บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันมีการเกิดแผ่นดินไหวขึ้นบ่อยครั้งในประเทศไทย และประเทศอื่นๆ ทั่วโลก ซึ่งการเกิดแผ่นดินไหวในแต่ละครั้งเกิดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินไม่มากก็น้อยแล้วแต่ระดับความรุนแรงของการเกิดแผ่นดินไหว ซึ่งภัยพิบัติดังกล่าวนั้นไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า เพราะฉะนั้นการป้องกันหรือการปลอดภัยไว้ก่อนจึงเป็นทางเดียวที่สามารถทำได้ การเพิ่มขีดความสามารถในการรับแรงของอาคารก็เป็นการป้องกันที่น่าสนใจ เนื่องจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวหลายครั้งที่ผ่านมาพบว่า ความสูญเสียส่วนมากเกิดกับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถรับแรงแผ่นดินไหวได้และเกิดการวิบัติและพังทลายลงมาทันทีทำให้ผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคารเหล่านี้ได้รับบาดเจ็บและเสียชีวิตเป็นจำนวนมากโดยไม่สามารถหนีรอดออกมาได้ ดังนั้นจึงได้มีการวิจัยและศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความสามารถของโครงสร้างในการต้านทานแรงแผ่นดินไหวเป็นจำนวนมากเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบโครงสร้างของอาคารและป้องกันความสูญเสียดังกล่าว

Fintel (1995) ได้สำรวจอาคารจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวต่าง ๆ กว่า 12 เหตุการณ์ทั่วโลกเป็นเวลา 30 ปี (ปี ค.ศ. 1963 - 1993) รายงานว่าอาคารที่ออกแบบให้โครงสร้างรับแรงด้านข้างเป็นระบบผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก (Shear wall system) ไม่เกิดการพังทลายลงมา ถึงแม้จะเกิดความเสียหายมากบ้างน้อยบ้างแล้วแต่กรณี ในขณะที่โครงสร้างอาคารที่ไม่ได้ใช้ระบบผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กได้พังทลายลงมามากมาย จากตัวอย่างเหตุการณ์แผ่นดินไหวในชิลี และเม็กซิโก ปี ค.ศ. 1985 โดยที่ชิลีวัดแรงสั่นสะเทือนได้ 7.8 ริกเตอร์ และเม็กซิโกวัดแรงสะเทือนได้ 8.1 ริกเตอร์ เป็นที่น่าสังเกตว่าถึงแม้ความรุนแรงของแผ่นดินไหวในชิลีจะรุนแรงในระดับใกล้เคียงกับที่เม็กซิโก แต่ระดับความเสียหายเกิดขึ้นน้อยกว่ากันมาก สาเหตุสำคัญอันหนึ่งเกิดจากการใช้ระบบผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กอย่างกว้างขวางในชิลี และยังมีข้อสังเกตอีกว่าโดยทั่วไปการให้รายละเอียดเหล็กเสริมในผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กในชิลีในขณะนั้นเป็นไปตามมาตรฐานทั่วไปของ ACI318 เท่านั้น ไม่ได้ปฏิบัติตามมาตรฐานการให้รายละเอียดเหล็กเสริมที่ให้โครงสร้างมีความเหนียวสำหรับต้านแรงแผ่นดินไหว Wallace and Moehle (1993) เสนอแนะว่าพฤติกรรมที่ดีเป็นพิเศษของอาคารที่ใช้ระบบผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กในชิลีเป็นเครื่องพิสูจน์ถึง

ประสิทธิภาพของอาคารที่ใช้ระบบผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กในการป้องกันชีวิตและทรัพย์สิน ด้วยเหตุนี้ผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กจึงเป็นองค์อาคารหลักที่มีคุณสมบัติที่ดีในการควบคุมการโยกตัวของอาคาร จึงช่วยลดผลกระทบจากการเยื้องศูนย์ของน้ำหนักอาคารและทำให้อาคารไม่เกิดการพังทลาย ผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กจึงเหมาะอย่างยิ่งในการใช้เป็นองค์อาคารต้านทานแรงด้านข้างโดยเฉพาะแรงจากแผ่นดินไหว

การออกแบบผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กรับแรงเฉือนจากแผ่นดินไหวตามมาตรฐาน ACI318-05 จะให้สูตรคำนวณกำลังต้านทานแรงเฉือนจากรอยแตกในแนวทแยง (Diagonal shear crack) และกำหนดค่ากำลังรับแรงเฉือนจำกัดไว้ที่ $2/3\sqrt{f_c'}A_{cv}$ (โดยที่ f_c' คือกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตแบบทรงกระบอก, MPa และ A_{cv} คือพื้นที่หน้าตัดของผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก , mm) เพื่อป้องกันการอัดแตกในแนวทแยง (Diagonal shear compression) ซึ่งพบว่าค่ากำลังรับแรงเฉือนจำกัดนี้ทำนายค่าในเชิงปลอดภัยมากเกินไป นอกจากนี้จากการทดสอบผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กเนื่องจากแรงด้านข้างแบบวัฏจักร พบว่าการวิบัติแบบการอัดแตกในแนวทแยงนี้บางครั้งเกิดขึ้นหลังจากพฤติกรรมผ่านช่วงครากแล้ว (Oesterle, et al., 1976, 1979; Shaingchin, Lukkunaprasit and Wood, 2007; Gulec, Whittaker and Stojadinovic, 2008) ซึ่งการกำหนดค่ากำลังแรงเฉือนจำกัดไว้ที่ค่าคงที่ใดๆจึงไม่ใช่วิธีการที่ดีนัก การศึกษาวิจัยนี้จึงทำการทบทวนการคำนวณกำลังรับแรงเฉือนของผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางการออกแบบที่ถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. ศึกษาพฤติกรรมของผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กต้านแรงเฉือนแบบวัฏจักร
2. ศึกษาเปรียบเทียบกำลังรับแรงเฉือนของผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กในบทที่ 21 ของข้อกำหนด ACI318-05 กับผลการทดสอบตัวอย่างผนังจากงานวิจัยอื่น
3. พัฒนาวิธีการอย่างง่ายเพื่อออกแบบผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กต้านแรงเฉือนโดยใช้วิธีวิเคราะห์หน้าตัดที่คำนึงถึงความเครียดเฉือน

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษากำลังรับแรงเฉือนของผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กในเชิงเปรียบเทียบกับผลการทดสอบตัวอย่างผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กที่ไม่มีช่องเปิดเนื่องจากแรงกระทำทางด้านข้าง จำนวน 13 ตัวอย่าง จากงานวิจัยของ Oesterle, et al. (1976, 1979; Salonikios, et al., 1999; Sittipunt, et al., 2000; Shaingchin, Lukkunaprasit and Wood,

2007) โดยผนังตัวอย่างมีทั้งหน้าตัดทั้งแบบสี่เหลี่ยมและแบบหัวค้อน และมีอัตราส่วนความสูงต่อความกว้างในช่วง 1.0 ถึง 2.4