

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การออกแบบการวิจัย

หลังจากศึกษาทฤษฎีและปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลการถ่ายเทความร้อนผ่านทางผนังอาคาร ซึ่งเป็นกระจกและการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ จึงกำหนดแนวทางการวิจัยโดยใช้การวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วยกระจกใส ที่มีการติดตั้งด้วยมมูมเยียงต่างกันทั้งทิศเหนือและทิศใต้ และมีการใช้วัสดุอาคารหลายประเภทเพื่อทดสอบ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าและอ่านค่าอุณหภูมิ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าและอ่านค่ารังสีดวงอาทิตย์ และบันทึกข้อมูลทั้งหมด เมื่อกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยเรียบร้อยแล้ว จึงทำการกำหนดขั้นตอนการวิจัยเพื่อความถูกต้องและชัดเจน รวมทั้งการป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทดสอบ กำหนดหลักเกณฑ์ที่ใช้อ้างอิงเพื่อวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบ หลังจากนั้นจึงเริ่มทำการทดสอบและเก็บข้อมูล

3.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำการศึกษาค้นคว้า ใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง โดยเจาะจงเลือกกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

1. ประเภทของกระจก ได้แก่ กระจกใสและกระจกใสติดฟิล์มกรองแสง หนา 6 มิลลิเมตร

ตารางที่ 3.1

การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางความร้อนของกระจกทดสอบ

Type of Glass	Thickness (mm.)	Thermal Performance		
		Relative Heat Gain	U-value	Shading
		watt/m ² hr °C	watt/m ² hr °C	Coefficient
Clear glass	6	650	5.83	0.96
Filmed glass	6	-	-	0.64

ที่มา: Thai Asahi Glass Company, 2006. และ ลามิน่าฟิล์ม เทคโนโลยี จำกัด, 2547.

ตารางที่ 3.2

การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางแสงสว่างของกระจกทดสอบ

Type of Glass	Thickness (mm.)	Optical Performance				
		Visible Rays		Solar Energy		
		Reflectance	Transmittance	Reflectance	Transmittance	Absorption
Clear glass	6	0.07	0.88	0.07	0.80	0.13
Filmed glass	6	0.13	0.48	0.13	0.43	0.44

ที่มา: Thai Asahi Glass Company, 2006. และ ลามิน่าฟิล์ม เทคโนโลยี จำกัด, 2547.

2. ชนิดของวัสดุพื้นบริเวณอาคาร ได้แก่ ชนิดแรกเป็นพื้นที่สีดำน ซึ่งเป็นตัวแทนของวัสดุที่มีค่าการคายรังสีความร้อนและค่าการดูดซับรังสีมาก แต่มีค่าการสะท้อนรังสีน้อย ชนิดที่สองเป็นพื้นแปะอลูมิเนียมฟอยล์ ซึ่งเป็นตัวแทนของวัสดุที่มีค่าการคายรังสีและค่าการดูดซับรังสีน้อย แต่มีค่าการสะท้อนรังสีมาก และชนิดที่สามเป็นพื้นที่สีขาว ซึ่งเป็นตัวแทนของวัสดุที่มีค่าการสะท้อนรังสีและค่าการคายรังสีมาก แต่มีค่าการดูดซับรังสีน้อย ในการทำการทดลอง และการใช้งานในลักษณะอยู่สูงจากพื้นรอบอาคาร

ตารางที่ 3.3

ความสามารถในการสะท้อนรังสี การคายรังสีและดูดซับรังสีของวัสดุ

ชนิดพื้นผิว	ค่าการสะท้อนรังสี (Heat Reflected)	ค่าการคายรังสีคลื่นยาว (Emissivity)	ค่าการดูดซับรังสีคลื่นสั้น (Absorptivity)
พื้นอลูมิเนียมฟอยล์	0.85	0.05	0.15
พื้นสีดำ	0.07	0.90	0.90
พื้นสีขาว	0.93	0.91	0.07

ที่มา: Anderson, 1977. และ ตรึงใจ บุณสมภพ, 2539.

3. สีภายในห้อง ได้แก่ สีดำ สีเทา และสีขาว

ตารางที่ 3.4

สภาพสะท้อนของสีเพื่อประกอบการให้สีภายในอาคาร

สี (Color)	อัตราการสะท้อน
สีดำ	2 – 5 %
สีเทา	35 – 50 %
สีขาว	80 – 90 %

ที่มา: ตรึงใจ บุรณสมภพ, 2539.

3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

จากการศึกษาปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารผ่านกระจกด้วยมุมเอียง ทำการทดลองโดยการติดตั้งผนังกระจกเอียงที่จะใช้ทดสอบกับกล่องทดลองซึ่งจำลองจากขนาด $3.6 \times 4.8 \times 3.0$ เมตร และสามารถกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย โดยการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ระหว่างผนังกระจกเอียงและผนังกระจกตั้งฉาก ในทิศเหนือและทิศใต้ ดังนี้

ตัวแปรต้น

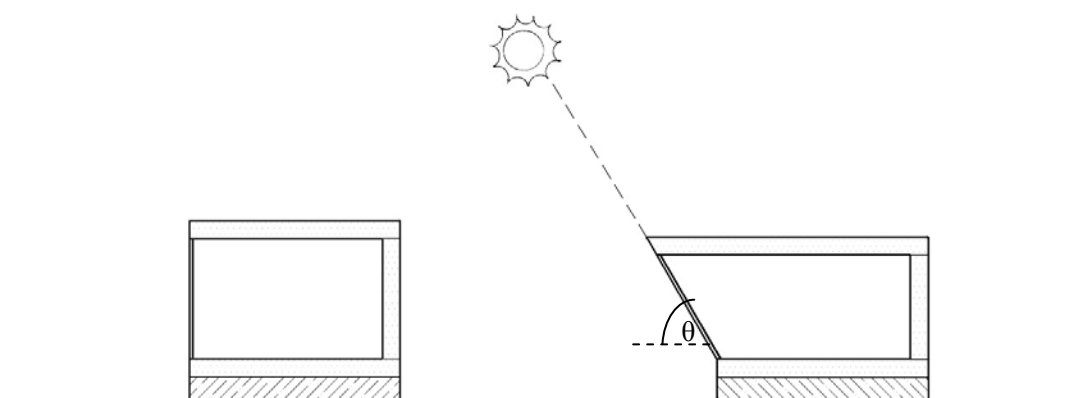
1. องศาในการติดตั้งผนังกระจก ได้แก่

ทิศเหนือ ตั้งฉาก และ 70 องศา

ทิศใต้ ตั้งฉาก และ 45 องศา

ภาพที่ 3.1

ภาพจำลององศาการเอียงผนังกระจกของกล่องทดลอง



2. ชนิดของวัสดุพื้นอาคารที่อยู่ด้านหน้าผนังกระจก ได้แก่ พื้นสีดำ พื้นอลูมิเนียมพอยล์ พื้นสีขาว และไม่มีพื้น

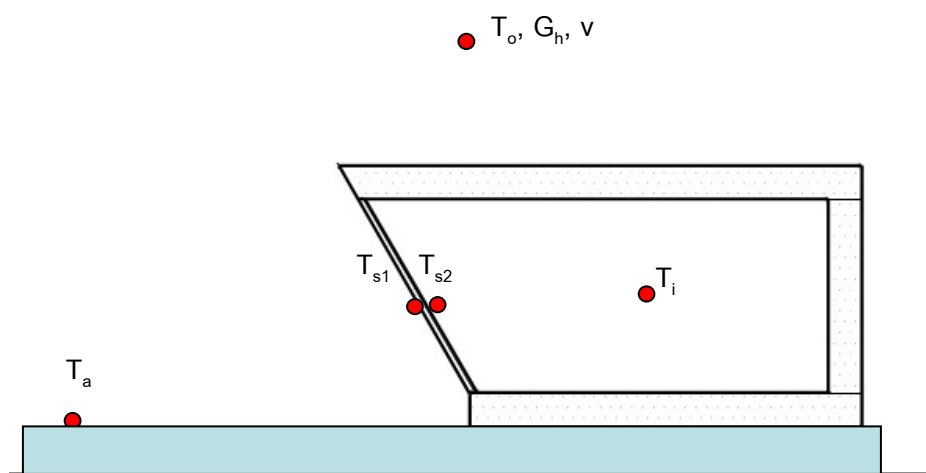
3. สีภายในห้อง ได้แก่ สีขาว สีเทา และสีดำ

4. ชนิดของกระจกที่ใช้ ได้แก่ กระจกใส และกระจกติดฟิล์มกรองแสง

ตัวแปรตาม

ภาพที่ 3.2

ตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์ในการทดลอง



- อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ($^{\circ}\text{C}$, องศาเซลเซียส) วัดตามจุดต่าง ๆ ของการทดลอง ได้แก่
อุณหภูมิอากาศภายนอก (T_o)
อุณหภูมิอากาศภายใน (T_i)
อุณหภูมิที่ผิวด้านนอกของกระจก (T_{s1})
อุณหภูมิที่ผิวด้านในของกระจก (T_{s2})
อุณหภูมิผิววัสดุพื้นหน้ากระจก (T_a)
- ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (G_h) หน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)
- ความเร็วลม (v) หน่วยเมตรต่อวินาที (m/s)

ตัวแปรควบคุม

1. ขนาดของผนังกระจกที่ใช้เป็นผนังทดสอบ ได้แก่ 50 x 60 เซนติเมตร
2. ปริมาตรอากาศภายในกล่องทดลอง เท่ากับ 0.24 ลูกบาศก์เมตร
3. สภาพแวดล้อมภายนอก โดยใช้สถานที่ที่ใช้ทดสอบสมมติฐานในบริเวณเดียวกัน เพื่อควบคุมผลกระทบจากสภาพแวดล้อมและอิทธิพลภายนอกต่อกล่องทดลองให้เหมือนกัน และทำการทดสอบเฉพาะตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณความร้อน ซึ่งเกิดจากแสงแดดและอุณหภูมิอากาศภายนอกเท่านั้น

3.4 วิธีและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

กล่องทดลองที่ใช้ในการทดสอบมี 3 แบบ คือ

- 1) กล่องที่มีขนาดภายใน 0.60 x 0.80 x 0.50 เมตร ผนังกระจกตั้งฉาก
- 2) กล่องที่มีขนาดภายใน 0.60 x 0.77 x 0.47 เมตร ผนังกระจกเอียง 70 องศา
- 3) กล่องที่มีขนาดภายใน 0.60 x 0.96 x 0.35 เมตร ผนังกระจกเอียง 45 องศา

ภาพที่ 3.3

กล่องทดลองทั้งสามแบบ และการหันทิศเพื่อทดสอบ



กล่องทดลองทั้ง 3 แบบ ทำด้วยโฟม EPS (expanded polystyrene foam) มีความหนาแน่น 1.5 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต ความหนา 3 นิ้ว และมีการเคลือบและป้องกันการแตกร้าวและรั่วซึม เพื่อให้มีความแข็งแรงและทนทานต่อแสงแดด ลม และฝน ฯลฯ

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้วัดและประกอบในการทำการวิจัย มีดังนี้

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้ในการบันทึกข้อมูล
2. เครื่องวัดอุณหภูมิ (data logger) แบบ 20 ช่อง หน่วยการวัด คือ องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)
3. สายเทอร์โมคัปเปิลประเภทเค (thermocouple type K) เชื่อมต่อกับเครื่องวัดอุณหภูมิ

ในการอ่านค่าอุณหภูมิจากผิวสัมผัสและอุณหภูมิจากอากาศ

4. เครื่องมือวัดความเร็วลม หน่วยการวัดเมตรต่อวินาที (m/s)
5. เครื่องมือวัดปริมาณรังสี (pyranometer) หน่วยวัดวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)
6. โปรแกรม 3dsMax ใช้ในจำลองเพื่อการตรวจสอบคุณภาพแสงภายในอาคาร

ภาพที่ 3.4

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าในการทดลอง



3.5 การกำหนดขั้นตอนในการทดลอง

3.5.1 การทดสอบความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่า

เป็นการทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ ก่อนทำการทดลองเพื่อปรับข้อมูลให้มีค่าใกล้เคียงกัน โดยการเก็บข้อมูลในระบบปิดด้วยการนำสายเทอร์โมคัพเพิลไปแช่ในน้ำอุ่นและน้ำเย็น และนำไปวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย ดังตารางผนวก ก.

3.5.2 การทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลและวิเคราะห์

1. การทดสอบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังกระจกเอียง และคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุพื้นประกอบอาคาร

ส่วนที่ 1 การทดสอบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังกระจกเอียงจากอิทธิพลของการแผ่รังสีตรงจากดวงอาทิตย์ เป็นการทดสอบองค์การเอียงผนังกระจกเพื่อหลบแสงตรงจากดวงอาทิตย์ ทั้งในกรณีที่ไม่มีพื้นหน้าอาคาร และกรณีที่มียพื้นหน้าอาคาร โดยการวัดอุณหภูมิในจุดต่าง ๆ ของกล่องทดลอง วัดอุณหภูมิอากาศภายนอก วัดความเร็วลมและวัดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ด้วย เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนระหว่างผนังกระจกเอียง และผนังกระจกตั้งฉาก

ส่วนที่ 2 การทดสอบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังกระจกจากผลกระทบของคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุพื้นหน้าอาคาร เป็นการทดสอบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังกระจกเอียงในองค์การที่กำหนดเทียบกับผนังกระจกตั้งฉากทั้งทิศเหนือและทิศใต้ ร่วมกับการใช้วัสดุพื้นหน้าผนังอาคาร โดยพิจารณาคุณสมบัติทางความร้อน คือ ความสามารถในการสะท้อนรังสี และความสามารถในการคายรังสี ทำโดยการวัดอุณหภูมิในจุดต่าง ๆ ของกล่องทดลอง วัดอุณหภูมิอากาศภายนอก วัดความเร็วลมและวัดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนระหว่างผนังกระจกเอียง และผนังกระจกตั้งฉาก

ส่วนที่ 3 การทดสอบพฤติกรรมการดูดซับรังสีของวัสดุพื้นหน้าอาคาร โดยพิจารณาความสามารถในการดูดซับรังสีเพื่อประกอบการใช้งานอาคารร่วมกับผนังกระจก จะทำโดยการวัดอุณหภูมิที่พื้นผิวของวัสดุ และทำการเปรียบเทียบเพื่อเป็นแนวทางในการใช้งาน

2. การตรวจสอบคุณภาพแสงภายในอาคาร โดยสร้างโมเดลจำลองในโปรแกรม 3dsMax แล้ววิเคราะห์คุณภาพแสงภายในอาคารในวันสำคัญ คือ วันที่ 21 ธันวาคม และวันที่ 21 มิถุนายน เพื่อเป็นแนวทางในการใช้งาน

3.6 ขั้นตอนการนำผลการทดลองมาวิเคราะห์

นำผลจากการเก็บข้อมูลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ และประเมินผลการใช้ผนังกระจก เอียงร่วมกับการเลือกใช้วัสดุพื้นประกอบอาคาร ดังนี้

3.6.1 อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง

สำหรับการทดลองที่ไม่มีการปรับอากาศ จะใช้การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของ อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองสูงสุดและต่ำสุด และปริมาณรังสี เป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบ ปริมาณการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกที่เข้าสู่ภายในกล่อง จากสมการที่ 3.1 และ 3.2

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T \quad \text{สมการที่ 3.1}$$

$$Q = A \cdot SC \cdot RAD \quad \text{สมการที่ 3.2}$$

เนื่องจากการกำหนดขอบเขตของการทดลองให้พื้นที่ของผนังกระจก คือ A เท่ากัน และใช้กระจกชนิดเดียวกัน ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน คือ U และค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด คือ SC จึงเท่ากัน ดังนั้น ปริมาณการถ่ายเทความร้อนจึงแปรผันตามความแตกต่างของ อุณหภูมิภายในกล่องและปริมาณรังสีที่กระทบผนังกระจก จากสมการที่ 3.3 และ 3.4

$$Q \propto \Delta T \quad \text{สมการที่ 3.3}$$

$$Q \propto RAD \quad \text{สมการที่ 3.4}$$

3.6.2 อุณหภูมิผิวภายนอก – ภายในผนังกระจก

จากการทดลอง สามารถเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายนอก – ภายในผนังกระจกของ ผนังเอียงและผนังตั้งจากทั้งทิศเหนือและทิศใต้ เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบจากรังสีดวงอาทิตย์และ รังสีจากสภาพแวดล้อม และวิเคราะห์แนวโน้มของการถ่ายเทความร้อนจากผนังกระจก

3.6.3 ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์และความเร็วลม

จากการทดลอง ปริมาณรังสีและความเร็วลมที่วัดได้จะเป็นข้อมูลที่อ้างอิงแนวโน้มของ อุณหภูมิ และอิทธิพลของความร้อนที่เกิดขึ้น

3.6.4 ปริมาณความส่องสว่าง

จากการสร้างโมเดลจำลองในโปรแกรม 3dsMax ทำให้ทราบค่าความส่องสว่างภายใน อาคารจำลอง และใช้วิธีการวิเคราะห์การให้แสงสว่างภายในอาคารอันเกิดจากแสงธรรมชาติโดย พิจารณาจากค่าความส่องสว่างมาตรฐานในแต่ละพื้นที่ใช้งาน ตามมาตรฐาน CIE คือ ความส่อง สว่างขั้นต่ำสำหรับงานที่ใช้สายตาปานกลาง เท่ากับ 300 ลักซ์

3.7 การสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ทางด้านพลังงานโดยอาศัยสมการคำนวณพลังงานความร้อนที่ถ่ายเท ผ่านเปลือกอาคาร แบบการนำความร้อน ($Q = U \cdot A \cdot \Delta T$) และการแผ่รังสีความร้อน ($Q = A \cdot SC \cdot RAD$) เพื่อประเมินผลประสิทธิภาพการใช้งานผนังกระจกเอียงเพื่อหลบแสงตรงดวงอาทิตย์เมื่อเทียบกับ ผนังกระจกตั้งฉากในทิศเหนือและทิศใต้ สามารถสรุปแนวโน้มของการถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง กระจกเอียง โดยพิจารณาร่วมกับการเลือกใช้วัสดุพื้นหน้าอาคารที่เหมาะสมกับการใช้งาน และ จากการจำลองอาคารในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถเสนอแนะการใช้งานที่เหมาะสม โดย พิจารณาความส่องสว่างภายในห้อง เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงอาคาร หรือการออกแบบ อาคารเพื่อการประหยัดพลังงานต่อไป