



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 7
The 7th STOU National Research Conference

การพัฒนาแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา
Development of Pavement Slabs with the Mixture of Water Hyacinth Fiber

นายอดุลย์ วงศ์สุจริต (Adul Vongsujarit)¹ บุญชัย วลีธรรมชีพสวัสดิ์ (Boonchai Waleetomcheepsawat)²
วันชัย ยอดสุดใจ (Wanchai Yodsudjai)³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเอาเส้นใยผักตบชวามาเป็นวัสดุทดแทนทรายและหินในการผลิตแผ่นพื้นคอนกรีต โดยทำการศึกษาสมบัติการดูดซึมน้ำ กำลังต้านทานแรงดัด และสมบัติการสะสมความร้อน ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการลดอุณหภูมิภายนอกอาคาร โดยเส้นใยผักตบชวาเป็นวัสดุที่สามารถดูดซึมน้ำได้ดี ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการดึงความร้อนจากบริเวณโดยรอบเพื่อระเหยเป็นไอและทำให้อุณหภูมิโดยรอบเย็นลง ผลการทดสอบแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนทรายและหินมีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 3.67 – 12.53 แต่มีค่าความต้านทานแรงดัดต่ำ ส่วนการทดสอบอุณหภูมิผิวหน้าแผ่นพื้นคอนกรีตโดยวางบนพื้นหินคลุก พื้นดินชั้น และพื้นหญ้า พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในช่วงเวลา 12.00 – 14.00 น. ซึ่งพบว่าแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนหินร้อยละ 5 (PFC5) มีค่าอุณหภูมิผิวสูงสุด 53.00 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิช่วงเวลา 16.00 – 18.00 น. เป็นช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศเริ่มลดลง พบว่าแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนหินร้อยละ 5 (PFC5) มีอุณหภูมิผิวลดลง 21.69 องศาเซลเซียสเมื่อเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดในวันทดสอบ ซึ่งแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนหินร้อยละ 5 (PFC5) มีค่าความหนาแน่นต่ำและค่าดูดซึมน้ำสูง เมื่อได้รับรังสีความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและเย็นลงอย่างรวดเร็ว สำหรับการศึกษาต้นทุนวัสดุรวมของแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา พบว่าเมื่อมีการใช้เส้นใยผักตบชวาทดแทนทรายและหินจะมีต้นทุนเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนการทดแทนด้วยเส้นใยผักตบชวา

คำสำคัญ เส้นใยผักตบชวา แผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้า การดูดซึมน้ำ

¹ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช e-mail; adul0505@gmail.com

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี e-mail; bwddstou@gmail.com

³ รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต บางเขน e-mail; fengwcy@ku.ac.th



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 7
The 7th STOU National Research Conference

Abstract

This research aims to use water hyacinth fibers as substitute materials for sand and stone in the development of concrete pavement by studying the properties of water absorption, flexure resistance, and heat storage. The surface temperature is the main factor in reducing outdoor temperature with the hyacinth fiber that absorb moisture and reduce surrounding temperature by pulling surrounding heat and evaporate into vapor. The test result on hyacinth mixture cement pavement slab shown that it had moisture absorption rate of 3.67 – 12.53 % while its bending resistance decreased substantially. The test on concrete surface temperature that place on ground of different surfaces namely: crushed rock, moistured soil, and grass covered ground showed that maximum temperature was during noon – 2 pm. which the concrete slab water hyacinth fiber alternative rock 5% (PFC5) had the maximum surface temperature at 53 degree celsius. While the downwarding temperature during 4 – 6 pm shown that the concrete slab water hyacinth fiber alternative rock 5% (PFC5) decreased the surface temperature 21.69 degree celsius, compared to the maximum temperature of the day. Among the active samples in this experiment, the concrete slab water hyacinth fiber alternative rock 5% has the lowest density and the highest water absorption, which in turn increase temperature quickly when receive heat and cooling down quickly when release heat during the cooling down. The study on material cost analysis of the hyacinth fiber mix cement showed that the use of hyacinth fiber to replace sand and crushed rock would cost higher by amount of hyacinth fiber mixture percentage.

Keywords: Water hyacinth fiber, Pavement slabs, Water absorption



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 7 The 7th STOU National Research Conference

บทนำ

ประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสูงตลอดทั้งปี ความร้อนที่เกิดขึ้นทั้งแบบโดยตรง และทางอ้อมจากการคายความร้อนที่สะสมเก็บความร้อนไว้ ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้เป็นสาเหตุให้เกิดภาวะอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากทั้งภายในอาคารและสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร บ่อยครั้งที่ผู้ใช้อาคารมีความต้องการที่จะใช้พื้นที่ภายนอกอาคาร แต่ด้วยภาวะอันเกิดจากความร้อนดังกล่าว เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารจะพบว่าวัสดุพื้นผิวที่นำมาใช้งานนั้นเป็นปัจจัยหลักในการรับและคายรังสีความร้อน ซึ่งเป็นสาเหตุที่เกิดอุณหภูมิสูงขึ้น กระบวนการหนึ่งที่จะลดอุณหภูมิลงได้คือการใช้ วัสดุที่สามารถดูดซับน้ำได้ดีทำหน้าที่เป็นตัวกลางดึงความร้อนจากบริเวณโดยรอบเพื่อระเหยกลายเป็นไอและทำให้อุณหภูมิวัสดุรอบบริเวณเย็นลง โดยการนำเอาเส้นใยผักตบชวาที่มีความสามารถดูดซับน้ำได้นำมาผสมกับคอนกรีตแล้วนำส่วนผสมที่ได้ไปขึ้นรูปเป็นแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้า เพื่อลดอุณหภูมิ การสะสมความร้อนต่ำ รวมทั้งมีความสามารถดูดซับความชื้นได้ดี

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมบัติของเส้นใยผักตบชวาเป็นวัสดุทดแทนทรายและหิน สำหรับการผลิตแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา เพื่อลดอุณหภูมิภายนอกอาคาร
2. เพื่อศึกษาสมบัติการดูดซับน้ำ และกำลังต้านแรงดัดตามขวางของแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา
3. เพื่อศึกษาการสะสมความร้อน เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา เทียบกับแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าต้นแบบ
4. เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนวัสดุรวมในการผลิตแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา กับแผ่นพื้นคอนกรีตที่ผลิตจากปูนซีเมนต์ต้นแบบ

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยใช้เส้นใยผักตบชวาเป็นวัสดุแทนที่ทรายและหินสัดส่วนต่าง ๆ สำหรับการผลิตแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้า และศึกษาสมบัติกำลังอัดประลัยของคอนกรีต ความหนาแน่น การดูดซับน้ำ และกำลังต้านแรงดัดตามขวาง ของแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา และทำการทดสอบสมบัติการสะสมความร้อนเพื่อลดอุณหภูมิภายนอกอาคาร

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง แผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา ขนาดกว้าง 40 ยาว 40 หนา 4 เซนติเมตร โดยใช้เส้นใยผักตบชวาทดแทนทรายและหินในอัตราส่วนแทนที่ร้อยละ 2.5, 5, 7.5 และ 10 ตามลำดับ แผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา เพื่อทำการหาค่าการดูดซับน้ำ หากำลังต้านแรงดัดตามขวาง และการทดสอบการสะสมความร้อน

ขั้นตอนการวิจัย

- หล่อคอนกรีตตัวอย่างทรงลูกบาศก์ขนาด $5 \times 5 \times 5$ เซนติเมตร ตามสัดส่วนผสมต่างๆ ทำการบ่ม 28 วัน แล้วนำก้อนตัวอย่างทดสอบความหนาแน่น และทดสอบกำลังอัดประลัย ตามมาตรฐาน มอก. 409 - 2525
- หล่อตัวอย่างแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าขนาดกว้าง 40 ยาว 40 หนา 4 เซนติเมตร ตามสัดส่วนผสมต่าง ๆ ทำการบ่มที่ 28 วัน ทำการทดสอบความต้านทานแรงดัดตามขวาง และทดสอบการดูดซับน้ำ ตามมาตรฐาน มอก. 378 - 2531
- การทดสอบสมบัติการสะสมความร้อนของแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้า โดยการแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใช้ตัวอย่างกลุ่มละ 3 แผ่น เพื่อวัดอุณหภูมิผิวของแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าโดยใช้เครื่องอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ GM550 Benetech เป็นอุปกรณ์ในการวัดค่าอุณหภูมิพื้นผิว โดยทำการวัดเป็นรอบๆ แต่ละรอบทำการวัดจนครบทุกกลุ่มรวมเวลาวัดเฉลี่ยประมาณ 2 นาที เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในทุกสภาพพื้นที่ทุก 2 ชั่วโมงต่อ 1 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 36 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ 0.00 น. ถึง 12.00 น. ของอีกวัน แล้วนำเอาค่าอุณหภูมิที่ผิวของแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าแต่ละส่วนผสมมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ผิวในแต่ละช่วงเวลา



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 7 The 7th STOU National Research Conference

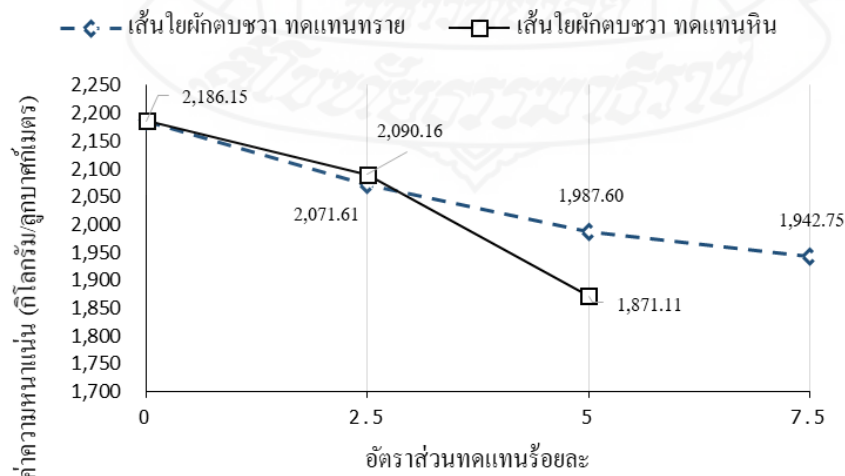
การวิเคราะห์ข้อมูล การวิจัยนี้นำเสนอข้อมูลการวิเคราะห์แบบพรรณาโดยใช้สถิติร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำเสนอในรูปแบบตารางและกราฟ ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเส้นใยผักตบชวาทดแทนทรายและหิน การทดสอบกำลังการต้านทานแรงดัดตามขวาง ร้อยละการดูดซึมน้ำ และอุณหภูมิที่ผิวของแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson product moment correlation)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การทดสอบความหนาแน่น ผลการทดสอบความหนาแน่นของก้อนคอนกรีตทรงลูกบาศก์อายุ 28 วัน ก้อนคอนกรีตที่ไม่ผสมเส้นใยผักตบชวามีค่าความหนาแน่นโดยเฉลี่ย 2186.15 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 20.88 ก้อนคอนกรีตผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนทรายมีค่าความหนาแน่นโดยเฉลี่ยระหว่าง 1942.75 – 2071.61 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 2.75 – 29.37 ส่วนก้อนคอนกรีตผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนหินมีค่าความหนาแน่นโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1871.11 – 2090.16 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 12.86 – 39.59 ความหนาแน่นก้อนคอนกรีตแปรผันกับปริมาณเส้นใยผักตบชวาที่ผสมกับคอนกรีต เมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยผักตบชวา ค่าความหนาแน่นและน้ำหนักมีค่าลดลงตามลำดับ เนื่องจากเส้นใยผักตบชวาเป็นมวลรวมที่มีความหนาแน่นต่ำ และมีการดูดซึมน้ำสูง

ตารางที่ 1 ความหนาแน่นก้อนคอนกรีตทรงลูกบาศก์อายุ 28 วัน

อัตราส่วน	ความหนาแน่น (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)			ค่าเฉลี่ย (kg/m ³)	S.D.
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3		
PFC	2157.89	2207.69	2192.86	2186.15	20.88
PF 2.5 C	2035.21	2072.46	2107.14	2071.61	29.37
PF 5 C	1992.75	1977.44	1992.59	1987.60	7.18
PF 7.5 C	1944.00	1938.93	1945.31	1942.75	2.75
PFC 2.5	2098.48	2100.00	2072.00	2090.16	12.86
PFC 5	1828.13	1923.66	1861.54	1871.11	39.59



ภาพที่ 1 กราฟแสดงค่าความหนาแน่นก้อนคอนกรีตทรงลูกบาศก์อายุ 28 วัน



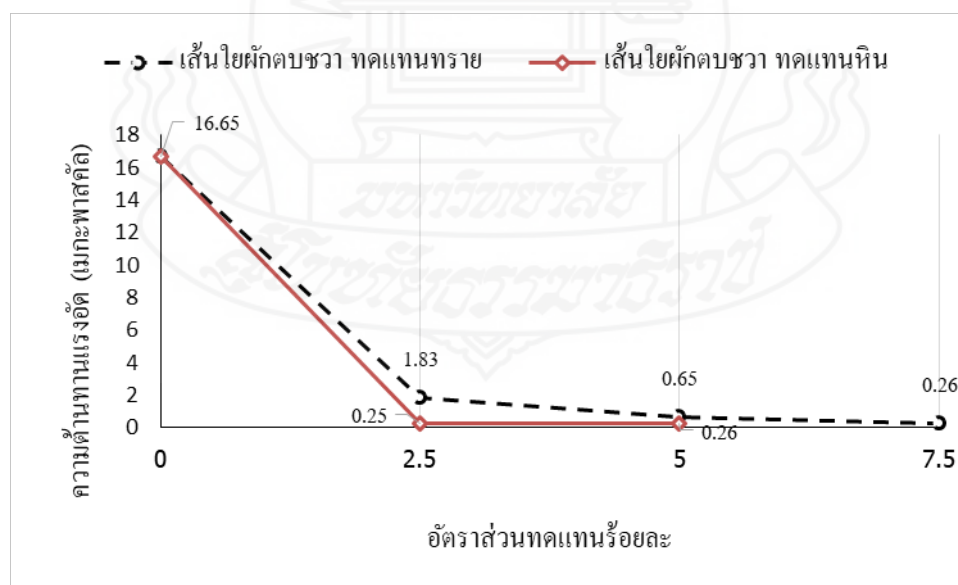
การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 7
The 7th STOU National Research Conference

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลรวมกับค่าความหนาแน่น โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นกับปริมาณการทดแทนด้วยเส้นใยผักตบชวา ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสองทางเท่ากับ -0.869 ค่า P-value เท่ากับ 0.025 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าปริมาณการทดแทนด้วยเส้นใยผักตบชวาทำให้ค่าความหนาแน่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2. การทดสอบความต้านทานแรงอัด จากการทดสอบความต้านทานแรงอัดก่อนคอนกรีตทรงลูกบาศก์อายุ 28 วัน พบว่าก่อนคอนกรีตที่มีส่วนผสมของเส้นใยผักตบชวาทดแทนทรายและหินมีค่าความต้านทานแรงอัดต่ำเมื่อเทียบกับก่อนคอนกรีตมาตรฐาน ผลมาจากพื้นที่รับแรงอัดภายในคอนกรีตที่มีความพรุนมากก็จะรับแรงอัดได้ต่ำ แต่ถ้าพื้นที่ภายในที่มีความพรุนน้อยก็จะรับแรงอัดได้สูง

ตารางที่ 2 การทดสอบความต้านทานแรงอัดก่อนคอนกรีตทรงลูกบาศก์อายุ 28 วัน

อัตราส่วน	ความต้านทานแรงอัด (เมกะพาสคัล)			ค่าเฉลี่ย (Mpa)	S.D.
	1	2	3		
PFC	16.63	18.8	14.53	16.65	1.74
PF2.5C	1.96	1.87	1.65	1.83	0.13
PF5C	0.82	0.66	0.46	0.65	0.15
PF7.5C	0.24	0.27	0.26	0.26	0.01
PFC2.5	0.14	0.24	0.36	0.25	0.09
PFC5	0.36	0.27	0.14	0.26	0.09



ภาพที่ 2 กราฟแสดงค่าความต้านทานแรงอัดก่อนคอนกรีตทรงลูกบาศก์อายุ 28 วัน



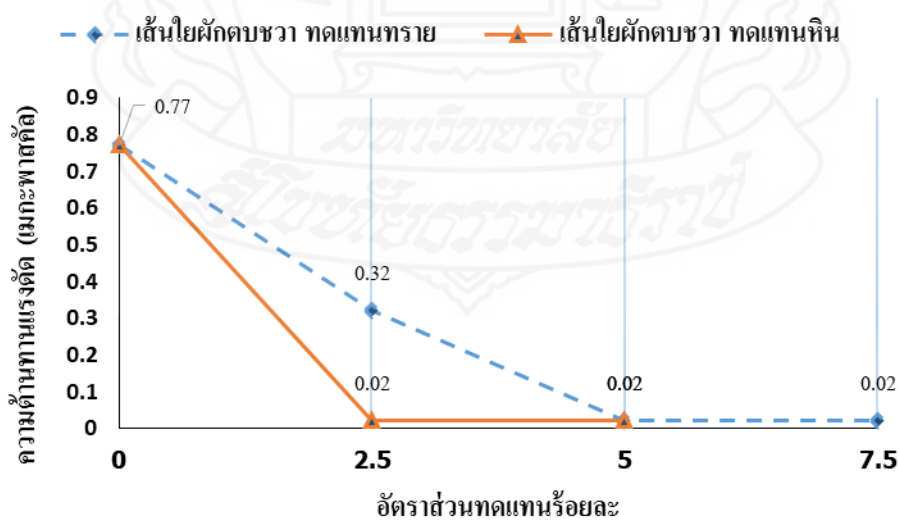
การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 7
The 7th STOU National Research Conference

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลรวมกับค่าความต้านทานแรงอัด โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson product moment correlation) เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานแรงอัดกับปริมาณการทดแทนด้วยเส้นใยผักตบชวา ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสองทางเท่ากับ -0.731 ค่า P-value เท่ากับ 0.099 ซึ่งมีความมากกว่า 0.05 แสดงว่าปริมาณการทดแทนด้วยเส้นใยผักตบชวากับค่าความต้านทานแรงอัดไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

3. การทดสอบความต้านทานแรงดัดตามขวาง จากการทดสอบความต้านทานแรงดัดตามขวางของแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าอายุ 28 วัน แผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าที่ไม่มีส่วนผสมของเส้นใยผักตบชวามีค่าความต้านทานแรงดัดตามขวางโดยเฉลี่ย 0.77 เมกะพาสคัล แผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนทรายมีค่าความต้านทานแรงดัดโดยเฉลี่ย 0.32, 0.02 และ 0.02 เมกะพาสคัล และแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนหินโดยเฉลี่ย 0.02 เมกะพาสคัล ซึ่งแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนทรายและหิน มีค่าความต้านทานแรงดัดตามขวางต่ำ เนื่องจากสมบัติทางกายภาพและทางกลของเส้นใยผักตบชวามีค่าแรงดึงและโมดูลัสความยืดหยุ่นต่ำ

ตารางที่ 3 ความต้านทานแรงดัดตามขวางแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา อายุ 28 วัน

อัตราส่วน	ความต้านทานแรงดัดตามขวาง (เมกะพาสคัล)			ค่าเฉลี่ย	S.D.
	1	2	3		
PFC	0.74	0.74	0.82	0.77	0.038
PF2.5C	0.44	0.25	0.28	0.32	0.083
PF5C	0.03	0.02	0.01	0.02	0.008
PF7.5C	0.02	0.02	0.03	0.02	0.005
PFC2.5	0.02	0.02	0.02	0.02	0.000
PFC5	0.02	0.02	0.01	0.02	0.005



ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่าความต้านทานแรงดัดแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา อายุ 28 วัน



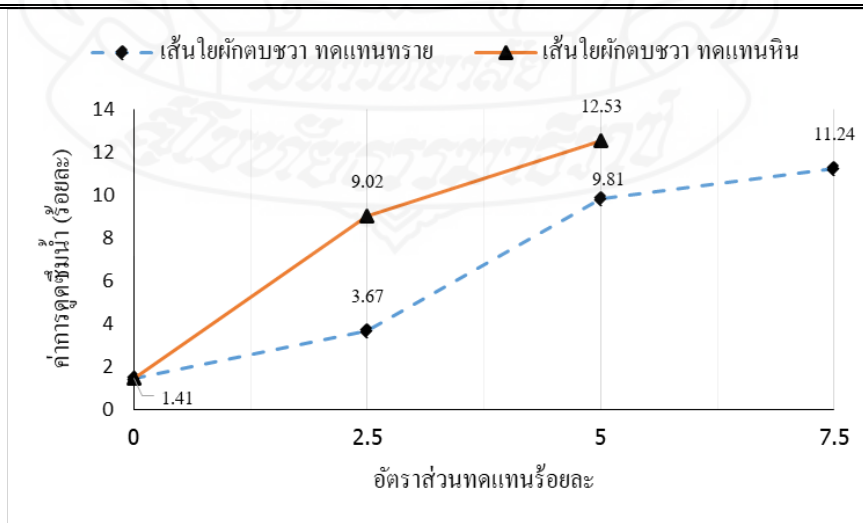
การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 7 The 7th STO National Research Conference

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลรวมกับความต้านทานแรงดัดตามขวาง โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product moment Correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงดัดตามขวางกับปริมาณการทดแทนด้วยเส้นใยผักตบชวา ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสองทางเท่ากับ -0.794 ค่า P-Value เท่ากับ 0.059 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าปริมาณการทดแทนด้วยเส้นใยผักตบชวาทำให้ค่าความต้านทานแรงดัดตามขวางของแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

4. การทดสอบการดูดซึมน้ำ จากการทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าอายุ 28 วัน กำหนดค่าการดูดซึมน้ำของแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.378-2531) ไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ผลจากการทดสอบการดูดซึมน้ำแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้า PFC ที่ไม่มีส่วนผสมเส้นใยผักตบชวามีค่าการดูดซึมน้ำมีค่าน้อยที่ร้อยละ 1.41 ส่วนแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนทราย PF2.5C, PF5C และ PF7.5C มีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 3.67, 9.81 และ 11.24 ตามลำดับ และแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนหิน PFC2.5 และ PFC5 มีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 9.02 และ 12.53 ซึ่งแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้า PF7.5C และ PFC5 มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำมากกว่าที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เป็นผลมาจากปริมาณเส้นใยผักตบชวาที่ผสมกับคอนกรีตเพื่อทดแทนทรายและหิน ถ้าปริมาณเส้นใยผักตบชวามากจะดูดซึมน้ำได้มาก ถ้ามีปริมาณน้อยจะดูดซึมน้ำได้น้อยซึ่งจะสัมพันธ์กับความหนาแน่น

ตารางที่ 4 การทดสอบการดูดซึมน้ำแผ่นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา อายุ 28 วัน

อัตราส่วนผสม	ค่าการดูดซึมน้ำ ร้อยละ (%)			ค่าเฉลี่ย (%)	S.D.
	แผ่นที่ 1	แผ่นที่ 2	แผ่นที่ 3		
PFC	1.55	0.69	1.99	1.41	0.54
PF 2.5 C	4.32	4.06	2.63	3.67	0.74
PF 5 C	10.80	9.09	9.54	9.81	0.72
PF 7.5 C	14.04	8.40	11.29	11.24	2.30
PFC 2.5	7.69	9.92	9.45	9.02	0.96
PFC 5	9.92	14.10	13.56	12.53	1.86



ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าการดูดซึมน้ำแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา อายุ 28 วัน



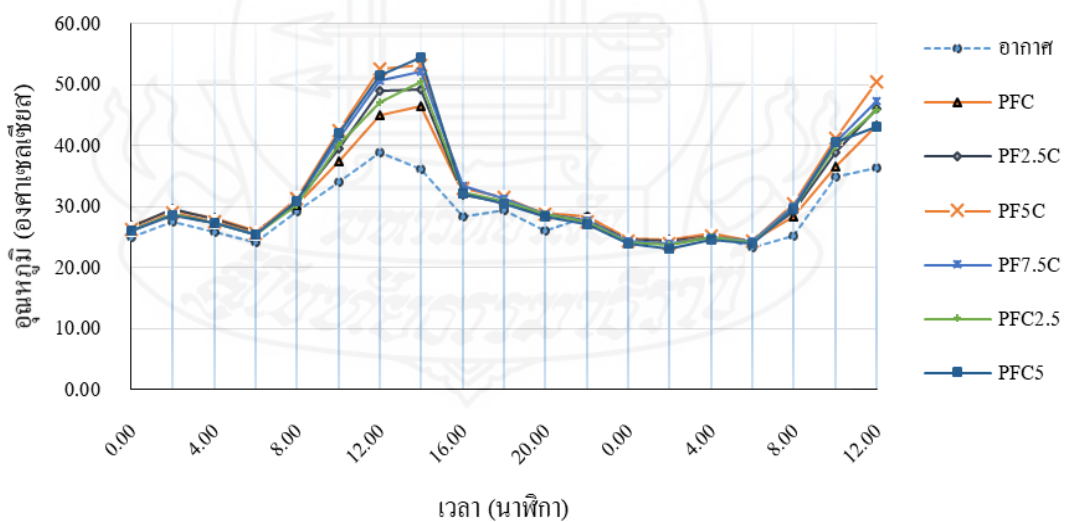
การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 7
The 7th STO National Research Conference

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลรวมกับค่าร้อยละการดูดซึมน้ำของแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product moment Correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละการดูดซึมน้ำ กับปริมาณการทดแทนด้วยเส้นใยผักตบชวา ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสองทางเท่ากับ 0.845 ค่า P – Value เท่ากับ 0.034 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าปริมาณการทดแทนด้วยเส้นใยผักตบชวาทำให้ค่าร้อยละการดูดซึมน้ำของแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้ามีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

5. การทดสอบการสะสมความร้อน จากการวัดอุณหภูมิผิวหน้าแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา เพื่อทดสอบการสะสมความร้อนบนแปลงทดสอบทั้ง 3 แบบ ดังนี้ 1. วางบนพื้นหินคลุก 2. วางบนพื้นดินชั้น 3. วางบนพื้นหญ้า ทุกชั้นตอนอยู่กลางแจ้งที่ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ และการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนกับสภาพแวดล้อม ดังนี้



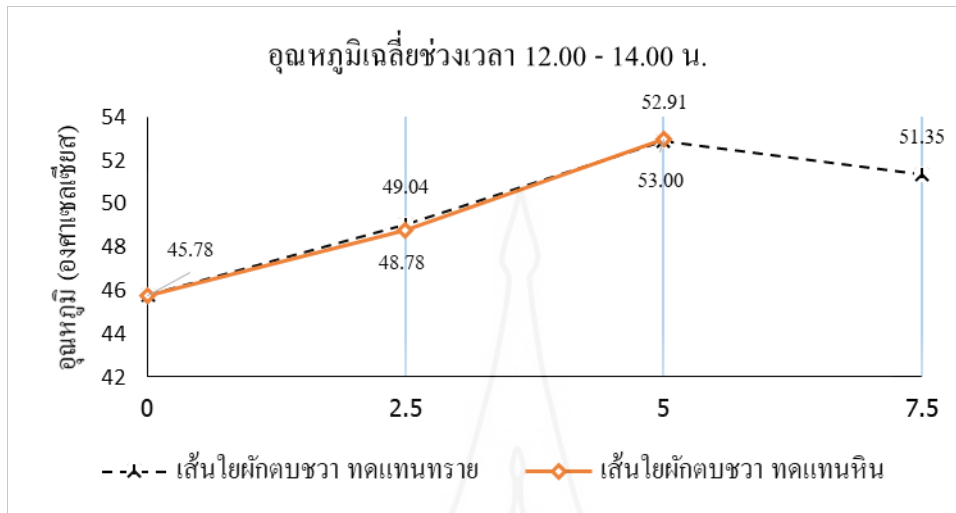
ภาพที่ 5 แสดงพื้นที่วางแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าเพื่อวัดอุณหภูมิผิว



ภาพที่ 6 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวหน้าแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าทั้ง 3 แปลงทดสอบ

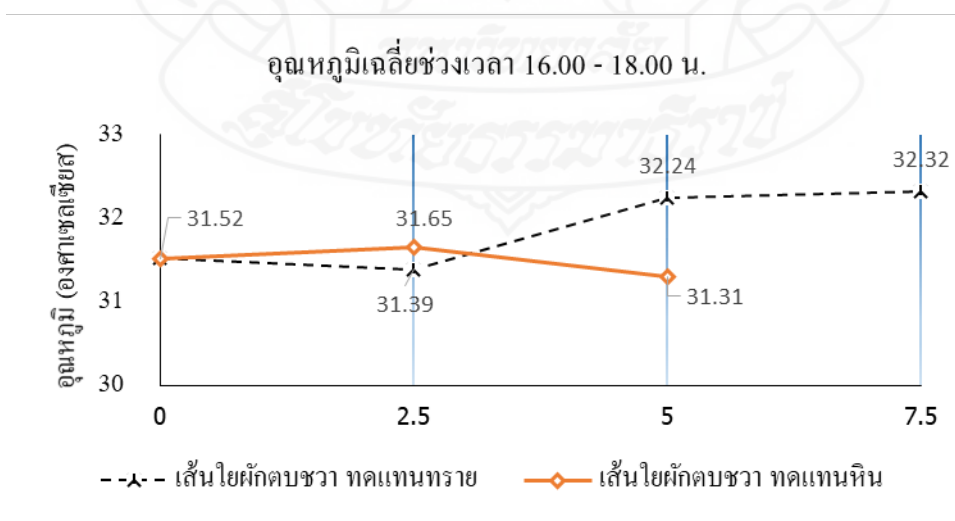


การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 7
The 7th STOU National Research Conference



ภาพที่ 7 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวหน้าแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าช่วงเวลา 12.00 – 14.00 น.

พบว่าแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้ามีการสะสมความร้อนสูงช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยเวลา 12.00 – 14.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิอากาศสูงสุด 37.50 องศาเซลเซียส เกิดจากอิทธิพลรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรงต่อผิวหน้าแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิอากาศ โดยแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าที่ไม่ผสมเส้นใยผักตบชวามีอุณหภูมิผิวหน้า 45.78 องศาเซลเซียส สูงกว่าอุณหภูมิอากาศ 8.28 องศาเซลเซียส ส่วนแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนทรายร้อยละ 2.5, 5 และ 7.5 มีอุณหภูมิผิวหน้า 49.04, 52.91 และ 51.35 องศาเซลเซียส สูงกว่าอุณหภูมิอากาศ 11.54, 15.41 และ 13.85 องศาเซลเซียสตามลำดับ และแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนหินร้อยละ 2.5 และ 5 มีอุณหภูมิผิวหน้า 48.78 และ 53.00 องศาเซลเซียส สูงกว่าอุณหภูมิอากาศ 11.28 และ 15.50 องศาเซลเซียส ซึ่งแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาเป็นวัสดุที่มีมวลสาร (mass) หรือความหนาแน่นน้อยเมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้ามาตรฐาน (PFC) ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่า



ภาพที่ 8 กราฟแสดงอุณหภูมิผิวหน้าแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าช่วงเวลา 16.00 – 18.00 น.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 7
The 7th STOU National Research Conference

อุณหภูมิเฉลี่ยช่วงเวลา 16.00 – 18.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 28.95 องศาเซลเซียส แผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าไม่ผสมเส้นใยผักตบชวามีอุณหภูมิลดลง 14.26 องศาเซลเซียส ส่วนแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนทรายร้อยละ 2.5, 5 และ 7.5 มีอุณหภูมิลดลง 17.65, 20.67 และ 19.03 องศาเซลเซียส และแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนหินร้อยละ 2.5 และ 5 มีอุณหภูมิลดลง 17.13 และ 21.69 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับอุณหภูมิอากาศในช่วงวิกฤต

6. วิเคราะห์ต้นทุนวัสดุรวมรวม ต้นทุนวัสดุรวมรวมในการผลิตแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาโดยมีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ทรายหยาบ หินย่อยเบอร์ 3/8” เส้นใยผักตบชวา และน้ำ วิเคราะห์หาต้นทุนวัสดุรวมจากส่วนผสมที่ทำการทดลองทั้ง 6 แบบ เพื่อเปรียบเทียบกับแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าที่ไม่ได้ผสมเส้นใยผักตบชวา มีรายละเอียดตามตาราง

ตารางที่ 5 ตารางเปรียบเทียบราคาวัสดุรวมรวมแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้า

อัตราส่วนผสม	ราคาวัสดุรวมรวมต่อแผ่น (บาท)					ราคารวม (บาท)
	ปูนซีเมนต์ ประเภท 1	ทรายหยาบ	หินย่อย	เส้นใย ผักตบชวา	น้ำผสม	
PFC	5.38	1.21	4.04	0	0.02	10.66
PF2.5C	5.38	1.18	4.04	0.26	0.02	10.89
PF5C	5.38	1.15	4.04	0.53	0.02	11.13
PF7.5C	5.38	1.12	4.04	0.79	0.02	11.36
PFC2.5	5.38	1.21	3.94	0.45	0.02	11.00
PFC5	5.38	1.21	3.84	0.90	0.02	11.35

จากการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการผลิตแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวามือซึ่งเป็นการผลิตปริมาณน้อยวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมหาซื้อได้ตามร้านขายวัสดุก่อสร้าง ถ้าผลิตเป็นจำนวนมากหรือเป็นระบบอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรมาทำการผลิต การสั่งซื้อวัสดุจากตัวแทนจำหน่ายโดยตรงและมีปริมาณมากก็จะได้วัสดุที่มีราคาถูกลง เครื่องบดสับผักตบชวาถ้าใช้เครื่องที่สามารถบดสับได้ปริมาณมากก็จะทำให้ต้นทุนในการบดสับที่ถูกลง ทำให้ต้นทุนวัสดุรวมรวมที่จะทำการผลิตแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวามีราคาถูกลง



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 7 The 7th STOU National Research Conference

สรุปการวิจัย อภิปรายผล

สรุปการวิจัย

การทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางกลของแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลการทดสอบความต้านทานแรงดัดตามขวาง และการดูดซึมน้ำพบว่าแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทุกสูตรมีค่าความต้านทานแรงดัดตามขวางต่ำกว่ามาตรฐาน (มอก.378-2531) เนื่องจากเส้นใยผักตบชวามีสมบัติแรงดึงต่ำและโมดูลัสความยืดหยุ่นต่ำ ส่วนอัตราการดูดซึมน้ำพบว่าแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวามีการดูดซึมน้ำได้ดี แต่ที่ผ่านเกณฑ์ (ไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก) มี 3 สูตรดังนี้ เส้นใยผักตบชวาทดแทนทรายร้อยละ 2.5 และ 5 โดยน้ำหนัก และเส้นใยผักตบชวาทดแทนหินร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนัก

2. ผลการทดสอบการสะสมความร้อนแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าบนแปลงทดสอบทั้ง 3 แบบ พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดช่วงเวลา 12.00 – 14.00 น. แผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้ามาตรฐาน PFC มีค่าอุณหภูมิผิวต่ำสุด 45.78 องศาเซลเซียส และแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนหินร้อยละ 5 มีค่าอุณหภูมิผิวสูงสุด 53.00 องศาเซลเซียส อุณหภูมิช่วงเวลา 16.00 – 18.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศเริ่มลดลงพบว่าแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนหินร้อยละ 5 มีอุณหภูมิผิวลดลง 21.69 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวิกฤต ซึ่งแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา PFC5 มีค่าความหนาแน่นต่ำกว่าและค่าการดูดซึมน้ำสูงกว่าเมื่อได้รับรังสีความร้อนจะมี อุณหภูมิสูงขึ้นและเย็นลงอย่างรวดเร็ว (การที่อุณหภูมิเปลี่ยนเร็วเพราะความจุความร้อนน้อยกว่า)

3. พิจารณาด้านต้นทุนวัสดุรวม พบว่าแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวา มีต้นทุนวัสดุรวมมีราคาเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนการทดแทนด้วยเส้นใยผักตบชวา

อภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์แผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาทดแทนทรายและหินในอัตราส่วนร้อยละต่างๆ พบว่าแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้ามีค่าความต้านทานแรงดัดตามขวางต่ำ เนื่องจากเส้นใยผักตบชวามีค่าแรงดึง และโมดูลัสความยืดหยุ่นต่ำ

ค่าการดูดซึมน้ำ พบว่าแผ่นพื้นคอนกรีตทางเท้าผสมเส้นใยผักตบชวาสามารถดูดซึมน้ำได้ดี แต่จะมีผลกับส่วนผสมของคอนกรีตจะต้องใช้ปริมาณน้ำมากขึ้นในการผสมคอนกรีตเพราะเส้นใยผักตบชวามีความถ่วงจำเพาะต่ำ และมีการดูดซึมน้ำมาก

เปรียบเทียบกับงานวิจัยของ ปราโมทย์ วิรานุกุล และ คณะ (2554) และ สุวัฒน์ชัย ปลื้มฤทัย (2555) ที่ทำการวิจัยในลักษณะเดียวกับงานวิจัยคล้ายกัน โดยการเติมเส้นใยทางธรรมชาติเข้าไปในส่วนผสมคอนกรีต ก็พบว่ามีผลทำให้ความต้านทานแรงอัดหรือแรงดัดของแผ่นคอนกรีตที่ได้ต่ำลง และความหนาแน่นลดลง ซึ่งสอดคล้องกับทิศทางของผลการทดลองในการวิจัยนี้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรออกแบบปฏิภาคส่วนผสมคอนกรีตควรมีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์อย่างเหมาะสมกับส่วนผสมของเส้นใยผักตบชวาให้มีความแข็งแรง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่กำหนดไว้

2. ปริมาณเส้นใยผักตบชวาที่จะใช้เป็นส่วนผสมกับคอนกรีตควรมีปริมาณไม่เกินร้อยละ 2.5 ของอัตราส่วนการทดแทน เนื่องจากผลการสะสมความร้อน และการคายความร้อนอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 7
The 7th STOU National Research Conference

เอกสารอ้างอิง

- เครือซีเมนต์ไทย, (2548). ปูนซีเมนต์และการประยุกต์ใช้งาน, บริษัทปูนซีเมนต์ไทยอุตสาหกรรม จำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ
- บุรฉัตร ฉัตรวีระ เทต เทต หิน และพิชัย นิमितยงสกุล, (2537). การประยุกต์ใช้เส้นใยผักตบชวาเสริมในแผ่นหลังคา. วารสาร สจร. ปีที่ 17 ฉบับที่ 2 ธันวาคม 2537
- ปราโมทย์ วีรานุกูล และ คณะ, (2554). การพัฒนาวัสดุอาคารจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อการประหยัดพลังงานและการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร. รายงานฉบับสมบูรณ์งบประมาณประจำปี 2554 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- สุวัณชัย ปลื้มฤทัย, (2555). การพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากผักตบชวา วิทยานิพนธ์ สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, (2525). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีการทดสอบความต้านทานแรงอัดของแท่งคอนกรีต (มอก. 409 – 2525) ราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่มที่ 99 ตอนที่ 51 กระทรวงอุตสาหกรรม
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, (2532). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องคอนกรีตปูพื้น (มอก. 378 – 2531) ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 106 ตอนที่ 18 กระทรวงอุตสาหกรรม
- Cheng-Chih Fan, Ran Huang, Howard Hwang and Sao-Jeng Chao, (2015). The Effects of Different Fine Recycled Concrete Aggregates on the Properties of Mortar. Materials 2015, 8, 2658-2672; doi: 10.3390/ma8052658. Retrieved from www.mdpi.com/journal/materials