บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การก่อสร้างด้วยระบบคอนกรีตอัดแรงเป็นที่นิยมมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบคอนกรีตเสริมเหล็ก เนื่องด้วยการใช้คอนกรีตและเหล็กเสริมที่มีกำลังสูงกว่า การควบคุมการก่อสร้างที่ดีกว่าและเวลาที่ใช้ก็น้อยกว่า อย่างไรก็ดีในบางครั้งจำเป็นจะต้องเจาะทำช่องเปิดสำหรับท่อของงานระบบต่าง ๆในคาน ณ ตำแหน่งที่ไม่ได้มีการออกแบบไว้ก่อน ดังภาพที่ 1.1 การเจาะช่องเปิดนั้นมีผลให้ความสามารถการรับแรงเฉือนของคานลดลง[4,8-10] จนอาจเป็นเหตุให้เกิดการวิบัติกับโครงสร้าง[11] และส่งผลกระทบผลต่อชีวิตและทรัพย์สินได้ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการเสริมกำลังกับโครงสร้างเหล่านั้น ผลของการเจาะช่องเปิดทำให้คานคอนกรีตมีพฤติกรรมที่ไม่ต่อเนื่อง (Discontinuity Region; D-Region) ไม่สามารถใช้ทฤษฎีคานในการวิเคราะห์ได้[16] ทฤษฎี Strut and Tie เป็นทฤษฎีที่สามารถวิเคราะห์คานคอนกรีตที่มีพฤติกรรมเหล่านั้นได้และยังแสดงทิศทางการถ่ายแรงภายในของคาน[1,16,19] ซึ่งเป็นประโยชน์ในการหารูปแบบของการเสริมกำลังให้โครงสร้าง

การเสริมกำลังภายนอกให้กับโครงสร้างมีหลายวิธี เช่น การเสริมกำลังด้วยการหุ้มด้วยคอนกรีต (Concrete Jacketing) การเสริมกำลังด้วยแผ่นเหล็ก (Steel Plate)[5] และการเสริมกำลังด้วยวัสดุ FRP (Fiber Reinforced Polymer)[3-10,13-14,18] CFRP จัดเป็นวัสดุประเภทหนึ่งที่อยู่กลุ่มของวัสดุ FRP ที่มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการก่อสร้าง ดังภาพที่ 1.2 ข้อดีของวัสดุ CFRP คือมีความสามารถในการรับแรงที่สูง มีความต้านทานการผุกร่อนสูง น้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย ไม่ทำให้รูปทรงทางสถาปัตยกรรมเปลี่ยนแปลง เป็นต้น

การศึกษาผลกระทบของช่องเปิดที่มีต่อคานคอนกรีตอัดแรงที่ผ่านมาไม่ได้รวมผลกระทบของช่องเปิดที่มีขนาดใหญ่ไว้ด้วย และการใช้ Strut and Tie สร้างแบบจำลองของการเสริมกำลังเพื่อเพิ่มกำลังรับแรงเฉือนของคานเหล่านั้นก็ยังอยู่ในวงจำกัด ดังนั้นการศึกษาการเสริมกำลังภายนอกด้วย CFRP สำหรับคานคอนกรีตอัดแรงที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่โดยจำลองด้วย Strut and Tie Model จะช่วยเพิ่มองค์ความรู้ใหม่ๆ และเป็นประโยชน์อย่างมาก

ภาพที่ 1.1 การเจาะช่องเปิดในคาน

ภาพที่ 1.2 การเสริมกำลังด้วย FRP กับองค์อาคารต่างๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาพฤติกรรมและผลกระทบของช่องเปิดวงกลมขนาดใหญ่ที่มีต่อกำลังรับแรงเฉือนในคานคอนกรีตอัดแรง Pretension

2. เพื่อออกแบบการเสริมกำลังรับแรงเฉือนคานคอนกรีตอัดแรงที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่ด้วย CFRP โดยวิธี Strut and Tie

3. หากำลังรับแรงเฉือนและรูปแบบการวิบัติเนื่องจากการเสริมกำลังรับแรงเฉือนในคานคอนกรีตอัดแรงที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่ด้วย CFRP

4. นำเสนอสมการทำนายกำลังรับแรงเฉือนในคานคอนกรีตอัดแรงที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่

1.3 สมมติฐานงานวิจัย

วิธี Strut and Tie สามารถอธิบายการถ่ายแรงบริเวณ D- Region ได้อย่างเหมาะสมและวัสดุ CFRP เป็นวัสดุที่ใช้ในการเสริมกำลังแทนเหล็กเสริมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการใช้ CFRP เพื่อเสริมกำลังคานคอนกรีตอัดแรงที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่ที่จำลองด้วยวิธี Strut and Tie จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมทางหนึ่ง

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. พิจารณาการถ่ายแรงของคานที่มีช่องเปิดเพื่อเสริมกำลังด้วย CFRP โดยใช้วิธี Strut and Tie

2. พิจารณาคานคอนกรีตอัดแรง Pretension มีช่องเปิดวงกลมขนาดใหญ่ ณ ตำแหน่งที่มีผลต่อกำลังรับแรงเฉือนของคาน

3. พิจารณาคานคอนกรีตอัดแรงช่วงเดี่ยว (Simple Beam) น้ำหนักกระทำแบบ Center Point Load

4. พิจารณาคานคอนกรีตอัดแรง Pretension จำนวน 4 ชิ้น ประกอบด้วยคานควบคุม 1 ชิ้น และคานที่มีช่องเปิดวงกลมขนาดใหญ่จำนวน 3 ชิ้น โดยแบ่งเป็นการทดสอบ 5 รูปแบบ ได้แก่

1. ชิ้นทดสอบ CB (Control Beam) เป็นการทดสอบคานที่ไม่มีช่องเปิด

2. ชิ้นทดสอบ BO (Beam with Opening) เป็นการทดสอบคานมีช่องเปิดและไม่เสริมกำลัง

3. ชิ้นทดสอบ BO-1(Beam with Opening -1) เป็นการทดสอบคานที่มีช่องเปิดและไม่เสริมกำลัง

4. ชิ้นทดสอบ RBO-1(Repaired and Strengthened Beam with Opening) เป็นการทดสอบคาน BO-1 ซ้ำหลังจากทดสอบจนคานวิบัติ แล้วนำมาซ่อมรอยร้าวและเสริมกำลังด้วย CFRP

5. ชิ้นทดสอบ SBO (Strengthening Beam with Opening) เป็นการทดสอบคานที่มีช่องเปิดและเสริมกำลังด้วย CFRP

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบพฤติกรรมและการสูญเสียกำลังรับแรงเฉือนจากผลของช่องเปิดวงกลมขนาดใหญ่ในคอนกรีตอัดแรง Pretension

2. สามารถหารูปแบบการเสริมกำลังรับแรงเฉือนในคานคอนกรีตอัดแรง Pretension ที่มีช่องเปิดวงกลมขนาดใหญ่ด้วย CFRP โดยวิธี Strut and Tie Method

3. ทราบพฤติกรรมและกำลังที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเสริมกำลังรับแรงเฉือนในคานคอนกรีตอัดแรง Pretension ที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่ด้วย CFRP

4. ทำนายกำลังรับแรงเฉือนในคานคอนกรีตอัดแรงที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่ด้วยสมการอย่างง่าย