

การศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของแผ่นคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวา

Study of Mechanical Properties of Reinforced Concrete Panel with Water Hyacinth Fiber

ฐนียา รังษีสुरิยะชัย และสุธี ปิยะพิพัฒน์¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเพื่อหาคุณสมบัติเชิงกลและความสามารถในการป้องกันความร้อนของแผ่นคอนกรีตเสริมเส้นใยจากผักตบชวาซึ่งมีกำลังรับแรงสูงสุด โดยทำการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการเสริมผักตบชวากับปริมาณเส้นใยร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 โดยน้ำหนักคอนกรีต รวมถึงความยาวของเส้นใยที่ใช้มีขนาด 1.5 และ 2.5 เซนติเมตร โดยใช้ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ 180 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่อายุการบ่ม 28 วัน จากผลการทดสอบพบว่าคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวาให้หน่วยแรงอัดและแรงดัดมากที่สุด ที่อัตราส่วนผสมของเส้นใยผักตบชวาวาว 2.5 เซนติเมตร ปริมาณผักตบชวาร้อยละ 0.3 ต่อน้ำหนักคอนกรีต โดยมีกำลังอัดและกำลังดัดเท่ากับ 111.2 และ 42.35 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรตามลำดับ และเมื่อนำอัตราส่วนผสมดังกล่าวมาทำเป็นแผ่นผนังทดสอบเพื่อหาค่าความสามารถในการป้องกันความร้อน (ค่า k) ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า คอนกรีตเสริมเส้นใยจากผักตบชวาสามารถป้องกันความร้อนได้ดีกว่าคอนกรีตที่ไม่มีการเสริมเส้นใยผักตบชวา ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาเป็นผนังสำเร็จรูปที่ช่วยป้องกันความร้อนได้ดีขึ้นต่อไป

คำสำคัญ : คอนกรีต, ผักตบชวา, คุณสมบัติเชิงกล, ป้องกันความร้อน

Abstract

This research aims to study mechanical properties and thermal protection ability of reinforced concrete panel with water hyacinth fiber at maximum strength. The optimum proportion is determined by varying the amounts of fiber, i.e., 0.3, 0.4 and 0.5 % with respect to concrete weight. Moreover, the lengths of fiber are 1.5 and 2.5 cm. The compressive strength in this experiment is 180 kg/cm² for the incubation period of 28 days. From the results, it is found that the compressive and flexural strengths of concrete reach the maximum value (i.e., 111.2 and 42.33 kg/cm²) when we use fiber of length 2.5 cm at 0.3% with respect to weight of concrete. The concrete panel is reinforced by fiber according to the suggested

¹ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

proportion (i.e., 0.3% with respect to concrete weight and length of 2.5 cm). After that the panel is conducted to find the thermal conductivity (k value). The concrete panel with fiber reinforcement shows the higher value of thermal conductivity when compared to those of without fiber reinforcement. This indicates that the panel can be further developed to a heat protection panel.

Keywords : Concrete, Water hyacinth, Mechanical properties, Thermal protection

1. บทนำ

จากคุณสมบัติของผักตบชวาในด้านความเหนียวซึ่งมีประโยชน์ทางด้านแรงดึงและน้ำหนักเบาสามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักน้อยลงได้ จึงมีการนำคุณสมบัติด้านต่าง ๆ เหล่านี้มาประยุกต์ใช้ในงานทางด้านวิศวกรรม โดยมีการศึกษาเกี่ยวกับการนำเส้นใยของผักตบชวามาใช้ผสมในคอนกรีตเพื่อทดสอบการทดสอบนี้สามารถนำไปพัฒนาเป็นแผ่นผนังสำเร็จรูปได้ เนื่องจากในปัจจุบันการสร้างบ้านส่วนใหญ่ โดยเฉพาะการทำบ้านจัดสรร จะมีการนำแผ่นผนังสำเร็จรูปไปใช้ในการก่อสร้าง เพราะประหยัดระยะเวลาในการก่อสร้าง และลดค่าใช้จ่าย ทำให้แผ่นผนังสำเร็จรูปนั้นเป็นที่นิยม ผนังสำเร็จรูปมีหน้าที่เหมือนผนังอาคารทั่วไป โดยวัสดุที่นำมาสร้างผนังสำเร็จรูปนั้นควรมีลักษณะที่สามารถกันความร้อนจากแสงแดดภายนอกตัวอาคาร [1], [2]

มีการศึกษาวิจัยในการนำเส้นใยต่าง ๆ เช่น ใยปอแก้ว ใยป่าน ฯลฯ มาผสมกับคอนกรีตเพื่อเสริมเส้นใยทดแทนวัสดุที่ใช้ทั่วไป รวมทั้งมีการนำผักตบชวามาเป็นส่วนผสมเพื่อพัฒนาเป็นคอนกรีตอิฐบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก สำหรับใช้ในการลดการนำความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร ซึ่งคอนกรีตดังกล่าวช่วยลดอุณหภูมิภายในตัวอาคารได้และราคาถูกกว่าคอนกรีตบล็อกตามท้องตลาด [3], [4], [5] อย่างไรก็ตามขนาดและสัดส่วนของ

ผักตบชวาที่เหมาะสมนั้นก็เป็นส่วนสำคัญในการผสมวัสดุเช่นกัน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาคุณสมบัติเชิงกลและความสามารถในการป้องกันความร้อนของคอนกรีตเสริมเส้นใยจากผักตบชวาที่มีอัตราส่วนที่ทำให้กำลังรับแรงอัดและแรงดัดสูงสุด รวมถึงทำการเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันความร้อนของคอนกรีตที่เสริมเส้นใยจากผักตบชวาและคอนกรีตที่ไม่เสริมเส้นใยผักตบชวา เพื่อที่จะสามารถนำไปพัฒนาเป็นแผ่นผนังสำเร็จรูปที่มีน้ำหนักเบาและมีคุณสมบัติพิเศษด้านการป้องกันความร้อนต่อไปในอนาคต

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบกำลังอัด กำลังดัด และการป้องกันความร้อนของคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวา เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางวิศวกรรมเบื้องต้นโดยมีการทดสอบหาส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดระหว่างเส้นใยต่อคอนกรีตโดยน้ำหนัก สำหรับการทดสอบกำลังรับแรงอัดและแรงดัด แล้วนำส่วนผสมที่ดีที่สุดไปทดสอบความสามารถในการป้องกันความร้อน โดยในการทดลองมีอุปกรณ์และเครื่องมือทดสอบดังนี้

1) แบบหล่อตัวอย่างทดสอบรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร และสูง 30 เซนติเมตร

2) แบบหล่อตัวอย่างทดสอบรูปคานมาตรฐานขนาด 15x15x75 เซนติเมตร 3

3) เครื่องทดสอบกำลังอัดและกำลังดัดคอนกรีต

4) เครื่องชั่งที่อ่านค่าได้ละเอียดไม่น้อยกว่า 0.1 กรัม

2.2 ขั้นตอนการทดลอง

การดำเนินงานวิจัยการศึกษาความสามารถในการป้องกันความร้อนของแผ่นคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวามีขั้นตอนในการดำเนินงานต่าง ๆ ดังนี้

1) ขั้นตอนการเตรียมผักตบชวา โดยเลือกผักตบชวาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงกันมาตัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นก้านของผักตบชวา ตัดแบ่งผักตบชวาตามเส้นผ่านศูนย์กลางออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน นำผักตบชวาที่ตัดแบ่งเรียบร้อยแล้วมาตาก จนมีค่าความชื้นประมาณร้อยละ 5-10

2) ตัดผักตบชวาให้มีความยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร และ 2.5 เซนติเมตร แล้วทำการจัดเก็บผักตบชวาลงในภาชนะบรรจุปิดสุญญากาศ

3) เตรียมแบบหล่อ (Mold) โดยทำความสะอาด อย่าให้มีฝุ่นหรือเศษปูนเก่าติดอยู่ ทาน้ำมันด้านผิวในที่คอนกรีตจะสัมผัสให้ทั่ว แล้วทำการประกอบแบบหล่อโดยต้องมีการตรวจสอบสกรูสำหรับรัดแบบทุกตัวให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ ด้วยการประกอบแบบแล้วขันให้แน่น

4) คำนวณอัตราส่วนผสมคอนกรีต โดยคิดกำลังคอนกรีตที่ 180 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

5) นำผักตบชวาขนาดความยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร และ 2.5 เซนติเมตร ไปผสมกับคอนกรีตโดยผสมผักตบชวาในอัตราส่วนร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 ของน้ำหนักคอนกรีต

6) ผสมคอนกรีตด้วยเครื่องผสม (Mixer) โดยเวลาที่ใช้ในการผสมไม่ควรสั้นกว่า 3 นาที หลังจากนั้นนำคอนกรีตไปเทในแบบหล่อแล้วตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำคอนกรีตออก

7) นำมาทดสอบแรงดัดและแรงอัดด้วยเครื่องทดสอบที่อายุ 28 วัน ตามมาตรฐาน ASTM

8) เมื่อได้สัดส่วนตามการทดสอบกำลังอัดและกำลังดัดที่ดีที่สุดแล้วจะทำการประกอบแบบหล่อตัวอย่างโดยใช้ไม้แบบให้มีขนาด 30x30x2.5 เซนติเมตร เพื่อนำไปทดสอบหาความสามารถในการป้องกันความร้อน โดยใช้อัตราส่วนผสมที่ให้กำลังมากที่สุดจากการทดลองขั้นต้น

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 กำลังอัด

ผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวาขนาด 1.5 และ 2.5 เซนติเมตร ตามอัตราส่วนร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 ของน้ำหนักคอนกรีต โดยใช้ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ 180 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดังแสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบกำลังอัด

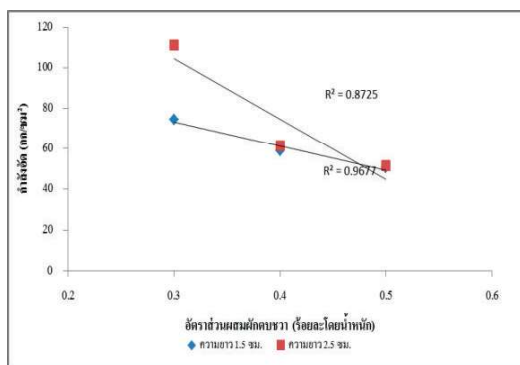
ความยาว ของเส้นใย ผักตบชวา (เซนติเมตร)	กำลังอัดเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ที่อัตราส่วนผักตบชวา (ร้อยละ)			
	0	0.3	0.4	0.5
1.5	157.9	74.5	58.7	50.5
2.5		111.2	61.5	51.4

จากตารางที่ 1 ซึ่งเป็นผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวาที่อัตราส่วนผักตบชวาร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 ต่อน้ำหนักคอนกรีต ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า คอนกรีตที่เสริมเส้นใยผักตบชวาทั้ง 2 ขนาดในทุกอัตราส่วนผสม ค่ากำลังอัดที่ได้นั้นมีค่าน้อยกว่าคอนกรีตที่ไม่มีการผสมเส้นใยผักตบชวาคิดเป็น 83.4, 99.2 และ 107.4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรของขนาดเส้นใยความยาว 1.5 เซนติเมตรตามลำดับ และคิดเป็น 46.7, 96.4 และ 106.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรของขนาดเส้นใยความยาว 2.5 เซนติเมตรตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกำลังอัดระหว่างคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวาที่ให้กำลังอัดสูงสุดกับคอนกรีตที่ไม่ได้ผสมเส้นใยผักตบชวา พบว่ามีความแตกต่างกันร้อยละ 29.6 สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจากการผสมเส้นใยผักตบชวาเข้าไปในคอนกรีตนั้นก่อให้เกิดช่องว่างในตัวคอนกรีตอันเนื่องมาจากซีเมนต์เพสต์ (Cement Paste) บางส่วนถูกแทนที่ด้วยผักตบชวาซึ่งทำให้การจับตัวกันของคอนกรีตไม่เป็นเนื้อเดียวกัน โดยจะเห็นได้ว่าที่อัตราส่วนผสมที่ร้อยละ 0.3 ต่อน้ำหนักคอนกรีต ซึ่งเป็นอัตราส่วนผสมน้อยที่สุดนั้นให้กำลังรับแรงอัดมากกว่าส่วนผสมอื่น และมีย่าน้อยลงตามอัตราส่วนผสมที่มากขึ้นด้วย นอกจากนี้

ช่องว่างที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากในช่วงของการกวนผสมนั้นเกิดจากผลของ Balling Effect เกิดจากการกระจุกตัวกันของผักตบชวา ณ จุดใดจุดหนึ่งในเนื้อของคอนกรีตทำให้การผสมไม่ทั่วถึง ส่งผลให้รับกำลังอัดได้น้อยกว่าคอนกรีตล้วนที่มีการรวมตัวกันของคอนกรีตที่สมบูรณ์

เมื่อเปรียบเทียบคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวาขนาด 2.5 เซนติเมตร และที่ขนาด 1.5 เซนติเมตร จะพบว่า คอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวาขนาด 2.5 เซนติเมตร จะมีค่าความสามารถในการรับกำลังอัดได้มากกว่า คอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวาขนาด 1.5 เซนติเมตร พิจารณาที่อัตราส่วนผสมร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 ต่อน้ำหนักคอนกรีต มีอัตราความแตกต่างในการรับกำลังอัดร้อยละ 33.03, 4.66 และ 1.78 ตามลำดับ สาเหตุเนื่องจากคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวาขนาด 2.5 เซนติเมตร มีพื้นที่รอบผิวมากกว่าขนาด 1.5 เซนติเมตร จึงทำให้มีแรงดึงผิวมากสามารถจับตัวกันได้ดีกว่า

ที่คอนกรีตผสมเส้นใยผักตบชวาขนาด 2.5 เซนติเมตร อัตราส่วนผสมร้อยละ 0.3 ต่อน้ำหนักคอนกรีต พบว่าให้กำลังอัดสูงสุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 111.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่ผสมผักตบชวาในอัตราส่วนต่าง ๆ เนื่องจากคุณสมบัติด้านความเหนียวของเส้นใยผักตบชวา ทำให้สามารถรับกำลังอัดได้มากถึงแม้จะมีช่องว่างในคอนกรีตมากกว่าเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผักตบชวาขนาด 1.5 เซนติเมตร ตลอดจนผักตบชวาขนาด 2.5 เซนติเมตรนั้น มีพื้นที่รอบผิวตลอดความยาวมากกว่า จึงทำให้มีหน่วยแรงยึดเกาะ (Bond Stress ; mS) ระหว่างผิวของผักตบชวาและคอนกรีตได้ดีกว่า



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ของค่าแนวโน้มระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอัตราส่วนผสมคกบชา

จากรูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของค่าแนวโน้มระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอัตราส่วนผสมคกบชา จะเห็นว่าความสัมพันธ์ของแนวโน้ม (Coefficient determination ; R²) ของข้อมูลอัตราส่วนผสมคกบชาที่ร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 ต่อน้ำหนักคอนกรีต มีแนวโน้มความสัมพันธ์ลดลงแปรผันตรงกับค่ากำลังอัดที่มีแนวโน้มลดลงเช่นกันตามปริมาณอัตราส่วนผสมของคกบชาที่เพิ่มขึ้น ทั้งขนาดความยาวของคกบชา 1.5 และ 2.5 เซนติเมตร จากผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดที่ลดลง จะเห็นว่าความสัมพันธ์ของข้อมูลอัตราส่วนผสมของคกบชาที่ร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 ต่อน้ำหนักคอนกรีต มีค่าความสัมพันธ์สมการถดถอย (Coefficient determination ; R²) ที่ 0.87 และ 0.97 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กันดีมากและมีความน่าเชื่อถือสูง ดังแสดงตามรูปที่ 1

3.2 กำลังดัด

ผลการทดสอบกำลังดัดของคอนกรีตเสริมเส้นใยคกบชานขนาด 1.5 และ 2.5 เซนติเมตร ตามอัตราส่วนร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 ของน้ำหนักคอนกรีต โดยใช้ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ 180 กิโลกรัมต่อตาราง

เซนติเมตร ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดังแสดงตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกำลังดัด

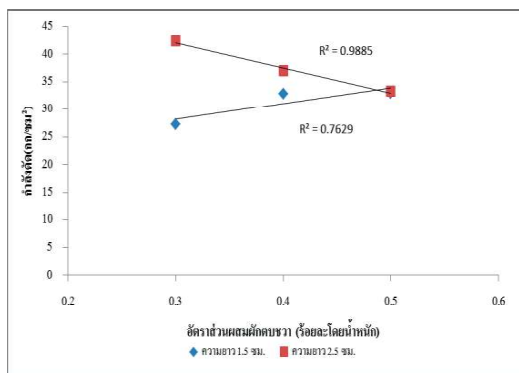
ความยาวของเส้นใยคกบชา (เซนติเมตร)	กำลังดัดเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ที่อัตราส่วนคกบชา (ร้อยละ)			
	0	0.3	0.4	0.5
1.5	41.7	27.2	32.9	33.0
2.5		42.4	37.0	33.3

จากตารางที่ 2 ซึ่งเป็นผลการทดสอบกำลังดัดของคอนกรีตเสริมเส้นใยคกบชาที่อัตราส่วนคกบชาร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 ต่อน้ำหนักคอนกรีต ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า คอนกรีตที่เสริมเส้นใยคกบชาทั้ง 2 ขนาดในทุกอัตราส่วนผสม ค่ากำลังดัดที่ได้นั้นมีค่าน้อยกว่าคอนกรีตที่ไม่มีการผสมเส้นใยคกบชาคิดเป็น 14.5, 8.8 และ 8.7 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรของขนาดเส้นใยความยาว 1.5 เซนติเมตรตามลำดับ และคิดเป็น -0.7, 4.7 และ 8.4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรของขนาดเส้นใยความยาว 2.5 เซนติเมตรตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกำลังดัดระหว่างคอนกรีตเสริมเส้นใยคกบชาที่ให้กำลังดัดสูงสุดกับคอนกรีตที่ไม่ได้ผสมเส้นใยคกบชา พบว่ามีความแตกต่างกันร้อยละ 1.66 เนื่องจากผลการผสมเส้นใยคกบชาเข้าไปในคอนกรีตนั้นก่อให้เกิดช่องว่างในตัวคอนกรีตอันเนื่องมาจากซีเมนต์เพสต์ (Cement Paste) บางส่วนถูกแทนที่ด้วยคกบชาซึ่งทำให้การจับตัวกันของคอนกรีตไม่เป็นเนื้อเดียวกัน โดยจะเห็นได้ว่าที่อัตราส่วนผสมที่ร้อยละ 0.3 ต่อน้ำหนักคอนกรีต ซึ่งเป็นอัตราส่วนผสมน้อยที่สุดนั้นให้กำลังรับแรงดัดมากกว่าส่วนผสมอื่น และมีค่าน้อยลงตามอัตราส่วนผสมที่มากขึ้น ด้วยช่องว่างที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากในช่วงของการ

กวนผสมนั้นเกิดจาก Balling Effect ที่มีการกระจุกตัวกันของผักตบชวา ณ จุดใดจุดหนึ่งในเนื้อของคอนกรีตทำให้การผสมไม่ทั่วถึง ส่งผลให้รับกำลังดัดได้น้อยกว่าคอนกรีตล้วนที่มีการรวมตัวกันของคอนกรีตที่สมบูรณ์

เมื่อเปรียบเทียบคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวขนาด 2.5 เซนติเมตร และที่ขนาด 1.5 เซนติเมตร จะพบว่า คอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวขนาด 2.5 เซนติเมตร จะมีค่าความสามารถในการรับกำลังดัดได้มากกว่า คอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวขนาด 1.5 เซนติเมตร พิจารณาที่อัตราส่วนผสมร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 ต่อน้ำหนักคอนกรีต มีอัตราความแตกต่างในการรับกำลังดัดร้อยละ 35.75, 11.11 และ 1.06 ตามลำดับ สาเหตุเนื่องจากคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวขนาด 2.5 เซนติเมตร มีพื้นที่รอบผิวมากกว่าขนาด 1.5 เซนติเมตร จึงทำให้มีแรงยึดเหนี่ยวมากสามารถจับตัวกันได้ดีกว่า

ที่คอนกรีตผสมเส้นใยผักตบชวขนาด 2.5 เซนติเมตร อัตราส่วนผสมร้อยละ 0.3 ต่อน้ำหนักคอนกรีต พบว่าให้กำลังดัดสูงสุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 42.4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่ผสมผักตบชวาในอัตราส่วนต่าง ๆ เนื่องจากคุณสมบัติด้านความเหนียวของเส้นใยผักตบชวา ทำให้สามารถรับกำลังดัดได้มากถึงแม้จะมีช่องว่างในคอนกรีตมากกว่าเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผักตบชวขนาด 1.5 เซนติเมตร ตลอดจนผักตบชวขนาด 2.5 เซนติเมตานั้น มีพื้นที่รอบผิวตลอดความยาวมากกว่า จึงทำให้มีหน่วยแรงยึดเกาะ (bond stress ; mS) ระหว่างผิวของผักตบชวาและคอนกรีตได้ดีกว่า

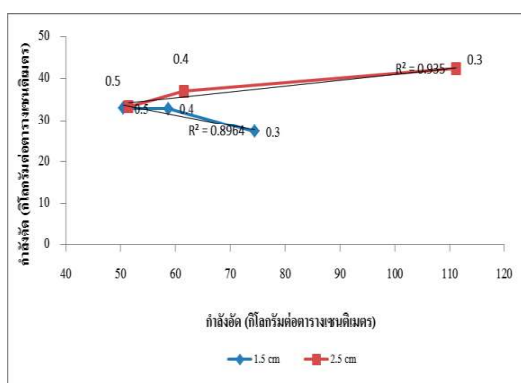


รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ของค่าแนวโน้มระหว่างกำลังรับแรงดัดกับอัตราส่วนผสมผักตบชวา

จากรูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของค่าแนวโน้มระหว่างกำลังรับแรงดัดกับอัตราส่วนผสมผักตบชวา จะเห็นว่าความสัมพันธ์ของแนวโน้ม (Coefficient determination ; R2) ของข้อมูลอัตราส่วนผสมผักตบชวาที่ร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 ต่อน้ำหนักคอนกรีต มีแนวโน้มความสัมพันธ์ลดลงแปรผันตรงกับค่ากำลังดัดที่มีแนวโน้มลดลงเช่นกันตามปริมาณอัตราส่วนผสมของผักตบชวาที่เพิ่มขึ้น ทั้งขนาดความยาวของผักตบชวา 1.5 และ 2.5 เซนติเมตร จากผลการทดสอบกำลังรับแรงดัดที่ลดลง จะเห็นว่าความสัมพันธ์ของข้อมูลที่อัตราส่วนผสมของผักตบชวาที่ร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 ต่อน้ำหนักคอนกรีตมีค่าความสัมพันธ์สมการถดถอย (Coefficient determination ; R2) ที่ 0.76 และ 0.99 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กันดีมากและมีความน่าเชื่อถือสูง ดังแสดงตามรูปที่ 2

3.3 อัตราส่วนที่เหมาะสมของคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวา

จากการทดสอบหาค่ากำลังอัด และแรงดัด ได้สร้างกราฟความสัมพันธ์เพื่อใช้เป็นอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดและมีคุณสมบัติที่จะสามารถนำไปผลิตแผ่นผนังสำเร็จรูปทั่วไปได้จากการทดสอบคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวาทั้งสองกรณี พบว่ากำลังอัดมากที่สุดเท่ากับ 111.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และกำลังดัดมากที่สุดเท่ากับ 42.35 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่ความยาวผักตบชวา 2.5 เซนติเมตร ของอัตราส่วนผสมร้อยละ 0.3 ต่อน้ำหนักคอนกรีต เนื่องจากผักตบชวาขนาด 2.5 เซนติเมตร มีพื้นที่ผิวมากกว่าจึงทำให้เกิดหน่วยแรงยึดเกาะมาก มีผลให้ผักตบชวากับคอนกรีตสามารถยึดจับตัวกัน และสามารถรับแรงได้มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนผสมอื่น ตลอดจนคุณสมบัติความเหนียวของเส้นใยผักตบชวา ซึ่งเกิดจากการเรียงตัวในเนื้อคอนกรีตที่คลุกเคล้ากันในลักษณะระเกะระกะ ดังนั้นจึงได้นำเอาส่วนผสมที่เหมาะสมดังกล่าวนี้ไปทำการทดสอบหาค่าความสามารถในการป้องกันความร้อนต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและกำลังรับแรงดัด

3.4 ความสามารถในการป้องกันความร้อน

จากผลการทดสอบค่าความต้านทานความร้อนของคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวาขนาด 2.5 เซนติเมตร ตามอัตราส่วนร้อยละ 0.3 ต่อน้ำหนักคอนกรีต และคอนกรีตที่ไม่ได้เสริมเส้นใยผักตบชวา โดยใช้ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ 180 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่อายุการบ่ม 28 วัน พบว่าคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวามีค่าความต้านทานความร้อน 0.141 ตารางเมตรต่อเคลวินต่อวัตต์ ซึ่งมีค่ามากกว่าคอนกรีตที่ไม่ได้เสริมเส้นใยผักตบชวา ซึ่งมีค่าความต้านทานความร้อนเท่ากับ 0.130 ตารางเมตรต่อเคลวินต่อวัตต์ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ อาจเกิดจากการผสมเส้นใยผักตบชวาเข้าไปในคอนกรีตนั้นก่อให้เกิดช่องว่างในตัวของคอนกรีตอันเนื่องมาจากซีเมนต์เพสต์ (Cement Paste) บางส่วนถูกแทนที่ด้วยผักตบชวา ช่องว่างที่เกิดขึ้นนี้จะทำหน้าที่ดูดซับความร้อนไว้ และลดการส่งผ่านความร้อนจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งทำให้คอนกรีตที่เสริมเส้นใยผักตบชวามีค่าความต้านทานความร้อนมากกว่าคอนกรีตที่ไม่ได้เสริมเส้นใยผักตบชวา ดังนั้นเมื่อนำไปทำเป็นแผ่นผนังสำเร็จรูปที่มีค่าความต้านทานความร้อนมาก จะมีความสามารถในการป้องกันความร้อนมาก เมื่อคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวานั้นมีความต้านทานความร้อนมากกว่าคอนกรีตที่ไม่ได้เสริมเส้นใยผักตบชวา แสดงให้เห็นว่าคอนกรีตที่เสริมเส้นใยผักตบชวานั้นมีความสามารถในการป้องกันความร้อนมากกว่าคอนกรีตที่ไม่ได้เสริมเส้นใยผักตบชวา สาเหตุเกิดจากคอนกรีตที่มีการเสริมเส้นใยผักตบชวานั้นเป็นวัสดุที่ประกอบด้วยช่องโพรงเล็ก ๆ (Close cell) และช่องอากาศภายในวัสดุที่มีลักษณะเป็นแบบปิดทึบ (Totally Enclosed) เรียกว่าฉนวนมวลสาร (Mass Insulation) นั้นเอง

ซึ่งช่องเล็ก ๆ เหล่านี้เกิดขึ้นจากเส้นใยเซลลูโลส ดังนั้นคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวามีคุณสมบัติที่สามารถนำมาทำเป็นแผ่นผนังสำเร็จรูปทั่วไปได้

4. สรุปผล

จากการศึกษาการทดสอบกำลังรับแรงอัด กำลังรับแรงดัดและความสามารถในการป้องกันความร้อนของแผ่นคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวาสามารถสรุปได้ดังนี้ 1) การทดสอบกำลังรับแรงอัด และกำลังรับแรงดัดของคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวาขนาด 1.5 เซนติเมตร 2.5 เซนติเมตร อัตราส่วนร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 ต่อน้ำหนักคอนกรีต จะพบว่าคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวาที่ขนาดความยาวของเส้นใย 2.5 เซนติเมตร อัตราส่วนผสมร้อยละ 0.3 ต่อน้ำหนักคอนกรีต จะมีกำลังรับแรงอัด (111.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) และกำลังรับแรงดัด (42.35 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวาที่ขนาด และอัตราส่วนผสมต่าง ๆ และ 2) คอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวามีค่าความต้านทานความร้อนมากกว่าคอนกรีตที่ไม่ได้เสริมเส้นใยผักตบชวา แสดงว่าคอนกรีตเสริมเส้นใยผักตบชวามีความสามารถในการป้องกันความร้อนได้ดีกว่าคอนกรีตที่ไม่ได้เสริมเส้นใยผักตบชวา

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมืออุปกรณ์และสถานที่เพื่อการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประโยชน์ผักตบชวา. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.school.net.th/library/webcontest2003/100team/dlbs085/interEx/informate/pak-tob/useful.htm> (14 กันยายน 2558).
- [2] ฉนวนกันความร้อน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.rf-foam.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538770015> (10 ธันวาคม 2557).
- [3] สุวัฒน์ชัย ปลื้มฤทัย, 2551. การพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากผักตบชวา. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [4] พยุงศักดิ์ ศรีอำไพ. ศึกษาคุณสมบัติเชิงกลและคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มอร์ต้าเสริมเส้นใยผักตบชวา. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://tinyurl.com/311-0024Abstract-doc> (1 ธันวาคม 2554).
- [5] กิตติ เต็มมธุรพจน์, โสภา วิศิษฐ์ศักดิ์และโจเซฟ เคตารี, 2554. การพัฒนากะลาปาล์มบล็อกน้ำหนักเบาที่มีประสิทธิภาพในการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.