บทที่ 1

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อนชื้นและมีอุณหภูมิสูงเกือบตลอดปี ในการออกแบบอาคารให้สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพภูมิอากาศที่อาคารนั้นตั้งอยู่ เพื่อเสริมสร้างภาวะความสบายสูงสุดสำหรับผู้ใช้และผู้อยู่อาศัยในอาคารนั้น สภาวะความสบายที่ผู้ออกแบบจะต้องคำนำถึงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็คือ สภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ (Thermal Comfort) วิธีการและแนวทางในการออกแบบอาคารเพื่อส่งเสริมสภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิคือ การป้องกันความร้อนถ่ายเทผ่านกรอบอาคาร (Building Envelope) เข้าสู่ภายใน ในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารผู้ออกแบบมักจะให้ความสนใจในการป้องกันการนำความร้อน(Conduction) และการพาความร้อน (Convection) ส่วนการป้องกันรังสี (Radiation) ยังไม่ได้รับความสนใจและปฏิบัติกันอย่างจริงจังซึ่งฉนวนสะท้อนรังสี (Reflective Insulation) เป็นฉนวนที่มีให้เลือกใช้นานแล้วแต่ในการเลือกใช้ฉนวนสะท้อนรังสีของผู้ออกแบบและการใช้งานการติดตั้งฉนวนสะท้อนรังสียังขาดความรู้ความเข้าใจถึงคุณสมบัติของวัสดุ ซึ่งอาจทำให้ไม่เกิดประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนกันความร้อนเท่าที่ควรจะเป็น การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทดสอบประสิทธิภาพในการใช้ฉนวนสะท้อนรังสี (Reflective insulation) โดยอาศัยวิธีการทดลองและวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เปรียบเทียบถึงพฤติกรรมในการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

ความเป็นมาของปัญหา

การป้องกันการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี เป็นการอาศัยคุณสมบัติของพื้นผิววัสดุ คือค่าการคายรังสี(Emissivity), ค่าการดูดซึมรังสี(Absorptivity), ค่าการสะท้อนรังสี(Reflectivity) และค่าการส่งผ่านรังสี (Transmissivity) ฉนวนสะท้อนรังสีที่ดีควรจะทีค่าการคายรังสีที่ต่ำซึ่งอลูมินั่มฟอยล์ (Aluminum Foil) เป็นวัสดุที่ลดการถ่ายเทรังสีได้ดีมากมีค่าการคายรังสีต่ำถึง 0.05 การใช้ฉนวนสะท้อนรังสี(Reflective Insulation) ในกรอบอาคารจึงประกอบด้วยอลูมินั่มฟอยล์และช่องอากาศ (Reflective Air Space) ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดีมาก

เราสามารถหาปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้ามาในอาคารที่ใช้ฉนวนสะท้อนรังสีได้ด้วยการคำนวณ หรือจากการพิจารณาค่าความต้านทานความร้อน ("R" Value) ซึ่งอาศัยฐานข้อมูลจาก American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineering

(ASHRAE) หรือจากหนังสือ Mechanical and Electrical Equipment for Buildings ผลที่คำนวณได้อาจจะไม่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเนื่องจากค่าความต้านทานความร้อนที่นำมาใช้คำนวณนั้นเป็นค่าที่ได้จากการทดลองในห้องทดลองภายใต้สภาวะความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในคงที่ตลอด (Under Steady State Condition) แต่ในทางปฏิบัติอุณหภูมิของอากาศภายนอกและภายในเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและมีตัวแปรอื่นๆอีกมากที่เกี่ยวข้อง เช่น แสงแดด , ลม ฯลฯ ในการใช้งานของฉนวนสะท้อนรังสีควรจะต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการกันความร้อน นั้นคือ ทิศทางการถ่ายเทความร้อน (Direction of Heat Flow), ระยะห่างของช่องอากาศ, จำนวนชั้นของช่องอากาศสะท้อนรังสี (Reflective Air Space) และฝุ่นละอองที่เกาะตามผิวอลูมินั่มฟอยล์

จากปัจจัยที่กล่าวมาแล้วเมื่อนำฉนวนสะท้อนรังสีไปใช้ในอาคาร ผู้ออกแบบควรจะตระหนักถึงการเลือกใช้ในแนวทางที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด ไม่เกิดการเสื่อมประสิทธิภาพในระยะเวลาต่อมา (เนื่องจากฝุ่นละอองที่เกาะตามผิวอลูมินั่มฟอยล์) และสามารถเลือกใช้โดยให้ประสิทธิภาพการกันความร้อนที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด งานวิจัยนี้จะแสดงผลแห่งความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ในปัจจัยที่มีผลกระทบกับประสิทธิภาพการกันความร้อนของฉนวนสะท้อนรังสี และเป็นแนวทางในการนำผลไปประยุกต์ใช้ในการติดตั้งฉนวนสะท้อนรังสีที่ได้มีคุณสมบัติการกันความร้อนที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับการนำไปติดตั้งในผนังอาคาร ซึ่งเป็นผลสรุปในสภาวะที่เกิดจากการทดลองวิจัยในครั้งนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาอิทธิพลของตัวแปร คือทิศทางการถ่ายเทความร้อน ที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเป็นฉนวนกันความร้อนของระบบป้องกันรังสี ที่ประกอบด้วยอลูมินั่มฟอยล์และช่องอากาศ

2. ศึกษาเชิงประยุกต์เพื่อหาแนวทางในการใช้ฉนวนสะท้อนรังสี ในทิศทางการถ่ายเทความร้อนในระนาบนอนผ่านวัสดุระนาบตั้ง (Vertical Horizontal) ที่ได้คุณสมบัติการป้องกันความร้อนที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมในการใช้งานมากที่สุด

3. ศึกษาเชิงเปรียบเทียบการป้องกันความร้อนของระบบผนังที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบกับ ระบบผนังที่นำฉนวนสะท้อนรังสีมาใช้ร่วมกับผนังก่ออิฐ

สมมติฐานของการวิจัย

ในการศึกษาประสิทธิภาพในการใช้ฉนวนสะท้อนรังสี (Reflective Insulation) โดยศึกษาอิทธิพลของตัวแปรทิศทางการถ่ายเทความร้อน (Direction of Heat Flow) และศึกษาตัวแปรอื่นที่กำหนดคือ ระยะห่างของช่องอากาศและจำนวนชั้นของช่องอากาศสะท้อนรังสี เพื่อประยุกต์หาปัจจัยที่มีประสิทธิภาพในการใช้ฉนวนสะท้อนรังสี กำหนดสมมติฐานในการวิจัยดังนี้

1. อิทธิพลของทิศทางการถ่ายเทความร้อนที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเป็นฉนวนของระบบป้องกันรังสี ภายในสภาวะควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกคงที่ตลอดในห้องทดลอง ระบบป้องกันรังสีในทิศทางที่แตกต่างกันจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนต่างกัน

2. ภายในสภาพภูมิอากาศภายนอกที่มีอิทธิพลของ ลม, แดด ฯลฯ การถ่ายเทความร้อนของระบบป้องกันรังสีในทิศทางการถ่ายเทความร้อนลงผ่านวัสดุระนาบนอน(Horizontal Down) จะมีประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนที่ไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายใน

3. ภายในสภาวะควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกคงที่ตลอดในห้องทดลองและในสภาพความเป็นจริงที่มีอิทธิพลของ ลม, แดด ฯลฯ การถ่ายเทความร้อนผ่านระบบป้องกันรังสีในทิศทางการถ่ายเทความร้อนในระนาบนอนผ่านวัสดุระนาบตั้ง(Vertical Horizontal) ระยะห่างของช่องอากาศที่แตกต่างกัน จะมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนที่ต่างกัน

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งเป็นการทดสอบคุณสมบัติการป้องกันความร้อนในแต่ละตัวแปรของระบบป้องกันรังสี โดยมีตัวแปรที่นำมาทดสอบหลายตัวแปรก่อนที่จะสรุปไปใช้กับอาคารจริง ดังนั้นจึงออกแบบการทดลองให้ทดสอบตัวแปรกับกล่องทดสอบด้วยเหตุผลดังนี้

- เพื่อควบคุมตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้องสำหรับการทดลองในแต่ละตัวแปร ทำให้ในการทดลองแต่ละขั้นตอนมีตัวแปรที่ทดสอบเพียงแปรเดียวที่แตกต่างกัน
- ระยะเวลาที่มีจำกัดในการทำวิจัย
- ความสะดวกในการติดตั้งและเคลื่อนย้ายไปทดสอบในสภาพแวดล้อมต่างๆ
- ประหยัดงบประมาณในการวิจัย

จากนั้นจึงคัดเลือกตัวแปรที่มีคุณสมบัติการป้องกันความร้อนที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งาน โดยนำไปทดสอบกับอาคารจริงซึ่งมีขั้นตอนการทดลองพอสังเขปดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

จำลองสภาพกล่องทดสอบที่มีคุณสมบัติการป้องกันความร้อนสูง 5 ด้าน เพื่อป้องกันผลกระทบจากการถ่ายเทความร้อนจากด้านทั้ง 5 ด้าน ส่วนด้านที่ 6 เปิดไว้สำหรับทดสอบตัวแปร ก่อนการทดสอบตัวแปรจะทำการทดสอบคุณสมบัติของกล่องทดสอบทั้ง 5 กล่อง ให้มีคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนเท่าเทียมกันทุกกล่อง โดยใส่พลังงานความร้อนในกล่องทุกกล่องควบคุมอุณหภูมิอากาศภายนอกให้คงที่ หากค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบที่วัดได้เท่าเทียมกันทุกกล่อง ถือว่าคุณสมบัติของกล่องทดสอบทั้ง 5 กล่องเท่าเทียมกัน

ขั้นตอนที่ 2

ตามสมมติฐานข้อที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรทิศทางการถ่ายเทความร้อน (ในสภาวะที่ควบคุมอุณหภูมิอากาศภายนอก) โดยใช้กล่องทดสอบที่มีพลังงานความร้อนอยู่ภายในศึกษาการถ่ายเทความร้อนออกจากกล่องทดสอบ กำหนดระยะห่างของช่องอากาศให้คงที่ที่ 3 นิ้ว เท่ากันทุกกล่องแล้วทดสอบทิศทางการถ่ายเทความร้อนในทิศทางดังนี้ Horizontal Up, 45° Slope Up, Vertical Horizontal, 45° Slope Down, Horizontal Down ทดสอบโดยใช้กล่องทดสอบ 5 กล่อง จำลองสภาพให้ทุกกล่องมีคุณสมบัติเท่าเทียมกันโดยแตกต่างกันที่ทิศทางการถ่ายเทความร้อนใน 5 ทิศทางดังกล่าว ควบคุมอุณหภูมิอากาศภายนอกให้คงที่ เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในกล่องหากมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในสูงแสดงว่ามีคุณสมบัติการเป็นฉนวนที่ดี

ขั้นตอนที่ 3

ตามสมมติฐานข้อที่ 3 (ในสภาวะที่ควบคุมอุณหภูมิอากาศภายนอก) ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระยะห่างของช่องอากาศที่กำหนดดังนี้ 0.5 นิ้ว, 1 นิ้ว, 1.5 นิ้ว, 2 นิ้ว และ 3 นิ้ว ทดสอบโดยใช้กล่องทดสอบ 5 กล่อง ที่มีพลังงานความร้อนอยู่ภายในศึกษาการถ่ายเทความร้อนออกจากกล่องทดสอบ กำหนดทิศทางการถ่ายเทความร้อนในทิศทาง Vertical

Horizontal ทุกกล่องทดสอบ ควบคุมอุณหภูมิอากาศภายนอกให้คงที่ เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในกล่องหากมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในสูงแสดงว่ามีคุณสมบัติการเป็นฉนวนที่ดี

ขั้นตอนที่ 4

ในสภาวะที่ควบคุมอุณหภูมิอากาศภายนอก ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรจำนวนชั้นของช่องอากาศสะท้อนรังสี 1 ชั้น, 2 ชั้น และ 3 ชั้น ควบคุมระยะห่างของช่องอากาศที่ 3 นิ้วต่อ จากนั้นจึงแปรจำนวนชั้นของอากาศสะท้อนรังสี ทดสอบโดยใช้กล่องทดสอบ 3 กล่อง ที่มีพลังงานความร้อนอยู่ภายในศึกษาการถ่ายเทความร้อนออกจากกล่องทดสอบ กำหนดทิศทางการถ่ายเทความร้อนในทิศทาง Vertical Horizontal ทุกกล่องทดสอบ ควบคุมอุณหภูมิอากาศภายนอกให้คงที่ เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในกล่องหากมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในสูงแสดงว่ามีคุณสมบัติการเป็นฉนวนที่ดี

ขั้นตอนที่ 5

ตามสมมติฐานข้อที่ 3 (ในสภาวะแวดล้อมภายนอก) ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระยะห่างของช่องอากาศและจำนวนชั้นของช่องอากาศสะท้อนรังสี คัดเลือกตัวแปรที่ทดสอบแล้วในขั้นตอนที่ 3 และ 4 นำมาทดสอบพร้อมกันในสภาพแวดล้อมภายนอกโดยใช้กล่องทดสอบ 5 กล่อง ศึกษาการถ่ายเทความร้อนเข้ามาในกล่องทดสอบ กำหนดทิศทางการถ่ายเทความร้อนในทิศทาง Vertical Horizontal ทุกกล่องทดสอบ เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในกล่องหากมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในน้อยแสดงว่ามีคุณสมบัติการเป็นฉนวนที่ดี คัดเลือกตัวแปรที่มีคุณสมบัติการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดีและเหมาะสมมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 6

ศึกษาเปรียบเทียบการป้องกันความร้อนของผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบกับ ผนังก่ออิฐที่ติดตั้งระบบป้องกันรังสี นำผลจากการทดลองขั้นตอนที่ 5 มาทดสอบกับสภาพแวดล้อมจริงในผนังอาคารด้านทิศใต้และทิศตะวันตก เปรียบเทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ โดยทดสอบในอาคารจำลองขนาด กว้าง 3.00 * ยาว 3.00 * สูง 2.40 ที่ควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในให้คงที่ เปรียบเทียบอุณหภูมิผิววัสดุภายในหากมีค่าน้อยแสดงว่ามีคุณสมบัติการเป็นฉนวนที่ดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 7

ตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทดสอบทิศทางการถ่ายเทความร้อนในทิศทาง Horizontal Down ในระยะห่างของช่องอากาศ 4 ระยะคือ 1.5 นิ้ว, 3.5 นิ้ว, 5 นิ้วและ 7 นิ้ว โดยทดสอบที่ฝ้าเพดานในอาคารจริง ที่ควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในให้คงที่ เปรียบเทียบอุณหภูมิผิววัสดุภายในหากมีค่าน้อยแสดงว่ามีคุณสมบัติการเป็นฉนวนที่ดี

ขอบเขตของการวิจัย

1. งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาการป้องกันความร้อนเข้ามาในเปลือกอาคาร โดยการป้องกันการแผ่รังสี ซึ่งใช้อลูมินั่มฟอยล์สัมผัสกับช่องอากาศ (Reflective Air Space)

2. เนื่องจากมีปัจจัย (Factor) มากมายที่มีผลต่อประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของระบบป้องกันรังสี ในการวิจัยได้คัดเลือกบางปัจจัยเท่านั้นมาทำการศึกษาดังนี้

2.1 ทิศทางการถ่ายเทความร้อน (Direction of Heat Flow)

2.2 ระยะห่างของช่องอากาศ เลือกตามความเป็นไปได้ในการติดตั้งที่ต้องใช้เคร่า โดยเลือกวัสดุจาก วัสดุที่ทำโครงเคร่าที่มีให้เลือกไม่มากคือ ไม้ และ เหล็กชุบสังกะสี ซึ่งได้เลือกไม้เพราะไม้มีคุณสมบัติในการต้านทานความร้อนได้ดีกว่า ระยะห่างที่เลือกคือ 0.5 นิ้ว, 1 นิ้ว, 1.5 นิ้ว, 2 นิ้ว และ 3 นิ้ว

2.3 จำนวนชั้นของช่องอากาศสะท้อนรังสี โดยเลือกมาทำการศึกษา 1 ชั้น, 2 ชั้น และ 3 ชั้น

3. การศึกษาประสิทธิภาพในการใช้ระบบป้องกันรังสีในวิจัยนี้ ศึกษาเฉพาะประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนไม่ได้ศึกษาวิเคราะห์ถึงเรื่องการควบแน่นเป็นหยดน้ำ (Condensation)ที่อาจจะเกิดขึ้นที่ผิวของฉนวนสะท้อนรังสี

4. การนำระบบป้องกันรังสีที่ผ่านการคัดเลือกมาใช้กับผนังอาคาร ได้กำหนดวัสดุภายนอกของระบบป้องกันรังสีเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบซึ่งเป็นวัสดุที่ถูกยึดถือเป็นที่ยอมรับกันมานานและยังเป็นวัสดุที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

5. ในการศึกษาคุณสมบัติการป้องกันความร้อนของฉนวนสะท้อนรังสี ในทิศทาง Horizontal Down เป็นการทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติการป้องกันความร้อน แต่ยังไม่สามารถนำผลไปใช้งานได้ เป็นการแสดงผลแห่งความเข้าใจและเป็นข้อน่าสนใจสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยการจำลองสภาพแวดล้อมโดยการสร้างกล่องทดสอบ โดยที่กล่องทดสอบทุกกล่องมีคุณสมบัติเท่าเทียมกันและ ใช้เครื่องมือทดสอบเครื่องเดียวกัน

2. ตำแหน่งของผนังที่ทำการทดสอบในอาคารจำลอง ได้จัดวางในด้านทิศใต้และทิศตะวันตกเพราะผลกระทบที่มีผลต่อความร้อนที่เข้ามาในอาคารคือ แสงแดด จึงใช้ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกเนื่องจากช่วงที่ทำการทดลองจะได้รับแสงแดดที่ตั้งฉากกับแนวเหนือ-ใต้ อาคารจึงได้รับแสงแดดจากทิศตะวันตก

3. สถานที่ทดสอบเป็นสถานที่เดียวกันและมีการควบคุมผลกระทบจากสภาพแวดล้อมต่อกล่องทดสอบ

4. เก็บข้อมูลในช่วงวันและเวลาเดียวกันต่อการทดสอบ 1 ขั้นตอนการทดลอง ทดลองในแต่ละตัวแปรพร้อมๆกัน

5. ทำการทดลองควบคุมตัวแปรที่กำหนดและสามารถควบคุมได้ ตัวแปรอื่นๆเช่น แสงแดด, กระแสลม ฯลฯ ถือว่ามีผลต่อคุณสมบัติวัสดุทดสอบแต่ละกล่องเท่าเทียมกัน เนื่องจากทำการทดลองพร้อมกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลจากการวิจัยเป็นการประเมินประสิทธิภาพการกันความร้อนและเป็นวิธีการลดความร้อนที่เข้ามาในอาคารโดยการติดตั้งระบบป้องกันรังสี ซึ่งจะมีประโยชน์ในการนำไปปฏิบัติดังนี้

1. เป็นการแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของตัวแปร ที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของระบบป้องกันรังสี

2. เป็นแนวทางในการปรับปรุงอาคารเดิมที่เป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบหรือ การนำไปใช้ในอาคารใหม่ ให้มีคุณสมบัติการป้องกันความร้อนของกรอบอาคารที่ดีขึ้นกว่าที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

3. สามารถนำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับจากการวิจัย มาใช้ในการออกแบบระบบกรอบอาคาร (Building Envelope) ซึ่งช่วยให้เกิดภาวะน่าสบายกับผู้ใช้อาคาร และส่งเสริมให้เกิดการประหยัดพลังงานในอาคาร