



บทที่ 1

บทนำ

ในการก่อสร้างอาคารในประเทศไทยที่ผ่านมา วัสดุก่อสร้างที่นำมาใช้ค่อนข้างจะมีขีดจำกัดจึงก่อสร้างด้วยวัสดุที่เคยใช้กันมาตั้งแต่ในอดีต เช่น ระบบเสา คาน คอนกรีตเสริมเหล็กเป็นโครงสร้างและผนังที่นิยมใช้กันเป็นส่วนใหญ่ คือ ผนังก่ออิฐฉาบปูน ปัจจุบันเทคโนโลยีในการก่อสร้างเจริญก้าวหน้าไปมาก วัสดุก่อสร้างมีทั้งของเก่า และ ของใหม่ๆ ที่มาจากทั่วทุกมุมโลกมีความหลากหลายมากขึ้น อย่างไรก็ตามบางครั้งการเลือกใช้วัสดุและสีสรรสำหรับงานสถาปัตยกรรม โดยขาดความรู้ความเข้าใจคุณลักษณะของวัสดุอาจทำให้สภาพแวดล้อมภายในอาคารไม่เหมาะสมหรือสิ้นเปลือง การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองเปรียบเทียบ วัสดุก่อสร้าง 2 ชนิด ที่ใช้ในการทำผนังหรือเปลือกอาคาร และสีเข้มกับสีอ่อนที่ใช้ภายนอกอาคาร โดยอาศัยวิธีการทดลองและวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบถึงพฤติกรรมในการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่อาคาร

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

เราสามารถคำนวณหาปริมาณ ความร้อนที่ผ่านเข้าผนังได้ด้วยการคำนวณ หรือจากการพิจารณา ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ("U" Value) การเลือกวัสดุผนังภายนอกอาคารโดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากในตำราอย่างเดียวกัน อาจจะได้ผลที่ไม่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่นำมาใช้คำนวณนั้นเป็นค่าที่ได้จากการทดลองในห้องทดลองภายใต้สภาวะความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกกับอุณหภูมิภายในคงที่ตลอด (Under Steady State Condition) แต่ในทางปฏิบัติอุณหภูมิของอากาศภายในและภายนอกของผนังเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งนี้เนื่องจากการใช้งานจริงมีตัวแปรอื่นๆ อีกมาก เช่น แสงแดด ลม ฯลฯ มาเกี่ยวข้องด้วย ทำให้ค่า U ที่ใช้ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนไม่ตรงกับความเป็นจริง โดยเฉพาะเมื่อทำการศึกษา และตรวจสอบค่านั้นตลอด 24 ชั่วโมง ผนังที่มีมวลสารและค่าหน่วงเหนี่ยวความร้อนต่างกัน ย่อมให้ความร้อนผ่านเข้าออกต่างกันมาก ดังนั้นการเลือกใช้ผนังอาคารให้เหมาะสม จึงมีความจำเป็น เพราะผนังที่มีค่า U เท่ากัน แต่มวลสารต่างกัน อาจจะไม่เหมาะกับบางภูมิอากาศ แต่อาจจะแย่มากในภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย

นอกจากนั้น ความเข้าใจที่ว่า สีเข้มจะดูดความร้อนมากกว่าสีที่อ่อนกว่า ชนิดหรือคุณสมบัติของผนังที่แตกต่างกัน ไม่มีผลแตกต่างต่อการดูดความร้อนของสี หากเป็นไปตามคำกล่าวข้างต้น สถาปนิกควรหลีกเลี่ยงการใช้สีที่มีความเข้มมากๆ กับผนัง เพื่อป้องกันการดูดความร้อนของผนังที่จะมีมากกว่าสีที่อ่อนกว่า การทดลองนี้จะแสดงผลแห่งความเข้าใจ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างสีเข้มกับสีอ่อนต่อคุณสมบัติของผนังที่แตกต่างกัน จะมีพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารอย่างไร

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคารที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ("U" Value) เท่ากันแต่มีมวลสารต่างกัน
2. เพื่อศึกษาผลของความเข้มความอ่อนของสีที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนของผนัง ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเท่ากัน ("U" Value) แต่มีมวลสารต่างกัน
3. เพื่อศึกษาผลของความเข้มความอ่อนของสีที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนของผนังชนิดเดียวกัน ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ("U" Value) ลดลง

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

ในการศึกษามวลสารที่ต่างกันและสีที่มีความเข้มต่างกันมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง กำหนดสมมุติฐานในการวิจัย ดังนี้

1. หลักเกณฑ์การส่งผ่านความร้อน ภายในสภาวะควบคุมอุณหภูมิอากาศภายใน และภายนอกคงที่ ตลอดในห้องทดลอง วัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน "U" เท่ากัน จะมีการส่งผ่านความร้อนเท่ากัน สีผิวผนังภายนอกจะไม่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง
2. ในสภาพความเป็นจริงที่มีอิทธิพลของ ลม, แสงแดด ฯลฯ ผนังที่มีมวลสารแตกต่างกันแต่มีค่า "U" เท่ากัน จะมีพฤติกรรมในการส่งผ่านความร้อนต่างกัน
3. ในสภาพความเป็นจริงนอกจากอิทธิพล ของ ลม, แสงแดด ฯลฯ แล้ว ความเข้ม, อ่อนของสีที่ทาผิวผนังของผนังที่มีมวลสารแตกต่างกันแต่มีค่า "U" เท่ากัน จะมีผลให้พฤติกรรมในการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังต่างกันด้วย

4. วัสดุผนังชนิดเดียวกันแต่มีค่าความต้านทานเพิ่มมากขึ้น ความเข้ม, อ่อนของสีที่ทาผิวนอกของผนัง จะทำให้พฤติกรรมในการส่งผ่านความร้อนต่างกันด้วย

โดยมีข้อกำหนดดังนี้

1. เป็นการศึกษาดังกล่าว โดยการจำลองสภาพแวดล้อมด้วยการสร้างกล่องทดลองโดยที่กล่องทดลองทุกกล่อง มีคุณสมบัติเท่าเทียมกัน และใช้เครื่องมือทดสอบเครื่องเดียวกัน
2. สถานที่ทดสอบเป็นสถานที่เดียวกัน และมีการควบคุมผลกระทบจากสภาพแวดล้อมต่อกล่องทดลอง
3. เก็บข้อมูลในช่วง วัน, เวลา เดียวกัน ต่อการทดสอบ 1 สมมุติฐาน ทดลอง วัสดุทั้ง 2 ชนิด พร้อมๆ กัน
4. ผนังที่ทำการทดสอบ 2 ชนิด เป็นผนังที่มีมวลสารแตกต่างกัน แต่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) เท่ากัน
5. ทำการทดลองเฉพาะตัวแปรคุณลักษณะของผนังในเรื่องมวลสารและสีเท่านั้น ตัวแปรอื่นๆ เช่น แสงแดด, กระแสลม ฯลฯ ถือว่ามีผลต่อวัสดุทดสอบทั้ง 2 ชนิด เท่าเทียมกัน เนื่องจากทำการทดสอบพร้อมกัน

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

ตามสมมุติฐาน การทดสอบผลกระทบเนื่องจากมวลสาร และสีต่อปริมาณความร้อนที่ผ่านผนังอาคาร ในการทดสอบ ผลกระทบเนื่องจากมวลสาร จะใช้ผนังที่มีความแตกต่างของมวลสาร 2 ชนิด คือ ผนังที่มีมวลสารมาก และผนังที่มีมวลสารน้อย โดยที่ผนังทั้ง 2 ชนิด จะต้องมามีค่าสัมประสิทธิ์การกักความร้อน (U) เท่ากัน ผนังมวลสารมากเลือกใช้ ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4" และผนังก่ออิฐฉาบปูน 8" (มวลสารประมาณ 1,800 กก/ลบ.ม.) ผนังมวลสารน้อย เลือกใช้ผนังโฟม (มวลสารประมาณ 15 กก/ลบ.ม.) โดยใช้ผนังโฟมมีค่า U เท่ากับผนังก่ออิฐฉาบปูน 4" และ 8" และการทดสอบผลกระทบเนื่องจากสีต่อปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าอาคารให้ใช้สีทาภายนอก โดยใช้สีเข้มและสีอ่อนในการทดสอบ สีเข้มเลือกใช้สีดำ (ค่า Solar Absorptance (α) = 0.94 - 0.98) สีอ่อนใช้สีขาว (ค่า Solar Absorptance (α) = 0.1 - 0.3) เนื่องจากต้องการควบคุมให้ตัวแปรอื่นๆ มีผลกระทบต่อกล่องทดลองทุกกล่องเท่าเทียมกัน จึงทำให้ต้องทำการทดสอบ ผลกระทบเนื่องจากมวลสารและสีพร้อมๆ กัน ดังนั้นจึงใช้กล่องทดลองเพื่อทำการทดสอบผนังก่ออิฐฉาบปูน 4", 8" และผนังโฟม ทั้งหมด 8 กล่อง ในแต่ละขั้นตอนการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 1

สร้างกล่องทดลองทั้งหมด 8 กล่อง มีขนาดปริมาตรอากาศภายในกล่อง = $0.50 * 0.50 * 0.50$ ทำการทดสอบคุณสมบัติของกล่องทดลองให้เท่าเทียมกันก่อนโดยการใส่พลังงานความร้อนภายในกล่องทุกกล่อง วัดอุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ควบคุมอุณหภูมิอากาศภายนอกให้คงที่ หากค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องที่วัดได้เท่าเทียมกันทุกกล่อง ถือว่าคุณสมบัติของกล่องทั้ง 8 เท่าเทียมกัน

ขั้นตอนที่ 2

ตามสมมุติฐานที่ 1 วัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน "U" เท่ากัน จะมีการส่งผ่านความร้อนเท่ากัน ภายในห้องที่ทำการปรับอุณหภูมิอากาศให้คงที่ตลอดโดยที่ใส่พลังงานความร้อนภายในกล่องทุกกล่องด้วยหลอดไฟชนิดหลอดไส้ (Incandescent) ขนาด 40 วัตต์

ในการคำนวณเราสามารถหาปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าผนัง ดังนี้

$$Q = U * A * \Delta T$$

Q คือ ปริมาณความร้อน

U คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

A คือ พื้นที่ผิวของผนัง

ΔT คือ ค่าของความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในและอุณหภูมิอากาศภายนอก

เมื่อ Q คือ ปริมาณความร้อนจากหลอดไฟ 40 W. เท่ากันทุกกล่อง, U ของผนังทั้ง 2 ชนิด มีค่าเท่ากัน, มี A พื้นที่ผิวทุกกล่องเท่ากัน, อุณหภูมิอากาศภายนอก (T_{out}) ปรับคงที่ตลอด

เมื่อ Q, U, A, และ T_{out} มีค่าเท่ากันทุกกล่อง ดังนั้น อุณหภูมิอากาศภายในกล่องแต่ละกล่องจะเป็นตัวแทนของคุณสมบัติของผนังชนิดนั้นๆ ทำการเก็บข้อมูลตลอด 24 ชม.

ขั้นตอนที่ 3

ผนัง 2 ชนิด ที่มีมวลสารต่างกัน มีค่า "U" เท่ากัน และทาสีภายนอกด้วยสีเข้มและสีอ่อน ทำการทดสอบนอกอาคาร อุณหภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเนื่องจากอิทธิพลของแสงแดด, กระแสลม ฯลฯ จะมีผลต่อปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าผนังอาคารอย่างไร

ข้อมูลที่ทำการวัดและบันทึกได้แก่

1. อุณหภูมิอากาศภายในห้อง
2. อุณหภูมิอากาศภายนอกห้อง
3. อุณหภูมิผิวของผนังทดสอบด้านนอกห้อง
4. อุณหภูมิของผนังทดสอบด้านในกล่อง
5. ค่า Solar Radiation

ทำการเก็บข้อมูลตลอด 24 ชม. โดยทำการเก็บข้อมูล 2 สภาพการทดลองคือ

1. หันผนังด้านทดสอบไปทางด้านทิศใต้ (โดนแดดโดยตรง)
2. หันผนังด้านทดสอบไปทางด้านทิศเหนือ (ไม่โดนแดดโดยตรง)

เมื่อเก็บข้อมูลเสร็จ นำมาวิเคราะห์ผลด้วยการ Plot กราฟ เพื่อดูผลที่ได้ว่าขาด, ตก หรือผิดปกติไปบ้างหรือไม่ หากมีจะต้องทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

ขั้นตอนที่ 4

จากสมมุติฐานของการวิจัยข้อที่ 4 ทดสอบผลกระทบเนื่องจากสีเข้มและสีอ่อนต่อผนัง ชนิดเดียวกันที่มีค่าการกั้นความร้อน (R) เพิ่มมากขึ้น จะมีพฤติกรรมในการส่งผ่านความร้อนอย่างไร

เลือกใช้ผนังโพนในการทดสอบ เนื่องจากโพนมีความหนาของแผ่นให้เลือกใช้ได้อย่างสะดวกรวมทั้งมีน้ำหนักเบา เมื่อต้องการค่าความต้านทานสูงมากๆ โพนที่ใช้ก็ยังมีน้ำหนักไม่หนักมาก ทำให้ทำงานสะดวกและมีความคล่องตัวในการทดสอบ โดยเลือกใช้ขนาดของโพนสำหรับทดสอบ ดังนี้

	ความหนาแน่น	ค่าความต้านทาน (R)
โฟม 6 มม.	1 ปอนด์/ลบ.ฟุต	0.90
โฟม 12 มม.	1 ปอนด์/ลบ.ฟุต	1.82
โฟม 25.4 มม. (1 นิ้ว)	1 ปอนด์/ลบ.ฟุต	3.85
โฟม 50.0 มม. (2 นิ้ว)	1 ปอนด์/ลบ.ฟุต	7.70

ใช้โฟมตัวอย่างละ 2 ชุด เพื่อทดสอบผลกระทบเนื่องจากสีซึ่งใช้สีดำและสีขาว อย่างละ 1 กล่อง ทำการทดสอบในวันและเวลาเดียวกันทุกกล่อง เก็บผลการทดลองตลอด 24 ชม. ทั้ง 2 สภาพ การทดลอง คือ

1. ทัศนังด้านทดสอบ ทางทิศใต้ (โดนแดดโดยตรง)
2. ทัศนังด้านทดสอบ ทางทิศเหนือ (ไม่โดนแดดโดยตรง)

นำข้อมูลที่เก็บได้ มาทำการวิเคราะห์ผลด้วยการ Plot กราฟ เพื่อเช็คข้อมูลที่ได้มีอะไรผิดปกติหรือไม่

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยนี้ จะสร้างความเข้าใจอันดี ต่อผลของมวลสารและของสีต่างๆ ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคาร ผลของการวิจัยจะช่วยเปิดเผยความจริงที่ว่า ผนังอาคารที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน หรือ "U" เท่ากัน แต่มีมวลสารต่างกัน อาจมีการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารต่างกัน มากก็ได้ ทางด้านสีของอาคารก็เช่นกัน อิทธิพลของสีสรร ต่างๆ อาจไม่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร อย่างที่หลายๆ คนคิด ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างกันในคุณสมบัติของผนัง และประเทศไทยเป็นประเทศที่มี ภูมิอากาศแบบร้อนชื้น คือมีอากาศร้อนจัดและมีความชื้นค่อนข้างสูงมาก ผลอันนี้จะทำให้ค่าการดูดกลืนและถ่ายเทความร้อน แตกต่างไปจากทฤษฎีมาก ทางด้านสีสรรของอาคารก็เช่นกัน หากอิทธิพลของสีในผนังบางชนิดไม่แตกต่างกันมากนัก สถาปนิกจะมีอิสระมากขึ้นในการให้สีสรร และเลือกใช้วัสดุมาตกแต่งผนังอาคารมากยิ่งขึ้น