บทที่ 2

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

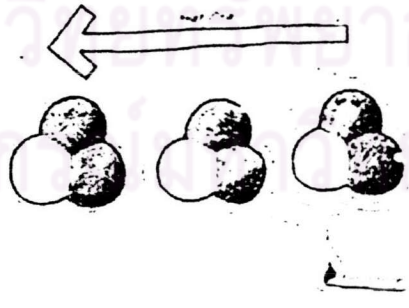
การศึกษานี้เป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ จึงจำเป็นต้องเข้าใจถึงกระบวนการในการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ และตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะสามารถดำเนินการสร้างแบบประเมินที่ถูกต้องและครอบคลุมตัวแปรได้ครบถ้วนการประเมินค่าการประหยัดพลังงานในส่วนผนังอาคาร

2.1 พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุ

ความร้อนจะเคลื่อนที่จากสสารที่ร้อนสู่สสารที่เย็นกว่าเสมอ และถ้าสสารใดๆไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแล้วก็จะไม่มีการถ่ายเทความร้อน การถ่ายเทความร้อนมีอยู่ 3 ประเภทได้แก่ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน

2.1.1 **การนำความร้อน** (conduction)

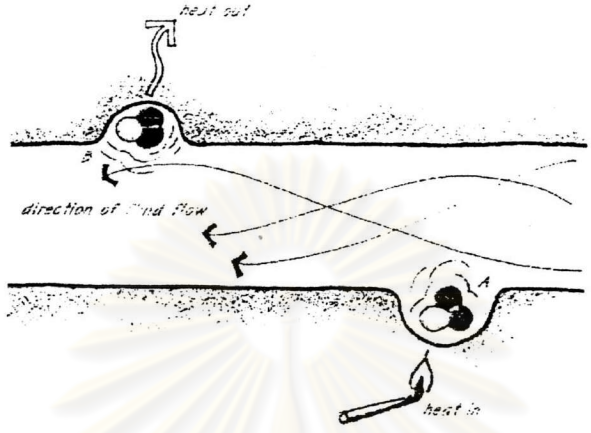
การนำความร้อนเกิดจากการเคลื่อนที่ของพลังงานระหว่างโมเลกุลที่อยู่ติดกัน การถ่ายเทความร้อนจะเกิดจากบริเวณที่ร้อนกว่าหรือมีการเคลื่อนไหวของโมเลกุลมากกว่า ไปสู่บริเวณที่เย็นกว่า หรือมีการเคลื่อนไหวของโมเลกุลที่ช้ากว่า การถ่ายเทความร้อนจะเกิดในทุกทิศทาง และไม่ขึ้นอยู่กับแรงโน้มถ่วงของโลก วัสดุจะมีการนำความร้อนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับโครงสร้างโมเลกุล วัสดุที่มีความหนาแน่นมากจะนำความร้อนได้มาก วัสดุโลหะ เช่น อลูมิเนียม เหล็ก ทองแดง เป็นตัวนำความร้อนที่ดีที่สุด รองลงมาได้แก่ คอนกรีตและอิฐ วัสดุธรรมชาติ เช่น ไม้จะมีค่าการนำความร้อนน้อย อากาศหรือก๊าซชนิดต่างๆจะเป็นตัวนำความร้อนที่แย่ที่สุด ทำให้อากาศเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี อย่างไรก็ตามค่าการนำความร้อนไม่สามารถผ่านไปยังที่ๆไม่มีโมเลกุลเรียงตัวกันอย่างสุญญากาศได้ ความสามารถในการนำความร้อนจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ คุณสมบัติของวัสดุ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิววัสดุ ความหนาวัสดุ พื้นที่สัมผัสโดยตรงกับความร้อน และช่วงเวลาที่สัมผัสนั้น เป็นต้น



ภาพที่ 1 แสดงการเคลื่อนที่ของพลังงานระหว่างโมเลกุลที่อยู่ติดกันทำให้เกิดการนำความร้อน
ที่มา : Moore, Fuller, 1993: 8

2.1.2 **การพาความร้อน** (convection)

การพาความร้อนคือการถ่ายเทความร้อนโดยการเคลื่อนที่ของของไหลผ่านตัวกลาง เช่น อากาศและน้ำ เมื่อสสารถูกทำให้ร้อนโมเลกุลจะเคลื่อนไหวเร็วขึ้นและแตกกระจายออกไปในทิศทางต่างๆก่อให้เกิดการขยายตัวของสสารนั้นๆ โดยของแข็งจะมีการเพิ่มปริมาตรขึ้น ของเหลวและก๊าซจะมีความหนาแน่นต่ำลงและลอยตัวขึ้น



ภาพที่ 2 แสดงการพาความร้อนจากจุด A ไปยังจุด B
ที่มา : Moore, Fuller, 1993: 17

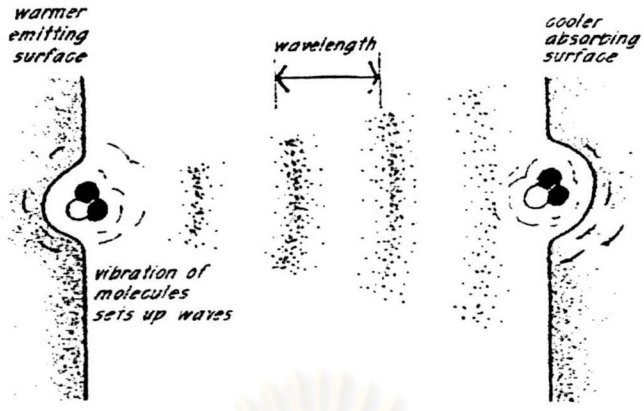
จากรูปการถ่ายเทความร้อนจากด้านร้อน A ไปด้านเย็น B มีการเคลื่อนที่ที่เกิดจากการนำความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนจากภายนอกจนมากระทบที่จุด A ความร้อนนี้จะถ่ายเทไปที่อากาศและการพาความร้อนผ่านอากาศไปยังจุด B

ความแตกต่างของการนำความร้อนและการพาความร้อนคือความแตกต่างของการเคลื่อนที่ของโมเลกุล การนำความร้อนนั้นโมเลกุลจะไม่เปลี่ยนตำแหน่งแต่จะเคลื่อนย้ายพลังงานจากโมเลกุลหนึ่งไปยังโมเลกุลใกล้เคียง ส่วนการพาความร้อนพลังงานจะถูกถ่ายเทไปโดยโมเลกุลจะนำไปด้วยตัวเอง

2.1.3 **การแผ่รังสีความร้อน** (radiation)

การแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อโมเลกุลของสสารเกิดการเคลื่อนไหวจะคายพลังงานคลื่นออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การแผ่รังสีความร้อนจึงเป็นการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งจะเคลื่อนที่จากวัตถุที่ร้อนกว่าไปสู่วัตถุที่เย็นกว่าเช่นเดียวกับการนำความร้อน แต่การแผ่รังสีความร้อนสามารถส่งความร้อนผ่านสุญญากาศได้

การเคลื่อนที่หรือการสั่นของโมเลกุลพื้นผิวของสสารจะก่อให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถเคลื่อนผ่านตัวกลางได้เร็วเท่ากับความเร็วแสง การเคลื่อนที่ของโมเลกุลจะช้าลงเมื่อเปลี่ยนแปลงไปเป็นคลื่นรังสีความร้อน โดยเมื่อความร้อนเคลื่อนที่ผ่านของแข็ง อากาศ หรือสุญญากาศไปจนกระทบพื้นผิววัสดุอีกด้าน จะสะสมพลังงานความร้อนในด้านนั้นๆ และทำให้โมเลกุลมีการเคลื่อนไหวมากขึ้นจนอุณหภูมิสูงขึ้น และคายความร้อนออกมา การแผ่รังสีความร้อนจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในทุกทิศทาง และไม่ขึ้นกับแรงโน้มถ่วง



ภาพที่ 3 แสดงการแผ่รังสีความร้อนซึ่งเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ที่มา : Moore, Fuller, 1993: 13

2.2 ค่าการนำความร้อน(Conductance,C) **ค่าความต้านทานความร้อน**(Resistance,R) **และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน** (U)

วัตถุทุกชนิดมีการนำความร้อนที่แตกต่างกันคุณสมบัตินี้ของวัสดุถูกจำกัดความว่าเป็น ค่าการนำความร้อน (Conductivity หรือ k) ค่าการนำความร้อนนี้จะสามารถบอกถึงปริมาณความร้อนที่สามารถผ่านวัสดุที่มีพื้นที่ 1 ตารางฟุต มีความหนา 1 นิ้ว เมื่อมีค่าอุณหภูมิแตกต่าง 1 องศาฟาเรนไฮต์

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) เป็นค่าที่บอกถึงอัตราในการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุที่มีพื้นที่ 1 ตารางฟุต เมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิ 1 องศาฟาเรนไฮต์ สำหรับวัสดุที่มีการรวมกันหลายชั้นและรวมค่าการนำความร้อนจากฟิล์มอากาศบริเวณผิววัสดุภายในและภายนอกอาคารแล้ว

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนนี้สามารถคำนวณหาได้จากการคิดผลรวมส่วนกลับของค่าการนำความร้อน (C) ของวัสดุในแต่ละชั้น และฟิล์มอากาศ โดยคำนวณความหนาของวัสดุด้วย ซึ่งค่านี้จะเท่ากับค่าความต้านทานความร้อนรวม (R) ของวัสดุ ค่าการนำความร้อน(C) ค่าความต้านทานความร้อน(R) และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) มีความสัมพันธ์กัน ดังสมการต่อไปนี้

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

เมื่อ

Q = ค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นใน 1 ชั่วโมง มีหน่วยเป็น Btu/h

U = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมซึ่งเป็นส่วนกลับจากสูตร $U = 1/\sum R$ เมื่อ R เป็นค่าความต้านทานของวัสดุในแต่ละชั้นรวมค่าความต้านทานของฟิล์มอากาศภายในและภายนอกด้วย มีหน่วยเป็น Btu/h ft^2 F

ΔT = ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอก มีหน่วยเป็น $^{\circ}F$

เมื่อวิเคราะห์สมการข้างต้นจะพบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญในการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้ามาสู่ภายในจะเป็นค่า U เนื่องจากเมื่อค่านี้แปรผันตามวัสดุที่ใช้จะส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนในทันทีทำให้เกิด

อัตราเร็วในการถ่ายเทความร้อนที่แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อค่านี้ต่ำจนถึงระดับหนึ่งความร้อนภายนอกก็จะไม่สามารถถ่ายเทเข้ามาภายในจนทำให้อุณหภูมิเกิดการเปลี่ยนแปลงได้

2.3 ค่าความร้อนจำเพาะของวัสดุ(Spectific Heat,C) **ค่าความจุความร้อนของวัสดุ** (Heat Capacity) **และการคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ต้องการในการเปลี่ยนอุณหภูมิวัสดุ**

ในการถ่ายเทความร้อนผ่านจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคาร พลังงานความร้อนที่ผิวผนังภายนอกได้รับไม่ได้ทำให้อุณหภูมิของผนังสูงขึ้นในทันที ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากวัสดุแต่ละชนิดต้องการปริมาณความร้อนเพาะที่แตกต่างกันจำนวนหนึ่งในการเพิ่มอุณหภูมิของวัสดุขึ้นไปทุกๆ 1 องศา

ค่าความจุความความร้อนจำเพาะของวัสดุ (Specific Heat) เป็นปริมาณความร้อนที่วัสดุต้องการในการทำให้วัสดุหนัก 1 หน่วย มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศา จากความรู้เกี่ยวกับค่าความจุความร้อนจำเพาะ ทำให้สามารถคำนวณค่าความจุความร้อน (Heat Capacity) ของวัสดุต่างๆได้

ในการคำนวณค่าความจุความร้อน (Heat capacity) ของวัสดุต่างๆ เพื่อทราบค่าปริมาณความร้อนที่วัสดุชนิดหนึ่งต้องการในการเพิ่มอุณหภูมิของวัสดุขึ้นไป 1 องศา ในทุกๆ 1 หน่วยปริมาตร สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$C = pc \text{ โดยที่ } p = m / v$$

เมื่อ

C	=	ค่าความจุความร้อนของวัสดุ มีหน่วยเป็น $Btu/ft^3\ ^\circ F$
p	=	ความหนาแน่นของวัสดุ มีหน่วยเป็น lb/ft^3
c	=	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุ มีหน่วยเป็น $Btu/lb\ ^\circ F$
m	=	มวลของวัสดุ มีหน่วยเป็น lb
v	=	ปริมาตรของวัสดุ มีหน่วยเป็น ft^3

ค่าความจุความร้อนจำเพาะยังสามารถใช้คำนวณหาปริมาณความร้อนที่วัสดุต้องการในการเปลี่ยนอุณหภูมิ ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิวัสดุให้เท่ากับอุณหภูมิที่ต้องการโดยมีสมการ ดังต่อไปนี้

$$Q = m^*c^*\Delta t$$

เมื่อ

Q	=	ปริมาณความร้อน มีหน่วยเป็น Btu
m	=	มวลสารของวัสดุ มีหน่วยเป็น lb
c	=	ค่าความร้อนจำเพาะของวัสดุ มีหน่วยเป็น $Btu/lb\ ^\circ F$
Δt	=	ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่ต้องการ มีหน่วยเป็น $^\circ F$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สภาพการแพร่กระจายความร้อน (Thermal Diffusivity)

สภาพการแพร่กระจายความร้อนเป็นค่าที่ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อบอกถึงคุณสมบัติในการแพร่กระจายความร้อนในเนื้อวัสดุ โดยถูกจำกัดให้อยู่ในรูปของสมการ ดังต่อไปนี้

$$D = k/pc$$

เมื่อ

D = สภาพการแพร่กระจายความร้อน มีหน่วยเป็น ft^2 / hr

k = ค่าการนำความร้อนของวัสดุ มีหน่วยเป็น $Btu / ft^2 hr\ ^\circ C$

p = ความหนาแน่น มีหน่วยเป็น lb / ft^3

c = ค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุ มีหน่วยเป็น $Btu / lb\ ^\circ F$

จากสมการสามารถตีความถึงสภาพการแพร่กระจายความร้อนว่าเป็นความสัมพันธ์ระหว่างกำลังสองของความหนาของวัสดุ ต่อเวลาที่ใช้ในการให้หรือรับความร้อนของวัสดุ ค่านี้สามารถตีความหมายว่าเป็นเวลาที่ต้องการในการให้ความร้อนกับวัสดุจนมีอุณหภูมิที่ต้องการค่าหนึ่ง เวลานี้จะเป็นสัดส่วนตรงกับกำลังสองของความหนาวัสดุ ดังนั้นวัสดุที่มีค่าสภาพการแพร่กระจายความร้อนสูงจะตอบสนองสภาวะการเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วมากกว่าวัตถุที่มีค่าสภาพการแพร่กระจายความร้อนต่ำ

2.4 อิทธิพลของมวลสารต่อการถ่ายเทความร้อน

ในการเลือกใช้วัสดุในส่วนที่เป็นผนังทึบภายนอกอาคาร ให้มีคุณสมบัติในการประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น นอกจากจะต้องพิจารณาถึงความสามารถในการกันความร้อนได้ หรือมีค่าความต้านทานความร้อน (R-Value) สูงแล้ว ยังต้องคำนึงถึงอิทธิพลของมวลสาร (Thermal Mass) ที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนในอาคารอีกด้วย เพราะวัสดุที่มีมวลสารมาก จะมีผลทำให้เกิดการหน่วงเหนี่ยวความร้อนซึ่งเป็นปัจจัยหลักอันหนึ่งในการลด Peak Cooling Load ให้กับตัวอาคารได้

อิทธิพลของมวลสารต่อการการประหยัดพลังงานในอาคาร มีดังนี้

ลด Peak Cooling Load ของการใช้พลังงานในอาคาร โดยมวลสารจะทำหน้าที่ลด Peak ของความร้อน โดยการหน่วงเหนี่ยวความร้อนให้เข้ามาในอาคารช่วงที่อุณหภูมิภายนอกลดต่ำลงกว่าภายใน ซึ่งทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอกซึ่งเป็นการลด Impact ของผนังและอุณหภูมิภายนอกไม่ให้เกิดพร้อมๆกัน

การลดทั้ง Peak Cooling Load และปริมาณพลังงานรวมที่ต้องใช้ในการทำความเย็นให้กับอาคาร ซึ่งจะเกิดได้เฉพาะในกรณีที่อุณหภูมิภายในห้องอยู่ระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของอุณหภูมิอากาศภายนอกหรืออุณหภูมิผนังเท่านั้น สภาวะดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ขึ้นอยู่กับ ที่ตั้งของอาคาร เดือน การปรับสภาพแวดล้อม และการลดอุณหภูมิผิวผนัง

ในสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงกว่าอุณหภูมิภายในห้องมาก ทำให้การใช้มวลสารไม่สามารถช่วยลดปริมาณพลังงานรวมที่ต้องใช้ในการทำความเย็นให้กับอาคารได้ แต่จะช่วยลดเฉพาะ Peak ของการใช้พลังงานในอาคารได้เท่านั้น เพราะไม่ว่าจะใช้มวลสารหรือผนังหนามากขึ้นเท่าไรก็ไม่สามารถช่วยลดอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังให้ต่ำลงได้

2.5 ระบบควบคุมอาคารที่มีผลต่อการเลือกใช้วัสดุเพื่อการประหยัดพลังงาน

ในการออกแบบหรือเลือกใช้วัสดุเพื่อการประหยัดพลังงานในส่วนที่เป็นเปลือกอาคาร ต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งานภายในอาคาร ซึ่งมีผลกระทบต่อการพิจารณาเลือกใช้วัสดุในส่วนนั้นๆด้วย เพราะการควบคุมสภาวะภายในอาคารไม่ว่าจะโดยการใช้เครื่องปรับอากาศ หรือใช้ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่ผู้ออกแบบจำเป็นต้องนำมาพิจารณาระบบการควบคุมสภาวะภายในอาคารอาจจำแนกออกได้เป็น 2 รูปแบบหลัก คือ

2.6.1 ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ เช่น โบสถ์ไทยโบราณ บ้านไทยแบบโบราณ

อาคารที่ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ หมายถึง อาคารที่ใช้เฉพาะระบบการระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยไม่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ (เหมือนสถาปัตยกรรมไทยในอดีต) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในอาคารจะมีความสัมพันธ์กับสภาวะอากาศภายนอกมาก

2.6.2 มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ แต่มีระยะหรือช่วงเวลาในการเปิดและปิดเครื่องปรับอากาศแตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น

- อาคารมีการเปิดเครื่องปรับอากาศตลอดเวลา เช่น โรงแรม โรงพยาบาล
- อาคารมีการเปิดและปิดเครื่องปรับอากาศเป็นระยะยาว (เปิดเวลากลางวันและปิดเวลากลางคืน) เช่น อาคารสำนักงาน
- อาคารมีการเปิดและปิดเครื่องปรับอากาศบ่อยๆ (เปิดๆปิดๆ) เช่น บ้านพักอาศัย ห้องประชุม

ในกรณีที่อาคารมีการติดตั้งระบบปรับอากาศเพื่อควบคุมสภาวะภายในอาคาร ผู้ออกแบบจำเป็นต้องพิจารณาถึงรูปแบบการเปิดปิดเครื่องปรับอากาศ ที่แตกต่างกันในอาคารแต่ละประเภท เพราะลักษณะของระบบควบคุมอาคารที่แตกต่างกัน มีผลกระทบอย่างมากต่อปริมาณพลังงานที่ต้องใช้ในการทำความเย็นให้กับอาคาร ลักษณะของระบบผนังหรือเปลือกอาคาร ที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานของอาคารที่แตกต่างกันมีดังนี้

อาคารมีการเปิดเครื่องปรับอากาศตลอดเวลา สำหรับอาคารที่มีการปรับอากาศภายในตลอดเวลา ทำให้สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในมีความคงที่ในระดับที่ต้องการ ปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคาร ส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายนอกแนวทางในการลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารทำได้โดยการเลือกใช้วัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อน (R-Value) สูง หรือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำ (ค่า U ต่ำ) เพื่อลดภาระในการทำความเย็นให้กับเครื่องปรับอากาศ

อาคารมีการเปิดและปิดเครื่องปรับอากาศเป็นระยะยาว ถ้าเป็นอาคารที่มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศเป็นระยะเวลานานๆ เช่น ตลอดเวลากลางวัน และปิดเวลากลางคืน ต้องมีการเลือกใช้วัสดุต่างๆให้ผสมผสานกันอย่างเหมาะสม เพื่อให้สามารถควบคุมสภาวะภายในอาคาร และเป็นการประหยัดพลังงาน โดยอาจพิจารณาจากตำแหน่งในการติดตั้งและคุณสมบัติของวัสดุดังนี้

- การติดตั้ง "ฉนวน " ไว้ด้านนอกอาคาร เป็นการลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร
- การนำ " Mass" ไว้ด้านใน เป็นการลดความรุนแรง (Impact) ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากสภาวะภายนอก

อาคารมีการเปิดและปิดเครื่องปรับอากาศบ่อยๆ (เปิดๆปิดๆ) สำหรับพื้นที่ส่วนที่ต้องมีการเปิดปิดเครื่องปรับอากาศบ่อยๆ เป็นระยะเวลาสั้นๆ ระบบผนังที่เหมาะสมกับการใช้งานแบบนี้คือ ต้องเป็นผนังที่มีมวลสารน้อย มีการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อน วัสดุไม่มีการสะสมความร้อน(อุษณีย์ มิ่งวิมล, 2540: 21)

2.6 การพิจารณาเลือกใช้วัสดุเพื่อการประหยัดพลังงานในอาคาร

ในอดีตนั้นมีวัสดุที่จะให้ผู้ออกแบบได้เลือกใช้อย่างค่อนข้างจำกัด ทำให้อาคารจำนวนมากในบ้านเราก่อสร้างด้วยวัสดุที่เหมือนๆกัน เช่น คอนกรีตเสริมเหล็ก ผนังก่ออิฐฉาบปูน แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีและวิทยาการเจริญก้าวหน้าไปอย่างมาก มีการพัฒนาวัสดุชนิดใหม่ๆเพิ่มขึ้น เพื่อตอบสนองการใช้งานในการออกแบบและการก่อสร้าง เพื่อสนองต่อความคิดรูปแบบทางสถาปัตยกรรมที่หลากหลาย จนบ่อยครั้งที่ผู้ออกแบบมุ่งเน้นแต่การเลือกใช้วัสดุ โดยคำนึงถึงความสวยงามแปลกตาของอาคารจนอาจลืมพิจารณาถึงความเหมาะสมของวัสดุนั้นในด้านอื่นๆ เช่น ความทนทานต่อสภาพอากาศการประหยัดพลังงาน การบำรุงรักษา เป็นต้น จนทำให้เกิดปัญหาตามมาในภายหลัง

เมื่อค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานในอาคารเริ่มมีบทบาทต่อระบบเศรษฐกิจมากขึ้น ถ้าการก่อสร้างอาคารและการเลือกใช้วัสดุที่ไม่ได้คำนึงถึงการประหยัดพลังงาน ย่อมจะก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่รุนแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาคารสูงที่ยากต่อการทำ "ระบบกันแดด"(Shading Device System) ยิ่งทำให้การเลือกวัสดุที่ใช้เป็นส่วนของเปลือกอาคาร (Building Envelope) มีความสำคัญมาก

ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น ที่มีอิทธิพลจากแสงแดด ความชื้น และความร้อนจากภายนอก ทำให้เกิดปัญหาใหญ่อย่างหนึ่งในการออกแบบอาคารคือ การลดปริมาณความร้อนที่จะเข้ามาในอาคาร (Cooling Load) จากการศึกษาพบว่าการที่จะนำเอาความเย็นตอนช่วงกลางคืนมาใช้กับกลางวัน โดยอาศัยการหน่วงเวลา (Time Lag) ของวัสดุนั้นทำได้ยากมาก เพราะความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืนในประเทศไทยมีไม่มากพอ การลดปริมาณความร้อนเท่าที่เทคโนโลยีปัจจุบันจะเอื้ออำนวย จึงเป็นการควบคุมความร้อนให้เข้ามาในอาคารได้น้อยที่สุดเป็นหลัก

ในการออกแบบงานสถาปัตยกรรมเพื่อการประหยัดพลังงานในส่วนของผนังอาคาร ต้องคำนึงถึงวัสดุที่จะนำมาใช้เป็นผนังภายนอก เพราะจะเป็นสิ่งที่สกัดกั้นความร้อน และความชื้นจากภายนอกไม่ให้เข้ามาภายในอาคาร และยังเป็นส่วนที่ช่วยสร้างสภาวะภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมตลอดเวลาการใช้งาน โดยการเลือกใช้วัสดุที่จะนำมาเป็นเปลือกอาคารในส่วนของผนังทึบ ปัจจัยหลักในการพิจารณาคือผลต่อการส่งถ่ายความร้อน

ซึ่งวัสดุที่เลือกใช้ควรมีคุณสมบัติด้านการประหยัดพลังงานและการกันความชื้นดังนี้

- มีความสามารถในการกันความร้อนได้ดี (มีค่า R-Value สูง)
- ไม่สะสมความร้อนหรือมีความจุความร้อน (Thermal Capacity) ต่ำ
- มีความทนทานต่อการขยายตัวและหดตัวได้ดี เพื่อลดปัญหาการแตกร้าว
- ไม่ดูดหรืออมความชื้น
- กันน้ำได้ดี
- กันการรั่วซึมของอากาศได้ดี

คุณสมบัติในการก่อสร้างและระบบเศรษฐกิจ

- มีน้ำหนักเบา
- มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง
- มีความสามารถต้านทานแรงลมและการสั่นสะเทือน
- หาง่าย ราคาประหยัด

- ค่าบำรุงรักษาต่ำและมีความทนทานสูง

คุณสมบัติทางด้านที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม

- ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสภาพแวดล้อม
- มีความสวยงามและทนทาน
- มีอัตราการกันไฟสูงหรือไม่ติดไฟ

คุณสมบัติด้านการกันเสียง

- สามารถป้องกันเสียงจากภายนอกหรือแหล่งกำเนิดเสียงได้ดี
- มีค่าการดูดซับเสียงหรือสะท้อนเสียงภายในได้ตามความต้องการของผู้ออกแบบ

2.7 เทคนิคการใช้วัสดุฉนวนในอาคาร

ฉนวน คือ วัสดุที่ต้านทานหรือป้องกันมิให้พลังงานความร้อนส่งผ่านจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้สะดวก ฉนวนกันความร้อนที่ดีจะเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ซึ่งประกอบด้วยฟองอากาศเล็ก ๆ จำนวนมาก ฟองอากาศดังกล่าว มีคุณสมบัติในการต้านทานการนำความร้อน โดยสกัดกั้นความร้อนให้อยู่ในบริเวณฟองอากาศเล็กๆจำนวนมากนี้ จึงเป็นผลให้ไม่เกิดการพาความร้อนด้วย

ในการลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดทางหนึ่ง คือ การเลือกใช้วัสดุที่สามารถป้องกันความร้อนถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคาร หรือมีค่า R-Value สูง ฉนวน คือ วัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อน โดยมีค่าการหน่วงเหนี่ยงความร้อน (Time Lag) น้อย ทำให้อิทธิพลภายนอกที่เข้ามาภายในเกิดขึ้นค่อนข้างรุนแรง ซึ่งมีทางแก้โดยการเพิ่มความหนาของฉนวนให้มากขึ้นแต่จะทำให้มีราคาแพง ดังนั้นการออกแบบโดยการผสมผสานการใช้ฉนวนและมวลสารจะเป็นผลดีในการหน่วงเหนี่ยวความร้อน ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารไม่เปลี่ยนแปลงรุนแรงเหมือนภายนอก และถ้าสามารถหน่วงเหนี่ยวเวลาได้อย่างเหมาะสม คือ ทำให้ปริมาณความร้อนเข้ามาภายในอาคารในช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายนอกลดต่ำลงมากที่สุด ก็จะยิ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากยิ่งขึ้น

ข้อพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุฉนวน มีดังนี้

- ความสามารถในการกันความร้อน (Thermal Conductivity)
- ลักษณะทางกายภาพ (Physical Forms) เช่น เป็นม้วน แผ่น ฝอย เป็นต้น
- ความหนาแน่นและน้ำหนัก (Bulk Density)
- ช่วงอุณหภูมิของการใช้งาน (Suitability for Service Temperature)
- การยืดหดตัวเมื่อได้รับความร้อน (Thermal Expansions)
- การกันน้ำและความชื้น (Resistance to Water Penetration)
- การทนต่อแรงอัด (Resistance to Compaction)
- ความแข็งแรงทนทาน (Mechanical Strength)
- อันตรายจากเพลิงไหม้ (Fire & Explosion Hazards)
- การทนต่อแมลงและเชื้อรา (Resistance to Vermin & Fungus)
- ความปลอดภัยต่อสุขภาพ (Health Hazards)

- ความจุความร้อน (Optimum Heat Capacity)
- การปลอดภัยจากสารเคมีและกลิ่น (Freedom from Objectionable Odour)
- การเสื่อมสภาพ (Corrosion)
- ความทนทานต่อสารเคมี (Chemical Resistance)
- ความต้องการในการบำรุงรักษา (Maintenance Requirements)

วัสดุประเภทฉนวนในปัจจุบันมีหลายชนิดให้เลือกใช้ ในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน ผู้ออกแบบต้องมีความรู้ความเข้าใจถึงคุณสมบัติของฉนวนประเภทต่างๆ ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุฉนวนบางประเภทที่นิยมใช้และเป็นที่รู้จักเผยแพร่มีดังนี้

แหล่งที่มา : http://www.directionplan.net

ฉนวนกันความร้อนประเภทโฟม

ฉนวนกันความร้อนแบบโฟมโพลิยูรีเทน (Polyurethane Foam) สำหรับใช้ฉีดพ่นใต้หลังคาหรือภายนอกอาคาร โดยฉนวนชนิดนี้จะมีคุณสมบัติดังนี้

- มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity : k) ไม่เกิน 0.023 W/mK ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 24 °C เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 591 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- มีค่าการดูดซับความชื้นของเนื้อฉนวนต่ำกว่า 5 % โดยน้ำหนัก ตามมาตรฐาน ASTM C 1140 หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- เป็นชนิดไม่ติดไฟ, ไม่ลามไฟ, ไม่หยดเมื่อติดไฟ ตามมาตรฐาน ASTM E 84, BS 476 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- สามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิถึง 90 °C
- ทนต่อกรด และ ด่าง
- มีค่าความหนาแน่นตามแต่การใช้งาน แต่ไม่เกิน 50 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
- มีความหนาของฉนวน โดยทั่วไปควรมีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มม.

จากคุณสมบัติของฉนวนชนิดโฟมฉีด (โพลียูรีเทน) ซึ่งทนความร้อนได้ 100°C สูงสุด เป็นของเหลวบรรจุในถัง ในต่างประเทศจะใช้ฉีดเข้าระหว่างฝาผนังบ้านซึ่งก่อสร้างด้วยอิฐสองชั้น ในประเทศไทยไม่นิยมทำกันเพราะราคาแพง จะมีการใช้ฉนวนชนิดโฟมแผ่น (โฟลีสไตลีน) แทน โดยมีคุณสมบัติสามารถทนความร้อนได้ 85°C สูงสุด หรือที่เห็นกันทั่วไปจะเป็นแผ่นสีขาว น้ำหนักเบา มีความหนาต่างๆกัน

ฉนวนประเภทโฟมทั้งหลาย มีความจำเป็นต้องห่อหุ้มหรือปกป้องจากการทำลายของรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ โฟมส่วนใหญ่มีข้อดีคือ สามารถคงสภาพเดิมได้แม้จะโดนความเปียกชื้น (ทนน้ำ) แต่เนื่องจากโฟมมีจุดหลอมเหลวต่ำ (โดยทั่วไปจะต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส) ทำให้เมื่อโดนความร้อนสูงเป็นเวลานานๆ โฟมก็จะเปลี่ยนรูป เช่น บิด งอ บุบสลาย หรือไหม้ไปในที่สุด แต่ในบ้านทั่วๆไปมักจะไม่มีอุณหภูมิสูงถึงระดับนั้น ยกเว้นกรณีที่มีการนำโฟมไปใช้บุหลังกระจกโดยตรง จะทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ซึ่งโฟมไม่สามารถคงสภาพเดิมเอาไว้ได้

ฉนวนป้องกันความร้อนแบบเยื่อไม้หรือเยื่อกระดาษ (Cellulose Fiber) สำหรับติดตั้งใต้หลังคา ผนังหรือ เหนือเพดาน โดยทั่วไปแล้วฉนวนประเภทนี้มักทำขึ้นจากเยื่อกระดาษที่ใส่สารกันไฟลาม ทำให้สามารถป้องกันไฟไหม้ได้ระดับหนึ่ง เมื่อโดนไฟไหม้จะมีควันคล้ายควันธูปและดับไปเองในที่สุด ถ้าเยื่อกระดาษนี้มีสารเคมีที่ผสมอย่างถูกต้อง ก็สามารถใช้เป็นวัสดุกันไฟได้ ฉนวนชนิดนี้มีคุณสมบัติดังนี้

- มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.045 W/mK ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 24 °C เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C177, C739 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- มีค่าการดูดซึมความชื้นของเนื้อฉนวนไม่เกิน 5 % โดยน้ำหนัก ตามมาตรฐาน ASTM C 1140 , E 1149 หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- ไม่ติดไฟ ไม่ลามไฟ ตามมาตรฐาน ASTM E 84, BS 476 หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- ทนต่ออุณหภูมิการใช้งานได้ถึง 85 °C
- ไม่ขึ้นรา ไม่กัดกร่อนต่อโลหะ
- มีความหนาแน่น ไม่เกิน 52 กก.ต่อ ลบ.ม.
- มีความหนาของฉนวน ซึ่งโดยทั่วไปใช้ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

ไฟเบอร์กลาส ในปัจจุบันยังพิสูจน์ไม่ได้ว่าไฟเบอร์กลาสเป็นอันตรายต่อสุขภาพ จึงยังเป็นที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไป ในประเทศไทยจะรู้จักกันภายใต้ชื่อของ ไมโครไฟเบอร์ หรืออื่นๆตามชื่อของผู้ผลิต ฉนวนประเภทนี้นอกจากจะสามารถกันความร้อนแล้ว ยังมีคุณสมบัติในการกันเสียงได้ด้วย และมีค่าการกันไฟได้สูงประมาณ 300 องศาเซลเซียส แต่ไม่ทนทานต่อความเปียกชื้น การกลั่นตัวของหยดน้ำจะทำให้สูญเสียคุณสมบัติในการกันความร้อนไปเมื่อเปียกชื้น

- ป้องกันความร้อนสูง (High Thermal Resistance) ไมโครไฟเบอร์ มีขนาดกะทัดรัด (0.6 ม.x4 ม.) ความหนาแน่น 12 กก./ลบม. ความหนา 2 นิ้ว และ 3 นิ้ว พื้นที่ต่อม้วน 2.4 ตรม. หุ้มรอบด้านด้วย แผ่นฟิล์มสะท้อนแสง (Metalized Film) ไมโครไฟเบอร์ จึงมีค่าการกันความร้อน สูงถึง 7.69 และ 11.54 Ft.2 Hr.OF/BTU. ช่วยลดความร้อนที่เข้ามาและกักเก็บความเย็นภายในได้ดี
- สามารถกันเสียงรบกวน (Sound Absorption)
- ป้องกันการควบแน่นเป็นหยดน้ำ (Condensation Control) ไมโครไฟเบอร์ เบอร์ 5 หุ้มรอบด้านด้วยแผ่นฟิล์มสะท้อนแสง (Metalized Film) ป้องกันความชื้นและการควบแน่นเป็นหยดน้ำจากความแตกต่างของอุณหภูมิห้องที่ปรับอากาศ
- ทนแรงกด อายุการใช้งานนาน (Compressive Strength And Long Life Insulation Performance) ไมโครไฟเบอร์ เบอร์ 5 มีความยืดหยุ่นสูงสามารถคืนตัวได้ดี เมื่อได้รับแรงกด ความหนาแน่นสม่ำเสมอได้มาตรฐานจึงไม่สูญเสียความเป็นฉนวน ผลิตจากวัสดุคุณภาพ ไม่เสื่อมสภาพ ไม่ขึ้นรา ไม่เป็นอาหารของสัตว์ แมงต่าง ๆ ทำให้มีอายุการใช้งานนาน

ที่มา: http://www.spec2u.com/product/microfiber/index.asp

ร็อกวูล

ฉนวนประเภทร็อกวูลจัดเป็นวัสดุจากธรรมชาติที่ไม่มีสารประกอบของแอสเบสทอส(Asbestos) ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ มีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้เทียบเท่ากับฉนวนไฟเบอร์ (Fiber Glass) แต่สามารถทนไฟได้มากกว่า จึงนำมาใช้เป็นฉนวนที่สามารถกันไฟได้ด้วย (ทนความร้อนได้สูงถึง 800°C) คุณสมบัติพิเศษอีกประการหนึ่งคือ มีความสามารถในการดูดซับเสียง โดยปกติในการใช้งานจะใช้ร็อกวูลที่มีความหนาแน่นสูง และตกแต่งด้วยผ้าเพื่อความสวยงามแต่มีข้อจำกัดคือ ไม่ทนทานต่อความเปียกชื้น

ยิปซัม

ผลิตจากแร่ยิปซัมซึ่งเป็นแร่อโลหะชนิดหนึ่ง โดยการย่อยก้อนหินยิปซัมบริสุทธิ์ให้มีขนาดเม็ดเล็ก ๆ ประมาณ 2 ถึง 3 นิ้วแล้วนำมาย่อยอีกครั้ง จนเหลือเม็ดเล็กประมาณ 1/2 นิ้ว แล้วเข้าเตาเผาไล่น้ำออก เกิดปฏิกริยาเปลี่ยนสภาพเป็นปูนพลาสเตอร์หลังจากนั้นจะนำไปผสมกับสารเคมีและเยื่อ ต่าง ๆ เพื่อประกอบกันเข้าเป็นแผ่นยิปซัมที่มีคุณสมบัติทนไฟทนต่อความร้อนมีความยืดหยุ่น ปลอดภัยจากเชื้อราและแมลงแผ่นยิปซัมจะมีปูน พลาสเตอร์ เป็นแกนกลางประกบด้วยกระดาษกาวเหนียวทั้งสองด้านและในขั้นสุดท้ายแผ่นยิปซัมจะต้องผ่านการอบด้วยอุณหภูมิค่อนข้างสูงเพื่อให้แผ่น แห้งสนิท เหมาะที่จะใช้เป็นผนังกั้นห้องและเพดาน

ในปัจจุบันยิปซัมแบ่งเป็นหลายชนิดเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานเช่น ยิปซัมชนิดกันชื้น(ใช้สำหรับห้องน้ำ ผนังภายนอก) ยิปซัมชนิดมีฟอยล์สะท้อนความร้อน ยิปซัมชนิดกันไฟ(มีคุณสมบัติในการป้องกันไฟบ้าง) แต่ไม่จัดว่าเป็นวัสดุประเภทฉนวนกันความร้อน ซึ่งค่าความเป็นฉนวนของยิปซัมจะมีเพียง 1 ใน 4 ของวัสดุฉนวนอื่นๆข้างต้น การใช้ยิปซัมในอาคารส่วนใหญ่เป็นไปเพื่อความสะดวกในการตกแต่ง และเมื่อใช้ประกอบกับไฟเบอร์กลาสหรือร็อกวูล จะสามารถกันเสียงได้ดีหากมีการติดตั้งที่ถูกต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อน (R Value) ของวัสดุต่างๆที่มีความหนา 1 นิ้ว
ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 140

2.8 ความชื้น

2.8.1 ผลกระทบจากความชื้นต่อคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อน

ความชื้นที่สะสมภายในเปลือกอาคาร เป็นสาเหตุสำคัญของการลดทอนประสิทธิภาพของความเป็นฉนวนของวัสดุ ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ ความจุความชื้น อุณหภูมิ ระยะเวลาการใช้งาน รวมถึงสภาพแวดล้อมทั้งภายนอกและภายในอาคาร

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นที่สามารถแทรกซึมผ่านวัสดุกับคุณสมบัติการเป็นฉนวนของวัสดุจะเกิดการแปรผันตามช่องว่างในเนื้อฉนวน โดยเฉพาะฉนวนแบบเซลเปิด (open cell) หรือประเภทเส้นใยธรรมชาติ เพราะความชื้นสามารถถ่ายเทผ่านฉนวนประเภทดังกล่าวได้อย่างรวดเร็ว

การถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคารที่เกิดจากการถ่ายเทความชื้น จะปรากฏในรูปแบบของความร้อนสัมผัส และความร้อนแฝง ซึ่งกระบวนการที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากความแตกต่างของความดันไอน้ำ (vapor pressure) ที่ถ่ายเทจากบริเวณที่ความดันไอน้ำสูงไปยังบริเวณที่มีความดันไอน้ำต่ำกว่า นอกจากนี้การระเหยของความชื้นจากผนังด้านที่ร้อนหรือการดูดซับความชื้นของผนังด้านที่เย็น จะเพิ่มปริมาณความร้อนแฝงในการถ่ายเทความร้อนเข้ามาในอาคาร

พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านฉนวนแบบเซลปิด (closed cell) เช่น ฉนวน โฟมจะเกิดผลแตกต่างกันออกไป เนื่องจากความชื้นไม่สามารถแทรกซึมผ่านฉนวนดังกล่าวได้ ทำให้ไม่มีการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำภายในเนื้อฉนวนเกิดขึ้น ดังนั้นเมื่อความชื้นไม่สามารถถ่ายเทความชื้นผ่านฉนวนเซลปิดดังกล่าวจึงทำให้คุณสมบัติความเป็นฉนวนยังคงอยู่ ซึ่งฉนวนชนิดนี้จึงมีความเหมาะสมในการป้องกันความชื้นได้ดีกว่าฉนวนแบบเซลเปิดหรือประเภทเส้นใยธรรมชาติ

2.8.2 ความชื้นที่สะสมในวัสดุ

วัสดุก่อสร้างส่วนมากเป็นวัสดุที่มีพรุนในเนื้อวัสดุจำนวนมาก ซึ่งรูพรุนดังกล่าวเป็นเสมือนช่องว่างขนาดใหญ่ภายในผนัง ที่ความชื้นจากภายนอกอาคารสามารถแทรกซึมผ่านเข้ามาในอาคารได้โดยง่าย โดยปริมาณความชื้นที่สะสมภายในเนื้อวัสดุจะสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อม กล่าวคือ เมื่อสภาพแวดล้อมมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นรูพรุนอากาศในวัสดุจะถูกแทนที่ด้วยความชื้นที่แทรกซึมเข้ามาในเนื้อวัสดุทำให้วัสดุมีการดูดซับความชื้น (absorption) ไว้มากขึ้น ในทางตรงข้ามเมื่อสภาพแวดล้อมมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ลดลง วัสดุก็จะคายความชื้น (desorption) ที่สะสมไว้ออกมา ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นสัมพัทธ์กับปริมาณความจุความชื้นสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้โดยกราฟที่เรียกว่า "sorption isoterm" แต่บางครั้งการเปลี่ยนแปลงปริมาณความจุความชื้นของวัสดุก็ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกตามที่กล่าวมาข้างต้น เนื่องจากวัสดุบางชนิดพยายามรักษาระดับปริมาณความชื้นภายในเนื้อวัสดุไว้จึงไม่มีการคายความชื้นออกมา

ปริมาณความชื้นที่เข้ามาสะสมในเนื้อวัสดุจะทำให้ค่าความจุความร้อนของวัสดุมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศในการลดปริมาณความร้อนที่สะสมในมวลสารของวัสดุ ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติไม่สะสมความร้อนและความชื้นจะสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานในอาคารลงได้

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 **การศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวภายนอกของผนังอาคาร** ของ วันเอก กิจสมใจ ปัจจัยที่เลือกมาทำการศึกษาได้แก่ ตำแหน่งการติดตั้งฉนวน การดูดความร้อน ความหยาบของพื้นผิว การกระจายรังสีความร้อน มวลสารและความจุความร้อน ผลการทดลองปัจจัยด้านมวลสารพบว่า การเพิ่มความหนาของวัสดุมวลสารมาก ที่มีการนำความร้อนสูง ทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกเปลี่ยนแปลงช้าลง และการเพิ่มความหนาของวัสดุมวลสารน้อย ที่มีการนำความร้อนต่ำ ทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้น ผลการทดลองปัจจัยด้านความหยาบของพื้นผิวเฉพาะกรณีวัสดุมวลสารมากพบว่า ความหยาบของพื้นผิวที่มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้น ผลการทดลองด้านการดูดกลืนความร้อนพบว่า ในเวลาที่มีแสงแดดผนังที่มีสีเข้มจะมีอุณหภูมิผิวสูงกว่าผนังที่มีสีอ่อน ส่วนในเวลาที่ไม่มีแสงผนังสีเข้มและผนังสีอ่อนอุณหภูมิผิวจะลดลงจนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน แต่วัสดุที่มีมวลสารมากอุณหภูมิผิวจะลดลงช้ากว่าวัสดุที่มีมวลสารน้อย ผลการทดลองปัจจัยด้านการกระจายความร้อนพบว่า ผนังที่มีค่าการกระจายความร้อนสูงจะมีอุณหภูมิผิวสูงกว่าปกติในเวลากลางวัน และอุณหภูมิผิวลดได้ต่ำกว่าปกติในเวลากลางคืน และวัสดุที่มีมวลสารมากอุณหภูมิจะลดลงช้ากว่าวัสดุที่มีมวลสารน้อย ผลการทดลองปัจจัยด้านตำแหน่งการติดตั้งฉนวนพบว่า การติดตั้งฉนวนไว้ภายนอกทำให้อุณหภูมิผิวสูงกว่าปกติในเวลากลางวันและอุณหภูมิผิวลดได้ต่ำกว่าปกติในเวลากลางคืน เมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งฉนวนไว้ภายใน นอกจากนั้น ยังพบว่าถ้าเพิ่มความหนาของฉนวนที่ติดตั้งเอาไว้ภายนอกให้มากขึ้นทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกเปลี่ยนแปลงได้เร็วขึ้นในเวลากลางวัน แต่ในเวลากลางคืนอุณหภูมิผิวฉนวนทุกความหนาลดลงมาจนใกล้เคียงกัน การทดลองทั้งหมดในภาวะปรับอากาศภายในและไม่ปรับอากาศภายในได้ผลสอดคล้องกัน แต่อย่างไรก็ตามผลจากการปรับอากาศทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกลดต่ำกว่าการไม่ปรับอากาศเนื่องจากอัตราการถ่ายเทความร้อนเปลี่ยนแปลงไม่เป็นไปอย่างอิสระตามธรรมชาติ

2.9.2 **การศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังวัสดุก่อของอาคารพักอาศัยในเขตร้อนชื้น** ของอุทัย ศุจิสกุลวงศ์ โดยมีขั้นตอนในการศึกษาแบ่งออกเป็นขั้นตอน ได้ดังนี้

- การศึกษาพฤติกรรมในการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุก่อทั้งในกรณีปรับอากาศตลอดวันและในกรณีไม่ปรับอากาศ
- เลือกวัสดุที่มีศักยภาพในการป้องกันความร้อนที่ดีที่สุดมาศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิอากาศภายใน ได้แก่ การได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยตรง และค่าการดูดซับความร้อนที่แตกต่างกัน ในกรณีปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ

ได้ใช้วิธีศึกษาโดยการทดลองจากวัสดุก่อที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือ ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 8 นิ้ว ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 8 นิ้วมีช่องอากาศ และผนังวัสดุก่อมวลเบา ผลการวิจัยในกรณีไม่ปรับอากาศพบว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้วและผนังวัสดุก่อมวลเบามีศักยภาพในการป้องกันความร้อนน้อยที่สุดและมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนในกรณีที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง พบว่าผนังที่มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนภายนอก มีค่าความแตกต่างระหว่างผิวภายในและอุณหภูมิอากาศในห้องเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งส่งผลต่อการลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศดีที่สุด และพบว่าในกรณีปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมงและไม่ปรับอากาศ อิทธิพลของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยตรงและค่าการดูดซับความร้อนของผิวผนังที่แตกต่างกัน จะส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศภายในเซลทดสอบของผนังที่เป็นวัสดุก่อทั้งหมด แต่สำหรับผนังที่มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนภายนอกซึ่งมีค่าการต้านทานความร้อนสูง พบว่าอิทธิพลดังกล่าวส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศภายในน้อยมาก

จากการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผนังที่เหมาะสมสำหรับภูมิอากาศแบบร้อนชื้นนั้นควรมีการผสมผสานระหว่างมวลสารของผนังและฉนวนป้องกันความร้อน สำหรับอาคารที่ไม่ปรับอากาศนั้นผนังที่ใช้วัสดุก่อควรที่จะมีมวลสารที่พอเหมาะเพื่อดูดซับและหน่วงเหนี่ยวความร้อนในเวลากลางวันเพื่อลดความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในอาคารและใช้การระบายอากาศช่วยลดอุณหภูมิอากาศในเวลากลางคืนสำหรับอาคารปรับอากาศผนังควรที่จะมีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผิวภายนอกเพื่อช่วยสกัดกั้นความร้อนจากภายนอกและผิวผนังภายในควรมีมวลสารน้อยเพื่อลดภาระในการทำความเย็นในช่วงเปิดเครื่องปรับอากาศ

2.9.3 **อิทธิพลของความชื้นที่แทรกซึมผ่านผนังทึบของอาคารปรับอากาศ** ของสุวิชา เบญจพร ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการแทรกซึมความชื้นด้วยวิธีจำลองสภาวะการใช้งานผนังอาคารที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง โดยเลือกผนังอาคารชนิดต่างๆที่นิยมใช้ก่อสร้างในปัจจุบัน คือ ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 8 นิ้ว ผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 4 นิ้ว และผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอกที่มีฉนวนหนา 3 นิ้ว ผลการศึกษาพฤติกรรมของความชื้นที่แทรกซึมผ่านผนังทดสอบทั้ง 4 ชนิด พบว่าผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 4 นิ้วมีคุณสมบัติในการป้องกันความชื้นได้ต่ำที่สุด เนื่องจากมีมวลสารน้อยและมีความพรุนของมวลสารมากจึงทำให้ความชื้นสามารถแทรกซึมผ่านเข้ามาได้มาก ส่วนระบบผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอกมีคุณสมบัติในการป้องกันความชื้นได้ดีที่สุด เนื่องจากมีฉนวนป้องกันความชื้นติดตั้งด้านนอกอาคาร และจากการศึกษากรณีที่ทาสีและไม่ทาสีที่ผนังด้านนอกอาคารพบว่าการทาสีผนังด้านนอกสามารถลดการแทรกซึมของความชื้นเข้ามาภายในอาคารได้ เนื่องจากคุณสมบัติของสีที่ใช้จะช่วยอุดช่องว่างบริเวณผิวหนังทำให้ความชื้นแทรกซึมผ่านผนังเข้ามาในอาคารได้น้อยลง และในการวิเคราะห์แนวทางการป้องกันความชื้นโดยการติดตั้งฉนวนกันความชื้นที่ผนังด้านนอกอาคารและด้านในอาคารนั้น พบว่าผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 4 นิ้วที่ติดตั้งฉนวนโฟม EPS หนา 1 นิ้ว ที่ด้านนอกอาคารสามารถป้องกันความชื้นได้ดีกว่าผนังที่ติดตั้งฉนวนด้านในอาคาร ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าปริมาณความชื้นที่ผิวภายในอาคารของผนังที่ติดตั้งฉนวนด้านนอกโดยเฉลี่ยต่ำกว่าผนังที่ติดตั้งฉนวนด้านในอาคาร ข้อสังเกตสำหรับการติดตั้งฉนวนป้องกันความชื้นที่ด้านในอาคาร คือ โอกาสเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำที่บริเวณรอยต่อระหว่างฉนวนกับผนังอาคาร

2.10 ประเภทของผนังอาคาร

การก่อสร้างผนังอาคารในปัจจุบันมีความหลากหลายมากขึ้น เนื่องจากการพัฒนาทางด้านวัสดุและเทคโนโลยีการก่อสร้าง ซึ่งผนังอาคารที่พบเห็นได้มากในปัจจุบัน มีดังนี้

2.10.1 **ผนังไม้** เป็นการใช้วัสดุธรรมชาติ ซึ่งพบเห็นได้ในอาคารสถาปัตยกรรมไทย เช่น บ้านไทย หอไตร เป็นต้น มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในอดีตเนื่องจากหาง่าย และมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในอดีต แต่ปัจจุบันกลายเป็นวัสดุที่หายากและมีราคาแพง และเนื่องจากสภาพแวดล้อมในปัจจุบันขาดความอุดมสมบูรณ์ทำให้ไม่สามารถตอบสนองการใช้ชีวิตในปัจจุบันได้เท่าที่ควร

ภาพที่ 4 แสดงลักษณะผนังไม้รูปแบบต่างๆ

2.10.2 ผนังก่อ เป็นผนังที่นิยมมากในการก่อสร้างเนื่องจากเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในปัจจุบัน สามารถขึ้นรูปทรงต่างๆได้ง่าย ราคาไม่แพง และไม่ต้องใช้ช่างชำนาญงาน วัสดุที่นำมาเพื่อเป็นวัสดุก่อได้แก่ อิฐมอญ อิฐบล็อก และอิฐมวลเบา เป็นต้น

(5.1) (5.2) (5.3)

ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการประหยัดพลังงานของผนังก่ออิฐฉาบปูน 3 แบบ

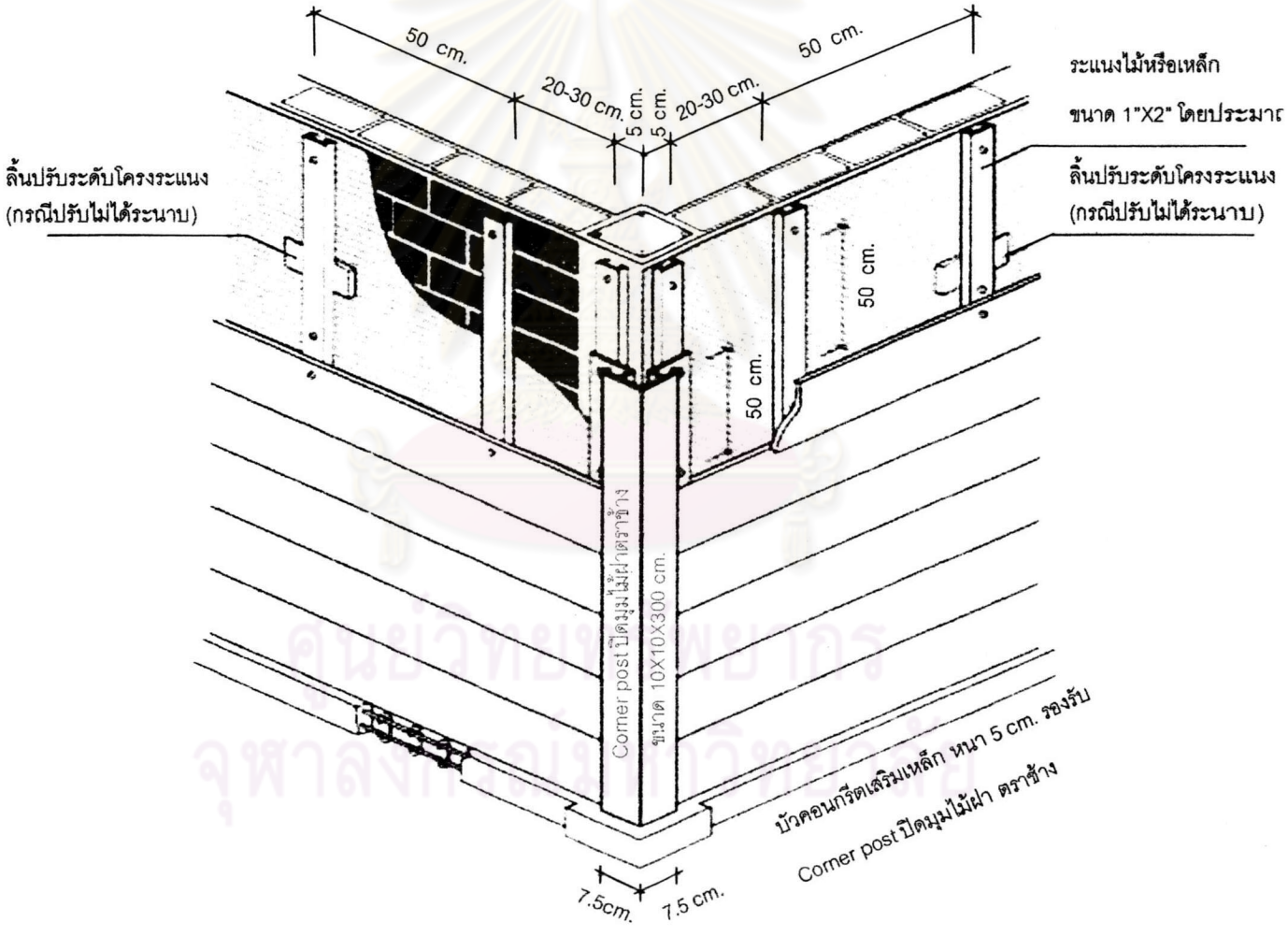
ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 129

จากภาพที่ 5.1 ผนังก่ออิฐฉาบปูนชั้นเดียว เป็นผนังที่ใช้กันทั่วไป เนื่องจากทำงานง่ายและราคาถูก แต่ในแง่ของการประหยัดพลังงาน จัดเป็นผนังที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนค่อนข้างต่ำมาก อย่างไรก็ตามหากไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงแดดโดยตรง ปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าสู่ภายในอาคารก็ไม่ถึงกับสูงมากจนเกินไป แต่หากนำมาใช้เป็นผนังอาคารที่ใช้กันตามปกติทั่วไป (ซึ่งถูกแดดบ้างไม่ถูกแดดบ้าง) พบว่าอุณหภูมิภายในอาคารจะสูงกว่าภายนอกเกือบตลอดเวลา ในแง่ของการประหยัดพลังงานจึงเป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยง

จากภาพที่ 5.2 ผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น เป็นผนังที่จะช่วยลดปริมาณความร้อนสูงสุดที่เกิดขึ้น (Peak Load) ให้กับอาคารได้ดีกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนชั้นเดียว ในขณะเดียวกันผนังประเภทนี้ก็จะมีค่าการกักเก็บความร้อนมากกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนชั้นเดียว

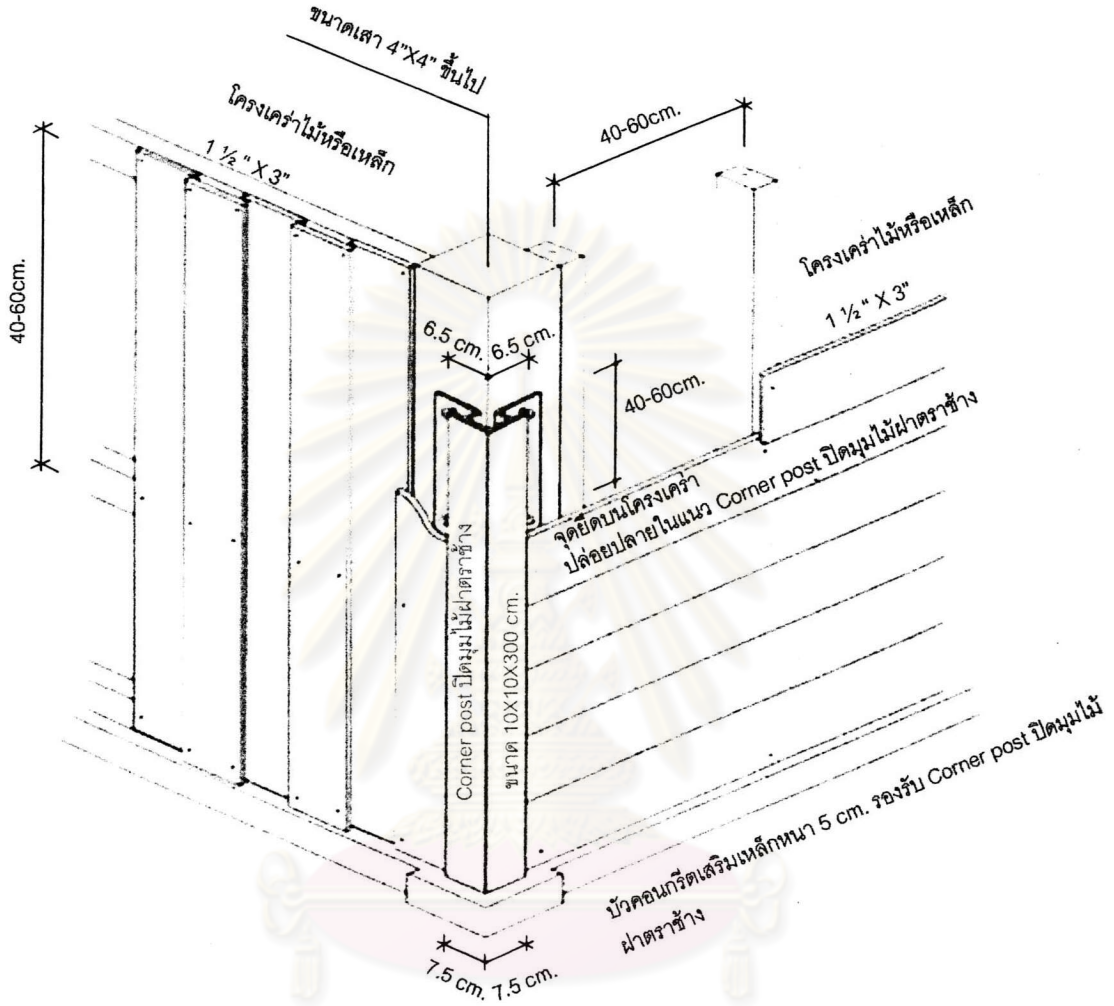
จากภาพที่ 5.3 ผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้นที่มีช่องว่างอากาศตรงกลาง ผนังประเภทนี้คล้ายผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ชั้น แต่ป้องกันความร้อนได้ดีกว่า เนื่องจากมีช่องว่างอากาศระหว่างผนังจะช่วยเพิ่มค่าความเป็นฉนวนของผนัง (แต่ถ้ามีการระบายความร้อนภายในช่องว่างอากาศอาจทำให้ประสิทธิภาพลดลงในบางช่วงเวลาโดยเฉพาะผนังด้านที่ไม่โดนแดด)

นอกจากผนังก่ออิฐฉาบปูนที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปแล้ว ปัจจุบันได้มีการนำวัสดุชนิดใหม่เข้ามาเพื่อใช้ประกอบร่วมกับผนังก่ออิฐฉาบปูนในกรณีที่ต้องการตกแต่งผนังอาคารอีกด้วย เช่น วีว่า บอร์ด



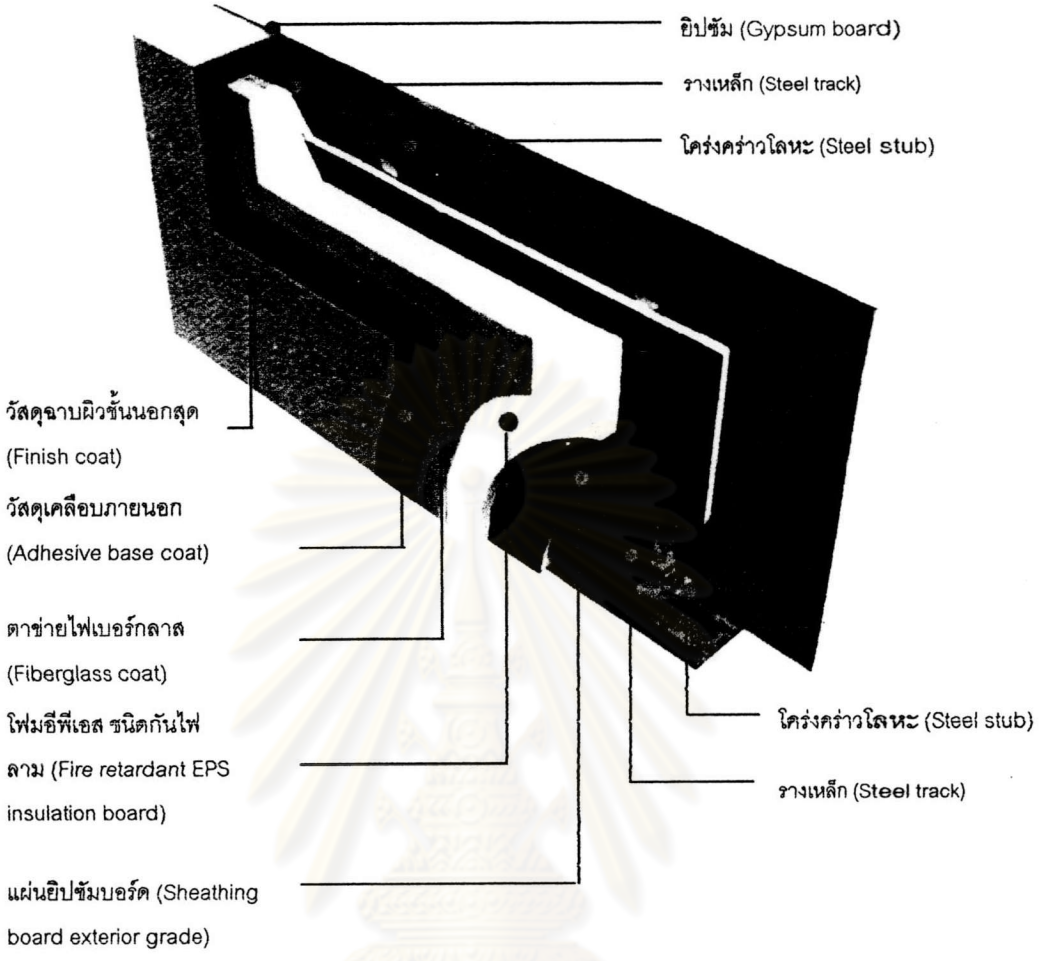
ภาพที่ 6 แสดงการติดตั้งวีว่า บอร์ด ร่วมกับผนังก่ออิฐฉาบปูน

2.10.3 **ผนังแผ่นสำเร็จรูป** พบมากตามอาคารสำนักงาน อาคารสาธารณะ อาคารขนาดใหญ่ เป็นผนังประกอบสำเร็จรูปที่มีความสะดวกในการก่อสร้าง และมีความรวดเร็ว แผ่นที่นำมาประกอบกับโครงเหล็กหรือโครงอลูมิเนียมได้แก่ แผ่นโลหะลูกฟูก แผ่นอะลูมิเนียม แผ่นวีว่า บอร์ด เป็นต้น



ภาพที่ 7 แสดงผนังแผ่นสำเร็จรูป

2.10.4 **ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก** เป็นผนังซึ่งมีคุณสมบัติในการกันความร้อนและความชื้นได้ดี โดยประสิทธิภาพของผนังจะแปรผันไปตามความหนาของโฟมที่ใช้ภายนอก ซึ่งมีความสามารถในการป้องกันความร้อน และมีค่าการดูดซับความร้อนความชื้นน้อยมาก ซึ่งผนังระบบนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับวัสดุอื่นที่ไม่ใช่โครงเคร่าก็ได้ เช่น คอนกรีตมวลเบา หรือผนังก่ออิฐฉาบปูนแต่ประสิทธิภาพในด้านที่เกี่ยวกับการป้องกันความร้อนและความชื้นอาจจะด้อยลงไปบ้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้านำไปใช้กับผนังก่ออิฐฉาบปูน เพราะมวลสารภายในอาคารก็จะเพิ่มมากขึ้น ทำให้ต้องใช้เวลาในการลดอุณหภูมิและความชื้นเมื่อเริ่มเปิดเครื่องปรับอากาศนานขึ้น



ภาพที่ 8 แสดงผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก กับผนังโครงเคร่ายิปซัม
ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 134

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย