บทที่ 1

บทนำ

ผนังของอาคารเป็นส่วนหนึ่งของอาคารที่ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ และเป็นสิ่งที่ป้องกันไม่ให้ความร้อนจากภายนอกผ่านเข้าสู่ภายในอาคารโดยตรง แต่ในขณะเดียวกันเมื่อผนังอาคารได้รับความร้อนจนกระทั่งอิ่มตัวก็จะถ่ายเทความร้อนไปสู่จุดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ทั้งภายใน และภายนอกอาคาร ซึ่งจากจุดนี้จะเป็นผลกระทบกับการประหยัดพลังงานภายในอาคาร และ ภาวะน่าสบายภายนอกอาคารอีกด้วย อย่างไรก็ตามเราสามารถลดทั้งปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคาร และปริมาณความร้อนที่แผ่ออกสู่สภาวะแวดล้อมภายนอกอาคารในขณะเดียวกันได้ โดยเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับความต้องการทั้งสองประการข้างต้น ซึ่งการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวผนังภายนอกของวัสดุที่สัมพันธ์กับ มวลสาร, ค่าการเปล่งรังสีความร้อน ของวัสดุ, ความหยาบของพื้นผิว, การดูดกลืนรังสีความร้อน ที่ต่าง ๆ กัน

ความเป็นมาของปัญหา

จากการศึกษาเกี่ยวกับหลักการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วย การนำความร้อน(Conduction) การพาความร้อน (Convection) และ การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) การนำความร้อนนั้นคือการถ่ายเทความร้อนโดยผ่านความร้อนไปตามมวลสารของตัววัสดุเอง วัสดุที่มีมวลสารมากจะเก็บความร้อนเอาไว้ในตัวของ

มันเองได้มาก ก่อนที่จะส่งผ่านความร้อนไปยังแหล่งต่อไป และจะทำให้เกิดการหน่วงความร้อนได้มากกว่าวัสดุที่มีมวลสารน้อยกว่า ,วัสดุที่มีพื้นที่มากกว่าจะทำให้มีการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนได้ดีกว่า ,วัสดุที่มีผิวเรียบเป็นมัน หรือมีสีอ่อน จะสะท้อนความร้อนได้ดีกว่าวัสดุที่มีสีเข้ม ทำให้การแผ่รังสีความร้อนออกจากตัววัสดุเองทำได้ดีกว่า แต่ในความเป็นจริงการเลือกใช้วัสดุที่จะนำมาเป็นผนังอาคารนั้นจะใช้แต่ความรู้ทางทฤษฎีมาตัดสินอย่างเดียวอาจจะไม่เพียงพอ ดังนั้นเราจึงต้องทำการศึกษาการใช้วัสดุตามหลักการทางทฤษฎีเหล่านั้นตามสภาพการใช้งานจริง เพื่อให้ทราบและเข้าใจถึงพฤติกรรมของวัสดุนั้น ๆ ในสภาวะที่มีตัวแปรอื่น ๆ ตามธรรมชาติเช่น ลม ,แสงแดด ฯลฯ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

นอกจากนั้น จากสภาพการใช้งานจริงในปัจจุบัน อาคารที่พักอาศัยจะแบ่งออกเป็นอาคารที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อให้อุณหภูมิภายในคงที่ และไม่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ ซึ่งทั้ง 2 กรณีนั้น ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร มีสภาพไม่เหมือนกัน และจะมีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนจากผนังเข้าสู่ภายในอาคาร กับจะมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวของวัสดุด้วยหรือไม่ในลักษณะใด จึงเป็นเรื่องที่ทำการศึกษาอีกอย่างหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1 เพื่อศึกษาผลของมวลสาร(Thermal Mass) ที่มีต่ออุณหภูมิที่ผิวภายนอกของผนังของวัสดุเดียวกัน และมีขนาดพื้นที่เท่ากัน ค่าการดูดกลืนความร้อน (Absorblivity) เท่ากัน ค่าการกระจายความร้อน (Emissivity) เท่ากัน แต่มีมวลสารต่างกันตามลำดับ

2 เพื่อศึกษา ผลของความหยาบของพื้นผิว (Roughness) ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวภายนอกของผนังของวัสดุที่มีมวลสารเท่ากัน ขนาดพื้นที่เท่ากัน ค่าการดูดกลืนความร้อน (Absortivity) เท่ากัน ค่าการกระจายความร้อนเท่ากัน แต่มีพื้นผิวต่างกันตามลำดับ

3 เพื่อศึกษาผลของความแตกต่างด้านการดูดซับความร้อน(Absorbtivity)ของผิววัสดุที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวภายนอกของผนังของวัสดุที่มีพื้นที่เท่ากัน มวลสารเท่ากัน ค่าการกระจายความร้อนเท่ากัน แต่มีความเข้มของสีผิววัสดุต่างกัน

4 เพื่อศึกษาผลของการกระจายรังสีความร้อนของผิววัสดุ (Emissivity) ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวภายนอกของผนังของวัสดุที่มีพื้นที่เท่ากัน มวลสารเท่ากัน แต่มีค่าการกระจายรังสีความร้อนต่างกัน

5 เพื่อศึกษาผลของความแตกต่างระหว่างการติดตั้งฉนวนไว้ภายนอกและภายในที่จะมีต่ออุณหภูมิผิวภายนอกของผนังที่มีค่าความจุความร้อนเท่ากัน

6 เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการศึกษาผลของปัจจัยทั้งหมดข้างต้นที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวภายนอกของผนัง ในสภาวะที่มีการควบคุมอุณหภูมิภายในอาคารและไม่มีการควบคุมอุณหภูมิภายในอาคาร

7 เพื่อแสวงหาแนวทางและกรรมวิธีการออกแบบและเลือกใช้วัสดุผิวภายนอกของผนังอาคารที่ทำให้อุณหภูมิผิวต่ำที่สุดตามความต้องการ

สมมติฐานของการวิจัย

1. วัสดุที่มีมวลสาร(Thermal Mass) มากจะมีความสามารถในการเก็บความร้อน (Heat Capacity) มากกว่าวัสดุที่มีมวลสารน้อย ทำให้ระยะเวลาในการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่ภายในแตกต่างกับวัสดุที่มีมวลสารน้อย และจะทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกของวัสดุมีพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันตามมวลสารที่เปลี่ยนไป

2. วัสดุที่มีพื้นผิวที่มีความหยาบ(Roughness) จะมีพื้นผิวที่มากกว่าวัสดุที่มีพื้นผิวเรียบในพื้นที่เท่า ๆ กัน ผิววัสดุจะมีส่วนที่นูนออกและเว้าเข้าทำให้เนื้อวัสดุในส่วนที่นูนออกนั้นมีมวลสารน้อยกว่าเมื่อเทียบกับบริเวณอื่น ประกอบกับการนูนและเว้าของพื้นผิวทำให้เกิดการบังเงาซึ่งกันและกัน จากเหตุผลทั้งหมดนี้จะทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกของวัสดุที่มีผิวหยาบ และวัสดุผิวเรียบมีพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันตามพื้นผิวที่เปลี่ยนแปลงไป

3. วัสดุที่มีสีเข้ม จะมีอัตราส่วนระหว่างค่าความดูดกลืนความร้อน(Absorbtance) และค่าการสะท้อนรังสีความร้อน (Reflectance) ต่างจากวัสดุที่มีสีอ่อนซึ่งอัตราส่วนดังกล่าวมีผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ ทำให้อุณหภูมิที่ผิวภายนอกของวัสดุทั้งสองชนิดต่างกัน

[illegible]

4. วัสดุที่มีค่าการกระจายรังสีความร้อน(Emissivity) ของพื้นผิวภายนอกแตกต่างกัน จะมีการแผ่รังสีความร้อน(Radiation) ออกจากพื้นผิวของวัสดุแตกต่างกันซึ่งจะมีส่วนต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ ทำให้อุณหภูมิที่ผิวภายนอกของวัสดุทั้งสองชนิดแตกต่างกัน

5. วัสดุที่มีค่าการจุความร้อน (Heat Capacity) เท่ากันแต่มีตำแหน่งของการติดตั้งฉนวนแตกต่างกันจะมีผลต่อการทำให้วัสดุร้อนขึ้นจนสู่จุดอิ่มตัว (Fill up heat capacity) ก่อนจะถ่ายเทความร้อนให้กับภายในแตกต่างกัน ทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกของวัสดุทั้งสองชนิดแตกต่างกันตามสภาพของความเป็นฉนวนของผิวด้านนอกที่เปลี่ยนไป

6. วัสดุที่ใช้ทำผนังเมื่อมีการควบคุมสภาวะอุณหภูมิภายในให้คงที่ด้วยเครื่องปรับอากาศจะทำให้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกกับภายในแตกต่างจากสภาวะที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิภายในให้คงที่ ทำให้พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ผิววัสดุซึ่งมีผลมาจากปัจจัยด้าน มวลสาร พื้นผิว สีของวัสดุ การกระจายรังสีความร้อนของผิววัสดุทั้งสองสภาวะแตกต่างกัน

โดยมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

1. เพื่อความเหมาะสมในการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง โดยการสร้างอาคารทดลองขึ้น 1 หลัง สำหรับเป็นที่ทดลองกับวัสดุที่ใช้ทำผนัง เพื่อให้อุณหภูมิภายในของผนังทุกอันเท่าเทียมกัน เพราะอยู่ในอาคารหลังเดียวกัน และใช้เครื่องมือทดสอบเครื่องเดียวกัน

2. การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยวัสดุที่ใช้ทำผนังในแนวดิ่งตั้งฉากกับพื้นดินเท่านั้น

3. สภาพพื้นผิวของวัสดุทดลองทุกอันถือว่าแห้งสนิทไม่มีการระเหยของน้ำเข้ามาเกี่ยวข้อง

4. เก็บข้อมูลของวัสดุทดลองที่หันหน้าไปยังทิศที่ได้รับแสงแดดตลอดทั้งวันคือทิศใต้ ในช่วงเวลาเดือนกุมภาพันธ์ ถึง มีนาคม เฉพาะในกรุงเทพมหานครเท่านั้น

5. ข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบกันในแต่ละสมมติฐานเป็นข้อมูลที่เก็บในช่วงวัน และเวลาเดียวกัน ยกเว้นการเปรียบเทียบระหว่างกรณีอาคารปรับอากาศ และ ไม่ปรับอากาศ ที่ไม่ได้ใช้ข้อมูลในวันเดียวกัน

6. ปัจจัยทางธรรมชาติอื่น ๆ เช่น ลม ,แดด ฯลฯ ถือว่ามีผลต่อวัสดุทดสอบเท่าเทียมกัน เนื่องจากทำการทดสอบในเวลาเดียวกัน สถานที่เดียวกัน

ระเบียบวิธีวิจัย

จากสมมติฐาน การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวภายนอกของผนังอาคารนั้น วัสดุที่ใช้ในการทดลอง จะใช้วัสดุทดลองที่มีความแตกต่างกันในแง่ของ มวลสาร พื้นผิว สี การกระจายความร้อน ตำแหน่งการติดตั้งฉนวน ต่าง ๆ กัน โดยเมื่อทดสอบปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง จะจัดให้ปัจจัยที่เหลือเท่าเทียมกันหมด เช่น เมื่อทดสอบเรื่องมวลสาร ปัจจัยอื่นด้านพื้นผิว สี จะเท่าเทียมกันหมด เป็นต้น หลังจากนั้นจึงนำวัสดุทดลองมาวัดและบันทึกอุณหภูมิผิววัสดุเพื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบและสรุปผลการทดลองที่ได้ ดังขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การจัดเตรียมอาคารทดลอง

สร้างอาคารทดลอง 1 หลัง เพื่อใช้ควบคุมอุณหภูมิภายในของผนังทดลองให้คงที่ อาคารทดลองที่ใช้มีรูปร่าง สี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด กว้าง x ยาว เท่ากับ 7.5 x 7.5 เมตร สูง 2.50เมตร บุฉนวนโดยรอบและปิดทึบทุกด้าน ยกเว้นผนังด้านทิศใต้เปิดเป็นช่องว่างไว้ติดตั้งผนังทดลองและเป็นทางเข้าออก

ขั้นตอนที่ 2 การจัดเตรียมวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

ได้ใช้หลักเกณฑ์ในการเลือกใช้วัสดุทดลองต่างๆ ดังนี้

2.1กรณีการทดสอบความแตกต่างของมวลสาร มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาโดย

2.1.1 เปรียบเทียบวัสดุทดลองที่มีความหนาแน่นของมวลสารต่าง ๆ กัน ที่มีความหนาเท่ากัน โดยพิจารณาเลือกวัสดุที่เป็นตัวแทนของวัสดุมีมวลสารมาก น้อย และปานกลางดังนี้

2.1.1.1 วัสดุที่มีมวลสารมากเลือกใช้ คอนกรีต (Concrete) มีมวลสารประมาณ 2200 กก./ลบ.ม.

2.1.1.2 วัสดุที่มีมวลสารน้อย เลือกใช้โพลีสไตรีนโฟม (Polystyrene foam) ความหนาแน่น 1 ปอนด์/ลบ.ฟุต หรือ 15 กก./ลบ.ม.

2.1.1.3 วัสดุที่มีมวลสารปานกลาง เลือกใช้คอนกรีตเบา (Lightweight Concrete) มีมวลสารประมาณ 475 กก./ลบ.ม.

2.1.2.เปรียบเทียบโดยเปลี่ยนแปลงความหนาของวัสดุ ในกรณีนี้ ทำการเปรียบเทียบวัสดุทดลองที่มีความหนาต่าง ๆ กัน ในขนาดพื้นที่ เท่า ๆ กัน กับวัสดุที่มีความหนาแน่นเท่ากัน โดยทำการทดสอบกับวัสดุที่มีมวลสารมาก และ วัสดุที่มีมวลสารน้อย สำหรับวัสดุที่มีมวลสารปานกลางในที่นี้คือ คอนกรีตเบา ไม่สามารถจัดหาให้มีขนาดความหนาต่าง ๆ กันได้ จึงไม่ได้ทำการทดสอบ

2.2 กรณีการทดลองปัจจัยด้านพื้นผิวที่จะมีผลต่ออุณหภูมิผิวของวัสดุ ใช้วิธีทำผิวของวัสดุให้มีพื้นที่ผิวมากน้อยต่าง ๆ กันโดยที่ วัสดุทดลองทุกชิ้นมีมวลสารเท่ากัน เพื่อเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิผิวที่เกิดขึ้น ในที่นี้ทำการทดสอบกับวัสดุที่มีมวลสารมาก คือ คอนกรีตเท่านั้น เพราะสามารถควบคุมมวลสารให้เท่ากันได้ในขั้นตอนการผลิตด้วยการหล่อในแบบที่ต่าง ๆ กันด้วยปริมาณคอนกรีตเท่า ๆ กัน สำหรับผนังที่มีมวลสารน้อย คือ โฟม นั้นปกติการใช้งานทั่ว ๆ ไปต้องมีการปิดผิวด้วยปูนฉาบบาง ๆ ซึ่งไม่สามารถที่จะตกแต่งผิวให้มีพื้นที่ผิวแตกต่างกันได้อย่างชัดเจนโดยง่าย จึงไม่ได้ทำการทดสอบ

2.3 กรณีการทดสอบปัจจัยด้านความเข้มของสีที่มีผลต่อการดูดความร้อนและจะมีผลต่ออุณหภูมิผิวของวัสดุ เลือกใช้การทาสีกับวัสดุทดลองด้วยสีดำ ซึ่งมีค่า Solar absorbtance (α) = 0.94 - 0.98 เปรียบเทียบกับสีขาวซึ่งมีค่า Solar absorbtance (α) = 0.1 - 0.3 ทำการทดสอบกับวัสดุที่มีมวลสารมากและน้อยทั้งสองกรณี

2.4 กรณีการทดสอบปัจจัยด้านการกระจายรังสีความร้อนที่จะมีผลต่ออุณหภูมิผิววัสดุใช้วิธีทาสี Aluminized painted (สีเงิน) ซึ่งมีค่าการกระจายความร้อน(Emittance - ε) = 0.5 เปรียบเทียบกับวัสดุธรรมดาที่เป็นผิวธรรมชาติซึ่งมักจะมีค่า Emittance อยู่ประมาณ 0.8 - 0.9 ทำการทดสอบกับวัสดุที่มีมวลสารมากและน้อยทั้งสองกรณี

2.5 กรณีการทดสอบเรื่องตำแหน่งการติดตั้งฉนวนและความหนาของฉนวนที่เปลี่ยนไป ใช้ Polystyrene foam ความหนาแน่น 1 ปอนด์/ลบ.ฟุต ใช้ร่วมกับผนังคอนกรีตหนา 10 เซนติเมตร โดยติดตั้งด้านที่เป็นโฟมออกทางด้านนอกเปรียบเทียบกับการติดตั้งโฟมภายในอาคาร สำหรับกรณีความหนาของฉนวนที่เปลี่ยนไปใช้โฟมขนาด 1, 2, และ3 นิ้ว ติดตั้งกับผนังคอนกรีตหนา 10 เซนติเมตรหันด้านโฟมออกด้านนอกเปรียบเทียบกัน

การกำหนดขนาดของวัสดุที่นำมาทดสอบ

เนื่องจากในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ต้องใช้ผนังทดสอบหลายชิ้นทำการทดสอบกับอาคารทดลองที่มีการควบคุมอุณหภูมิและมีขนาดจำกัด เพื่อความเหมาะสมจึงเลือกใช้วัสดุทดลองที่มีขนาดพื้นที่ 0.6 x 0.6 เมตรความหนาต่าง ๆ กัน ล้อมกรอบด้วยฉนวน Polystyrene foam หนา 4 นิ้ว(10ซ.ม.) โดยรอบทั้ง 4 ด้าน เพื่อกันความร้อนจากด้านข้างและทำให้ทิศทางการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่ภายในเป็นไปในทางแนวนอนอย่างเดียว กรอบความหนาของกรอบ Polystyrene foam หนา 20 เซนติเมตรเท่ากับความหนาผนังอาคารเพื่อให้สามารถตั้งบนขอบผนังของอาคารทดลองได้อย่างมั่นคง ขนาดของวัสดุทดลองทุกชิ้นเมื่อรวมกรอบโฟมแล้วมีขนาด 0.80x0.80x0.20 ม.

สาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งในการทดลองที่จำเป็นต้องจำกัดขนาดของผนังทดลอง เนื่องจากการทดลองจะต้องมีการเปลี่ยนผนังโดยการยกขึ้น-ลงหลายครั้ง ซึ่งถ้าผนังทดลองมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากกว่านี้ โดยเฉพาะผนังทดลองที่เป็นคอนกรีตจะทำให้ไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย

ผนังทดลองทั้งหมดนำมาทดสอบใน 2 กรณีคือ

1. ควบคุมอุณหภูมิภายในอาคารทดลองให้คงที่ ด้วยเครื่องปรับอากาศ
2. ไม่ควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลอง

เพื่อเป็นการศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวภายนอกอาคารในกรณีที่อาคารมีการปรับอุณหภูมิและไม่มีการปรับอุณหภูมิ

ขั้นตอนที่ 3 การวัดและการบันทึกข้อมูล

เพื่อเป็นการศึกษาพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอกของวัสดุที่เกิดขึ้นตลอดทั้งวัน ดังนั้นจึงต้องทำการวัดและบันทึกอุณหภูมิที่ผิววัสดุที่ทำการทดสอบแต่ละครั้ง ทุก ๆ 1 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิเครื่องเดียวกัน เมื่อเก็บข้อมูลตามกำหนดแล้วให้นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยการ Plot กราฟ เพื่อตรวจสอบผลที่ได้ว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่ และเมื่อได้ข้อมุลที่ถูกต้องเชื่อถือได้แล้วให้นำมาวิเคราะห์โดยการนำเอาหลักทฤษฎีที่เกี่ยวข้องวิเคราะห์พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ผิววัสดุในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการเลือกใช้วัสดุผิวภายนอกของผนังอาคารที่มีอุณหภูมิผิวต่ำสุดตามความต้องการของผู้ใช้และประหยัดพลังงาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลที่ได้ จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะทำให้สามารถเข้าใจได้ว่าปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความหยาบของพื้นผิววัสดุ การกระจายความร้อน การดูดความร้อน ตำแหน่งการติดตั้งฉนวน และความจุความร้อนของวัสดุ ว่าผลที่มีต่ออุณหภูมิผิวภายนอกของผนังอาคารเป็นอย่างไร และจากการศึกษานี้ จะทำให้ทราบพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ผิววัสดุในช่วงเวลาต่าง ๆ ทำให้เราสามารถเลือกใช้และออกแบบรายละเอียดของผิวนอกอาคารให้เหมาะสมกับการใช้งานภายนอกอาคารในช่วงเวลาต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผนังที่อุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุดเป็นการลดปริมาณความร้อนที่ผิววัสดุที่จะแผ่รังสีความร้อนออกมา ซึ่งจะทำให้ MRT (Mean Radiant Temperature) ลดลง และจะทำให้สภาวะแวดล้อมโดยรวมทั่วไปเย็นลงอีกด้วย