไม่เชิงเส้นโดยโปรแกรม RUAUMOKO

1.4.4 สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อต้านทานแรงแผ่นดินไหว