บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ ก็เพื่อศึกษาผลของการจัดเหล็กเสริมรับแรงเฉือนแบบต่างๆ ที่มีต่อพฤติกรรมการรับแรงด้านข้างแบบเป็นวัฏจักรของกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยทำการทดสอบตัวอย่างกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีเหล็กเสริมรับแรงเฉือนที่แตกต่างกันจำนวน 6 ตัวอย่าง ซึ่งในแต่ละตัวอย่างจะถูกแรงด้านข้างแบบเป็นวัฏจักรกระทำที่ระดับ 2.10 ม. เหนือฐานกำแพง จนกระทั่งตัวอย่างทดสอบเกิดการวิบัติ จากนั้นจะนำผลการทดสอบที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของการวิบัติ, ความสามารถในการกระจายพลังงาน และวิเคราะห์ถึงบทบาทของเหล็กเสริมที่มีต่อพฤติกรรมของกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา ผลของการจัดเหล็กเสริมรับแรงเฉือนแบบต่างๆ ที่มีต่อพฤติกรรมการรับแรงด้านข้างแบบเป็นวัฏจักรของกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก ภายใต้ขอบเขตของงานวิจัยนี้ ผลสรุปที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

1. กำแพงที่ออกแบบตามข้อกำหนดของ ACI (7) ให้มีกำลังรับแรงดัดเท่ากับกำลังรับแรงเฉือน ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการวิบัติในลักษณะของแรงเฉือน หรือการวิบัติแบบ Web Crushing ได้

2. การเพิ่มปริมาณเหล็กเสริมรับแรงเฉือนในกำแพง ทั้งในแนวนอนและในแนวดิ่ง ไม่ได้ช่วยทำให้ความสามารถในการกระจายพลังงานของกำแพงดีขึ้น อีกทั้งยังไม่สามารถลดการเสียรูปด้วยแรงเฉือน และป้องกันไม่ให้กำแพงเกิดการวิบัติในลักษณะของแรงเฉือน หรือการวิบัติแบบ Web Crushing ได้

3. เหล็กเสริมรับแรงเฉือนที่กระจายในแนวทแยงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด ในการเพิ่มความสามารถในการกระจายพลังงาน, ลดการเสียรูปด้วยแรงเฉือน และป้องกันไม่ให้กำแพงเกิดการวิบัติในลักษณะของแรงเฉือน หรือการวิบัติแบบ Web Crushing

4. เมื่อปริมาณเหล็กเสริมรับแรงเฉือนที่กระจายในแนวทแยงเพิ่มขึ้นจาก 0.523 % เป็น 0.785 % จะทำให้ความสามารถในการกระจายพลังงานของกำแพงเพิ่มขึ้นด้วย

5. รูปแบบการเสริมเหล็กรับแรงเฉือนที่เหมาะสมที่สุด สำหรับกำแพงที่ต้องรับแรงกระทำด้านข้างแบบเป็นวัฏจักรคือ การใช้เหล็กเสริมรับแรงเฉือนที่กระจายในแนวทแยงทั้งสองทิศทาง

6. ค่าหน่วยแรงเฉือนระบุ (v_n) สำหรับการออกแบบกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กที่ต้องรับแรงด้านข้างแบบเป็นวัฏจักร ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานของ ACI (7) ซึ่งมีค่าเท่ากับ $2.1\sqrt{f'_c}$ (ksc) มีค่าสูงเกินไป และไม่สามารถป้องกันการวิบัติในลักษณะของแรงเฉือน หรือการวิบัติแบบ Web Crushing ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากเหล็กเดือย (Dowel Bars) ที่ใช้ในการถ่ายแรงเฉือนในตัวอย่างทดสอบที่ 3 ไม่ได้ทำการป้องกันแรงยึดเหนี่ยว (Bond) ระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเดือย จึงมีผลทำให้เหล็กเดือยช่วยรับแรงดัดด้วย ซึ่งในการออกแบบต้องการให้เหล็กเดือยทำหน้าที่เพื่อถ่ายแรงเฉือนเท่านั้น จึงทำให้ผลการทดสอบไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ ดังนั้น จึงควรมีการป้องกันไม่ให้เหล็กเดือยรับแรงดัด และทำการศึกษาผลของการหยุดเหล็กเสริมรับแรงเฉือนในแนวดิ่งใหม่

2. เนื่องจากตัวอย่างทดสอบที่ 4 ซึ่งมีการใช้เหล็กเสริมมัดรวมกันในแนวทแยง เกิดการวิบัติเนื่องจาก Sliding Shear เสียก่อน ดังนั้นจึงควรมีการป้องกันไม่ให้เกิดการวิบัติเนื่องจาก Sliding Shear ขึ้น โดยใส่เหล็กเสริมในแนวดิ่งที่อยู่ระหว่างรอยต่อก่อสร้าง (Construction Joint) ให้มีปฏิกิริยาของเหล็กเดือย (Dowel Action) อย่างเพียงพอ และทำการศึกษาผลของการใช้เหล็กเสริมมัดรวมกันในแนวทแยงที่มีต่อความสามารถในการกระจายพลังงานของกำแพง เนื่องจากในทางปฏิบัติการใช้เหล็กเสริมมัดรวมกันในแนวทแยง เพื่อถ่ายแรงเฉือนลงสู่ฐานกำแพงจะทำได้สะดวกและประหยัดกว่าการใช้เหล็กเสริมที่กระจายในแนวทแยง

3. จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า เมื่อปริมาณเหล็กเสริมรับแรงเฉือนที่กระจายในแนวทแยงเพิ่มขึ้นจาก 0.523 % เป็น 0.785 % จะทำให้กำแพงมีความสามารถในการกระจายพลังงานเพิ่มขึ้น ดังนั้น จึงควรทำการศึกษาหาปริมาณของเหล็กเสริมรับแรงเฉือนที่กระจายในแนวทแยงที่เหมาะสมที่สุด (Optimum) เพื่อที่จะทำให้ความสามารถในการกระจายพลังงานและกำลังในการรับแรงเฉือนของกำแพงมีค่ามากที่สุด

4. ในมาตรฐานของ ACI (7) ได้กำหนดให้กำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กที่ต้องรับแรงด้านข้างแบบเป็นวัฏจักร มีค่าหน่วยแรงเฉือนระบุ (v_n) ไม่เกิน $2.1\sqrt{f'_c}$ (ksc) ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่า ค่าดังกล่าวยังอาจจะทำให้กำแพงเกิดการวิบัติในลักษณะของแรงเฉือน หรือการวิบัติแบบ Web Crushing ได้ ดังนั้น จึงควรทำการศึกษาหาค่าหน่วยแรงเฉือนระบุ (v_n) ที่สามารถป้องกันไม่ให้กำแพงเกิดการวิบัติในลักษณะดังกล่าว