

องค์ประกอบหลังคากระเบื้องลอนคู่เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนจากแสงอาทิตย์

Fiber Cement Roof Components for Solar Heat Transfer Reduction

คงฤทธิ เหลืองไตรรัตน์¹ และ ผศ.ดร.ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์²

1 โปรแกรมวิชาสถาปัตยกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

2 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Kongrit Luengtrirat¹ and Asst.Prof.Chumnant Boonyaputthipong, Ph.D.²

1 Architectural Program, Faculty of Industrial Technology, Chiangrai Rajabhat University

2 Faculty of Architecture, Khon kean University

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยเพื่อหาแนวทางลดการถ่ายเทความร้อนจากหลังคาบ้านพักอาศัย โดยมุ่งศึกษาองค์ประกอบหลังคากระเบื้องลอนคู่ ซึ่งมีคุณสมบัติของการส่งผ่านความร้อนได้มาก จึงเป็นปัญหาความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่บ้านพักอาศัย โดยจะเพิ่มประสิทธิภาพองค์ประกอบของหลังคาเพื่อลดการถ่ายเทความร้อน จึงเลือกวัสดุมาใช้ในการทดลองและเปรียบเทียบ คือ เพิ่มหลังคากระเบื้องลอนคู่เป็นสองชั้น ใส่ฉนวนใยแก้วกันความร้อนหนา 3 นิ้ว และติดแผ่นสะท้อนรังสีความร้อนอลูมิเนียมฟอยล์ การดำเนินงานวิจัยด้วยกล่องทดลอง เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิและหาคุณสมบัติวัสดุที่มีประสิทธิภาพลดการถ่ายเทความร้อนได้ดีที่สุด โดยใช้กล่องทดลองขนาด 1.0 x 1.0 x 1.0 ม. มีหลังคาลาดเอียง 15 องศา การทดลองจะเก็บข้อมูลวัดอุณหภูมิทุก 10 นาที เป็นเวลา 4 วัน

ผลศึกษาพบว่า

กล่องการทดลองที่ 1 เป็นการทดลองหาค่าการถ่ายเทความร้อนจากหลังคากระเบื้องลอนคู่ชั้นเดียวโดยไม่มีฉนวนกันความร้อน มีอุณหภูมิกลางกล่องเฉลี่ยอยู่ที่ 33.27 องศาเซลเซียส

กล่องการทดลองที่ 2 เป็นการทดลองหาค่าการถ่ายเทความร้อนจากหลังคากระเบื้องลอนคู่โดย ติดฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว ได้หลังคา มีอุณหภูมิกลางกล่องเฉลี่ยอยู่ที่ 31.52 องศาเซลเซียส

กล่องการทดลองที่ 3 เป็นการทดลองหาค่าการถ่ายเทความร้อนจากหลังคากระเบื้องลอนคู่โดยติดแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ ได้หลังคา มีอุณหภูมิกลางกล่องเฉลี่ยอยู่ที่ 31.01 องศาเซลเซียส

กล่องการทดลองที่ 4 เป็นการทดลองหาค่าการถ่ายเทความร้อนจากหลังคากระเบื้องลอนคู่สองชั้น มีช่องว่างในการระบายอากาศ 20 ซม. มีอุณหภูมิกลางกล่องเฉลี่ยอยู่ที่ 32.26 องศาเซลเซียส

ผลจากการศึกษานี้ได้ชี้ให้เห็นว่าการใช้แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์และฉนวนมีประสิทธิผลมากในการลดการถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่ารูปแบบการใช้หลังคาสองชั้น โดยแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์สามารถป้องกันความร้อนได้ดีกว่าติดฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว เล็กน้อย หากเปรียบเทียบราคาวัสดุในท้องตลาดจะพบว่า ราคาอลูมิเนียมฟอยล์จะถูกกว่าฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว ประมาณ 90 บาท ต่อตารางเมตร ดังนั้นผลจากการศึกษานี้สามารถนำไปประกอบการเลือกใช้อุปกรณ์ประกอบสำหรับหลังคากระเบื้องลอนคู่ต่อไป

ABSTRACT

Research study is to find solution of reducing heat transfer from a house's roof. The fiber cement roof is the main focus of the study due to its low heat transfer resistant. It is a problem of heat transfer into the house. The component that improve heat transfer for the fiber cement roof are selected for the study. Three solutions are added double roof with 20 cm. cavity, attached 3-inch thick fiberglass insulation and installed aluminum foil. The study used 1.0x1.0x1.0 m. box with 15 degree faced south roof for the experiments.

The experiment collected temperature data every 10 minutes for 4 days. The results show that:

Box Experiment 1: Single fiber cement roofing without insulation. The average temperature in the middle of the box is 33.27 degrees Celsius.

Box Experiment 2: Single fiber cement roofing with 3-inch thick fiberglass insulation. The average temperature in the middle of the box is 31.52 degrees Celsius.

Box Experiment 3: Single fiber cement roofing with aluminum foil. The average temperature in the middle of the box is 31.01 degrees Celsius.

Box Experiment 4 Double fiber cement roofing with 20 cm. cavity. The average temperature in the middle of the box is 32.26 degrees Celsius.

The study shows that a single fiber cement roofing with 3-inch thick fiberglass insulation and a single fiber cement roofing with aluminum foil are effective for heat transfer from roof. The aluminum foil solution performs slightly better than the 3-inch thick fiberglass insulation one. However, comparison of the material cost, it has been found that aluminum foil is about 90 bath per sq.m. cheaper than 3-inch thick fiberglass insulation. So, the result of this study can be used for choice selection for a house's fiber cement roof component in the future.

1. บทนำ

หลังคาเป็นองค์ประกอบของอาคารที่ทำหน้าที่ปกป้องความร้อนจากแสงแดดจากดวงอาทิตย์ ดังนั้นปริมาณความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่เข้าสู่ภายในอาคารกว่าครึ่งหนึ่งจึงเป็นความร้อนที่มาจากทางหลังคา เพราะเป็นส่วนที่รับความร้อนจากรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ยาวนานที่สุด และมีพื้นที่รับรังสีมากที่สุด (Al-Obaidi K., Ismail M. and Rahman A., 2014) จึงส่งผลให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องที่อยู่ชั้นบนสุดของอาคารสูงกว่าสภาวะสบายในเวลากลางวัน ดังนั้นหลังคาของอาคารซึ่งทำหน้าที่เปรียบเสมือนตัวสกัดกั้นผลกระทบโดยตรงจากอิทธิพลการเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศภายนอกกับสภาพแวดล้อมภายในอาคาร จึงควรเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมในการทำหน้าที่ป้องกันความร้อนจากแสงแดด โดยควรเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนได้ดี มีความแข็งแรงทนทาน มีอายุการใช้งานยาวนาน สามารถทำการก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดทั้งราคา และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

วัสดุหลังคาสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ หลังคาประเภท Heavyweight Solid ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหลังแบน เช่น หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก (Flat Slab) และหลังคาประเภท Lightweight ซึ่งทั่วไปเป็นหลังคายานอกบนโครงหลังคา วัสดุที่ใช้เป็นแผ่นหลังคาก็แตกต่างกันออกไป เช่น กระเบื้องคอนกรีต กระเบื้องดินเผา หรือแผ่นโลหะต่างๆ (Givoni B., 1969)

วัสดุหลังคา Lightweight ที่มีราคาประหยัดและนิยมใช้อยู่ในประเทศไทยได้แก่ หลังคากระเบื้องลอนคู่ หลังคาเหล็กกริด ซึ่งมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันในการลดการถ่ายเทความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยค่าการถ่ายเทความร้อนนั้น หลังคาเหล็กกริด จะมีค่าลดการถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าหลังคากระเบื้องลอนคู่ ในเรื่องของ การสะท้อนรังสีความร้อนจากผิวมันวาว และการหน่วงความร้อนของความหนาของหลังคาเหล็กกริด ผิดกับหลังคากระเบื้องลอนคู่มีความหนาที่มากกว่าจึงเป็นมวลสารในการกักเก็บความร้อนและจุความร้อนได้มากกว่าจึงเกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร (Boonyaputthipong C., 2017)

จากปัญหาดังกล่าว การลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารการใช้หลังคากระเบื้องลอนคู่ จึงจำเป็นต้องการปรับปรุงแก้ไขปัญหาในการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร โดยนำวิธีการลดปริมาณความร้อนที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันมาปรับปรุงเพื่อหาค่าประกอบของหลังคากระเบื้องลอนคู่ที่เหมาะสมที่สุดในการลดการถ่ายเทความร้อนจากดวงอาทิตย์

โดยที่จะเลือกทำการทดลองการหั่นหลังคา รับแสงแดดจากดวงอาทิตย์ทางด้านทิศใต้เพราะเป็นทิศทางของดวงอาทิตย์ที่อ้อมได้ทางประเทศไทยและพื้นที่หลังคาได้รับปริมาณความร้อนได้มากที่สุด ซึ่งหากมีการศึกษาองค์ประกอบหลังคากระเบื้องลอนคู่เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร อาจจะได้คำตอบที่ดีที่สุดสำหรับการลดการถ่ายเทความร้อนจากหลังคากระเบื้องลอนคู่ที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบายและลดการใช้พลังงานในอาคารจากการใช้งานเครื่องปรับอากาศ

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาค่าการใช้หลังคากระเบื้องลอนคู่ ซึ่งเป็นวัสดุที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน แต่มีปัญหในเรื่องการนำความร้อนได้ดี ความจุความร้อนได้มาก จึงสามารถถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้ดีตามไปด้วย ดังนั้นการลดความร้อนที่ถ่ายเทจากหลังคากระเบื้องลอนคู่เข้าสู่ภายในอาคารจึงต้องถูกพิจารณาองค์ประกอบหลังคาที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อันส่งผลให้พื้นที่ใช้งานใต้หลังคามีอุณหภูมิลดลง และเกิดการใช้วัสดุอย่างยั่งยืนต่อไปแก่สังคม

2. ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 การทดลอง คือ ขั้นแรกการเตรียมแบบจำลองหลังคา เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนระหว่างองค์ประกอบหลังคากระเบื้องลอนคู่ทั้ง 4 แบบคือ

- แบบจำลองหลังคากระเบื้องลอนคู่
- แบบจำลองหลังคากระเบื้องลอนคู่ใส่นวนกันความร้อนใต้หลังคา
- แบบจำลองหลังคากระเบื้องลอนคู่ใช้แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์สะท้อนรังสีความร้อน
- แบบจำลองหลังคากระเบื้องลอนคู่สองชั้น

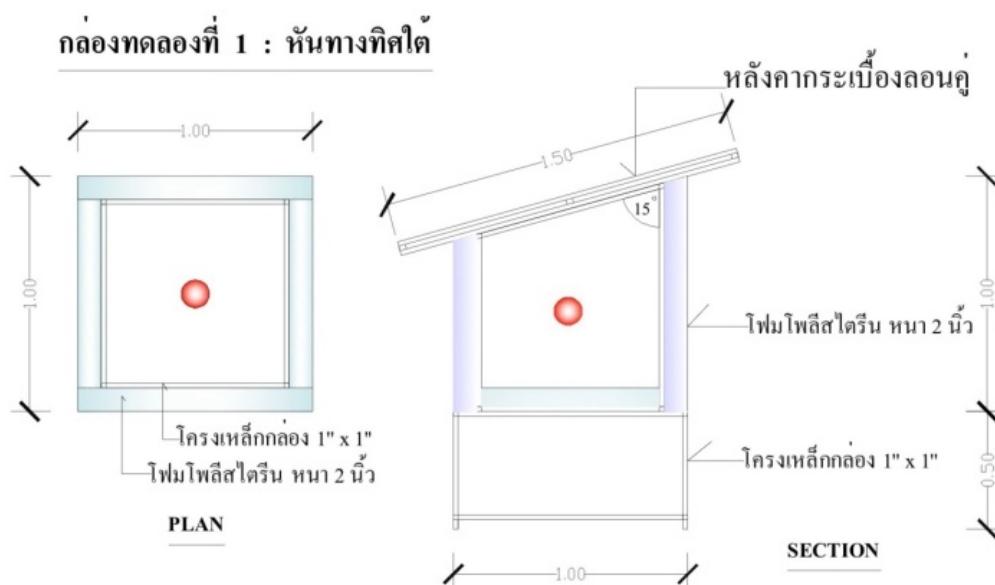
โดยแบบจำลองทั้ง 4 แบบ มีขนาดกล่องสี่เหลี่ยม 1.0x1.0x1.0 ม. และมีความลาดเอียงของหลังคาที่ 15 องศา ยกสูงจากพื้น 0.50 เซนติเมตร ติดตั้ง Data logger : DT - 171 USB เพื่อวัดอุณหภูมิกลางกล่อง ภายในกล่องทดลองทั้ง 4 กล่องทดลอง (ภาพที่ 2-5) วัดอุณหภูมิภายในกล่อง 4 กล่อง โดยเก็บข้อมูลทุก 10 นาที

เป็นเวลา 4 วัน แล้วนำข้อมูลมาดำเนินการวิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทั้ง 4 กล่อง เพื่อสรุปผลการศึกษา

สถานที่ทำการทดลอง เป็นดาดฟ้าของอาคาร สนพ.คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นมีพื้นที่ว่างไม่มีรั้วไม้ค้ำบังแสงแดด โดยกล่องทดลองจะจัดวางให้หันหลังคารับแสงจากดวงอาทิตย์ทางทิศใต้ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 การจัดวางกล่องทดลอง

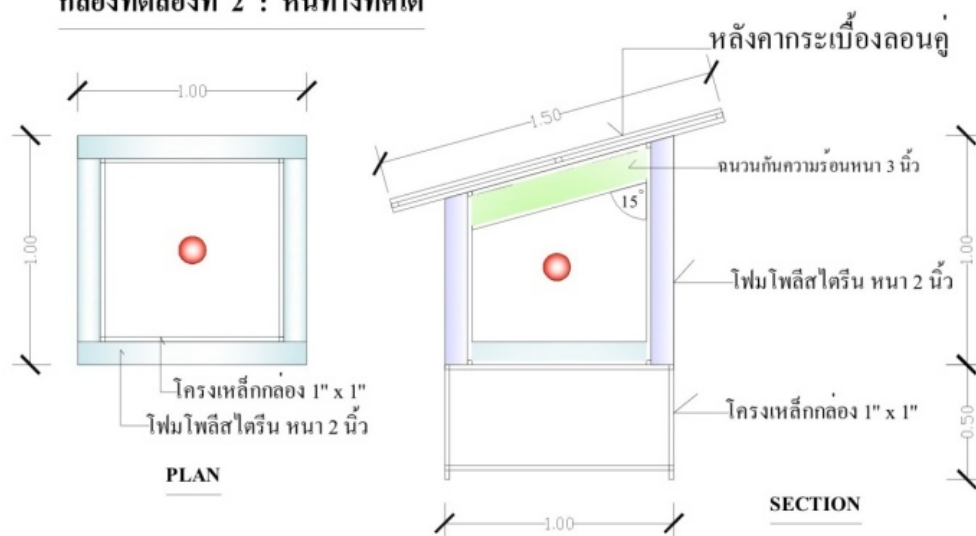


ภาพที่ 2 กล่องทดลองที่ 1 หลังคากระเบื้องลอนคู่

วารสารวิชาการ พลังงานและสิ่งแวดล้อมในอาคาร ฉบับที่ 4 (มิถุนายน 2563)

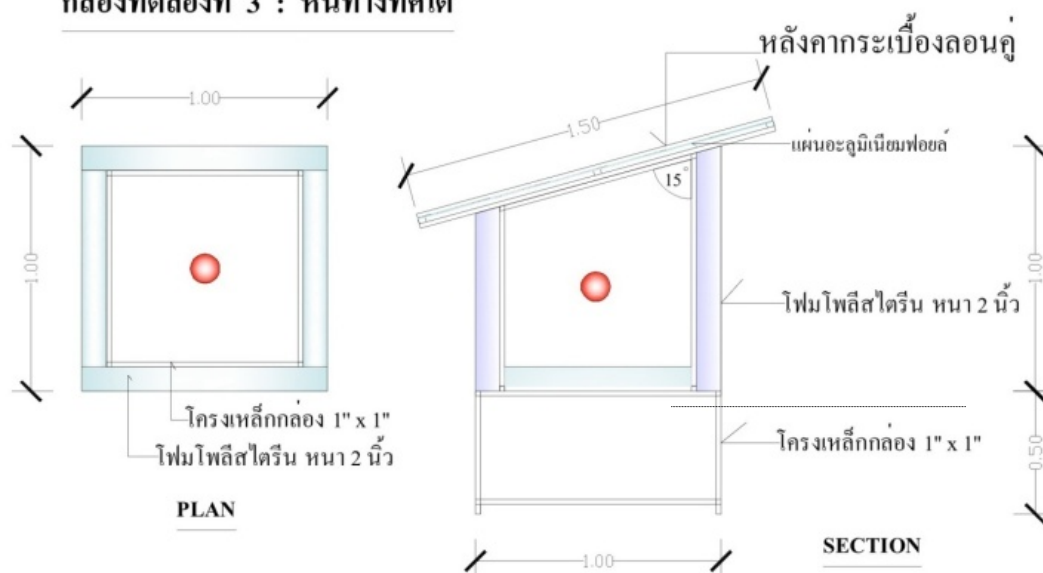
Journal of Building Energy & Environment VOL.4 (June 2020)

กล่องทดลองที่ 2 : หันทางทิศใต้

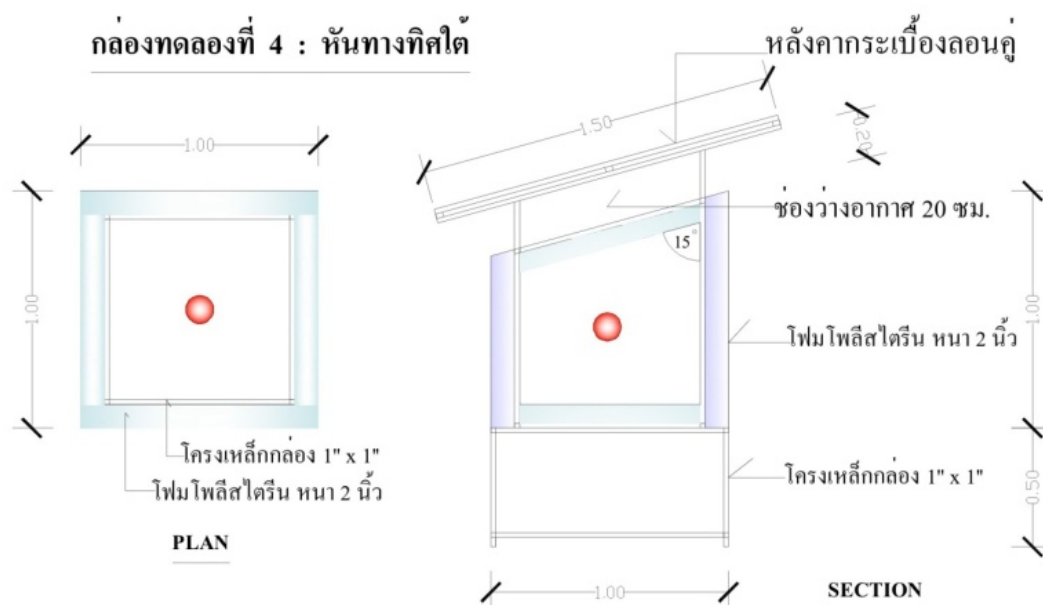


ภาพที่ 3 กล่องทดลองที่ 2 หลังคากระเบื้องลอนคู่ติดฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา

กล่องทดลองที่ 3 : หันทางทิศใต้



ภาพที่ 4 กล่องทดลองที่ 3 หลังคากระเบื้องลอนคู่ติดแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ใต้หลังคา



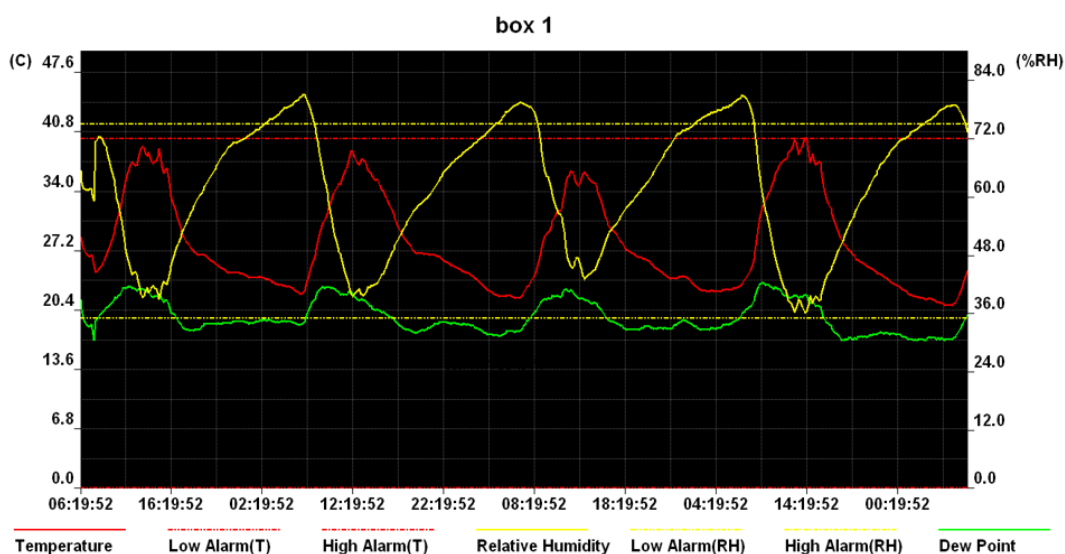
ภาพที่ 5 กล่องทดลองที่ 4 หลังคากระเบื้องลอนคู่สองชั้น

3. ผลการศึกษา

จากการทดลอง ทั้ง 4 การทดลอง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

3.1 การทดลองกล่องที่ 1

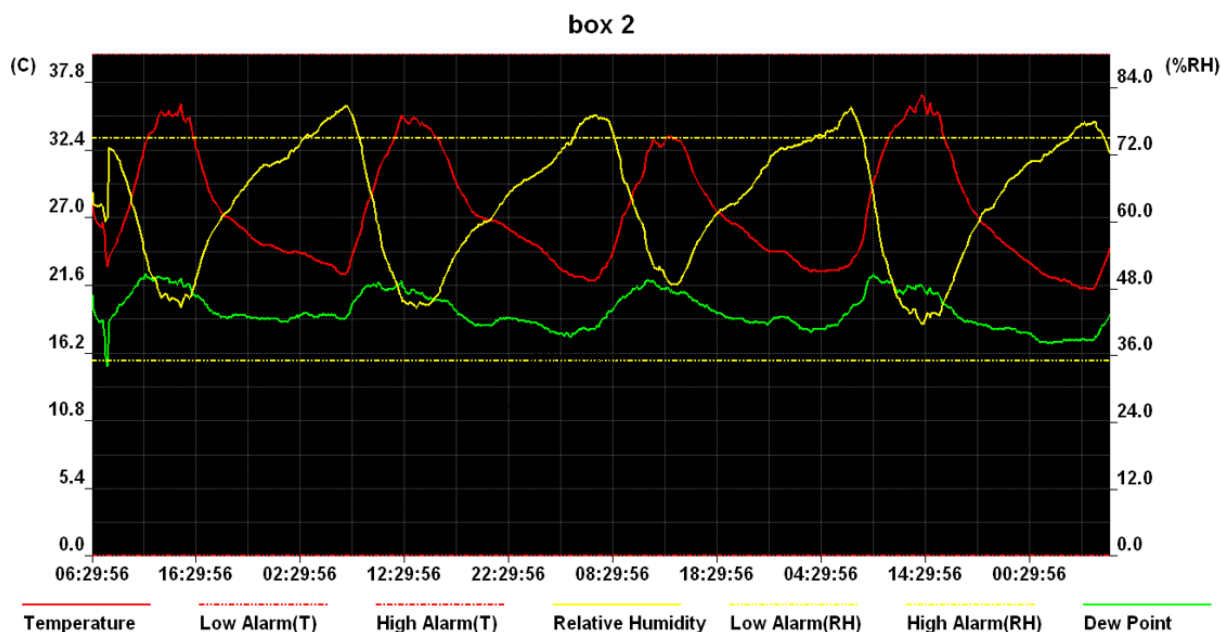
ศึกษาความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนของ กระเบื้องลอนคู่ชั้นเดียว ทำการทดลองวัดอุณหภูมิ บริเวณกลางกล่องทดลองโดยมีผลการทดลองดังนี้ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 กราฟแสดงอุณหภูมิอากาศภายในกล่องการทดลองที่ 1 กระเบื้องลอนคู่ชั้นเดียว

3.2 การทดลองกล่องที่ 2

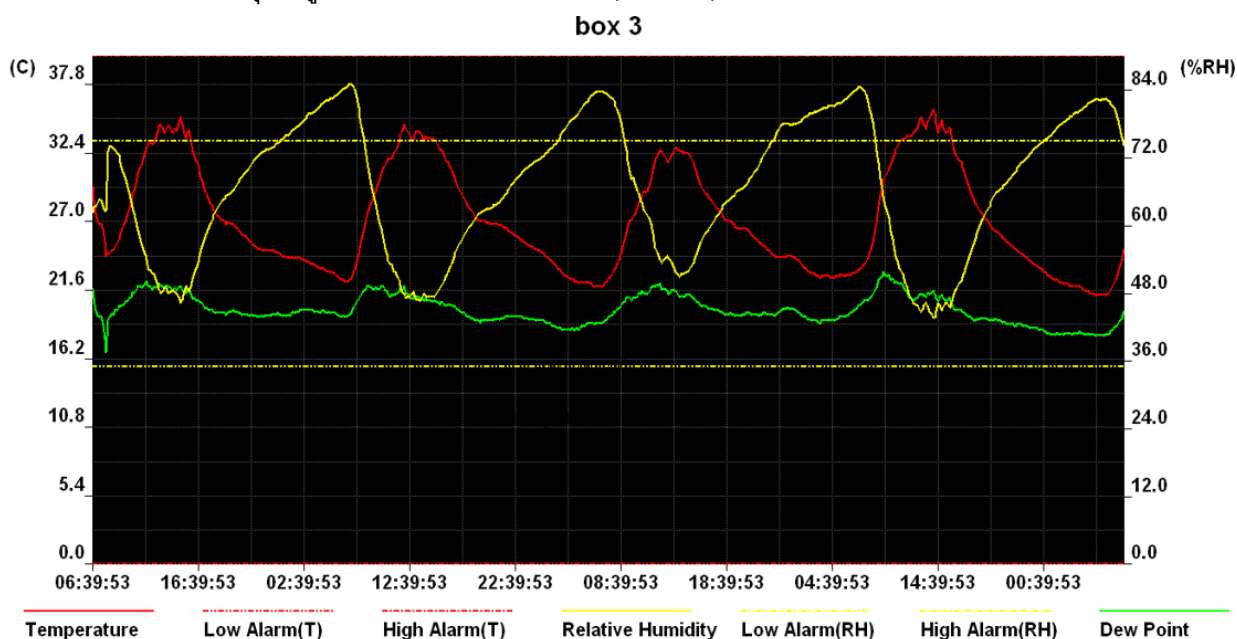
ศึกษาถึงผลการใช้นวนกันความร้อนใยแก้วที่มีความหนา 3 นิ้ว ทำการทดลองวัดอุณหภูมิบริเวณกลางกล่องทดลอง (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 กราฟแสดงอุณหภูมิอากาศภายในกล่องการทดลองที่ 2 หลังการกระเบื้องลอนคู่ติดฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว

3.3 การทดลองกล่องที่ 3

ศึกษาผลของการเพิ่มประสิทธิภาพต่อการลดการถ่ายเทความร้อน จากแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์สะท้อนรังสีความร้อน ทำการทดลองวัดอุณหภูมิบริเวณกลางกล่องทดลอง (ภาพที่ 8)



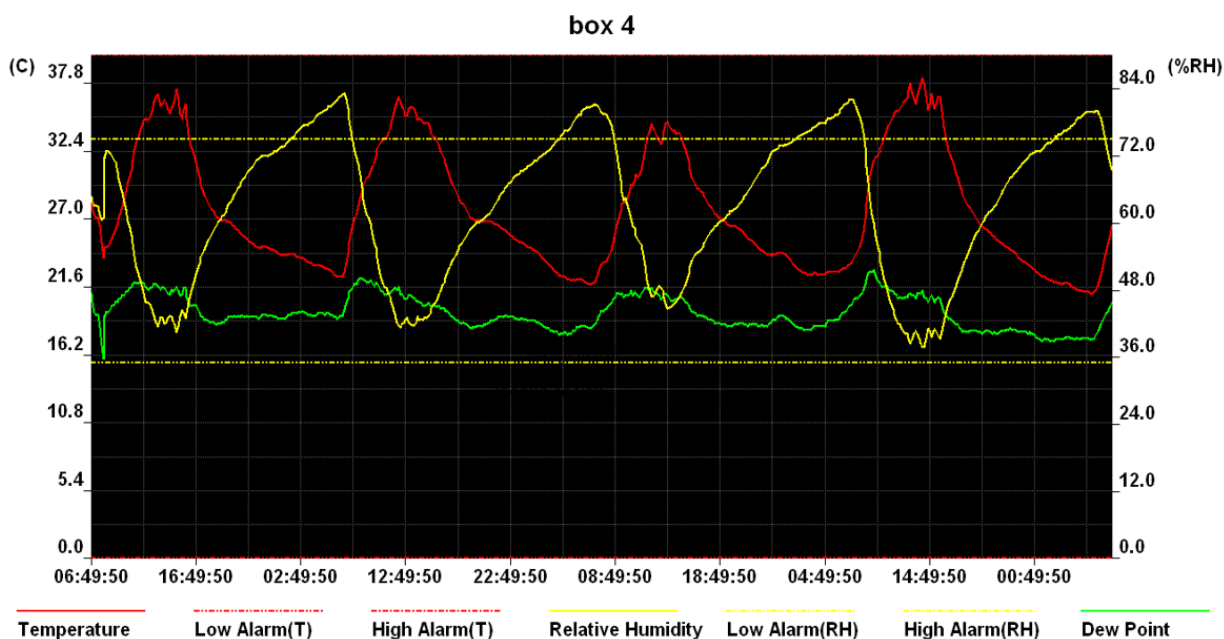
ภาพที่ 8 กราฟแสดงอุณหภูมิอากาศภายในกล่องการทดลองที่ 3 หลังการกระเบื้องลอนคู่ติดแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์

วารสารวิชาการ ผลงานและสิ่งแวดลอมในอาคาร ฉบับที่ 4 (มิถุนายน 2563)

Journal of Building Energy & Environment VOL.4 (June 2020)

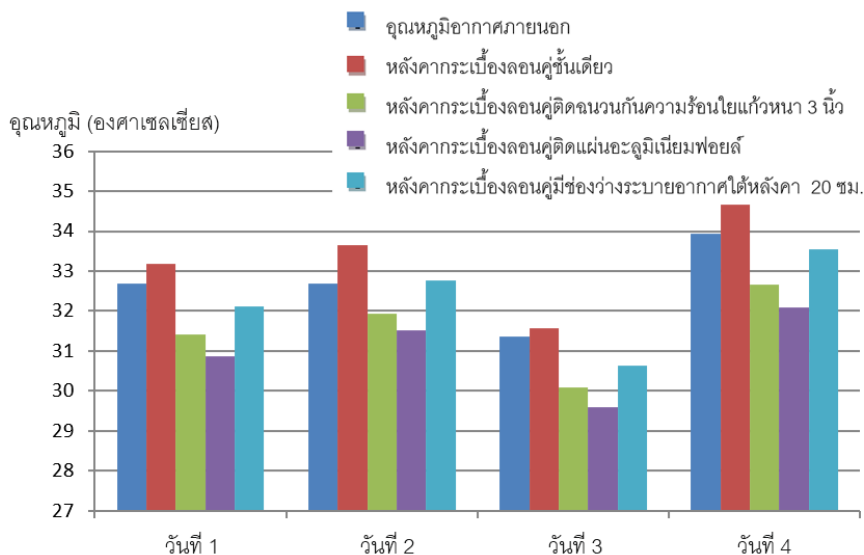
3.4 การทดลองกล่องที่ 4

ศึกษาผลของการเพิ่มประสิทธิภาพต่อการลดการถ่ายเทความร้อน โดยการเสริมเป็นหลังคาสองชั้น โดยเป็นกระเบื้องลอนคู่ ทำการทดลองวัดอุณหภูมิบริเวณกลางกล่องทดลอง (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 กราฟแสดงอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองที่ 4 หลังคากระเบื้องลอนคู่สองชั้น

เมื่อพิจารณาจากอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองเฉลี่ยในช่วงกลางวัน จะพบว่า กล่องทดลองทั้ง 4 กล่องที่หันหลังคาด้านที่เอียงไปทางทิศใต้มีอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ (30.01°C) กล่องทดลองที่ 3 ติดแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ใต้หลังคากระเบื้องลอนคู่ ทั้ง 4 วันที่ทำการทดลอง รองลงมาคือ (31.52°C) กล่องทดลองที่ 2 ใส่ฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว ตามด้วยหลังคากระเบื้องลอนคู่สองชั้น (32.26°C) และหลังคากระเบื้องลอนคู่ชั้นเดียว (33.27°C) และมีอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ยเท่ากับ (32.67°C) โดย กล่องทดลองที่ 3 ติดแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ใต้หลังคากระเบื้องลอนคู่จะมีอุณหภูมิอากาศภายในกล่องเฉลี่ยต่ำกว่ากล่องทดลองที่ 2 ใส่ฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว 0.51°C ต่ำกว่ากล่องทดลองที่ 4 หลังคากระเบื้องลอนคู่สองชั้น 1.25°C และต่ำกว่ากล่องทดลองที่ 1 หลังคากระเบื้องลอนคู่ชั้นเดียว 2.26°C (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 กราฟแสดงอุณหภูมิอากาศในกล่องทดลองเฉลี่ยทั้ง 4 กล่องและอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ยในช่วงกลางวัน

จากการศึกษาพบว่า กล่องทดลองที่ 3 ซึ่งเป็นการใช้แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ติดใต้หลังคาจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในกล่องต่ำกว่ากล่องที่ 2 ที่เป็นฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว อยู่ 0.51°C ต่ำกว่ากล่องทดลองที่ 4 หลังคากระเบื้องลอนคู่สองชั้น 1.25°C และต่ำกว่ากล่องทดลองที่ 1 หลังคากระเบื้องลอนคู่ชั้นเดียว 2.26°C เนื่องจากกล่องทดลองที่ 3 ติดแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ด้วยลักษณะความฉนวนช่วยสะท้อนแสงรังสีความร้อนออกไป จึงทำให้มีค่าการป้องกันความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่กล่องได้ดีกว่ากล่องอื่น

ในช่วงเวลากลางวัน การใช้หลังคาสองชั้นและหลังคาชั้นเดียวที่ไม่มีฉนวน ต่างก็มีอุณหภูมิความร้อนที่สูงที่ถ่ายเทลงมาจากหลังคากระเบื้องลอนคู่ โดยไม่มีฉนวนป้องกันความร้อนหรือฉนวนสะท้อนรังสีความร้อนกลับออกไปเหมือนกับหลังคาที่ใช้ฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้วและติดแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์

4. สรุปผลการศึกษา

ผลจากการศึกษาได้ชี้ให้เห็นว่าการใช้แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์และฉนวนมีประสิทธิภาพมากในการลดการถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่ารูปแบบการใช้หลังคาสองชั้น โดยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์สามารถป้องกันความร้อนได้ดีกว่าฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้วเล็กน้อย หากเปรียบเทียบราคาวัสดุในท้องตลาดจะพบว่า ราคาอะลูมิเนียมฟอยล์จะถูกกว่าฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว ประมาณ 90 บาท ต่อตารางเมตร

ดังนั้นจะพบว่า จากการศึกษาเบื้องต้นนี้ สามารถนำไปประกอบการพิจารณาเลือกใช้รูปแบบการติดตั้งสำหรับหลังคากระเบื้องลอนคู่ได้

5. เอกสารอ้างอิง

- Boonyaputthipong C. (2017), Roof Forms and Materials for Energy Saving in Thailand, Key Engineering Materials, Vol. 733, pp. 80-84, 2017
- Givoni, B . (1969). Man, Climate and Architecture. Great Yarmouth : Elsevier Publishing Company Limited.
- Al-Obaidi K., Ismail M. and Rahman A. (2014), Passive cooling techniques through reflective and radiative roofs in tropical houses in Southeast Asia: A literature review, Frontiers of Architectural Research, vol. 3 Issue 3, September 2014, Pages 283-297