

ผลของไม้ไผ่เสริมตามขวางต่อแรงอัดแตกของท่อคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ Effect of the lateral reinforcement of bamboo on crushing strength of bamboo reinforced concrete pipe

วันดี พูนพจน์มาศ¹ รุ่งโรจน์ จักภีระ² และ สนธยา ทองอรุณศรี²

¹สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 นางล้นจี่ พุ่มหาเมฆ สาทร กรุงเทพมหานคร 10120

โทร: 02-2879600 E-mail : wandee.po@rmutk.ac.th

²สาขาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตตาก

41/1 หมู่ 7 ถนนพหลโยธิน ตำบลไม้งาม อำเภอมือง จังหวัดตาก 63000

โทร: 055-515900 E-mail : sontaya@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกำลังอัดของคอนกรีตและจำนวนไม้ไผ่เสริมตามขวางต่อแรงอัดแตกของท่อคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ ท่อคอนกรีตที่ศึกษามีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ซม. ตามมาตรฐาน มอก. 128-2549 ชั้นคุณภาพที่ 3 กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ในการศึกษาเท่ากับ 250 และ 300 กก./ตร.ซม. จากผลการทดสอบพบว่าท่อคอนกรีตที่ใช้กำลังอัดเท่ากับ 250 กก./ตร.ซม. เสริมไม้ไผ่ที่เสริมไม้ไผ่ตามขวางจำนวน 6, 7 และ 8 เส้น มีค่าแรงอัดแตกเท่ากับ 4,908 5,090 และ 5,271 กก. ตามลำดับ และผลการทดสอบท่อที่ใช้กำลังอัดของคอนกรีตเท่ากับ 300 กก./ตร.ซม. ใช้ไม้ไผ่ตามขวางจำนวน 4, 5 และ 6 เส้น มีแรงอัดแตกเท่ากับ 5,141 5,193 และ 5,374 กก. ตามลำดับ จากผลการทดสอบพบว่าท่อคอนกรีตทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์แรงอัดแตกตามมาตรฐานอุตสาหกรรมท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก มอก.128-2549 ขนาดท่อ 40 ซม. ชั้นคุณภาพ คสล.3 ซึ่งกำหนดว่าต้องมีแรงอัดแตกของท่อคอนกรีตไม่น้อยกว่า 2,650 กก. จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า แรงอัดแตกของท่อคอนกรีตเพิ่มขึ้นตามจำนวนไม้ไผ่ตามขวางและกำลังอัดของคอนกรีตที่เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: แรงอัดแตก กำลังอัด ท่อคอนกรีต ไม้ไผ่ มอก.128-2549

ABSTRACT

The objectives of this research is to study the effect of compressive strength of concrete and amount of lateral reinforcement of bamboo on crushing strength of bamboo reinforced concrete pipe (BRCP). The 40 cm diameter concrete pipe according to Thai industrial standard TIS.128-2549 (the 3rd class) is used in this study. The compressive strengths of concrete are 250 and 300 kg/cm². The lateral reinforcement of bamboo is used in the range

between 4-8 rods. From the test results, it was shown that the BRCP making from the 250 kg/cm² compressive strength of concrete and using the amount of bamboo at 6, 7 and 8 rods have the crushing strength at 4,908 5,090 and 5,271 kg, respectively. The test result of the BRCP making from the 300 kg/cm² compressive strength of concrete and using the amount of bamboo at 4, 5 and 6 rods have the crushing strength at 5,141 5,193 and 5,374 kg, respectively. The test results showed that all mixes passed the industrial standard of the crushing strength of the 3rd class reinforced concrete pipe 128-2549 with the pipe's size 40 mm which was determined that it should be endured the crushing strength not less than 2,650 kg. It could be concluded that the crushing strength would increase according to the increasing of the lateral reinforcement of bamboo and the compressive strength of concrete.

Keywords: crushing strength, compressive strength, concrete pipe, bamboo, TIS.128-2549.

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการใช้ท่อคอนกรีตจำนวนมากในงานระบายน้ำ ทั้งการระบายน้ำในเขตพื้นที่ส่วนบุคคลเพื่อการใช้สอยอุปโภค บริโภค ทางเกษตรหรืองานระบายน้ำของถนนสาธารณะ ท่อคอนกรีตสำหรับงานระบายน้ำสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (Precast Reinforced Concrete Pipe) และท่อเหลี่ยมคอนกรีตเสริมเหล็ก (Precast Reinforced Concrete Box Section) ในกรณีท่อคอนกรีตแบบกลมสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก และท่อคอนกรีตชนิดไม่เสริมเหล็ก ท่อระบายน้ำสาธารณะมักใช้ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก เนื่องจากมีความแข็งแรงมากกว่าท่อคอนกรีตชนิดไม่เสริมเหล็ก แต่สำหรับประชาชนที่มีรายได้น้อยหรือประชาชนทั่วไปมักจะใช้ท่อคอนกรีตชนิดไม่เสริมเหล็ก เนื่องจากมีราคาถูกกว่ามาก จึงทำให้เกิดปัญหาท่อคอนกรีตเกิดการแตกร้าวหากใช้งานเป็นเวลานานหรือเมื่อมีรถบรรทุกขนาดใหญ่วิ่งผ่าน หากไม่มีการซ่อมแซม น้ำบางส่วนจะรั่วไหลออกไปทำ

ให้เกิดการสูญเสียน้ำไปเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันมีความตื่นตัวในการลดใช้พลังงานและหันมาใช้วัสดุที่ไม่เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อลดการเกิดสภาวะโลกร้อน การใช้ไม้ไผ่ทดแทนการใช้เหล็กเสริมก็เป็นแนวทางหนึ่งที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในงานก่อสร้างต่างๆ ไม้ไผ่เป็นพืชที่เติบโตอย่างรวดเร็วและมีคุณสมบัติด้านกำลังสูง ไม้ไผ่จึงถูกนำมาใช้ในงานก่อสร้างอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะการนำมาใช้ในงานโครงสร้าง ที่ผ่านมามีการใช้ไม้ไผ่ในงานก่อสร้างได้รับความสนใจและมีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งมีการกำหนดมาตรฐานในระดับนานาชาติ สำหรับการทดสอบไม้ไผ่ในงานโครงสร้างโดยเฉพาะ [1] หรือแม้แต่การศึกษาคุณสมบัติด้านกำลังของไม้ไผ่ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ [2] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการนำไม้ไผ่มาใช้เสริมในคอนกรีตแทนเหล็กเสริม [3] เช่น คอนกรีตเสริมไม้ไผ่ [4,5] ถนนคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ [6] เสาคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ [7] และแผ่นพื้น-ดาดคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ [8] นอกจากนี้โครงสร้างหรือชิ้นส่วนทั่วไปแล้วยังมีการศึกษาการนำ

ไม้ไผ่มาเป็นโครงสร้าง สำหรับกังหันลม [9] เนื่องจากกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า มักจะตั้งอยู่บนที่สูง และการขนส่งวัสดุก่อสร้างเข้าพื้นที่ทำได้ลำบาก จากคุณสมบัติของไม้ไผ่ที่มีความยืดหยุ่นและมีกำลังสูง รวมถึงความนิยมและการยอมรับของโครงสร้างที่ใช้ไม้ไผ่ที่เพิ่มขึ้น จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำไม้ไผ่มาใช้ผลิตท่อคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ เพื่อใช้ในงานระบายน้ำ เพื่อเป็นการใช้ไม้ไผ่แทนเหล็กเสริมอันจะเป็นผลดีต่อสภาพแวดล้อมและลดต้นทุนในการผลิตท่อคอนกรีตสำหรับงานระบายน้ำ โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้ไม้ไผ่ตง เนื่องจากเป็นไม้ไผ่ที่ปลูกกันมากและสามารถหาได้ทั่วไปในพื้นที่ภาคเหนือ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยศึกษาทั้งคุณสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ ผลของกำลังอัดของคอนกรีตและจำนวนไม้ไผ่ตามขวางต่อความต้านทานแรงอัดแตกของท่อคอนกรีตจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าท่อที่ใช้คอนกรีตกำลังอัดสูงจะมีความต้านทานการอัดแตกสูงกว่าท่อที่ใช้กำลังคอนกรีตต่ำ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้จำนวนไม้ไผ่ตามขวางที่แตกต่างกัน เพื่อหาจำนวนไม้ไผ่ตามขวางที่เหมาะสมกับกำลังอัดของคอนกรีตแต่ละค่าที่ใช้ในงานวิจัย วิธีการดำเนินงานวิจัยมีขั้นตอนโดยสังเขปดังนี้

- ทดสอบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งทดสอบกำลังดึงขนานเส้นของไม้ไผ่ตงและเหล็กเสริมที่ใช้ในการวิจัย ตัวอย่างไม้ไผ่ทดสอบกำลังดึงมีขนาดกว้าง 2 ซม. ยาว 50 ซม. และหนา 0.3 ซม. ดังภาพที่ 1 โดยแบ่งบริเวณกลางตัวอย่างให้ความหนา 0.1 ซม. เพื่อให้ตัวอย่างขาดตรงกลาง ใช้ไม้ไผ่จำนวน 5 ตัวอย่างในการทดสอบกำลังดึงและค่าโมดูลัสยืดหยุ่น ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้เป็นชุด

ควบคุม ใช้เหล็กเส้นกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6 ซม. ชั้นคุณภาพ SR24 (RB6 SR24) ซึ่งมีกำลังดึงที่จุดครากไม่น้อยกว่า 2,400 กก./ตร.ซม.

- ออกแบบส่วนผสมคอนกรีตจำนวน 2 ส่วนผสม สำหรับคอนกรีตมีกำลังอัด 250 และ 300 กก./ตร.ซม. เตรียมโครงไม้ไผ่สำหรับเสริมตามยาวและตามขวางในท่อคอนกรีต ยึดไม้ไผ่ด้วยลวดเหล็กดังภาพที่ 2

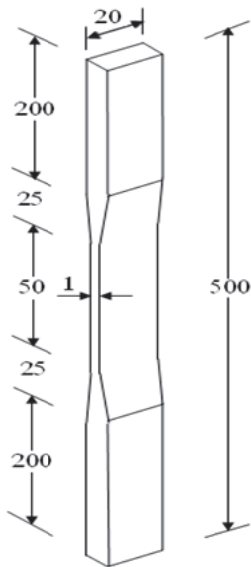
- ผลิตท่อคอนกรีตโดยใช้เงื่อนไขตามปัจจัยที่ศึกษาดังตารางที่ 1

- ถอดแบบเมื่อคอนกรีตมีอายุครบ 1 วัน แล้วบ่มด้วยความชื้นเป็นเวลา 28 วัน ทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตและทดสอบความต้านแรงอัดแตกของท่อคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ลักษณะการทดสอบท่อคอนกรีตแสดงดังภาพที่ 3

- วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการวิจัย

ตารางที่ 1 เงื่อนไขในการผลิตท่อคอนกรีต

ชุดทดสอบที่	ท่อคอนกรีต	จำนวนการเสริม		กำลังอัดคอนกรีตที่ใช้ (กก./ตร.ซม.)
		แนวยาว	แนวขวาง	
1	เสริมเหล็ก	6	4	250
2	เสริมเหล็ก	6	4	300
3	เสริมไม้ไผ่	6	6	250
4	เสริมไม้ไผ่	6	7	250
5	เสริมไม้ไผ่	6	8	250
6	เสริมไม้ไผ่	6	4	300
7	เสริมไม้ไผ่	6	5	300
8	เสริมไม้ไผ่	6	6	300



ภาพที่ 1 ลักษณะชิ้นทดสอบสำหรับการดึงขนาน
เสี้ยนของไม้ไผ่ (หน่วยเป็น มิลลิเมตร)



ภาพที่ 2 การเตรียมโครงไม้ไผ่สำหรับเสริมในท่อ
คอนกรีต



ภาพที่ 3 การทดสอบแรงอัดแตกของท่อคอนกรีต

3. ผลการวิจัย

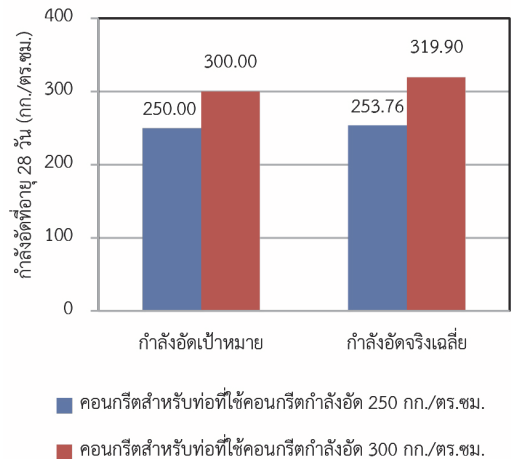
3.1 กำลังดึงของไม้ไผ่และเหล็กเสริม

จากผลการทดสอบกำลังดึงและโมดูลัสยืดหยุ่นของไม้ไผ่ตงมีค่าเท่ากับ 1,124 และ 2.29×10^5 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ ส่วนกำลังดึงที่จุดครากและโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริมมีค่าเท่ากับ 2,712 และ 20.4×10^5 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ โดยไม้ไผ่และเหล็กเสริมมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังดึงเท่ากับ 173.23 และ 50.81 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ จากผลการทดสอบพบว่าไม้ไผ่ตงมีกำลังดึงขนานเสี้ยนคิดเป็นร้อยละ 41.45 ของกำลังดึงที่จุดครากของเหล็กเสริม เมื่อพิจารณาโมดูลัสยืดหยุ่นพบว่า ไม้ไผ่ตงมีค่าโมดูลัสยืดหยุ่นคิดเป็นร้อยละ 11.22 ของเหล็กเสริม แสดงให้เห็นว่าเหล็กเสริมมีกำลังดึงและโมดูลัสยืดหยุ่นสูงกว่าไม้ไผ่ตงประมาณ 2.4 และ 9 เท่าตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การที่ไม้ไผ่ตงมีกำลังดึง 1,124 กก./ตร.ซม. ถือว่ามีค่ามากพอสำหรับใช้ในการรับหน่วยแรงที่เกิดขึ้นในท่อคอนกรีต แต่ต้องใช้พื้นที่หน้าตัดโดยรวมมากกว่าการใช้เหล็กเสริม และการที่ไม้ไผ่มีค่าโมดูลัสยืดหยุ่นน้อยกว่าเหล็กเสริมประมาณ 9 เท่า อาจทำให้ท่อคอนกรีตมีการเปลี่ยน

รูปหลังจากรับน้ำหนักได้ง่ายกว่าการใช้เหล็กเสริม การเสียหายอาจเป็นแบบฉับพลันหากหน่วยแรงเกินกำลังดึงของไม้ไผ่ การใช้ไม้ไผ่แทนเหล็กเสริมจึงต้องใช้ปริมาณไม้ไผ่ให้เพียงพอ เพื่อชดเชยผลของกำลังดึงและค่าโมดูลัสยืดหยุ่นที่น้อยกว่าเหล็กเสริม นอกจากนี้สมบัติด้านกำลังของไม้ไผ่และเหล็กเสริมแล้ว ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบความคงทนระหว่างไม้ไผ่และเหล็กเสริมในกรณีที่ใช้เสริมในท่อคอนกรีต เนื่องจากท่อคอนกรีตจะถูกฝังอยู่ใต้ดินและสัมผัสกับความชื้นตลอดเวลา ซึ่งการศึกษานี้จำเป็นต้องทำการศึกษเพิ่มเติมในอนาคต

3.2 กำลังอัดของคอนกรีต

งานวิจัยนี้ใช้กำลังอัดของคอนกรีต 2 ค่าคือ 250 และ 300 กก./ตร.ซม. เพื่อศึกษาผลของกำลังอัดของคอนกรีตต่อความต้านทานแรงอัดแตกของท่อคอนกรีต เนื่องจากแบบหล่อท่อคอนกรีตมีจำกัด การหล่อท่อคอนกรีตจึงต้องผสมคอนกรีตใหม่ทุกครั้งในแต่ละชุดทดสอบ อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้จริงในแต่ละชุดการทดสอบดังตารางที่ 2 และภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่า กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ในทุกชุดทดสอบมีค่ามากกว่าค่าที่ออกแบบไว้ โดยมีค่าเฉลี่ยของกำลังอัดสำหรับคอนกรีตที่ออกแบบ 250 และ 300 กก./ตร.ซม. เท่ากับ 253.76 และ 319.90 กก./ตร.ซม. คิดเป็นความคลาดเคลื่อนร้อยละ 1.50 และ 6.63 ตามลำดับ ซึ่งถือว่ากำลังอัดที่ต่างกันระหว่างค่าที่ออกแบบและค่าที่ใช้จริงมีค่าน้อยมาก



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบกำลังอัดเป่าหมายและกำลังอัดจริงของคอนกรีต

3.3 ความต้านทานแรงอัดของท่อของคอนกรีต

การทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของท่อคอนกรีต จะใช้ความต้านทานแรงอัดแตกของท่อคอนกรีตในการพิจารณา ซึ่งเป็นแรงที่ทำให้ท่อคอนกรีตเกิดรอยแตกกว้าง 0.3 มิลลิเมตร ส่วนค่าแรงอัดสูงสุดเป็นแรงสูงสุดที่ท่อรับได้ การทดสอบแรงอัดแตกของท่อในแต่ละปัจจัย ใช้ท่อคอนกรีตจำนวน 2 ท่อ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยท่อคอนกรีตที่ผลิตขึ้นใช้เหล็กเสริมหรือไม้ไผ่ตามยาวจำนวน 6 เส้น ส่วนเหล็กเสริมหรือไม้ไผ่ทางขวางจะแตกต่างกันตามปัจจัยที่ศึกษา ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดแตกและแรงอัดสูงสุดของท่อคอนกรีต แสดงดังตารางที่ 2

จากผลการทดสอบดังตารางที่ 2 และภาพที่ 5 พบว่าแรงอัดแตกของท่อคอนกรีตในทุกชุดทดสอบมีค่ามากกว่า 2,651 กก./ตร.ซม. (เกณฑ์กำหนดด้านแรงอัดแตกของ มอก.) แสดงให้เห็นว่าท่อคอนกรีตทุกชุดทดสอบผ่านมาตรฐานความต้านทาน

แรงอัดแตกของ มอก. 128-2549 และการใช้ไม้ไผ่แทนเหล็กเสริมส่งผลให้แรงอัดแตกลดลงในทุกชุดทดสอบ แม้ว่าจะมีการเสริมไม้ไผ่ถึง 8 เส้น เมื่อพิจารณาจากลักษณะการวิบัติของท่อคอนกรีตร่วมกับผลของแรงอัดแตกสูงสุดพบว่า ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กสามารถรับแรงได้เพิ่มขึ้นหลังจากที่เกิดรอยแตกกว้างกว่า 0.3 มิลลิเมตร แต่สำหรับท่อคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ พบว่าการเสียหายของท่อจะเกิดขึ้นทันทีทันใด หลังจากที่ไม่ได้ตามขวางขาดออกจากกันดังภาพที่ 6 และไม่สามารถรับแรงเพิ่มขึ้นได้อีก จึงทำให้ค่าแรงอัดแตกและแรงสูงสุดมีค่าเท่ากันทั้งนี้เนื่องจากเหล็กเสริมมีความเหนียว จึงสามารถรับแรงเพิ่มขึ้นได้แม้เหล็กจะเกิดการครากและทำให้เกิดรอยแตกกว้าง ในขณะที่ไม้ไผ่เป็นวัสดุที่มีโมดูลัสยืดหยุ่นต่ำ เมื่อเกิดการวิบัติไม้ไผ่จึงขาดออกจากกันและไม่สามารถรับน้ำหนักได้อีก หน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นในไม้ไผ่จึงถูกส่งถ่ายไปที่คอนกรีตแบบทันทีทันใด จนทำให้คอนกรีตเกิดการวิบัติตามไปด้วย

3.4 ผลของกำลังอัดของคอนกรีตต่อแรงอัดแตกของท่อคอนกรีต

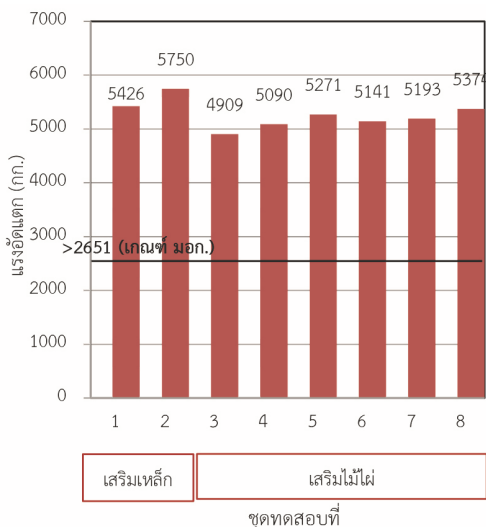
การศึกษาปัจจัยด้านกำลังอัดของคอนกรีตต่อแรงอัดแตกของท่อคอนกรีตพิจารณาจาก ชุดทดสอบที่ 1, 2, 3 และ 8 ซึ่งชุดทดสอบที่ 1 และ 2 มีการเสริมเหล็กตามขวางจำนวน 4 เส้นเท่ากันแต่ใช้กำลังอัดของคอนกรีตเท่ากับ 250 และ 300 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ ส่วนชุดทดสอบที่ 3 และ 8 มีการเสริม ไม้ไผ่ตามขวางจำนวน 6 เส้นเท่ากัน แต่ใช้กำลังอัดของคอนกรีตเท่ากับ 250 และ 300 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ จากผลการทดสอบดังภาพที่ 7 พบว่าการใช้คอนกรีตที่มีกำลังอัดสูงกว่ามาผลิตท่อคอนกรีต จะทำให้ท่อมีแรงอัดแตกเพิ่มขึ้น การเพิ่มกำลังอัดจาก 250 เป็น 300 กก./ตร.ซม. ทำให้ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กมีความต้านทานแรงอัดแตกเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.96 ในขณะที่ท่อคอนกรีตเสริมไม้ไผ่มีความต้านทานแรงอัดแตกเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.49 แสดงให้เห็นว่ากำลังอัดมีผลต่อแรงอัดแตกของท่อคอนกรีตเสริมไม้ไผ่มากกว่าในท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตและความต้านทานแรงอัดของท่อคอนกรีต

ชุดทดสอบที่	ท่อคอนกรีต	จำนวนการเสริม		กำลังอัดคอนกรีต		แรงอัดท่อคอนกรีต	
		แนวยาว	แนวขวาง	กำลังอัดที่ออกแบบ (กก./ตร.ซม.)	กำลังอัดจริง (กก./ตร.ซม.)	แรงอัดแตก (กก.)	แรงอัดสูงสุด (กก.)
1	เสริมเหล็ก	6	4	250	252.59	5426.10	5860.08
2	เสริมเหล็ก	6	4	300	301.79	5749.60	6094.58
3	เสริมไม้ไผ่	6	6	250	255.78	4908.50	4908.50
4	เสริมไม้ไผ่	6	7	250	255.44	5089.66	5089.66
5	เสริมไม้ไผ่	6	8	250	251.24	5270.82	5270.82
6	เสริมไม้ไผ่	6	4	300	324.36	5141.42	5141.42
7	เสริมไม้ไผ่	6	5	300	329.39	5193.18	5193.18
8	เสริมไม้ไผ่	6	6	300	324.07	5374.34	5374.34
เกณฑ์กำหนดตาม มอก.*		6	4	300	≥300	≥2651	≥4078

3.5 ผลของจำนวนไม้ไผ่ตามขวางต่อแรงอัด แตกของท่อคอนกรีต

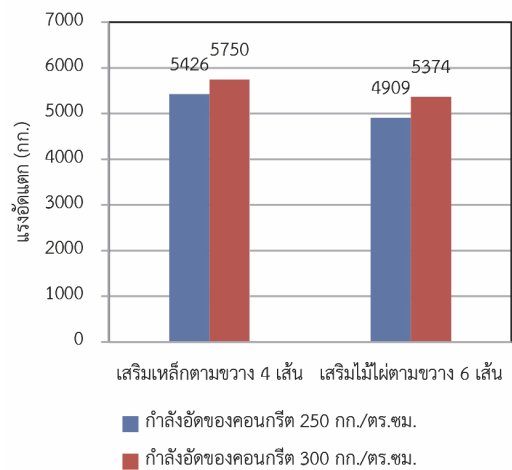
การศึกษาปัจจัยด้านจำนวนไม้ไผ่ตามขวาง
ต่อแรงอัดแตกของท่อคอนกรีต พิจารณาจากชุด
ทดสอบที่ 3 ถึง 8 เหล็กเสริมหรือไม้ไผ่ตามขวางมี
หน้าที่ในการรับแรงดึงที่เกิดขึ้นในท่อคอนกรีต ดังนั้น
กำลังดึงและพื้นที่หน้าตัดของวัสดุที่ใช้เสริมตามขวาง
จึงเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อแรงอัดแตกของท่อ
คอนกรีต งานวิจัยนี้มีการใช้ไม้ไผ่ตามขวางจำนวน 6,
7 และ 8 เส้น สำหรับท่อที่ใช้กำลังอัดคอนกรีต 250
กก./ตร.ซม. และใช้ไม้ไผ่ตามขวางจำนวน 4, 5 และ
6 เส้น สำหรับท่อที่ใช้กำลังอัดคอนกรีต 300 กก./ตร.
ซม. จากผลการทดสอบดังตารางที่ 2 และภาพที่ 8
พบว่าแรงอัดแตกของท่อมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณไม้
ไผ่ตามขวางที่เพิ่มขึ้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าแรงอัด
แตกของท่อเพิ่มขึ้นตามพื้นที่หน้าตัดของไม้ไผ่ที่
เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มจำนวนไม้ไผ่ตามขวางทำให้
พื้นที่หน้าตัดในการรับหน่วยแรงดึงเพิ่มขึ้น ท่อ
คอนกรีตจึงสามารถรับน้ำหนักได้เพิ่มมากขึ้น



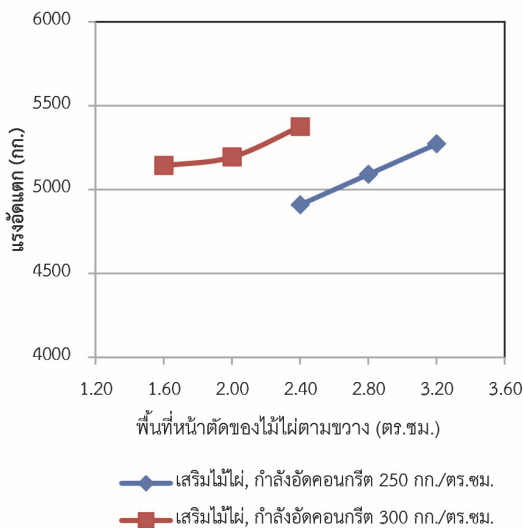
ภาพที่ 5 ความต้านทานแรงอัดแตกของท่อคอนกรีต



ภาพที่ 6 ลักษณะการขาดของไม้ไผ่ตามขวางเมื่อรับ
แรงกดสูงสุด



ภาพที่ 7 ผลของกำลังอัดของคอนกรีตต่อแรงอัดแตก
ของท่อคอนกรีต



ภาพที่ 8 ผลของจำนวนไม้ไผ่ตามขวางต่อแรงอัดแตกของท่อนคอนกรีต

4. สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองในงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่า

1) กำลังดึงขนานเส้นใยและโมดูลัสยืดหยุ่นของไม้ไผ่ตงที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีค่าเท่ากับ $1,124$ และ 2.29×10^5 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ ส่วนเหล็กเสริม RB6 SR24 ที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีกำลังดึงและโมดูลัสยืดหยุ่นสูงกว่าไม้ไผ่ตงประมาณ 2.4 และ 9 เท่าตามลำดับ

2) ความต้านทานแรงอัดแตกของท่อนคอนกรีตมีค่าเพิ่มขึ้นตามกำลังอัดของคอนกรีตที่เพิ่มขึ้น

3) ความต้านทานแรงอัดแตกของท่อนคอนกรีตมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณไม้ไผ่ตามขวางที่เพิ่มขึ้น

4) ท่อนคอนกรีตเสริมไม้ไผ่มีความต้านทานแรงอัดแตกต่ำกว่าท่อนคอนกรีตเสริมเหล็ก อย่างไรก็ตาม

ตามท่อนคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ทุกชุดทดสอบมีความต้านทานแรงอัดแตกและแรงอัดสูงสุดผ่านมาตรฐาน มอก.128-2549 ชั้นคุณภาพ คสล.3 ดังนั้นจึงสามารถใช้ไม้ไผ่ตงแทนเหล็กเสริมในการผลิตท่อนคอนกรีตได้

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมโยธาเพื่อชุมชนและอุตสาหกรรม สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา และโครงการส่งเสริมการผลิตผลงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่สนับสนุนทุนวิจัยในการดำเนินงานนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ISO (1999) (International Standard Organization), Laboratory Manual on Testing Methods for Determination of Physical and Mechanical Designing and Building with Bamboo, TC 165 N315.
- [2] Wang, F., Shao, J., Keer, L.M., Li, L., Zhang, J. The effect of elementary fibre variability on bamboo fibre strength, Materials & Design Vol.75, (2015), 136–142.
- [3] Ghavami, K. Bamboo as Reinforcement in Structural Concrete Elements, Cement & Concrete Composites. Vol.27, (2004), 637-649.
- [4] Ghavami, K. Ultimate Load Behavior of Bamboo - Reinforced Lightweight Concrete Beams, Cement & Concrete Composites, Vol.17, (1995), 281-288.

- [5] Khare, L. Performance evaluation of bamboo reinforced concrete beams. Master Thesis, University of Texas at Arlington, Arlington, USA, 2005.
- [6] Intarangsi, A. and Kasemset, C. Bamboo-reinforced concrete pavement. Final report, Chiang Mai University, Thailand, 1993.
- [7] วินิต ช่อวิเชียร กำลังรับน้ำหนักของเสาคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ วารสารวิศวกรรมสาร (5) 35, (2525), 41-45
- [8] อุดม ฉัตรศิริกุล พฤติกรรมของแผ่นพื้นตงคอนกรีตเสริมด้วยไม้ไผ่ที่อาบด้วยฟลินท์โคท วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553
- [9] Adhikari, R.C., Wood, D.H. and Sudak L. Low-cost bamboo lattice towers for small wind turbines, Energy for Sustainable Development, Vol.28, (2015), 21-28