



การพัฒนาคอนกรีตมวลเบาเชิงนวัตกรรมด้วยวัสดุพอซโซลานจากเถ้าฟางข้าวผสมยางพาราเพื่อ
ประสิทธิภาพทางความร้อนที่เสริมความแข็งแรงด้วยโฟม EPS

Development of Innovative Lightweight Concrete Using Rice Straw Ash Pozzolan
Material Blended with Natural Rubber for Enhanced Thermal Performance,
Reinforced with EPS Foam

นราวิชญ์ บรรพสาร, ขจรศักดิ์ กีกอง,
พรพิทักษ์ คนหาญ¹, และ จินดา โพนะทา¹

¹ โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารามราชวิทยาลัย มุกดาหาร, ตำบลบางทรายใหญ่, อำเภอเมือง, จังหวัดมุกดาหาร 49000, ประเทศไทย

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคอนกรีตมวลเบาผสมโฟมอีพียูเอส(EPS) ร้อยละ 2.4 และน้ำยางพาราธรรมชาติร้อยละ 17.4 โดยปริมาตรของปูนซีเมนต์เริ่มต้นที่ทดแทนปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าฟางข้าวร้อยละ 0-30 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ ซึ่งเถ้าฟางข้าวที่นำมาใช้ศึกษาเป็นผลพลอยได้จากการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้เป็นวัสดุพอซโซลาน เพื่อศึกษาสมบัติเชิงกล สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางความร้อนของคอนกรีตมวลเบาแบบผสมโฟม EPS และน้ำยางพาราธรรมชาติ ที่ระยะเวลาการบ่ม 7, 14 และ 28 วัน พบว่าคอนกรีตมวลเบาที่มีการทดแทนปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าฟางข้าว ร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์ มีค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น และมีค่ากำลังอัดสูงกว่าคอนกรีตมวลเบาควบคุมและมีค่าอยู่ในช่วง 2.45-5.35 MPa ซึ่งมีค่ากำลังอัดต่ำกว่ามาตรฐาน มอก.2601-2556 ชนิด C9 แต่เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 1505 ซึ่งกำหนดให้มียกกำลังอัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 5.0 MPa ส่วนค่าการดูดซึมน้ำ ค่าความพรุนของคอนกรีตมวลเบาแบบผสมโฟม EPS มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ค่าการนำความร้อนของคอนกรีตมวลเบาที่มีแนวโน้มที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัดนอกจากนี้ยังพบว่าคอนกรีตมวลเบาแบบผสมโฟมอีพียูเอสที่ใส่เถ้าฟางข้าวสามารถชะลอการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารได้ดีกว่าคอนกรีตมวลเบาควบคุม

คำสำคัญ: คอนกรีตมวลเบา, เถ้าฟางข้าว, น้ำยางพาราธรรมชาติ, โฟมอีพียูเอส

1. บทนำ

คอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุที่นิยมใช้ในงานก่อสร้าง เนื่องจากมีน้ำหนักเบา รับแรงอัดได้ดี ช่วยลดภาระโครงสร้างและมีค่าการนำความร้อนต่ำ จึงช่วยลดการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ คอนกรีตมวลเบาแบบบดไอน้ำความดันสูง (AAC) และแบบไม่บดไอน้ำความดันสูง (CLC) ซึ่งมีต้นทุนต่ำและเหมาะสมกับสภาพอากาศของประเทศไทย ปัจจุบันมีการนำ

วัสดุเหลือใช้ เช่น เถ้าฟางข้าว มาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์เพื่อเพิ่มมูลค่าและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเถ้าฟางข้าวมีซิลิกาไดออกไซด์ (SiO₂) สูง จึงมีคุณสมบัติเป็นวัสดุพอซโซลาน สามารถทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์เกิดเป็นแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) ที่ช่วยเพิ่มความแข็งแรงและความทนทานของคอนกรีต อีกทั้งช่วยลดปัญหาการผาฟางข้าวและมลพิษทางอากาศ งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการใช้เถ้าฟางข้าวบดละเอียดทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ร่วมกับเม็ดโฟม EPS ในการผลิตคอนกรีตมวล

แบบ CLC เพื่อพัฒนาวัสดุที่มีน้ำหนักเบา แข็งแรง และมีประสิทธิภาพในการกันความร้อน เหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานและเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอย่างยั่งยืน

2.วิธีการดำเนินงาน

2.1.การเตรียมตัวอย่าง

นำฟางข้าวไปเผาในเตาเผา Muffle ที่อุณหภูมิ 500°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จนได้เถ้าฟางข้าว นำไปปั่นให้ละเอียดในเครื่อง High Speed Grinder จากนั้นนำไปร่อนใน Standard Test Sieve Diameter 0.2 mm นำอัตราส่วนเถ้าฟางข้าวปูนซีเมนต์ น้ำ หทราย โฟมอีพีเอส น้ำยาพาราธรรมชาติ และ น้ำยาผสมคอนกรีตที่เหมาะสม โดยจะแทน เถ้าฟางข้าว 0% 10% 20% 30% ของปูนซีเมนต์เริ่มต้นและแบ่งเป็นระยะการบ่ม 7, 14 และ 28 วัน ซึ่งปูนซีเมนต์จะลดลงตามเถ้าฟางข้าวที่เข้ามาแทน คือ 500 450 400 และ 350 กรัม ตามลำดับ โดยให้อัตราส่วน น้ำ 0.5 เท่า ของปูนซีเมนต์เริ่มต้น หทราย 0.8 เท่าของปูนซีเมนต์เริ่มต้น โฟม อีพีเอส 0.024 เท่า ของปูนซีเมนต์เริ่มต้น น้ำยาพาราธรรมชาติ 0.174 เท่า ของปูนซีเมนต์เริ่มต้น และสารลดน้ำ 0.00476 เท่าของปูนซีเมนต์ และกำหนดให้น้ำ หทราย โฟมอีพีเอส และสารลดน้ำคงที่ตลอดการทดลอง นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วนำใส่แม่พิมพ์ กดทับให้แน่น ในตู้บ่มเชื้อ Binder บ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และเมื่อในแต่ละสูตรของการบ่ม 7, 14 และ 28 วัน ครบระยะเวลาในการบ่ม นำคอนกรีตไปทดสอบประสิทธิภาพ

2.3.การทดสอบสมบัติเชิงกล

นำคอนกรีตไปทดสอบเชิงกลโดยทดสอบกำลังอัดโดยเครื่อง compressive strength tester แล้วนำมาคำนวณโดยใช้สูตร

$$f_c = \frac{P}{A}$$

โดย f_c = กำลังรับแรงอัด มีหน่วยเป็น

P = แรงอัด หน่วยเป็น N

A = พื้นที่หน้าตัด มีหน่วยเป็น

2.4.การทดสอบสมบัติทางกายภาพ

นำคอนกรีตมวลเบาไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง จากนั้นมาวางที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง และทำการชั่งน้ำหนักแห้ง และนำไปแช่น้ำ 24 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักเปียก จากนั้นนำค่าไปคำนวณหาการดูดซึมน้ำ หาได้จากสมการ

$$\text{การดูดซึมน้ำ(\%)} = \left| \frac{(B-A)}{A} \right| \times 100$$

A = มวลแห้งชั่งในอากาศ (g)

B = มวลที่ผ่านการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

2.5.การทดสอบประสิทธิภาพทางความร้อน

นำคอนกรีตมวลเบามาวางไว้ระหว่างกล่องโฟม ที่ปิดมิดชิดในห้องที่อุณหภูมิคงที่ ผังหนึ่งจะติดหลอดไฟฮาโลเจนขนาด 100 วัตต์ 2 หลอดซึ่งเป็นตัวให้ความร้อนทิ้งไว้ 30 นาทีจากนั้นวัดอุณหภูมิผิวของคอนกรีตมวลเบา ทั้ง 2 ข้างแล้วบันทึกค่านำมาหาผลต่างของอุณหภูมิ

3.ผลและอภิปรายผล

3.1 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล (Results and Discussion)

3.1.1 ผลการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตมวลเบาที่มี การทดแทนปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าฟางข้าว

ในการทดลองได้ศึกษาการพัฒนา กำลังอัดของ คอนกรีตมวลเบาแบบผสมเม็ดโฟมอีพีเอสอัตราส่วนร้อยละ 2.4 โดยปริมาณปูนซีเมนต์เริ่มต้น และทดแทนปูนซีเมนต์ด้วย เถ้าฟางข้าวที่ผ่านการบด อัตราส่วนร้อยละ

0, 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก และทำการเปรียบเทียบค่ากำลังอัดเฉลี่ยจากตัวอย่างชิ้นงานละ 2 ก้อนเทียบกับคอนกรีตมวลเบาควบคุม (ไม่มีการทดแทนเถ้าฟางข้าว)

ตารางที่ 1 ค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่บ่มไว้ 7 วัน

%การแทนที่ของฟางข้าว	ขนาด (cm)			พื้นที่หน้าตัด (cm^2)	แรงอัด (kN)	กำลังรับแรงอัด (N/cm^2)	ค่าเฉลี่ย
	กว้าง	ยาว	สูง				
0%	9.50	20.00	5.00	190.00	75.00	394.74	402.64 $\pm$
	9.50	20.00	5.00	190.00	78.00	410.53	11.17
10%	10.00	20.00	5.00	205.00	60.00	292.68	308.84 $\pm$
	10.00	20.00	5.00	200.00	65.00	325.00	22.85
20%	9.50	20.00	5.00	190.00	62.50	328.95	357.16 $\pm$
	10.00	20.50	5.00	205.00	79.00	385.37	39.90
30%	10.00	20.00	5.00	200.00	67.50	337.50	366.38 $\pm$
	10.00	19.00	4.50	190.00	67.50	355.26	15.73

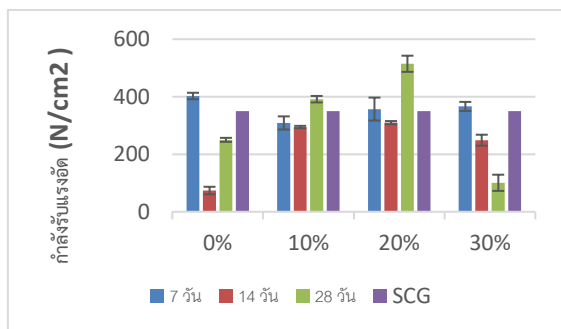
ตารางที่ 2 ค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่บ่มไว้ 14 วัน

%การแทนที่ของฟางข้าว	ขนาด (cm)			พื้นที่หน้าตัด (cm^2)	แรงอัด (kN)	กำลังรับแรงอัด (N/cm^2)	ค่าเฉลี่ย
	กว้าง	ยาว	สูง				
0%	10.24	20.00	4.00	204.80	17.00	83.01	73.74 $\pm$
	10.45	19.30	3.96	201.69	13.00	64.46	13.12
10%	9.79	18.88	5.01	184.84	55.00	297.56	294.66 $\pm$
	10.90	19.81	4.92	215.93	63.00	291.76	4.10
20%	10.04	20.32	4.80	204.01	64.00	313.71	309.73 $\pm$
	10.17	20.10	4.12	204.42	62.50	305.75	5.63
30%	9.74	19.85	5.43	193.34	45.50	235.34	248.85 $\pm$
	9.51	19.64	5.20	186.78	49.00	262.35	19.10

ตารางที่ 3 ค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่บ่มไว้ 28 วัน

%การแทนที่ของฟางข้าว	ขนาด (cm)			พื้นที่หน้าตัด (cm^2)	แรงอัด (kN)	กำลังรับแรงอัด (N/cm^2)	ค่าเฉลี่ย
	กว้าง	ยาว	สูง				
0%	10.05	19.28	4.56	193.76	47.50	245.14	250.06 $\pm$
	10.80	20.88	4.00	225.50	57.50	254.98	6.96
10%	10.17	19.87	4.89	202.08	77.50	383.52	391.51 $\pm$
	9.95	20.00	4.93	199.00	79.50	399.50	11.30
20%	10.13	19.76	4.30	200.17	107.00	534.55	514.65 $\pm$
	10.05	19.61	5.21	197.08	97.50	494.75	28.14
30%	10.37	19.58	4.83	203.04	101.50	499.89	482.34 $\pm$
	10.31	20.66	5.15	213.00	99.00	464.78	28.14

จากตารางที่ 1 พบว่า ที่อายุบ่ม 7 วัน คอนกรีตมวลเบาที่ทดแทนปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าฟางข้าวร้อยละ 10, 20 และ 30 มีกำลังรับแรงอัดต่ำกว่าคอนกรีตควบคุมเล็กน้อย แต่เมื่ออายุบ่มเพิ่มเป็น 14 และ 28 วัน กำลังรับแรงอัดของทุกส่วนผสมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและสูงกว่าคอนกรีตควบคุม โดยการทดแทนเถ้าฟางข้าวร้อยละ 20 ให้กำลังรับแรงอัดสูงสุดเท่ากับ 5.35 MPa ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคอนกรีตมวลเบา ผลดังกล่าวเกิดจากปฏิกิริยาปอซโซลานิกของเถ้าฟางข้าว โดยซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) จากการไฮเดรชันของปูนซีเมนต์ เกิดเป็นเจลแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) ซึ่งช่วยเพิ่มความแข็งแรงของเนื้อคอนกรีตเมื่ออายุบ่มมากขึ้น นอกจากนี้ คอนกรีตที่ผสมเถ้าฟางข้าวทุกอัตราส่วนยังผ่านเกณฑ์ ASTM C618 จึงแสดงให้เห็นว่าเถ้าฟางข้าวมีศักยภาพในการใช้เป็นวัสดุปอซโซลานทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ในการผลิตคอนกรีตมวลเบา



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด (N/cm^2) ที่รับได้ตามเปอร์เซ็นต์แทนที่เถ้าฟางข้าว และจำนวนวันที่ใช้ในการบ่มคอนกรีตมวลเบา

3.2.ผลการทดสอบทางกายภาพคอนกรีตมวลเบาที่มีการทดแทนปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าฟางข้าว

จากรูปที่ 2 พบว่า การทดแทนปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าฟางข้าวร้อยละ 0–30 ส่งผลให้ค่าความพรุนของคอนกรีตมวลเบาเพิ่มขึ้นตามปริมาณเถ้าฟางข้าวที่ใช้ โดยที่อายุบ่ม 7 วัน ค่าความพรุนอยู่ในช่วงร้อยละ 11.96–19.10 ซึ่งชุดควบคุมมีค่าต่ำที่สุด และชุดทดแทนร้อยละ 30 มีค่าสูงที่สุด ขณะที่อายุบ่ม 14 วัน ค่าความพรุนอยู่ในช่วงร้อยละ 12.03–14.82 และเมื่ออายุบ่ม 28 วัน คอนกรีตที่ทดแทนเถ้าฟางข้าวร้อยละ 10, 20 และ 30 มีค่าความพรุนเฉลี่ยร้อยละ 19.62, 20.69 และ 21.13 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าชุดควบคุม (ร้อยละ 18.84) แนวโน้มดังกล่าวเกิดจากอนุภาคเถ้าฟางข้าวที่มีลักษณะพรุนและรูปร่างไม่สม่ำเสมอ ทำให้เกิดช่องว่างภายในเนื้อคอนกรีตมากขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณการทดแทน อีกทั้งที่อายุบ่ม 28 วัน ปฏิกริยาปอซโซลานิกยังเติมเต็มรูพรุนได้ไม่สมบูรณ์ จึงทำให้ค่าความพรุนยังคงเพิ่มขึ้นตามปริมาณเถ้าฟางข้าวที่ใช้

ตารางที่ 4 ค่าความพรุนของคอนกรีตมวลเบาที่บ่มไว้ 7 วัน

%การแทนที่ของฟางข้าว	มวลแห้ง (g)	มวลที่ผ่านการแช่น้ำ (g)	ค่าความพรุน (%)	ค่าเฉลี่ยค่าความพรุน (%)
0%	973.28	1091.09	12.10	11.96 $\pm$ 0.21
	1052.15	1176.41	11.81	
10%	982.02	1144.84	16.58	17.38 $\pm$ 1.13
	1048.32	1238.93	18.18	
20%	1033.37	1222.08	18.26	17.80 $\pm$ 0.65
	1066.57	1251.50	17.34	
30%	1085.77	1289.75	18.79	19.10 $\pm$ 0.43
	1016.73	1214.00	19.40	

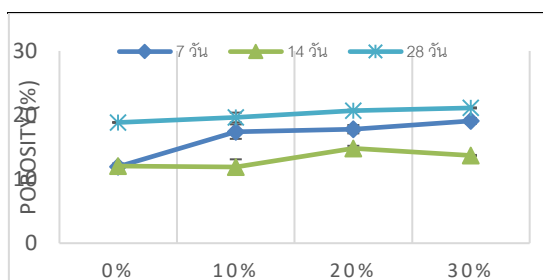
ตารางที่ 5 ค่าความพรุนของคอนกรีตมวลเบาที่บ่มไว้ 14 วัน

%การแทนที่ของฟางข้าว	มวลแห้ง (g)	มวลที่ผ่านการแช่น้ำ (g)	ค่าความพรุน (%)	ค่าเฉลี่ยค่าความพรุน (%)
0%	1082.24	1209.18	11.73	12.03 $\pm$ 0.42
	1002.90	1126.52	12.33	
10%	1014.01	1143.47	12.77	11.92 $\pm$ 1.20
	1077.85	1197.14	11.07	
20%	1018.04	1171.78	15.10	14.82 $\pm$ 0.40
	1110.90	1272.32	14.53	
30%	963.86	1095.27	13.63	13.69 $\pm$ 0.08
	1036.20	1178.60	13.74	



ตารางที่ 6 ค่าความพรุนของคอนกรีตมวลเบาที่บ่มไว้ 28 วัน

%การแทนที่ของฟางข้าว	มวลแห้ง (g)	มวลที่ผ่านการแช่น้ำ (g)	ค่าความพรุน (%)	ค่าเฉลี่ยค่าความพรุน (%)
0%	1026.26	1219.28	18.81	18.84 $\pm$ 0.04
	933.38	1109.49	18.87	
10%	947.05	1137.92	20.15	19.62 $\pm$ 0.76
	940.28	1119.70	19.08	
20%	1026.62	1237.83	20.57	20.69 $\pm$ 0.16
	992.72	1199.21	20.80	
30%	1032.13	1248.10	20.92	21.13 $\pm$ 0.30
	869.26	1054.75	21.34	



รูปที่ 2 ปค่าความพรุนของคอนกรีตมวลเบาที่ผสมเถ้าฟางข้าว

3.3.ผลการทดสอบทางความร้อนคอนกรีตมวลเบาที่มีการทดแทนปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าฟางข้าว

ตารางที่ 7 ประสิทธิภาพทางความร้อนของคอนกรีตมวลเบาที่บ่มไว้ 7 วัน

%การแทนที่ของฟางข้าว	อุณหภูมิผิวด้านหน้า (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิผิวด้านหลัง (องศาเซลเซียส)	ผลต่างของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
0% without น้ำยารักษา	49.20	36.50	12.70
0%	41.80	24.60	17.20
10%	48.30	28.40	19.90
20%	45.60	24.20	21.40
30%	44.30	21.30	23.00

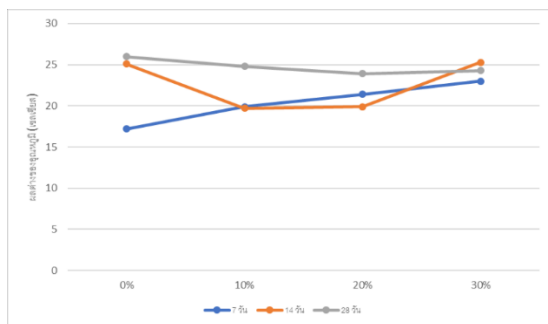
ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพทางความร้อนของคอนกรีตมวลเบาที่บ่มไว้ 14 วัน

%การแทนที่ของฟางข้าว	อุณหภูมิผิวด้านหน้า (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิผิวด้านหลัง (องศาเซลเซียส)	ผลต่างของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
0%	53.80	28.70	25.10
10%	42.70	23.00	19.70
20%	43.70	23.80	19.90
30%	46.80	21.50	25.30

ตารางที่ 9 ประสิทธิภาพทางความร้อนของคอนกรีตมวลเบาที่บ่มไว้ 28 วัน

%การแทนที่ของฟางข้าว	อุณหภูมิผิวด้านหน้า (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิผิวด้านหลัง (องศาเซลเซียส)	ผลต่างของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
0%	48.80	22.80	26.00
10%	47.10	22.30	24.80
20%	47.20	23.30	23.90
30%	46.00	21.70	24.30

จากการทดสอบประสิทธิภาพการกันความร้อนของคอนกรีตมวลเบาที่อายุบ่ม 7, 14 และ 28 วัน พบว่าการทดแทนปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าฟางข้าวร้อยละ 10, 20 และ 30 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเป็นฉนวนกันความร้อน โดยเฉพาะที่อายุบ่ม 7 วัน ชุดควบคุมที่ไม่ผสมน้ำยารักษา มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด มีอุณหภูมิผิวด้านหลัง 36.5 °C ขณะที่ชุดทดแทนเถ้าฟางข้าวร้อยละ 30 ให้ผลดีที่สุด โดยมีอุณหภูมิผิวด้านหลัง 21.3 °C และมีผลต่างอุณหภูมิระหว่างผิวด้านหน้าและด้านหลังสูงที่สุด (23.0 °C) เมื่ออายุบ่มเพิ่มเป็น 14 และ 28 วัน แนวโน้มยังคงเดิม โดยชุดทดแทนร้อยละ 30 มีอุณหภูมิผิวด้านหลังต่ำที่สุดที่ 21.7 °C เทียบกับชุดควบคุม 22.8 °C เนื่องจากเถ้าฟางข้าวร่วมกับน้ำยารักษาช่วยเพิ่มความพรุนและพองอากาศในเนื้อคอนกรีต ส่งผลให้ลดการนำและการสะสมความร้อนได้ดี จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นวัสดุผนังอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน



รูปที่ 3 ค่าผลต่างอุณหภูมิพื้นผิวของคอนกรีตมวลเบาที่ผสมเถ้าฟางข้าวกราฟเส้นค่าผลต่างของคอนกรีตมวลเบาที่ผสมเถ้าฟางข้าว

4.สรุปผล

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และประสิทธิภาพการกันความร้อนของคอนกรีตมวลเบาที่ผสมน้ำยางพาราและทดแทนปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าฟางข้าวร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 พบว่า การทดแทนปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าฟางข้าวส่งผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาอย่างชัดเจน โดยที่อายุบ่ม 28 วัน คอนกรีตที่ทดแทนเถ้าฟางข้าวร้อยละ 20 ให้กำลังรับแรงอัดสูงสุดเท่ากับ 5.35 MPa สูงกว่าคอนกรีตควบคุม เนื่องจากปฏิกิริยาปอซโซลานิกที่ก่อให้เกิดเจลแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของเนื้อคอนกรีต ทั้งนี้ ทุกอัตราส่วนผสมผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASTM C618 ด้านคุณสมบัติทางกายภาพ พบว่าการเพิ่มปริมาณเถ้าฟางข้าวทำให้ความพรุนของคอนกรีตเพิ่มขึ้น โดยชุดทดแทนร้อยละ 30 มีค่าความพรุนสูงสุตร้อยละ 21.13 ส่งผลให้มีประสิทธิภาพการกันความร้อนที่สุด เนื่องจากฟองอากาศขนาดเล็กที่เกิดจากการใช้เถ้าฟางข้าวร่วมกับน้ำยางพาราช่วยลดการถ่ายเทความร้อน ทำให้อุณหภูมิผิวด้านหลังต่ำ และมีผลต่างอุณหภูมิระหว่างผิวด้านหน้าและด้านหลังสูงกว่าคอนกรีตควบคุม สรุปได้ว่า หากต้องการคอนกรีตมวลเบาที่เน้นกำลังรับแรงอัด ควรเลือกการทดแทนเถ้าฟางข้าวร้อยละ 20 แต่หากต้องการประสิทธิภาพการเป็นฉนวนกันความร้อนและการประหยัดพลังงาน ควรเลือกการทดแทนร้อยละ 30 โดยทั้งสองอัตราส่วนเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและพัฒนาวัสดุก่อสร้างอย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาและการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ผู้จัดทำขอขอบพระคุณคุณครูจินดา โพทะนา และคุณครูพรพิทักษ์ คนหาญ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการดำเนินโครงการ รวมถึงสาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่สนับสนุนสถานที่ ห้องปฏิบัติการ และอุปกรณ์ในการดำเนินงาน

ผู้จัดทำหวังว่าโครงการฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและการพัฒนาวัสดุก่อสร้างในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

ทศศักดิ์ โนโซยา, และ.ปิยานนท์ ต่อกิจจุล.(2563).

การพัฒนาคอนกรีตมวลเบาที่ผสมวัสดุผลพลอยได้จากโรงงานน้ำตาลสำหรับประยุกต์ใช้ในอาคารพลังงานต่ำ

ประชุม คำพุ่ม, และ ว่าที่ร้อยตรีกิตติพงษ์ สุวีโร. (2553).

ศึกษาคอนกรีตมวลเบาผสมเถ้าแกลบเสริมแผ่นยางธรรมชาติ

Hidalgo, S., Soriano, L., Monzó, J., Payá, J., Font, A., & Borrachero, M. V. (2021).

Evaluation of Rice Straw Ash as a Pozzolanic Addition in Cementitious Mixtures

Elawadly, N., และ Sanad, S. A. (พ.ศ. 2568).

Sustainable concrete incorporating sugarcane bagasse ash: A study on workability, mechanical behavior, and microstructure. Innovative Infrastructure Solutions, ปีที่ 10, บทความที่ 401.