บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประเทศไทย ตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น(Hot Humid Climates) ระหว่างเส้นรุ้ง(Latitude) ที่ 5-21 $^{\circ}$ เหนือกับเส้นแวง (Longitude) ที่ 90 - 106 $^{\circ}$ตะวันออก ใกล้เส้นศูนย์สูตร ดวงอาทิตย์มีวงโคจรค่อนไปทางทิศใต้เป็นส่วนใหญ่ มีปริมาณแสงแดดจัดตลอดเกือบทั้งปี ส่วนใหญ่อุณหภูมิและความชื้นตลอดทั้งปี จะอยู่นอกเขตภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) ซึ่งภาวะน่าสบายนี้ จะตกอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 72-79 $^{\circ}$F (22.2-26.1 $^{\circ}$C) โดยที่ ความชื้นสัมพัทธ์ อยู่ในช่วง 20-70% ที่ระดับความสูงน้ำทะเลและความดันบรรยากาศปกติ[1] ดังนั้น วิธีที่ดีและประหยัดที่สุด ก็คือ การป้องกันหรือการลดปริมาณความร้อน (Heat Transmission) ที่ผ่านเปลือกอาคาร (Building Envelope) เข้ามาภายในอาคาร ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ควบคู่ไปกับการปรับอากาศ (Air Conditioning) ภายในพื้นที่การใช้งานในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบายดังกล่าว ซึ่งในการปรับอากาศนั้น จำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้า จากสำรวจการใช้พลังงานในอาคารขนาดใหญ่โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2536) พบว่า การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารพาณิชย์เพื่อการปรับอากาศมีค่าอยู่ระหว่าง 50-60% ของการใช้พลังงานไฟฟ้า ทั้งหมดในอาคาร คาดว่าแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานในอาคารขนาดใหญ่จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะในระบบปรับอากาศ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารขึ้น ซึ่งนอกจากจะประหยัดค่าไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้หรือเจ้าของอาคารแล้ว ภาครัฐบาลยังสามารถประหยัดเงินลงทุนในการผลิตไฟฟ้าได้อีกด้วย

ภาระในการปรับอากาศ ประกอบด้วยความร้อน 2 ประเภท ได้แก่ ภาระความร้อนที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ปรับอากาศ(Internal Loads) เช่น ความร้อนจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ไฟฟ้าแสงสว่าง จำนวน และกิจกรรมของผู้ใช้อาคาร เป็นต้น และภาระความร้อนที่เกิดจากภายนอก (External Loads) เป็นการถ่ายเทความร้อน ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของบรรยากาศ ขึ้นอยู่กับอัตราความร้อน ที่ถ่ายเทจากภายนอก เข้าสู่ภายในอาคาร ประกอบด้วย ความร้อนที่ถ่ายเทโดย

---

1 ASHRAE. 1979 Fundamental American Society of heating Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Fig. 4.6a The psychrometric chart, Inc.,Atlanta,1997.

การนำและการพาความร้อนผ่านผนังและหลังคา ความร้อนซึ่งถ่ายเทโดยการนำและแผ่รังสี ผ่านผนัง หน้าต่างหรือช่องแสง ซึ่งในการวิจัยนี้จะทำการหาบทสรุปของรูปแบบผนังที่เหมาะสมในการป้องกันความร้อนที่เกิดจากภายนอก (External Loads) ซึ่งเป็นการควบคุมปริมาณความร้อนให้เข้ามาในอาคารให้น้อยที่สุด เท่าที่เทคโนโลยี่ในยุคปัจจุบันจะเอื้ออำนวย

1.1 ความเป็นมาของโครงการวิจัย

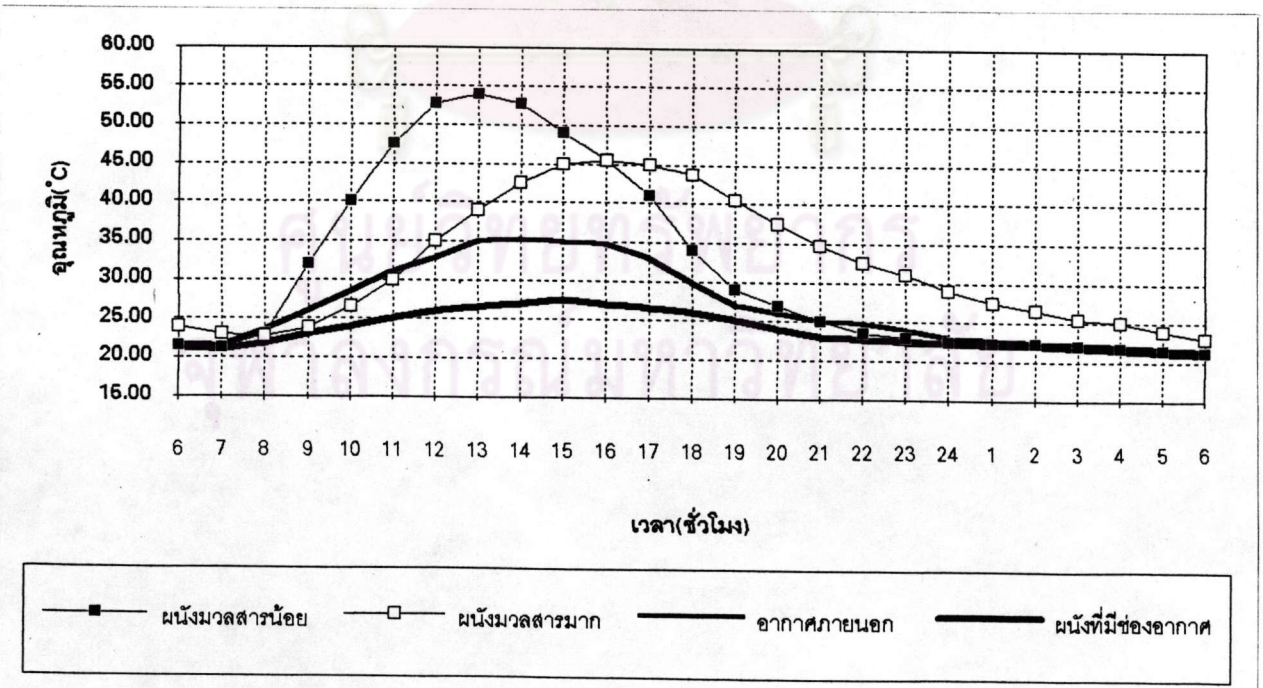
กฎหมายอนุรักษ์พลังงาน ระบุถึงความสำคัญของการลดภาระการปรับอากาศ ในส่วนของปริมาณความร้อนที่นำสู่อาคาร โดยการถ่ายเทผ่านผนังภายนอก หรือเปลือกอาคาร (Building Envelope) จึงได้กำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่เข้าสู่อาคาร (Overall Thermal Tranfer Value, OTTV.) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบอาคารใหม่เท่ากับ 45 วัตต์/ตร.ม. หรือปรับปรุงอาคารเก่าเท่ากับ 55 วัตต์/ตร.ม. โดยพิจารณาถึงองค์ประกอบดังนี้

1. การนำความร้อนผ่านผนังทึบ
2. การนำความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง
3. การแผ่รังสีผ่านผนังโปร่งแสง

ในที่นี้จะเน้นเฉพาะการนำความร้อนผ่านผนังทึบเท่านั้น การลดความร้อนในส่วนของผนังทึบ ทำได้หลายวิธี เช่น การทำให้ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ กระทบตัวอาคารน้อยที่สุด (การทำแผงกันแดด การยื่นชายคา เป็นต้น) ถือเป็นหลักการแรกในการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในเรื่องที่เกี่ยวกับการใช้พลังงาน เทคนิควิธีการต่าง ๆ ทางด้านสถาปัตยกรรม เกี่ยวกับการวางตำแหน่ง และทิศทางของอาคาร การเลือกรูปร่างของตัวอาคารเพื่อที่จะลดพื้นที่ของผนัง การเลือกสีตกแต่งผนัง รวมถึงการเลือกใช้วัสดุผนังที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน "U" ต่ำ หรือค่า "R" สูง และการติดตั้งฉนวนกันความร้อนเพิ่มเติม ในการเลือกวัสดุผนังที่มีค่า "U" ต่ำจากในตำรา อาจจะได้ผลในทางปฏิบัติ ไม่ตรงตามตำรา ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ของแต่ละประเทศ เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ที่ปรากฏในตำรานั้น เป็นค่าที่ได้จากการทดลองในห้องทดลอง ภายใต้สภาวะการควบคุมความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกกับอุณหภูมิภายใน ให้คงที่ตลอด (Under Steady State Condition) แต่ในสภาพความเป็นจริงอุณหภูมิของอากาศภายในและภายนอกของผนัง เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งนี้เนื่องมาจาก มีตัวแปรอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น แสงแดด ลม (ความเร็ว ทิศทาง และความถี่) ความชื้น เป็นต้น ทำให้คุณสมบัติ

ของวัสดุหรือ ค่า "U" ที่ใช้ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV.) ไม่ตรงกับสภาพความเป็นจริงได้

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า การก่อสร้างในประเทศไทย ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ส่วนใหญ่นิยมใช้ผนังก่ออิฐฉาบปูน เป็นผนังอาคารทั้งภายในและภายนอก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผนังภายนอกอาคารที่ต้องเผชิญกับสภาพ ดิน ฟ้า อากาศ ที่ร้อนระอุตลอดทั้งวัน และตลอดเกือบทั้งปี ถือกันว่า ผนังก่ออิฐฉาบปูนเป็นผนังที่เหมาะสม ราคาถูกทั้งค่าของและค่าแรง หาซื้อได้ง่าย มีความคงทน แข็งแรงพอสมควร ทำให้เป็นที่นิยมใช้กันจนเคยชินสืบต่อกันมาจนเป็นประเพณีเลยก็ว่าได้ ซึ่งจริงๆแล้ว ในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น(Hot Humid Climates) ของไทยเรา ผนังก่ออิฐฉาบปูนถือเป็นวัสดุผนังที่ใช้ป้องกันความร้อนได้ต่ำมาก เมื่อเทียบกับวัสดุผนังที่เป็นฉนวน ทั้งนี้ เพราะเป็นวัสดุผนังที่มีมวลสารมาก(High Mass Material) มีคุณสมบัติในการกักเก็บความร้อนในอัตราที่ช้า แต่มีปริมาณมาก คุณสมบัตินี้เหมาะสำหรับสภาพภูมิอากาศเขตร้อนแห้ง (Hot Arid Climates) มากกว่า สำหรับในประเทศไทย ควรเลือกใช้วัสดุผนังที่มีมวลสารในการกักเก็บความร้อนน้อย (Low Mass Material) เช่น โฟม ระบบผนังกันความร้อนประเภทต่าง ๆ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดในปัจจุบัน เช่น Armour Wall SC. Wall เป็นต้น แต่เนื่องจากมีราคาต่อตารางเมตรค่อนข้างแพงมาก อีกทั้งต้องใช้เทคโนโลยีในการติดตั้งเฉพาะด้วย จึงยังไม่ค่อยเป็นที่นิยมแพร่หลายมากนัก



รูปที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างวัสดุ High Mass และ Low Mass ที่มีค่า "U" เท่ากัน

(ที่มา: สรุปจากผลงานวิจัยเรื่องผลของมวลสารและสีของผนังต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร โดย น.ส. สินีรัตน์ ภัทรธรรมกุล)

จากกราฟจะพบว่า ข้อดีของผนังมวลสารมาก คือในช่วงเวลาประมาณ 08:00 - 15:00 น. (7 ชั่วโมง) อุณหภูมิภายในของผนังก่ออิฐฉาบปูน (4") จะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก เนื่องจากคุณสมบัติในการสะสมความร้อนในอัตราที่ช้า และข้อดีของผนังมวลสารน้อย คือในช่วงเวลาประมาณ 20:00 - 09:00 น. (13 ชั่วโมง) อุณหภูมิภายในของผนังโฟม (4 มม.) จะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก เนื่องจากคุณสมบัติการสูญเสียความร้อนในอัตราที่รวดเร็ว และการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนกับสภาพแวดล้อมด้วย

จะเห็นได้ว่าวัสดุผนังมวลสารมากมีคุณสมบัติที่เด่นชัด คือ สามารถรับและคายความร้อนในอัตราที่ช้า ส่วนวัสดุผนังมวลสารน้อย จะมีคุณสมบัติกลับกัน คือ สามารถรับและคายความร้อนในอัตราที่รวดเร็ว คงเป็นไปไม่ได้ที่จะมีผนังที่มีคุณสมบัติที่ดีของวัสดุมวลสารมาก (สะสมความร้อนช้า) และมีคุณสมบัติที่ดีของวัสดุมวลสารน้อย (สูญเสียความร้อนเร็ว) อยู่ในวัสดุผนังเดียวกัน แต่เราสามารถออกแบบผนังใหม่ๆให้มีคุณสมบัติดังกล่าวได้ โดยใช้วิธีการระบายความร้อนในช่องอากาศ ระหว่างผนังชั้นนอกกับผนังชั้นใน ซึ่งเป็นที่มาของระบบผนังที่มีช่องอากาศ (Cavity Wall System)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้ ทำขึ้นเพื่อต้องการหาระบบผนังที่เหมาะสมที่สุดสำหรับประเทศไทย โดยเฉพาะความสามารถในการลดปริมาณความร้อนที่ผ่านระบบผนังเข้าสู่ภายในอาคาร ความเป็นไปได้ในแง่ของการนำไปประยุกต์ใช้กับงานจริง และการลดภาระการปรับอากาศ จึงได้กำหนดวัตถุประสงค์เป็นข้อๆ ดังนี้

1. เพื่อศึกษา และเปรียบเทียบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของระบบผนังที่มีช่องอากาศ (Cavity Wall System) ที่ใช้วัสดุผนังประเภทมวลสารมาก (High Mass Material) และ/หรือ ผนังประเภทมวลสารน้อย(Low Mass Material)

2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมาใช้งานจริง โดยในการศึกษานี้ จะเน้นเรื่องของประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ของระบบผนังที่มีช่องอากาศ เปรียบเทียบกับผนังก่ออิฐ $^{1}/_{2}$ แผ่นฉาบปูนเรียบ ที่นิยมใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยระบบผนังที่มีช่องอากาศนี้ ได้กำหนดสมมุติฐานของการวิจัย เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ระบบผนังที่มีช่องอากาศ ที่มีการระบายความร้อนภายในช่องอากาศได้ดี จะมีผลทำให้อุณหภูมิภายในอาคารลดต่ำลง

2. ระบบผนังที่มีช่องอากาศ ในอาคารไม่ปรับอากาศ ในช่วงอุณหภูมิสูงสุดของวัน การถ่ายเทความร้อนจากภายนอกสู่ภายในอาคาร ขึ้นอยู่กับมวลสารของผนัง โดยที่ ผนังวัสดุมวลสารมาก จะทำให้อุณหภูมิภายในมีค่าต่ำกว่าผนังวัสดุมวลสารน้อย

3. ระบบผนังที่มีช่องอากาศ ในอาคารปรับอากาศ การลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกสู่ภายในอาคาร ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายในช่องอากาศ และสามารถในการป้องกันความร้อนของผนังชั้นใน

4. ระบบผนังที่มีช่องอากาศ สามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกสู่ภายในอาคาร ได้ดีกว่าผนังก่ออิฐ $^{1}/_{2}$ แผ่นฉาบปูนเรียบ

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยในเชิงทดลอง(Experimental Research) ถือเป็นกระบวนการค้นคว้าหาความจริงโดยวิธีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะได้ผลการวิจัยที่มีความน่าเชื่อถือได้ดีที่สุด ทั้งนี้ภายใต้สมมุติฐานและตัวแปรที่กำหนด

สำหรับงานวิจัยนี้ เป็นการทดสอบคุณสมบัติการป้องกันความร้อนของระบบผนัง เนื่องจากตัวแปรที่จะทำการทดสอบมีหลายตัว เช่น ประเภทของวัสดุผนังชั้นนอกและชั้นใน ความหนาของผนังแต่ละชั้นและทั้งระบบ ความกว้างของช่องอากาศและช่องเปิด เป็นต้น จึงต้องมีการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบตัวแปรต่าง ๆ กับกล่องทดสอบ ทั้งนี้ ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

- สามารถควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลกระทบในการทดลองได้ โดยให้เหลือตัวแปรที่จะทดสอบเพียงตัวแปรเดียว ที่แตกต่างกัน
- สะดวกในการเคลื่อนย้ายและติดตั้ง โดยเฉพาะที่ต้องมีการทดสอบหลายขั้นตอน
- ป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ทำให้สามารถแก้ไขได้ทันเวลา
- ประหยัดเวลาและงบประมาณในการศึกษาวิจัย เพราะมีค่อนข้างจำกัด

หลังจากนั้น จึงนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์และสรุปผล โดยคัดเลือกตัวแปรที่ทดสอบที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนได้ดีและเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งาน โดยนำไปทดสอบกับอาคารจริงต่อไป ซึ่งมีขั้นตอนในการทดลองพอสังเขป ดังนี้

- จำลองสภาพการใช้งานจริง เพื่อหาปริมาณความร้อน ที่ถ่ายเทผ่านผนังทดสอบแต่ละตัวอย่าง ในช่วงเวลาและวันเดียวกัน ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน โดยควบคุมอุณหภูมิภายในให้คงที่ตลอดเวลา

- เปรียบเทียบค่าปริมาณความร้อน ที่ถ่ายเทผ่านผนังทดสอบต่าง ๆ เทียบกับผนังก่ออิฐ $^{1}/_{2}$ แผ่นฉาบปูนเรียบ

- สรุปข้อดีและข้อเสียของผนังต่าง ๆ พร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการเลือกใช้วัสดุผนัง เพื่อประโยชน์ในการทำการวิจัยครั้งต่อไป

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นในเรื่องของการแสวงหาระบบผนังรูปแบบใหม่ ที่มีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อน ด้วยการเลือกใช้วัสดุผนังประเภทที่เหมาะสม(High or Low Mass Material) และการทดสอบคุณสมบัติของช่องอากาศที่กำหนดความกว้างที่เหมาะสมเท่านั้น ปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่ครอบคลุมถึงในการวิจัยนี้ ได้แก่

- ความหนาของวัสดุผนังทดสอบ
- ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U)
- ความกว้างของช่องอากาศและช่องเปิดของผนังช่องอากาศที่เหมาะสม
- ความหนาของผนังชั้นใน ซึ่งใช้เป็นฉนวนกันความร้อนที่เหมาะสม
- Condensation และความชื้นซึ่งอาจเกิดขึ้นได้
- มด แมลง และสัตว์เลื้อยคลานต่างๆ ที่อาจข้ามาทางช่องเปิดได้

เนื่องจากระยะเวลาในการทำการวิจัยอยู่ในช่วงสั้น ๆ ไม่สามารถทำต่อเนื่องครอบคลุมทั้งปีได้ เพราะมีข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาการศึกษา งบประมาณ สถานที่ เครื่องมือ และอื่น ๆ แต่ก็สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าได้ในระดับหนึ่ง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากงานวิจัยนี้ จะได้แนวทางใหม่ ในการพัฒนาระบบผนังที่ถูกต้อง เหมาะสมมากขึ้น โดยเฉพาะเรื่องของคุณสมบัติของวัสดุผนัง ประเภท High Mass และ Low Mass ในด้านความสามารถในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารและการใช้หลักการระบายความร้อนภาย

ในช่องอากาศ โดยวิธีธรรมชาติ ซึ่งถือเป็นจุดเด่นของผนังระบบนี้ อีกทั้งผลที่ได้จากการวิจัยสามารถนำไปเป็นข้อมูลในเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

-สามารถทราบค่าความต้านทานความร้อน "R" ของระบบผนังที่มีช่องอากาศ แบบเปิดได้ตามสภาพจริง ณ วันเวลา และสถานที่ที่ทำการทดลองนั้น ซึ่งถือเป็นค่าที่ใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุด ตามปกติจะไม่สามารถคำนวณหาค่าที่ถูกต้องได้

-สามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ ในการออกแบบของสถาปนิก ในการเลือกใช้ระบบผนังที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

-นับเป็นจุดเริ่มต้นที่ดี ในการทำวิจัยด้านเทคโนโลยีซึ่ง มีความจำเป็นอย่างมาก สำหรับประเทศที่กำลังพัฒนาและกำลังตื่นตัวเรื่องการอนุรักษ์พลังงานอย่างประเทศไทย ซึ่งจะยังมีผลให้มีการส่งเสริมงานวิจัยลักษณะนี้ให้แพร่หลายมากยิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย