บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

หลังจากการศึกษาทฤษฎีและปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของช่องแสงด้านข้างผ่านเข้าสู่อาคาร รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้ว จึงทำการกำหนดแนวทางการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดมวลสารภายใน ความจุความร้อนของมวลสารภายใน ชนิดของกระจกที่จะใช้ทดสอบ พร้อมทั้งเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าอุณหภูมิ อ่านค่าอุณหภูมิ และบันทึกข้อมูลทั้งหมด เมื่อกำหนดวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยเรียบร้อยแล้ว จึงทำการกำหนดขั้นตอนการวิจัยเพื่อความถูกต้องและความชัดเจน รวมทั้งป้องกันการผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทดสอบ กำหนดหลักเกณฑ์ที่ใช้อ้างอิงเพื่อวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบ หลังจากกำหนดและเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มทำการทดสอบและเก็บข้อมูล

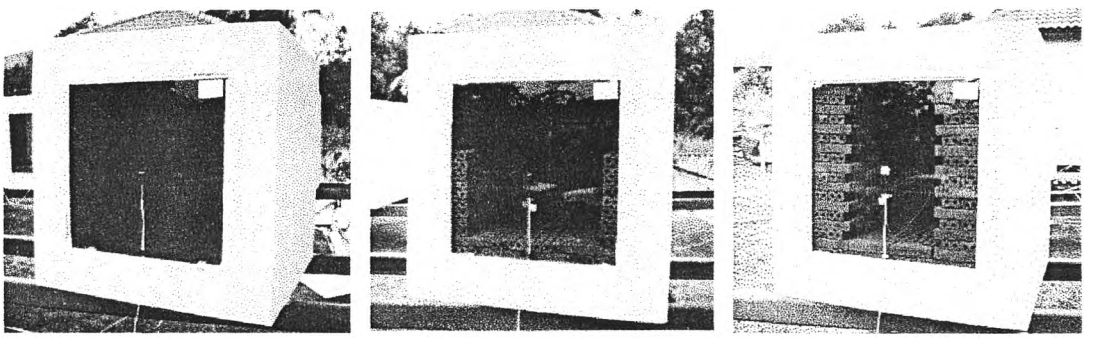
3.1 การกำหนดมวลสารภายในและความจุความร้อนของมวลสารภายใน ชนิดกระจก ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 มวลสารภายในที่ใช้ในการทดสอบ

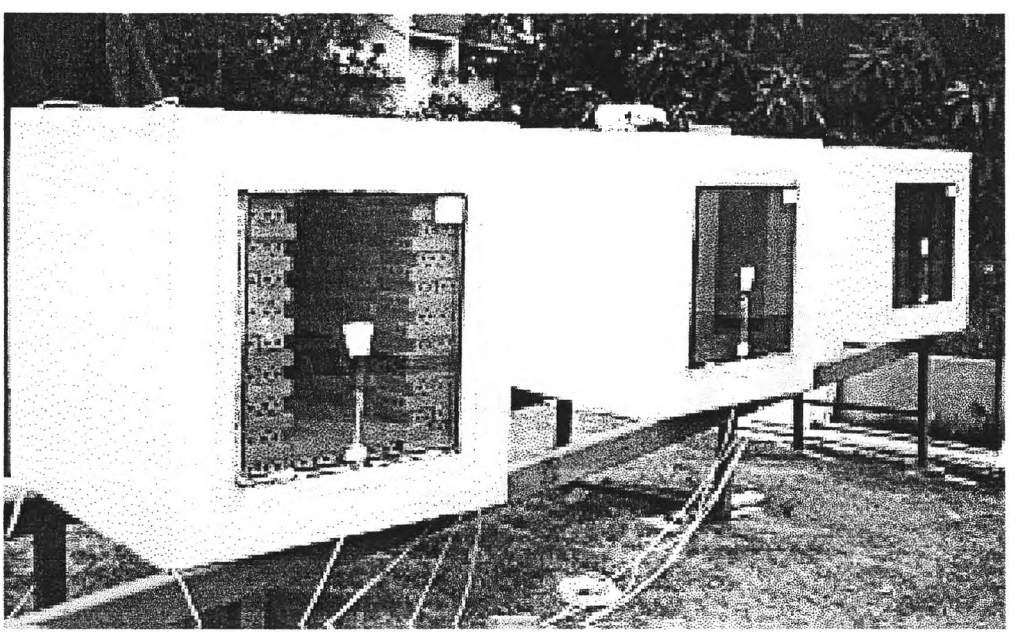
ใช้อิฐมอญเป็นตัวแทนของมวลสารภายใน โดยแบ่งมวลสารภายในที่จะทำการทดสอบเป็น 3 ระดับ คือ ไม่มีมวลสารภายใน มีมวลสารภายในน้อย (ประมาณ 112.5 กิโลกรัม หรือ 0.06 ลูกบาศก์เมตร) และมีมวลสารภายในมาก (ประมาณ 225 กิโลกรัม หรือ 0.12 ลูกบาศก์เมตร) โดยมีความหนาแน่นในกรณีไม่ฉาบปูน 1,872 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2538: 59) มีค่าความจุความร้อนจำเพาะ 0.796 kJ/kg.^{o}C (ASHRAE, 1989: 22.8)

3.1.2 ความจุความร้อนของมวลสารภายในที่ใช้ในการทดสอบ

ความจุความร้อนของมวลสารภายในที่นำมาทดสอบมี 3 ระดับ โดยใช้มวลสาร 3 ชนิดคือ คอนกรีต มีความหนาแน่น 2,400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2538: 59) มีค่าความจุความร้อนจำเพาะ 0.922 kJ/kg.^{o}C (ASHRAE, 1989: 22.8) คอนกรีตมวลเบา มีความหนาแน่น 600 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร (บริษัทซุปเปอร์บล็อก จำกัด, 2539) มีค่าความจุความร้อนจำเพาะ 0.88 kJ/kg.^{o}C (ASHRAE, 1989: 22.8) และอิฐมอญ มีความหนาแน่น 1,872 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 3.4 แสดงปริมาณมวลสารภายในที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 3.5 แสดงชนิดของมวลสารที่ใช้เป็นตัวแทนในการทดสอบความหนาแน่นของมวลสารภายใน

3.1.3 การทดสอบชนิดกระจก

กระจกที่นำมาทดสอบเป็นกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด(SC หรือ Shading Coefficient) เท่ากันคือ 0.41 กระจกมี 3 ชนิดคือ กระจกชั้นเดียวสีชา (Single Glazing) และกระจก 2 ชั้น (Double Glazing) ประเภท Heat Stop Premium ส่วนกระจกใสนั้น นำมาทดสอบเพื่อการเปรียบเทียบเท่านั้น

กระจกชั้นเดียวสีชา

กระจก 2 ชั้นประเภท Heat Stop Premium

รูปที่ 3.6 แสดงชนิดกระจกที่ใช้ในการทดสอบ

3.2 การกำหนดทิศทางของช่องแสงด้านข้าง ที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 การทดสอบช่องแสงด้านข้างที่ได้รับแสงแดดโดยตรงและไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง

ช่องแสงด้านข้างที่ต้องการทดสอบในลักษณะที่ต้องการให้ได้รับแสงแดดโดยตรง เพื่อให้ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง ให้หันช่องแสงไปทางด้านทิศใต้ ส่วนช่องแสงด้านข้างที่ไม่ต้องการแสงแดด เพื่อลดอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ ให้หันช่องแสงไปทางด้านทิศเหนือ

3.2.2 การทดสอบช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงโดยการหมุนหลบ

ทำการทดสอบโดยการหมุนกล่องทดลอง ให้ช่องแสงอยู่ตรงข้ามกับตำแหน่งดวงอาทิตย์ตลอดเวลา คือในช่วงเช้า หันช่องแสงไปทางทิศตะวันตก หมุนกล่องทดลองทุก ๆ ½ ชั่วโมง จนกระทั่งช่วงกลางวัน ช่องแสงจะหันไปทางทิศเหนือ เมื่อถึงช่วงเย็น ช่องแสงจะหันไปทางทิศตะวันออก การหมุนกล่องทดลองในลักษณะเช่นนี้จะไม่มีแสงแดดเข้าทางช่องแสงโดยตรงเลย มีเพียงแสงกระจายเท่านั้น

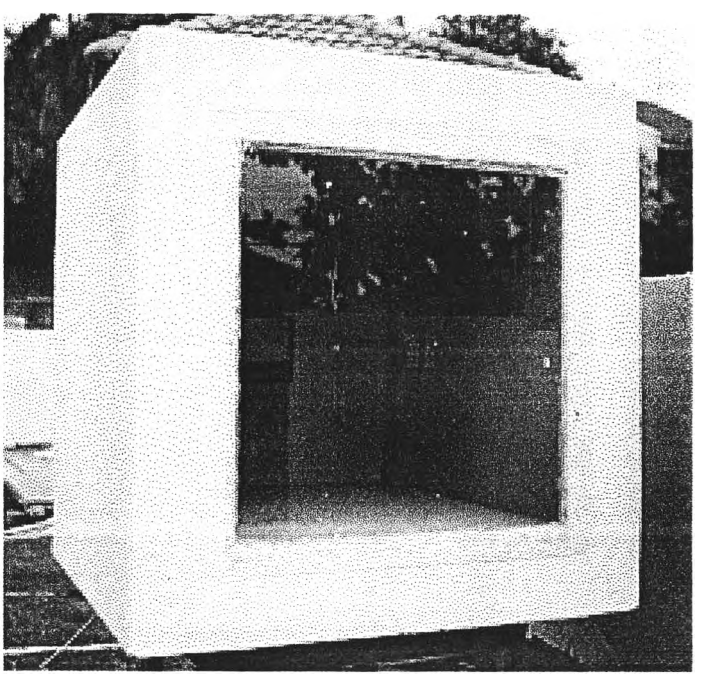
3.3 การกำหนดอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าอุณหภูมิ อ่านค่าอุณหภูมิ และบันทึกข้อมูล

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

กล่องทดลองที่ใช้ในการทดสอบมี 2 แบบคือ

กล่องที่มีขนาดภายนอก 0.90 X 0.90 X 0.90 ม.

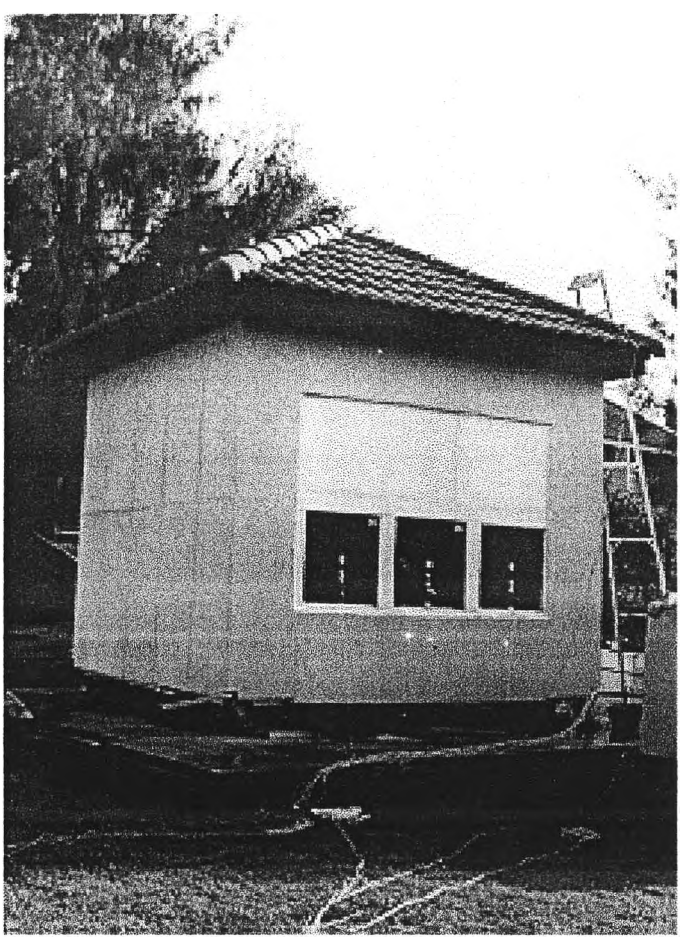
จำนวน 7 กล่อง แต่ละกล่องมีขนาดเท่ากัน ส่วนภายในมีขนาด 0.60 X 0.60 X 0.75 ม. ประกอบด้วยผนังทั้งหมด 5 ด้าน แต่ละด้านหนา 15 ซม.ส่วนด้านที่ 6 เจาะช่องเปิดขนาด 0.60 X 0.60 ม. สำหรับติดตั้งกระจกที่จะทำการทดสอบ ด้านตรงข้ามกับช่องเปิด เจาะช่องสี่เหลี่ยมขนาด 0.15 X 0.15 ม. เพื่อความสะดวกในการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ คุณสมบัติที่ดีของกล่องต้องมีค่าความต้านทานสูง (R-Value) เพื่อป้องกันผลกระทบจากภายนอก ดังนั้นจึงเลือกใช้โฟมชนิด EPS หรือ Expanded Polystyrene Foam ที่มีความหนาแน่น 1.5 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต ผิวภายนอกของกล่องทดลองเคลือบด้วยผลิตภัณฑ์ของบริษัท TG ซึ่งมีคุณสมบัติทนทานต่อแสงแดด ลม ความชื้น ฯลฯ มีชั้นตาข่ายหุ้มเพื่อป้องกันการแตกร้าว และสร้างความแข็งแรงให้กับกล่อง รวมทั้งเมื่อเคลือบกล่องด้วยผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ ยังสามารถช่วยทำให้กล่องมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด (Homogeneous) ช่วยป้องกันการรั่วซึมของอากาศระหว่างภายในกับภายนอกกล่อง (Infiltration) ได้เป็นอย่างดี จากคุณสมบัติเหล่านี้ จะทำให้ได้ผลการทดลองที่ได้รับผลกระทบจากสิ่งที่เราต้องการทดสอบเท่านั้น



รูปที่ 3.7 แสดงกล่องทดลองแบบที่ 1 ขนาด 0.90 X 0.90 X 0.90 ม.

บ้านทดลองขนาด 3.00 X 3.00 X 2.40 ม.

จำนวน 1 หลัง ภายในมีขนาด 3.00 X 3.00 X 2.40 ม. ประกอบด้วยผนังทั้งหมด 5 ด้าน แต่ละด้านหนา 10 ซม. ส่วนด้านที่ 6 เจาะช่องเปิดขนาด 0.60 X 2.00 ม. สำหรับติดตั้งกระจกที่ต้องการทดสอบ เจาะประตูขนาด 0.60 X 1.20 ม. เพื่อความสะดวกในการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ คุณสมบัติที่ดีของบ้านทดลอง ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในที่ปรับให้อยู่ในช่วง 22-25 องศาเซลเซียสได้คงที่ตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการทดลอง เพื่อป้องกันผลกระทบจากภายนอก ดังนั้นจึงเลือกใช้โฟม EPS ที่มีความหนาแน่น 1.5 ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต มาประกอบเป็นกล่องทดลอง ซึ่งมีคุณสมบัติทนทานต่อลม ความชื้น ฯลฯ ช่วยป้องกันการรั่วซึมของอากาศระหว่างภายในและภายนอกกล่อง (Infiltration) ได้สำหรับช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ที่ทำการทดลอง จากคุณสมบัติเหล่านี้จะทำให้ได้ผลการทดลอง ที่เกิดจากสิ่งที่เราต้องการทดสอบเท่านั้น

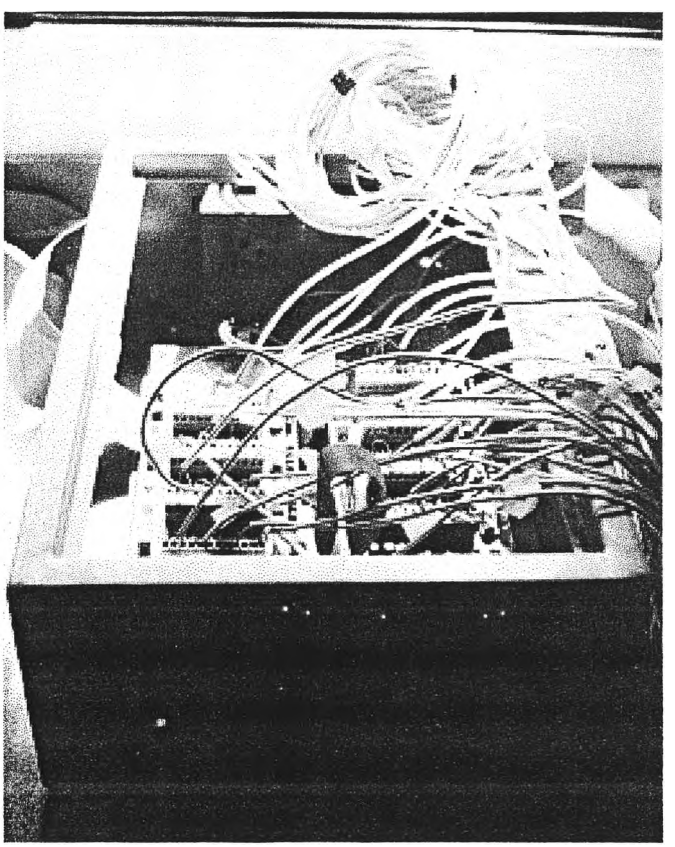


รูปที่ 3.8 แสดงกล่องทดลองแบบที่ 2 ขนาด 3.00 X 3.00 X 2.40 ม.

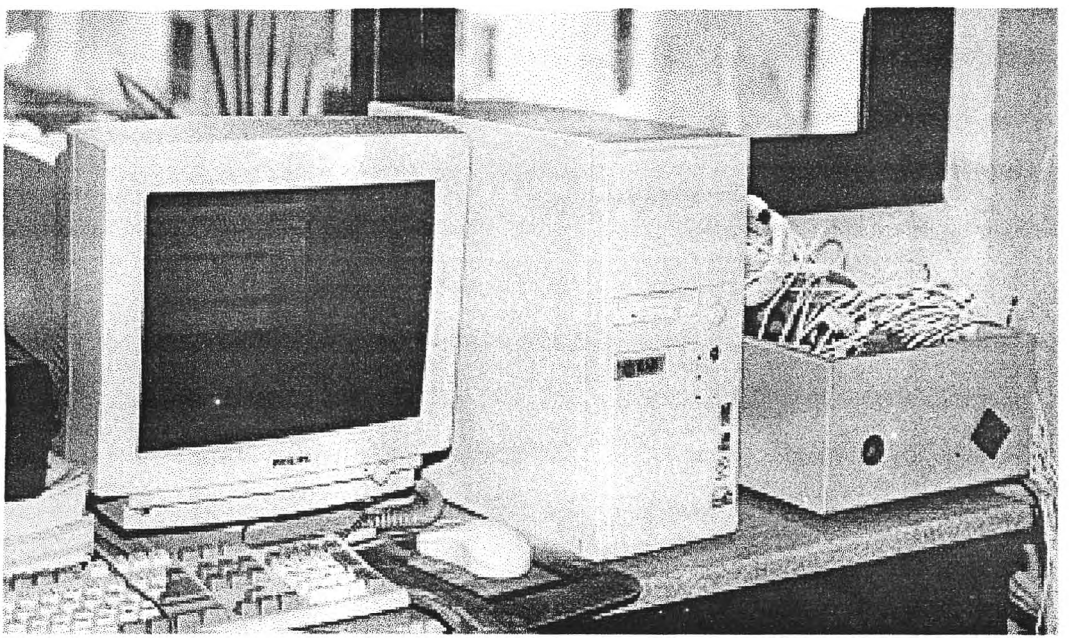
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.2 <u>เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าอุณหภูมิ อ่านค่าอุณหภูมิ และบันทึกข้อมูลของการทดสอบ</u>

ในการทดสอบนี้ได้เลือกใช้หัวเทอร์มิสเตอร์ที่มีค่าความต้านทาน 10 Kohm ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิ สาเหตุที่ทำให้เลือกใช้คือ มีราคาไม่แพง เมื่อเปรียบเทียบกับความสามารถที่วัดอุณหภูมิได้อย่างแม่นยำ รวมทั้งประกอบและสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย เทอร์มิสเตอร์สามารถทำงานร่วมกับเครื่อง Data Logger โดยติดตั้งหัวเทอร์มิสเตอร์เข้ากับสายโทรศัพท์ (Station Wire) แบบ 2 เส้น ส่วนปลายของสายอีกด้านหนึ่ง ต่อเข้ากับช่องรับสัญญาณข้อมูลของเครื่อง Data Logger เนื่องจากหัวเทอร์มิสเตอร์มีความไวต่อความชื้น (Moisture) มาก ดังนั้นจึงต้องทำการป้องกันเป็นอย่างดี เครื่อง Data Logger ที่เลือกใช้ เป็นของ Sciemetric Instruments System 200 Model 236 Hardware เครื่อง Data Logger นี้ใช้สำหรับการอ่านค่าอุณหภูมิ และบันทึกข้อมูลลงบน Software ที่มีชื่อว่า Sciemetric Gen 200 Windows-Based Software Version 1.46 ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือในการบันทึกข้อมูลในการทดสอบครั้งนี้



รูปที่ 3.9 แสดงเครื่อง Data Logger ของ Sciematric Instruments System 200 Model 236 Hardware



รูปที่ 3.10 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บและบันทึกข้อมูล

3.4 กำหนดขั้นตอนในการทดสอบ

จากระเบียบวิธีวิจัยในบทที่ 1 นำมากำหนดขั้นตอนในการวิจัยดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิ

ก่อนทำการทดสอบสมมติฐานนั้น ต้องทำการทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือที่จะนำมาวัดค่าอุณหภูมิ ให้มีความเท่าเทียมกันทั้งหมดก่อน ในการทดสอบตัวแปรนี้ ได้เลือกใช้เทอร์มิสเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิ ก่อนที่นำเทอร์มิสเตอร์ไปใช้ จะต้องทดสอบความสามารถในการวัดค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด รวมทั้งอุณหภูมิอากาศ ที่เทอร์มิสเตอร์ทุกตัวอ่านได้ให้สามารถอ่านได้เท่าเทียมกันเสียก่อน จึงจะสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่วัดได้ มีความน่าเชื่อถือ

ก่อนการนำหัวเทอร์มิสเตอร์ไปทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือและนำไปใช้ทดสอบตัวแปรนั้น จะต้องป้องกันความชื้นไม่ให้โดนหัวเทอร์มิสเตอร์ เนื่องจากความชื้นจะทำให้ค่าที่อ่านได้ผิดพลาดได้ง่าย

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> **ทำการทดสอบและวิเคราะห์ผลกระทบของมวลสารภายในต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของช่องแสงด้านข้างที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากัน**

หลังจากทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้แล้ว จึงเริ่มทำการทดสอบตัวแปรที่ 1 คือ มวลสารภายใน ใช้อิฐมอญเป็นตัวแทนของมวลสารภายใน เปรียบเทียบมวลสารภายในระหว่างไม่มีมวลสารภายใน มวลสารภายในน้อย และมวลสารภายในมาก โดยทดสอบกับกระจก 2 ชนิด คือ กระจกชั้นเดียวสีชาและกระจก 2 ชั้นแบบ Heat Stop Premium อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบคือ กล่องทดสอบที่ใช้ในการทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน สำหรับการเปรียบเทียบแต่ละชุด การทดลองตั้งแต่ขั้นตอนนี้ จะทำการทดลองท่ามกลางสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งเป็นการจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงของอิทธิพลต่าง ๆ เช่น กระแสลม แสงแดด ฯลฯ กล่องทดลองที่ใช้ในการทดสอบตัวแปรที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

กล่องทดลองที่ 1 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว ไม่มีมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 2 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีมวลสารภายในน้อย
กล่องทดลองที่ 3 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีมวลสารภายในมาก
กล่องทดลองที่ 4 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น ไม่มีมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 5 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีมวลสารภายในน้อย
กล่องทดลองที่ 6 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีมวลสารภายในมาก

หันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้ง 6 กล่องไปทางทิศใต้ เริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 0:00 น. ถึงเวลา 12:00 น. ของวันรุ่งขึ้น (36 ชั่วโมง) โดยทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที ข้อมูลที่ทำการวัดและบันทึกคือ

1. อุณหภูมิบริเวณผิวภายนอกของกระจกที่ใช้ปิดช่องแสง
2. อุณหภูมิบริเวณผิวภายในของกระจกที่ใช้ปิดช่องแสง
3. อุณหภูมิภายนอกกล่องทดลอง (อุณหภูมิอากาศภายนอก)
4. อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง

หลังจากการเก็บข้อมูลแล้ว จะนำมา Plot กราฟสำหรับนำไปวิเคราะห์เพื่อสรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นกับช่องแสงด้านข้างทางทิศใต้ จากตัวแปรที่ 1 คือปริมาณมวลสารภายใน ว่าสามารถช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองลงได้อย่างไร

<u>ขั้นตอนที่ 3</u>

หันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้ง 6 กล่องไปทางทิศเหนือ ทำการวัดอุณหภูมิและบันทึกข้อมูลเหมือนขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 4 **ทำการทดสอบและวิเคราะห์ผลกระทบของความจุความร้อนของมวลสารภายในที่มีปริมาณเท่ากัน ต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร**

ทำการทดสอบตัวแปรที่ 2 คือ ความจุความร้อนของมวลสารภายใน โดยเปรียบเทียบจากชนิดของมวลสารภายในที่ต่างกันระหว่าง คอนกรีต คอนกรีตมวลเบา และอิฐมอญ โดยทำการทดสอบกับกระจก 2 ชนิด คือ กระจกชั้นเดียวสีชาและกระจก 2 ชั้นแบบ Heat Stop Premium อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบคือกล่องทดลองจำนวน 6 กล่อง ทำการทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน สำหรับการเปรียบเทียบแต่ละชุด กล่องทดลองที่ใช้ในการทดสอบตัวแปรที่ 2 มีรายละเอียดดังนี้

กล่องทดลองที่ 1 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 2 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 3 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 4 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 5 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 6 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

หันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้ง 6 กล่องไปทางทิศใต้ เริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 0:00 น. ถึงเวลา 12:00 น. ของวันรุ่งขึ้น (36 ชั่วโมง) โดยทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที ข้อมูลที่ทำการวัดและบันทึกคือ

1. อุณหภูมิบริเวณผิวภายนอกของกระจกที่ใช้ปิดช่องแสง
2. อุณหภูมิบริเวณผิวภายในของกระจกที่ใช้ปิดช่องแสง
3. อุณหภูมิภายนอกกล่องทดลอง (อุณหภูมิอากาศภายนอก)
4. อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง

หลังจากการเก็บข้อมูลแล้ว จะนำมา Plot กราฟสำหรับนำไปวิเคราะห์เพื่อสรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นกับช่องแสงด้านข้างทางทิศใต้ จากตัวแปรที่ 2 คือความจุความร้อนของมวลสารภายใน ว่าสามารถช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองลงได้อย่างไร

ขั้นตอนที่ 5

หันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้ง 6 กล่องไปทางทิศเหนือ ทำการวัดอุณหภูมิและบันทึกข้อมูลเหมือนขั้นตอนที่ 4

<u>ขั้นตอนที่ 6</u> **ทำการทดสอบและวิเคราะห์ผลกระทบของชนิดกระจก ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากัน ต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร**

ทำการทดสอบตัวแปรที่ 3 คือ ชนิดกระจก โดยเปรียบเทียบระหว่างกระจกชั้นเดียวสีชาและกระจก 2 ชั้นแบบ Heat Stop Premium ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากันคือ 0.41 และเปรียบเทียบทั้งแบบมีมวลสารภายในเท่ากัน (ชุดกล่องทดลองที่ 1) และความจุความร้อนของมวลสารภายในเท่ากัน (ชุดกล่องทดลองที่ 2) อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ คือ กล่องทดลองจำนวน 7 กล่อง ทำการทดลองในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน สำหรับการเปรียบเทียบในแต่ละชุด โดยไม่มีการปรับอากาศภายในกล่องทดลอง ส่วนบ้านทดลองที่ใช้ทดสอบเมื่อมีการปรับอากาศนั้น ทำการทดลองเป็นชุดที่ 3 สำหรับการทดลองในขั้นตอนที่ 6 นี้ จะทำการทดลองโดยใช้ชุดกล่องทดลองที่ 1 เท่านั้น กล่องทดลองที่ใช้ในการทดสอบตัวแปรที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

<u>ชุดกล่องทดลองที่ 1</u>

กล่องทดลองที่ 1 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว ไม่มีมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 2 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีมวลสารภายในน้อย
กล่องทดลองที่ 3 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีมวลสารภายในมาก
กล่องทดลองที่ 4 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น ไม่มีมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 5 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีมวลสารภายในน้อย
กล่องทดลองที่ 6 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีมวลสารภายในมาก
กล่องทดลองที่ 7 ไม่ติดตั้งกระจก มีมวลสารภายในมาก

หันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้ง 7 กล่องไปทางทิศใต้ เริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 0:00 น. ถึงเวลา 12:00 น. ของวันรุ่งขึ้น (36 ชั่วโมง) โดยทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที ข้อมูลที่ทำการวัดและบันทึกคือ

1. อุณหภูมิบริเวณผิวภายนอกของกระจกที่ใช้ปิดช่องแสง
2. อุณหภูมิบริเวณผิวภายในของกระจกที่ใช้ปิดช่องแสง
3. อุณหภูมิภายนอกกล่องทดลอง (อุณหภูมิอากาศภายนอก)
4. อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง

หลังจากเก็บข้อมูลแล้ว จะนำมา Plot กราฟสำหรับนำไปวิเคราะห์เพื่อสรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นกับช่องแสงด้านข้างทางทิศใต้ จากตัวแปรที่ 3 คือชนิดของกระจก ว่าชนิดใดเหมาะสมกับการใช้กับช่องแสงด้านข้าง ในด้านของการลดการถ่ายเทความร้อน สำหรับอาคารที่ไม่มีการปรับอากาศ

<u>ขั้นตอนที่ 7</u>

หันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้ง 7 กล่องไปทางทิศเหนือ ทำการวัดอุณหภูมิและบันทึกข้อมูลเหมือนขั้นตอนที่ 6

ขั้นตอนที่ 8

ทำการทดลองโดยใช้ชุดกล่องทดลองที่ 2 เพื่อทดสอบตัวแปรที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

ชุดกล่องทดลองที่ 2

กล่องทดลองที่ 1 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 2 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 3 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 4 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 5 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีคอนกรีตมวลเบาเป็นมวลสารภายใน
กล่องทดลองที่ 6 ติดตั้งกระจก 2 ชั้น มีอิฐมอญเป็นมวลสารภายใน

หันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้ง 7 กล่องไปทางทิศใต้ เริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 0:00 น. ถึงเวลา 12:00 น. ของวันรุ่งขึ้น (36 ชั่วโมง) โดยทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที ข้อมูลที่ทำการวัดและบันทึกคือ

1. อุณหภูมิบริเวณผิวภายนอกของกระจกที่ใช้ปิดช่องแสง
2. อุณหภูมิบริเวณผิวภายในของกระจกที่ใช้ปิดช่องแสง
3. อุณหภูมิภายนอกกล่องทดลอง (อุณหภูมิอากาศภายนอก)
4. อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง

หลังจากเก็บข้อมูลแล้ว จะนำมา Plot กราฟสำหรับนำไปวิเคราะห์เพื่อสรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นกับช่องแสงด้านข้างทางทิศใต้ จากตัวแปรที่ 3 คือชนิดของกระจก ว่าชนิดใดเหมาะสมกับการใช้กับช่องแสงด้านข้าง ในด้านของการลดการถ่ายเทความร้อน สำหรับอาคารที่ไม่มีการปรับอากาศ

ขั้นตอนที่ 9

หันช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองทั้ง 7 กล่องไปทางทิศเหนือ ทำการวัดอุณหภูมิและบันทึกข้อมูลเหมือนขั้นตอนที่ 8

ขั้นตอนที่ 10

ทำการทดสอบในสภาวะปรับอากาศภายในอาคาร โดยใช้ชุดกล่องทดลองที่ 3 เพื่อทดสอบตัวแปรที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

ชุดการทดลองที่ 3

ใช้บ้านทดลองขนาด กว้าง 3.00 ม. ยาว 3.00 ม. สูง 2.40 ม. จำนวน 1 หลัง ทดสอบท่ามกลางสภาพแวดล้อมภายนอก โดยติดตั้งกระจก 3 ชนิด คือ กระจกใสหนา 6 มม. มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากับ 0.82 กระจกชั้นเดียวสีชาหนา 6 มม. และกระจก 2 ชั้นแบบ Heat Stop Premium หนา 24 มม. มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเท่ากันคือ 0.41 อุณหภูมิอากาศภายในบ้านทดลองควบคุมให้มีค่าคงที่ อยู่ในช่วงระหว่าง 22-25 องศาเซลเซียสตลอดเวลา

หันช่องแสงด้านข้างของบ้านทดลองไปทางทิศใต้ เริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 0:00 น. ถึงเวลา 12:00 น. ของวันรุ่งขึ้น (36 ชั่วโมง) โดยทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที ข้อมูลที่ทำการวัดและบันทึกคือ

1. อุณหภูมิบริเวณผิวภายนอกของกระจกที่ใช้ปิดช่องแสง
2. อุณหภูมิบริเวณผิวภายในของกระจกที่ใช้ปิดช่องแสง
3. อุณหภูมิภายนอกกล่องทดลอง (อุณหภูมิอากาศภายนอก)
4. อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง

หลังจากเก็บข้อมูลแล้ว จะนำมา Plot กราฟสำหรับนำไปวิเคราะห์เพื่อสรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผิวกระจกของช่องแสงด้านข้างทางทิศใต้ ว่ากระจกชนิดใดเหมาะสมในการใช้กับอาคารที่มีการปรับอากาศ

ขั้นตอนที่ 11

หันช่องแสงด้านข้างของบ้านทดลองไปทางทิศเหนือ ทำการวัดอุณหภูมิและบันทึกข้อมูลเหมือนขั้นตอนที่ 10

ขั้นตอนที่ 12 ทำการทดสอบและศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ของช่องแสงด้านข้างที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงโดยการหมุนหลบ กับช่องแสงด้านข้างที่หันไปทางทิศเหนือ

ทำการทดสอบตัวแปรที่ 4 คือทิศทางของช่องแสงที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงโดยการหมุนหลบ โดยเลือกใช้กระจกชั้นเดียวทดสอบและไม่มีมวลสารภายใน อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบคือ กล่องทดลอง จำนวน 2 กล่อง ทำการทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน กล่องทดลองที่ใช้ทดสอบตัวแปรที่ 4 มีรายละเอียดดังนี้คือ

กล่องทดลองที่ 1 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว ไม่มีมวลสารภายใน
หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

กล่องทดลองที่ 2 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว ไม่มีมวลสารภายใน
หมุนช่องแสงหลบแดด

หมุนช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองที่ 2 หลบแสงแดดตลอดทั้งวัน โดยหันช่องแสงให้ตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ตลอดเวลา เริ่มเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที ข้อมูลที่ทำการวัดและบันทึกคือ

1. อุณหภูมิบริเวณผิวภายนอกของกระจกที่ใช้ปิดช่องแสง
2. อุณหภูมิบริเวณผิวภายในของกระจกที่ใช้ปิดช่องแสง
3. อุณหภูมิภายนอกกล่องทดลอง (อุณหภูมิอากาศภายนอก)
4. อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง

หลังจากเก็บข้อมูลแล้ว จะนำมา Plot กราฟสำหรับนำไปวิเคราะห์เพื่อสรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นกับช่องแสงด้านข้างทั้ง 2 ทิศ ว่าทิศทางของช่องแสงด้านข้างทิศใด ที่เหมาะสมในด้านของการลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

<u>ขั้นตอนที่ 13</u> **ทำการทดสอบโดยใช้ตัวแปรทั้ง 4 พร้อมกัน เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร**

ทำการทดสอบโดยใช้ตัวแปรทั้ง 4 ตัวแปรพร้อม ๆ กัน คือใช้คอนกรีตเป็นมวลสารภายใน และมีมวลสารมาก ใช้กระจกชั้นเดียวทดสอบ และหมุนช่องแสงหลบแดดตลอดเวลา เปรียบเทียบกับกล่องทดลองอีก 1 กล่องที่มีมวลสารภายใน ชนิดมวลสารภายใน และชนิดกระจกเหมือนกัน นอกจากทิศทางของช่องแสง กำหนดให้หันไปทางทิศเหนือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบคือ กล่องทดลองจำนวน 2 กล่อง ทำการทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน กล่องทดลองที่ใช้ทดสอบตัวแปรทั้ง 4 มีดังนี้

กล่องทดลองที่ 1 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน หันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

กล่องทดลองที่ 2 ติดตั้งกระจกชั้นเดียว มีคอนกรีตเป็นมวลสารภายใน หมุนช่องแสงหลบแดด

หมุนช่องแสงด้านข้างของกล่องทดลองที่ 2 หลบแสงแดดตลอดทั้งวัน โดยหันช่องแสงให้ตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ตลอดเวลา เริ่มเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที ข้อมูลที่ทำการวัดและบันทึกคือ

1. อุณหภูมิบริเวณผิวภายนอกของกระจกที่ใช้ปิดช่องแสง
2. อุณหภูมิบริเวณผิวภายในของกระจกที่ใช้ปิดช่องแสง
3. อุณหภูมิภายนอกกล่องทดลอง (อุณหภูมิอากาศภายนอก)
4. อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง

หลังจากเก็บข้อมูลแล้ว จะนำมา Plot กราฟสำหรับนำไปวิเคราะห์เพื่อสรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นกับกล่องทดลองทั้ง 2 กล่องว่า ตัวแปรทั้ง 4 ตัวแปรที่นำมาประยุกต์ใช้ร่วมกันนั้น สามารถลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้มากที่สุดหรือไม่ในช่วงอุณหภูมิสูงสุดของวัน

3.5 หลักเกณฑ์ที่ใช้อ้างอิงในการทดสอบ

3.5.1 อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง

เนื่องจากเป็นการทดสอบเพื่อศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของช่องแสงด้านข้างที่ได้รับอิทธิพลของสภาพแวดล้อมภายนอกตลอดเวลา ดังนั้นจึงใช้หลักเกณฑ์ที่ว่า เมื่อมีมวลสารของกล่องทดลอง ค่าความจุความร้อนของกล่องทดลอง และมวลสารภายในของกล่องทดลองเท่ากัน ถ้ามีพลังงานความร้อนถ่ายเทผ่านช่องแสงด้านข้างเข้าไปในกล่องทดลอง จะส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศภายในกล่องทดลองมีค่าสูงขึ้น หากมีการสูญเสียพลังงานความร้อน อุณหภูมิอากาศภายในก็จะลดต่ำลง

จากสมการ $q = mct$

เมื่อ
- q หมายถึง ปริมาณการถ่ายเทความร้อน มีหน่วยเป็น kJ
- m หมายถึง ค่ามวลสารของกล่องทดลอง และมวลสารภายในกล่องทดลอง มีหน่วยเป็น kg.
- c หมายถึง ค่าความจุความร้อนจำเพาะของกล่องทดลอง มีหน่วยเป็น kJ/kg.$^{\circ}$C
- t หมายถึง อุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้น หรือลดลง มีหน่วยเป็น $^{\circ}$C

ทดสอบมวลสารภายใน

จากการทดสอบตัวแปรที่ 1 คือ มวลสารภายใน เมื่อเรากำหนดให้ใช้อิฐมอญแทนมวลสารภายใน จึงทำให้ค่าความจุความร้อนจำเพาะของกล่องทดลองทุกกล่องเท่ากัน และปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านเข้าทางช่องแสงเท่ากัน แต่มีมวลสารภายในไม่เท่ากันในกล่องทดสอบ เมื่อใช้กระจกชนิดเดียวกันทดสอบ

ดังนั้น $q = kmt$ เมื่อ k คือค่าคงที่

เพราะฉะนั้น $q \propto mt$ เมื่อ c คงที่

ทดสอบความจุความร้อนของมวลสารภายใน

จากการทดสอบตัวแปรที่ 2 คือ ความจุความร้อนของมวลสารภายใน เมื่อเรากำหนดให้มวลสารภายในเท่ากัน และปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านเข้าทางช่องแสงเท่ากัน แต่มีชนิดมวลสารภายในต่างกัน จึงทำให้ความจุความร้อนต่างกัน เมื่อใช้กระจกชนิดเดียวกันทดสอบ

ดังนั้น $q = kct$ เมื่อ k คือค่าคงที่

เพราะฉะนั้น $q \propto ct$ เมื่อ m คงที่

ทดสอบชนิดกระจก

จากการทดสอบตัวแปรที่ 3 คือ ชนิดกระจก เมื่อเรากำหนดให้มีมวลสารภายในเท่ากัน และชนิดมวลสารภายในเหมือนกัน จึงทำให้ค่าความจุความร้อนจำเพาะเท่ากัน แต่ใช้ชนิดกระจกต่างกันในการทดสอบ

ดังนั้น $q = kt$ เมื่อ k คือค่าคงที่

เพราะฉะนั้น $q \alpha t$ เมื่อ m และ c คงที่

ทดสอบทิศทางของช่องแสงด้านข้าง

จากการทดสอบตัวแปรที่ 4 คือ ทิศทางของช่องแสงด้านข้าง เมื่อเรากำหนดให้ไม่มีมวลสารภายในเหมือนกัน และใช้กระจกชนิดเดียวกันทดสอบ จึงทำให้ค่าความจุความร้อนจำเพาะและมวลสารภายในเท่ากัน

ดังนั้น $q = kt$ เมื่อ k คือค่าคงที่

เพราะฉะนั้น $q \alpha t$ เมื่อ m และ c คงที่

ดังนั้นสำหรับกล่องทดลองที่ไม่มีการปรับอากาศภายในกล่องจึงสามารถใช้ค่าของอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง เป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากภายนอกผ่านเข้าสู่ภายในกล่องทดลองทางช่องแสงด้านข้าง รวมทั้งเปรียบเทียบการสูญเสียความร้อนจากภายในออกสู่ภายนอกได้อีกด้วย การทดลองที่ใช้กล่องทดลองแบบไม่ปรับอากาศมีลักษณะดังนี้

1. เป็นการทดลองที่ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม หรือตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (Dynamic Variation)
2. เป็นการทดลองที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง ปล่อยให้อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ขึ้นอยู่กับการถ่ายเทความร้อนระหว่างภายนอกและภายในกล่องทดลอง
3. ใช้อุณหภูมิอากาศภายนอกเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของช่องแสงด้านข้าง

3.5.2 อุณหภูมิผิวกระจกที่นำมาใช้ในการทดสอบ

การทดสอบครั้งนี้เป็นการทดสอบภายใต้รังสีดวงอาทิตย์ กระแสลม การแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนกับท้องฟ้า และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ตลอดเวลา ดังนั้นอุณหภูมิผิวของกระจกจึงใช้หลักการของ Sol-Air Temperature จากการศึกษาในเรื่องของผลกระทบของแสงแดดและการจำลองสภาพในการทดสอบจากบทที่ 2 พบว่า

ชนิดกระจกที่นำมาใช้ในการทดสอบ อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกันและพร้อมกันในแต่ละการเปรียบเทียบ ดังนั้นจึงถือว่าค่า t_o, I_t, h_o และ δR มีค่าเท่ากัน

ดังนั้น Sol-Air Temperature จะแปรผันตามค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์