การติดตั้งฉนวนภายนอกอาคาร โดยวิธีที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง

นายเบญจฤทธิ์ นิมบุญจาช

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

DO IT YOURSELF EXTERIOR INSULATION INSTALLATION

Mr. Benjarit Nimboonchaj

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture
Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University
Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การติดตั้งฉนวนภายนอกอาคาร โดยวิธีที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง
โดย	นายเบญจฤทธิ์ นิมบุญจาช
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์)

.....กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร.สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เบญจฤทธิ์ นิมบุญจาช : การติดตั้งฉนวนภายนอกอาคาร โดยวิธีที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง. (DO IT YOURSELF EXTERIOR INSULATION INSTALLATION) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์, หน้า.

อาคารเก่าจำนวนมากในประเทศถูกออกแบบโดยขาดความคำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุอย่างเหมาะสม ทำให้ผนังภายนอกไม่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน ส่งผลต่อสภาวะสบายของผู้ใช้อาคาร เพิ่มภาระในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศและเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน ถึงกระนั้น การปรับปรุงผนังอาคาร ยังเป็นเรื่องยุ่งยากในปัจจุบัน เพราะขาดผู้ที่มีองค์ความรู้ถูกต้องตามหลักปฏิบัติและหลักวิชาการ กอรปกับความยากลำบากในการหาผู้รับเหมาที่สนใจโครงการขนาดเล็ก การปรับปรุงอาคารเพื่อประหยัดพลังงานจึงเป็นเรื่องไม่สะดวกและห่างไกลความเป็นจริง

ขั้นตอนการวิจัยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลข้อมูลเกี่ยวกับระบบการติดตั้งฉนวนที่จัดสรรได้ตามท้องตลาด และปัจจัยที่เกี่ยวกับการใช้งานในเขตร้อนชื้น หลังจากนั้นจึงออกแบบระบบฉนวน โดยเน้นการติดตั้งด้วยตนเอง เพื่อนำไปทดสอบติดตั้งจริงบนอาคาเก่า แล้วประเมินเวลา แรงงาน ค่าใช้จ่าย ความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อน จุดคุ้มทุนและปัญหาที่พบในการติดตั้ง

ผลการวิจัยพบว่าฉนวนกันความร้อนที่เหมาะสมกับการติดตั้งบริเวณผนังภายนอกได้แก่ โฟม Expanded Polystyrene (EPS) ความหนาแน่น 32 กก./ลบ.ม. ขนาด 60 x 120 หนา 3 นิ้ว ค่าความต้านทานความร้อนไม่น้อยกว่า ติดตั้งโดยใช้ตาข่ายไฟเบอร์กลาสคลุมผิวและฉาบปูนกาวทับเพื่อป้องกันความชื้น

ผลการการติดตั้งระบบฉนวนดังกล่าวบนพื้นที่ 26.90 ตร.ม. โดยแรงงาน 3 คน ใช้เวลาทั้งสิ้น 54 ชั่วโมง 35 นาที ใช้การลงทุนทั้งหมด 16,610 บาท เฉลี่ย 617.47 บาทต่อตร.ม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2556

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5374195625 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORDS: THERMAL INSULATION / DO IT YOURSELF / EXTERIOR INSULATION AND FINISHING SYSTEM

BENJARIT NIMBOONCHAJ: DO IT YOURSELF EXTERIOR INSULATION INSTALLATION. ADVISOR: ASSOC. PROF. VORASUN BURANAKARN, Ph.D., pp.

The objective of this research is to design and evaluate appropriate exterior insulation system for application in hot-humid region. The study aims at the most optimized method for Do It Yourself (DIY) installation.

The research is divided into 3 steps which are: 1 Study existing insulation and insulation system as well as important factors for hot-humid region application. 2 Design an exterior insulation installation system which is suitable for self-application and 3 Install the system on an existing building and evaluate performances.

The research shows that the most suitable insulation for exterior wall is 3” thick Expanded Polystyrene foam of 32 kg./m3 density finished with a layer of plastered fiberglass mesh.

The installation process took 54 hours 35 minutes with 3 manpower to install 26.90 m2 of insulation. The total investment is 16,610 Baht which equals to 617.47 Baht/m.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Architecture Student's Signature .....

Field of Study: Architecture Advisor's Signature .....

Academic Year: 2013

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความช่วยเหลือของ รศ.ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ศ.ดร.สุนทร บุญญาธิการ รวมถึงคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวทางการทำงานตลอดจนแนวความคิดต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึงขอขอบคุณพี่ๆและน้อง ที่ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางชั้น 11 ทุกคน ตลอดจนผู้จัดทำรายงานการวิจัย เอกสารอ้างอิง ที่กล่าวถึงในการวิจัยชิ้นนี้เนื่องจากเป็นองค์ความรู้พื้นฐานที่สำคัญของแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้จะไม่อาจสำเร็จได้หากปราศจากการสนับสนุนจากบิดา มารดา สมาชิกครอบครัว และเหล่ากัลญาณมิตร ที่ได้ให้ความสนับสนุน ความห่วงใย ความเข้าใจและให้ความช่วยเหลือในการทำการวิจัย และขอขอบคุณทุกๆคนที่มีส่วนร่วมในการวิจัยและที่ผ่านเข้ามาในงานวิจัยชิ้นนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... จ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ช

กิตติกรรมประกาศ ..... ซ

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ฒ

สารบัญตาราง ..... ด

สารบัญแผนภูมิ ..... ต

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

2.1 การติดตั้งฉนวนภายนอกอาคารและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในเขตร้อนชื้น 6

2.1.1 ฉนวนกันความร้อน 6

2.1.2 วิธีลดการส่งผ่านความร้อน 7

2.1.2.1 การต้านทานความร้อน 7

2.1.2.2 มวลสาร 9

2.1.2.3 ช่องว่างอากาศและค่าสัมประสิทธิ์การกระจายความร้อนผิววัสดุ 9

2.1.3 ประเภทของฉนวน 9

2.1.3.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของวัสดุ 9

2.1.3.2 วิธีหลักในการลดการส่งผ่านความร้อน 10

2.1.3.3 รูปแบบทางกายภาพ 11

2.1.4 การเลือกใช้ฉนวน 22

2.1.4.1 คุณสมบัติของฉนวน 22

2.1.4.2 อิทธิพลของสภาพอากาศ 26

2.1.4.3 ลักษณะการใช้อาคาร 28

2.1.5 ปัญหาจากการใช้งานฉนวนไม่เหมาะสม 28

CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.1.5.1 ปัญหาจากการเลือกฉนวน 29
2.1.5.2 ปัญหาจากการติดตั้งฉนวนผิดวิธี 29
2.1.6 วิธีติดตั้งฉนวน 32
2.1.6.1 วิธีติดตั้งโฟม EPS 32
2.1.6.2 ปัจจัยที่เอื้อต่อการติดตั้งฉนวนด้วยตนเอง 34
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 36
3.1 การศึกษาระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคารและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้ง ฉนวนในเขตร้อนชื้น 37
3.1.1 ระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคาร 37
3.1.1.1 การศึกษาฉนวน 37
3.1.1.2 การศึกษาวิธีการติดตั้งฉนวน 37
3.1.1.3 การศึกษาแนวคิดการปฏิบัติด้วยตัวเอง (DIY) 37
3.1.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งฉนวนในเขตร้อนชื้น 38
3.2 การออกแบบระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคาร โดยเน้นการติดตั้งด้วยตนเอง (Do It Yourself: DIY) 38
3.3 การติดตั้งระบบฉนวนดังกล่าวบนอาคารที่ศึกษาและประเมินศักยภาพ 39
3.3.1 การเลือกอาคารเพื่อติดตั้งฉนวน 39
3.3.1.1 ลักษณะการใช้งานอาคาร 39
3.3.1.2 ลักษณะของผนังเดิม 39
3.3.1.3 การปรับอากาศภายในอาคาร 39
3.3.2 การเก็บข้อมูลเพื่อการประเมินศักยภาพของฉนวน 40
3.3.2.1 วิธีเก็บข้อมูล 40
3.3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 41
4.1 ผลการศึกษาการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคารและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในเขตร้อนชื้น 43
4.1.1 ฉนวนกันความร้อน 43
4.1.2 วิธีลดการส่งผ่านความร้อน 43
4.1.2.1 การต้านทานความร้อน 44
4.1.2.2 มวลสาร 44

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

4.1.2.3 ช่องว่างอากาศและค่าสัมประสิทธิ์การกระจายความร้อนผิววัสดุ 44
4.1.3 ประเภทของฉนวน 44
4.1.3.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของวัสดุ 44
4.1.3.2 วิธีหลักในการลดการส่งผ่านความร้อน 45
4.2.1.3 รูปแบบทางกายภาพ 45
4.1.4 การเลือกใช้ฉนวน 47
4.1.4.1 คุณสมบัติของฉนวน 47
4.1.5.2 อิทธิพลของสภาพอากาศ 47
4.1.5.3 ลักษณะการใช้อาคาร 48
4.1.5 ปัญหาจากการใช้งานฉนวนไม่เหมาะสม 48
4.1.5.1 ปัญหาจากการเลือกฉนวนไม่เหมาะสม 48
4.1.5.2 ปัญหาจากการติดตั้งฉนวนผิดวิธี 48
4.1.6 วิธีติดตั้งฉนวน 49
4.1.6.1 ปัจจัยที่เอื้อต่อการติดตั้งฉนวนด้วยตนเอง 51
4.2 ผลการออกแบบระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคาร โดยเน้นการติดตั้งด้วยตนเอง (Do It Yourself: DIY) 52
4.2.1 ผลการออกแบบระบบการติดตั้งฉนวน 52
4.2.1.1 วัสดุฉนวน 52
4.2.1.2 รูปแบบการติดตั้งฉนวน 53
4.2.1.3 การจัดการกับช่องเปิดบนผนัง 53
4.2.1.4 การติดตั้งบริเวณฐานราก 54
4.2.1.5 การจบวัสดุที่ฝ้าภายนอก 55
4.2.1.6 การติดตั้งเหนือวงกบช่องเปิด 56
4.2.1.7 การติดตั้งใต้วงกบช่องเปิด 57
4.2.1.8 รายละเอียดการดัดแปลงฉนวน 58
4.3 ผลการติดตั้งระบบฉนวนบนอาคารที่ศึกษา และประเมินศักยภาพของฉนวน ข้อดี ข้อเสีย การถ่ายเทความร้อนและความคุ้มทุน 59
4.3.1 การติดตั้งระบบฉนวนด้วยตนเอง 59

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.3.1.1 อาคารที่ทำการติดตั้ง 59
4.3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ 62
4.3.1.2 วัสดุที่ใช้ 64
4.3.1.3 ขั้นตอนการติดตั้ง 65
4.3.2 การประเมินประสิทธิภาพ 81
4.3.2.1 เวลาที่ใช้ในการติดตั้ง 81
4.3.2.2 ความเรียบร้อยในการติดตั้ง 81
4.3.2.3 ประสิทธิภาพในการลดความร้อน 83
5.1 สรุปผลการศึกษาระบบการติดตั้งฉนวนกันความร้อนภายนอกอาคารและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในเขตร้อนชื้น 85
5.1.1 สรุปผลการศึกษาระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคาร 85
5.1.1.1 แบบของเหลวสำหรับฉีดพ่น 85
5.1.1.2 แบบผืน แผ่นหรือม้วน 85
5.1.1.3 แบบวัสดุขึ้นรูปสำเร็จ 86
5.1.1.4 ระบบสะท้อนความร้อน 86
5.1.2 สรุปปัจจัยที่เอื้อต่อการติดตั้งฉนวนด้วยตนเอง 86
5.1.3 สรุปปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในเขตร้อนชื้น 87
5.1.2.1 อิทธิพลของสภาพภูมิอากาศ 87
5.1.2.2 สภาวะสบายของมนุษย์ 87
5.1.2.3 การใช้งานฉนวนอย่างไม่เหมาะสม 87
5.2 สรุปผลการออกแบบระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคาร โดยเน้นการติดตั้งด้วยตนเอง (Do It Yourself: DIY) 88
5.2.1 การออกแบบระบบการติดตั้งฉนวน 88
5.2.1.1 วัสดุฉนวน 88
5.2.1.2 รูปแบบการติดตั้งฉนวน 88
5.3 สรุปผลการติดตั้งระบบฉนวนบนอาคารที่ศึกษา และประเมินศักยภาพของฉนวน ข้อดี ข้อเสียและการถ่ายเทความร้อน 88
5.3.1 การติดตั้งระบบฉนวนด้วยตนเอง 88

หน้า

5.3.2 สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพ 89
5.3.2.1 เวลาที่ใช้ในการติดตั้ง 89
5.3.2.2 ความเรียบร้อยในการติดตั้ง 89
5.3.2.3 ประสิทธิภาพในการลดการส่งผ่านความร้อน 89
5.4 การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 90
รายการอ้างอิง 91
ภาษาไทย 91
ภาษาอังกฤษ 91
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 93

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

รูปที่ 2 – 1 แสดงตัวอย่างฉนวนเซลลูโลส (Cellulose) สำหรับฉีดพ่น 12
รูปที่ 2 - 2 แสดงภาพการฉีดพ่นโฟม Polyurethane บริเวณใต้หลังคา 13
รูปที่ 2 - 3 แสดงตัวอย่างฉนวนร็อควูล (Rockwool) 14
รูปที่ 2 – 4 แสดงตัวอย่างวัสดุโฟม EPS แผ่นขึ้นรูปสำเร็จ 16
รูปที่ 2 - 5 แสดงตัวอย่างฉนวนบล็อกคอนกรีตแบบสอดไส้โฟม 17
รูปที่ 2 – 6 แสดงตัวอย่างฉนวนชนิด Insulating Concrete Form (ICFs) 18
รูปที่ 2 – 7 แสดงถึงฉนวนแบบ Structural insulated panels (SIPs) 20
รูปที่ 2 - 8 แสดงตัวอย่างฉนวนระบบสะท้อนรังสีบับเบิลฟอยล์ 21
รูปที่ 2 – 9 แสดงการเกิดการควบแน่นของหยดน้ำในเนื้อวัสดุฉนวนติดตั้งภายใน 30
รูปที่ 2 – 10 แสดงการใช้สกรูยึดแผ่นไม้บนโฟม EPS 32
รูปที่ 2 – 11 แสดงวิธีการติดตั้งโฟมEPS ด้วยปูนกาว 33
รูปที่ 2 – 12 แสดงการตีโครงไม้รับโฟม EPS บนผนังอิฐบล็อก 33
รูปที่ 2 – 13 แสดงรายการเครื่องมือช่างพื้นฐานประจำบ้าน 35
รูปที่ 3 – 1 แสดงเครื่องมือวัดอุณหภูมิพื้นผิวระยะไกล 41
รูปที่ 3 – 2 แสดงอุปกรณ์เก็บอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ 42
รูปที่ 4 - 1 แสดงรูปแบบฉนวนสำหรับการติดตั้ง 52
รูปที่ 4 – 2 แสดงรูปแบบการเรียงฉนวนบนผนัง 53
รูปที่ 4 – 3 แสดงรูปแบบการติดตั้งฉนวนบนผนังที่มีช่องเปิด 53
รูปที่ 4 – 4 แสดงวิธีการจบวัสดุบริเวณฐานราก 54
รูปที่ 4 – 5 แสดงวิธีการจบวัสดุที่ฝ้าภายนอก 55
รูปที่ 4 – 6 แสดงวิธีการจบวัสดุเหนือวงกบช่องเปิด 56
รูปที่ 4 – 7 แสดงวิธีการติดตั้งฉนวนใต้วงกบแบบเสมอผิวผนัง 57
รูปที่ 4 – 8 แสดงวิธีหุ้มขอบฉนวน 58
รูปที่ 4 – 9 แสดงบรรยากาศภายในห้องเรียนก่อนการติดตั้ง มุมมองจากประตูด้านหน้า 59
รูปที่ 4 – 10 แสดงสภาพผนังที่ทำการติดตั้งฉนวน 60
รูปที่ 4 - 11 แสดงผังพื้นห้องที่ทำการติดตั้ง 61
รูปที่ 4 - 12 แสดงรูปด้านผนังภายนอกและภายในที่ทำการติดตั้ง 62

รูปที่ 4 – 13 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง 63
รูปที่ 4 – 14 แสดงวัสดุที่ใช้ในการติดตั้ง 64
รูปที่ 4 – 15 แสดงการวางแผนคำนวณปริมาณฉนวนโฟม EPS 66
รูปที่ 4 - 16 แสดงขั้นตอนการขยับเลื่อนสายไฟบนผนังด้วยคีมปากนกแก้ว 67
รูปที่ 4 – 17 แสดงขั้นตอนการถอดท่อระบายน้ำฝนออกเพื่อปรับสภาพผนังให้พร้อมสำหรับการทำความสะอาด 68
รูปที่ 4 - 18 แสดงส่วนผสมปูนกาวในถังผสมในสัดส่วนส่วนน้ำยารองพื้น 1 ถังต่อปูน ½ ลูก 68
รูปที่ 4 - 19 แสดงวิธีการใช้ตลับเมตรบากรอยบนเนื้อวัสดุ 70
รูปที่ 4 - 20 แสดงวิธีการทำสัญลักษณ์บนวัสดุทั้งสองชิ้นเพื่อความแม่นยำในการดัดแปลง 71
รูปที่ 4 - 21 แสดงวิธีการใช้เลื่อยปลายแหลมเจาะฉนวน 71
รูปที่ 4 - 22 แสดงวิธีการใช้ลวดตัดโฟมทำร่องบนวัสดุให้พอดีกับแนวแผ่นกันน้ำรั่วซึมบนผนัง 72
รูปที่ 4 - 23 แสดงถึงการฉาบปูนกาวด้านหลังฉนวนโดยเว้นระยะห่างประมาณ 0.30 เมตร 72
รูปที่ 4 – 24 แสดงวิธีการกดฉนวนแนบติดกับผนังอย่างน้อย 30 วินาทีเพื่อให้ปูนกาวแห้ง 73
รูปที่ 4 – 25 แสดงฉนวนที่ผ่านการติดตั้งอย่างถูกวิธี โดยผิวฉนวนแนบไปกับผิวผนัง 73
รูปที่ 4 – 26 แสดงถึงฉนวนที่ถูกติดตั้งเต็มพื้นที่ 74
รูปที่ 4 – 27 แสดงรอยต่อระหว่างฉนวนที่ควรเรียบเสมอกัน 74
รูปที่ 4 – 28 แสดงการใช้เศษโฟมอุดในช่องว่าง ในกรณีที่เหลือระยะห่างระหว่างฉนวน 75
รูปที่ 4 - 29 แสดงขั้นตอนการติดตั้งฉาบปูนกาว 76
รูปที่ 4- 30 แสดงรูปตัดผนัง ก่อนติดตั้งฉนวนและหลังการติดตั้งฉนวน 77
รูปที่ 4 – 31 แสดงการเซาะเศษปูนในบริเวณที่ไม่ต้องการ 80
รูปที่ 4 – 32 แสดงการใช้ผ้าขี้ริ้วชุบน้ำหมาดเช็ดทำความสะอาด 80
รูปที่ 4 – 33 แสดงผนังภายในห้องหลังการติดตั้ง 81
รูปที่ 4 – 34 แสดงผนังภายนอกห้องหลังการติดตั้ง 82
รูปที่ 4 – 35 แสดงผนังภายนอกห้องหลังการติดตั้ง มุมมองจากชั้นล่าง 82

สารบัญตาราง

ตารางที่ 4 – 1 แสดงวิธีการป้องกันปัญหาที่เกิดจากการติดตั้งฉนวน อย่างไม่ถูกต้อง 49
ตารางที่ 4 - 2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการติดตั้งฉนวนโฟมEPSแบบต่างๆ แบ่งตามขั้นตอนการติดตั้ง..... 50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ 1 - 1 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยตั้งแต่ปีพ.ศ. 2529 – 2554 2
แผนภูมิที่ 2 - 1 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุ..... 8
แผนภูมิที่ 2 - 2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่ถูกส่งผ่านผนังก่ออิฐฉาบปูนภายนอกทุกทิศทางในเดือนเมษายน..... 27
แผนภูมิที่ 4- 1 แผนภูมิเส้นแสดงถึงอุณหภูมิอากาศภายนอก อุณหภูมิเสมือนพื้นผิวภายนอกและภายใน ของผนังที่ได้รับการติดตั้งฉนวนและยังไม่ได้รับการติดตั้งฉนวน ภายใต้สภาวะการใช้งานจริง 83
แผนภูมิที่ 4 - 2 แผนภูมิเส้นแสดงถึงอุณหภูมิพื้นผิวภายในก่อนและหลังการติดตั้งฉนวน 84
แผนภูมิที่ 5 –1 แสดงปริมาณความร้อนส่งผ่านผนังก่อนและหลังการติดตั้ง..... 89

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

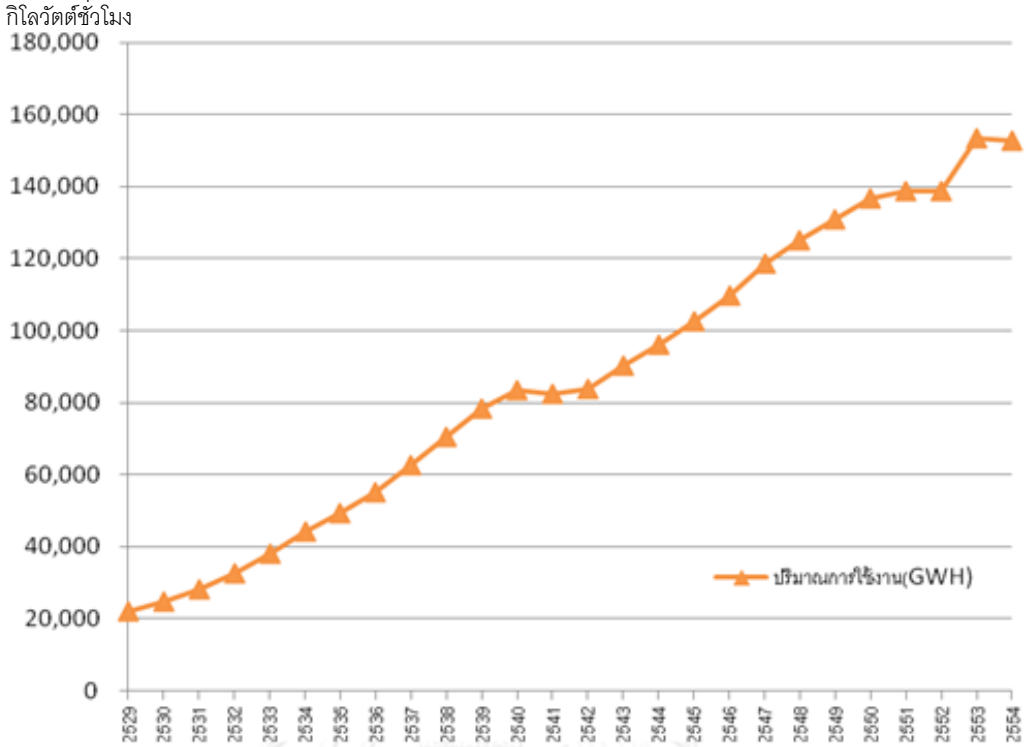
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อาคารสิ่งปลูกสร้างหรือสถาปัตยกรรมคือหนึ่งในปัจจัยในการดำรงค์ชีพ ที่มีอิทธิพลต่อสุขภาพกาย สุขภาพจิต การปฏิสัมพันธ์กับสังคม ความมั่นคงทางเศรษฐกิจ ฯลฯ ของผู้ใช้งาน อาคารที่เหมาะสมสำหรับยุคปัจจุบันจำเป็นจะต้องตอบโจทย์ในการดำเนินชีวิตและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้อาคารที่เปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์โลก

การออกแบบและสร้างอาคารโดยสถาปนิกและผู้รับเหมาในประเทศไทยที่ผ่านมาไม่มีประสิทธิภาพในการการประหยัดพลังงาน เนื่องจากขาดความคำนึงถึงการถ่ายเทความร้อน ผนังทึบภายนอกบ้านใช้วัสดุก่ออิฐฉาบปูนหรืออิฐมวลเบาที่มีค่าความต้านทานอุณหภูมิ (Thermal resistance หรือค่า R) ต่ำ ความร้อนจากแสงอาทิตย์สามารถส่งผ่านเปลือกอาคารเป็นปริมาณสูง ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) ภายในสูง ส่งผลต่อสภาวะสบายของผู้ใช้อาคารและเพิ่มภาระในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ เป็นการสร้างรายจ่ายให้แก่เจ้าของอาคารและเพิ่มการบริโภคพลังงานไฟฟ้าโดยรวมของชาติ

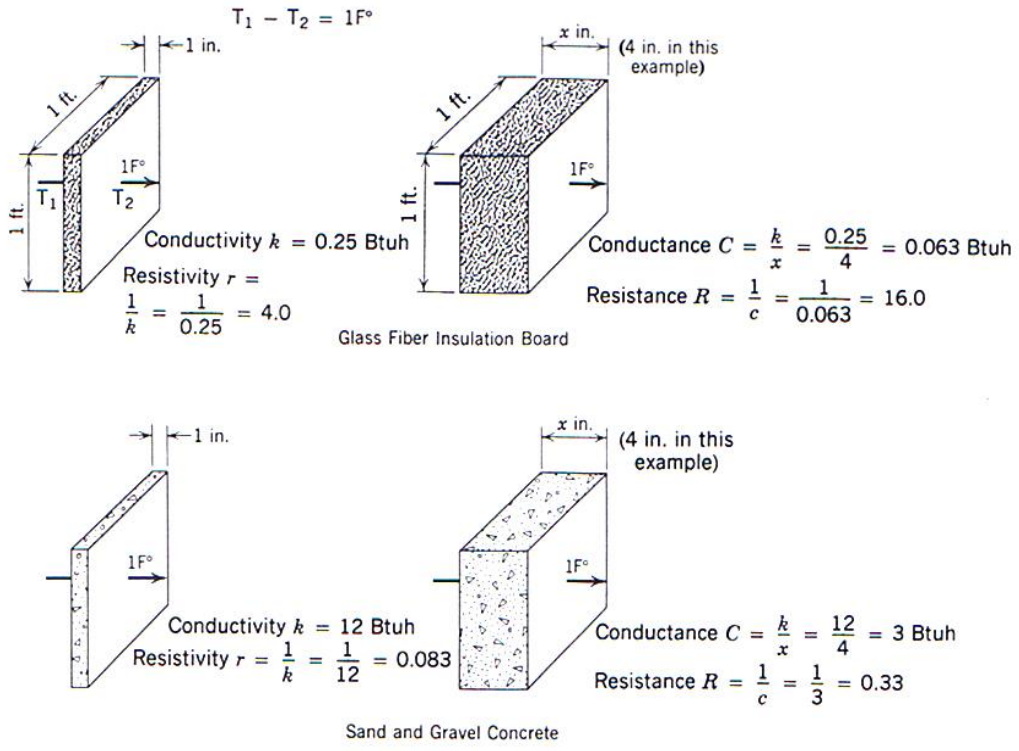
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยระหว่างปีพ.ศ. 2529 ถึง 2554



แผนภูมิที่ 1-1 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยตั้งแต่ปีพ.ศ. 2529 – 2554 (ข้อมูลจากhttp://www.weather.go.th/programs/uploads /tempstat/max_stat_latest.pdf)

การติดตั้งวัสดุฉนวนกันความร้อนให้แก่ผนังภายนอกอาคาร เป็นหนึ่งในวิธีปรับปรุงการถ่ายเทความร้อนที่ผนังภายนอกด้วยการเพิ่มค่าความต้านทานอุณหภูมิ เพื่อลดปริมาณความร้อนที่ถูกนำเข้าสู่ภายในอาคารผ่านผนังทึบ ในกรณีที่อาคารตั้งอยู่ในเขตสภาพภูมิอากาศร้อน-ชื้นอย่างประเทศไทย



รูปที่ 1 - 1 แสดงค่าความต้านทานอุณหภูมิ (ค่า R) ที่แตกต่างกันของวัสดุต่างชนิด ที่มา: Mechanical and Electrical Equipment for Buildings. Stein B. et al. 10thed. New York: John Wiley & Sons, 2006.

ด้วยสภาวะทางเศรษฐกิจและสถานการณ์พลังงานในปัจจุบัน ทำให้ผู้อยู่อาศัยมีความสนใจและต้องการติดตั้งฉนวนเพื่อปรับปรุงสมรรถภาพทางอุณหภูมิ (Thermal performance) ให้แก่อาคาร เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าและเพิ่มความสบายให้แก่ผู้ใช้งาน แต่ขาดความรู้และประสบการณ์ที่จำเป็นในการติดตั้ง กอปรกับความยากลำบากในการจัดจ้างผู้รับเหมาที่มีความเชี่ยวชาญในงานติดตั้งฉนวน เพราะฉะนั้นการมีระบบฉนวนภายนอกอาคารที่มีขั้นตอนในการติดตั้งเรียบง่าย ไม่ซับซ้อน ช่วยให้เจ้าของอาคารมีทางเลือกในการลดการถ่ายเทความร้อนที่ผนังภายนอกด้วยวิธีที่สามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง เป็นการลดภาระการทำความเย็นให้แก่ระบบปรับอากาศภายในอาคาร และลดงบประมาณทางพลังงานโดยรวมของประเทศ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคารและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในเขตร้อนชื้น

1.2.2 ออกแบบระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคาร โดยเน้นการติดตั้งด้วยตนเอง (Do It Yourself: DIY)

1.2.3 ติดตั้งระบบฉนวนดังกล่าวบนอาคารที่ศึกษา และประเมินศักยภาพของฉนวน ถึงข้อดี ข้อเสีย การถ่ายเทความร้อนและความคุ้มทุน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การวิจัยนี้เน้นเฉพาะก่ออิฐฉาบปูนและผนังก่อภายนอกอาคาร

1.3.2 การศึกษานี้เน้นการติดตั้งบนอาคารไม่เกิน 2 ชั้น (DIY)

1.3.3 การวิจัยนี้จะจำกัดการศึกษาเฉพาะการติดตั้งฉนวนในเขตร้อนชื้น

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 รวบรวมข้อมูล ทฤษฎี และการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคารในเขตร้อนชื้น

1.4.2 คัดเลือกวิธีที่เหมาะสม ออกแบบระบบ และติดตั้งฉนวนบนผนังภายนอกอาคาร ทดสอบประสิทธิภาพของการติดตั้ง

1.4.3 สรุปและเสนอวิธีการติดตั้งฉนวนภายนอกที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ข้อมูลและความเข้าใจในระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคารและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งฉนวนที่เหมาะกับการใช้งานในเขตร้อนชื้น

1.5.2 ได้เทคนิคการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคาร ที่เกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย และความคล่องตัวในการปฏิบัติงานด้วยตนเอง

1.5.3 ได้ข้อมูลประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อน โดยการติดตั้งฉนวนบนผนังภายนอกอาคารด้วยตนเอง เป็นการลดรายจ่ายค่าไฟฟ้า ลดการบริโภคพลังงานโดยรวมของชาติ และลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นการบรรเทาปัญหาสภาวะโลกร้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การติดตั้งฉนวนภายนอกอาคารและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในเขตร้อนชื้น

2.1.1 ฉนวนกันความร้อน

ความร้อนเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่สามารถวัดได้โดยอุณหภูมิ มีพฤติกรรมการถ่ายเทจากจุดที่มีพลังงานความร้อนสูงสู่จุดที่มีพลังงานความร้อนต่ำกว่า ความเป็นฉนวนของวัสดุคือความสามารถในการต่อต้านการส่งผ่านความร้อนโดยยังคงคุณสมบัติแรกเริ่ม วัสดุทุกชนิดในโลกมีความสามารถในการส่งผ่านความร้อนด้วยกันทั้งสิ้น วัสดุที่มีความสามารถส่งผ่านความร้อนต่ำ (หรือมีความต้านทานการส่งผ่านความร้อนสูง) จึงเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติความเป็นฉนวนสูง และถูกเรียกว่าฉนวนกันความร้อน

ฉนวนกันความร้อนมีอยู่ทั่วไป ทั้งในธรรมชาติ เช่นขนนุ่มฟูหนาที่ปกคลุมตัวแกะที่ช่วยรักษาอุณหภูมิร่างกาย ผมบนศีรษะที่ช่วยป้องกันรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ หรือเปลือกไม้ที่ช่วยควบคุมอุณหภูมิของลำต้น และแบบที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมา เช่น ถังโฟมใส่น้ำแข็ง แผ่นกันแดดในรถ หรือ เกล็ดเซรามิคพ่นสะท้อนรังสีความร้อน

สิ่งมีชีวิตใช้หลักการของฉนวนในการดำรงชีพตามธรรมชาติ เช่นเปลือกไม้ของต้นแคลิฟอร์เนียเรดวูด ที่ทำหน้าที่ป้องกันความร้อนและความชื้นให้แค่องค์ประกอบอื่นภายในลำต้น หรือผิวหนังของมนุษย์ที่ช่วยควบคุมอุณหภูมิภายในร่างกายให้อยู่รอด

จุดประสงค์ของการติดตั้งวัสดุฉนวนบนเปลือกอาคารภายใต้สภาพภูมิอากาศร้อน-ชื้นอย่างประเทศไทยในปัจจุบัน เป็นการใช้เพื่อลดการนำความร้อนจากภายนอกผ่านวัสดุผนังสู่ภายในอาคาร ลดอุณหภูมิเสมือนพื้นผิวผนังภายใน ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในคงที่ และเพิ่มจำนวนชั่วโมงสภาวะสบายภายในอาคารให้แก่ผู้ใช้งาน เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่อยู่นอกเหนือขอบเขตสภาวะสบายเกือบทั้งปี ยกเว้นช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม ในกรณีที่เป็นอาคารปรับอากาศ การติดตั้งฉนวนกันความร้อนเป็นการลดภาระการทำความเย็นให้แก่เครื่องปรับอากาศ และเป็นการประหยัดค่าไฟฟ้าในครัวเรือน

2.1.2 วิธีลดการส่งผ่านความร้อน

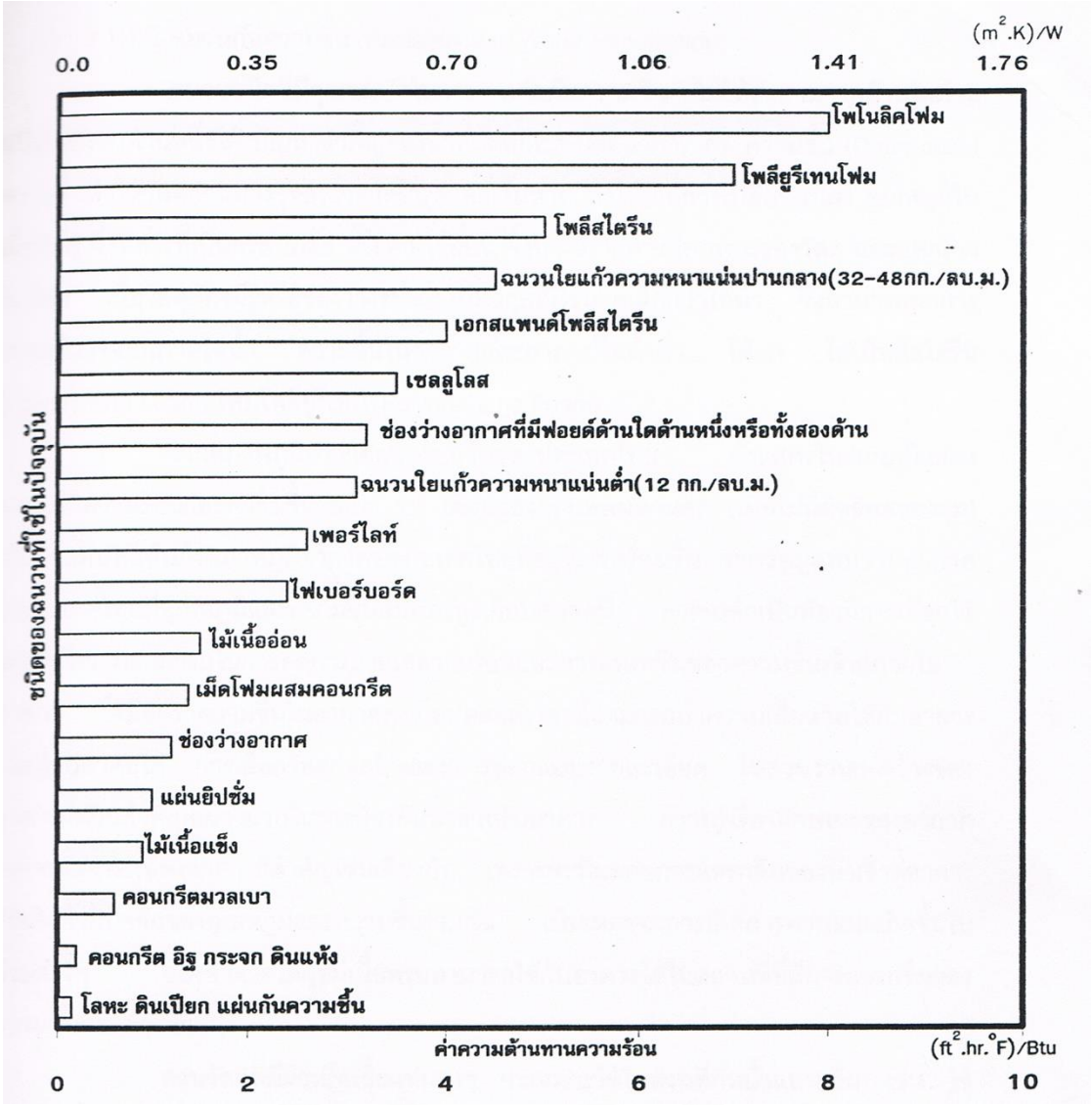
ความร้อนสามารถส่งผ่านด้วย 3 วิธีการคือ 1 การนำความร้อน (Conduction) 2 การพาความร้อน (Convection) และ 3 การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) เนื่องจากความร้อนสามารถส่งผ่านได้ 3 วิธี วัสดุบางชนิดอาจมีความสามารถต้านทานการส่งผ่านความร้อนด้วยวิธีนำหรือพา แต่สามารถต้านทานการแผ่รังสีได้น้อย ในขณะที่วัสดุบางชนิดมีความความสามารถต้านทานการแผ่รังสีความร้อนสูง แต่สามารถต้านทานการนำความร้อนและการพาความร้อนได้น้อย ทำให้ศักยภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนโดยรวมมีความแตกต่างหลากหลาย โดยปัจจัยในการลดการส่งผ่านความร้อนของวัสดุขึ้นอยู่กับ (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552)

2.1.2.1 การต้านทานความร้อน

ความสามารถในการต้านทานการนำและการพาความร้อนขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างเซลล์ของวัสดุ จำนวนและขนาดของช่องว่างอากาศในเนื้อของวัสดุมีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนจากผิวด้านที่อุณหภูมิสูงกว่าสู่ผิวด้านที่อุณหภูมิต่ำกว่า ความสามารถในการต้านทานความร้อนของวัสดุสามารถวัดได้โดย ค่าความต้านทานความร้อน (R-value) มีหน่วยวัดเป็น m2•K/W ในมาตราเมตริกหรือ ft2•F•h/Btu ในมาตราอังกฤษ

วัสดุหรือส่วนประกอบวัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง จะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-value) ต่ำ และมีความเป็นฉนวนสูง สามารถลดการถ่ายเทความร้อนได้มาก จัดว่าเป็นวัสดุที่เหมาะกับฉนวนกันความร้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



แผนภูมิที่ 2 – 1 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุ (ที่มา: แนวทางการใช้ฉนวนเชิงบูรณาการสำหรับอาคารในภูมิภาคร้อนชื้น. สฤกกา พงษ์สุวรรณ. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.)

ข้อมูลจากแผนภูมิที่ 2-1 พบว่าฉนวนประเภทโฟมมีค่าความต้านทานความร้อนสูง โดยโพโนลิคโฟมมีค่าความต้านทานความร้อนสูงที่สุด ที่ 8 ft^2•F•h/Btu ตามด้วยโฟมโพลียูรีเทน (Polyurethane Foam, PU) และโฟมโพลีสไตรีน (Polystyrene)

2.1.2.2 มวลสาร

ความหนาแน่นของมวลสารมีความสัมพันธ์กับความจุปริมาณความร้อน (Heat capacity) และส่งอิทธิพลต่อการส่งผ่านความร้อนของวัสดุ วัสดุที่มีมวลสารหรือความจุปริมาณความร้อนมากสามารถดูดซึมและเก็บกักความร้อน ไว้ในตัวก่อนที่จะส่งผ่านยังผิวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ทำให้เกิดอิทธิพลในการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time lag)

2.1.2.3 ช่องว่างอากาศและค่าสัมประสิทธิ์การกระจายความร้อนผิววัสดุ

ช่องอากาศนิ่งมีค่าความต้านทานความร้อนสูง เนื้อวัสดุที่มีช่องว่างอากาศขนาดเล็กกระจายอยู่ภายในเป็นจำนวนมากจะเป็นการเพิ่มค่าความต้านทานความร้อนโดยรวมของวัสดุนั้นๆ ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายความร้อนผิววัสดุเป็นปัจจัยที่ส่งอิทธิพลต่อการแผ่รังสีความร้อน โดยประสิทธิภาพในการลดการส่งผ่านความร้อนขึ้นอยู่กับ (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552)

1) ขนาดของช่องว่างอากาศ

2) ค่าการสะท้อนความร้อนของวัสดุผิวภายในช่องว่างอากาศ

3) ทิศทางการไหลของความร้อน

ฉนวนแต่ละชนิดใช้ปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง หรือผสมผสานปัจจัยต่างๆข้างต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิผลในการลดการส่งผ่านความร้อน โดยความสามารถในการส่งผ่านความร้อนโดยรวมของวัสดุวัดได้โดยค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U-value) ของวัสดุนั้นๆ

2.1.3 ประเภทของฉนวน

ด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการพัฒนาวัสดุใหม่ๆที่มีความเป็นฉนวนให้เลือกใช้ตามความต้องการ ด้วยความหลากหลายของวัสดุฉนวนทำให้การจำแนกประเภทมีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับประเด็นในการเปรียบเทียบหรือจุดประสงค์ของการศึกษา (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552) การแบ่งชนิดของฉนวนอาจทำได้โดยการอ้างอิงคุณสมบัติพื้นฐานต่างๆของวัสดุ เช่น

2.1.3.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของวัสดุ

ฉนวนแต่ละชนิดประกอบมาจากวัสดุพื้นฐานต่างกัน โดยรวมแล้ว อาจแบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลักๆ คือวัสดุอินทรีย์ (Organic) และ วัสดุอนินทรีย์ (Inorganic) ซึ่งจำแนกจากอินทรีย์ภาพของวัสดุนั้นๆ แต่การจำแนกโดยละเอียดตามลักษณะของวัสดุพื้นฐานที่มี

ความสามารถต้านทานความร้อนสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท (สุนทร บุญญาธิการ, 2543) ได้แก่

1) วัสดุแบบเป็นเส้นใย (Fibrous material) เช่น ใยแก้ว ใยแร่ ใยหิน หรือใยคาร์บอน ใยขี้โลหะ ใยอลูมินาซิลิกา

2) วัสดุแบบเซลล์ (Cellular material) ได้แก่ โฟมชนิดยืดหยุ่น เซลลูลาร์กลาส (Cellular Glass) โฟมอแลซโตเมริคแบบขยาย โฟมยูเรียฟอร์มาลดิไฮด์ โฟมโพลีสไตรีน โฟมโพลีไอโซไซยานูเรต และโฟมโพลียูรีเทน

3) วัสดุแบบเม็ดเล็ก (Granular material) เช่นแมกนีเซียมแคลเซียมซีลีเกต ดินไดอะตอม (Diatomaceous earth) หรือไม้ก๊อก (Cork)

4) วัสดุแบบเกล็ด (Flake material) เช่นเพอร์ไลท์หรือเวอร์มิคูไลท์

5) วัสดุแบบแผ่นบาง (Thin sheet) เช่นอลูมิเนียมฟอยล์

2.1.3.2 วิธีหลักในการลดการส่งผ่านความร้อน

การจำแนกประเภทวัสดุจากพฤติกรรมในลดการส่งผ่านความร้อนสามารถแบ่งฉนวนออกเป็น 3 ประเภท (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552) ได้แก่

1) ฉนวนช่องว่างอากาศ (Still air)

อากาศนิ่งมีค่าความต้านทานความร้อนทางแนวนอน 0.68 BTU/Ft2.Hr วัสดุที่มีรูพรุน เป็นโพรง หรือมีช่องว่างอากาศนิ่งเป็นจำนวนมาก จึงได้รับผลจากค่าความต้านทานความร้อนรวมของช่องว่างอากาศที่สะสมอยู่ภายในเนื้อวัสดุเหล่านั้น ฉนวนที่มีช่องว่างอากาศในเนื้อวัสดุที่พบทั่วไปมี 3 รูปแบบคือ (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552) เส้นใยเล็กๆสานกันเป็นโพรงอากาศ เซลล์ปิดที่มีช่องว่างสุญญากาศ และช่องที่เป็นแก๊สสภาพนำความร้อนต่ำ

2) ฉนวนมวลสาร

คุณสมบัติในการลดการส่งผ่านความร้อนของมวลสาร ขึ้นอยู่กับค่าความจุความร้อนจำเพาะ (Specific Heat Capacity) ของวัสดุนั้นๆ วัสดุที่มีค่าจุความร้อนจำเพาะสูงจะดูดซับและกักเก็บความร้อนเอาไว้ในมวลสารก่อนที่จะคายความร้อนไปสู่อีกด้านหนึ่ง เรียกว่าเป็นการหน่วงเวลาความร้อน (Thermal Time Lag)

ฉนวนมวลสารจึงมีคุณสมบัติในการลดค่าความร้อนสูงสุด (Peak Heat Load) ในแต่ละวัน เช่นผนังโบสถ์วัดไทย ที่มีความหนาถึง 60 ซ.ม.และมีความหนาแน่นสูง สามารถหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้ถึง 12 ชั่วโมง ปัจจุบันมีการใส่ช่องว่างอากาศในเนื้อวัสดุ เพื่อลดน้ำหนักโครงสร้าง กลายเป็นวัสดุมวลสารปานกลาง เช่นคอนกรีตมวลเบา

3) ฉนวนสะท้อนรังสีความร้อน

ฉนวนสะท้อนรังสีความร้อน ใช้วัสดุที่มีค่าความสะท้อนรังสีสูงและดูดซึมความร้อนต่ำ ร่วมกับช่องอากาศปิด ทำให้เกิดค่าความต้านทานความร้อน ช่วยลดการถ่ายเทความร้อนรวม หรือ อาจใช้วิธีติดตั้งวัสดุสะท้อนรังสีบนผิววัสดุทึบเพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการสะท้อนรังสีความร้อนและลดการดูดกลืนความร้อนให้แก่วัสดุ ฉนวนผิวสะท้อนรังสีมี 3 รูปแบบคือ ฉนวนผิวสะท้อนรังสีที่ภายในเป็นโพรงอากาศ ฉนวนผิวสะท้อนรังสีในช่องที่เป็นสุญญากาศและฉนวนผิวสะท้อนรังสีในช่องที่เป็นแก๊สสภาพนำความร้อนต่ำ (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552) การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นผ่านฉนวนชนิดนี้มีอยู่ 3 ขั้นตอนคือ 1 การพาความร้อนในช่องว่าง 2 การนำความร้อนผ่านโมเลกุลของอากาศ 3 การแผ่รังสีความร้อนของพื้นผิว (สุนทร บุญญาธิการ, 2543)

2.1.3.3 รูปแบบทางกายภาพ

เมื่อวัสดุพื้นฐานที่มีศักยภาพในการลดการส่งผ่านความร้อนเข้ากระบวนการผลิตวิธีต่างๆ ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นวัสดุฉนวนที่มีรูปแบบทางกายภาพที่หลากหลาย รูปแบบทางกายภาพเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อวิธีติดตั้ง โดยผลิตภัณฑ์ฉนวนที่จัดหาได้ตามท้องตลาดสามารถจำแนกประเภทโดยการอ้างอิงจากลักษณะทางกายภาพ ได้ 3 ประเภท (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552) ดังนี้

1) ฉนวนชนิดวัสดุของเหลว (Liquid)

ฉนวนประเภทของเหลวขึ้นรูปตามพื้นผิวที่ทำการติดตั้ง นิยมใช้สำหรับด้านบนหลังคา หรือผนังภายนอกอาคาร เพราะมีความคงทนสูง สามารถกันความร้อนและความชื้น มีแรงยึดเกาะกับโครงสร้างเดิมสูง ติดตั้งโดยการเท ฉีดพ่น หรือฉาบ บนพื้นผิวจนได้ความหนาที่เหมาะสม

วัสดุสำหรับฉีดพ่นมีสองประเภทตามลักษณะโครงสร้างเซลล์ คือ วัสดุชนิดโครงสร้างเซลล์เปิด ซึ่งเป็นกำแพงกันอากาศชั้นดีแต่ถูกแทรกซึมโดยความชื้น

ได้โดยง่าย นิยมใช้ฉีดพ่นเข้าเติมในช่องว่างใต้หลังคาหรือระหว่างโครงเคร่าผนัง ใช้ส่วนผสมสารเคมีน้อยกว่า และมีราคาถูกกว่าวัสดุชนิดโครงสร้างเซลล์ปิด ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าและสามารถป้องกันการแทรกซึมของความชื้นได้ดี โดยฉนวนของเหลวที่แพร่หลายสำหรับการฉีดพ่น ได้แก่

- ฉนวนเส้นใยฉีดพ่น (Loose fill, Blow-in)

ฉนวนแบบเส้นใยฉีดพ่นประกอบไปด้วยอนุภาคของเส้นใย, โฟม, หรือวัสดุชนิดอื่น อนุภาคพวกนี้จะก่อตัวกันเพื่อสร้างวัสดุกันความร้อนที่สามารถฉีดพ่นเข้าไปในช่องว่างทุกพื้นที่โดยที่ไม่รบกวนโครงสร้างหรือพื้นผิว ความสามารถในการเรียงตัวทำให้ฉนวนชนิดนี้เหมาะสำหรับงานปรับปรุงใหม่หรือตที่ยากต่อการเข้าติดตั้งฉนวนชนิดอื่น

ประเภทของวัสดุที่ถูกใช้ในการทำฉนวนแบบฉีดพ่นส่วนใหญ่คือ เซลลูโลส, ไฟเบอร์กลาส, และวัสดุใยแร่ (หินหรือกากแร่) วัสดุพวกนี้ถูกสร้างจากวัสดุรีไซเคิล เซลลูโลสส่วนมากถูกสร้างจากกระดาษหนังสือพิมพ์รีไซเคิล

รูปที่ 2 – 1 แสดงตัวอย่างฉนวนเซลลูโลส (Cellulose) สำหรับฉีดพ่น (ที่มา http://img.alibaba.com/photo/106954037/Cellulose_insulation_material.jpg)

- ฉนวนโฟมแบบฉีดพ่น (Sprayed Foam)

ความสามารถในการกันความร้อนของฉนวนโฟมประเภทฉีดพ่นมีค่าสูงเกือบสองเท่าของฉนวนประเภทแผ่น ฉนวนแบบโฟมฉีดมาในรูปแบบของเซลล์เปิดและเซลล์ปิด ฉนวนแบบโฟมฉีดติดตั้งยากมีราคาสูงและต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญอย่างไรก็ตามฉนวนประเภทนี้มีประสิทธิภาพในกันความร้อนสูงกว่ามาก

รูปที่ 2 - 2 แสดงภาพการฉีดพ่นโฟม Polyurethane บริเวณใต้หลังคา (ที่มา http://www.certainteed.com/images/products/thumbnails/aspraycathceiling2md.jpg)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ฉนวนชนิดกึ่งแข็ง (Semi-rigid)

ฉนวนชนิดแผ่นหรือแบบม้วน (Blanket: Batts and Rolls) เป็นฉนวนชนิดที่พบได้ทั่วไปและใช้อย่างแพร่หลายที่สุด วัสดุที่ใช้ ประกอบไปด้วยเส้นใยที่มีความยืดหยุ่น เช่น ใยแก้ว (Fiberglass), ใยแร่ (Mineral Wool), ใยพลาสติก (Plastic Fiber) และ ใยธรรมชาติ (Natural Fibers) รูปแบบที่นิยมที่สุดทำจากใยแก้ว หรือร็อควูล (Rockwool) ฉนวนทั้งแบบแผ่นและแบบม้วนที่พบในท้องตลาดจะมีขนาดมาตรฐานเท่ากับขนาดของวัสดุก่อสร้างทั่วไป ราคาไม่แพงและมีขายหลายขนาด ฉนวนแบบม้วนเป็นฉนวนไฟเบอร์กลาสยาวต้องนำมาตัดให้พอดีขนาดที่จะใช้งาน ในขณะที่แบบแผ่นมา

เป็นความยาวที่เฉพาะเจาะจง ฉนวนชนิดนี้มีทั้งชนิดที่มีแผ่นประกบฉนวน (Facing) และแบบที่ไม่มี อย่างไรก็ตาม ทางผู้ผลิตฉนวนมักจะติดแผ่นประกบซึ่งทำจากกระดาษฟอยล์หรือแผ่นยาง เพื่อทำหน้าที่ป้องกันฉนวนจากความชื้น ฉนวนแบบแผ่นที่พบในปัจจุบันยังมีทั้งแบบที่เป็นแผ่นประกบกันไฟ ซึ่งมีหลายขนาดให้เลือกนำไปใช้ให้เหมาะสมกับงาน

การใช้งานของฉนวนชนิดแผ่นหรือแบบม้วน สามารถใช้ติดตั้งทับไปบนผนังที่ยังไม่ได้ตกแต่ง รวมถึงใต้พื้น และปูเหนือฝ้าเพดาน โดยวิธีติดตั้งบนผนังมักจะใช้นอตหรือตะปูเพื่อยึดแผ่นฉนวนเข้ากับผนังเดิม แล้วตกแต่งทับอีกทีหรือไม่ก็ตาม สำหรับฉนวนที่ใช้เหนือฝ้าจะปูวางไว้เหนือแผ่นฝ้าเพดาน โดยฉนวนไฟเบอร์กลาสมีจำหน่ายในความกว้างที่เหมาะสำหรับระยะมาตรฐานโครงเคร่ากำแพง โครงฝ้าหรือพื้น ฉนวนสามารถใช้ซ้อนเพื่อเพิ่มค่าความต้านทานความร้อน อย่าบีบอัดฉนวน โปรดจำไว้ว่าตัวฉนวนไม่ได้ทำหน้าที่กันความร้อนแต่เป็นอากาศที่โดนกักไว้ข้างในที่ทำหน้าที่นั้น ถ้าบีบอัดฉนวนจะลดจำนวนอากาศข้างในดังนั้นค่าต้านทานความร้อนก็ลดลงเช่นกัน

ฉนวนชนิดแผ่นหรือแบบม้วนแบบใยแก้วที่ได้มาตรฐาน จะมีค่าความต้านทานความร้อนระหว่าง 2.9 -3.8 ft^2•F•h/Btu ต่อความหนาฉนวน 1 นิ้ว ฉนวนใยแก้วประสิทธิภาพสูง (ความหนาแน่นกลางถึงสูง) จะมีค่าความต้านทานความร้อนระหว่าง 3.7 ถึง 4.3 ft^2•F•h/Btu ต่อความหนาของฉนวน 1 นิ้ว

รูปที่ 2 - 3 แสดงตัวอย่างฉนวนร็อควูล (Rockwool)

(ที่มา http://www.glaciersuae.com/images/rockwool3a.jpg)

3) ฉนวนแข็งชนิดขึ้นรูปสำเร็จ (Rigid)

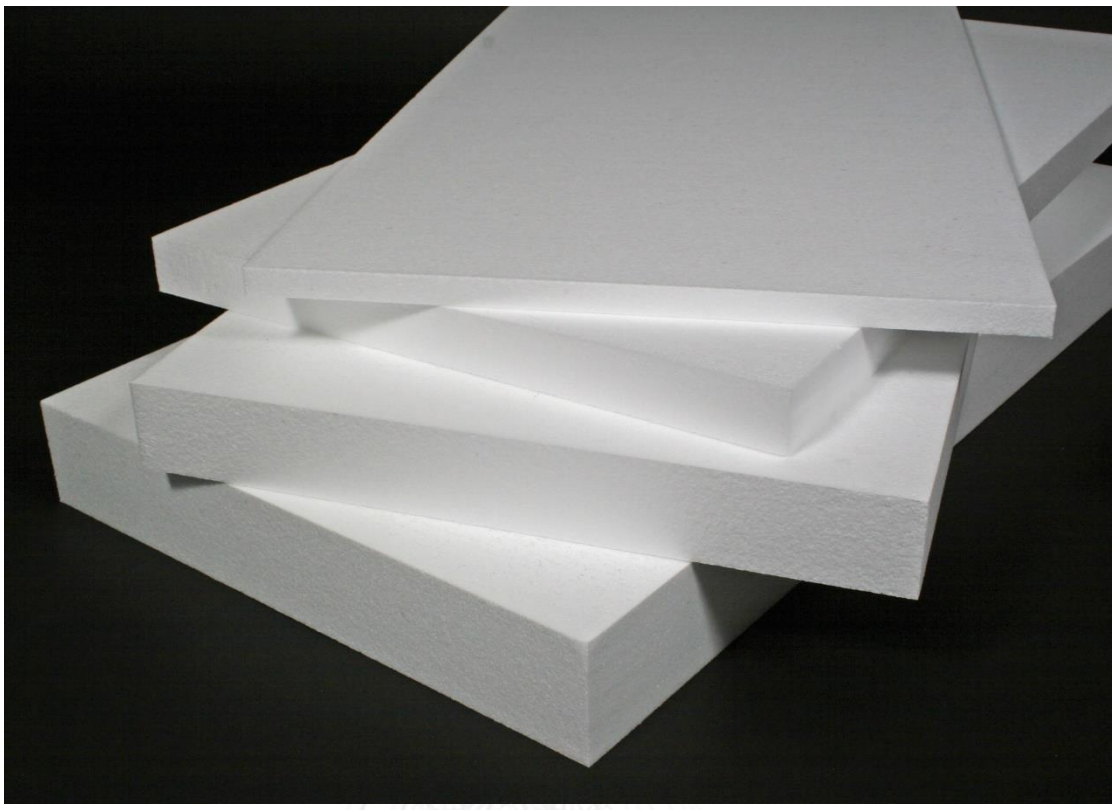
ฉนวนแข็งชนิดขึ้นรูปสำเร็จผลิตจากเส้นใยหรือการอัดแน่นของสารที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ โดยติดตั้งเข้ากับโครงสร้างหรือเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้าง โดยฉนวนประเภทนี้ที่ได้รับความนิยมได้แก่

- ฉนวนโฟมแบบแผ่นขึ้นรูปสำเร็จ (Rigid foam board)

โฟมแบบแผ่นขึ้นรูปสำเร็จสามารถนำไปใช้งานได้ทั้งสำหรับงานฉนวนฝ้า, ผนัง, หรือ พื้น ฉนวนชนิดนี้จะใช้วัสดุที่สามารถต้านทานความร้อนได้ดี ชนิดของวัสดุที่พบได้โดยทั่วไปได้แก่ โฟมExpanded Polystyrene (EPS), Polyisocyanurate และ Polyurethane ในการติดตั้งภายนอกอาคาร ฉนวนชนิดนี้ควรมีแผ่นประกบกันความชื้น ในขณะที่การใช้งานกายในต้องมีการปิดทับตัวฉนวนด้วยแผ่นยิปซั่มหนาครึ่งนิ้ว หรือวัสดุทนไฟที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

โฟมEPS ผลิตจากเม็ดพลาสติกที่โดนความร้อนจนขยายตัวเป็นเซลล์เล็กๆติดกัน แต่แยกออกจากกัน มีช่องว่างอากาศเล็กๆระหว่างแต่ละเซลล์ ช่วยในการลดการถ่ายเทความร้อนจากผิววัสดุด้านหนึ่งสู่ผิววัสดุอีกด้านหนึ่ง และเนื่องจากเป็นวัสดุฉนวนแบบเซลล์ปิด จึงมีอัตราการแทรกซึมของความชื้นต่ำ

โฟมEPS ที่จัดหาได้ทั่วไปเป็นวัสดุกึ่งสำเร็จรูปผลิตสำเร็จจากโรงงานมีหน้าตัดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 0.60x1.20 เมตร และมีความยาว 6 เมตร มีความหนาแน่นตั้งแต่ 16 ถึง 32 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โฟมโพลีสไตรีนจะถูกตัดออกเป็นความหนาต่างๆก่อนนำมาจำหน่ายเพื่อใช้งานต่อไป โดยประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนจะสัมพันธ์โดยตรงกับความหนาและความหนาแน่นของวัสดุ หากเพิ่มความหนาหรือความหนาแน่นให้แก่วัสดุก็จะยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อน โดยปกติแล้วโฟมEPS ความหนาแน่น 32 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าความต้านทานความร้อน (R-value) ตั้งแต่ 3.5 ถึง 4.5 ft^2•F•h/Btu ต่อความหนา 1 นิ้ว



รูปที่ 2 – 4 แสดงตัวอย่างวัสดุโฟม EPS แผ่นขึ้นรูปสำเร็จ

(ที่มา http://www.encon.co.uk/sites/default/files/products/images/5.1.10_001.jpg)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ฉนวนบล็อกคอนกรีต (Insulating Concrete Block)

บล็อกคอนกรีตเป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมใช้สร้างผนัง แต่มีค่าความต้านทานความร้อนต่ำ จึงมีการฉีดวัสดุฉนวนเติมเข้าในช่องว่างอากาศ อย่างไรก็ตามวิธีดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพในการต้านทานความร้อนมากนัก เพราะความร้อนถูกนำผ่านเนื้อคอนกรีต ผู้ผลิตจึงทำการผสมเม็ดโฟมที่มีความเป็นฉนวนเข้าไปในเนื้อคอนกรีตเพื่อเพิ่มค่าความต้านทานความร้อนให้สูงขึ้น ภายหลังจึงมีการผลิตบล็อกคอนกรีตที่มีโฟม Polystylene เป็นวัสดุฉนวนสอดไส้อยู่ตรงกลาง

ค่าความต้านทานความร้อนของฉนวนบล็อกคอนกรีตอยู่ที่ 1 ft^2•F•h/Btu ต่อความหนา 1 นิ้ว ในขณะที่ฉนวนบล็อกคอนกรีตที่มีการสอดไส้โฟมจะมีค่าความต้านทานความร้อน 2 ft^2•F•h/Btu ต่อความหนา 1 นิ้ว

รูปที่ 2 - 5 แสดงตัวอย่างฉนวนบล็อกคอนกรีตแบบสอดไส้โฟม (ที่มา http://www.solarcrete.com/pictures/insulated-concrete-wall/insulated-concrete-wall-photo-lg.jpg)

- Insulating Concrete Forms (ICFs)

ICFs มีลักษณะเป็นโฟมEPSขึ้นรูปสำเร็จเป็นบล็อกสำหรับก่อ โดยมีช่องเปิดกลวงตรงกลางสำหรับเทคอนกรีตเข้าไป หรือเป็นแผ่นขัดต่อกันเพื่อใช้ทำหน้าที่เป็นแม่แบบคอนกรีตของโครงสร้าง โดยมากฉนวนชนิดนี้จะใช้สำหรับงานเทคอนกรีตขึ้นรูป โดยนำICFs นำมาต่อกันตามแบบแล้วจึงเทคอนกรีตลงไปตรงกลางช่องว่าง เมื่อคอนกรีตแห้งและแข็งตัว โฟมข้างในก็จะทำหน้าที่เป็นฉนวน ปกติแล้วจะมีการใช้เหล็กเส้นฝังไว้ในส่วนที่มีการเทคอนกรีตเพื่อเสริมความแข็งแรง

ฉนวนโฟมคอนกรีตนั้นมีจุดเด่นตรงที่ค่าความต้านทานความร้อนสูงถึงประมาณ R-20 ft^2•F•h/Btu ต่อหนึ่งหน่วย

รูปที่ 2 – 6 แสดงตัวอย่างฉนวนชนิด Insulating Concrete Form (ICFs)

(ที่มา http://benchmarkfoam.com/wp-content/uploads/2009/07/Benchmark_Foam_ICF_Insulated_Concrete_Forms_Build_on_Bond_640_WML.jpg)

- Structural Insulated Panels (SIPs)

Structural Insulated Panels (SIPs) คือ ฉนวนที่ผนวกรวมเข้ากับงานโครงสร้างอาคารแบบสำเร็จรูป ซึ่งองค์ประกอบของโครงสร้างอาคารแบบหล่อสำเร็จนี้สามารถที่จะทำขึ้นมาโดยเฉพาะและนำไปใช้ได้ในทุกส่วนของอาคาร ไม่ว่าจะเป็นฝ้าเพดาน หลังคา พื้น หรือ งานผนัง ซึ่งฉนวนแบบนี้นั้นจะให้ประสิทธิภาพในการทำงานด้านการต้านทานความร้อนสูงมาก และให้รายละเอียดจบงานเรียบร้อยและมีความต่อเนื่องในรายละเอียดของชิ้นงานมากกว่าฉนวนแบบอื่นๆเป็นอย่างมาก โดยพบว่าสามารถที่จะช่วยประหยัดพลังงานได้ระหว่าง 12% ถึง 14% ทั้งนี้การใช้ SIPs เมื่อติดตั้งอย่างถูกต้องแล้วจะให้ผลในการทำให้สามารถควบคุมการรั่วซึมของอากาศได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งยังช่วยเรื่องลดเสียงรบกวนที่จะเข้ามาภายในอาคารอีกด้วย

ฉนวนที่ผนวกรวมเข้ากับงานโครงสร้างอาคารไม่เพียงแต่จะมีค่าความต้านทานความร้อน หรือ R-value สูง แต่ยังมีอัตราส่วนของความแข็งแกร่งต่อน้ำหนักที่สูงอีกด้วย ฉนวนที่ผนวกรวมเข้ากับงานโครงสร้างอาคารโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย แผ่นโฟมฉนวน หนา 4 ถึง 8 นิ้ว ประกบอยู่ภายในของชิ้นงานที่หล่อมาเพื่อใช้เป็นโครงสร้าง ซึ่งทางผู้ผลิตมักจะสามารถทำรายละเอียดทั้งภายนอกและภายในของชิ้นงานนี้ให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งขนาดทั่วไปที่ทางผู้ผลิตสามารถผลิตออกมาได้นั้นจะทำให้มีขนาดใหญ่ได้ถึง 8 x 24 ฟุต และต้องใช้เครนในการยกเพื่อประกอบบนหน้างาน

คุณภาพของการผลิตฉนวนแบบนี้มีความสำคัญมากต่ออายุการใช้งานและประสิทธิภาพของฉนวน ชิ้นงานแต่ละชิ้นจะต้องมีการเชื่อมต่อกันด้วยวิธีที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการผุกร่อนของพื้นผิว และนำไปสู่ความเสียหายของตัวฉนวนได้ ชิ้นงานทุกชิ้นควรจะมีพื้นผิวและขอบเรียบ เพื่อป้องกันการเกิดช่องว่างขึ้นเมื่อนำไปประกอบติดตั้งบนหน้างาน ก่อนหน้าที่จะมีการว่าจ้างผลิตชิ้นงานประเภทนี้ ควรจะมีการประสานกับทางผู้ผลิตเกี่ยวกับระบบการควบคุมคุณภาพการผลิตและการทดสอบสมรรถนะ รวมไปจนถึงเงื่อนไขการรับประกันจากผู้ผลิต

วัสดุที่ใช้ในส่วนที่เป็นฉนวนของ SIPs นั้นมีหลากหลาย แต่วัสดุที่มักจะพบใช้ทั่วไปคือ Polystyrene หรือ โฟม Polyisocyanurate

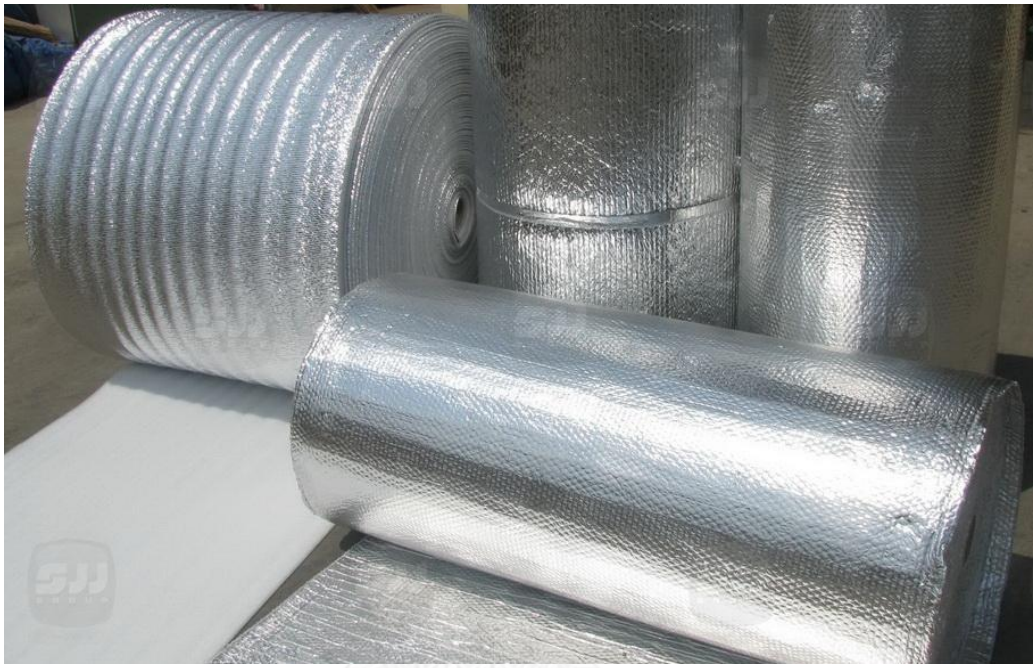
รูปที่ 2 – 7 แสดงถึงฉนวนแบบ Structural insulated panels (SIPs) (ที่มา http://renaissanceronin.files.wordpress.com/2011/06/sip-panel.jpg)

4) ระบบสะท้อนรังสีความร้อน

แตกต่างจากระบบกันความร้อนชนิดอื่นซึ่งจะต้านทานการนำความร้อนและบางครั้งก็ส่งผ่านความร้อน ณะบบสะท้อนรังสีจะทำงานโดยการสะท้อนรังสีความร้อนออกจากพื้นที่ใช้สอย ระบบสะท้อนรังสีจะถูกติดตั้งภายในบ้านส่วนใหญ่จะถูกติดตั้งที่พื้นที่ใต้หลังคา โดยพื้นฐานแล้วถูกใช้สำหรับการลดการสะสมและเพิ่มขึ้นของความร้อนซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการทำความเย็นภายในบ้าน ส่วนใหญ่เป็นฟอล์ยอลูมิเนียมที่มีค่าความสะท้อนสูงสามารถติดตั้งทับระบบกันความร้อน

ความร้อนจากพระอาทิตย์จะถูกสะสมภายในบ้านบริเวณพื้นที่ใต้หลังคาผ่านวัสดุต่างๆที่มีคุณสมบัตินำและสะสมความร้อน ระบบสะท้อนรังสีจะช่วยลดค่าของความร้อนที่จะถูกนำพาจากด้านนอกหลังคาสู่ภายใน เพื่อประโยชน์สูงสุดระบบสะท้อนนี้ต้องหันออกด้านที่เปิดรับแสง

ระบบสะท้อนจะมีประสิทธิภาพมากในสภาพภูมิอากาศร้อน โดยเฉพาะการติดตั้งบริเวณพื้นที่ใต้กระเบื้องหลังคาเหนือห้องที่มีการปรับอากาศ ทำให้ลดขนาดของอุปกรณ์ปรับอากาศ แต่ประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนเช่นนี้ไม่สูงนักสำหรับอาคารในสภาพภูมิอากาศเย็น



รูปที่ 2 - 8 แสดงตัวอย่างฉนวนระบบสะท้อนรังสีบับเบิลฟอยล์ (Bubble Foil) (ที่มา http://www.sjj.co.th/images/img_content/l589.jpg)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.4 การเลือกใช้ฉนวน

เนื่องจากวัสดุฉนวนตามท้องตลาดมีให้เลือกหลายชนิดซึ่งล้วนแล้วแต่มีคุณสมบัติต่างกันออกไป โดยปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาวัสดุฉนวนกันความร้อนที่เหมาะสม ได้แก่

2.1.4.1 คุณสมบัติของฉนวน

การเลือกใช้ฉนวนจำเป็นต้องคำนึงถึงคุณสมบัติในการต้านทานความร้อน ความทนทานและอายุการใช้งาน ซึ่งฉนวนควรมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวม (U-value) ต่ำที่สุด โดยคุณสมบัติที่นำมาพิจารณาฉนวน (สุนทร บุญญาธิการ, 2542) มีดังนี้

1) รูปแบบทางกายภาพของฉนวน (Physical Properties)

รูปแบบทางกายภาพของฉนวนมีหลายรูปแบบให้เลือกใช้งาน ได้แก่ ฉนวนแบบคลุมห่อ แบบแผ่นหรือแบบฉีด ขึ้นอยู่กับความต้องการและความเหมาะสมของตำแหน่งติดตั้ง ค่าใช้จ่าย งบประมาณ ความแข็งแรงทนทาน

2) ความหนาแน่น และความจุความร้อน (Bulk Density and Heat Capacity)

ฉนวนที่มีคุณภาพดีจะมีค่าความหนาแน่น และความจุร้อนที่เหมาะสมที่สุดเพียงค่าเดียวเท่านั้น กระบวนการผลิตจะมีผลต่อคุณสมบัติความหนาแน่นและความจุความร้อนของฉนวน ความหนาแน่นและความจุความร้อนที่เพิ่มขึ้นของวัสดุจะมีความสามารถต้านทานความร้อนสูงขึ้นและหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้นานขึ้น

3) อุณหภูมิของการใช้งานที่เหมาะสม (Suitability for Service Temperature)

ข้อพิจารณาที่สำคัญในการเลือกใช้ฉนวนอีกอย่างหนึ่ง คือ อุณหภูมิของการใช้งานที่เหมาะสม เนื่องจากฉนวนแต่ละชนิดจะมีข้อจำกัดด้านอุณหภูมิในการใช้งานแตกต่างกัน เหมาะสมแก่การติดตั้งบริเวณตำแหน่งต่างๆ การแบ่งระดับของอุณหภูมิในการใช้งานของฉนวนทำได้ ดังนี้

- ฉนวนสำหรับช่วงอุณหภูมิใช้งาน -270 ถึง 100 องศาเซลเซียส ได้แก่ กลาสโฟม (Glass Foam) เซลลูโลส (Cellulose Foam)

- ฉนวนสำหรับช่วงอุณหภูมิระหว่างกว่า 100-500 องศาเซลเซียส ได้แก่ แคลเซียมซิลิเกต กลาสโฟม ใยแร่ และฉนวนประเภทฟอยล์

- ฉนวนสำหรับช่วงอุณหภูมิมากกว่า 500 องศาเซลเซียส ได้แก่ ฉนวนพวกสารอนินทรีย์ประเภทคาร์บอนหรือโลหะ เช่น ฟอยล์ เซรามิกโฟม (Ceramics Foam) ใยเซรามิก (Ceramics Fiber) ใยคาร์บอน (Carbon Fiber)

4) การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน (Thermal Expansion)

การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนของฉนวนจะทำให้คุณสมบัติและประสิทธิภาพของฉนวนเปลี่ยนแปลงไป การเลือกใช้ฉนวนจึงจำเป็นต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ โดยจะพิจารณาได้จากการขยายตัวของฉนวนในอุณหภูมิของการใช้งานที่เหมาะสม

5) ความสามารถในการต้านทานความร้อน (Thermal Resistant)

เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ฉนวนที่เหมาะสมต้องมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนจากภายนอกอาคารได้ดี ความสามารถในการต้านทานความร้อนของฉนวนดูได้จากค่าความต้านทานความร้อน (R-value) หรือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-value) โดยฉนวนที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูงหรือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำจะป้องกันการส่งผ่านความร้อนได้ดี

6) ความต้านทานต่อความชื้น (Resistance to Water Penetration) หรือ ฉนวนที่ใช้ประกอบกับวัสดุป้องกันความชื้น

สภาพภูมิอากาศที่มีระดับความชื้นสูงเกือบตลอดปีของประเทศไทยทำให้การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศในอาคาร ต้องสูญเสียไปมากเพื่อการลดความชื้น ดังนั้นฉนวนที่ติดตั้งบนเปลือกอาคารต้องมีการป้องกันการแทรกซึมของความชื้น โดยเฉพาะอาคารที่มีการปรับอากาศ ตัวฉนวนจำเป็นต้องมีค่าความต้านทานความชื้นเป็นข้อคำนึงหลักอีกประการหนึ่ง เพราะหากเกิดความชื้นในฉนวนจะทำให้ฉนวนเสื่อมสภาพหรือสูญเสียคุณสมบัติความเป็นฉนวนไป การใช้ฉนวนที่ใช้ไม่มีการกันความชื้น ควรป้องกันความชื้นให้กับฉนวนโดยการใช้วัสดุสำหรับกันความชื้น เช่น แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ แผ่นโพลีเอทิลีน แผ่นพีวีซี หรือแผ่นโพลีเอสเตอร์ ฉนวนมาสติค แอสฟัลต์ ฯลฯ เคลือบปิดฉนวนด้านที่สัมผัสกับอากาศ

7) ความต้านทานต่อแรงอัด (Resistance to Compaction)

ความต้านทานต่อแรงอัด เป็นคุณสมบัติที่ใช้สำหรับพิจารณาเลือกใช้ฉนวนโดยคำนึงถึงความคงทนและอายุการใช้งาน โดยเฉพาะฉนวนในส่วนที่ต้องรับแรงอัดสูง เช่น ฉนวนพื้น ฉนวนที่ขอบประตู-หน้าต่าง ฉนวนท่อและอุปกรณ์ เป็นต้น ฉนวนที่ต้องรับแรงอัดสูงอาจเกิดการเสื่อมสภาพได้ง่าย ดังนั้นการเลือกใช้จึงต้องคำนึงถึงความต้านทานต่อแรงอัดด้วยฉนวนที่มีคุณสมบัติต้านทานต่อแรงอัดสูง ได้แก่ ฉนวนประเภทโฟมและโพลีเมอร์บางชนิด

8) ความแข็งแรงทางกล (Mechanical Strength)

ความแข็งแรงทางกลของฉนวน คือ ความสามารถในการทนทานต่อแรงต่างๆ ชองฉนวน ซึ่งจำแนกเป็นหลายรูปแบบ ดังนี้

- การรับน้ำหนัก และแรงอัด
- ความต้านทานต่อแรงดึง และแรงเฉือน
- ความทนทานต่อการกระแทก และการสั่นสะเทือน
- ความคงทนต่อการบิดงอ

ความสามารถในการทนทานต่อแรงดังกล่าวของฉนวนจะขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านองค์ประกอบ, ความหนาแน่น ขนาดของเซลล์, ขนาดและการจัดเรียงตัวของเส้นใยของฉนวน ชนิดและปริมาณของตัวประสาน นอกจากนั้น ยังได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมของสถานที่ติดตั้งด้วย

9) ความสามารถในการป้องกันอัคคีภัย และ การเลี่ยงสารพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ (Fire Resistance and Fire Hazard)

ฉนวนที่กันความร้อนได้ดี อาจมีคุณสมบัติการกันไฟไม่ดี การเลือกใช้ฉนวนภายในอาคารจำเป็นต้องป้องกันอันตรายที่อาจเกิดจากเหตุเพลิงไหม้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบางส่วนของอาคารที่มีอุปกรณ์เกี่ยวกับความร้อน เช่น ห้องครัว การกันไฟไหม้เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาว่าหากเกิดการเผาไหม้ของฉนวน จะก่อให้เกิดสารที่เป็นพิษหรือไม่ ฉนวนที่กันไฟได้ดี ได้แก่ ใยแร่ แคลเซียมซิลิเกต และ เวอร์มิคูไลท์ สำหรับวัสดุที่สามารถป้องกันไฟไหม้ได้ดี เหมาะสำหรับนำมาใช้กับส่วนโครงสร้างอาคาร ได้แก่ ยิปซั่ม ซึ่งไม่จัดว่าเป็นฉนวนกันความร้อน แต่หากใช้ประกอบกับฉนวนชนิดอื่นๆก็จะสามารถเพิ่มคุณสมบัติด้านการกันไฟได้เป็นอย่างดี

10) ความต้านทานต่อแมลง, เชื้อรา และ ความปลอดภัยต่อสุขภาพ (Resistance to Vermin and Fungus)

ความต้านทานต่อแมลงและเชื้อรา และความปลอดภัยต่อสุขภาพเป็นคุณสมบัติที่สำคัญ ซึ่งมักจะถูกมองข้ามไปในการเลือกใช้ฉนวน ด้วยสภาพอากาศของประเทศไทยซึ่งมีความชื้นสูง อันเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ฉนวนเสื่อมสภาพได้ง่าย ฉนวนที่มีความชื้นสูง นอกจากจะมีประสิทธิภาพความเป็นฉนวนต่ำลงแล้วยังเป็นแหล่งเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ที่อยู่อาศัยภายในอาคารอีกด้วย

ฉนวนบางชนิดโดยเฉพาะฉนวนพวกอินทรีย์สาร เช่น เส้นใยเซลลูโลสเป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของแมลงบางชนิด ดังนั้นจึงอาจเกิดการเสื่อมสภาพได้ง่ายหากมีแมลงรบกวน การแก้ปัญหาโดยการเลือกใช้ฉนวนที่มีความต้านทานต่อแมลงและเชื้อรา เช่น ฉนวนพวกสารอินทรีย์ ได้แก่ แคลเซียมซิลิเกต โฟม ใยแร่ ในคาร์บอน เป็นต้น หรืออาจมีการติดตั้งวัสดุเพื่อป้องกันแมลงและความชื้น เช่น แผ่นกันความชื้นซึ่งทำจากวัสดุประเภทพลาสติก

11) การปลอดจากกลิ่น (Freedom from Odor)

การปลอดจากกลิ่นเป็นข้อพิจารณาข้อหนึ่งที่สำคัญต่อการใช้งานฉนวน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นการใช้งานฉนวนที่ติดตั้งภายในอาคาร ฉนวนที่มีสารเคมีเป็นส่วนประกอบ หากเกิดการเสื่อมสภาพ หรือเกิดการเผาไหม้จะทำให้ผู้ที่อยู่อาศัยภายในอาคารได้รับอันตรายจากการสูดดมไอระเหยของสารเคมี ดังนั้น ในการเลือกฉนวนจึงควรพิจารณาเลือกฉนวนที่มีส่วนประกอบที่ ไม่ก่อให้เกิดอันตรายในขณะใช้งานเมื่อเกิดการเสื่อมสภาพหรือเมื่อเกิดการเผาไหม้

12) การต้านทานต่อการกัดกร่อนและสารเคมี (Corrosion and Chemical Resistance)

การเสื่อมสภาพของฉนวนด้วยสาเหตุต่างๆ เช่น สารเคมีและสภาพอากาศ ฯลฯ จะทำให้ประสิทธิภาพของฉนวนลดต่ำลง ดังนั้น ความต้านทานต่อการกัดกร่อนและสารเคมีของฉนวนเป็นคุณสมบัติหนึ่งที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาประกอบในการเลือกใช้งาน ฉนวนที่ดีควรมีความต้านทานต่อการเสื่อมสภาพจากการกัดกร่อน โดยให้พิจารณาถึงสภาพแวดล้อมในการใช้งานของฉนวนว่า จะได้รับผลกระทบอย่างไรบ้างแล้วเลือกใช้งานฉนวนที่มีความคงทนและเหมาะสมในสภาพแวดล้อมนั้นๆ

13) การบำรุงรักษา (Maintenance and Cost Concerns)

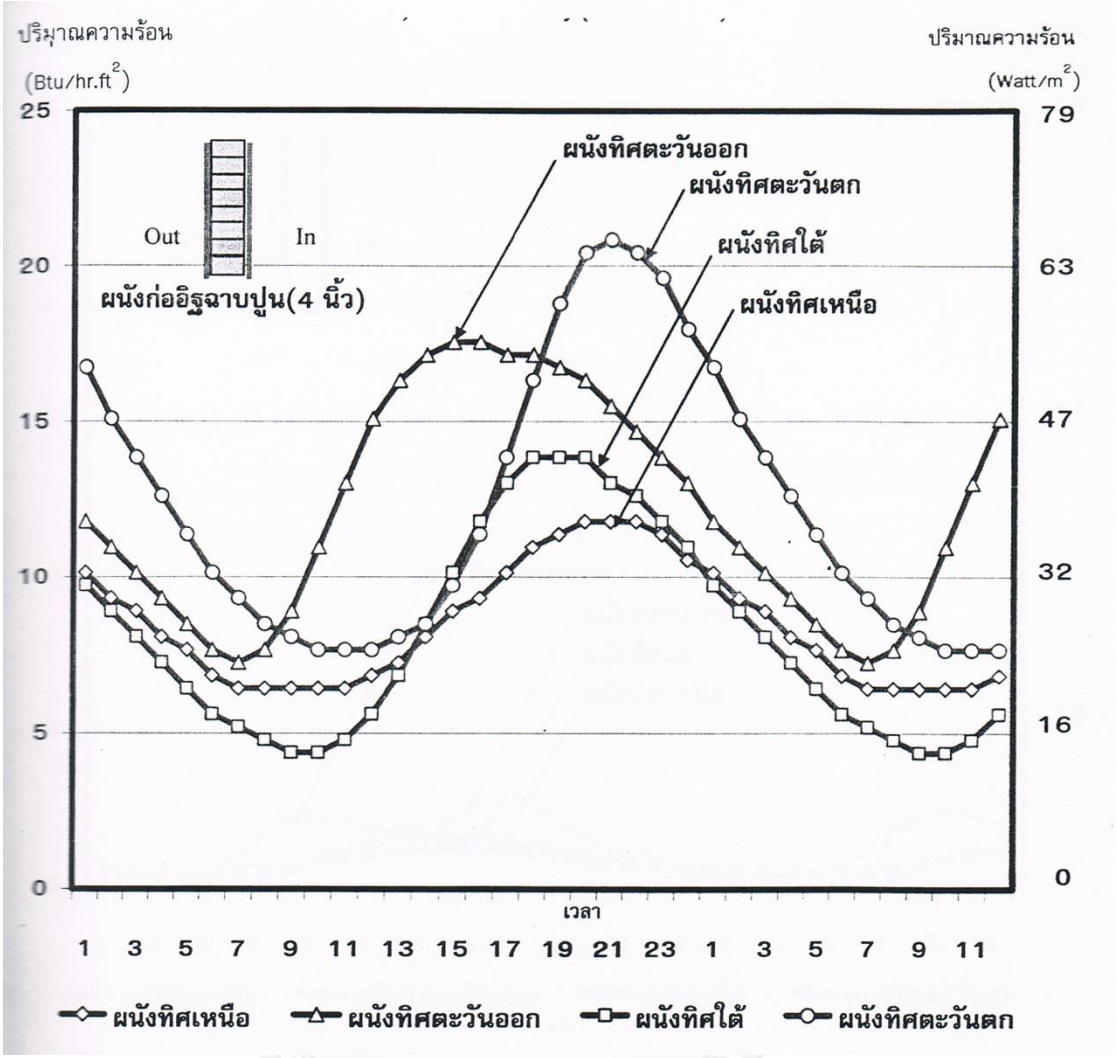
การบำรุงรักษาเป็นสิ่งที่แสดงถึงค่าใช้จ่ายภายหลังการติดตั้งฉนวน ซึ่งต้องพิจารณาอย่างรอบคอบเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ ดังนั้น การพิจารณาเลือกใช้ฉนวนที่มีค่าการบำรุงรักษาต่ำภายหลังการติดตั้ง สามารถทำได้ง่ายและสะดวก จึงเป็นอีกหนึ่งคุณสมบัติสำคัญ

2.1.4.2 อิทธิพลของสภาพอากาศ

แต่ละส่วนของอาคารได้รับแรงกระทำจากสภาพแวดล้อมแตกต่างกันออกไป บริเวณเปลือกอาคาร จะได้รับอิทธิพลจากความร้อนของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิว ความชื้นในอากาศและจากฝน และอิทธิพลของความชื้นในดิน (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552)

ผนังทึบเป็นส่วนที่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ซึ่งผันผวนไปตามสภาพอากาศ ฤดูกาล และช่วงเวลา และยังได้รับอิทธิพลจากความชื้นจากอากาศและฝนโดยตรง การเลือกฉนวนจำเป็นต้องคำนึงถึงอุณหภูมิอากาศ ความร้อนจากแสงอาทิตย์และทิศทางแดดที่เปลี่ยนไปตามเวลาของวัน ฉนวนที่เหมาะสมควรเป็นชนิดเซลล์ปิดเพื่อป้องกันการแทรกซึมของความชื้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



แผนภูมิที่ 2-2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่ถูกส่งผ่านผนังก่ออิฐฉาบปูนภายนอกทุกทิศทางในเดือนเมษายน

(คำนวนจากสมการ $t_e = t_o + \frac{??I_t}{h_o} + \frac{???? R}{h_o}$**, Latitude 16N, ผนังแต่ละทิศ,** k = 0.6 **(สีอ่อน), ข้อมูลอากาศ กรมอุตุวิทยา กรุงเทพฯ ปี 2550)**

ที่มา: แนวทางการใช้ฉนวนเชิงบูรณาการสำหรับอาคารในภูมิภาคร้อนชื้น. สฤกกา พงษ์สุวรรณ. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิผนังก่ออิฐฉาบปูนภายนอกในแต่ละทิศ พบว่าผนังที่มีอุณหภูมิผิวสูงที่สุดคือผนังทิศตะวันตก มีอุณหภูมิประมาณ 49 องศาเซลเซียส ที่เวลา 2:00 น. (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552)

2.1.4.3 ลักษณะการใช้อาคาร

การเลือกฉนวนขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้อาคาร โดยสามารถแบ่งลักษณะการใช้อาคารได้เป็น 2 ประเภทหลักๆคือ

1) อาคารปรับอากาศ

การใช้งานอาคารปรับอากาศแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามเวลาและชั่วโมงเปิดปิดของระบบปรับอากาศ (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552) ได้แก่ อาคารเปิดเครื่องปรับอากาศ 24 ชั่วโมง อาคารเปิดเครื่องปรับอากาศเวลา 8:00-17:00 น. และอาคารเปิดเครื่องปรับอากาศเวลา 21:00-6:00 น. ซึ่งฉนวนที่เหมาะสมกับอาคารทั้ง 3 ประเภทคือระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก Exterior Insulation and Finishing System (EIFS) ภายในเป็นผนังมวลสารต่ำหรือมวลสารสูงและฉนวนโฟม Expanded Polystylene (EPS) ความหนาไม่น้อยกว่า 7.62 ซ.ม. (3นิ้ว) ติดตั้งบนพื้นผิวภายนอก

2) อาคารไม่ปรับอากาศ

ฉนวนที่เหมาะสมกับอาคารไม่ปรับอากาศ (สฤกกา พงษ์สุวรรณ , 2552) คือระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก Exterior Insulation and Finishing System (EIFS) ภายในเป็นผนังก่ออิฐ2ชั้น หนา 0.20 ม. (8นิ้ว) มวลสารสูงและฉนวนโฟม Expanded Polystylene (EPS) ความหนาไม่น้อยกว่า 0.10 ม. (4นิ้ว) ติดตั้งบนพื้นผิวภายนอก

2.1.5 ปัญหาจากการใช้งานฉนวนไม่เหมาะสม

ประเทศไทยอยู่ในเขตสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ได้รับอิทธิพลความร้อนจากดวงอาทิตย์และความชื้น การที่ฉนวนจะป้องกันความร้อนได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ต้องได้รับการเลือกใช้และติดตั้งอย่างเหมาะสม เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนการใช้งานจริง

ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานฉนวนไม่เหมาะสมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1.5.1 ปัญหาจากการเลือกฉนวน

การขาดองค์ความรู้และความเข้าใจในพฤติกรรมของฉนวน ตลอดจนอิทธิพลที่เกี่ยวข้องในการติดตั้ง ทำให้การเลือกชนิดของฉนวนไม่เหมาะสมกับลักษณะของหน้างาน โดยปัญหาที่เกิดจากการเลือกฉนวนไม่เหมาะสมมี (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552) ดังนี้

1) การเลือกรูปแบบของฉนวนผิด

2) การเลือกฉนวนไม่เหมาะกับอุณหภูมิใช้งาน

3) ปัญหาต่อสุขภาพ

2.1.5.2 ปัญหาจากการติดตั้งฉนวนผิดวิธี

การติดตั้งฉนวนอย่างไม่ถูกต้อง จะทำให้ประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนลดลง และทำให้ใช้งานได้ไม่เต็มอายุการใช้งาน โดยปัญหาที่พบจากการติดตั้งไม่ถูกต้อง (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552) ได้แก่

1) การซึมผ่านของน้ำ

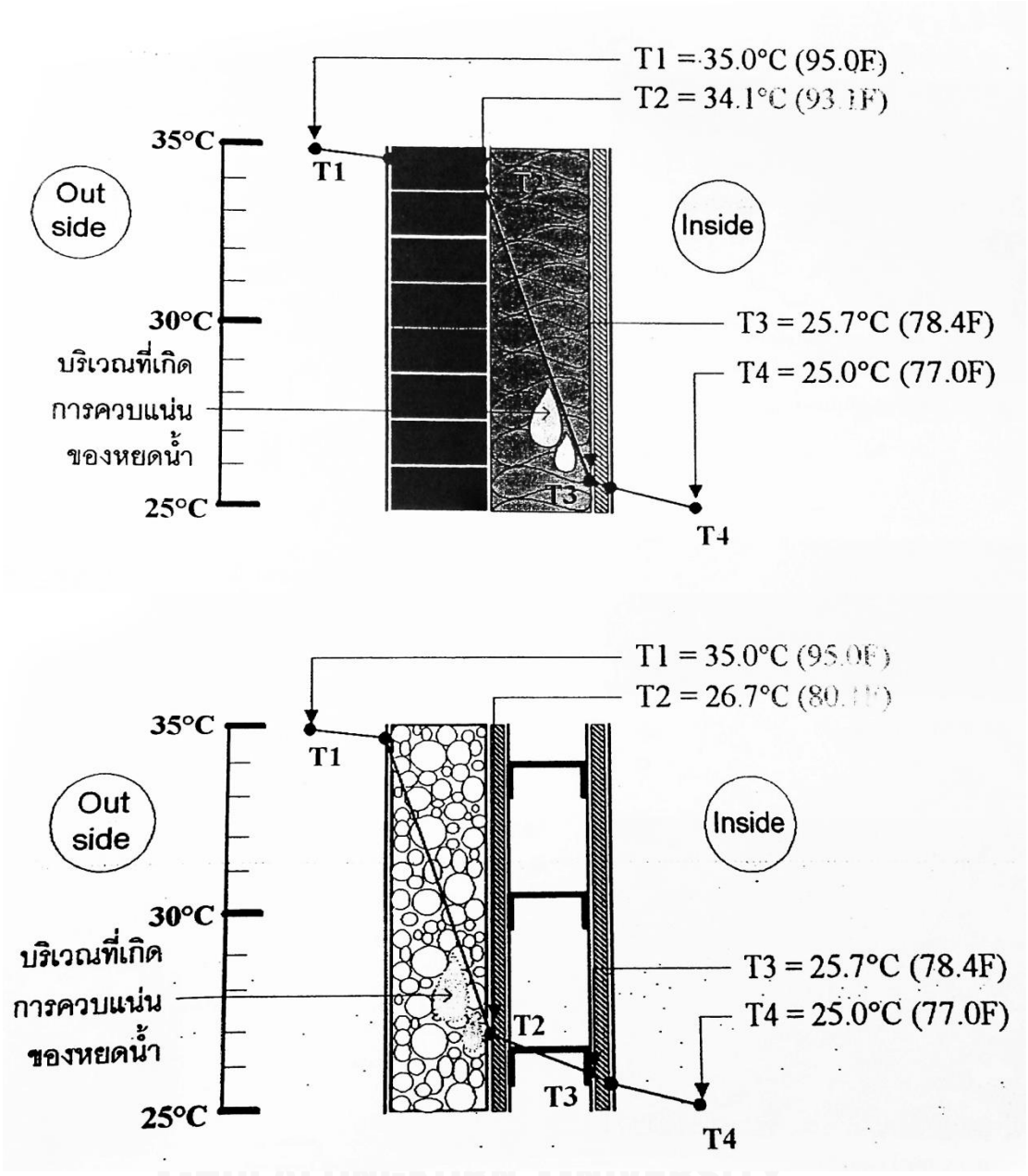
ความสมดุลย์ที่เปลี่ยนแปรตามอัตราความสามารถในการดูดซึมน้ำ และอัตราการระเหยของน้ำในอุณหภูมิอากาศในขณะนั้น เป็นสาเหตุของความเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในขณะนั้น จึงจำเป็นจะต้องพิจารณาถึงความพรุนของเนื้อวัสดุอาคารที่นำฉนวนไปติดตั้ง เนื้อวัสดุที่มีความพรุนสูงจะยิ่งมีความสามารถในการดูดซับน้ำมาก สามารถเป็นต้นเหตุของการซึมผ่านรูเล็ก (Capillary action) ได้

ดังนั้นการติดตั้งฉนวนบนวัสดุอาคารจำเป็นจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติการดูดซึมน้ำของวัสดุที่ประกอบกันด้วย

2) การควบแน่นเป็นหยดน้ำ

ประเทศไทยอยู่ในเขตสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ในอากาศมีปริมาณความชื้นสูงจึงมีแนวโน้มที่จะเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำในการติดตั้งฉนวนบนอาคารปรับอากาศ ทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนลดลงและเกิดความเสียหาย โดยเฉพาะในฉนวนที่มีอัตราดูดซึมความชื้นสูง

การเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ มี 2 ลักษณะ คือ(สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552) 1 การควบแน่นบนผิววัสดุ 2 การควบแน่นในเนื้อวัสดุ โดยตำแหน่งในการเกิดการควบแน่นสามารถคำนวนได้จากระดับความเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal gradient) ในองค์ประกอบของผนัง



รูปที่ 2 –9 แสดงการเกิดการควบแน่นของหยดน้ำในเนื้อวัสดุฉนวนติดตั้งภายใน (ที่มา: เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. สุนทร บุญญาธิการ. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.)

3) การกรอบแตกหักของเส้นใย

ฉนวนชนิดโครงสร้างวัสดุเส้นใย โดยเฉพาะประเภทที่ไม่มีวัสดุปิดพื้นผิวด้านนอก สามารถสะสมความชื้น ฝุ่นละอองและเชื้อโรค อันจะทำให้เส้นใยกรอบและแตกหัก หลุดร่วง ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ ทำให้เกิดความระคายเคืองต่อผิวหนังได้ โดยไม่เกิดอันตรายใดๆต่อสุขภาพ

4) การยุบตัวของฉนวน

ฉนวนลักษณะที่เป็นเส้นใย จะมีความยืดหยุ่นสูง เมื่อได้รับแรงอัดกระแทกอาจทำให้เกิดการยุบตัวและไม่คืนรูป โดยเฉพาะฉนวนที่มีความหนาแน่นต่ำ

5) การเกิดสะพานความร้อน

โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กมีค่าการนำความร้อนสูง โดยเฉพาะคานและเสาที่สัมผัสกับอากาศภายนอก จึงทำหน้าที่เป็นตัวนำความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร ปัญหานี้เกิดจากการติดตั้งฉนวนในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากระบบการติดตั้งฉนวนภายใน อาคารป้องกันความร้อนได้ในช่วงระหว่างคานและเสาเท่านั้น ยังมีช่องว่างให้ความร้อนถ่ายเทผ่านวัสดุโครงสร้างที่สัมผัสกับอากาศภายนอก

จากการศึกษาปัจจัยในการเลือกใช้ฉนวนกันความร้อนสำหรับผนังภายนอกอาคารพบว่าฉนวนที่เหมาะสมคือฉนวนชนิดเซลล์ปิด

การติดตั้งฉนวนกันความร้อนภายนอกอาคารเป็นการป้องกันความร้อนที่ต้นเหตุ ไม่ให้มีการสะสมความร้อนในเนื้อวัสดุ และเป็นการป้องกันการควบแน่นของหยดน้ำในฉนวนด้านในอาคาร อันทำให้ฉนวนเสื่อมสภาพ เป็นแหล่งกำเนิดเชื้อราและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.6 วิธีติดตั้งฉนวน

การติดตั้งฉนวนอย่างผิดวิธีทำให้วัสดุฉนวนเสื่อมสภาพใช้งานเร็วกว่าที่ควร และสูญเสียความสามารถในการต่อต้านความร้อน ความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและพฤติกรรมของวัสดุที่ใช้ เป็นสิ่งที่จำเป็นในการติดตั้งอย่างถูกต้อง

2.1.6.1 วิธีติดตั้งโฟม EPS

วัสดุฉนวนฉนวนโฟม EPS มีลักษณะเป็นแผ่นแบบแข็ง (Rigid board) มีการติดตั้งที่นิยม 3 วิธี ได้แก่

1) ใช้การยึดเหนี่ยวทางกล เช่น ตะปูหรือสลักเกลียว

รูปที่ 2 – 10 แสดงการใช้สกรูยึดแผ่นไม้บนโฟม EPS (ที่มา http://www.buildinggreen.com/cgi-bin/scale.cgi?width=250&src=/articles/images/1806/fiber-cement.jpg

2) ใช้ตัวประสานยึดเหนี่ยว เช่น ส่วนผสมปูนหรือกาวชนิดต่างๆ ฉาบประสานและเคลือบปิดผิว

รูปที่ 2 – 11 แสดงวิธีการติดตั้งโฟมEPS ด้วยปูนกาว (ที่มา http://sumrerng.files.wordpress.com /2014/02/25570202-164815.jpg)

3) ใช้อุปกรณ์เสริม เช่น ขอเกี่ยว แผ่นเหล็กฉาก หรือการตีโครงรับฉนวน

รูปที่ 2 – 12 แสดงการตีโครงไม้รับโฟม EPS บนผนังอิฐบล็อก (ที่มา http://benchmarkfoam.com/wp-content/uploads/ 2011/07/IMG_0147-rev_WM.jpg)

2.1.6.2 ปัจจัยที่เอื้อต่อการติดตั้งฉนวนด้วยตนเอง

การลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เป็นแนวคิดในการปรับปรุงบ้าน อาคาร ที่อยู่อาศัย โดยตัวเจ้าของหรือผู้อยู่อาศัยเอง ไม่ผ่านการจ้างวานผู้รับเหมาหรือช่างมืออาชีพ ช่วยประหยัดค่าดำเนินการ ค่าแรง และสามารถควบคุมค่าวัสดุให้ตรงกับราคาจริงตามท้องตลาด

ผู้ลงมือปฏิบัติติดตั้งอาจมีมากกว่าหนึ่งคน และไม่จำกัดอายุหรือเพศ ตราบเท่าที่มีทักษะพื้นฐานในการใช้เครื่องมือช่าง ก็สามารถลงมือปฏิบัติติดตั้งได้โดยไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากมืออาชีพ โดยการติดตั้งฉนวนด้วยตนเองจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยต่อไปนี้

1) ขนาดและน้ำหนักของวัสดุ

ขนาดและน้ำหนักของวัสดุฉนวนจำเป็นจะต้องสัมพันธ์กับความสามารถในการหยิบ จับ ยก หรือขนย้ายวัสดุของผู้ติดตั้งเพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างสะดวกราบรื่น

2) จำนวนขั้นตอนการติดตั้ง

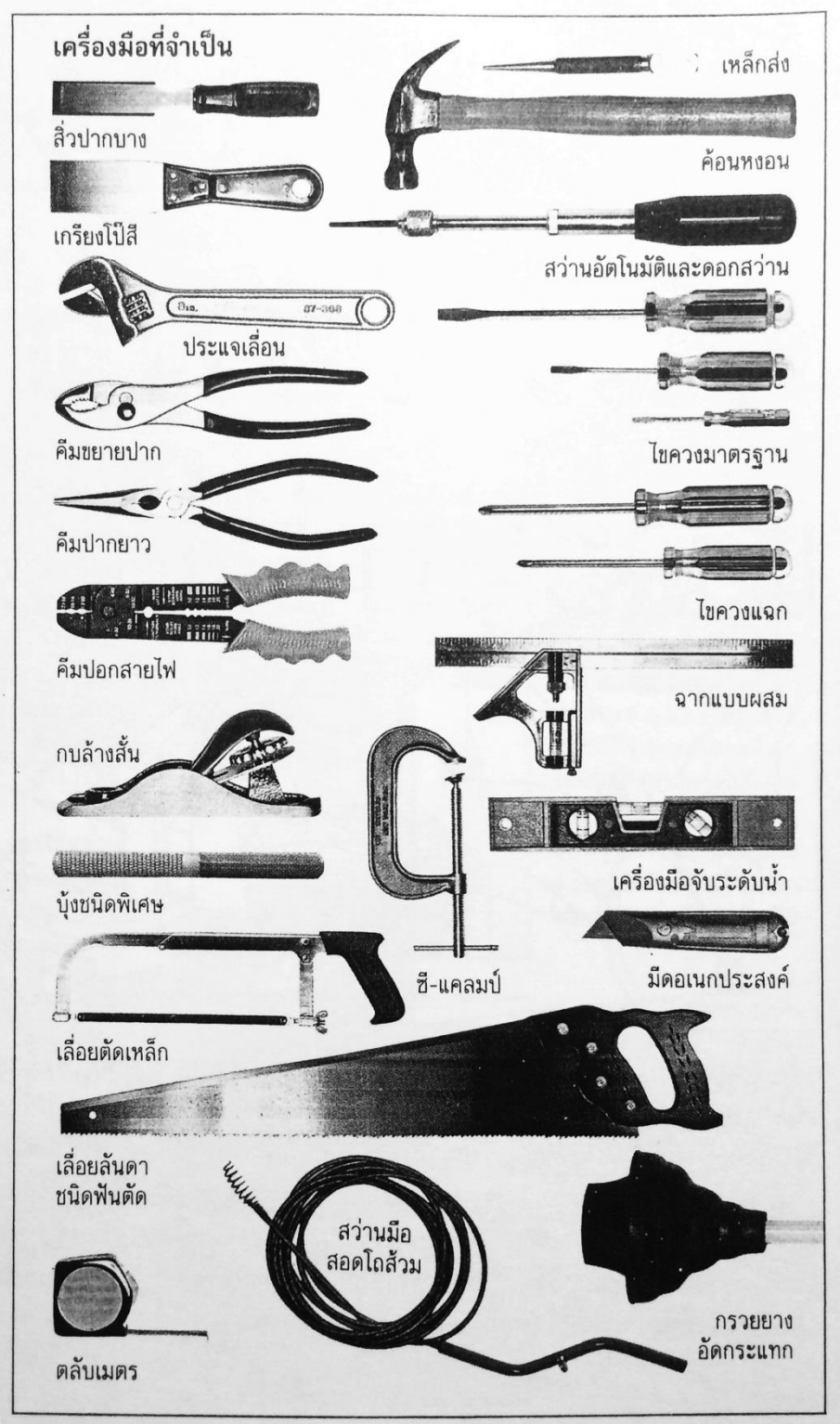
การติดตั้งฉนวนควรมีจำนวนขั้นตอนให้น้อยที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดที่อาจเกิดจากความสับสนในขั้นตอนการติดตั้งอันอาจทำให้ฉนวนเสื่อมสภาพหรือสูญเสียศักยภาพในการลดการส่งผ่านความร้อน

3) วิธีติดตั้ง

การติดตั้งควรใช้วิธีที่สามารถยอมรับความผิดพลาดและคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ได้ โดยไม่ส่งผลกระทบในแง่ลบต่อประสิทธิภาพในการต่อต้านความร้อนของฉนวน การเนื่องจากผู้ติดตั้งอาจไม่มีประสบการณ์หรือพื้นฐานด้านการช่างมาก่อน

4) อุปกรณ์เครื่องมือที่จำเป็น

อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งด้วยตนเองควรมีจำนวนน้อยที่สุด และเป็นอุปกรณ์ช่างพื้นฐานสามารถจัดหาได้ง่ายตามท้องตลาด ไม่ใช่อุปกรณ์เครื่องมือเฉพาะทางหรือเครื่องจักรกลหนัก มีราคาที่เหมาะสมกับการลงทุน หากสามารถหยิบยืมจากผู้อื่นหรือนำไปใช้เป็นเครื่องมือพื้นฐานในการใช้งานกับโครงการอื่นๆได้ จะยิ่งเพิ่มความคุ้มค่า



รูปที่ 2 – 13 แสดงรายการเครื่องมือช่างพื้นฐานประจำบ้าน (ที่มา: คู่มือตกแต่งซ่อมแซมบ้านด้วยตนเอง. บริษัทรีดเดอร์ ไดเจสท์ (ประเทศไทย) จำกัด. กรุงเทพมหานคร. บริษัทรีดเดอร์ ไดเจสท์ (ประเทศไทย) จำกัด, 2543.)

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การติดตั้งระบบฉนวนติดพื้นผิวภายนอก (EIFS) ชนิดโฟม Expanded Polystyrene (EPS) หนา 3 นิ้วพบว่าลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนได้ 90% และไม่ทำให้เกิดปัญหาการควบแน่นในผนัง และมีระยะเวลาคืนทุนไม่เกินระยะเวลาที่สามารถยอมรับได้ที่ 3.5 ปี (กัญจน์ พิเชษฐศิลป์, 2545)

และการติดตั้งฉนวนบนผนังด้านในอาคารสามารถทำได้หากมีการป้องกันความชื้นจากผนังด้านนอกอย่างสมบูรณ์ และควรใช้ฉนวนใยแก้ว ความหนา 3 นิ้ว และมีความหนาแน่นตั้งแต่ 32 กก./ลบ.ม.ขึ้นไป (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552)

สัดส่วนค่าความต้านทานความร้อนที่เพิ่มขึ้น ไม่ได้เป็นสัดส่วนเดียวกับปริมาณความร้อนที่ลดลง โดยที่วัสดุฉนวนความหนาต่างกันมีระยะเวลาในการคืนทุนใกล้เคียงกัน (สิทธิชัย วุฒิวรวงศ์, 2539)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการติดตั้งฉนวนกันความร้อนและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งฉนวนที่เหมาะสมกับการใช้งานในเขตร้อนชื้น จะทำให้เข้าใจระบบการติดตั้งและวิธีใช้งานฉนวนอย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุด เพื่อนำมาออกแบบระบบการติดตั้งที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ทำให้ได้ระบบฉนวนบริเวณผนังภายนอกที่มีความเหมาะสมกับการลงมือติดตั้งด้วยตนเอง ก่อนนำไปติดตั้งบนอาคารที่ศึกษา เพื่อเก็บข้อมูลสำหรับประเมินประสิทธิภาพในการติดตั้งและการลดความร้อน

3.1 การศึกษาระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคารและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งฉนวนในเขตร้อนชื้น

3.1.1 ระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคาร

การศึกษาระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคารแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

3.1.1.1 การศึกษาฉนวน

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์จะเจาะจงเฉพาะวัสดุฉนวนที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เพื่อเพิ่มความเป็นไปได้ในขั้นตอนการออกแบบ ความสะดวกแก่การจัดสรรวัสดุ และทำให้ผู้ที่สนใจนำข้อในงานวิจัยนี้ไปปรับใช้กับอาคารของตัวเองได้จริง

3.1.1.2 การศึกษาวิธีการติดตั้งฉนวน

การรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์จะครอบคลุมถึงระบบการติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผนังทึบภายนอกอาคารทั่วโลก เป็นการสร้างพื้นฐานความเข้าใจระบบการประกอบติดตั้ง ก่อนนำไปเปรียบเทียบ หาข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดในการติดตั้งฉนวนแต่ละระบบ เพื่อนำไปใช้ตัดสินระบบที่เหมาะสมกับการติดตั้งด้วยตนเอง

3.1.1.3 การศึกษาแนวคิดการปฏิบัติด้วยตัวเอง (DIY)

การรวบรวมข้อมูล เอกสาร และวิเคราะห์การปฏิบัติด้วยตนเอง (DIY) ในทุกแขนงสาขา จะทำให้เข้าใจหลักการ แรงผลักดันและแนวคิดในการลงมือประกอบกิจกรรมด้วยตนเอง เพื่อนำไปเป็นข้อคำนึงในการออกแบบระบบฉนวนแบบ DIY

3.1.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งฉนวนในเขตร้อนชื้น

การวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งฉนวนในเขตร้อนชื้น จะพิจารณาอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการเลือกใช้ฉนวนและการคงประสิทธิภาพของวัสดุภายใต้สภาวะการใช้งาน ตลอดจนปัจจัยของการใช้งานอาคารและผู้ใช้งาน

3.2 การออกแบบระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคาร โดยเน้นการติดตั้งด้วยตนเอง (Do It Yourself: DIY)

หลังการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และเปรียบเทียบ ระบบฉนวนภายนอกและอิทธิพลของสภาวะต่างๆ ทำให้ทราบถึงข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดของฉนวนแต่ละประเภทและการติดตั้งแต่ละระบบ ทำให้มีองค์ความรู้ประกอบการตัดสินใจเลือกฉนวนและระบบการติดตั้งที่เหมาะสมกับการปฏิบัติด้วยตนเอง แล้วจึงออกแบบระบบติดตั้งฉนวนกันความร้อนให้เหมาะสมสอดคล้องโดยคำนึงถึง

- ขนาดและน้ำหนักวัสดุ

ขนาดและน้ำหนักของวัสดุฉนวนเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการติดตั้งด้วยตนเอง เนื่องจากวัสดุที่มีน้ำหนักมากเกินกว่าที่ผู้ติดตั้งจะยกไหวหรือขนาดใหญ่เกินกว่าที่จะจับด้วยมือ ทำให้การติดตั้งด้วยตนเองไม่มีความเป็นไปได้

- จำนวนแรงงานที่ใช้ในการติดตั้ง

จำนวนแรงงานที่จำเป็นในการติดตั้งมีความสำคัญเพราะด้วยธรรมชาติของงานลักษณะ DIY ที่มักประกอบกิจกรรมภายในสมาชิกครัวเรือนนั้นๆ ทำให้จำนวนแรงงานขั้นต่ำที่ใช้ในการติดตั้งไม่ควรเกินค่าเฉลี่ยจำนวนสมาชิกในครัวเรือน

- วิธีการและจำนวนขั้นตอนในการติดตั้ง

เพราะงานลักษณะ DIY เป็นการดำเนินงานโดยปราศจากผู้เชี่ยวชาญ วิธีการติดตั้งจึงต้องตรงไปตรงมา ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ผู้ติดตั้งสามารถเรียนรู้และปฏิบัติตามได้โดยง่าย และมีความยืดหยุ่นต่อความผิดพลาด ในขณะที่ขั้นตอนการติดตั้งต้องมีจำนวนน้อยที่สุด เพื่อลดความน่าจะเป็นในการเกิดความผิดพลาดให้แก่ผู้ที่ไม่มีประสบการณ์ติดตั้งมาก่อน

- อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งไม่ควรเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือพิเศษที่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในการใช้งาน เพื่อลดอันตรายอันอาจเกิดจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ และสามารถจัดหาได้ง่ายตามท้องตลาด

3.3 การติดตั้งระบบฉนวนดังกล่าวบนอาคารที่ศึกษาและประเมินศักยภาพ

เมื่อได้ระบบที่เหมาะสมกับการติดตั้งโดยตนเองแล้วจึงติดตั้งระบบดังกล่าวบนอาคารที่ศึกษา แล้วจึงเก็บข้อมูลเพื่อประเมินศักยภาพของฉนวนและการติดตั้ง โดยขั้นตอนการเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น

3.3.1 การเลือกอาคารเพื่อติดตั้งฉนวน

เกณฑ์ในการเลือกอาคารเพื่อติดตั้งฉนวนพิจารณาจาก

3.3.1.1 ลักษณะการใช้งานอาคาร

อาคารที่ติดตั้งควรมีการใช้งานเป็นเวลาแน่นอน ในช่วงกลางวันซึ่งมีอิทธิพลความร้อนจากภายนอกมากที่สุด สามารถใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติของฉนวนได้อย่างเต็มสมรรถภาพ

3.3.1.2 ลักษณะของผนังเดิม

ผนังที่ทำการติดตั้งต้องเป็นผนังก่ออิฐหรืออิฐมวลเบา ซึ่งเป็นวัสดุผนังภายนอก 2 ชนิดที่มีการใช้งานแพร่หลายที่สุดในประเทศไทย เพื่อให้ผลของการวิจัยเป็นประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้งานในวงกว้างที่สุด

3.3.1.3 การปรับอากาศภายในอาคาร

ภายในห้องที่ทำการติดตั้งต้องมีการใช้เครื่องปรับอากาศ เพื่อเป็นการสร้างสภาวะแวดล้อมทางอุณหภูมิที่มีความคงที่และเป็นการวัดความสามารถในการลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศภายใต้การใช้งานจริง

3.3.2 **การเก็บข้อมูลเพื่อการประเมินศักยภาพของฉนวน**

การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินศักยภาพฉนวนแบ่งออกเป็น

3.3.2.1 วิธีเก็บข้อมูล

1) เวลาที่ใช้ในการติดตั้ง

เวลาที่ใช้ในการติดตั้งมีความสัมพันธ์กับจำนวนแรงงาน ข้อมูลที่เก็บได้ใช้คำนวนค่าแรงเปรียบเทียบในการหาความคุ้มทุน โดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่การนำวัสดุอุปกรณ์ไปถึงบริเวณติดตั้งจนกระทั่งเสร็จสิ้นภารกิจ

2) จำนวนแรงงานที่ใช้ในการติดตั้ง

การเก็บข้อมูลจำนวนแรงงานที่ใช้ในการติดตั้งนำไปใช้เพื่อคำนวนค่าแรงเปรียบเทียบ โดยคิดอัตราแรงงานขั้นต่ำต่อ 1 วัน (8ชั่วโมงทำงาน)

3) ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งคือค่าวัสดุ ค่าอุปกรณ์ ค่าแรงงานเปรียบเทียบและค่าดำเนินการ 10 เปอร์เซ็นต์

4) อุปสรรคในการติดตั้ง

บันทึกอุปสรรคปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนการติดตั้ง อันอาจเป็นต้นเหตุของความล่าช้าหรือความผิดพลาดในการติดตั้ง

5) ข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์

การเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศทำโดยการติดตั้งอุปกรณ์เก็บอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ (HOBO data logger) 3 ตำแหน่ง คือ 1 บริเวณกลางห้องที่ติดตั้งฉนวนแล้วที่ความสูง 80 ซ.ม. จากพื้น 2 บริเวณกลางห้องที่ยังไม่ติดตั้งฉนวนที่ความสูง 80 ซ.ม. 3 ภายนอกอาคารบริเวณที่ไม่โดนแดดตลอดทั้งวัน ติดตั้งที่ความสูงอย่างน้อย 100 ซ.ม. จากพื้น แล้วตั้งค่าให้บันทึกข้อมูลทุกๆ 1 ชั่วโมง

ทำการเปิดเครื่องปรับอากาศช่วงเวลา 8:00-16:00 น. และเก็บข้อมูลติดต่อกันอย่างน้อย 36 ชั่วโมง

6) ข้อมูลอุณหภูมิเสมือนพื้นผิว

การเก็บข้อมูลอุณหภูมิเสมือนพื้นผิวทำได้โดยการใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิพื้นผิวระยะไกล (Thermal gun) เล็งไปที่กึ่งกลางผนังภายในและภายนอก รอจนกว่าค่าที่วัดได้คงที่อย่างน้อย 1 วินาที แล้วจึงบันทึกข้อมูล โดยเก็บข้อมูลทุกๆชั่วโมง

3.3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่

- นาฬิกาจับเวลา
- กล้องบันทึกภาพ
- เครื่องมือวัดอุณหภูมิพื้นผิวระยะไกล (Thermal gun)
- อุปกรณ์เก็บอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ (HOBO data logger)

รูปที่ 3 – 1 แสดงเครื่องมือวัดอุณหภูมิพื้นผิวระยะไกล (ที่มา http://www.suntech-hk.com/860_3.jpg)

รูปที่ 3 – 2 แสดงอุปกรณ์เก็บอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ (ที่มา http://www.onsetcomp.com/d-image/large/HOBO-U12-Temperature-Relative-Humidity-Light-External-Data-Logger_U12-012.jpg)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยแนวทางการติดตั้งฉนวนกันความร้อนด้วยตนเอง ประกอบด้วยการศึกษาคุณสมบัติของฉนวนแต่ละชนิด วิธีการติดตั้ง และตัวแปรที่ทำให้ฉนวนมีประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานในเขตร้อนชื้น แล้วจึงวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย เพื่อเลือกฉนวนและออกแบบระบบการติดตั้งที่เหมาะสม ก่อนที่จะติดตั้งฉนวนบนผนังอาคารเดิม เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการลดการถ่ายเทความร้อน ความเหมาะสมในการติดตั้ง และประเมินความคุ้มทุน ก่อนที่จะสรุป เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสำหรับอนาคต โดยผลการวิเคราะห์แต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษาการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคารและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในเขตร้อนชื้น

4.1.1 ฉนวนกันความร้อน

ฉนวนกันความร้อนคือวัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูงหรือค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมต่ำ สามารถต้านทานการส่งผ่านของความร้อนได้อย่างมีประสิทธิผล และถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มสมรรถภาพทางอุณหภูมิให้กับอาคาร

จุดประสงค์ของการติดตั้งวัสดุฉนวนบนเปลือกอาคารภายใต้สภาพภูมิอากาศร้อน-ชื้นอย่างประเทศไทยในปัจจุบัน เป็นการใช้เพื่อลดการนำความร้อนจากภายนอกผ่านวัสดุผนังสู่ภายในอาคาร ลดอุณหภูมิเสมือนพื้นผิวผนังภายใน ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในคงที่ และเพิ่มจำนวนชั่วโมงสภาวะสบายภายในอาคารให้แก่ผู้ใช้งาน เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่อยู่นอกเหนือขอบเขตสภาวะสบายเกือบทั้งปี ยกเว้นช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม ในกรณีที่เป็นอาคารปรับอากาศ การติดตั้งฉนวนกันความร้อนเป็นการลดภาระการทำความเย็นให้แก่เครื่องปรับอากาศ และเป็นการประหยัดค่าไฟฟ้าในครัวเรือน

4.1.2 วิธีลดการส่งผ่านความร้อน

ความร้อนสามารถส่งผ่านด้วย 3 วิธีการคือ 1 การนำความร้อน (Conduction) 2 การพาความร้อน (Convection) และ 3 การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) ปัจจัยในการลดการส่งผ่านความร้อนของวัสดุขึ้นอยู่กับ (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552)

4.1.2.1 การต้านทานความร้อน

ความสามารถในการต้านทานความร้อนสามารถวัดได้โดยค่าความต้านทานความร้อน (R-value) ความหนาของวัสดุเป็นตัวแปรที่เพิ่มหรือลดความต้านทานความร้อน โดยวัสดุที่หนาจะมีความต้านทานความร้อนสูง

4.1.2.2 มวลสาร

วัสดุที่มีมวลสารหรือความจุปริมาณความร้อนมากสามารถดูดซึมและเก็บกักความร้อน ไว้ในตัวก่อนที่จะส่งผ่านยังผิวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ทำให้เกิดอิทธิพลในการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time lag) ลดปริมาณความร้อนที่ถูกส่งผ่านในช่วงจุดสูงสุดของวัน (Peak) ก่อนที่จะแผ่รังสีสู่สภาพแวดล้อม เมื่ออากาศรอบข้างมีอุณหภูมิต่ำกว่า

4.1.2.3 ช่องว่างอากาศและค่าสัมประสิทธิ์การกระจายความร้อนผิววัสดุ

ช่องว่างอากาศขนาดเล็กที่กระจายอยู่ภายในเนื้อวัสดุช่วยต้านทานการส่งผ่านความร้อน โดยค่าสัมประสิทธิ์การกระจายความร้อนผิววัสดุเป็นปัจจัยที่ส่งอิทธิพลต่อการแผ่รังสีความร้อน โดยประสิทธิภาพในการลดการส่งผ่านความร้อนขึ้นอยู่กับ (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552)

1) ขนาดของช่องว่างอากาศ

2) ค่าการสะท้อนความร้อนของวัสดุผิวภายในช่องว่างอากาศ

3) ทิศทางการไหลของความร้อน

4.1.3 ประเภทของฉนวน

การจำแนกประเภทฉนวนมีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการศึกษา การแบ่งชนิดของฉนวนอาจทำได้โดยการอ้างอิงคุณสมบัติพื้นฐานต่างๆของวัสดุ เช่น

4.1.3.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของวัสดุ

การจำแนกโดยรายละเอียดตามลักษณะของวัสดุพื้นฐานที่มีความสามารถต้านทานความร้อนสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท (สุนทร บุญญาธิการ, 2543) ได้แก่

1) วัสดุแบบเป็นเส้นใย (Fibrous material)

2) วัสดุแบบเซลล์ (Cellular material)

3) วัสดุแบบเม็ดเล็ก (Granular material)

4) วัสดุแบบเกล็ด (Flake material)

5) วัสดุแบบแผ่นบาง (Thin sheet)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.1.3.2 วิธีหลักในการลดการส่งผ่านความร้อน

การจำแนกประเภทวัสดุจากพฤติกรรมในการลดการส่งผ่านความร้อน สามารถแบ่งฉนวนออกเป็น 3 ประเภท (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552) ได้แก่

1) ฉนวนช่องว่างอากาศ (Still air)

2) ฉนวนมวลสาร

3) ฉนวนสะท้อนรังสีความร้อน

4.2.1.3 รูปแบบทางกายภาพ

รูปแบบทางกายภาพเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อวิธีติดตั้ง โดยผลิตภัณฑ์ฉนวนที่จัดหาได้ตามท้องตลาดสามารถจำแนกประเภทโดยการอ้างอิงจากลักษณะทางกายภาพได้ 3 ประเภท (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552) ดังนี้

1) ฉนวนชนิดวัสดุของเหลว (Liquid)

ฉนวนประเภทของเหลวขึ้นรูปตามพื้นผิวที่ทำการติดตั้ง นิยมใช้สำหรับด้านบนหลังคา หรือผนังภายนอกอาคาร เพราะมีความคงทนสูง สามารถกันความร้อนและความชื้น มีแรงยึดเกาะกับโครงสร้างเดิมสูง ติดตั้งโดยการเท ฉีดพ่น หรือฉาบ บนพื้นผิวจนได้ความหนาที่เหมาะสม

โดยฉนวนของเหลวที่แพร่หลายสำหรับการฉีดพ่น ได้แก่

- ฉนวนเส้นใยฉีดพ่น
- ฉนวนโฟมแบบฉีดพ่น

2) ฉนวนชนิดกึ่งแข็ง (Semi-rigid)

ฉนวนชนิดแผ่นหรือแบบม้วน (Blanket: Batts and Rolls) เป็นฉนวนชนิดที่พบได้ทั่วไปและใช้อย่างแพร่หลายที่สุด รูปแบบที่นิยมทำจากใยแก้ว หรือร็อควูล ฉนวนทั้งแบบแผ่นและแบบม้วนที่พบในท้องตลาดจะมีขนาดมาตรฐานเท่ากับขนาดของวัสดุก่อสร้างทั่วไป สามารถติดตั้งระหว่างโครงเคร่าฝ้าเพดานหรือผนัง ราคาไม่แพงและมีหลายขนาด มีการติดวัสดุประกบผิวเพิ่มซึ่งทำจากกระดาษฟอยล์หรือแผ่นยาง เพื่อทำหน้าที่ป้องกันฉนวนจากความชื้น

3) ฉนวนแข็งชนิดขึ้นรูปสำเร็จ (Rigid)

ฉนวนแข็งชนิดขึ้นรูปสำเร็จนิยมใช้โฟม EPS เป็นวัสดุพื้นฐานในการต้านทานความร้อน โดยใช้เป็นลักษณะโฟมแผ่นติดตั้งบนวัสดุโครงสร้าง หรือผสานโฟมเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างเป็นหน่วยสำเร็จรูป เช่น ฉนวนบล็อคคอนกรีต ฉนวนโฟมคอนกรีต หรือ Structural Insulated Panels

4) ระบบสะท้อนรังสีความร้อน

ระบบสะท้อนรังสีความร้อนมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะบาง ผิวมันวาว สามารถสะท้อนรังสีความร้อน ช่วยลดค่าของความร้อนที่จะถูกแผ่จากด้านนอกหลังคาสู่ภายในเพื่อประโยชน์สูงสุดผิวสะท้อนนี้ควรติดตั้งด้านที่รับรังสีความร้อนและคงความสะอาดของพื้นผิว

ฉนวนประเภทนี้มีประสิทธิภาพในสภาพอากาศร้อน มากกว่าสภาพอากาศเย็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1.4 การเลือกใช้ฉนวน

เนื่องจากวัสดุฉนวนตามท้องตลาดมีให้เลือกหลายชนิดซึ่งล้วนแล้วแต่มีคุณสมบัติต่างกันออกไป โดยปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาวัสดุฉนวนกันความร้อนที่เหมาะสม ได้แก่

4.1.4.1 คุณสมบัติของฉนวน

การเลือกใช้ฉนวนจำเป็นต้องคำนึงถึงคุณสมบัติในการต้านทานความร้อน ความทนทานและอายุการใช้งาน ซึ่งฉนวนควรมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวม (U-value) ต่ำที่สุด โดยคุณสมบัติที่นำมาพิจารณาฉนวน (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552) มีดังนี้

1) มีรูปแบบทางกายภาพที่เหมาะสมกับตำแหน่งติดตั้งและงบประมาณ
2) มีความหนาแน่น และความจุความร้อนที่เพียงพอ
3) มีอุณหภูมิของการใช้งานที่เหมาะสมกับตำแหน่งติดตั้ง
4) มีการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้
5) มีความสามารถในการต้านทานความร้อนเพียงพอ
6) มีความความต้านทานต่อการแทรกซึมของความชื้น
7) มีความต้านทานต่อแรงทางกลหรือสามารถผสานวัสดุเสริมความแข็งแรงได้
8) มีความสามารถทนเพลิงและไม่เกิดสารพิษเมื่อติดไฟ
9) มีความต้านทานต่อแมลง, เชื้อรา
10) ปลอดจากกลิ่นรบกวน
11) มีต้านทานต่อการกัดกร่อนและสารเคมี
12) สามารถบำรุงรักษาได้ง่ายและมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการบำรุงรักษาต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1.5.2 อิทธิพลของสภาพอากาศ

เปลือกอาคาร ได้รับอิทธิพลจากความร้อนของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิว ความชื้นในอากาศและจากฝน และอิทธิพลของความชื้นในดิน (สฤกกา, 2552) อุณหภูมิผนังก่ออิฐฉาบปูนภายนอกในแต่ละทิศ พบว่าผนังที่มีอุณหภูมิผิวสูงที่สุดคือผนังทิศตะวันตก มีอุณหภูมิประมาณ 49 องศาเซลเซียส ที่เวลา 16:00 น.

4.1.5.3 ลักษณะการใช้อาคาร

ลักษณะการใช้อาคารโดยสามารถแบ่งลักษณะการใช้อาคารได้เป็น 2 ประเภทหลักๆคือ อาคารปรับอากาศและอาคารไม่ปรับอากาศ

1) อาคารปรับอากาศ

2) อาคารไม่ปรับอากาศ

การติดตั้งฉนวนกันความร้อนภายนอกอาคารเป็นการป้องกันความร้อนที่ต้นเหตุ ไม่ให้มีการสะสมความร้อนในเนื้อวัสดุ และเป็นการป้องกันการควบแน่นของหยดน้ำในฉนวนด้านในอาคาร อันทำให้ฉนวนเสื่อมสภาพ เป็นแหล่งกำเนิดเชื้อราและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัย

4.1.5 ปัญหาจากการใช้งานฉนวนไม่เหมาะสม

ประเทศไทยอยู่ในเขตสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ได้รับอิทธิพลความร้อนจากดวงอาทิตย์และความชื้น การที่ฉนวนจะป้องกันความร้อนได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ต้องได้รับการเลือกใช้และติดตั้งอย่างเหมาะสม เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนการใช้งานจริง

ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานฉนวนไม่เหมาะสมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

4.1.5.1 ปัญหาจากการเลือกฉนวนไม่เหมาะสม

การขาดองค์ความรู้และความเข้าใจในพฤติกรรมของฉนวน ตลอดจนอิทธิพลที่เกี่ยวข้องในการติดตั้ง ทำให้การเลือกชนิดของฉนวนไม่เหมาะสมกับลักษณะของหน้างาน โดยปัญหาที่เกิดจากการเลือกฉนวนไม่เหมาะสมมี (สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2552) ดังนี้

- การเลือกรูปแบบของฉนวนไม่เหมาะสม
- การเลือกฉนวนไม่เหมาะกับอุณหภูมิใช้งาน
- ปัญหาต่อสุขภาพ

4.1.5.2 ปัญหาจากการติดตั้งฉนวนผิดวิธี

การที่ฉนวนจะป้องกันความร้อนได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ต้องได้รับการติดตั้งอย่างเหมาะสม เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนการใช้งานจริง การติดตั้งฉนวนอย่างไม่ถูกต้อง จะทำให้ประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนลดลง และทำให้ใช้งานได้ไม่เต็มอายุการใช้งาน

ข้อคำนึงหลักของการติดตั้งฉนวนโฟมภายนอกอาคารในเขตประเทศร้อนชื้นคือการป้องกันการแทรกซึมของความชื้น การป้องกันปัญหาสามารถทำได้โดยการเชื่อมรอยต่อและปิดขอบฉนวนด้วยวัสดุที่มีความทนทานต่อการแทรกซึมของความชื้นสูง

ตารางที่ 4 – 1 แสดงวิธีการป้องกันปัญหาที่เกิดจากการติดตั้งฉนวน อย่างไม่ถูกต้อง

ปัญหาในขั้นตอนการใช้งาน	วิธีการป้องกันในขั้นตอนการติดตั้ง
การแทรกซึมของความชื้น	เชื่อมปิดรอยต่อระหว่างฉนวน
การควบแน่นเป็นหยดน้ำ	ติดตั้งฉนวนด้านภายนอกอาคาร
การแตกหักของแผ่นโฟม	เสริมความแข็งแรงให้ผิวฉนวน
การยุบตัวของฉนวน	ปิดผิวฉนวนด้วยชั้นป้องกันแรงกระแทก
การเกิดสะพานความร้อน	ติดตั้งฉนวนด้านภายนอก อุดรอยต่อระหว่างฉนวนให้สนิท

จากการสรุปอิทธิพลต่างๆในการเลือกฉนวนกันความร้อนเพื่อติดตั้งบนผนังภายนอกอาคารพบว่า ฉนวนที่เหมาะสมคือ โฟม EPS ความหนาแน่น 32 กก./ลบ.ม. ความหนาไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว (R= 12 ft2•F•h/Btu) ติดตั้งภายนอกผนังอาคาร

4.1.6 วิธีติดตั้งฉนวน

โฟม EPS มีขนาดมาตรฐาน 0.60 x 1.20 เมตร สามารถติดตั้งกับโครงสร้างเดิมด้วยระบบโมดูล่า (Modular) โดยมีการติดตั้งบริเวณผนังภายนอกที่นิยม 3 วิธี ได้แก่

- ใช้การยึดเหนี่ยวทางกล เช่น ตะปูหรือสลักเกลียว
- ใช้ตัวประสานยึดเหนี่ยว เช่น ปูนหรือกาวชนิดต่างๆ
- ใช้อุปกรณ์เสริม เช่น ขอเกี่ยวหรือแผ่นเหล็กฉาก

ตารางที่ 4 - 2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการติดตั้งฉนวนโฟมEPSแบบต่างๆ แบ่งตามขั้นตอนการติดตั้ง

ขั้นตอน	วิธี	ข้อดี	ข้อเสีย
การติดฉนวนกับผนังเดิม	การยึดเหนี่ยวทางกล	- สะดวก รวดเร็ว - แข็งแรง	- สร้างความเสียหายให้แก่พื้นผิว - ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพิ่มความเสี่ยง
	ใช้ตัวประสานยึดเหนี่ยว	- ยืดหยุ่นต่อความผิดพลาด	- สร้างความสกปรก - เสียเวลารอวัสดุแห้ง
	ใช้อุปกรณ์เสริม	- สะดวก รวดเร็ว	- มีราคาแพงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น - เพิ่มความซับซ้อนในขั้นตอนการติดตั้ง
การยึดฉนวนกับฉนวน	ใช้ตัวประสานยึดเหนี่ยว	- ยืดหยุ่นต่อความผิดพลาด	- เสียเวลารอตัวประสานแห้ง
	ใช้อุปกรณ์เสริม เช่น การใช้ขอเกี่ยว หรือแผ่นเหล็กฉาก	- สะดวก รวดเร็ว - สะอาด	- เพิ่มความซับซ้อนในขั้นตอนการติดตั้ง - อาศัยความรู้ด้านการช่าง
การตกแต่งพื้นผิว	ทาสีทับ	- ราคาย่อมเยา - สามารถทำได้ด้วยตนเอง	- มีกลิ่นเหม็นรบกวน - เสียเวลารอสีแห้ง
	กรุวัสดุอื่นบนพื้นผิว เช่น กระเบื้อง	- แข็งแรง มีทางเลือกด้านความสวยงามเพิ่มขึ้น	- อาจมีช่องว่างให้ความชื้นแทรกซึมผ่านรูรั่ว – เพิ่มความซับซ้อนในขั้นตอนการติดตั้ง - เพิ่มน้ำหนักให้แก่ระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1.6.1 ปัจจัยที่เอื้อต่อการติดตั้งฉนวนด้วยตนเอง

การลงมือปฏิบัติด้วยตนเองใช้ผู้ลงมือปฏิบัติติดตั้งที่มีทักษะพื้นฐานในการใช้เครื่องมือช่างตั้งแต่หนึ่งคนขึ้นไปและไม่จำกัดอายุหรือเพศ โดยปัจจัยที่เอื้ออำนวยต่อการติดตั้งด้วยตนเองคือ

- ผู้ติดตั้งต้องจับวัสดุได้โดยมือและขนาดไม่เกินความกว้างของแขนผู้ติดตั้ง
- ผู้ติดตั้งต้องยกวัสดุได้โดยสะดวก
- มีจำนวนขั้นตอนการติดตั้งน้อยที่สุด
- มีวิธีติดตั้งที่ยืดหยุ่นต่อความผิดพลาดจากผู้ไม่มีประสบการณ์
- ใช้อุปกรณ์เครื่องมือที่จัดหาได้ง่ายและไม่ต้องใช้ทักษะเฉพาะ

จากการวิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียของแต่ละระบบแล้ว พบว่าระบบที่เหมาะสมกับการติดตั้งฉนวนด้วยตนเองคือ การใช้ตัวประสานยึดเหนี่ยวโฟม EPS เนื่องจากยืดหยุ่นต่อความผิดพลาด มีจำนวนขั้นตอนน้อย ไม่ซับซ้อน และใช้อุปกรณ์ที่จัดหาได้ง่าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

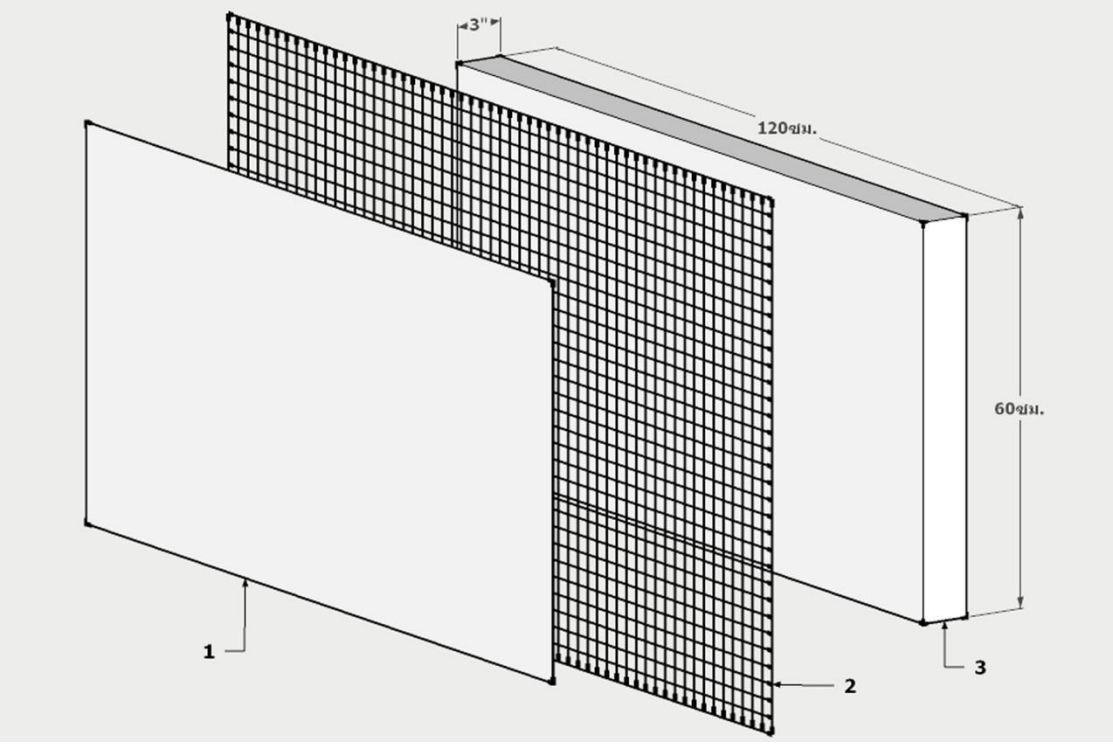
4.2 ผลการออกแบบระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคาร โดยเน้นการติดตั้งด้วยตนเอง (Do It Yourself: DIY)

4.2.1 ผลการออกแบบระบบการติดตั้งฉนวน

การออกแบบระบบการติดตั้งฉนวนกันความร้อนบนผนังภายนอก โดยคำนึงถึงปัจจัยการใช้งานในเขตร้อนชื้นมีดังนี้ (ตัวอย่างคู่มือการติดตั้งฉนวนด้วยตนเองอยู่ในภาคผนวกท้ายเล่ม)

4.2.1.1 วัสดุฉนวน

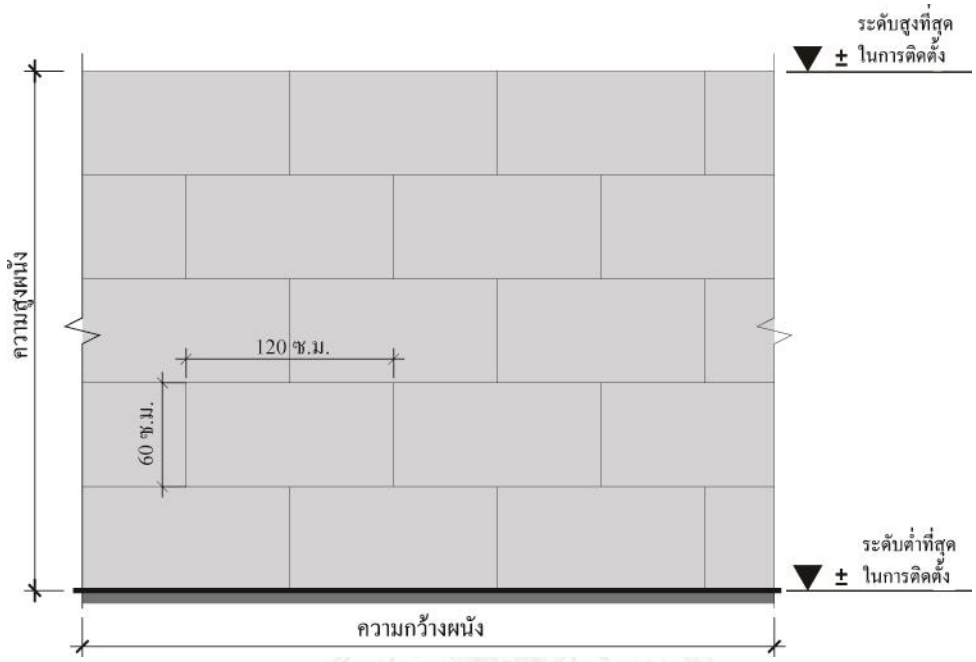
ฉนวนเป็นวัสดุโฟม EPS ขนาดกว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร หนา 3 นิ้ว (7.6 เซนติเมตร ยึดติดกับผนังเดิมโดยปูนกาว ปกป้องผิวด้วยชั้นปูนกาวฉาบบางๆ ทับตาข่ายไฟเบอร์กลาส



รูปที่ 4 - 1 แสดงรูปแบบฉนวนสำหรับการติดตั้ง

4.2.1.2 รูปแบบการติดตั้งฉนวน

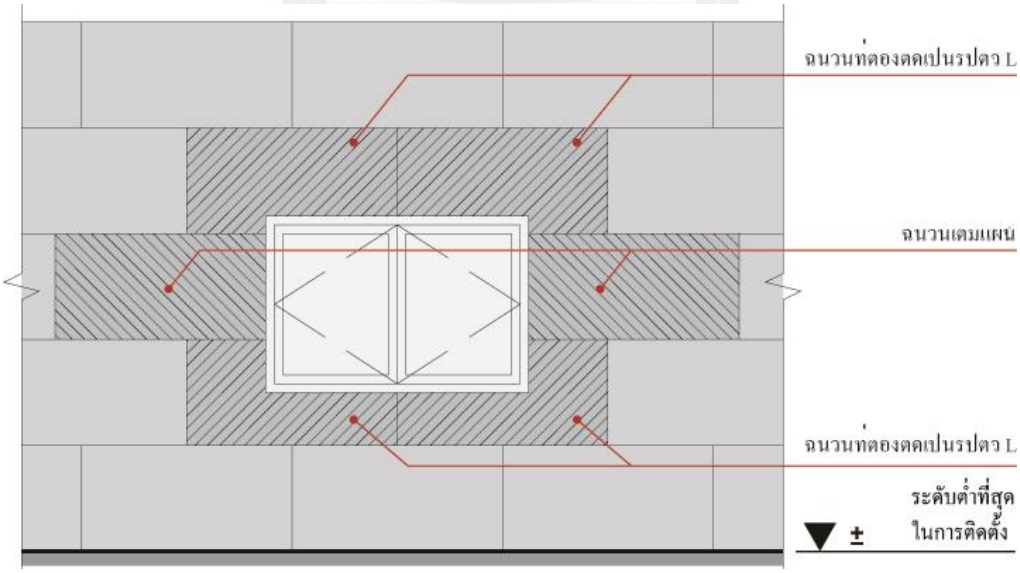
การวางฉนวนให้วางตามแนวนอน รูปแบบ Flemish Bond ของการก่ออิฐ เพื่อลดการเกิดรูรั่วบริเวณรอยต่อฉนวน โดยให้ขอบฉนวนแนบสนิทและระนาบเสมอกันที่สุด



รูปที่ 4 – 2 แสดงรูปแบบการเรียงฉนวนบนผนัง

4.2.1.3 การจัดการกับช่องเปิดบนผนัง

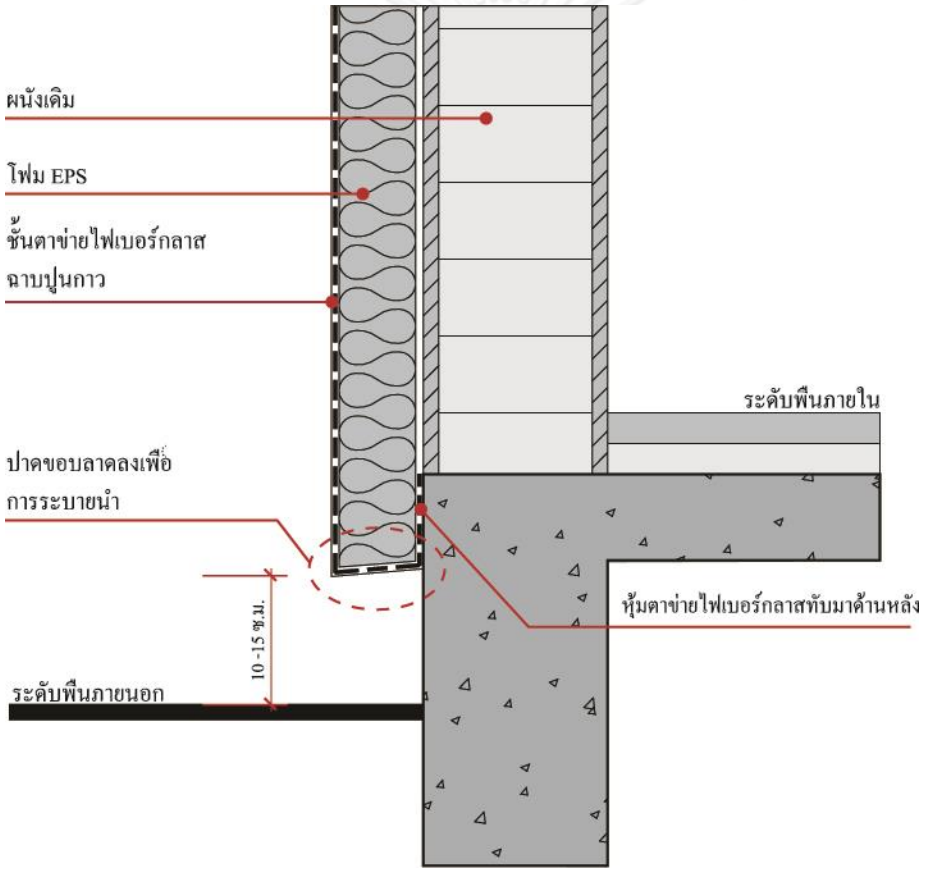
ในกรณีที่มีช่องเปิดบนผนังให้ตัดวัสดุเป็นรูปตัว “L” เพื่อให้พอดีกับมุมช่องเปิด และใช้ฉนวนเต็มแผ่นติดตั้งต่อจากวงกบของช่องเปิด



รูปที่ 4 – 3 แสดงรูปแบบการติดตั้งฉนวนบนผนังที่มีช่องเปิด

4.2.1.4 การติดตั้งบริเวณฐานราก

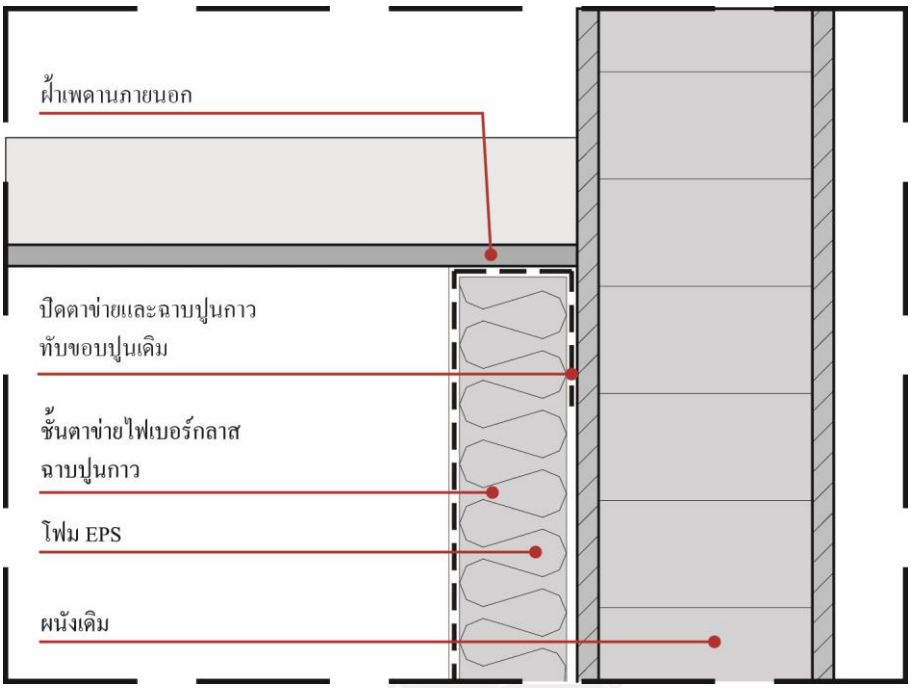
เนื่องจากบริเวณฐานรากอาคารเป็นส่วนที่ได้รับอิทธิพลจากความชื้นในดินมากที่สุด จึงต้องทำการป้องกันการแทรกซึมของความชื้นจากพื้นด้านนอกให้แก่ฉนวนที่ติดตั้งแถวล่างสุด ซึ่งสามารถทำได้โดยการเว้นระยะห่างระหว่างฉนวนกับพื้นดินประมาณ 10 – 15 เซนติเมตร ปาดขอบฉนวนเพื่อระบายน้ำและการฉาบเคลือบขอบฉนวนที่สัมผัสอากาศด้วยปูนกาวก่อนนำไปติดตั้ง



รูปที่ 4 – 4 แสดงวิธีการจบวัสดุบริเวณฐานราก

4.2.1.5 การจบวัสดุที่ฝ้าภายนอก

วิธีการจบวัสดุชิ้นที่ติดกับฝ้าภายนอก ให้หุ้มขอบวัสดุด้านบนด้วยตาข่ายไฟเบอร์กลาสจบคลุมด้านหลังและฉาบปูนกาวทับ 1 ชั้น ก่อนนำไปติดตั้ง

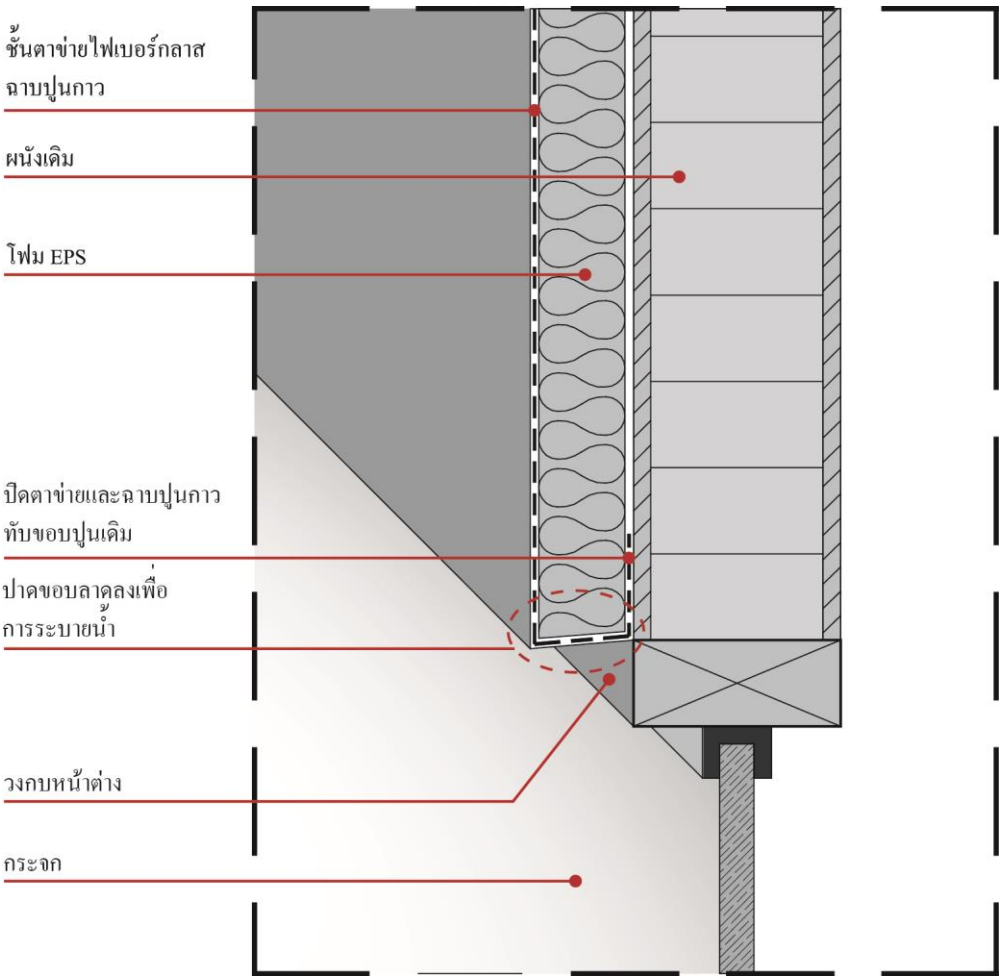


รูปที่ 4 – 5 แสดงวิธีการจบวัสดุที่ฝ้าภายนอก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.1.6 การติดตั้งเหนือวงกบช่องเปิด

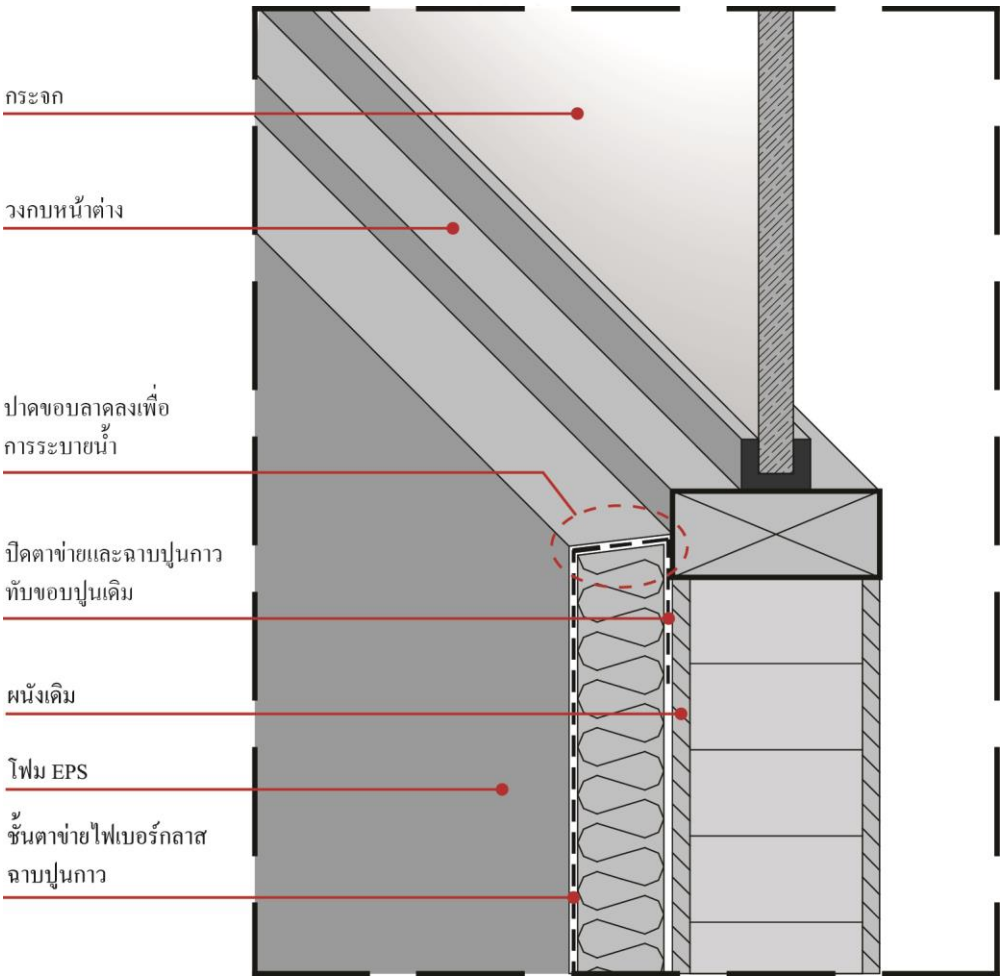
การติดตั้งฉนวนชิ้นเหนือวงกบต้องป้องกันการไหลของน้ำเข้าสู่อาคาร โดยวิธีปาดมุมฉนวนประมาณ 1 เซนติเมตร ให้ขอบลาดเอียงพอสำหรับน้ำไหลออกนอกตัวอาคาร แล้วใช้ตาข่ายไฟเบอร์กลาสหุ้มขอบฉนวนด้านล่างให้คลุมไปถึงด้านหลังและฉาบปูนกาวทับทับ 1 ชั้น ก่อนนำไปติดตั้ง



รูปที่ 4 – 6 แสดงวิธีการจบวัสดุเหนือวงกบช่องเปิด

4.2.1.7 การติดตั้งใต้วงกบช่องเปิด

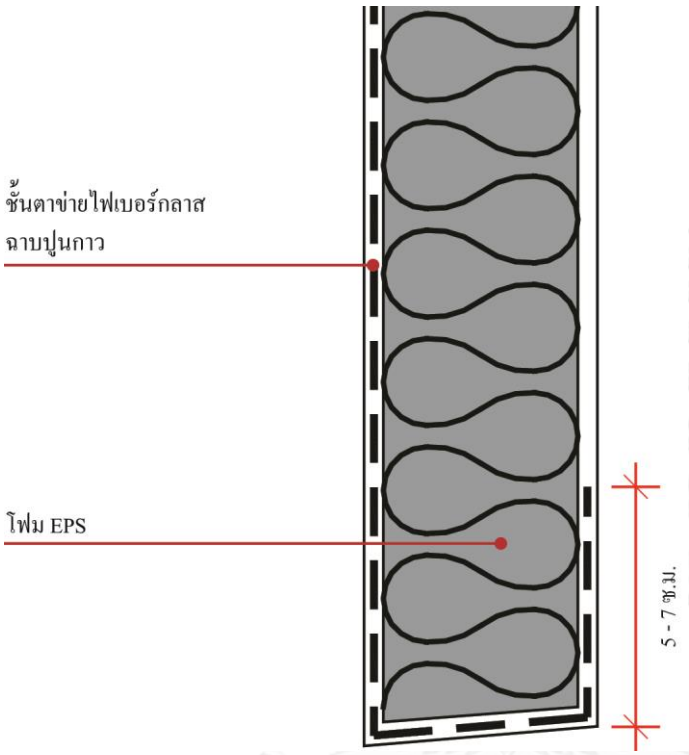
การติดตั้งฉนวนชิ้นใต้วงกบระดับผิวผนังป้องกันการไหลของน้ำเข้าสู่อาคาร โดยวิธีปาดมุมฉนวนประมาณ 1 เซนติเมตร ให้ขอบลาดเอียงพอสำหรับน้ำไหลออกนอกตัวอาคาร แล้วใช้ตาข่ายไฟเบอร์กลาสหุ้มขอบฉนวนด้านบนให้คลุมไปถึงด้านหลังและฉาบปูนกาวทับทับ 1 ชั้น ก่อนนำไปติดตั้ง



รูปที่ 4 – 7 แสดงวิธีการติดตั้งฉนวนใต้วงกบแบบเสมอผิวผนัง

4.2.1.8 รายละเอียดการดัดแปลงฉนวน

การป้องกันการแทรกซึมของความชื้นบริเวณขอบฉนวนทำโดยการใช้ตาข่ายไฟเบอร์กลาสปิดทับขอบจนถึงด้านหลังฉนวนประมาณ 5-7 เซนติเมตร แล้วฉาบปูนกาวทับก่อนนำไปใช้ติดตั้ง



รูปที่ 4 – 8 แสดงวิธีหุ้มขอบฉนวน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 ผลการติดตั้งระบบฉนวนบนอาคารที่ศึกษา และประเมินศักยภาพของฉนวน ข้อดี ข้อเสีย การถ่ายเทความร้อนและความคุ้มทุน

4.3.1 การติดตั้งระบบฉนวนด้วยตนเอง

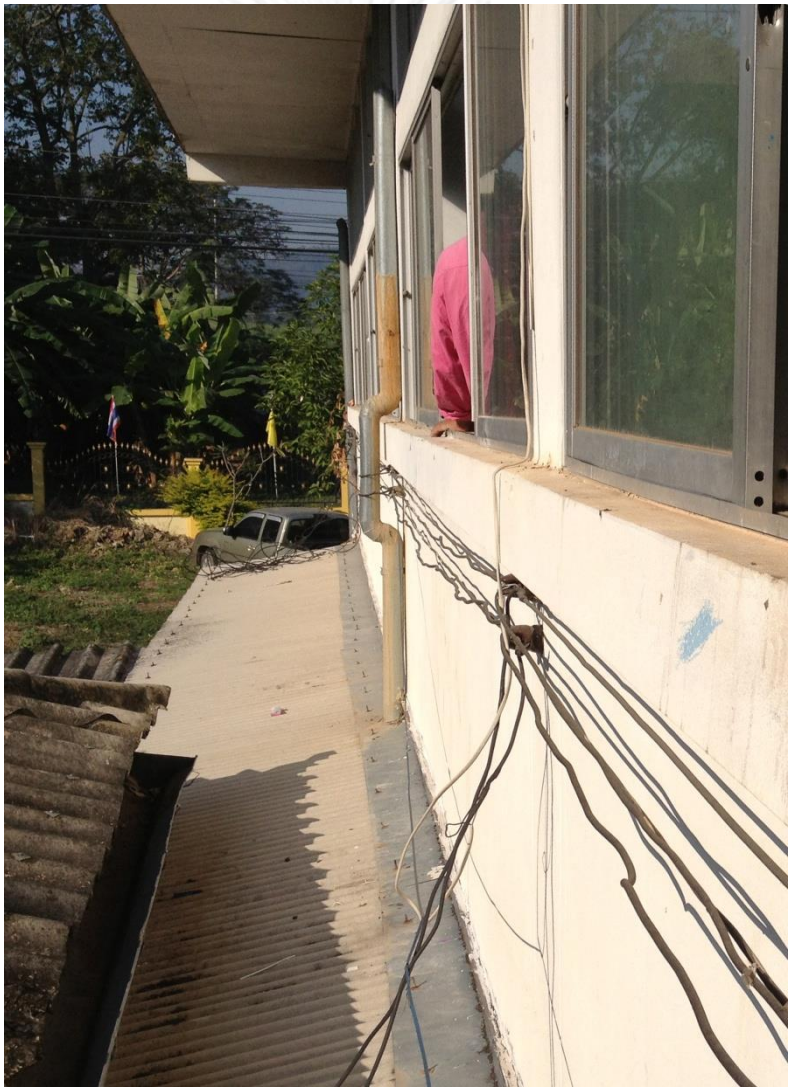
ผลการติดตั้งระบบฉนวนด้วยตัวเอง แบ่งข้อมูลออกเป็น

4.3.1.1 อาคารที่ทำการติดตั้ง

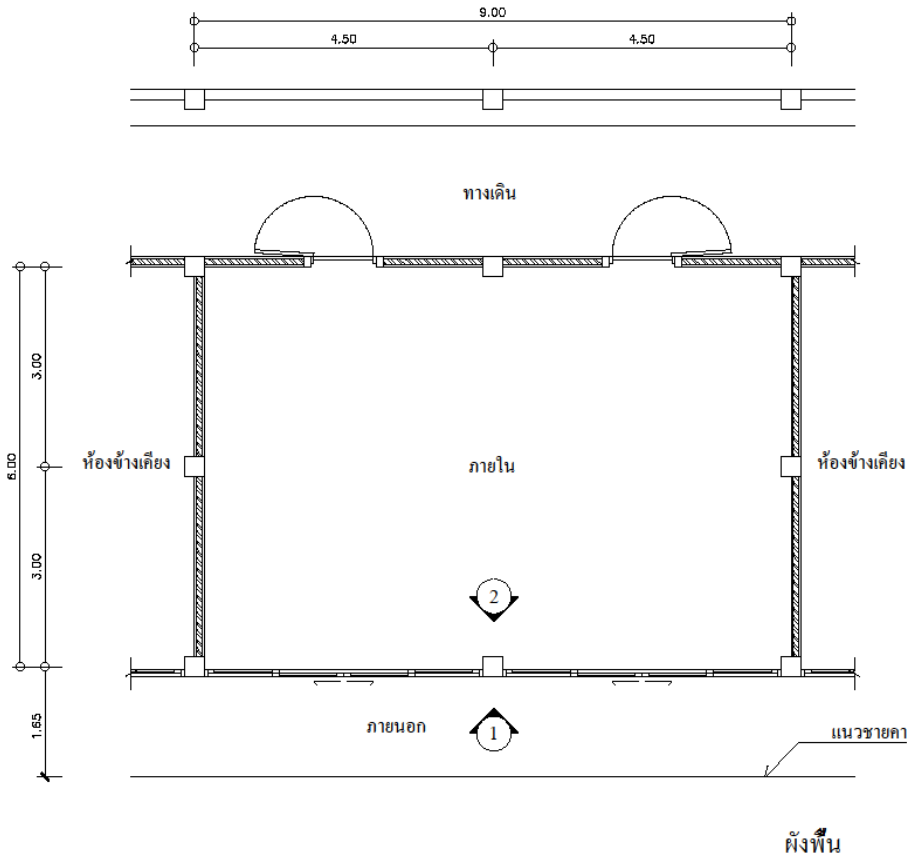
หลังจากที่ได้ระบบฉนวนที่เหมาะสำหรับการติดตั้งด้วยตนเองแล้ว จึงเป็นขั้นตอนการติดตั้งบนอาคารจริง โดยอาคารที่ศึกษาเป็นอาคารสองชั้น ตั้งอยู่ที่: โรงเรียนบ้านนา (ประสิทธิ์วิทยาคาร) เลขที่ 200 หมู่ 4 ถ.ธนะรัตน์-หนองน้ำแดง-ปากช่อง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา 30130 ละติจูด 14.64 เหนือ ลองติจูด 101.41 ตะวันออก ผนังที่ทำการติดตั้งฉนวนเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนตบแต่งด้วยการทาสี ด้านทิศใต้ของห้องเรียนบนชั้นที่ 2 วัดขนาดจากข้างในได้ความกว้าง 8.70 เมตร ความสูง 3.25 เมตร และความหนา 0.10 เมตร มีเสาขนาด 0.30 เมตร คั่นตรงกลาง มีช่องเปิดเป็นกระจกใสบานเลื่อนกรอบอลูมิเนียม ที่ความสูง 0.85 เมตรจากพื้นห้อง และมีช่องกระจกติดตายกรอบอลูมิเนียม ที่ความสูง 2.30 เมตร จากพื้นห้อง

รูปที่ 4 – 9 แสดงบรรยากาศภายในห้องเรียนก่อนการติดตั้ง มุมมองจากประตูด้านหน้า (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

ผนังภายนอกสภาพค่อนข้างดี มีสายไฟฟ้าเดินข้างใต้คานตลอดแนวผนัง มีท่อระบายน้ำฝนเก่า (ไม่ถูกใช้งาน) ติดที่เสาด้านหน้าห้อง แนวชายคายื่นออก 1.50 เมตร จากผนัง ฝ้าด้านนอกกรุด้วยกระเบื้องแผ่นเรียบระดับใต้เชิงชาย ด้านล่างมีแนวหลังคาสังกะสีอยู่ที่ 1.17 เมตร ใต้วงกบกระจก และมีหลังคาของอาคารข้างเคียงเหลื่อมทับ เหลือที่ว่าง 1.00 เมตร ระหว่างหลังคาและผนัง รวมพื้นที่ผนังทึบภายในด้านที่ต้องการติดตั้งได้ 10.22 ตารางเมตร และช่องเปิด 18.01 ตารางเมตร

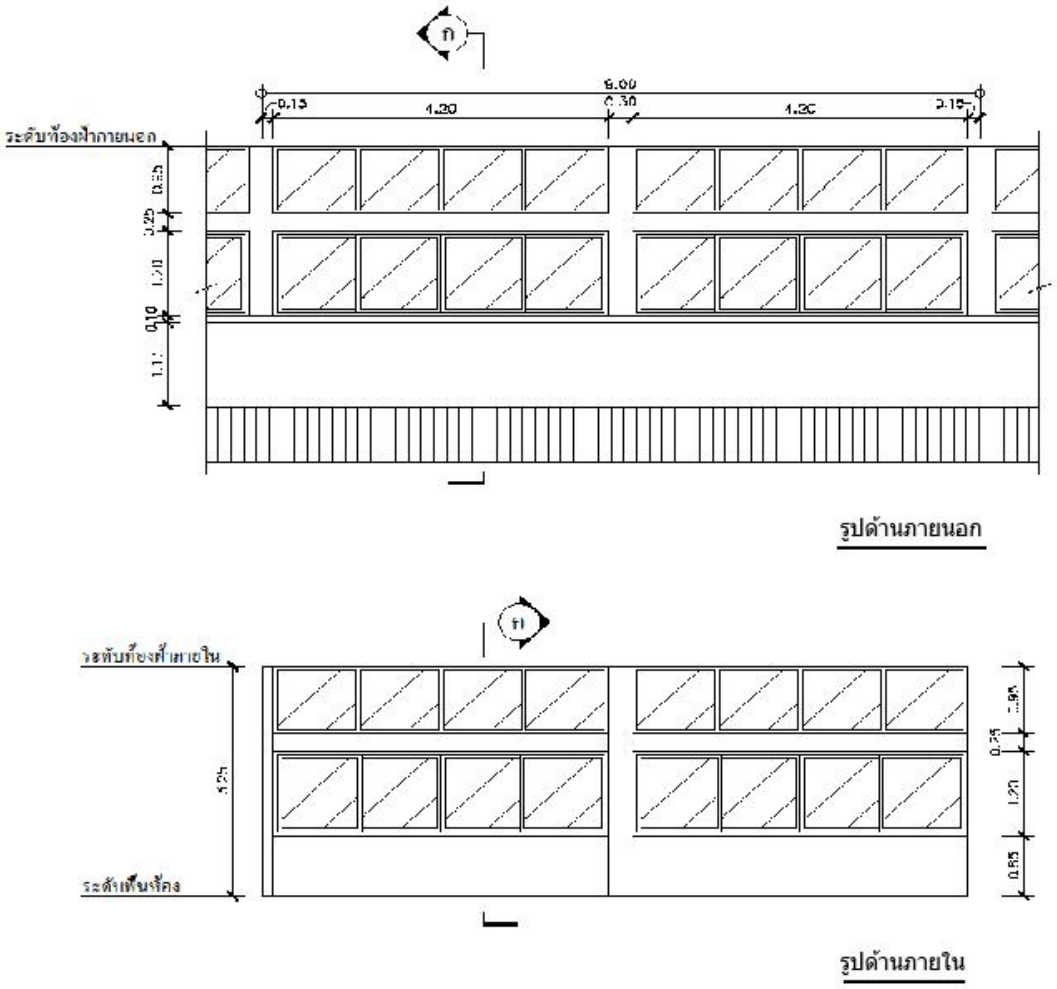


รูปที่ 4 – 10 แสดงสภาพผนังที่ทำการติดตั้งฉนวน (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)



รูปที่ 4 - 11 แสดงผังพื้นห้องที่ทำการติดตั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



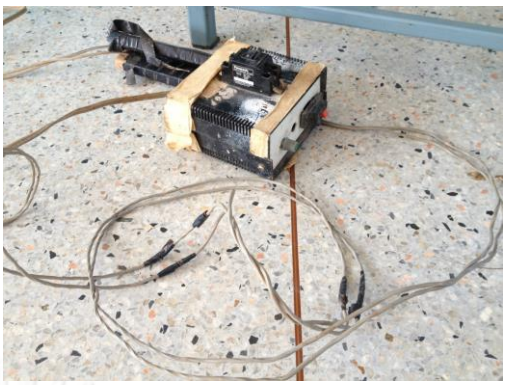
รูปที่ 4 - 12 แสดงรูปด้านผนังภายนอก (บน) และภายใน (ล่าง) ที่ทำการติดตั้ง

4.3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งมีดังนี้

- ตลับเมตร
- คีมตัดลวด
- เลื่อยปลายแหลม
- เกรียงฉาบปูน
- ถังผสม
- ผ้าขี้ริ้ว
- ไขควง
- ค้อน
- เกรียงสามเหลี่ยม
- กระบะฉาบปูน
- ไม้กวาดดอกหญ้า

(ก) ค้อน



(ข) ลวดตัดโฟม

(ค) เลื่อย

(ง) เกรียง

(จ) เกรียงฉาบปูน

(ฉ) กระบะฉาบปูน

รูปที่ 4 – 13 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

4.3.1.2 วัสดุที่ใช้

วัสดุที่ใช้ในการติดตั้ง ได้แก่

- ฉนวนโฟมโพลีสไตรีน ขนาด 60 x 120 ซม.ความหนาแน่น 32 กก. ต่อ ลบ.ม. หนา 3 นิ้ว
- น้ำยารองพื้น/ประสาน Suprawall
- ปูนอินทรีเพชร สำหรับโครงสร้าง
- ตาข่ายไฟเบอร์กลาส

(ก) ปูนกาว

(ข) ตาข่ายไฟเบอร์กลาส

(ค) ปูนสำหรับงานโครงสร้าง

(ง) โฟม EPS

รูปที่ 4 – 14 แสดงวัสดุที่ใช้ในการติดตั้ง (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

4.3.1.3 ขั้นตอนการติดตั้ง

การติดตั้งฉนวนที่เหมาะสมกับการติดตั้งด้วยตนเองแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) ขั้นตอนการสำรวจและวางแผน

สิ่งที่ต้องเตรียม

- กระดาษวาดเขียน
- เครื่องเขียน
- ตลับเมตร

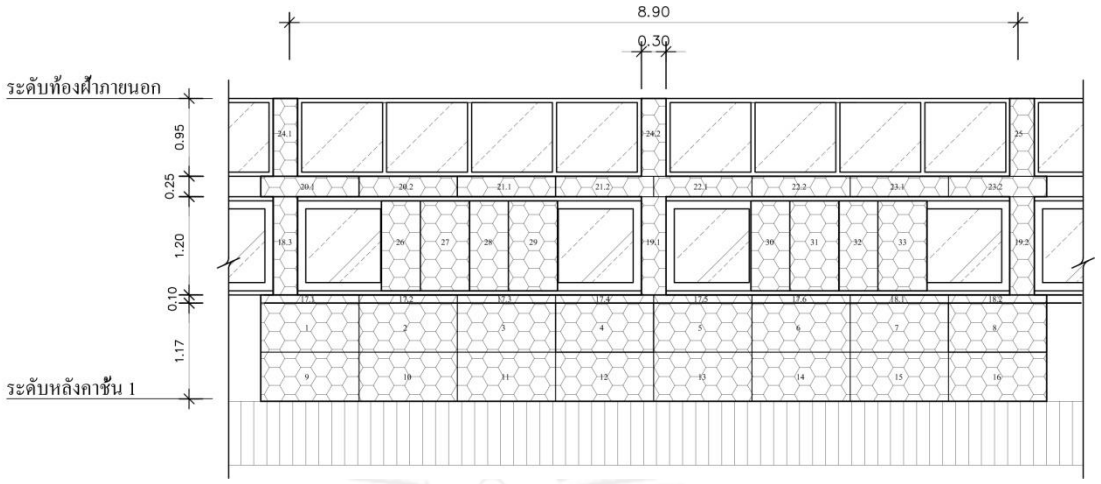
เป็นขั้นตอนการสำรวจศึกษาสภาพแวดล้อม และคำนวณวางแผนการติดตั้ง ผู้ปฏิบัติต้องทำความเข้าใจกับขั้นตอน วิธีการติดตั้ง เครื่องมือที่ใช้ สภาพพื้นที่หน้างาน และจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เพื่อการดำเนินงานขั้นต่อไป

ภารกิจในขั้นตอนนี้ได้แก่

- สำรวจสภาพผนัง วัดขนาด สังเกตปัญหา อุปสรรค และข้อจำกัดในการติดตั้ง
- เสนอความเป็นได้ในการแก้ปัญหา อุปสรรคและข้อจำกัดในการติดตั้ง
- คำนวณแนวการวางวัสดุให้มีการใช้ ตัดแต่งดัดแปลง และเหลือเศษน้อยที่สุด
- กำหนดจุดเริ่มต้นการติดตั้ง
- จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง

การจัดสรรฉนวนให้เผื่อปริมาณเพิ่มจากการคำนวณอีก 10% สำหรับความผิดพลาดและความเสียหายในขั้นตอนขนส่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4 – 15 แสดงการวางแผนคำนวณปริมาณฉนวนโฟม EPS

2) ขั้นตอนการเตรียมความพร้อม

สิ่งที่ต้องเตรียม

- ปูนอินทรีเพชร สำหรับโครงสร้าง
- น้ำยารองพื้น/ประสาน Supra wall
- ไขควง
- คีมตัดลวด
- เกรียงแซะ
- ผ้าขี้ริ้ว
- ไม้ขนไก่
- ถังผสม

เป็นการจัดสรรพื้นที่ในการทำงาน เป็นการปรับสภาพผนังและเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ก่อนการลงมือปฏิบัติติดตั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภารกิจในขั้นตอนนี้ได้แก่

- จัดสรรพื้นที่สำหรับการวางวัสดุ การผสมน้ำยา การตัดแต่งฉนวน เศษ ขยะเหลือใช้

- เคลื่อนย้ายสายไฟ ท่อน้ำ อุปกรณ์ไฟฟ้า หรือสิ่งกีดขวางบนผนังให้พ้นจากบริเวณที่จะติดตั้ง (รูปที่ 4 -15 ถึง 4-16)

- ใช้ไม้ขนไก่ปัดฝุ่น แล้วใช้ผ้าขี้ริ้วชุบน้ำพอหมาด เช็ดทำความสะอาดพื้นผิวผนัง

- เตรียมปูนฉาบ โดยการผสมน้ำยา Super wall กับ ปูนอินทรีตราเพชรในอัตรา น้ำยาSuper wall 1 ถัง ต่อปูน 1/2 ถุง แล้วใช้เกรียงกวนผสมวัสดุให้กลายเป็นเนื้อเดียว

รูปที่ 4 - 16 แสดงขั้นตอนการขยับเลื่อนสายไฟบนผนังด้วยคีมปากนกแก้ว (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

รูปที่ 4 – 17 แสดงขั้นตอนการถอดท่อระบายน้ำฝนออกเพื่อปรับสภาพผนังให้พร้อมสำหรับการทำความสะอาด (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

รูปที่ 4 - 18 แสดงส่วนผสมปูนกาวในถังผสมในสัดส่วนส่วนน้ำยารองพื้น 1 ถังต่อปูน ½ ลูก (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

3) ขั้นตอนการติดตั้ง

สิ่งที่ต้องเตรียม

- เกรียงฉาบปูน
- กระบะฉาบปูน
- ตลับเมตร
- ลวดตัดโฟม
- เลื่อยปลายแหลม
- ฉนวนโฟมEPS
- ตาข่ายไฟเบอร์กลาส

เป็นการปรับตกแต่งฉนวนเพื่อให้พอดีกับหน้างานก่อนทำการยึดฉนวนกับผนังด้วยส่วนผสมปูนฉาบที่เตรียมไว้ และทำการฉาบปิดพื้นผิวภายนอก

ภารกิจในขั้นตอนนี้ได้แก่

- นำฉนวนโฟมEPSมาทาบวัดกับผิวผนัง ทำเครื่องหมายบนฉนวนบริเวณที่จำเป็นต้องทำการดัดแปลง แล้วใช้ลวดตัดโฟมตัดแต่งตามรอยเครื่องหมาย (ภาพที่ 4 – 18 ถึง 4 - 21)
- ทดลองทาบวัสดุกับพื้นผิว เพื่อทดสอบความพอดีของขนาดฉนวน โดยผิวฉนวนต้องแนบกับผิวผนังให้สนิทที่สุด ทำการดัดแปลงเพิ่มเติมจนกว่าขนาดพอดี
- ใช้เกรียงฉาบตักปูนกาวใส่กระบะฉาบปูน
- ป้ายปูนกาวลงบนผิวฉนวนด้านที่บาก ห่างจากขอบวัสดุประมาณ 7-12 ซม. แต่ละจุดห่างกันประมาณ 30 ซม. (ภาพที่ 4 – 22)
- นำฉนวนโฟมEPS ด้านที่มีปูน ทาบไปกับผนัง กดเบาๆให้ทั่วแผ่น เพื่อให้ผิววัสดุแนบไปกับผิวของผนัง ดันวัสดุค้างไว้อย่างน้อย 30 วินาที (ภาพที่ 4 – 23) โดยเริ่มจากจุดเริ่มต้นติดตั้งที่กำหนดไว้ในขั้นตอนเตรียมการและวางแผน
- ทำภารกิจข้างต้นทั้งหมดในขั้นตอนนี้ซ้ำกับฉนวนชิ้นถัดไป และนำมาติดตั้งต่อกับฉนวนชิ้นที่ติดตั้งแล้ว โดยให้ขอบฉนวนเรียบเสมอกัน

- ติดตั้งฉนวนจนครอบคลุมพื้นที่ติดตั้งทั้งหมด

- นำผืนตาข่ายไฟเบอร์กลาสปิดคลุมด้านนอกฉนวน แล้วใช้ปูนฉาบทับจนมองไม่เห็นชั้นตาข่ายให้ครบพื้นที่ผิวฉนวน

- ตัดตาข่ายไฟเบอร์กลาสเป็นแถบกว้างประมาณ 10 ซม. นำมาปิดทับบนรอยต่อระหว่างฉนวนอีกชั้น แล้วใช้ปูนฉาบทับบางๆ จนมองไม่เห็นชั้นตาข่าย

รูปที่ 4 - 19 แสดงวิธีการใช้ตลับเมตรบากรอยบนเนื้อวัสดุ (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

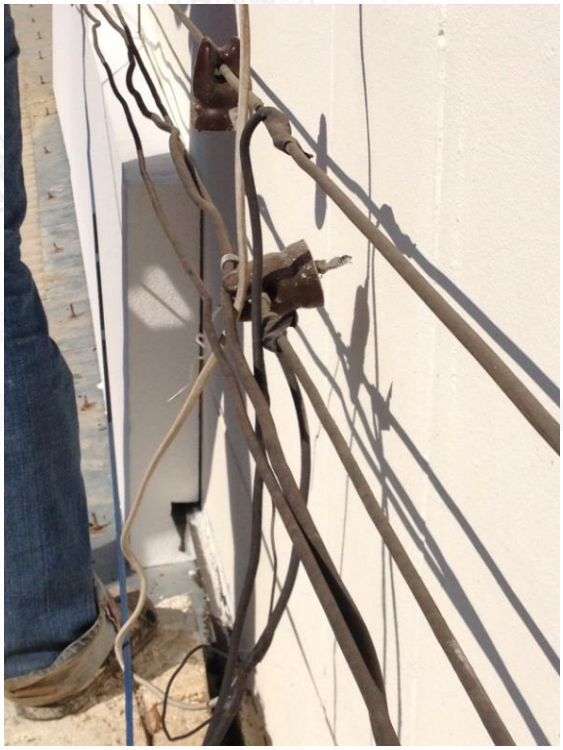
รูปที่ 4 - 20 แสดงวิธีการทำสัญลักษณ์บนวัสดุทั้งสองชิ้นเพื่อความแม่นยำในการดัดแปลง (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

รูปที่ 4 - 21 แสดงวิธีการใช้เลื่อยปลายแหลมเจาะฉนวน (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

รูปที่ 4 - 22 แสดงวิธีการใช้ลวดตัดโฟมทำร่องบนวัสดุให้พอดีกับแนวแผ่นกันน้ำรั่วซึมบนผนัง (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

รูปที่ 4 - 23 แสดงถึงการฉาบปูนกาวด้านหลังฉนวนโดยเว้นระยะห่างประมาณ 0.30 เมตร (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

รูปที่ 4 – 24 แสดงวิธีการกดฉนวนแนบติดกับผนังอย่างน้อย 30 วินาทีเพื่อให้ปูนกาวแห้ง (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)



รูปที่ 4 – 25 แสดงฉนวนที่ผ่านการติดตั้งอย่างถูกวิธี โดยผิวฉนวนแนบไปกับผิวผนัง (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

รูปที่ 4 – 26 แสดงถึงฉนวนที่ถูกติดตั้งเต็มพื้นที่ (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

รูปที่ 4 – 27 แสดงรอยต่อระหว่างฉนวนที่ควรเรียบเสมอกัน (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

รูปที่ 4 – 28 แสดงการใช้เศษโฟมอุดในช่องว่าง ในกรณีที่เหลือระยะห่างระหว่างฉนวน (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(ก)การฉาบปูนกาวบางๆรองพื้นก่อนคลุมทับเห็นด้วยตาข่ายไฟเบอร์กลาส

(ข) การฉาบปูนกาวทับประมาณ 3 มม. จนไม่เนื้อตาข่าย

(ค) การฉาบปูนกาวปิดผิวตาข่ายไฟเบอร์กลาส

(ง)การฉาบปูนกาวจนเต็มพื้นที่ฉนวน

รูปที่ 4 - 29 แสดงขั้นตอนการติดตั้งฉาบปูนกาว (บันทึกภาพวันที่ 18 ธ.ค. 55)

รูปที่ 4- 30 แสดงรูปตัดผนัง ก่อนติดตั้งฉนวน (บน) และหลังการติดตั้งฉนวน (ล่าง)

4) ขั้นตอนการตกแต่งเพื่อความสวยงาม

สิ่งที่ต้องเตรียม

- แปรงทาสี
- สีสำหรับทาภายนอก

ขั้นตอนนี้เป็นการตกแต่งพื้นผิวเพื่อความสวยงาม โดยสามารถเลือกวิธีได้ตามงบประมาณหรือความชอบของผู้ลงมือติดตั้ง การวิจัยครั้งนี้เลือกใช้วิธีทาสีทับ เนื่องจากมีขั้นตอนน้อย สะดวกในการทำ สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามใจ ใช้ทักษะพื้นฐานที่ทุกคนสามารถทำได้

ภารกิจในขั้นตอนนี้ได้แก่

- รอให้น้ำยารองพื้นแห้งสนิท (ประมาณ 1 วัน ขึ้นอยู่กับสัดส่วนการผสมปูนกาว)
- ใช้สีสำหรับภายนอกทาทับบางๆจนไม่เห็นผิวปูนกาว (วิธี จำนวนครั้งที่ทา ขึ้นอยู่กับสีที่ใช้)
- ทาสีจนเต็มพื้นที่ผนัง รอให้แห้ง แล้วทาซ้ำอีกที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5) ขั้นตอนการเก็บความเรียบร้อย

สิ่งที่ต้องเตรียม

- เกรียงแซะ
- ไม้กวาด
- ผ้าขี้ริ้ว

เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการตรวจสอบความเรียบร้อยในการติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์บนผนังกลับตำแหน่งเดิม ทำความสะอาดเครื่องมือและจัดการเศษวัสดุในพื้นที่หน้างาน ก่อนเคลื่อนย้าย

ภารกิจในขั้นตอนนี้ได้แก่

- รอให้สีแห้งสนิท (ประมาณ 12 ชั่วโมง)
- ใช้เกรียงแซะเศษปูนกาวที่ติดตามบริเวณที่ไม่ต้องการ
- ใช้ผ้าขี้ริ้วชุบน้ำพอหมาดเช็ดตามรอยสกปรก
- ใช้ไม้กวาดดอกหญ้ากวาดเศษปูน โฟมและขยะต่างๆ
- ใช้น้ำสะอาดล้างเครื่องมือและอุปการณ์ รอให้แห้งและเก็บรักษาในที่ที่เหมาะสม

การจัดการกับเศษวัสดุ : เศษโฟม EPS สามารถนำไปฝังกลบใต้ดิน เพื่อให้เกิดกระบวนการย่อยสลายตามธรรมชาติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4 – 31 แสดงการเซาะเศษปูนในบริเวณที่ไม่ต้องการ (บันทึกภาพวันที่ 20 ธ.ค. 55)

รูปที่ 4 – 32 แสดงการใช้ผ้าขี้ริ้วชุบน้ำหมาดเช็ดทำความสะอาด (บันทึกภาพวันที่ 20 ธ.ค. 55)

4.3.2 การประเมินประสิทธิภาพ

4.3.2.1 เวลาที่ใช้ในการติดตั้ง

การติดตั้งเริ่มต้นตั้งแต่ 9:00 น. ของวันอังคารที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2555 สิ้นสุดเวลา 15:35 น. ของวันพฤหัสบดีที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2555 ใช้เวลาทั้งสิ้น 54 ชั่วโมง 35 นาที แบ่งเป็นการมือปฏิบัติการทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง 35 นาที โดยแรงงานทั้งหมด 3 คน และ 30 ชั่วโมง ในการรอให้ปูนกาวแห้ง

4.3.2.2 ความเรียบร้อยในการติดตั้ง

ผลการตรวจความเรียบร้อยพบว่าการติดตั้งสำเร็จเรียบร้อยดี ผนังที่ทำการติดตั้งสามารถใช้งานได้ตามปกติ โดยไม่มีเศษวัสดุหรือรอยปูนกาวหลงเหลือในบริเวณที่ไม่ต้องการ

เศษวัสดุโฟม EPS ถูกนำไปฝังกลบใต้ดินลึก 0.30 เมตร

ไม่มีเครื่องมือและอุปกรณ์หลงเหลืออยู่หน้างาน

ผนังภายนอกเรียบร้อยดี สายไฟถูกติดตั้งกลับบนฉนวน

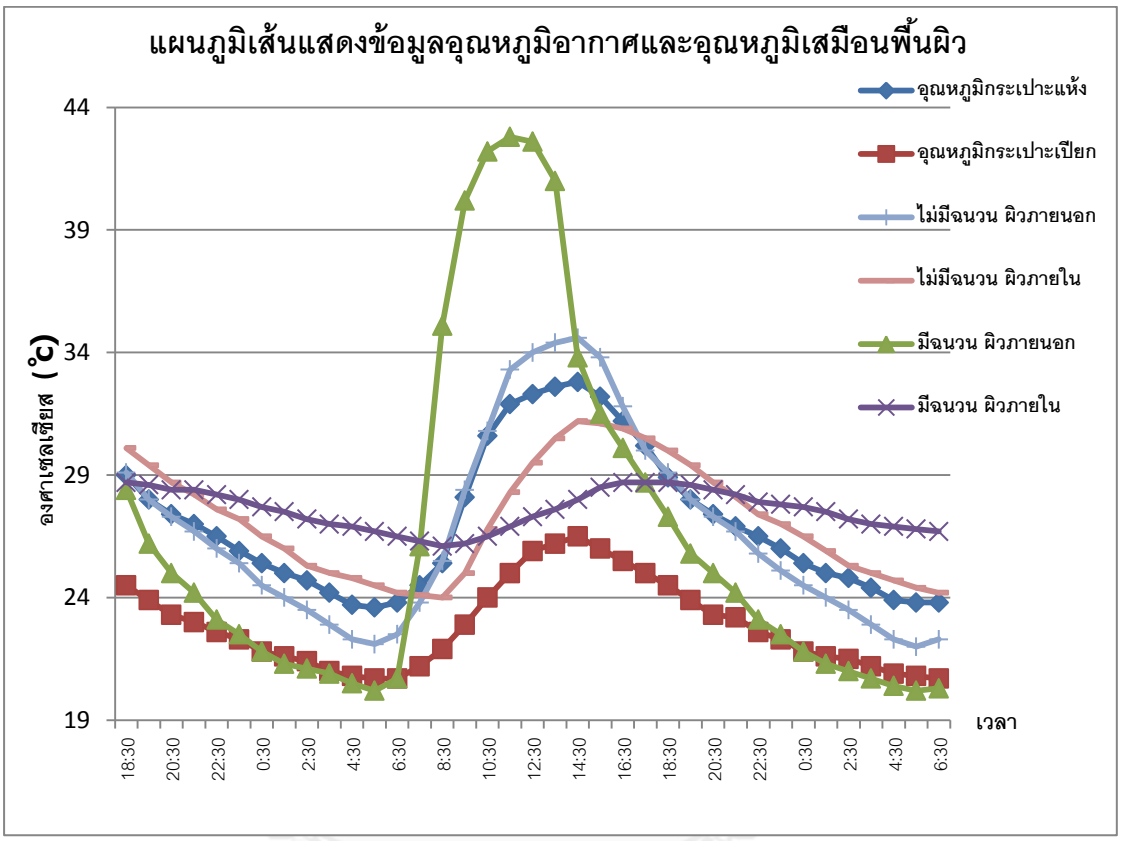
รูปที่ 4 – 33 แสดงผนังภายในห้องหลังการติดตั้ง (บันทึกภาพวันที่ 27 ธ.ค. 55)

รูปที่ 4 – 34 แสดงผนังภายนอกห้องหลังการติดตั้ง (บันทึกภาพวันที่ 27 ธ.ค. 55)

รูปที่ 4 – 35 แสดงผนังภายนอกห้องหลังการติดตั้ง มุมมองจากชั้นล่าง (บันทึกภาพวันที่ 27 ธ.ค. 55)

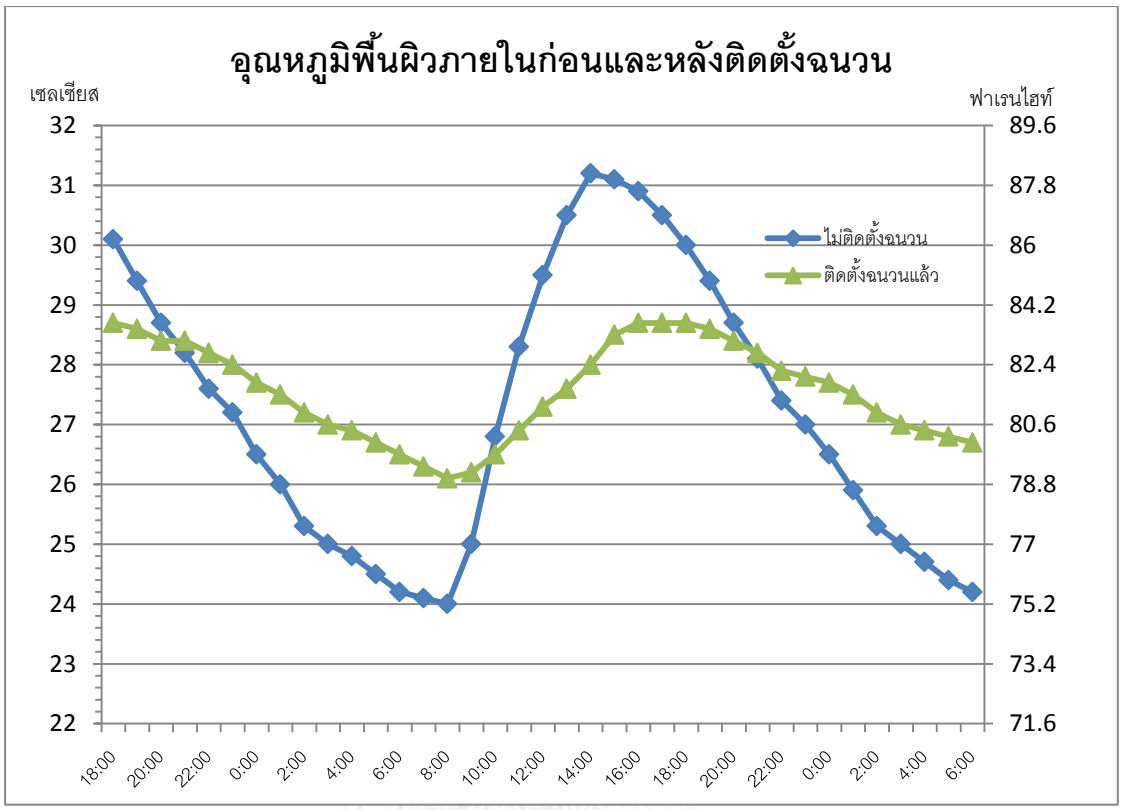
4.3.2.3 ประสิทธิภาพในการลดความร้อน

ผลการเก็บข้อมูลภายใต้สภาวะใช้งานจริงเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการลดความร้อนของฉนวนมีดังนี้



แผนภูมิที่ 4- 1 **แผนภูมิเส้นแสดงถึงอุณหภูมิอากาศภายนอก อุณหภูมิเสมือนพื้นผิวภายนอกและภายใน ของผนังที่ได้รับการติดตั้งฉนวนและยังไม่ได้รับการติดตั้งฉนวน ภายใต้สภาวะการใช้งานจริง (เก็บข้อมูลวันที่** 17 – 19 **มี.ค.** 57)

ข้อมูลจากแผนภูมิที่ 4- แสดงว่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งอากาศภายนอกต่ำสุด 23.6 องศาเซลเซียสที่เวลา 5:00 น. และสูงสุด 32.8 องศาเซลเซียสที่เวลา 14:00 น. อุณหภูมิกระเปาะเปียกอากาศภายนอกต่ำสุด 20.7 องศาเซลเซียสที่เวลา 5:00-6:00 น. และสูงสุด 26.5 องศาเซลเซียสที่เวลา 14:30 น. อุณหภูมิเสมือนพื้นผิวภายในผนังที่ไม่มีฉนวนต่ำสุด 24 องศาเซลเซียสที่เวลา 8:00 น. และสูงสุด 31.2 องศาเซลเซียสที่เวลา 14:00 น. อุณหภูมิเสมือนพื้นผิวภายในผนังที่ติดตั้งฉนวนต่ำสุด 26.1 องศาเซลเซียสที่เวลา 8:00 น. และสูงสุด 28.7 องศาเซลเซียสที่เวลา 16:00-18:00 น.



แผนภูมิที่ 4 - 2 **แผนภูมิเส้นแสดงถึงอุณหภูมิพื้นผิวภายในก่อนและหลังการติดตั้งฉนวน (เก็บข้อมูล วันที่** 17 – 19 **มี.ค.** 57)

การติดตั้งฉนวนกันความร้อนด้วยตนเองสามารถลดอุณหภูมิพื้นผิวภายในได้สูงสุด 3.2 องศาเซลเซียส ช่วงเวลา 14:00 น.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยแนวทางการติดตั้งฉนวนกันความร้อนด้วยตนเอง ประกอบด้วยการศึกษาคุณสมบัติของฉนวนแต่ละชนิด วิธีการติดตั้ง และตัวแปรที่ทำให้ฉนวนมีประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานในเขตร้อนชื้น และการวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย เพื่อเลือกฉนวนและออกแบบระบบการติดตั้งที่เหมาะสม ก่อนที่จะติดตั้งฉนวนบนผนังอาคารเดิม เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการลดการถ่ายเทความร้อน ความเหมาะสมในการติดตั้ง และประเมินความคุ้มทุน ก่อนที่จะสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษาระบบการติดตั้งฉนวนกันความร้อนภายนอกอาคารและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในเขตร้อนชื้น

5.1.1 สรุปผลการศึกษาระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคาร

ฉนวนกันความร้อนมีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตล้วนใช้หลักการของฉนวนในการดำรงค์ชีพ ฉนวนสามารถลดความร้อนจาก 3 ปัจจัย ได้แก่ 1 ค่าความต้านทานความร้อน 2 มวลสาร และ 3 ช่องว่างอากาศและค่าสัมประสิทธิ์การกระจายความร้อนผิววัสดุ ซึ่งประสิทธิภาพของฉนวนขึ้นอยู่กับการผสมผสานคุณประโยชน์ของทั้ง 3 ปัจจัยข้างต้น

วิธีติดตั้งฉนวนขึ้นอยู่กับรูปแบบทางกายภาพของฉนวน โดยรูปแบบที่มีในท้องตลาด สามารถแบ่งออกได้เป็น

5.1.1.1 แบบของเหลวสำหรับฉีดพ่น

ฉนวนประเภทของเหลวสำหรับฉีดพ่นมีประสิทธิภาพสูงแต่ต้องติดตั้งโดยผู้เชี่ยวชาญเนื่องจากมีอุปกรณ์ที่ต้องอาศัยประสบการณ์ในการใช้งาน และมีการผสมสารเคมีที่อาจเป็นอันตราย ไม่เหมาะสมกับผู้ติดตั้งทั่วไปที่ไม่มีความชำราญด้านงานช่าง

5.1.1.2 แบบผืน แผ่นหรือม้วน

ฉนวนแบบผืน แผ่นหรือม้วน ทำจากวัสดุประเภทเส้นใยหรือโฟมเซลล์เปิดซึ่งมีความต้านทานต่อความชื้นต่ำ ไม่เหมาะสำหรับการติดตั้งภายนอกอาคาร

5.1.1.3 แบบวัสดุขึ้นรูปสำเร็จ

ฉนวนแบบขึ้นรูปสำเร็จมีหลายชนิดที่ถูกออกแบบเพื่อการใช้งานบนผนังภายนอก บางชนิดมีการผสานเข้ากับวัสดุโครงสร้าง (Structural Insulation) แต่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญและเครื่องมือเฉพาะทาง ฉนวนแบบขึ้นรูปสำเร็จชนิดที่ไม่ได้เป็นโครงสร้าง (Non-structural insulation) มีความยืดหยุ่นในโครงการปรับปรุง เหมาะสมกับการติดตั้งด้วยตนเอง

5.1.1.4 ระบบสะท้อนความร้อน

ฉนวนระบบสะท้อนความร้อนในปัจจุบันไม่มีค่าความต้านทานความร้อนที่เหมาะสมกับการติดตั้งบนผนังภายนอก จึงไม่เหมาะสมสำหรับการเลือกใช้

5.1.2 **สรุปปัจจัยที่เอื้อต่อการติดตั้งฉนวนด้วยตนเอง**

การติดตั้งฉนวนด้วยตนเองจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยต่อไปนี้

- อุปกรณ์เครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ต้องจัดหาได้ง่ายตามท้องตลาด ใช้ทักษะพื้นฐานในการใช้งาน เครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งครั้งนี้ส่วนใหญ่เป็นเครื่องมือสามัญประจำบ้าน หากต้องมีการลงทุนซื้ออุปกรณ์เพิ่ม ขนาดของงานติดตั้งจะเป็นตัวแปรในการกำหนดจุดคุ้มทุน

- ขนาดและน้ำหนักของวัสดุ

วัสดุสำหรับการติดตั้งด้วยตัวเองมีขนาดพอดีกับการจับด้วยสองมือและไม่ใหญ่เกินระยะแขนผู้ติดตั้ง ด้วยธรรมชาติของฉนวนประเภทที่เนื้อวัสดุมีรูอากาศพรุน ทำให้น้ำหนักเบา เหมาะสำหรับการติดตั้งด้วยตนเอง

- จำนวนขั้นตอนการติดตั้ง

จำนวนขั้นตอนในการติดตั้งต้องมีน้อยที่สุดเพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนในการลงมือปฏิบัติ หากมีการรวมขั้นตอนเข้าด้วยกัน เช่นการใช้ส่วนผสมของปูนกาวที่มีผงสี อาจเป็นการลดขั้นตอนการตกแต่งผิวเพื่อความสวยงาม และได้รูปแบบของผนังที่มีเอกลักษณ์

- วิธีติดตั้ง

วิธีติดตั้งต้องใช้ระบบที่ยืดหยุ่นต่อความผิดพลาด ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อตัวอาคารหรืออันตรายต่อผู้ติดตั้งเมื่อเกิดความผิดพลาด

งานลักษณะ DIY ที่ปฏิบัติในครัวเรือน โดยใช้สมาชิกในครอบครัว คนอื่นทำภารกิจที่ง่าย ไม่มีความเสี่ยงอันตราย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.1.3 สรุปปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในเขตร้อนชื้น

5.1.2.1 อิทธิพลของสภาพภูมิอากาศ

ประเทศไทยอยู่ในบริเวณเขตร้อนชื้น ได้รับอิทธิพลความร้อนจากแสงอาทิตย์สูงสุดทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้การถ่ายเทความร้อนบริเวณเปลือกอาคารมีปริมาณสูงที่สุดในช่วงกลางวัน และได้รับอิทธิพลของความชื้นในอากาศ การติดตั้งฉนวนต้องคำนึงถึงการควบแน่นบนผิววัสดุซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุของการเสื่อมประสิทธิภาพของฉนวน

5.1.2.2 สภาวะสบายของมนุษย์

การติดตั้งฉนวนกันความร้อนบนผนังภายนอกอาคารในเขตร้อนชื้น ช่วยลดการนำความร้อนผ่านเปลือกอาคาร ทำให้อุณหภูมิเสมือนพื้นผิวภายในลดลง ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวภายในลดลงและเพิ่มชั่วโมงสภาวะสบายภายในอาคาร

การใช้งานฉนวนในเขตร้อนชื้นอย่างมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับการเลือกชนิดฉนวนและวิธีติดตั้งฉนวน เพื่อการใช้งานฉนวนที่คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งข้อคำนึงหลักคือการป้องกันการแทรกซึมของความชื้น

5.1.2.3 การใช้งานฉนวนอย่างไม่เหมาะสม

การใช้งานฉนวนอย่างไม่เหมาะสมนำไปสู่ปัญหาของการเสื่อมสภาพและสูญเสียความสามารถในการป้องกันความร้อน โดย 2 สาเหตุหลักคือ 1 การเลือกฉนวนไม่เหมาะสมและ 2 การติดตั้งผิดวิธี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2 สรุปผลการออกแบบระบบการติดตั้งฉนวนภายนอกอาคาร โดยเน้นการติดตั้งด้วยตนเอง (Do It Yourself: DIY)

5.2.1 การออกแบบระบบการติดตั้งฉนวน

5.2.1.1 วัสดุฉนวน

ฉนวนเป็นวัสดุโฟม EPS ขนาดกว้าง 0.60 เมตร ยาว 1.20 เมตร หนา 3 นิ้ว (7.6 เซนติเมตร) ความหนาแน่น 32 กก./ลบ.ม. เนื่องจากเป็นวัสดุเซลล์ปิด มีความต้านทานการแทรกซึมของความชื้นได้ดี

5.2.1.2 รูปแบบการติดตั้งฉนวน

การติดตั้งฉนวนต้องคำนึงถึงการป้องกันการรั่วซึมของอากาศและความชื้น โดยใช้ระบบปูนกาวเป็นตัวประสานยึดเหนี่ยวฉนวนและฉาบปิดผิวป้องกันความเสียหายจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต การผสมปูนกาวอาจมีความคลาดเคลื่อนในอัตราส่วน แต่ผลคือระยะเวลาในการรอให้ปูนกาวแห้ง โดยไม่มีผลเสียต่อประสิทธิภาพของระบบฉนวน

5.3 สรุปผลการติดตั้งระบบฉนวนบนอาคารที่ศึกษา และประเมินศักยภาพของฉนวน ข้อดี ข้อเสียและการถ่ายเทความร้อน

5.3.1 การติดตั้งระบบฉนวนด้วยตนเอง

การติดตั้งฉนวนด้วยตนเองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถจัดหาได้ง่ายตามท้องตลาด ใช้เวลาทั้งสิ้น 54 ชั่วโมง 35 นาที มีรายจ่ายค่าวัสดุ 13,380 บาท ค่าอุปกรณ์ 1,430 บาท และค่าแรงงาน 1,800 บาท รวมการลงทุนทั้งสิ้น 16,610 บาท สำหรับการติดตั้งฉนวน 26.90 ตร.ม. เฉลี่ยค่าใช้จ่ายตารางเมตรละ 617.47 บาท

การติดตั้งฉนวนแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

1 การสำรวจและวางแผน

2 การเตรียมความพร้อม

3 การติดตั้ง

4 การตกแต่งเพื่อความสวยงาม

5 การทำความสะอาดและเก็บความเรียบร้อย

5.3.2 สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพ

5.3.2.1 เวลาที่ใช้ในการติดตั้ง

เวลาที่ใช้ในการติดตั้งฉนวนระบบปูนกาวหมดไปกับการรอให้ปูนกาวแห้งระหว่างขั้นตอนติดตั้งที่ 3 ถึง 4 และการรอให้สีที่ทาตกแต่งแห้งสนิทก่อนทำความสะอาด ซึ่งใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง

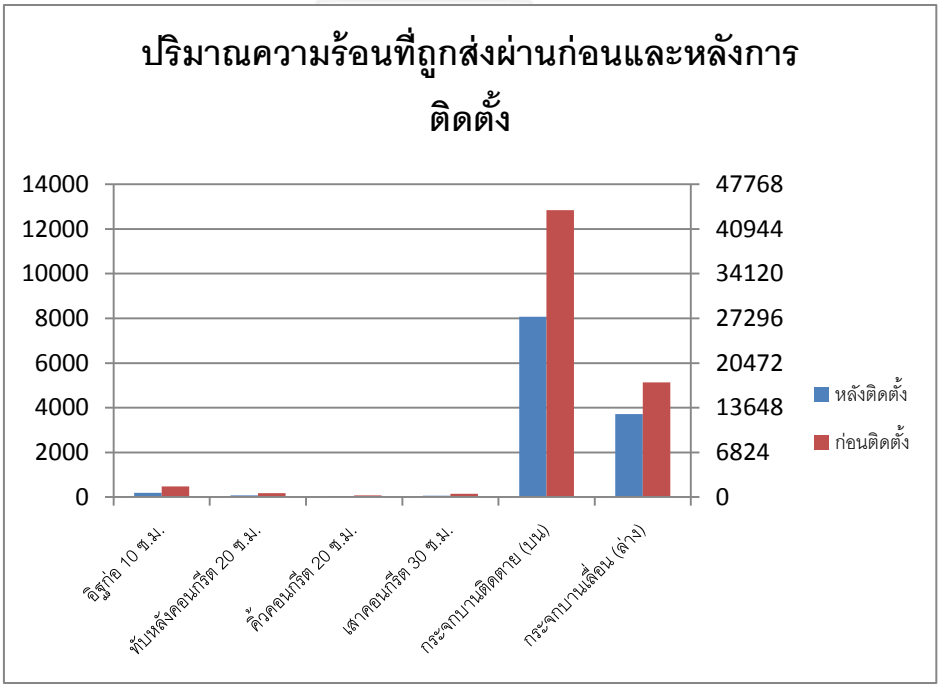
5.3.2.2 ความเรียบร้อยในการติดตั้ง

ผลการตรวจความเรียบร้อยเป็นที่น่าพอใจ พื้นผิวปูนกาวไม่มีรอยแตกร้าว สภาพห้องเรียนหลังการติดตั้งสะอาด พร้อมใช้งาน

5.3.2.3 ประสิทธิภาพในการลดการส่งผ่านความร้อน

การติดตั้งฉนวนทำให้อุณหภูมิพื้นผิวผนังทึบภายในลดลงสูงที่สุดในช่วง 14:00 น. ขณะที่ผนังได้รับอิทธิพลความร้อนจากแสงอาทิตย์มากที่สุด และทำให้ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวภายในแคบลง ส่งผลให้จำนวนชั่วโมงสภาวะสบายภายในห้องเพิ่มขึ้น

การติดตั้งฉนวนทับช่องแสงทำให้ความร้อนจากการแผ่รังสีผ่านกระจกใสลดลง ช่วยลดการสะสมของความร้อนและภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ



แผนภูมิที่ 5 –1 **แสดงปริมาณความร้อนส่งผ่านผนังก่อนและหลังการติดตั้ง (เก็บข้อมูลวันที่** 17 – 19 **มี.ค.** 57)

5.4 การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การติดตั้งฉนวนเป็นการลดการนำความร้อนผ่านเปลือกอาคารซึ่งเป็นหนึ่งในภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศในอาคารและสาเหตุของ"ความไม่สบาย"ของผู้ใช้อาคาร

ฉนวนจะยิ่งทำงานได้อย่างเต็มสมรรถภาพเมื่อความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในมีปริมาณมาก

การปรับปรุงอาคารเดิม อาจติดตั้งฉนวนเฉพาะผนังด้านทิศใต้หรือตะวันตกที่ได้รับอิทธิพลความร้อนจากแสงอาทิตย์มากที่สุดตลอดทั้งปี

การติดตั้งฉนวนภายนอกอาคารต้องคำนึงถึงกฎหมายควบคุมอาคาร ในกรณีติดตั้งบนผนังมีช่องเปิดที่อยู่ใกล้แนวเขตที่ดินเกิน 2.00 เมตร (สำหรับอาคารที่อยู่อาศัยไม่เกิน 9 เมตร) ในกรณีดังกล่าวอาจใช้วิธีติดตั้งฉนวนภายในและมีการป้องกันความชื้นที่ผิวด้านนอกอย่างสมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัญจน์ พิเชษฐศิลป์. (2545). *แนวทางการปรับปรุงผนังอาคารเดิม เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

บริษัท รีดเดอร์ส ไดเจสท์ (ประเทศไทย) จำกัด. (2543). *คู่มือตกแต่งซ่อมแซมบ้านด้วยตนเอง.* กรุงเทพมหานคร: บริษัท รีดเดอร์ส ไดเจสท์ (ประเทศไทย) จำกัด.

สฤกกา พงษ์สุวรรณ. (2552). *แนวทางการใช้ฉนวนเชิงบูรณาการสำหรับอาคารในเขตร้อนชื้น.* วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

สิทธิชัย วุฒิวรวงศ์. (2539). *การปรับปรุงผนังอาคารเพื่อลดการถ่ายเทความร้อน : กรณีศึกษาอาคารของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.

สุนทร บุญญาธิการ. (2542). *เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนทร บุญญาธิการ. (2545). *พลังงานใกล้ตัว.* กรุงเทพมหานคร: เฟริสท์ ออฟเซ็ท (1993).

สุนทร บุญญาธิการ. (2547). *บ้านซีวาทิตย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อคุณภาพชีวิต ผลิตพลังงาน.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Department of energy. (n.d.). *Type of Insulation*. Retrieved เมษายน 15, 2557, from Energy.gov: http://energy.gov/energysaver/articles/types-insulation

Stein, B., Reynolds, J. S., Grondzik, W. T., & Kwok, A. G. (2006). *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings* (Vol. 10). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

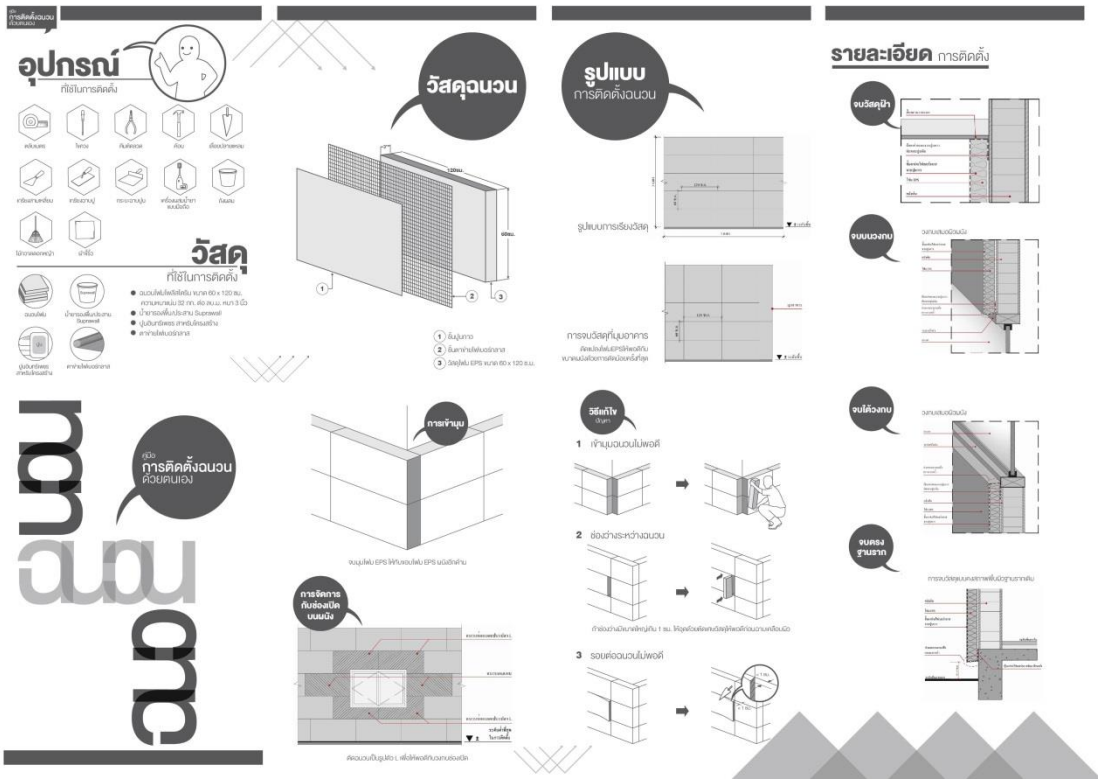
Wikipedia. (ม.ป.ป.). *Do It Yourself*. เรียกใช้เมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2555 จาก Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Do_it_yourself

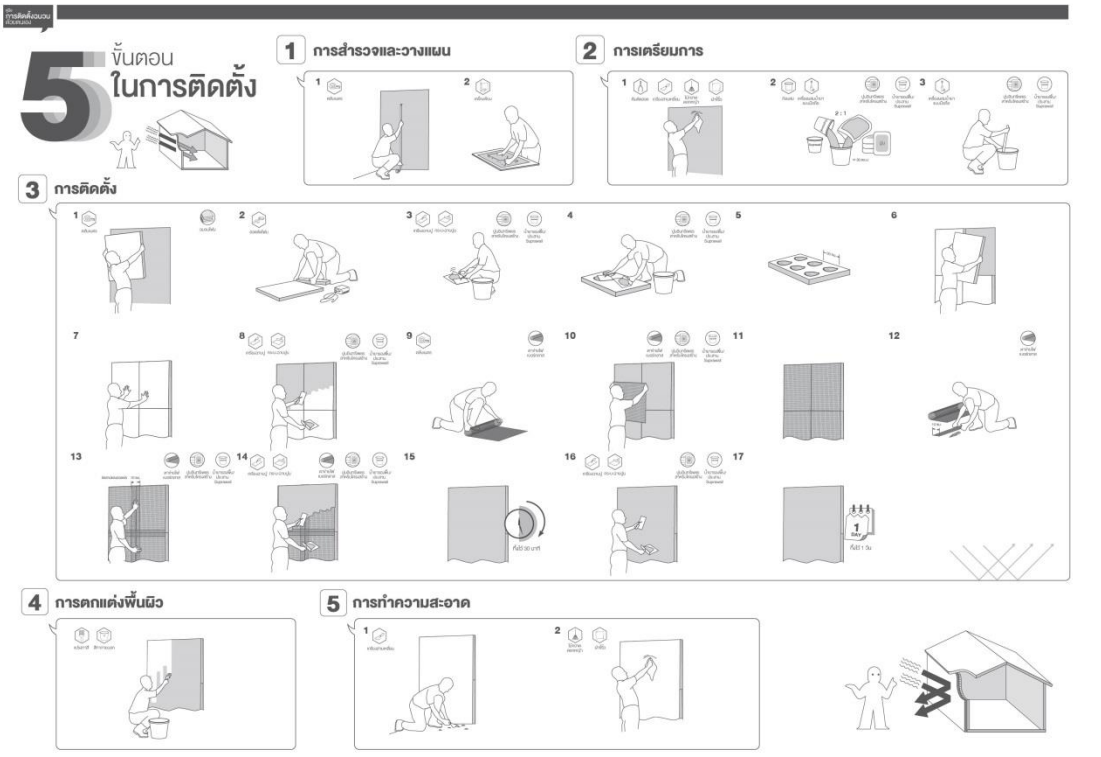
Wikipedia. (n.d.). *Thermal insulation*. Retrieved เมษายน 13, 2557, from Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_insulation

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างคู่มือติดตั้งฉนวนด้วยตนเอง





ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายเบญจฤทธิ์ นิมบุญจาช เกิดวันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2522 สถานที่เกิดจังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาสถาปัตยกรรมบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ ในปีการศึกษา 2546

เข้าศึกษาต่อปริญญาสถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต กลุ่มวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรมและสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University