



ความร้อนเฉื่อยของวัสดุก่อ กรณีศึกษา บล็อกประสาน อิฐมอญ และบล็อกคอนกรีต

THERMAL INERTIA OF MASONRY CASE STUDY OF INTERLOCKING BLOCK, CLAY BRICK AND CONCRETE BLOCK

อิทธิพงษ์ พันธุ์นิกุล (Asst.Prof Ittiphong Phannikul)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ittiphong.p@ubu.ac.th

บทคัดย่อ : การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านการกันความร้อนของวัสดุก่อ ได้แก่ บล็อกประสาน อิฐมอญ และบล็อกคอนกรีต ทำโดยการสร้างแบบจำลองรูปกล่อง ขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง ด้านละ 1 เมตร สำหรับวัสดุก่อแต่ละชนิด การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 บันทึก ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของผนังภายนอกกับภายใน ของแบบจำลองแต่ละวัสดุก่อ สมมติให้ค่าประสิทธิภาพการกันความร้อนดีที่สุดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบพบว่าค่าประสิทธิภาพการกันความร้อนของวัสดุก่อแต่ละชนิดมีค่าตามลำดับคือ บล็อกประสาน 100 % อิฐมอญ 62 % และ บล็อกคอนกรีต 48 % สำหรับส่วนที่ 2 เป็นการทดลองหาค่าความร้อนเฉื่อย จากการศึกษพบว่า ประสิทธิภาพด้านความร้อนเฉื่อยของ บล็อกประสาน อิฐมอญ และบล็อกคอนกรีต มีค่า 100 % 45 % และ 39 % ตามลำดับ

ABSTRACT: A comparative study of heat protection properties of masonry unit including interlocking blocks, clay bricks and concrete blocks was performed by creating a box model having the width, length and height dimensions of 1m x 1m x 1m for each masonry unit. The study was divided into two parts. For the first part, temperature differences between inside and outside walls were measured for each block model made from each masonry unit. Assume that the best efficiency of heat protection is rated as 100 %. By comparing the test results, it was found that the interlocking blocks, clay bricks and concrete blocks were ranked as 100%, 62% and 48%, respectively. For the second part, thermal inertia for each masonry unit was monitored. It was shown that the interlocking blocks, clay bricks and concrete blocks were ranked in term of thermal inertia efficiency as 100%, 45% and 39%, respectively.

KEYWORDS: Heat protection properties, Thermal inertia, Masonry and Interlocking block.

1. บทนำ

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาวัสดุก่อสร้างในรูปแบบต่างๆ เพื่อช่วยในการป้องกันความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคาร ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุมาเป็นส่วนประกอบของอาคารจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยป้องกันความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคาร แต่การเลือกใช้วัสดุก่อสร้างส่วนใหญ่จะเลือกใช้จากความนิยมของผู้อยู่อาศัย หรือความคุ้นเคยของผู้ออกแบบ ซึ่งไม่สามารถตอบคำถามได้ว่า วัสดุ

ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนได้ดีกว่าวัสดุอื่นหรือไม่ งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนของวัสดุก่อ 3 ชนิด ระหว่างบล็อกประสาน อิฐมอญ และบล็อกคอนกรีต โดยใช้การสร้างแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบ ผลต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอก และอุณหภูมิภายในของผนังวัสดุก่อ ซึ่งหากมีข้อสรุปจากผลการวิจัยนี้ อาจ

เป็นประโยชน์ในการเลือกใช้วัสดุในการก่อสร้าง ให้ตรงกับความต้องการ ได้ดีขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทราบคุณสมบัติความร้อนเฉื่อยของวัสดุทั้ง 3 ชนิด และสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกันความร้อน เพื่อประโยชน์ในการเลือกใช้งานได้

1.2 ขอบเขต และสมมติฐาน

การทดสอบโมเดลคาบการไหลของความร้อนเป็นไปตามทฤษฎีคุณสมบัติความร้อนเฉื่อย โดยอาศัยการเปรียบเทียบ ค่าอุณหภูมิ จากการสร้างแบบจำลองของวัสดุทั้ง 3 ชนิด ขนาด $1.0 \times 1.0 \times 1.0$ เมตร การคิดสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด คำนวณเทียบจากพื้นที่ช่องเปิดของแบบบ้านมาตรฐาน โครงการแบบบ้านเพื่อบริการประชาชน ของกรุงเทพมหานครแบบบ้าน ที่ 3 (ขุนนาศ)

1.3 ชนิดวัสดุที่นำมาทำการศึกษา

ตัวอย่างวัสดุ อิฐมอญ และบล็อกคอนกรีต นำมาจากร้านสมัยซีเมนต์บล็อก 199 หมู่ 1 ถ.สกลมารค์ ต.ธาตุ อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี ส่วนบล็อกประสาน ผลิตจากดินที่จากบริเวณ บ.หมากหมี ต.กระโสม อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ซึ่งได้ทำการหาคุณสมบัติทางกายภาพของดินประกอบด้วย การวิเคราะห์ขนาดการหาค่าความถ่วงจำเพาะ หาขีดจำกัดพลาสติก ดัชนีพลาสติกของเม็ดดิน สำหรับลักษณะของวัสดุต่างๆ ได้อธิบายไว้ในลำดับต่อไปดังนี้

บล็อกประสานทำมาจากการผสมดินลูกรัง หรือดินศิลาแลงผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำตามสัดส่วนที่เหมาะสมแล้วทำการอัดด้วยเครื่องอัด สำหรับกรรมวิธีในการผลิต คือ นำดินมาทำการร่อนหรือบดให้ละเอียด หลังจากนั้นนำปูนซีเมนต์มาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน จนเป็นเนื้อเดียว แล้วผสมน้ำ เข้าไปให้มีความชื้นพอเหมาะ ก่อนทำการเข้าแบบในเครื่องอัดควรรชังตวง น้ำหนักให้พอดีสำหรับดินแต่ละชนิด หลังอัดบล็อกแล้ว นำออกจากเครื่อง ทำการบ่มต่อประมาณ 10 - 14 วัน จะสามารถนำไปใช้งานได้ ขนาดมาตรฐานคือ $12.5 \times 25 \times 10$ ซม. ตามมาตรฐานสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

อิฐก่อสร้างสามัญ หรือ อิฐมอญ หมายถึง อิฐที่ใช้ในงานก่อสร้างแบ่งพื้นที่ใช้สอยสำหรับอาคาร อิฐมอญทำจากดินเหนียว หรือ ดินดาน อาจมีส่วนผสมกับวัสดุอื่น ขณะยังมีสภาพเหนียว

สามารถปั้นขึ้นรูปได้ ดังนั้นต้องมีการเผาเพื่อให้เกิดความแข็งแรงและความทนทาน (มอก. 77-2545) ตามปกติทำเป็นก้อนสี่เหลี่ยม ซึ่งมีขนาดมาตรฐานคือ คือ $5 \times 10 \times 2$ ซม.

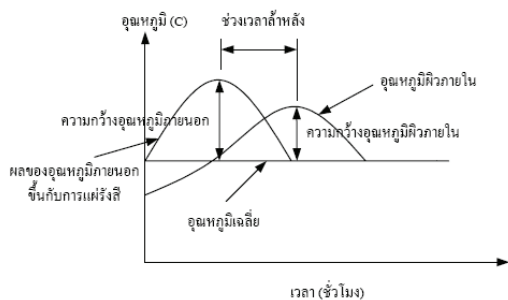
บล็อกคอนกรีต เป็นวัสดุที่ทำจากปูนซีเมนต์ผสมกับ ทราช หินเล็ก ๆ และน้ำ ผสมให้เข้ากัน แล้วนำเข้าเครื่องอัดในแบบเหล็กให้แน่น นำออกจากแบบแล้วบ่มในที่ร่มประมาณ 7-14 วัน จึงจะมีความแข็งแรงที่จะนำไปใช้ในงานก่อสร้างได้ ซึ่งมีขนาดมาตรฐานคือ $5 \times 39 \times 19$ ซม. บล็อกคอนกรีตมีทั้งแบบรับน้ำหนัก และไม่รับน้ำหนัก มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.59-2516) สำหรับภาพตัวอย่างวัสดุที่ใช้แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วัสดุที่ใช้ทำการศึกษเปรียบเทียบด้านความร้อน

2. ความร้อนเฉื่อย

เนื่องจากความร้อนจากพื้นโลกในเวลากลางวัน และความเย็นในเวลากลางคืน ห่อหุ้มอาคารสามารถอธิบายได้เป็นคาบ โดยการไหลของความร้อนเป็นคาบกำหนดได้จากสภาวะเสมือนอยู่ตัวของอุณหภูมิและการไหลของความร้อนที่ผ่านกำแพงหรือหลังคาที่เปลี่ยนแปลงกับเวลาอย่างต่อเนื่อง สำหรับโมเดลของความร้อนเฉื่อยค่าของอุณหภูมิตงอากาศ-อากาศ จะพิจารณา วัฏจักรหนึ่งวัน (แม็คเคย์ และ ไวท์ 1944) ความร้อนเฉื่อยคือระดับความร้อนที่เคลื่อนที่ผ่านวัสดุที่พิจารณาช้าลงเมื่อเทียบกับแวลลุ่มเมื่ออาคารได้รับความร้อนจากการแผ่รังสี อุณหภูมิภายในวัดจะเพิ่มขึ้นแต่คนละความเร็วกัน โดยทั่วไปก่อนที่อุณหภูมิภายในจะถึงจุดสมดุลกับอุณหภูมิอากาศภายนอก สภาพภายนอกจะเย็นลงเสียก่อน ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดสภาวะสมดุลและอยู่ตัวดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 คาบการไหลของความร้อน และวิธีการอ่านค่าช่วงเวลาล่าช้า

ความร้อนเนื้อนี้สามารถอธิบายได้โดยตัวแปรเสริมของช่วงเวลาดำหลัง (Time lag) และการลดสัมพัทธ์ (time and decrement) ตัวแปรเสริมนี้จะขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาเชิงซ้อนระหว่างความหนาแน่นของวัสดุ ความร้อนจำเพาะ ความนำความร้อนจำเพาะ และความหนา ช่วงเวลาดำหลัง (Time lag) นี้แสดงถึงความสามารถในการต้านทานความร้อนที่เข้าสู่อาคาร ถ้าอิฐชนิดใดมีค่ามากจะมีความร้อนเข้าอาคารจำนวนน้อยทำให้ประหยัดพลังงานในการใช้เครื่องปรับอากาศ

ตัวแปรเสริมของความร้อนเนื้อ Aroni 1990 และ Aroni et al. 1993 ได้ตั้งตัวแปรเสริมเพื่อกำหนด ช่วงเวลาดำหลัง (θ , ชั่วโมง) เป็นความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างค่าสูงสุดของอุณหภูมิผิวภายในและอุณหภูมิผิวดวงอาทิตย์-อากาศภายนอก และค่า λ เป็นการลด สัมพัทธ์ในการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวภายในกับเวลา คำนวณได้จากการหารระหว่างช่วงของอุณหภูมิผิวภายในกับอุณหภูมิผิวดวงอาทิตย์-อากาศ ภายนอก ดังสมการที่ 1

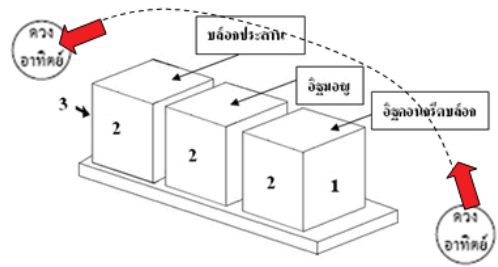
$$\lambda = \frac{A_i}{A_e} = \frac{T_{i(\max)} - T_{i(\text{ave})}}{T_{e(\max)} - T_{e(\text{ave})}} \quad (1)$$

โดยที่

- λ การลดสัมพัทธ์ °C
- A_i แอมพลิจูดของอุณหภูมิผิวภายใน °C
- A_e แอมพลิจูดของอุณหภูมิภายนอก °C
- $T_{i(\max)}$ ค่าสูงสุดของอุณหภูมิผิวภายใน °C
- $T_{i(\text{ave})}$ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวภายใน °C
- $T_{e(\max)}$ ค่าสูงสุดของอุณหภูมิภายนอก °C
- $T_{e(\text{ave})}$ ค่าเฉลี่ยของ อุณหภูมิภายนอก °C

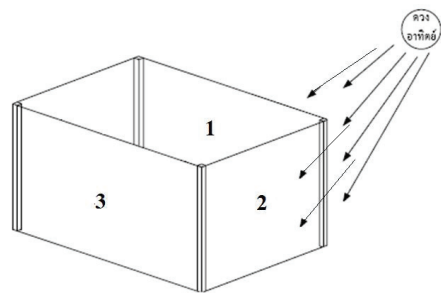
3. การทดสอบแบบจำลอง และการหาค่าความร้อนเนื้อ

การทดสอบแบบจำลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบค่าความต่างของอุณหภูมิที่ผิวด้านนอก และด้านในของแบบจำลองที่สร้างจากวัสดุก่อที่ต่างกัน โดยเปรียบเทียบผนังที่รับแสงแดด 3 ด้าน จดบันทึก 5 ช่วงเวลา คือ 06:00 น. 09:00 น. 12:00 น. 15:00 น. และ 18:00 น. ลักษณะของแบบจำลองมีขนาด 1 x 1 x 1 ลูกบาศก์เมตร ทำช่องเปิดตามอัตราส่วนตามสมมติฐาน สำหรับการเรียงแบบจำลอง และลักษณะของแสงแดดที่กระทำต่อแบบจำลอง แสดงดังภาพที่ 3

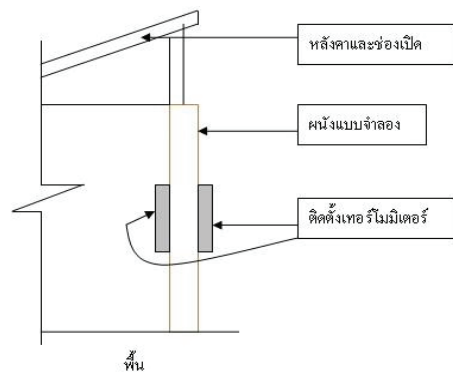


ภาพที่ 3 แสดงแนวขึ้น-ลงของดวงอาทิตย์ กับแบบจำลอง

ลักษณะของแสงแดดจะเอียงเข้าด้าน 2 ดังภาพที่ 4 โดยลักษณะการติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ของผนังแต่ละด้าน แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 4 ลักษณะที่แสงแดดกระทบกับผนังแบบจำลอง



ภาพที่ 5 ตำแหน่งติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ของแบบจำลอง

การหาค่าความร้อนเนื้อ ใช้แบบจำลองเดียวกันกับการทดสอบแรก แต่จะทำการจดบันทึกอุณหภูมิทุก 30 นาที และนำค่าที่ได้ มาเขียนกราฟเพื่อคำนวณหาค่าช่วงเวลาดำหลัง

4. ผลการวิจัย

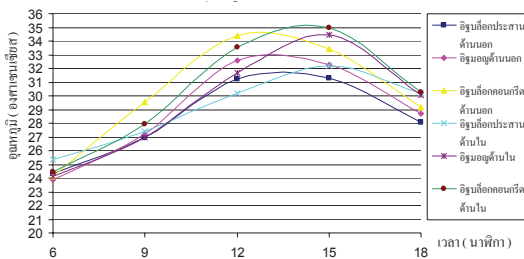
4.1 ผลการวัดอุณหภูมิของแบบจำลอง

การวัดอุณหภูมิผนังของวัสดุก่อ 3 ชนิด ทำโดยการสร้างแบบจำลอง ขนาด $1.0 \times 1.0 \times 1.0$ เมตร คัดสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดคำนวณเทียบจากพื้นที่ช่องเปิดของแบบบ้านมาตรฐาน โครงการแบบบ้านเพื่อบริการประชาชน ของกรุงเทพมหานครบ้าน ที่ 3 บุนนาศ ดังภาพที่ 6

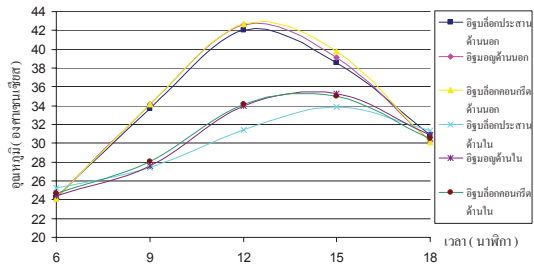


ภาพที่ 6 แบบจำลองที่ทำการทดลองเก็บข้อมูลอุณหภูมิ

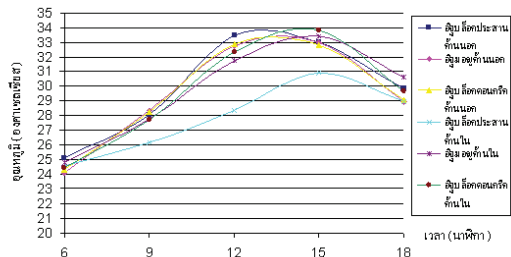
การจดบันทึกอุณหภูมิแบบจำลองใช้เวลา 90 วัน โดยเฉลี่ยเป็นค่าตามช่วงเวลาต่างๆ 5 ช่วงเวลา (06:00 น. 09:00 น. 12:00 น. 15:00 น. และ 18:00 น.) เปรียบเทียบผลการจดบันทึกเป็นด้าน 1, 2 และ 3 ดังแสดงในกราฟภาพที่ 7 ถึง ภาพที่ 9



ภาพที่ 7 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยด้านนอกและด้านในของผนังด้านที่ 1



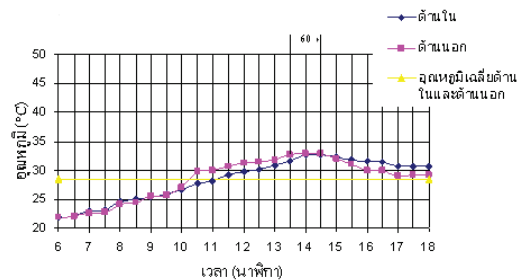
ภาพที่ 8 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยด้านนอกและด้านในของผนังด้านที่ 2



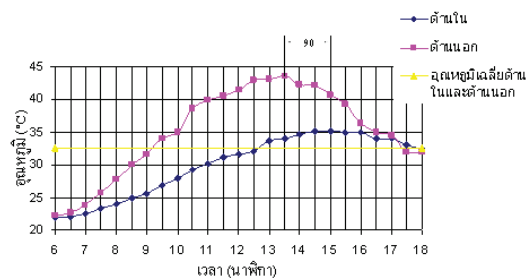
ภาพที่ 9 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยด้านนอกและด้านในของผนังด้านที่ 3

4.2 ผลการหาค่าความร้อนเฉื่อย

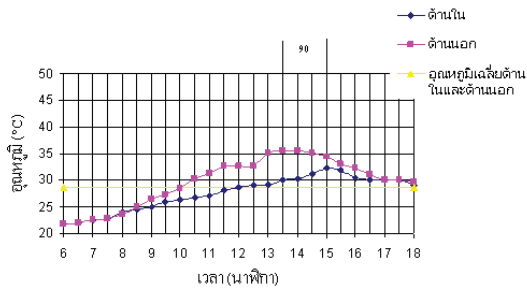
คุณสมบัติความร้อนเฉื่อย แสดงด้วยกราฟช่วงเวลาล่าหลังของผนังแต่ละด้านของแต่ละวัสดุก่อ ดังกราฟภาพที่ 10 ถึง 18



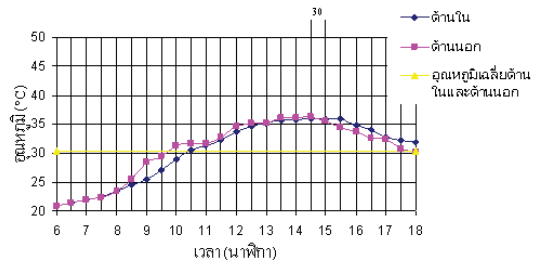
ภาพที่ 10 แสดงช่วงเวลาล่าหลัง (Time lag) ของบล็อกประสานด้านที่ 1



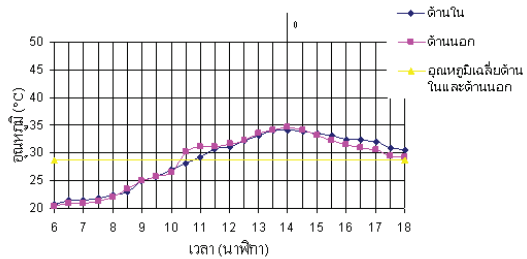
ภาพที่ 11 แสดงช่วงเวลาล่าหลัง (Time lag) ของบล็อกประสานด้านที่ 2



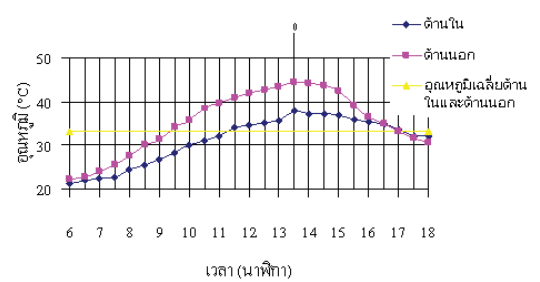
ภาพที่ 12 แสดงช่วงเวลาดำหลัง (Time lag) ของบล็อกประสานด้านที่ 3



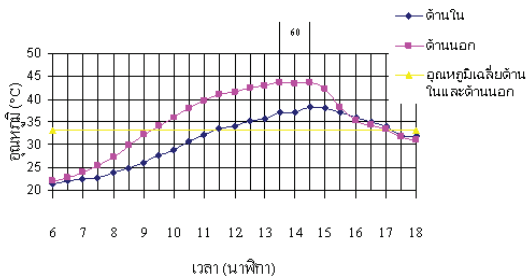
ภาพที่ 16 แสดงช่วงเวลาดำหลัง (Time lag) ของบล็อกคอนกรีตด้านที่ 1



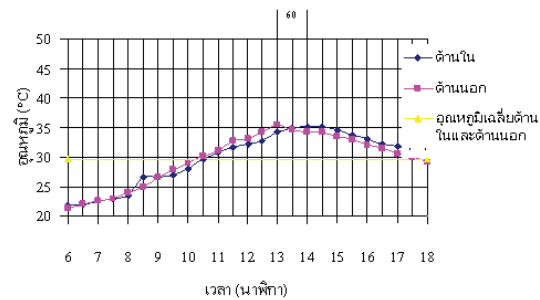
ภาพที่ 13 แสดงช่วงเวลาดำหลัง (Time lag) ของอิฐมอญด้านที่ 1



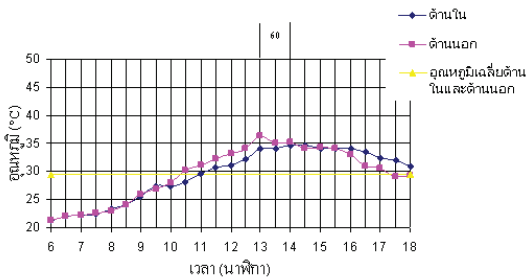
ภาพที่ 17 แสดงช่วงเวลาดำหลัง (Time lag) ของบล็อกคอนกรีตด้านที่ 2



ภาพที่ 14 แสดงช่วงเวลาดำหลัง (Time lag) ของอิฐมอญด้านที่ 2



ภาพที่ 18 แสดงช่วงเวลาดำหลัง (Time lag) ของบล็อกคอนกรีตด้านที่ 3

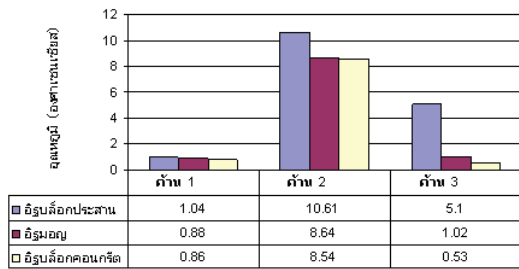


ภาพที่ 15 แสดงช่วงเวลาดำหลัง (Time lag) ของอิฐมอญด้านที่ 3

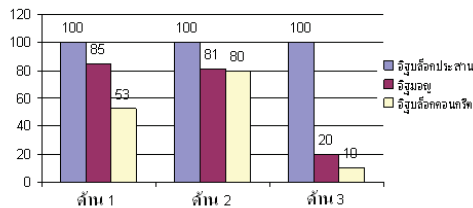
5. วิเคราะห์ ผลการวิจัย

5.1 อุณหภูมิของแบบจำลอง

จากหัวข้อที่ 4.2 สามารถสรุปเป็นค่าความต่างของอุณหภูมิผนังแต่ละด้านของแบบจำลองได้ดังภาพที่ 19 และเทียบเป็นประสิทธิภาพด้านการกันความร้อนที่ได้จากการทดลอง การเก็บข้อมูลผลต่างอุณหภูมิ ภายนอก-ภายใน โดยคิดประสิทธิภาพที่ดีที่สุดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียด ดังภาพที่ 20



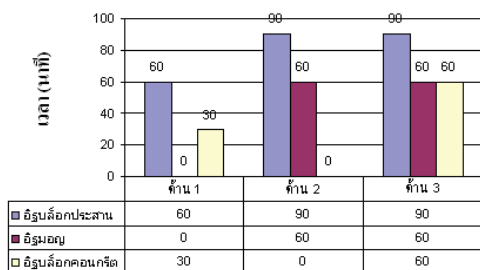
ภาพที่ 19 แสดงผลต่างของอุณหภูมิภายนอก - ภายในของวัสดุก่อ



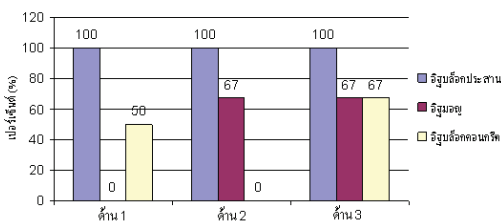
ภาพที่ 20 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์จากการทดลองด้านผลต่างอุณหภูมิของวัสดุก่อ

5.2 ค่าความร้อนเฉลี่ย

สำหรับค่าความร้อนเฉลี่ย จากกราฟภาพที่ 10 ถึง 18 ได้ค่าเวลาสำหรับ ดังภาพที่ 21 และเทียบเป็นประสิทธิภาพด้านการกันความร้อนที่ได้จากส่วนการทดลองความร้อนเฉลี่ย แสดงเป็นกราฟ ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 21 แสดงช่วงเวลาสำหรับของวัสดุก่อ

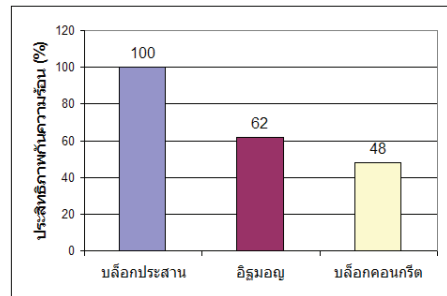


ภาพที่ 22 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ช่วงเวลาสำหรับของวัสดุก่อ

6. สรุปผลการศึกษาวิจัย

6.1 สรุปผลอุณหภูมิของแบบจำลอง

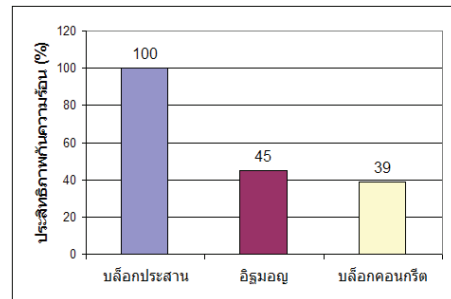
ผลต่างอุณหภูมิของผนังภายนอก และภายในของแบบจำลอง เมื่อพิจารณาเป็นประสิทธิภาพการกันความร้อนตามชนิดของวัสดุก่อ โดยกำหนดให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ จะได้ดังกราฟภาพที่ 23



ภาพที่ 23 ประสิทธิภาพกันความร้อนของวัสดุจากการทดลองแบบจำลอง

6.2 สรุปผลค่าความร้อนเฉลี่ย

ค่าความร้อนเฉลี่ยสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อเทียบเป็นประสิทธิภาพการกันความร้อนของวัสดุก่อแต่ละชนิดได้ดังกราฟภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ประสิทธิภาพกันความร้อนของวัสดุจากความร้อนเฉลี่ย

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Aroni, S, de Groot, Robinson M.J, Svanholm and Wittman,F.H. ,(1993),Autoclaved Aerated Concrete Properties, *Testing and Design*. London Glasgow New York Tokyo Melbourne Madras.
- [2] JACK P. HOLMAN, *การถ่ายเทความร้อน Heat Transfer*, สำนักพิมพ์ที่้อป, พ.ศ. 2547
- [3] โยธิน อึ้งกุล และคณะ,พ.ศ.2548.คุณสมบัติของความร้อนเฉลี่ยของคอนกรีตมวลเบา. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ*, ครั้งที่ 10, พ.ศ. 2548
- [4] แบบบ้านเพื่อบริการประชาชน แบบที่ 3 บุนนาค, กรุงเทพมหานคร