บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผนังภายนอกอาคารเป็นส่วนที่ได้รับความร้อนโดยตรงจากรังสีดวงอาทิตย์และสภาพแวดล้อม เมื่อผนังภายนอกสะสมความร้อนไว้จนถึงจุดที่ไม่สามารถจะสะสมความร้อนได้อีกต่อไป ก็จะถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร การเลือกใช้ผนังภายนอกอาคารที่มีคุณสมบัติเหมาะสมจึงเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยป้องกันความร้อนที่ผ่านเข้ามาภายในอาคารได้ อีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้ามาภายในอาคารก็คือ ความเข้มและความอ่อนของสีผนัง ในปัจจุบันผู้ออกแบบส่วนใหญ่นิยมใช้สีต่างๆกับผนังภายนอกอาคารเพื่อเพิ่มความแปลกใหม่และความสวยงามให้กับอาคาร ในการใช้สีกับผนังภายนอกอาคารนั้นหากผู้ออกแบบขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องผลกระทบของสีผนังที่มีพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารจะทำให้ปริมาณความร้อนถ่ายเทเข้ามาภายในอาคารมากซึ่งส่งผลโดยตรงต่ออุณหภูมิอากาศภายในอาคาร วิธีการหนึ่งที่ช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทำได้โดยการเลือกใช้สีที่มีคุณสมบัติทำให้เกิดพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนที่เหมาะสมแต่แนวทางนี้จะทำให้อิสระในการเลือกใช้สีกับผนังภายนอกอาคารลดน้อยลง การใช้คุณสมบัติการสะสมความร้อนของวัสดุต่างๆภายในอาคารซึ่งได้แก่ เฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่งบ้าน ผนังภายในอาคาร ฯลฯ จึงอาจจะเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในอาคารได้

จากการศึกษาในเบื้องต้นทำให้ทราบว่า คุณสมบัติของสีที่มีผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (Solar Absorptance หรือ α) และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายรังสีความร้อน (Longwave Emittance หรือ ϵ) โดยสีเข้มมีค่า α/ϵ มากกว่าสีอ่อน ดังนั้นผนังสีเข้มจึงสามารถดูดกลืนความร้อนได้มากกว่าผนังสีอ่อนส่งผลให้อาคารที่ใช้ผนังสีเข้มมีอุณหภูมิอากาศภายในอาคารสูงกว่าอาคารที่ใช้ผนังสีอ่อน จากเหตุผลข้างต้นทำให้การเลือกใช้สีให้กับผนังภายนอกอาคารควรเลือกใช้สีอ่อนเพื่อช่วยให้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารลดต่ำลง แต่ในความเป็นจริงการใช้สีกับผนังอาคารไม่จำกัดเฉพาะการใช้สีอ่อนเท่านั้นยังมีอาคารมากมายที่ใช้สีเข้มกับผนังภายนอกอาคาร คำถามที่เกิดขึ้นคือหากต้องการอิสระในการเลือกใช้สีกับผนังภาย

นอกอาคารไม่ว่าจะใช้สีเข้มหรือสีอ่อนควรจะเลือกผนังที่มีคุณสมบัติอย่างไร การใช้มวลสารภายในอาคาร (Internal Mass) ซึ่งเป็นการใช้คุณสมบัติการสะสมความร้อนของวัสดุช่วยดูดกลืนความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาภายในอาคารจะสามารถช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ใช้ผนังสีเข้มหรือสีอ่อนได้อย่างไรและมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้งานหรือไม่

นอกจากคุณสมบัติของสีและการใช้มวลสารภายในอาคารแล้วยังมีปัจจัยอื่นอีกมากที่มีผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังภายนอกอาคาร เช่น มวลสารของผนัง ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน สภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร ฯลฯ การศึกษานี้จึงได้ศึกษาถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังภายนอกอาคารว่ามีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังภายนอกอาคาร

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบของมวลสารภายในที่มีต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังสีอ่อนที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนแตกต่างกัน และมีมวลสารของผนังแตกต่างกัน

3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบของมวลสารภายในที่มีต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังสีเข้มที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนแตกต่างกัน และมีมวลสารของผนังแตกต่างกัน

4. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบของมวลสารภายในที่แตกต่างกันต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังสีเข้มและสีอ่อน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. การทดสอบนี้จำเป็นต้องศึกษาตัวแปรต่างๆหลายอย่าง การทดสอบในสภาพการใช้งานจริงจะไม่สะดวกต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆ การวิจัยนี้จึงได้จำลองสภาพภายในอาคารจริงโดยใช้หุ่นจำลองหรือกล่องทดสอบ เนื่องจากกล่องทดสอบสามารถแยกศึกษาตัวแปรต่างๆได้อย่างมีอิสระ เปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆได้ง่าย และสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ผลการทดสอบอาจจะไม่ตรงกับการทดสอบในสภาพภายในอาคารจริงแต่สามารถแสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากตัวแปรต่างๆได้ชัดเจน กล่องทดสอบที่ใช้มีขนาด 0.90 x 0.90 x 0.90 ม.โดยมีเหตุผล ดังนี้

- กล่องทดสอบที่มีปริมาตรภายในใหญ่มากจนเกินไปอาจจะก่อให้เกิดปัญหาในเรื่องการแบ่งชั้นความร้อน (Stratification) ของอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบได้
- การทดสอบนี้ต้องทดสอบกับผนังที่มีมวลสารมาก คือ ผนังก่ออิฐฉาบปูน ถ้าใช้กล่องทดสอบที่มีปริมาตรมากๆ จะทำให้เกิดความไม่สะดวกในการติดตั้งและเคลื่อนย้ายผนังทดสอบและกล่องทดสอบ

2. ศึกษาเฉพาะตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารที่เกิดจากความเข้มและความอ่อนของสีผนัง มวลสารของผนัง มวลสารภายใน และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ผลกระทบจากสภาพแวดล้อมถือว่ามีผลไม่แตกต่างกันเนื่องจากทำการทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน

3. ศึกษาเฉพาะผนังที่นิยมใช้เป็นผนังภายนอกอาคาร โดยใช้ผนังก่ออิฐฉาบปูนเป็นตัวแทนของผนังที่มีมวลสารมาก และผนังโฟมโพลีสไตรีนเป็นตัวแทนของผนังที่มีมวลสารน้อย สีที่ใช้ในการทดสอบใช้สีที่มีค่า α/ϵ แตกต่างกัน โดยใช้สีดำเป็นตัวแทนของสีที่มีค่า α/ϵ สูง และ สีขาวเป็นตัวแทนของสีที่มีค่า α/ϵ ต่ำ

4. ทำการทดสอบในสภาพกลางแจ้งที่ได้รับแสงแดดเต็มที่ในช่วงบ่ายและไม่มีร่มเงาปกคลุมตลอดทั้งวัน และเนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องเครื่องมือที่จะใช้ในการทดสอบจึงจำเป็นต้องแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ชุด โดยในแต่ละชุดจะทำการทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน

5. เก็บและรวบรวมข้อมูลจากกล่องทดสอบที่ไม่มีการปรับอากาศภายใน เริ่มทำการทดสอบตั้งแต่วันที่ 15 ธันวาคม 2540 สิ้นสุดวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2541 ไม่ครอบคลุมตลอดทั้งปี โดยใช้สภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศในบริเวณสถานที่ทดสอบ

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

จากวัตถุประสงค์ในการวิจัยข้อที่ 1 การศึกษานี้จึงได้ทำการค้นคว้าหาข้อมูลต่างๆเพื่อให้ทราบถึงตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังภายนอกอาคาร ซึ่งได้แก่

- ผลกระทบของสีและพื้นผิวผนังต่อการถ่ายเทความร้อนของผนัง
- ผลกระทบของมวลสารภายในต่อการถ่ายเทความร้อนของผนัง
- ผลกระทบของมวลสารและค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนัง
- ผลกระทบของแสงแดดและการจำลองสภาพในการทดสอบ
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากตัวแปรที่มีผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังมีอยู่หลายตัวแปร อุปกรณ์ที่ใช้การทดสอบจึงได้ใช้กล่องทดสอบแทนการทดสอบจริงภายในอาคาร เพื่อสามารถแยกศึกษาตัวแปรต่างๆและเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆได้ง่ายไม่ว่าจะเป็น สีของผนัง วัสดุมวลสารภายในหรือผนังทดสอบ หลังจากนั้นจึงทำการศึกษาในเชิงทดลองตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2-4 เพื่อศึกษาผลกระทบของสีและมวลสารภายในต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารว่ามีความสัมพันธ์กับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและมวลสารของผนังอย่างไร โดยใช้ผนังที่นิยมใช้เป็นผนังภายนอกอาคารและมีความแตกต่างในเรื่องมวลสารของผนัง กำหนดให้ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบเป็นตัวแทนของผนังที่มีมวลสารมากมีความหนาแน่นในกรณีที่เป็นอิฐแห้งและฉาบปูนประมาณ 1,760 กก/ลบ.ม. (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536) และผนังโฟมโพลีสไตรีนเป็นตัวแทนของผนังที่มีมวลสารน้อยมีความหนาแน่นประมาณ 16 กก/ลบ.ม. (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536) ผนังแต่ละชนิดใช้ผนังที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนแตกต่างกันเพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนัง ดังนี้

- ผนังที่มีมวลสารมากเลือกใช้ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบหนา 4 นิ้ว มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเท่ากับ 3.00 $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ และผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบหนา 8 นิ้ว มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเท่ากับ 2.18 $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$
- ผนังที่มีมวลสารน้อยเลือกใช้ผนังโฟมโพลีสไตรีนหนา 2 นิ้ว มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเท่ากับ 0.63 $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ และผนังโฟมโพลีสไตรีนหนา 4 นิ้ว มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเท่ากับ 0.33 $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$

สีที่ใช้ในการทดสอบใช้สีน้ำพลาสติก 100% สำหรับทาพื้นผิวภายนอกอาคารเลือกใช้ 2 สี คือ สีขาวและสีดำ ซึ่งสีขาวและสีดำที่ใช้ในการทดสอบถึงแม้ไม่กำหนดค่า α และ ϵ ของสีที่แน่นอน แต่จากการศึกษาข้อมูล (American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers [ASHRAE], 1988) ได้กำหนดค่า α/ϵ ของสีขาว (white painted surface) เท่ากับ 0.13 - 0.33 และค่า α/ϵ ของสีดำ (black paint) เท่ากับ 1.07 - 1.11 จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่า สีขาวและสีดำเป็นสีที่มีค่า α/ϵ แตกต่างกันมากซึ่งส่งผลต่อการดูดกลืนและการกระจายรังสีความร้อนของสีผนังที่ต่างกัน

มวลสารภายในเลือกใช้อิฐมอญเป็นตัวแทนของวัสดุที่มีมวลสารมากโดยมีความหนาแน่นในกรณีที่เป็นอิฐแห้งและฉาบปูนประมาณ 1,760 กก/ลบ.ม. (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536) และเลือกใช้แผ่นยิบซั่มหนา 12 มม. เป็นตัวแทนของวัสดุที่มีมวลสารน้อยโดยมีความหนาแน่นประมาณ 880 กก/ลบ.ม. (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536) เนื่องจากต้องการทดสอบเปรียบเทียบปัจจัยหลายอย่างว่ามีผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร การทดสอบแต่ละชุดใช้กล่องทดสอบทั้งหมด 8 กล่องเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ ทำการทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกันเพื่อให้ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมเหมือนกัน

เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าข้อมูล ทำงานร่วมกับเครื่อง Data Logger ของ " Sciemetric Instruments System 200 Model 236 Hardware (High Speed A/D Converter) " บันทึกข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม " Sciemetric Gen 200 Windows-Based Software Version 1.46 " ในแต่ละชุดทำการเก็บข้อมูลอย่างน้อย 48 ชั่วโมง โดยข้อมูลที่ได้ทำการวัดและบันทึก คือ

1. อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบ
2. อุณหภูมิอากาศภายนอก
3. อุณหภูมิผิวภายในของผนังทดสอบ
4. อุณหภูมิผิวภายนอกของผนังทดสอบ

ค่าอุณหภูมิผิวภายในและอุณหภูมิผิวภายนอกของผนังทดสอบจะทำการวัดและบันทึกเฉพาะในการทดสอบชุดที่ 3

โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือที่ใช้วัดค่าข้อมูล

ก่อนทำการทดสอบได้ทำการทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือที่ใช้วัดค่าข้อมูลให้มีคุณสมบัติเท่าเทียมกันหมด โดยในการทดสอบนี้ได้ใช้เทอร์มิสเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าข้อมูลซึ่งเทอร์มิสเตอร์นี้ต้องป้องกันความชื้นเป็นพิเศษเพราะเมื่อโดนความชื้นมาก ๆอาจจะทำให้ข้อมูลที่ได้ผิดพลาดได้ ก่อนที่จะใช้เทอร์มิสเตอร์ในการวัดค่าอุณหภูมิได้ทำการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดที่เทอร์มิสเตอร์จะสามารถอ่านค่าได้ และตรวจสอบค่าอุณหภูมิอากาศที่เทอร์มิสเตอร์แต่ละตัวอ่านค่าได้ให้เท่ากันเสียก่อน แล้วจึงนำไปใช้ในการทดสอบเพื่อให้ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดเชื่อถือได้

สำหรับกล่องทดสอบทั้ง 8 กล่องมีขนาดปริมาตรอากาศภายในกล่องเท่ากัน คือ 0.60 x 0.60 x 0.60 ม. ทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน และทำจากที่เดียวกันทั้งหมด มีการป้องกันการรั่วซึมของอากาศ (Infiltration) เป็นอย่างดีจึงถือว่ามีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนและความชื้นเท่ากันหมด และสำหรับผนังทดสอบชนิดเดียวกันที่ต้องใช้มากกว่าหนึ่งผนังทดสอบได้ทำการก่อหรือประกอบขึ้นมาโดยควบคุมให้ทุกขั้นตอนเหมือนกันและทำในวันเวลาเดียวกัน จึงถือว่าผนังทดสอบทั้งหมดมีคุณสมบัติไม่แตกต่างกัน

ขั้นตอนที่ 2 ทำการทดสอบและการวิเคราะห์ผลกระทบของมวลสารภายในที่มีต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังสีอ่อนที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนแตกต่างกันและมีมวลสารของผนังแตกต่างกัน

หลังจากทดสอบคุณสมบัติของเครื่องมือ จัดเตรียมกล่องทดสอบ และผนังที่จะใช้ในการทดสอบแล้วจึงเริ่มทำการทดสอบตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยข้อที่ 2 ซึ่งเป็นการทดสอบศึกษาผลกระทบของมวลสารภายในที่มีต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังสีเข้มเปรียบเทียบระหว่างผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบซึ่งเป็นผนังที่มีมวลสารมากและผนังโฟมโพลีสไตรีนซึ่งเป็นผนังที่มีมวลสารน้อย รวมทั้งเปรียบเทียบระหว่างผนังที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่างกัน ผนังที่มีมวลสารมากใช้ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว เปรียบเทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 8 นิ้ว และผนังที่มีมวลสารน้อยใช้ผนังโฟมโพลีสไตรีนหนา 2 นิ้ว เปรียบเทียบกับผนังโฟมโพลีสไตรีนหนา 4 นิ้ว โดยใช้อุปกรณ์ในการทดสอบเป็นกล่องทดสอบ 8 กล่องทำการทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน ผนังทดสอบในการทดสอบชุดที่ 1 ประกอบด้วย

1. ผนังก่ออิฐครึ่งแผ่นฉาบปูนทั้ง 2 ด้านหนาประมาณ 4 นิ้ว ทาสีขาว
2. ผนังก่ออิฐครึ่งแผ่นฉาบปูนทั้ง 2 ด้านหนาประมาณ 4 นิ้ว ทาสีขาว
   เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยใส่อิฐมอญภายในกล่องทดสอบน้ำหนักประมาณ 100 กก.
3. ผนังก่ออิฐเต็มแผ่นฉาบปูนทั้ง 2 ด้านหนาประมาณ 8 นิ้ว ทาสีขาว
4. ผนังก่ออิฐเต็มแผ่นฉาบปูนทั้ง 2 ด้านหนาประมาณ 8 นิ้ว ทาสีขาว
   เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยใส่อิฐมอญภายในกล่องทดสอบน้ำหนักประมาณ 100 กก.
5. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 2 นิ้ว ทาสีขาว
6. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 2 นิ้ว ทาสีขาว
   เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยใส่อิฐมอญภายในกล่องทดสอบน้ำหนักประมาณ 100 กก.
7. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 4 นิ้ว ทาสีขาว
8. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 4 นิ้ว ทาสีขาว
   เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยใส่อิฐมอญภายในกล่องทดสอบน้ำหนักประมาณ 100 กก.

ขั้นตอนที่ 3 ทำการทดสอบและการวิเคราะห์ผลกระทบของมวลสารภายในที่มีต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังสีเข้มที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนแตกต่างกันและมีมวลสารของผนังแตกต่างกัน

จากวัตถุประสงค์ในการวิจัยข้อที่ 3 จึงได้ทำการทดสอบศึกษาผลกระทบของมวลสารภายในที่มีต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังสีเข้มเปรียบเทียบระหว่างผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบซึ่งเป็นผนังที่มีมวลสารมากและผนังโฟมโพลีสไตรีนซึ่งเป็นผนังที่มีมวลสารน้อย รวมทั้งเปรียบเทียบระหว่างผนังที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่างกัน ผนังที่มีมวลสารมากใช้ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว เปรียบเทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 8 นิ้ว และผนังที่มีมวลสารน้อยใช้ผนังโฟมโพลีสไตรีนหนา 2 นิ้ว เปรียบเทียบกับผนังโฟมโพลีสไตรีนหนา 4 นิ้ว โดยใช้อุปกรณ์ในการทดสอบเป็นกล่องทดสอบ 8 กล่องทำการทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน ผนังทดสอบในการทดสอบชุดที่ 2 ประกอบด้วย

1. ผนังก่ออิฐครึ่งแผ่นฉาบปูนทั้ง 2 ด้านหนาประมาณ 4 นิ้ว ทาสีดำ
2. ผนังก่ออิฐครึ่งแผ่นฉาบปูนทั้ง 2 ด้านหนาประมาณ 4 นิ้ว ทาสีดำ
   เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยใส่อิฐมอญภายในกล่องทดสอบน้ำหนักประมาณ 100 กก.
3. ผนังก่ออิฐเต็มแผ่นฉาบปูนทั้ง 2 ด้านหนาประมาณ 8 นิ้ว ทาสีดำ
4. ผนังก่ออิฐเต็มแผ่นฉาบปูนทั้ง 2 ด้านหนาประมาณ 8 นิ้ว ทาสีดำ
   เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยใส่อิฐมอญภายในกล่องทดสอบน้ำหนักประมาณ 100 กก.
5. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 2 นิ้ว ทาสีดำ
6. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 2 นิ้ว ทาสีดำ
   เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยใส่อิฐมอญภายในกล่องทดสอบน้ำหนักประมาณ 100 กก.
7. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 4 นิ้ว ทาสีดำ
8. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 4 นิ้ว ทาสีดำ
   เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยใส่อิฐมอญภายในกล่องทดสอบน้ำหนักประมาณ 100 กก.

ขั้นตอนที่ 4 ทำการทดสอบและการวิเคราะห์ผลกระทบของมวลสารภายในที่แตกต่างกันต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังสีเข้มและสีอ่อน

จากวัตถุประสงค์ในการวิจัยข้อที่ 4 จึงได้ทำการทดสอบศึกษาผลกระทบของมวลสารภายในที่แตกต่างกันต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังสีเข้มและสีอ่อน โดยใช้ผนังทดสอบคือ ผนังโฟมโพลีสไตรีนหนา 4 นิ้ว ภายในกล่องทดสอบมีมวลสารภายใน 15 กก. 60 กก. 100 กก. และ 200 กก. โดยใช้อุปกรณ์ในการทดสอบเป็นกล่องทดสอบ 8 กล่องทำการทดสอบในวัน เวลา และสถานที่เดียวกัน ผนังทดสอบในการทดสอบชุดที่ 3 ประกอบด้วย

1. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 4 นิ้ว ทาสีดำ เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยการบุแผ่นยิบซั่มหนา 12 มม. น้ำหนักประมาณ 15 กก. ภายในกล่องทดสอบ
2. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 4 นิ้ว ทาสีขาว เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยการบุแผ่นยิบซั่มหนา 12 มม. น้ำหนักประมาณ 15 กก. ภายในกล่องทดสอบ
3. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 4 นิ้ว ทาสีดำ เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยใส่อิฐมอญ น้ำหนักประมาณ 60 กก. ภายในกล่องทดสอบ
4. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 4 นิ้ว ทาสีขาว เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยใส่อิฐมอญ น้ำหนักประมาณ 60 กก. ภายในกล่องทดสอบ
5. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 4 นิ้ว ทาสีดำ เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยใส่อิฐมอญ น้ำหนักประมาณ 100 กก. ภายในกล่องทดสอบ
6. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 4 นิ้ว ทาสีขาว เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยใส่อิฐมอญ น้ำหนักประมาณ 100 กก. ภายในกล่องทดสอบ
7. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 4 นิ้ว ทาสีดำ เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยใส่อิฐมอญ น้ำหนักประมาณ 200 กก. ภายในกล่องทดสอบ
8. ผนังโฟมโพลีสไตรีน หนา 4 นิ้ว ทาสีขาว เพิ่มมวลสารในกล่องทดสอบ โดยใส่อิฐมอญ น้ำหนักประมาณ 200 กก. ภายในกล่องทดสอบ

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ผลจากการวิจัยครั้งนี้สามารถให้ความรู้ในเรื่องผลกระทบของมวลสารภายในที่มีต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังสีเข้มและสีอ่อนที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนแตกต่างกันและมีมวลสารของผนังแตกต่างกัน ให้ความรู้ในเรื่องความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆที่มีผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนัง รวมทั้งเสนอแนะแนวทางในการเลือกวัสดุผนังภายนอกอาคาร สีของผนัง และข้อพิจารณาในการใช้มวลสารภายในอาคาร นอกจากนี้ผู้วิจัยยังหวังว่าผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการศึกษาและวิจัยในเรื่องสีและมวลสารภายในอาคารต่อไป