

ผลของมวลสารภายในต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา

The Effect of Internal Mass on Heat Transmission through Roof

พรสวัสดิ์ พิริยะศรัทธา

Pornsawat Piriyasatta

อาจารย์

สาขาเทคโนโลยีอาคาร

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

e-mail : ppornsawat@kku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายในการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุมวลสารภายในที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของมวลสารภายในที่มีน้ำหนักแตกต่างกันต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา การทดลองนี้ประกอบด้วยกล่องทดสอบที่ไม่มีมวลสารภายใน กล่องทดสอบที่มีมวลสารภายในเป็นอิฐมวลเบ่น้ำหนัก 25, 50 และ 75 กิโลกรัม ขั้นตอนที่สองทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของมวลสารภายในที่มีค่าความร้อนจำเพาะและความหนาแน่นแตกต่างกันต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา การทดลองนี้ประกอบด้วยกล่องทดสอบที่มีมวลสารภายในเป็นอิฐมวลยுகอนกรีตบล็อก แผ่นยิปซัมและแผ่นไม้อัดซีเมนต์ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุด คือ มวลสารภายในกล่องทดสอบมีน้ำหนัก 25, 50 และ 75 กิโลกรัม ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการลดความร้อนของมวลสารภายในกล่องทดสอบขึ้นอยู่กับคุณสมบัติด้านน้ำหนัก ความหนาแน่น และค่าความร้อนจำเพาะตามลำดับ ส่วนความสามารถในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของมวลสารภายในกล่องทดสอบจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติด้านน้ำหนัก การเลือกวัสดุมวลสารภายในเพื่อลดความร้อนและหน่วงเหนี่ยวความร้อนในช่วงเวลากลางวันควรเลือกวัสดุที่มีน้ำหนัก ความหนาแน่น และค่าความร้อนจำเพาะมากตามลำดับ การใช้มวลสารภายในอาคารจะเหมาะสมกับอาคารที่ใช้งานเฉพาะในช่วงเวลากลางวันทั้งอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศและไม่ใช้ระบบปรับอากาศ หากใช้งานในช่วงเวลากลางคืนอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศจะสิ้นเปลืองพลังงานในการรีดความร้อนออกจากมวลสารภายใน ส่วนอาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศอาจใช้การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเพื่อช่วยลดความร้อนภายในอาคาร

Abstract

The purpose of this research is to study the internal mass properties of materials which influence the heat transmission through roof. The study has two parts. The first part is to compare the effect of internal mass which has different weights on the heat transmission through roof. The experiment consists of the test cells which have internal mass and no internal mass. The internal mass in test cells contains bricks of 25, 50, and 75 kilograms. The second part is to compare the effect of the internal mass which has different specific heat and density on the heat transmission through roof. This experiment comprises the test cells which have the internal mass. The internal mass in test cells includes bricks, cement blocks,

gypsum boards, and wood cement boards. This experiment has 3 sets of mass weights of 25, 50, and 75 kilograms. The result is that the effectiveness of reducing heat transmission of internal mass in test cells depends on the properties of weight, density and specific heat respectively. The effectiveness of time lag of the internal mass depends on the properties of weight. The selection of internal mass materials for reducing heat and time lag in daytime should be in the order of high weight, density, and specific heat. The use of internal mass is appropriate for buildings that are used in daytime for both air-conditioned and non-air-conditioned buildings. If the buildings are used in nighttime, The air-conditioned buildings will consume high energy in reducing heat from the internal mass. The non-air-conditioned buildings can use natural ventilation in order to reduce heat in the buildings.

คำสำคัญ : มวลสารภายใน ค่าความร้อนจำเพาะ การถ่ายเทความร้อน

Keywords : Internal Mass, Specific Heat, Heat Transmission

บทนำ

จากปัญหาวิกฤตการณ์ด้านพลังงานและผลกระทบที่เกิดจากการใช้พลังงานต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ส่งผลทำให้เกิดการตื่นตัวเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อมไปทั่วโลก ในปัจจุบันประเทศไทยกำลังเร่งรณรงค์ในเรื่องการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ทั้งในรูปแบบของการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ความรู้ การประกาศใช้ข้อกำหนดและกฎหมายต่างๆ รวมทั้งมีโครงการที่จะช่วยส่งเสริมให้เกิดอาคารอนุรักษ์พลังงานมากขึ้น พลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในอาคารร้อยละ 50-70 จะใช้ในระบบปรับอากาศ (*กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550*) เพื่อช่วยลดความร้อนภายในอาคารให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) ดังนั้นการป้องกันความร้อนไม่ให้เข้ามาภายในอาคารจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้พลังงานในอาคารได้

หลังคาเป็นกรอบอาคารที่ได้รับความร้อนโดยตรงจากรังสีดวงอาทิตย์มากที่สุด (*กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2548*) จึงเป็นส่วนสำคัญในการป้องกันความร้อนให้กับอาคาร การเลือกใช้วัสดุหลังคาจึงควรคำนึงถึงคุณสมบัติในด้านการต้านทานความร้อนเพื่อลดความร้อนที่เข้ามาในอาคาร เมื่อความร้อนผ่านเข้ามาในอาคารแล้วจะถูกสะสมในวัสดุต่างๆ ที่อยู่ในอาคาร เช่น เฟอร์นิเจอร์ เครื่องใช้หรืออุปกรณ์ตกแต่ง ผนัง

ภายในอาคาร เป็นต้น ในที่นี้ขอให้คำจำกัดความว่า มวลสารภายใน (Internal Mass) วัสดุแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการสะสมความร้อนได้ไม่เท่ากันโดยขึ้นอยู่กับน้ำหนัก ค่าความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) และความหนาแน่นของวัสดุ ซึ่งจะส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาแตกต่างกัน เมื่อความร้อนสะสมในวัสดุจนมีอุณหภูมิสูงกว่าสภาพแวดล้อมภายในอาคาร จะเกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อนออกจากวัสดุดังกล่าว (*Moore, 1993*) ส่งผลทำให้ภายในอาคารมีอุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้นการนำมวลสารภายในไปใช้ในอาคารจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาถึงแนวทางในการเลือกวัสดุมวลสารภายในและความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของอาคาร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของมวลสารภายในที่มีน้ำหนักแตกต่างกันต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของมวลสารภายในที่มีค่าความร้อนจำเพาะและความหนาแน่นแตกต่างกันต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา

ระเบียบวิธีวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยสร้างกล่องทดสอบเพื่อวัดค่าอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมจริง ตัวแปรในการทดลองแบ่งออกเป็นตัวแปรอิสระ ได้แก่ มวลสารภายในหรือมวลสารที่นำไปไว้ในกล่องทดสอบ ตัวแปรตาม ได้แก่ การถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาที่แสดงผลโดยอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบ อุณหภูมิผิวของหลังคา และตัวแปรควบคุม ได้แก่ กล่องทดสอบ วัสดุหลังคา มุมเอียงและทิศทางของหลังคา

1. การเลือกวัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 วัสดุมวลสารภายใน การทดลองนี้ได้เลือกวัสดุที่ใช้เป็นผนังภายใน ได้แก่

- อิฐมอญ มีค่าความร้อนจำเพาะเท่ากับ 0.79 กิโลจูลต่อกิโลกรัม-องศาเซลเซียส ความหนาแน่น เท่ากับ 1,600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ประกาศกระทรวงพลังงาน, 2552)

- คอนกรีตบล็อก มีค่าความร้อนจำเพาะเท่ากับ 0.92 กิโลจูลต่อกิโลกรัม-องศาเซลเซียส ความหนาแน่นเท่ากับ 2,210 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ประกาศกระทรวงพลังงาน, 2552)

- แผ่นยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร มีค่าความร้อนจำเพาะเท่ากับ 1.09 กิโลจูลต่อกิโลกรัม-องศาเซลเซียส ความหนาแน่นเท่ากับ 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ประกาศกระทรวงพลังงาน, 2552)

- แผ่นไม้อัดซีเมนต์หนา 12 มิลลิเมตร มีค่าความร้อนจำเพาะเท่ากับ 1.30 กิโลจูลต่อกิโลกรัม-องศาเซลเซียส ความหนาแน่นเท่ากับ 1,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ประกาศกระทรวงพลังงาน, 2552)

1.2 วัสดุผนังหลังคา การทดลองนี้ได้เลือกแผ่นหลังคาเหล็กรีดลอนหนา 0.50 มิลลิเมตร สี Castle Red ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α) เท่ากับ 0.90 (ประกาศกระทรวงพลังงาน, 2552) โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 4.20 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

1.3 มุมเอียงและทิศของหลังคา การทดลองนี้ได้เลือกใช้มุมเอียง 35 องศาในการทดลอง โดยหลังคาหันไปทางด้านทิศใต้ซึ่งเป็นทิศที่หลังคาจะได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ตลอดเวลาในช่วงเวลากลางวันระหว่างวันที่ 15 มกราคมถึง 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555

1.4 วัสดุที่ใช้ทำกล่องทดสอบ กล่องทดสอบทำจากโฟมโพลีสไตรีน (EPS.) หนา 2 นิ้ว ความหนาแน่น 24 กิโลกรัมต่อ



ภาพที่ 1 แสดงกล่องทดสอบที่ใช้ในการทดลอง

ลูกบาศก์เมตร มีขนาดความกว้าง x ความยาว x ความสูงในส่วนที่สูงที่สุดเท่ากับ 0.90 x 0.90 x 1.75 เมตร โครงสร้างเป็นเหล็กกล่องบุด้วยแผ่นไม้อัดซีเมนต์ด้านในหนา 12 มิลลิเมตร ทาสีขาว รอยต่อต่างๆ อุดด้วยซิลิโคนเพื่อป้องกันการรั่วซึมของอากาศ ด้านบนเป็นส่วนของหลังคาโดยกำหนดให้เป็นหลังคาแบบเพิงแหงน (Lean To) ในการทดลองแต่ละชุดจะมีจำนวนกล่องทดสอบ 4 กล่อง ตั้งสูงจากพื้นประมาณ 0.80 เมตร เพื่อลดอิทธิพลการแผ่รังสีความร้อนจากพื้นแดดฟ้า แต่ละกล่องวางห่างกันประมาณ 1.20 เมตร เพื่อไม่ให้เกิดก่อกวนของกล่องทดสอบบดบังกัน ทำการทดลองระหว่างวันที่ 15 มกราคมถึง 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 ที่ชั้นดาดฟ้าอาคารสนพ. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1.5 เครื่องมือที่ใช้เก็บบันทึกข้อมูลและวัดค่าข้อมูล การทดลองนี้ใช้เครื่อง Midi Logger GL820 ของ GRAPHTEC เป็นเครื่องมือที่ใช้เก็บบันทึกข้อมูลซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.5 องศาเซลเซียส และใช้สาย Thermocouple Type J ที่ผ่านการสอบเทียบ (Calibration) ความเที่ยงตรง เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าข้อมูล โดยมีช่วงในการวัดค่าอุณหภูมิเท่ากับ - 40 ถึง +750 องศาเซลเซียส

2. ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

2.1 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ทำการทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือที่ใช้วัดค่าข้อมูล โดยการนำข้อมูลที่ได้อามาสอบเทียบความเที่ยงตรงและวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย (Regression Analysis) เพื่อให้ได้สมการเชิงเส้นสำหรับนำไปใช้ในการปรับแก้ค่าให้ถูกต้อง ผลของการสอบเทียบความเที่ยงตรงของค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากหัววัดอุณหภูมิ Thermocouple ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จะได้ค่า R

square ของหัววัดอุณหภูมิ Thermocouple ทั้งหมดมีค่ามากกว่า 0.90 ซึ่งถือว่าค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

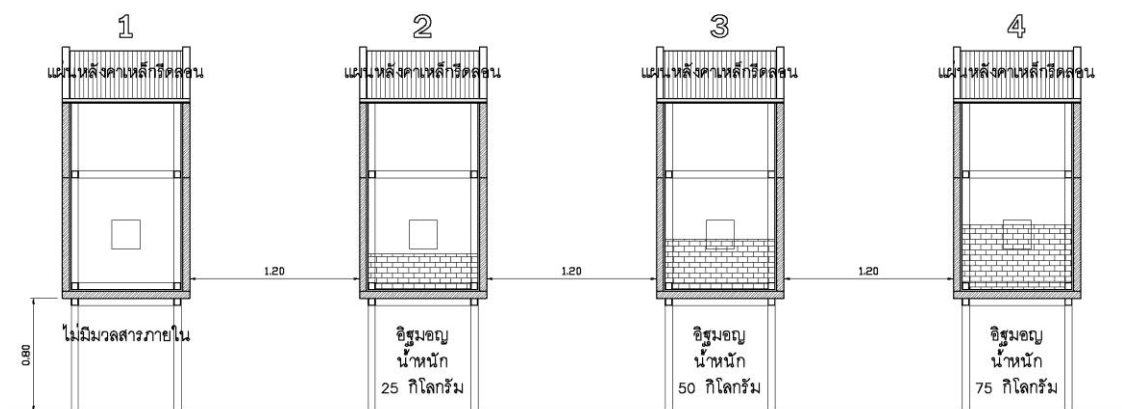
2.3 ทำการทดลองเบื้องต้น (Pilot Test) โดยการวัดค่าข้อมูลต่างๆ จากกล่องทดสอบทั้ง 4 กล่องที่มีตัวแปรเหมือนกันทั้งหมด เพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในการทดลองจริง รวมทั้งเป็นการทดสอบความน่าเชื่อถือของวัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองอีกครั้ง

2.4 ทำการทดลองชุดที่ 1-4 และวิเคราะห์ผลการทดลอง

2.5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการทดลอง

1. การทดลองเปรียบเทียบผลของมวลสารภายในที่มีน้ำหนักแตกต่างกันต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านแผ่นหลังคาเหล็กกริดลอน ในกล่องทดสอบที่ไม่มีมวลสารภายใน มีมวลสารภายในเป็นอิฐมอญน้ำหนัก 25, 50 และ 75 กิโลกรัม



ภาพที่ 2 แสดงกล่องทดสอบในการทดลองชุดที่ 1

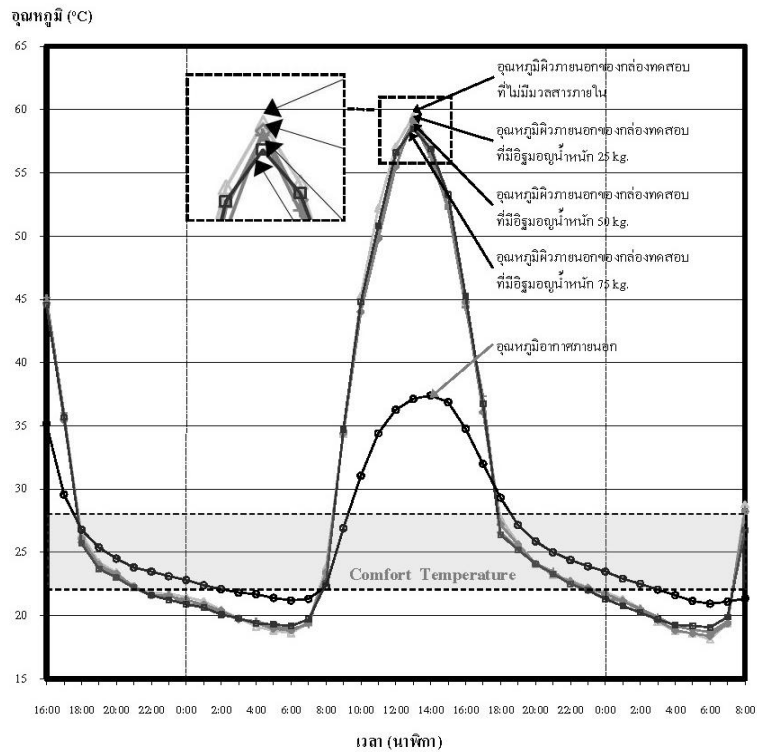
การวิเคราะห์ผลการทดลองชุดที่ 1 (ดังแสดงในภาพที่ 3-5)

- ในช่วงเวลากลางวันกล่องทดสอบที่มีมวลสารภายในจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายใน อุณหภูมิผิวภายในและอุณหภูมิผิวนอกสูงสุดน้อยกว่ากล่องทดสอบที่ไม่มีมวลสารภายใน เนื่องจากมวลสารภายในจะช่วยดูดกลืนความร้อนไว้ทำให้ค่าอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิผิวลดลง เมื่อมีมวลสารภายในน้ำหนักรวมมากขึ้นค่าอุณหภูมิอากาศภายใน อุณหภูมิผิวภายในและอุณหภูมิผิวนอกสูงสุดจะลดน้อยลง โดยกล่องทดสอบที่มีอิฐมอญน้ำหนัก 75 กิโลกรัม จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดน้อยกว่ากล่องทดสอบที่ไม่มีมวลสารภายในประมาณ 2 องศาเซลเซียส แต่มากกว่าค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดประมาณ 4.3 องศาเซลเซียส

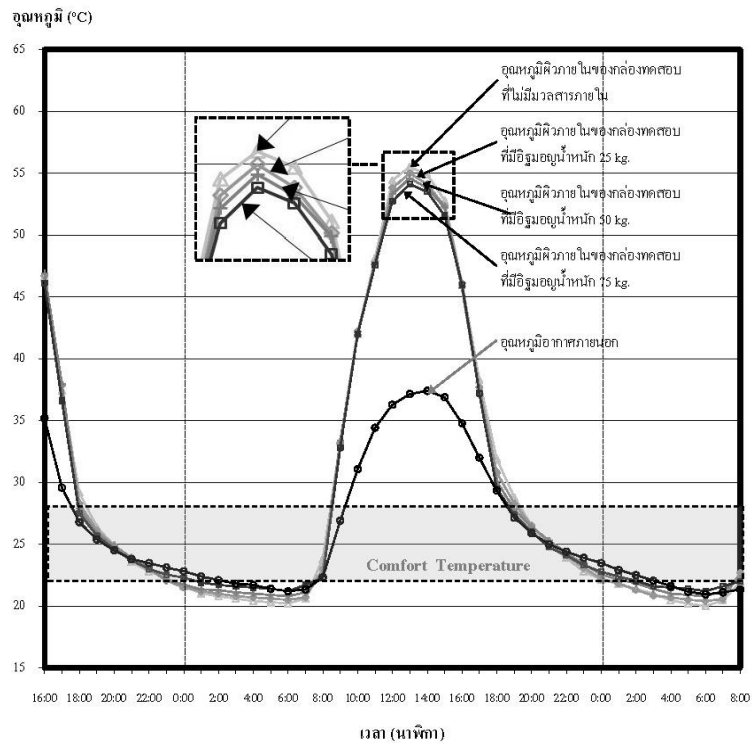
- ในช่วงเวลากลางคืนกล่องทดสอบที่มีมวลสารภายในจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายใน อุณหภูมิผิวภายในและอุณหภูมิผิวนอกต่ำสุดมากกว่ากล่องทดสอบที่ไม่มีมวลสารภายใน

เนื่องจากมวลสารภายในคายความร้อนออกมาทำให้ค่าอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิผิวเพิ่มขึ้น โดยเมื่อมีมวลสารภายในมากขึ้นค่าอุณหภูมิอากาศภายใน อุณหภูมิผิวภายในและอุณหภูมิผิวนอกต่ำสุดจะเพิ่มมากขึ้น

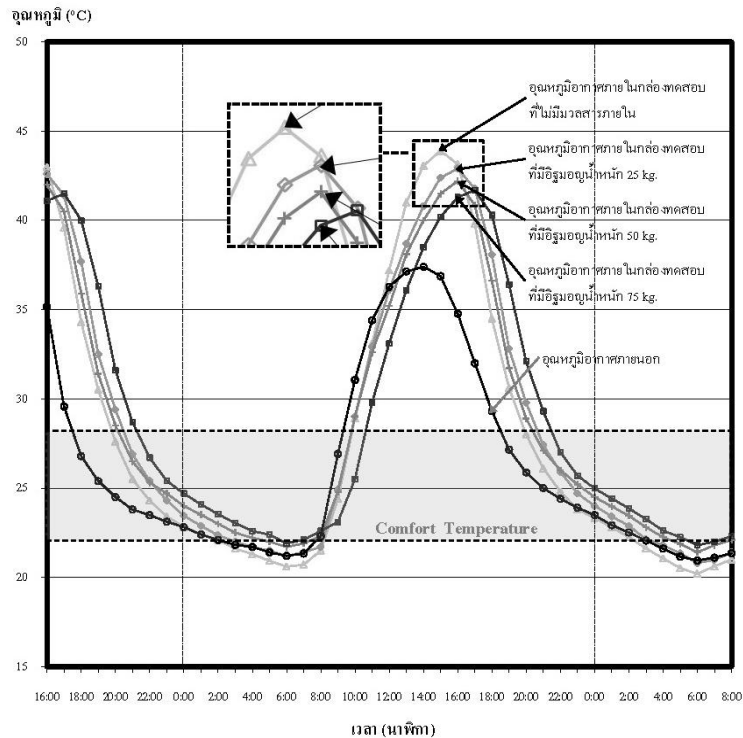
- กล่องทดสอบที่ไม่มีมวลสารภายในจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดหลังจากเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดหรือการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ประมาณ 60 นาที เมื่อมีมวลสารภายในเป็นอิฐมอญน้ำหนัก 25 และ 50 กิโลกรัม จะมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อนประมาณ 120 นาที และเมื่อมีมวลสารภายในเป็นอิฐมอญ 75 กิโลกรัม จะมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อนประมาณ 180 นาที เนื่องจากมวลสารภายในที่มีน้ำหนักมากกว่าจะใช้เวลาในการสะสมความร้อนจนถึงจุดสูงสุดได้นานกว่ามวลสารภายในที่มีน้ำหนักน้อย



ภาพที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผิวภายนอกของแผ่นหลังคาเหล็กรีดลอนบนกล่องทดสอบที่ไม่มีมวลสารภายใน มีมวลสารภายในเป็นอิฐมวลฉนวนน้ำหนัก 25, 50 และ 75 กิโลกรัม

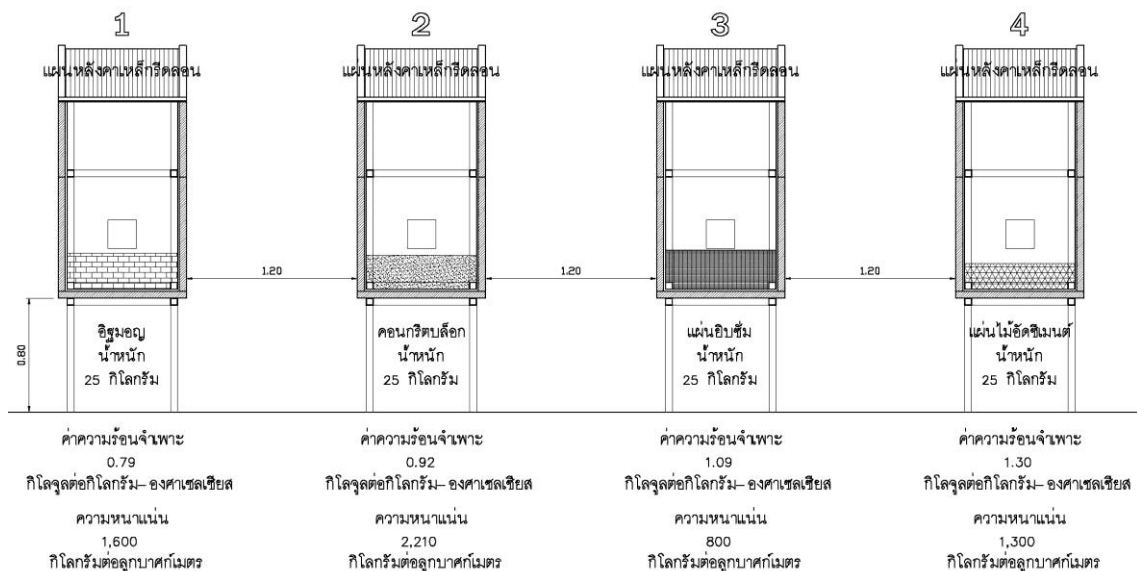


ภาพที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผิวภายในของแผ่นหลังคาเหล็กรีดลอนบนกล่องทดสอบที่ไม่มีมวลสารภายใน มีมวลสารภายในเป็นอิฐมวลฉนวนน้ำหนัก 25, 50 และ 75 กิโลกรัม



ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบที่ไม่มีมวลสารภายใน มีมวลสารภายในเป็นอิฐมวลยวดยิ่งน้ำหนัก 25, 50 และ 75 กิโลกรัม

2. การทดลองเปรียบเทียบผลของมวลสารภายในที่มีค่าความร้อนจำเพาะและความหนาแน่นแตกต่างกันต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านแผ่นหลังคาเหล็กรีดลอน ในกล่องทดสอบที่มีมวลสารภายในเป็นอิฐมวลยวดยิ่ง คอนกรีตบล็อก แผ่นยิปซัม และแผ่นไม้อัดซีเมนต์ น้ำหนัก 25 กิโลกรัม



ภาพที่ 6 แสดงกล่องทดสอบในการทดลองชุดที่ 2

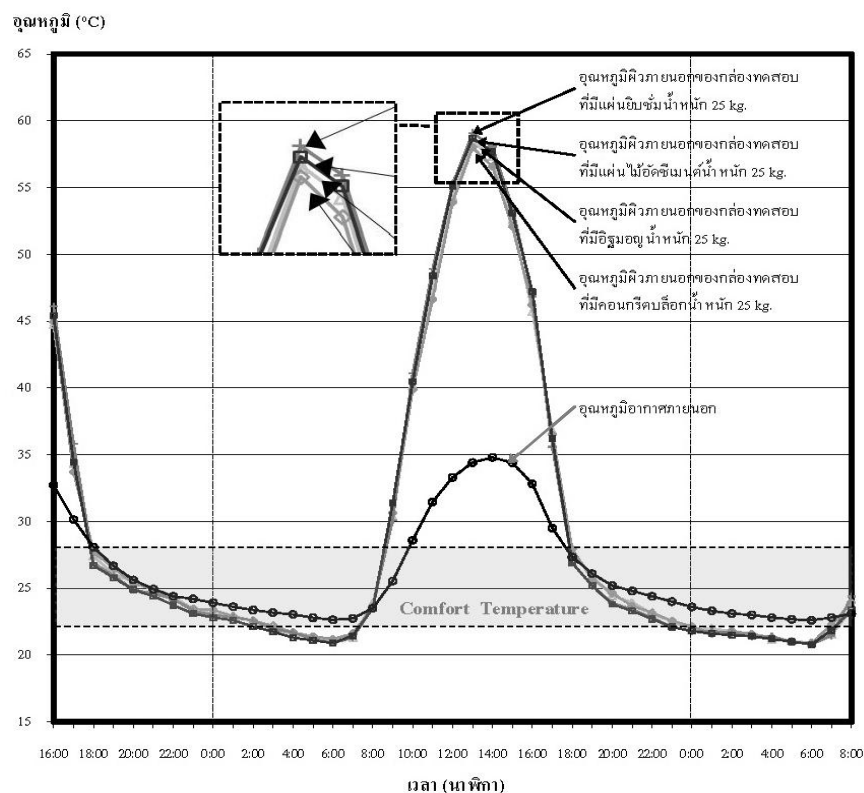
การวิเคราะห์ผลการทดลองชุดที่ 2 (ดังแสดงในภาพที่ 7-9)

- ในช่วงเวลากลางวันกล่อ่งทดสอบที่มีมวลสารภายในเป็นแผ่นยิบซัมจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายใน อุณหภูมิผิวภายใน และอุณหภูมิผิวนอกสูงสุดมากที่สุด รองลงมาคือ แผ่นไม้อัดซีเมนต์ อิฐมวลเบา และคอนกรีตบล็อก ตามความสัมพันธ์กับคุณสมบัติความหนาแน่นของวัสดุมวลสารภายใน วัสดุที่มีความหนาแน่นน้อยจะสามารถดูดกลืนความร้อนได้น้อย ส่งผลให้ค่าอุณหภูมิอากาศภายใน อุณหภูมิผิวภายใน และอุณหภูมิผิวนอกสูงกว่าวัสดุที่มีความหนาแน่นมาก โดยกล่อ่งทดสอบที่มีแผ่นยิบซัม น้ำหนัก 25 กิโลกรัม จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดมากกว่ากล่อ่งทดสอบที่มีคอนกรีตบล็อก น้ำหนัก 25 กิโลกรัม ประมาณ 1 องศาเซลเซียส และมากกว่าค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดประมาณ 5.6 องศาเซลเซียส
- ในช่วงเวลากลางคืนกล่อ่งทดสอบทั้งหมดจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายใน อุณหภูมิผิวภายในและอุณหภูมิผิวนอก

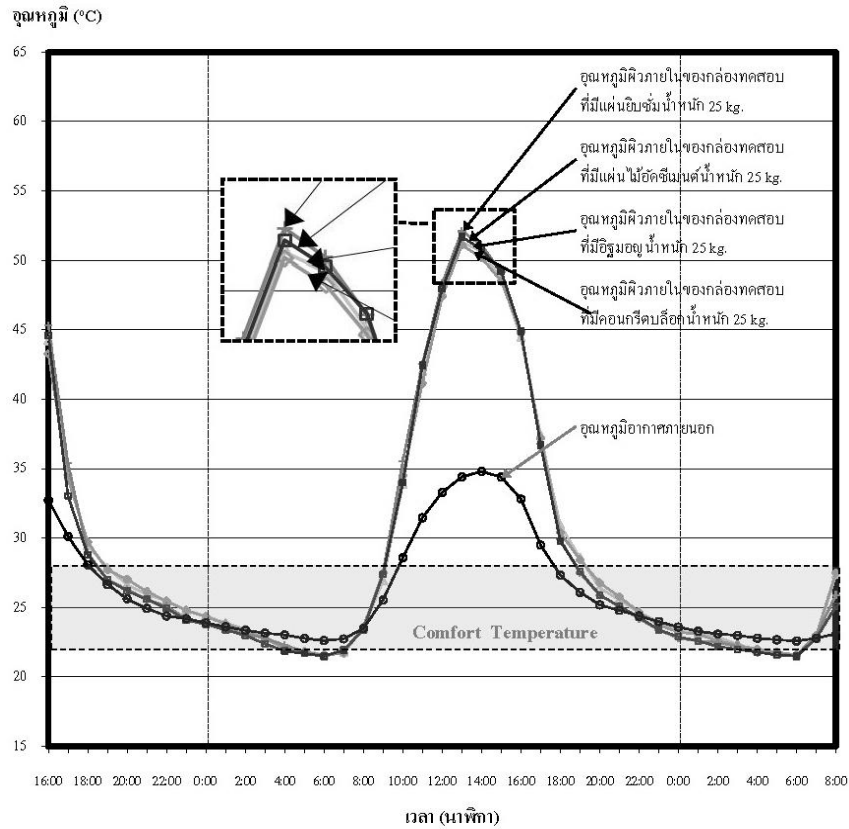
นอกต่ำสุดใกล้เคียงกัน เนื่องจากมวลสารภายในกล่อ่งทดสอบที่มีน้ำหนักเท่ากันจะคายความร้อนออกมาในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน จนหมด อิทธิพลของความหนาแน่นและค่าความร้อนจำเพาะของวัสดุมวลสารภายในมีผลต่อค่าอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิผิวในช่วงเวลากลางคืนค่อนข้างน้อย

- กล่อ่งทดสอบทั้งหมดจะมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อนเท่ากันคือประมาณ 120 นาที เนื่องจากมีน้ำหนักของมวลสารภายในเท่ากัน อิทธิพลของความหนาแน่นและค่าความร้อนจำเพาะของวัสดุมวลสารภายใน มีผลต่อการหน่วงเหนี่ยวความร้อนค่อนข้างน้อย

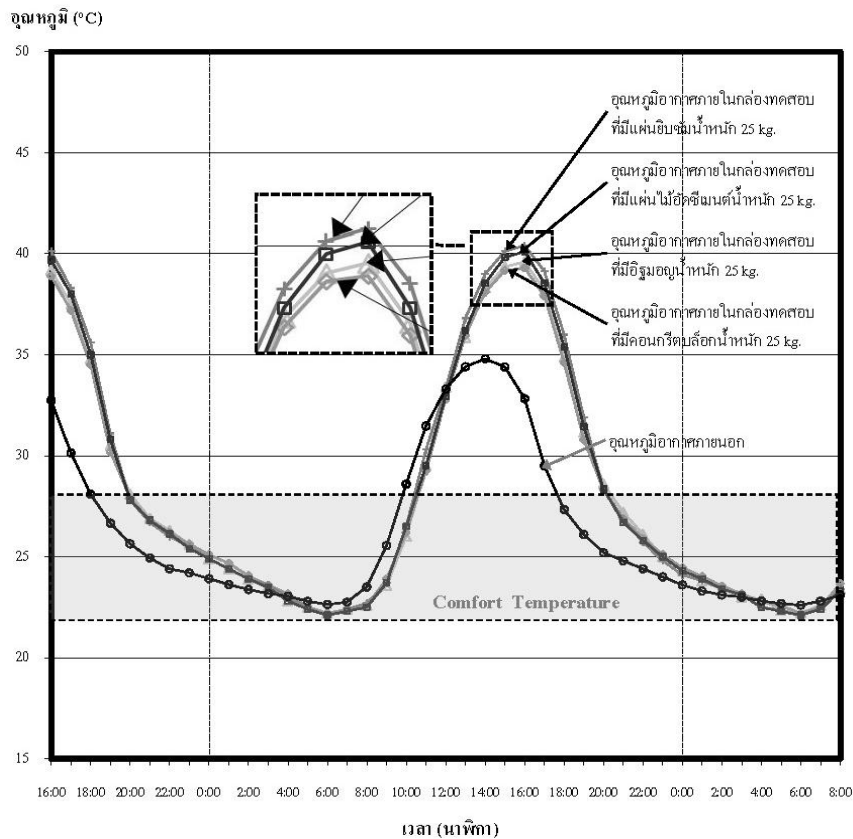
3. การทดลองเปรียบเทียบผลของมวลสารภายในที่มีค่าความร้อนจำเพาะแตกต่างกันต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านแผ่นหลังคาเหล็กรีดลอน โดยใช้มวลสารภายในเป็นอิฐมวลเบา คอนกรีตบล็อก แผ่นยิบซัม และแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ที่มีน้ำหนักเท่ากัน คือ 50 กิโลกรัม



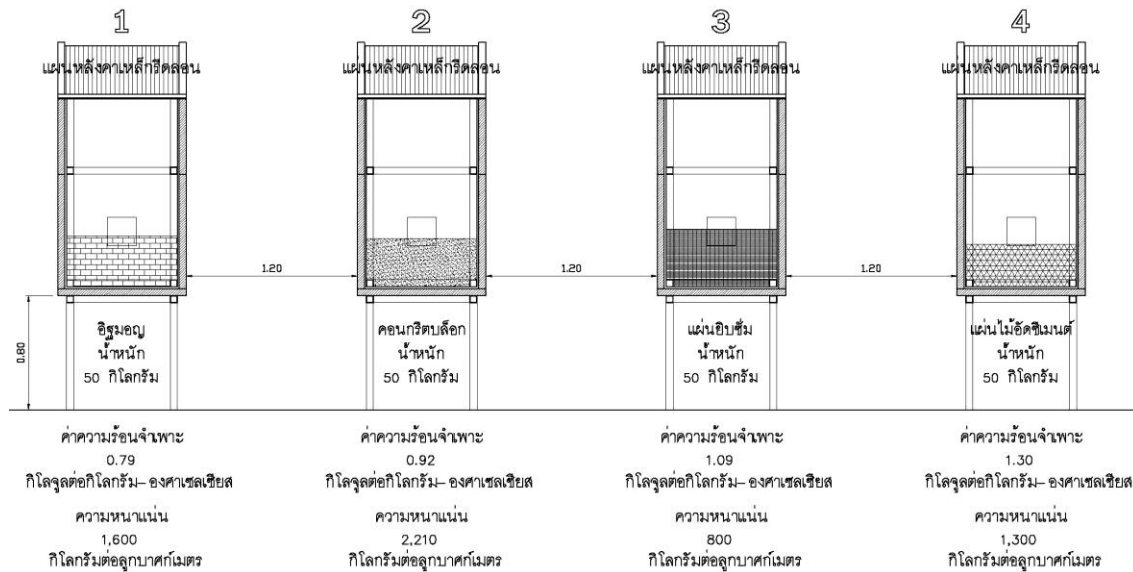
ภาพที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผิวนอกของแผ่นหลังคาเหล็กรีดลอนบนกล่อ่งทดสอบที่มีมวลสารภายในเป็นอิฐมวลเบา คอนกรีตบล็อก แผ่นยิบซัม และแผ่นไม้อัดซีเมนต์ น้ำหนัก 25 กิโลกรัม



ภาพที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผิวหนังภายในของแผ่นหลังคาเหล็กกริดลอนบนกล่องทดสอบที่มีมวลสารภายในเป็นอิฐมอยู คอนกรีตบล็อก แผ่นยับซึ่ม และแผ่นไม้อัดซีเมนต์ น้ำหนัก 25 กิโลกรัม



ภาพที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบที่มีมวลสารภายในเป็นอิฐมอยู คอนกรีตบล็อก แผ่นยับซึ่ม และแผ่นไม้อัดซีเมนต์ น้ำหนัก 25 กิโลกรัม

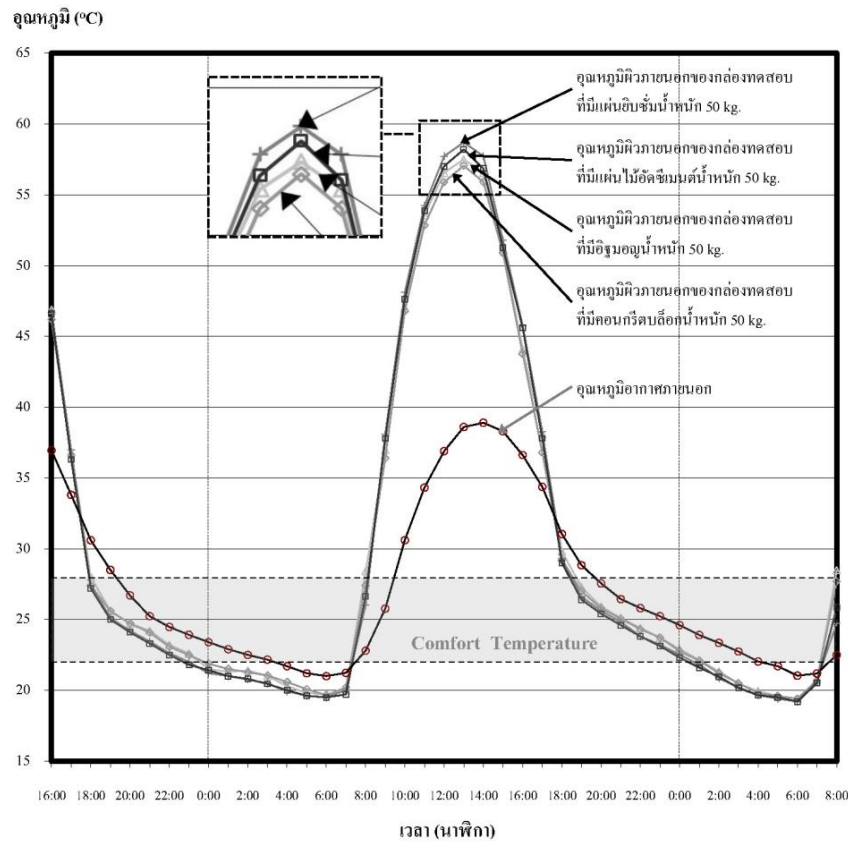


ภาพที่ 10 แสดงกล่องทดสอบในการทดลองชุดที่ 3

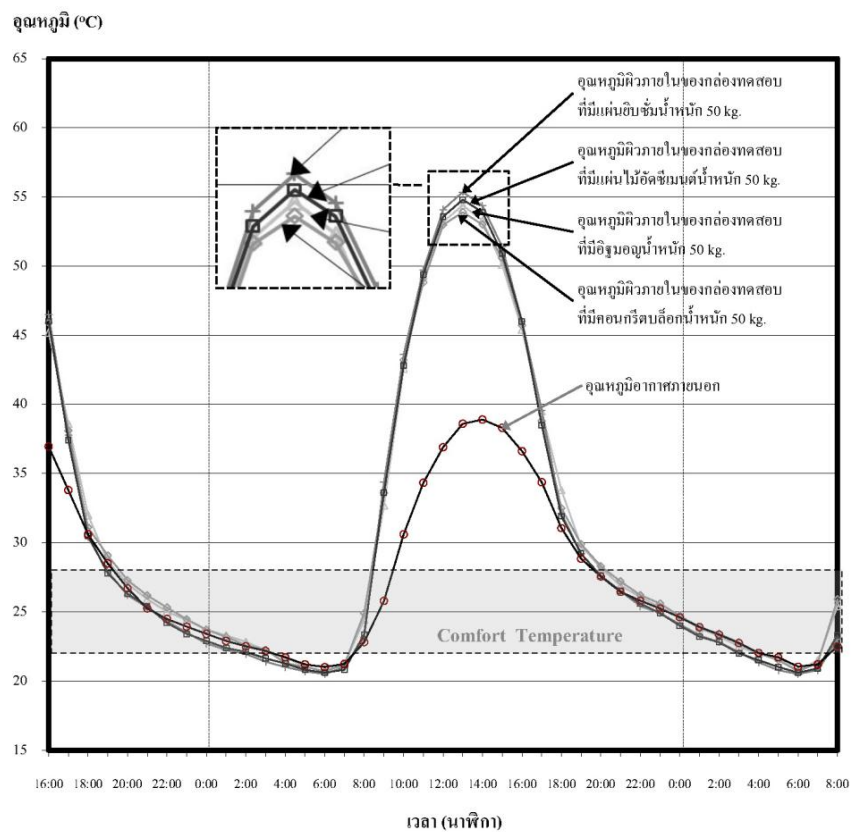
การวิเคราะห์ผลการทดลองชุดที่ 3 (ดังแสดงในภาพที่ 11-13)

- ในช่วงเวลากลางวันกล่องทดสอบที่มีมวลสารภายในเป็นแผ่นอิฐมวลเบาจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายใน อุณหภูมิผิวภายใน และอุณหภูมิผิวภายนอกสูงมากที่สุด รองลงมาคือ แผ่นไม้อัดซีเมนต์ อิฐมวลเบา และคอนกรีตบล็อกเหมือนกับการทดลองที่ 2 โดยกล่องทดสอบที่มีแผ่นอิฐมวลเบา 50 กิโลกรัม จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในสูงที่สุดมากกว่ากล่องทดสอบที่มีคอนกรีตบล็อกน้ำหนัก 50 กิโลกรัม ประมาณ 1.5 องศาเซลเซียส และมากกว่าค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงที่สุดประมาณ 5.3 องศาเซลเซียส รวมทั้งกล่องทดสอบทั้งหมดจะมีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายใน สูงสุดและอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงที่สุดน้อยกว่าการทดลองที่ 2

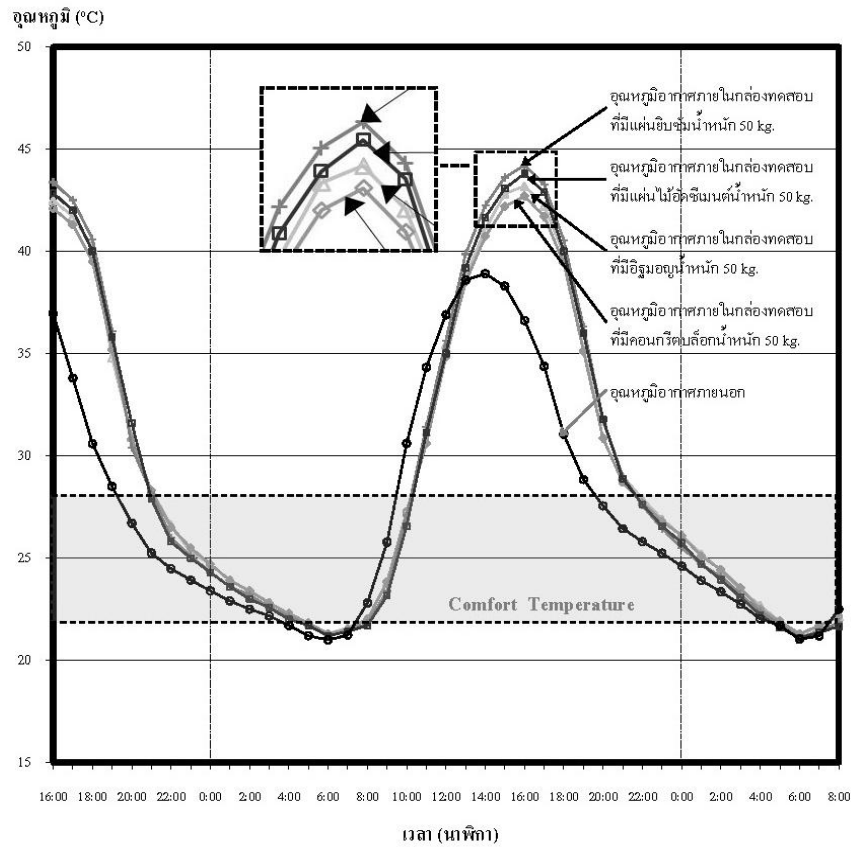
- ในช่วงเวลากลางคืนกล่องทดสอบทั้งหมดจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายใน อุณหภูมิผิวภายในและอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำสุดใกล้เคียงกันเหมือนกับการทดลองที่ 2 โดยมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในต่ำสุดใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำสุด
- ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดของแต่ละกล่องทดสอบจะมากกว่าการทดลองที่ 2 ตามน้ำหนักของมวลสารภายในที่เพิ่มขึ้น
- กล่องทดสอบทั้งหมดจะมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อนเท่ากับการทดลองที่ 2 คือประมาณ 120 นาที



ภาพที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผิวหนังภายนอกของแผ่นหลังคาเหล็กที่ติดตั้งบนกล่องทดสอบที่มีมวลสารภายในเป็นอิฐบด คอนกรีตบด ยิบซัม และแผ่นไม้อัดยิบซัม น้ำหนัก 50 กิโลกรัม

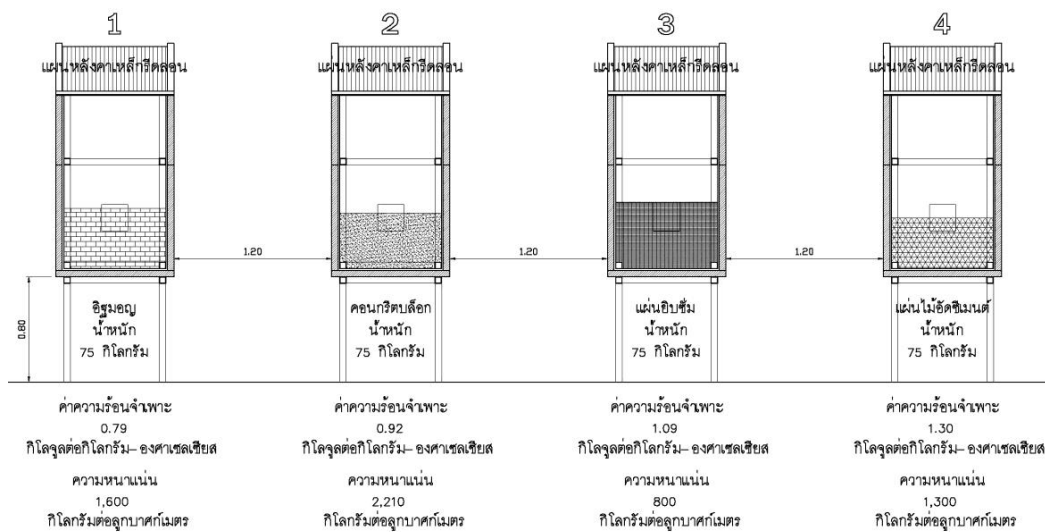


ภาพที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผิวหนังภายในของแผ่นหลังคาเหล็กที่ติดตั้งบนกล่องทดสอบที่มีมวลสารภายในเป็นอิฐบด คอนกรีตบด ยิบซัม และแผ่นไม้อัดยิบซัม น้ำหนัก 50 กิโลกรัม



ภาพที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบที่มีมวลสารภายในเป็นอิฐมวลเบา คอนกรีตบล็อก แผ่นอิฐฉนวน และแผ่นไม้อัดซีเมนต์ น้ำหนัก 50 กิโลกรัม

4. การทดลองเปรียบเทียบผลของมวลสารภายในที่มีค่าความร้อนจำเพาะแตกต่างกันต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านแผ่นหลังคาเหล็กกริดลอน โดยใช้มวลสารภายในเป็นอิฐมวลเบา คอนกรีตบล็อก แผ่นอิฐฉนวน และแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ที่มีน้ำหนักเท่ากัน คือ 75 กิโลกรัม



ภาพที่ 14 แสดงกล่องทดสอบในการทดลองชุดที่ 4

การวิเคราะห์ผลการทดลองชุดที่ 4 (ดังแสดงในภาพที่ 15-17)

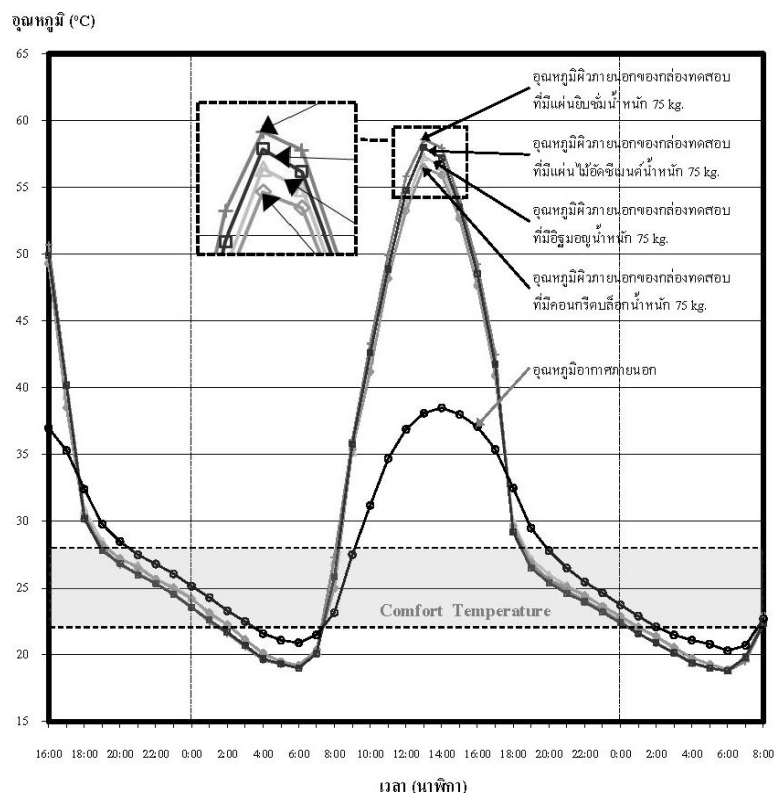
- ในช่วงเวลากลางวันกล่องทดสอบที่มีมวลสารภายในเป็นแผ่นยับซั่มจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายใน อุณหภูมิผิวภายใน และอุณหภูมิผิวนอกสูงมากที่สุด รองลงมาคือ แผ่นไม้อัดซีเมนต์ อิฐมวลเบา และคอนกรีตบล็อกเหมือนกับการทดลองที่ 2 และ 3 โดยกล่องทดสอบที่มีแผ่นยับซั่มน้ำหนัก 75 กิโลกรัม จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในสูงที่สุดมากกว่ากล่องทดสอบที่มีคอนกรีตบล็อกน้ำหนัก 75 กิโลกรัม ประมาณ 2 องศาเซลเซียส และมากกว่าค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดประมาณ 5 องศาเซลเซียส รวมทั้งกล่องทดสอบทั้งหมดจะมีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศ

ภายในสูงสุดและอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดน้อยกว่าการทดลองที่ 2 และ 3

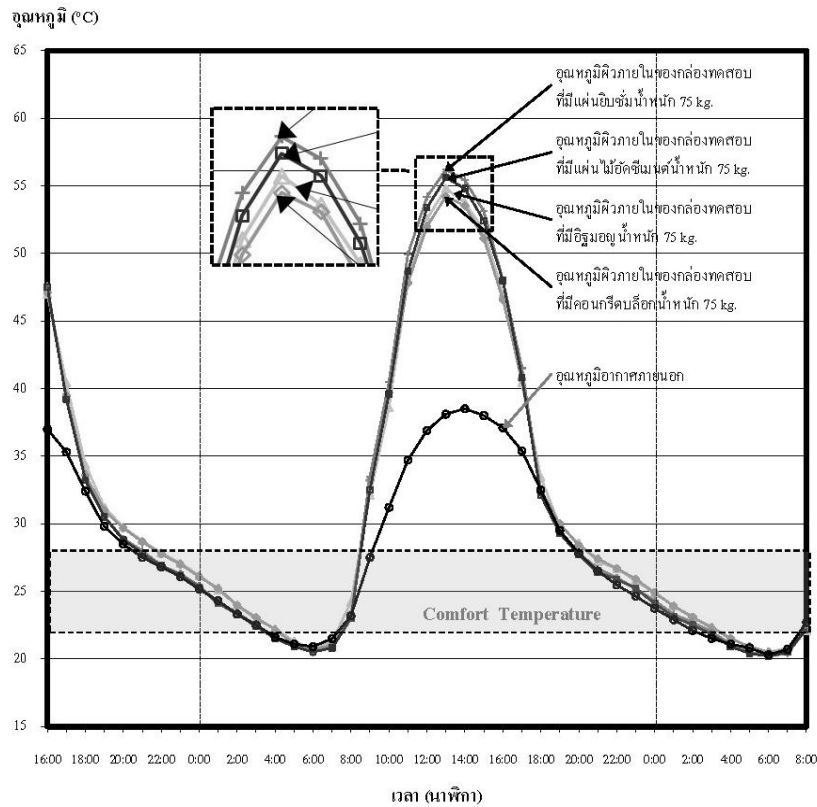
- ในช่วงเวลากลางคืนกล่องทดสอบทั้งหมดจะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายใน อุณหภูมิผิวภายในและอุณหภูมิผิวนอกต่ำสุดใกล้เคียงกันเหมือนกับการทดลองที่ 2 โดยมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในต่ำสุดสูงกว่าค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำสุด

- ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดของแต่ละกล่องทดสอบจะมากกว่าการทดลองที่ 2 และ 3 ตามน้ำหนักของมวลสารภายในที่เพิ่มขึ้น

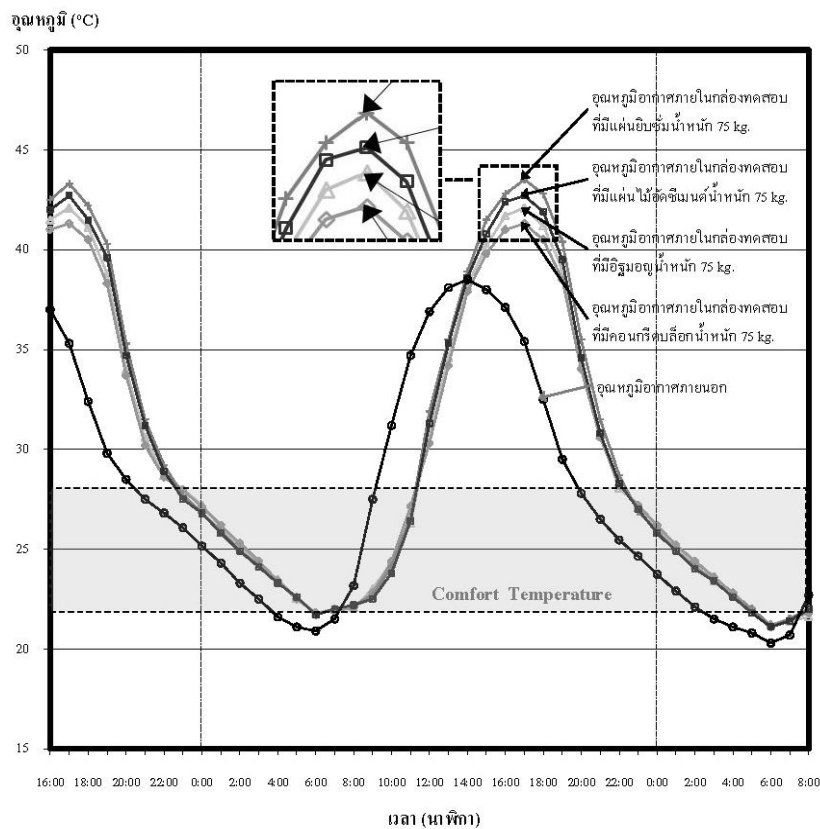
- กล่องทดสอบทั้งหมดจะมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อนประมาณ 180 นาที



ภาพที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผิวนอกของแผ่นหลังคาหลังรีดลอนบนกล่องทดสอบที่มีมวลสารภายในเป็นอิฐมวลเบา คอนกรีตบล็อก แผ่นยับซั่ม และแผ่นไม้อัดซีเมนต์ น้ำหนัก 75 กิโลกรัม



ภาพที่ 16 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผิวหนังในของแผ่นหลังคาเหล็กรีดลอนบนกล่องทดสอบที่มีมวลสารภายในเป็นอิฐมอญ คอนกรีตบล็อก แผ่นยับยัม และแผ่นไม้อัดซีเมนต์ น้ำหนัก 75 กิโลกรัม



ภาพที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบที่มีมวลสารภายในเป็นอิฐมอญ คอนกรีตบล็อก แผ่นยับยัม และแผ่นไม้อัดซีเมนต์ น้ำหนัก 75 กิโลกรัม

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการสะสมความร้อนของมวลสารภายในจะมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักของมวลสารภายใน วัสดุชนิดเดียวกันที่มีน้ำหนักมากจะสามารถสะสมความร้อนได้มากกว่า ในกรณีที่เป็วัสดุต่างชนิดกันความสามารถในการสะสมความร้อนจะมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นมากกว่าค่าความร้อนจำเพาะของวัสดุ วัสดุที่มีความหนาแน่นมากจะสามารถสะสมความร้อนได้มากกว่าถึงแม้ว่าจะมีค่าความร้อนจำเพาะน้อยโดยอิทธิพลของความหนาแน่นของวัสดุมวลสารภายในจะมีมากขึ้นเมื่อมวลสารภายในมีน้ำหนักมาก

2. ความสามารถในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของมวลสารภายในจะมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักของมวลสารภายใน วัสดุที่มีน้ำหนักมากจะสามารถหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้มากกว่า โดยค่าความร้อนจำเพาะและความหนาแน่นของวัสดุมีผลค่อนข้างน้อยต่อการหน่วงเหนี่ยวความร้อน

3. การเลือกวัสดุมวลสารภายในเพื่อลดความร้อนและหน่วงเหนี่ยวความร้อนในช่วงเวลากลางวัน ควรเลือกวัสดุที่มีน้ำหนักมาก หากน้ำหนักใกล้เคียงกันควรเลือกวัสดุที่มีความหนาแน่นมาก หากน้ำหนักและความหนาแน่นใกล้เคียงกันควรเลือกวัสดุที่มีค่าความร้อนจำเพาะมาก

4. การใช้มวลสารภายในอาคารจะเหมาะสมกับอาคารที่ใช้งานเฉพาะในช่วงเวลากลางวันทั้งอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศและไม่ใช้ระบบปรับอากาศ หากใช้งานในช่วงกลางคืนอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศจะสิ้นเปลืองพลังงานในการรีดความร้อนออกจากมวลสารภายใน ส่วนอาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศอาจจะใช้การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเพื่อช่วยลดความร้อนภายในอาคาร

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. การวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านแผ่นหลังคาเหล็กที่ติดลอนซึ่งเป็นวัสดุหลังคาที่มีมวลสารน้อย ควรมีการศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านแผ่นหลังคากระเบื้องคอนกรีตซึ่งเป็นวัสดุหลังคาที่มีมวลสารมาก เพื่อเปรียบเทียบผลของมวลสารภายนอกและมวลสารภายในต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา

2. การวิจัยนี้ทำการทดลองในสภาพแวดล้อมจริงที่มีค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกไม่คงที่ ควรมีการทดลองในสภาพที่มีการปรับอากาศเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงสภาพจริงมากขึ้นในกรณีอาคารที่มีระบบปรับอากาศ

3. การวิจัยนี้ทำการทดลองในรูปแบบที่ไม่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ควรมีการทดลองในรูปแบบที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมในกรณีอาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ

4. การวิจัยนี้ทำการศึกษาเฉพาะเรื่องของการความร้อน ควรมีการศึกษาในเรื่องของความชื้นซึ่งมีผลต่อการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศเพิ่มเติม

5. การวิจัยนี้ทำการศึกษาเฉพาะวัสดุที่ใช้เป็นผนังภายในซึ่งมีค่าความร้อนจำเพาะไม่แตกต่างกันมาก ควรมีการศึกษาวัสดุชนิดอื่นที่มีค่าความร้อนจำเพาะแตกต่างกันมาก

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2548. **แนวทาง การเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2550. **เอกสาร ประกอบหลักสูตรมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- ประกาศกระทรวงพลังงานเรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารและการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆ ของอาคาร พศ. 2552. **ราชกิจจานุเบกษา** เล่ม 126 ตอนพิเศษ 122 ง หน้า 21-39.
- Moore, F. 1993. **Environmental Control Systems: heating cooling lighting**. New York: McGraw-Hill Book Company.