

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

จากการศึกษาวิจัย การผลิตบล็อกประสาน เพื่อชุมชน ตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงโดย ทำการศึกษาวัสดุก่อสร้างบล็อกประสานเป็นวัสดุที่รับน้ำหนัก ที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรูและ เดือยบนตัวบล็อกประสาน เพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง สามารถสรุปศึกษาวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมพื้นฐานของวัสดุที่ใช้ในการผลิตตัวอย่างบล็อก ประสาน

จากการศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของวัสดุผสมชนิดต่างๆและปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 สำหรับใช้ในการทำตัวอย่างบล็อกประสาน ได้ผลการทดสอบหาคุณสมบัติต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1.1 ผลการทดสอบหาปริมาณความชื้นตามสภาพธรรมชาติตามมาตรฐาน ASTM D 2216-98 ได้ค่าเฉลี่ยจาก 3 ตัวอย่าง ของดินลูกรังได้ค่า เท่ากับ 5.58 % และหินฝุ่นได้ค่า เท่ากับ 5.02%โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ก.1 และ ก.2ในภาคผนวก ก.

4.1.2 ผลการทดสอบการหาค่าความถ่วงจำเพาะตามมาตรฐาน ASTM C128-93ของดิน ลูกรังได้ค่าเท่ากับ 5.484 และ หินฝุ่นได้ค่าเท่ากับ 7.178 โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ ก.3และก.4ใน ภาคผนวก ก.

4.1.3 ผลการทดสอบการหาขนาดคละโดยทำการทดสอบโดยวิธีการร่อนผ่านตะแกรง ตาม มาตรฐาน ASTM D-2487 ของดินลูกรังมีค่าสัมประสิทธิ์ Cu เท่ากับ 5 และมีค่าสัมประสิทธิ์Cc เท่ากับ 2.40,หินฝุ่นค่าสัมประสิทธิ์ Cu เท่ากับ 5 และมีค่าสัมประสิทธิ์Cc เท่ากับ 2.30ซึ่งมีค่า สัมประสิทธิ์Cu มากกว่า 4และสัมประสิทธิ์ Cc อยู่ระหว่าง 1-3 มีลักษณะเป็นกรวดที่มีขนาดคละก้นดี มีลักษณะเป็นทรายที่มีขนาดคละก้นดีโดยมีค่าแสดงดังแสดงในตารางที่4.1โดยมีรายละเอียดดังตาราง ที่ก.5และ ก.7 ในภาคผนวก ก.

ตารางที่ 4.1แสดงลักษณะขนาดคละของวัสดุผสมแต่ละชนิด

ชนิดของวัสดุ	ดินลูกรัง	หินฝุ่น
Cu	5	5
Cc	2.4	2.3

4.1.4 ผลการทดสอบหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการผสมวัสดุโดยวิธีการบดอัดแบบมาตรฐานตามมาตรฐาน ASTM D 1557-70 ของดินลูกรังได้ค่าปริมาณน้ำที่เหมาะสมเท่ากับ 11% และความหนาแน่นแห้งสูงสุดเท่ากับ 2.60 g/cm^3 และหินฝุ่นได้ค่าปริมาณน้ำที่เหมาะสมเท่ากับ 8.00% และความหนาแน่นแห้งสูงสุดเท่ากับ 2.00 g/cm^3 โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ ก.7 และ ก.8 ในภาคผนวก ก.

4.1.5 ผลการหาค่าความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ตราช้าง ตามมาตรฐาน ASTM C- 150 ได้ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 4 ตัวอย่างเท่ากับ 3.07 โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ ก.9 ในภาคผนวก ก.

4.2 ผลการศึกษาและการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของตัวอย่างบล็อกประสานดินลูกรังและหินฝุ่น

จากการทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของตัวอย่างบล็อกประสานปูพื้นจากดินลูกรังดินและหินฝุ่น ได้ผลการทดสอบดังนี้

4.2.1 ผลการตรวจสอบลักษณะทั่วไปและมิติที่อายุ 28 วันตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) 602-2547 กระทรงของอุตสาหกรรมของบล็อกประสานปูพื้นดินลูกรังและหินฝุ่นจากขนาดมาตรฐาน $12.5 \times 25 \times 10.0 \text{ cm}$ มีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกับขนาดมาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 4.2 โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ ข.1 และ ข.2 ในภาคผนวก ข.

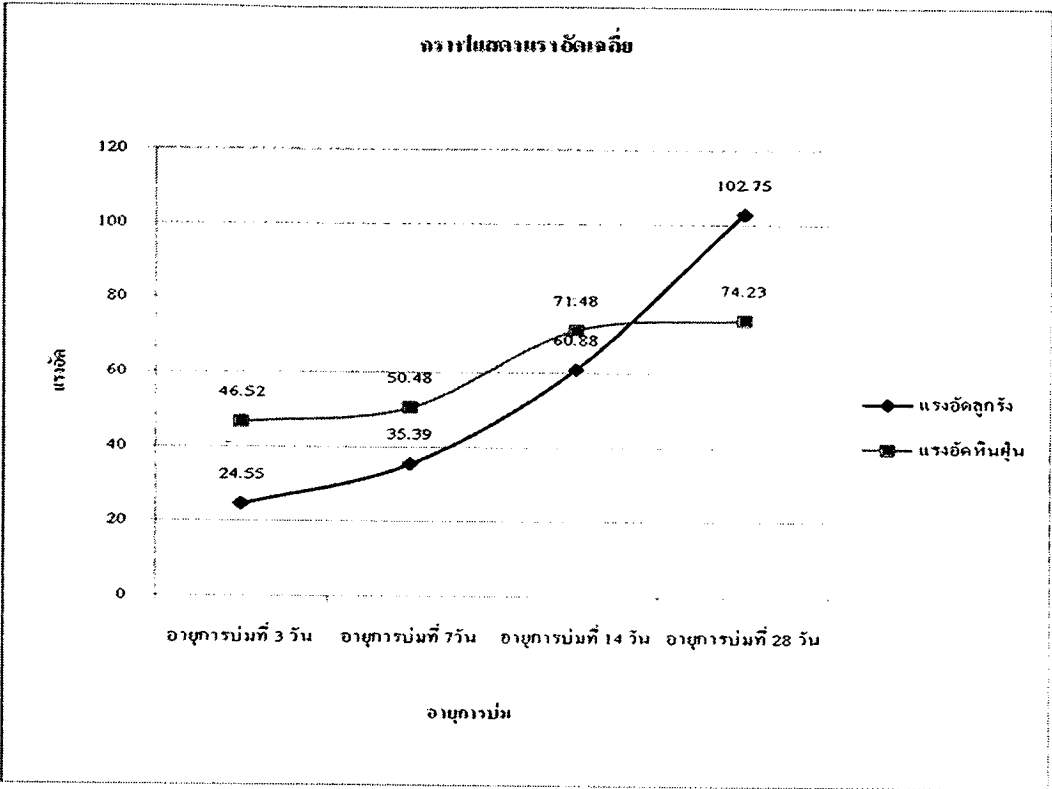
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการตรวจสอบลักษณะทั่วไปและมิติที่อายุ 28 วัน

ค่าเฉลี่ย	ดินลูกรัง	หินฝุ่น
น้ำหนัก ;kg	6.40	5.27
กว้าง ;cm	12.6	12.6
ยาว ;cm	25.0	25.0
หนา;cm	10.1	10.1

4.2.2 ผลการทดสอบการต้านทานแรงอัดเฉลี่ยที่อายุ 3,7,14 และ 28 วันตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน(มผช.) 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรมของบล็อกประสานดินลูกรัง และบล็อกประสานหินฝุ่น จากจำนวนตัวอย่างการทดสอบ 8 ตัวอย่าง ที่อายุการบ่มต่างๆได้ค่าเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 4.3พบว่าบล็อกประสานที่ทำจากวัสดุดินลูกรังมีค่าต้านทานแรงอัดสูงสุด เท่ากับ 102.75ksc ส่วนบล็อกประสานหินฝุ่น มีค่าต้านทานแรงอัด เท่ากับ 102.75kscและความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุการบ่มดังรูปที่ 4.1 โดยความสามารถในการรับแรงอัดจะเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการบ่มโดยมีรายละเอียดดังตารางที่ ข.3และ ข.4ในภาคผนวก ข.

ตารางที่ 4.3แสดงผลการทดสอบการต้านทานแรงอัดที่อายุ 3,7,14 และ 28 วัน

อายุการบ่ม (วัน)	บล็อกประสานดินลูกรัง (ksc)	บล็อกประสานหินฝุ่น (ksc)
การบ่มที่ 3 วัน	25.55	46.52
การบ่มที่ 7 วัน	35.39	50.48
การบ่มที่ 14 วัน	60.88	71.48
การบ่มที่ 28 วัน	102.75	74.23

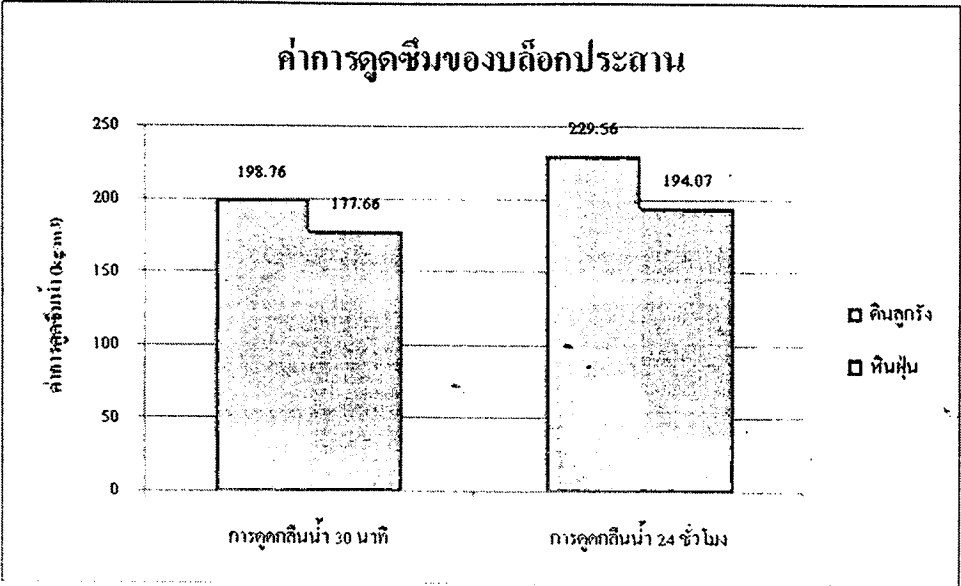


รูปที่ 4.1กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุการบ่มของบล็อกประสานแต่ละชนิด

4.2.3 ผลการทดสอบความหนาแน่นแห้งและการดูดกลืนน้ำที่อายุ 28 วันตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน(มผช.) 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรมของบล็อกประสานดินลูกรัง และบล็อกประสานหินฝุ่น จากจำนวนตัวอย่างการทดสอบ 8 ตัวอย่าง ได้ค่าเฉลี่ยดังแสดงในตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.2 โดยบล็อกประสานที่ทำจากวัสดุดินลูกรังมีความหนาแน่นแห้งสูงสุดและมีค่าการดูดซึมน้ำสูงสุดโดยมีรายละเอียดดังตารางที่ ข.9ในภาคผนวก.

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบความหนาแน่นแห้ง,การดูดกลืนน้ำที่ 28 วันที่เวลา30 นาทีและ 24ชั่วโมง

บล็อกประสาน	ความหนาแน่นแห้ง (kg/m ³)	การดูดกลืนน้ำ	การดูดกลืนน้ำ
		30นาที (kg/m ³)	24ชั่วโมง (kg/m ³)
ดินลูกรัง	1906.84	198.76	229.56
หินฝุ่น	1641.42	177.66	194.07

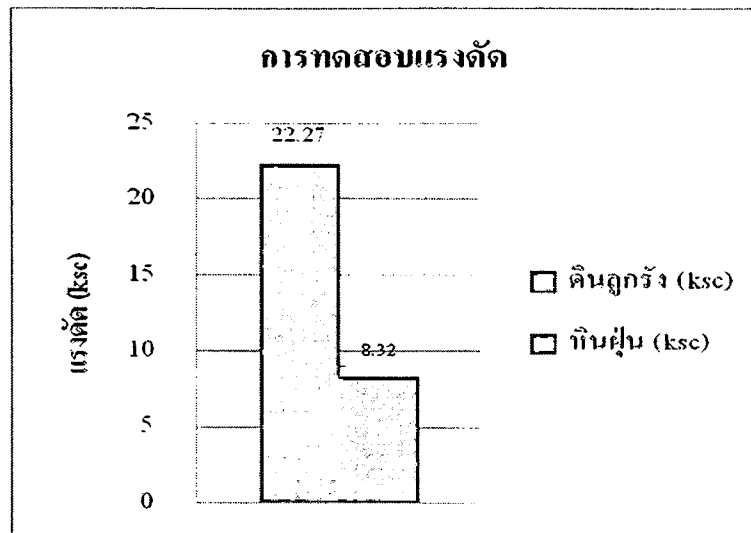


รูปที่ 4.2 แผนภูมิแสดงการดูดกลืนน้ำที่อายุ 28 วัน ที่เวลา 30 นาทีและ 24 ชั่วโมง

4.2.4 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดัดที่อายุ 28 วันของบล็อกประสานดินลูกรัง และ บล็อกประสานหินปูน จากจำนวนตัวอย่างการทดสอบ 8 ตัวอย่าง ได้ค่าเฉลี่ยดังแสดงในตารางที่4.5 พบว่าบล็อกประสานที่ทำจากวัสดุดินลูกรังมีค่าต้านทานแรงดัดสูงสุด เท่ากับ 22.27kscส่วนบล็อก ประสานปูพื้นที่ทำจากวัสดุหินปูนมีค่าต้านทานแรงดัด เท่ากับ 8.32kscดังรูปที่ 4.3 โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ ข.10 ในภาคผนวก ข.

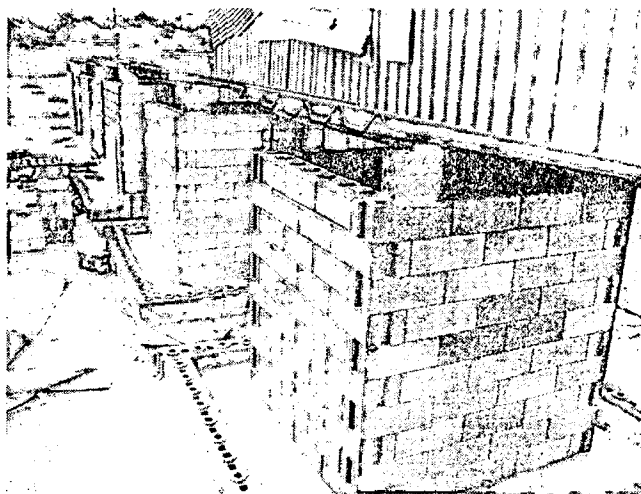
ตารางที่ 4.5แสดงผลการทดสอบการต้านทานแรงดัดที่อายุ 28 วัน

การทดสอบ	ดินลูกรัง (ksc)	หินปูน (ksc)
แรงดัดเฉลี่ย	22.27	8.32



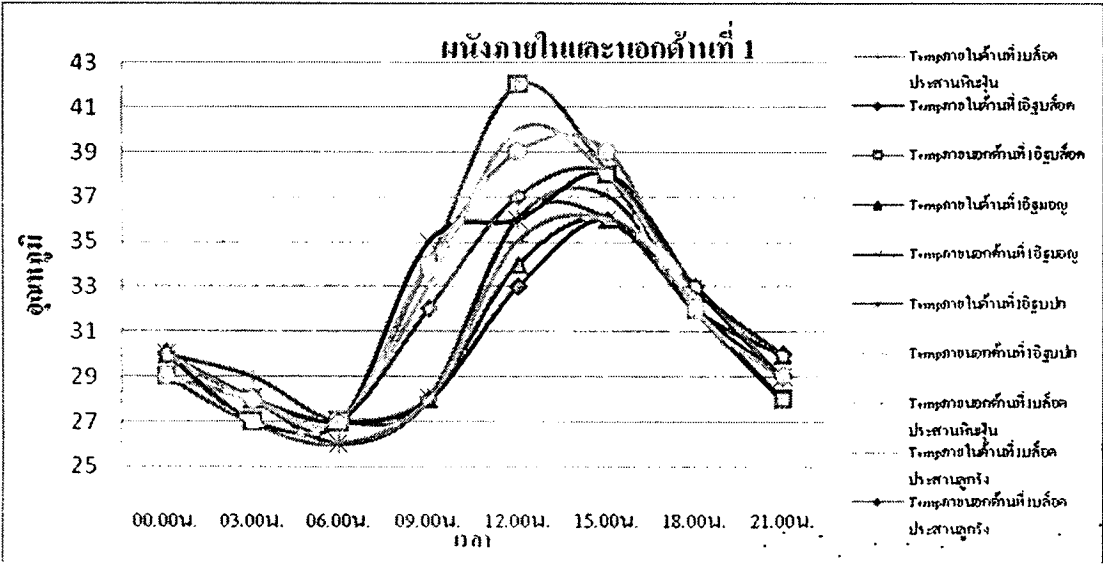
4.3 ผลการศึกษาและการเปรียบเทียบคุณสมบัติการนำพาความร้อนของวัสดุก่อผนังแต่ละประเภท

จากการสร้างแบบอาคารจำลองทั้งหมด 5 แบบจำลอง ด้วยบล็อกประสานวัสดุดินลูกรัง , บล็อกประสานวัสดุหินฝุ่น, อิฐมอญ , บล็อกคอนกรีตและอิฐบุปกโดยเตรียมพื้นที่สำหรับสร้างแบบอาคารจำลองด้วยแผ่นพื้นคอนกรีตขนาดกว้าง 1.50 เมตร ยาว 1.50 เมตร และหนา 0.08 เมตร จากนั้นจะสร้างแบบอาคารจำลองมีขนาด กว้าง 1.00 เมตร ยาว 1.00 เมตร สูง 1.00 เมตร โดยมีความหนา 0.10 เมตร และหลังคาทำจากกระเบื้องลอนคู่โดยมีช่องลม 17% ช่องพื้นที่ผนังแบบบ้านพักอาศัยเพื่อประชาชนเล่ม2 แบบบ้านไทยอนุรักษ์ไทยภาคกลาง จึงนำมาคิดปริมาณช่องอากาศได้ความสูงหน้าแบบอาคารจำลอง15 เซนติเมตรโดยมีลักษณะดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ลักษณะแบบอาคารจำลองสำหรับทดสอบหาค่าอุณหภูมิ

จากการดำเนินการวัดอุณหภูมิโดยทำการวัดทุกๆช่วงเวลา 3 ชั่วโมง นับจากวันเริ่มต้น วันที่ 24 ธันวาคม 2553 เวลา 00.00 น. วัดค่าอุณหภูมิครั้งที่หนึ่งและหลังจากนั้นอีก 3.00 ชั่วโมงทำการวัดค่าอุณหภูมิอีกหนึ่งค่าเวลา 03.00 น. วัดค่าอุณหภูมิต่อเนื่องทุกๆ 3 ชั่วโมงจนครบกำหนดเวลารวม 7 วัน คือเวลา 24.00 น.ของวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2554 โดยการวัดอุณหภูมินั้นได้ทำการวัดอุณหภูมิที่ผนังอาคารจำลองด้านนอกทั้ง 4 ด้านและผนังอาคารจำลองด้านในทั้ง 4 ด้านโดยใช้เครื่องอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์และอุณหภูมิภายในอาคารจำลองตรงกลางแบบอาคารจำลองอีก 1 จุด โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ รวมเป็น 9 จุดต่อหนึ่งแบบอาคารจำลอง ได้ผลของค่าอุณหภูมิเฉลี่ยดังตารางที่ ค.1 ถึง ค.5 และรูปแสดงอุณหภูมิเฉลี่ย ดังรูปที่ 4.5 ถึง 4.9

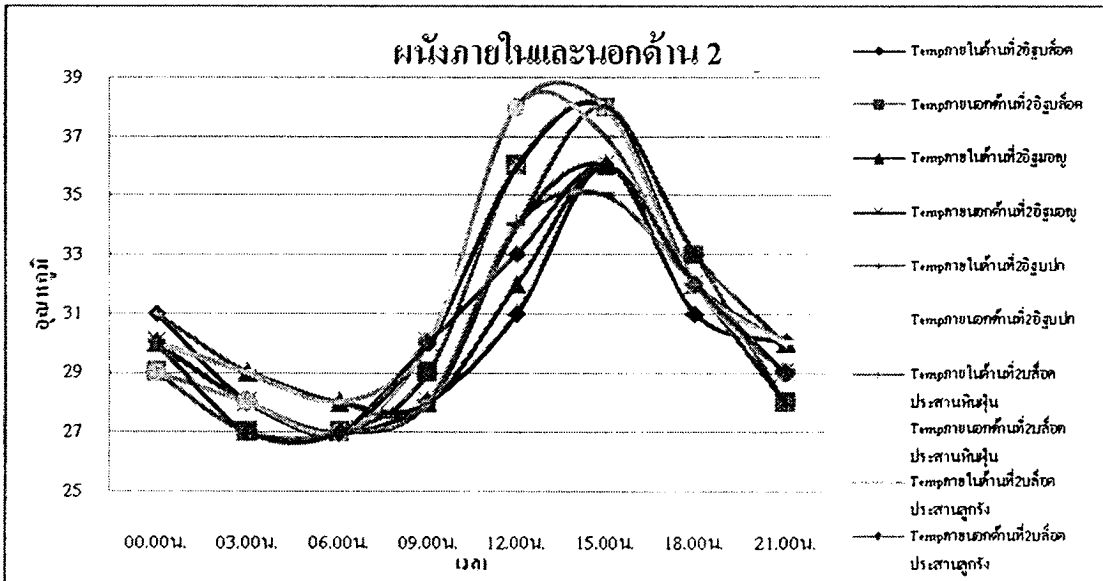


รูปที่ 4.5กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังภายในและผนังภายนอกด้านที่ 1

ตารางที่ 4.6แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่พื้นผิวผนังภายในและผนังภายนอกด้านที่ 1

แบบอาคารจำลอง	อุณหภูมิต่ำสุด เวลา 5.00 น.		อุณหภูมิสูงสุด เวลา 12.00 น.	
	ภายนอก (°c)	ภายใน(°c)	ภายนอก (°c)	ภายใน(°c)
บล็อกประสานหินฝุ่น	27	27	38	38
บล็อกประสานดินลูกรัง	27	27	37	38
อิฐ บปก.	26	27	36	39
อิฐบล็อก	26	27	36	38
อิฐมอญ	27	27	36	38

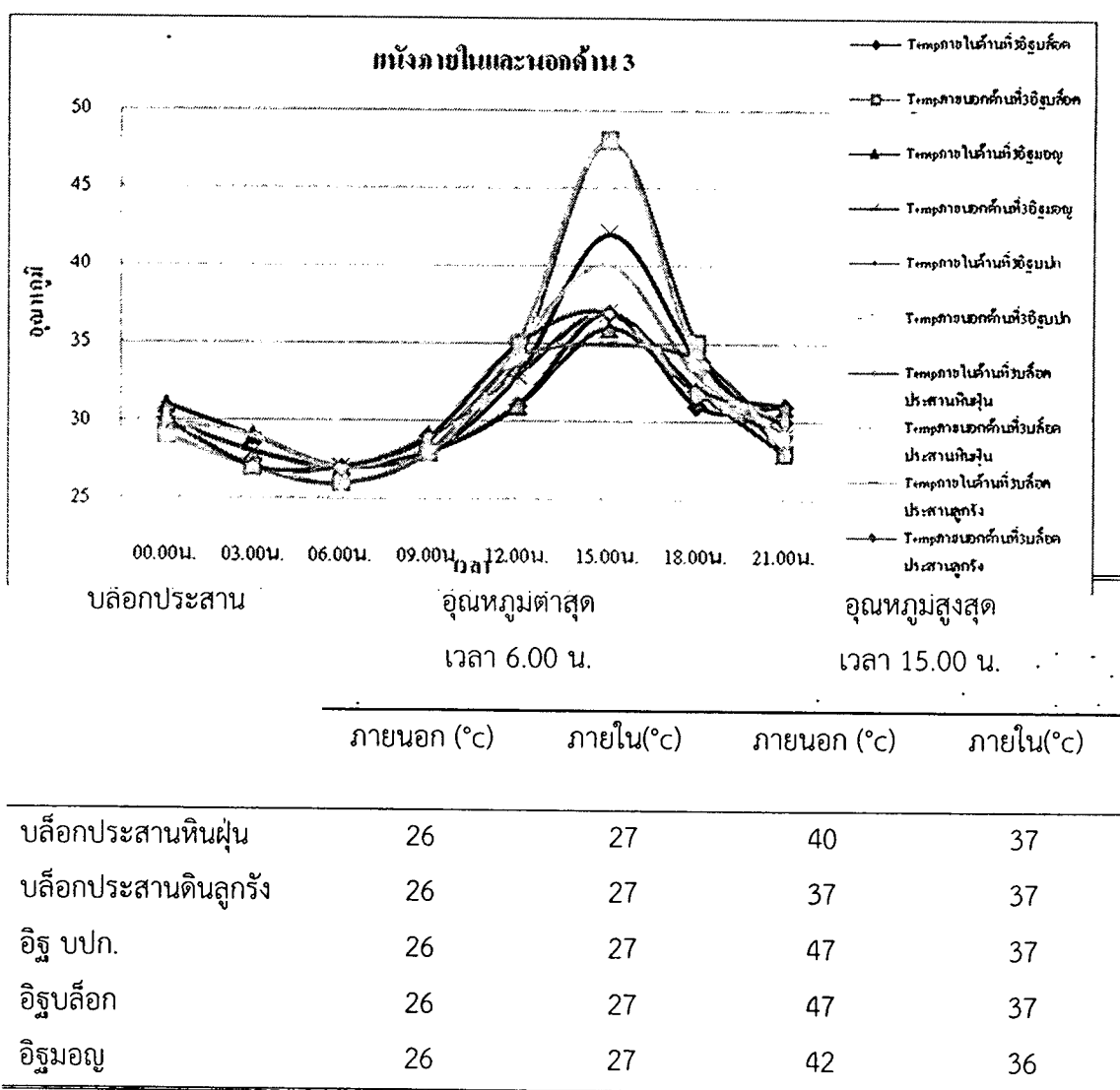
จากรูปที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 ในช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำสุดคือเวลาประมาณ5.00 น. วัดค่าอุณหภูมิภายนอกของผนังแบบอาคารจำลองทั้ง5อาคารจำลองปรากฏว่าอาคารจำลองที่มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด คือ อิฐ บปก.และ อิฐบล็อก มีอุณหภูมิ 26°cส่วนภายในมีอุณหภูมิเท่ากันที่ 27°c และที่เวลา 12 .00น.ผนังภายใน มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันทั้ง 5 แบบอาคารทดลองที่ประมาณ 38°c อุณหภูมิภายนอกของผนังที่มีค่าสูงสุด คืออาคารจำลองบล็อกประสานหินฝุ่นมีอุณหภูมิ38 °c



ตารางที่ 4.7แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่พื้นผิวผนังภายในและผนังภายนอกด้านที่ 2

บล็อกประสาน	อุณหภูมิต่ำสุด เวลา 5.00 น.		อุณหภูมิสูงสุด เวลา 14.00 น.	
	ภายนอก (°c)	ภายใน(°c)	ภายนอก (°c)	ภายใน(°c)
บล็อกประสานหินฝุ่น	28	27	40	38
บล็อกประสานดินลูกรัง	27	27	37	38
อิฐ บปก.	28	27	36	39
อิฐบล็อก	26	28	36	38
อิฐมอญ	28	27	36	36

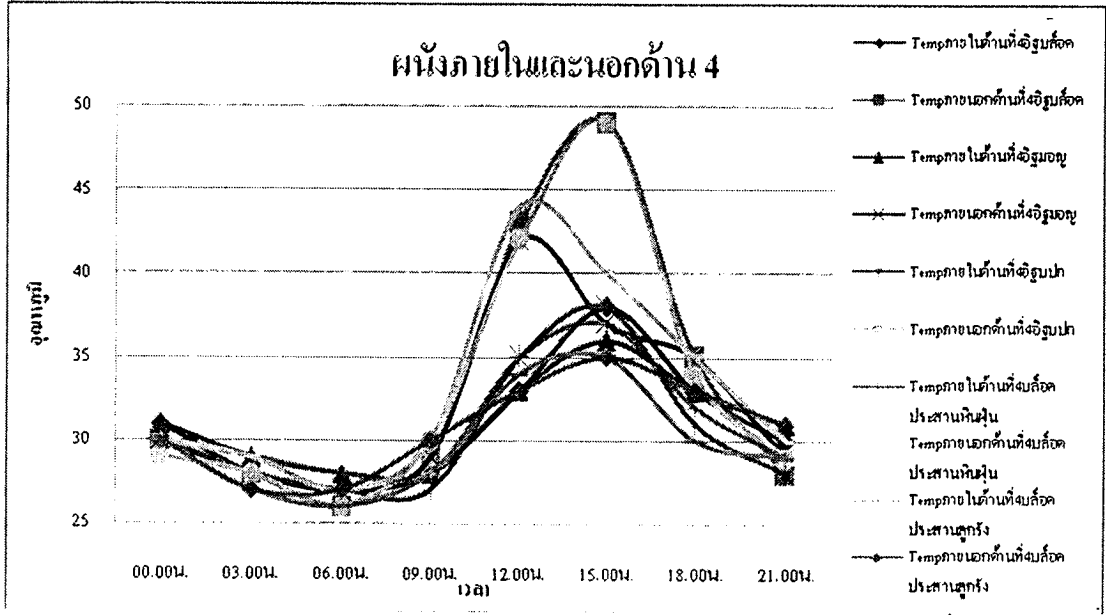
จากรูปที่ 4.6 และตารางที่ 4.7 ในช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำสุดคือเวลาประมาณ 5.00 น. วัดค่าอุณหภูมิภายนอกของผนังแบบอาคารจำลองทั้ง 5 อาคารจำลองปรากฏว่า อาคารจำลองที่มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด คือ อิฐ บล็อกมีอุณหภูมิ 26°C ส่วนภายในมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันที่ 27°C และที่เวลา 12.00 น. ผนังภายในอิฐ บปก. ที่ประมาณมีค่าอุณหภูมิสูงสุด คือ 39°C และ อุณหภูมิภายนอกของผนังที่มีค่าสูงสุดคือ บล็อกประสานหินฝุ่น ซึ่งมีอุณหภูมิ 40°C



จากรูปที่ 4.7 และตารางที่ 4.8 ในช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำสุดคือเวลาประมาณ 6.00 น. วัดค่าอุณหภูมิภายนอกของผนังแบบอาคารจำลองทั้ง 5 อาคารจำลองบล็อกประสานหินฝุ่น บล็อกประสานดินลูกรังอิฐ บปก. อิฐบล็อกอิฐมวลเบามีอุณหภูมิสูงสุดและเท่ากันทั้ง 5 แบบอาคารจำลองนั้นคืออุณหภูมิ 26°C และอุณหภูมิภายในของผนังแบบอาคารจำลองทั้ง 5 อาคารจำลอง บล็อกประสานหินฝุ่น บล็อก

ประธานดินลูกรังอิฐ บปก.อิฐบล็อกอิฐมอญมีอุณหภูมิสูงสุดและเท่ากันทั้ง 5 แบบอาคารจำลองนั้นคืออุณหภูมิ 27°c

ในช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงที่สุดคือเวลาประมาณ 15.00 น. วัดค่าอุณหภูมิภายนอกของผนังแบบอาคารจำลองทั้ง5อาคารจำลองบล็อกประธานหินฝุ่นมีอุณหภูมิสูงที่สุดนั้นคืออุณหภูมิ 40°c และอุณหภูมิภายในของผนังแบบอาคารจำลองทั้ง5อาคารจำลองบล็อกประธานหินฝุ่นบล็อกประธานดินลูกรังอิฐ บปก.และอิฐบล็อกมีอุณหภูมิสูงที่สุดคือ 37°c

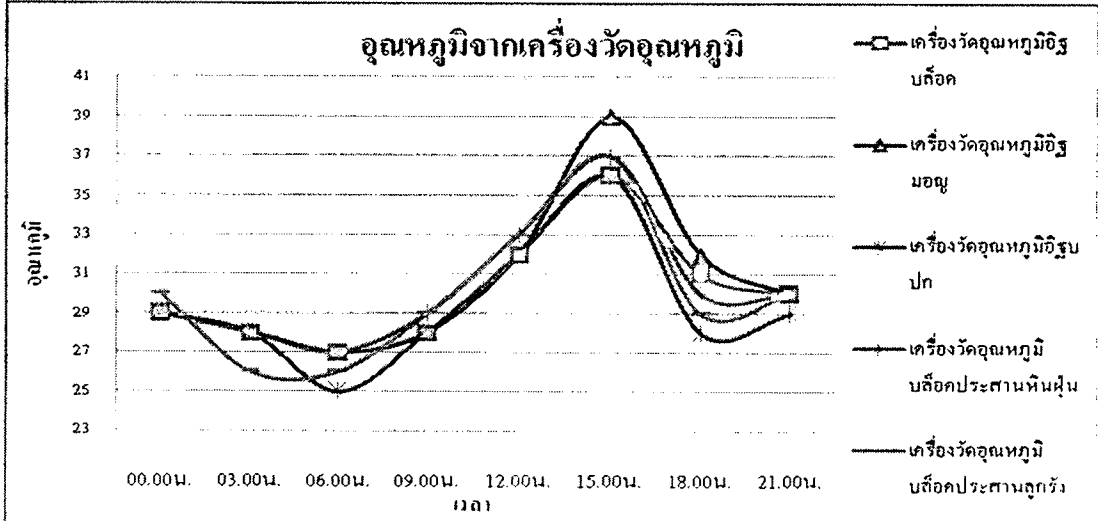


ตารางที่ 4.9แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่พื้นผิวผนังภายในและผนังภายนอกด้านที่4

แบบอาคารจำลอง	อุณหภูมิต่ำสุด เวลา 6.00 น.		อุณหภูมิสูงสุด เวลา 15.00 น.	
	ภายนอก (°c)	ภายใน(°c)	ภายนอก (°c)	ภายใน(°c)
บล็อกประธานหินฝุ่น	27	27	40	35
บล็อกประธานดินลูกรัง	28	27	38	36
อิฐ บปก.	27	27	49	37
อิฐบล็อก	27	26	49	37
อิฐมอญ	27	27	40	37

จากรูปที่ 4.8 และตารางที่ 4.9ในช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำสุดคือเวลาประมาณ 6.00 น. วัดค่าอุณหภูมิภายนอกของผนังแบบอาคารจำลองทั้ง5อาคารจำลองบล็อกประสานดินลูกรังมีอุณหภูมิสูงสุดคืออุณหภูมิ 28°Cและอุณหภูมิภายในของผนังแบบอาคารจำลองทั้ง5อาคารบล็อกประสานหินฝุ่นบล็อกประสานดินลูกรังอิฐ บปก.อิฐมอญมีอุณหภูมิสูงที่สุดคือ 27°C

ในช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงที่สุดคือเวลาประมาณ 15.00 น. วัดค่าอุณหภูมิภายนอกของผนังแบบอาคารจำลองทั้ง5อาคารจำลองอิฐ บปก.อิฐบล็อก มีอุณหภูมิสูงที่สุดนั้นคืออุณหภูมิ 49°C และอุณหภูมิภายในของผนังแบบอาคารจำลองทั้ง5อาคารอิฐ บปก.อิฐบล็อกอิฐมอญมีอุณหภูมิสูงที่สุดคือ 37°C



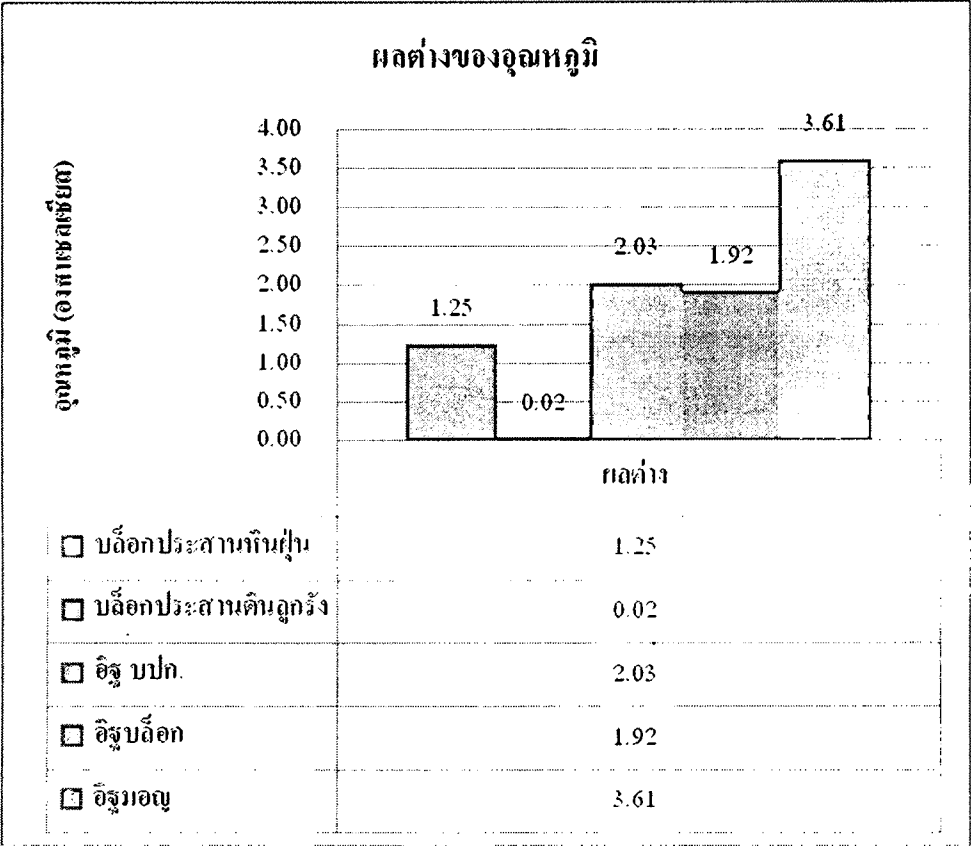
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของภายในแบบอาคารจำลอง

ตารางที่ 4.10แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของภายในแบบอาคารจำลอง

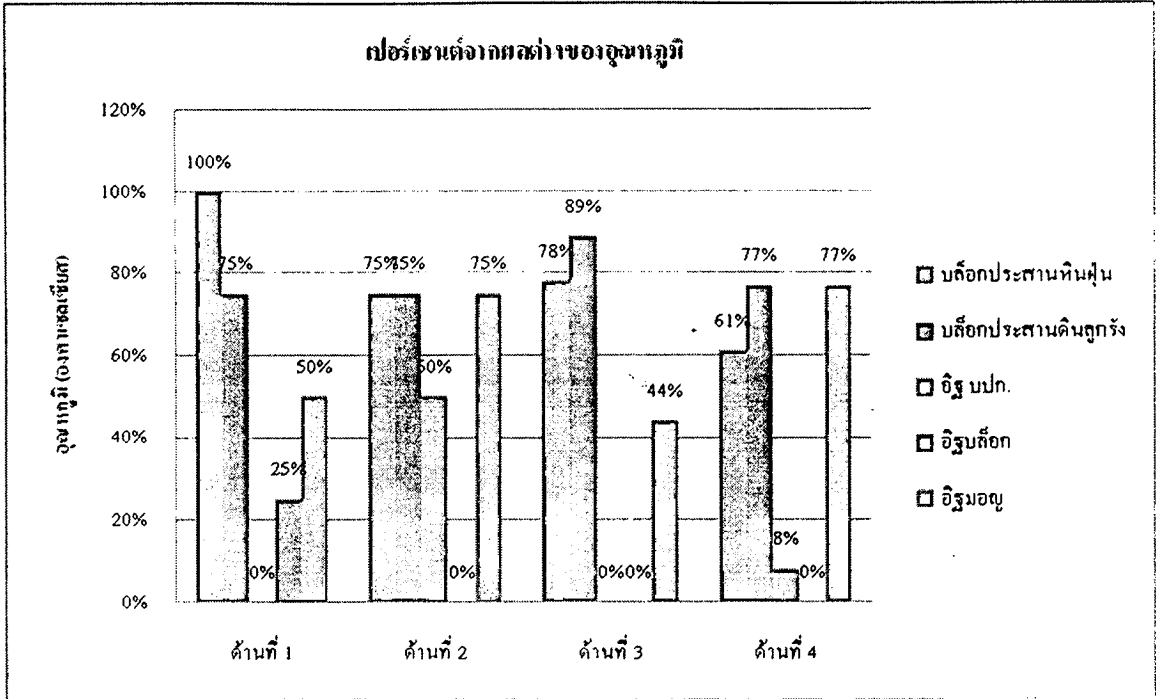
แบบอาคารจำลอง	อุณหภูมิต่ำสุด เวลา 6.00 น.	อุณหภูมิสูงสุด เวลา 15.00 น.
	ภายในแบบอาคารจำลอง (°C)	ภายในแบบอาคารจำลอง (°C)
บล็อกประสานหินฝุ่น	27	37
บล็อกประสานดินลูกรัง	26	38
อิฐ บปก.	25	36
อิฐบล็อก	27	36
อิฐมอญ	27	39

จากรูปที่ 4.9 และตารางที่ 4.10ในช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำสุดคือเวลาประมาณ 6.00 น. วัดค่าอุณหภูมิภายในแบบอาคารจำลองทั้ง5อาคารจำลองอิฐ บปก.มีอุณหภูมิ 25°c และในช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงที่สุดคือเวลาประมาณ 15.00 น. วัดค่าอุณหภูมิภายในแบบอาคารจำลองทั้ง5อาคารจำลองอิฐมอญ มีอุณหภูมิสูงสุดคืออุณหภูมิ 39°c

ด้วยการที่ผลต่างของอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงน้อยความร้อนจะเคลื่อนที่ผ่านวัสดุได้ยากขึ้น ด้วยเหตุนี้ บล็อกประสานดินลูกรังที่มีค่าผลต่างของอุณหภูมิน้อยที่สุด จึงเหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุก่อผนังมากที่สุด



รูปที่ 4.10 แสดงผลต่างของอุณหภูมิภายนอก - ภายในของวัสดุก่อ



รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์จากผลต่างของอุณหภูมิของวัสดุก่อ

ตารางที่ 4.11 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดและอุณหภูมิเฉลี่ยและผลต่างของอุณหภูมิ

	อุณหภูมิ ต่ำสุด ภายนอก	อุณหภูมิต่ำสุด ภายใน	อุณหภูมิสูงสุด ภายนอก	อุณหภูมิสูงสุด ภายใน	เฉลี่ยอุณหภูมิ ภายนอก	อุณหภูมิเฉลี่ย ภายใน	ผลต่าง อุณหภูมิ
หินปูน	27.00	27.00	39.50	37.00	33.25	32.00	1.25
ลูกรัง	27.00	27.00	37.25	37.20	32.13	32.10	0.02
บปก	26.75	27.00	42.00	37.70	34.38	32.35	2.03
บล็อก	26.25	27.00	42.00	37.41	34.13	32.21	1.92
มอญ	32.75	27.00	38.50	37.04	35.63	32.02	3.61