บทที่ 6

สรุปผลดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลดำเนินงาน

จากผลการทดสอบคานคอนกรีตอัดแรงที่มีช่องเปิดทรงกลมขนาดใหญ่และเสริมกำลังภายนอกด้วย CFRP โดยจำลองด้วย Strut and Tie Model สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ช่องเปิดวงกลมขนาดใหญ่($D_o/h = 0.54$) ในคานคอนกรีตอัดแรง มีผลทำให้ความสามารถในการรับน้ำหนักของคานนั้นลดลง 36.27 % เทียบกับคานควบคุม และรูปแบบการวิบัติของคานเป็นแบบ Shear Failure
2. การสร้างแบบจำลองด้วยวิธี Strut and Tie ในคานควบคุมสามารถสร้างแบบจำลองโดยอ้างอิงโครงข้อหมุนแบบ Howe Truss มีมุมท่อนอัดบริเวณกลางคานเท่ากับ 50 องศา ส่วนคานมีช่องเปิดไม่เสริมกำลังสามารถสร้างแบบจำลองโดยอ้างอิงโครงข้อหมุนผสมระหว่างแบบ Howe Truss กับ Fan Truss มีมุมท่อนอัดบริเวณกลางคานเท่ากับ 44 องศาและมีท่อนดึงแนวทแยงเอียงทำมุม 28 องศา พาดผ่านแนวของรอยร้าวที่เกิดจากการวิบัติแบบ Shear Failure ทำให้สามารถถ่ายแรงภายในผ่านบริเวณช่องเปิดขนาดใหญ่ได้อย่างเหมาะสม และคานมีช่องเปิดและเสริมกำลังด้วย CFRP ใช้แบบจำลองที่ได้จากคานมีช่องเปิดที่ไม่เสริมกำลัง โดยมุมของการเสริมกำลังเท่ากับ 28 องศา มีมุมท่อนอัดบริเวณกลางคานเท่ากับ 50 องศา พบว่าแรงภายในที่ได้จาก Strut and Tie เทียบกับผลการทดสอบมีความคลาดเคลื่อนของแรงที่เกิดในชิ้นส่วนวิกฤตอยู่ในช่วงระหว่าง 3.14%-9.13%
3. การเสริมกำลังภายนอกด้วย CFRP เพื่อรับแรงเฉือนให้กับคานคอนกรีตอัดแรงที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่ทั้งในคาน SBO และ RBO-1 ช่วยให้ความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้นเท่ากับ 47.68 และ48.22 % ตามลำดับ เมื่อเทียบกับคานที่มีช่องเปิดไม่เสริมกำลัง อีกทั้งสามารถเปลี่ยนรูปแบบการวิบัติจาก Shear Failure เป็น Flexure Failure และมีค่าความเหนียวที่ไม่น้อยกว่าคานควบคุม
4. การวิเคราะห์หาน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของคานที่วิบัติภายใต้แรงดัดที่ให้ค่าใกล้เคียงกับผลการทดสอบมากที่สุดคือการใช้หน่วยแรงดึงของเหล็กเสริมอัดแรงที่สภาวะวิบัติ (f_{ps}) ตามที่แนะนำโดยมาตรฐานACI ส่วนคานที่มีช่องเปิดที่วิบัติภายใต้แรงเฉือนสามารถวิเคราะห์โดยประยุกต์ทฤษฎีกำลังต้านทานแรงเฉือนเนื่องจากคอนกรีต (V_c) ของคานคอนกรีตอัดแรงตามมาตรฐาน ACI โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 3.0 %

6.2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

จากการศึกษาและทดสอบสำหรับงานวิจัยนี้เห็นว่าควรมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมดังนี้

1. เพิ่มตำแหน่ง Strain Gage เพื่อเก็บค่าการยืด-หดตัวของเหล็กเสริมอัดแรง เหล็กเสริมไม่อัดแรงรับแรงดึง เหล็กเสริมไม่อัดแรงรับแรงอัดและ CFRP เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลที่ได้จาก Strut and Tie มากยิ่งขึ้น
2. ตรวจวัดค่า Strain ในลวดอัดแรงของคาน BO-1 ตลอดเวลาทั้งในขณะที่คานรับน้ำหนักบรรทุกจนวิบัติและขณะถอนน้ำหนักบรรทุกออก ก่อนนำคานนั้นไปซ่อมรอยร้าวและเสริมกำลัง เพื่อตรวจสอบค่าแรงดึงประสิทธิผลคงเหลือในลวดอัดแรง นำไปสู่การจำลองโมเดล Strut and Tieของคาน RBO-1 ที่ถูกต้อง
3. การเสริมกำลังคานคอนกรีตอัดแรงที่มีช่องเปิดที่ไม่สามารถพัน CFRP รอบคานได้ควรมีการพิจารณาระบบยึดรั้ง (Anchorage System) เพื่อป้องกันการหลุดร่อน (Debonding) ของ CFRP เพื่อพัฒนากำลังได้เต็มประสิทธิภาพ
4. ศึกษาผลของขนาดช่องเปิดและรูปทรงของช่องเปิดที่ต่างกัน รวมทั้งตำแหน่งของช่องเปิดที่บริเวณกลางคาน (Flexural Zone) เพื่อพิจารณาพฤติกรรมและรูปแบบการเสริมกำลังบริเวณพื้นที่คอนกรีตเหนือช่องเปิด