# เทคนิคการติดตั้งฉนวนใยแก้วอย่างมีประสิทธิภาพในอาคารเขตร้อนชื้น

นายเดโช เกษมสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
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 Graduate School.

# AN EFFICIENT INSTALLATION TECHNIQUE OF GLASSWOOL INSULATION IN BUILDING FOR HOT HUMID CLIMATE

Mr. Decho Kasemsuk

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | เทคนิคการติดตั้งฉนวนใยแก้วอย่างมีประสิทธิภาพในอาคารเขตร้อนชื้น |
| โดย | นายเดโช เกษมสุข |
| สาขาวิชา | สถาปัตยกรรม |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ |

---

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์)

……... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ)

……กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร)

……กรรมการ
(อาจารย์ ดร. พร วิรุฬห์รักษ์)

……กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร. สุธีวัน โลห์สุวรรณ)

เดโช เกษมสุข : เทคนิคการติดตั้งฉนวนใยแก้วอย่างมีประสิทธิภาพในอาคารเขตร้อนชื้น. (AN EFFICIENT INSTALLATION TECHNIQUE OF GLASSWOOL INSULATION IN BUILDING FOR HOT HUMID CLIMATE) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ศ.ดร.สุนทร บุญญาธิการ, 86หน้า.

ปัจจุบันฉนวนกันความร้อนถือว่าเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของอาคารในประเทศไทยซึ่งอยู่ในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น ทำหน้าที่ป้องกันความร้อนและความชื้นไม่ให้เข้าสู่อาคาร ฉนวนใยแก้วเป็นฉนวนกันความร้อนชนิดหนึ่งที่มีการใช้งานอยู่จำนวนมากแต่ขาดความรู้และความเข้าใจในการเลือกใช้และติดตั้งจึงทำให้เกิดปัญหาในการใช้งาน

ผลงานวิจัยพบว่าการติดตั้งฉนวนใยแก้วกับหลังคาบริเวณเหนือฝ้าเพดาน เทคนิคการติดตั้งฉนวนที่ถูกต้องจะต้องคลุมเต็มพื้นที่เหนือฝ้าเพดานทั้งหมดโดยไม่มีการเว้นช่องว่างเพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนลงมาจากหลังคา และต้องใช้ฉนวนใยแก้วที่ห่อหุ้มฟอยล์รอบด้านเพื่อป้องกันความชื้น ที่มีค่าการต้านทานความร้อน (R-value) อยู่ระหว่าง 30-38 $ft^2.h.^oF/Btu$ หรือประมาณ 9 นิ้ว และส่วนผนังอาคารการติดตั้งฉนวนจะติดตั้งอยู่ในโครงคร่าวโลหะ (dry wall) เทคนิคการติดตั้งฉนวนที่ถูกต้องจะต้องสอดฉนวนเข้าไปในไส้ในของโครงคร่าวโลหะทั้งหมดโดยไม่มีช่องว่าง และต้องใช้ฉนวนใยแก้วที่ห่อหุ้มฟอยล์รอบด้านเพื่อป้องกันความชื้น ที่มีค่าการต้านทานความร้อน (R-value) อยู่ระหว่าง 13-18 $ft^2.h.^oF/Btu$ หรือประมาณ 4 นิ้ว ซึ่งจะทำให้ตำแหน่งการเกิดควบแน่นเป็นหยดน้ำจะอยู่บริเวณผิวหน้าของอลูมิเนียมฟอยล์ ทำให้ฉนวนใยแก้วไม่เสื่อมสภาพและไม่ก่อเกิดเชื้อรา นอกจากนี้การใช้ฉนวนใยแก้วจะช่วยป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอกไม่ให้เข้ามาภายในอีกด้วย

การเลือกใช้ฉนวนใยแก้วอย่างถูกต้องจะช่วยทำให้เกิดผลดีในด้านต่างๆ คือ 1) ลดอิทธิพลของสภาพอากาศภายนอก 2) ลดอุณหภูมิผิวเฉลี่ยโดยรอบภายในอาคาร 3) เพิ่มสภาวะน่าสบายภายในอาคาร 4) ลดการใช้พลังงานปรับอากาศ

ภาควิชา.....สถาปัตยกรรมศาสตร์..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....สถาปัตยกรรม..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2554.....

## 5374181825 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORDS : INSTALLATION TECHNIQUE OF GLASSSWOOL INSULATION IN BUILDING / FOR HOT HUMID CLIMATE

DECHO KASEMSUK : AN EFFICIENT INSTALLATION TECHNIQUE OF GLASSWOOL INSULATION IN BUILDING FOR HOT HUMID CLIMATE. ADVISOR : PROF.Dr.SOONTORN BOONYATIKARN, 86 pp.

The insulation is an important part of the building in which the hot humid climate. To prevent the heat and moisture from entering a building. Fiberglass insulation is one of a number of very active, but lack the knowledge and understanding of the selection and installation, resulting in the implementations.

Research has shown that the fiberglass roof above the ceiling. Techniques install insulation must cover the entire space above the ceiling without a space to prevent heat transfer down from the roof. And the glass fiber insulation wrapped around the aluminium foil to prevent moisture. The value of thermal resistance (R-value) is between 30-38 $ft^2.h.^oF/Btu$ or about 9 inches and the wall to install insulation is installed in the metal stud (dry wall) techniques Install insulation on the wire is inserted into the gut of the metal stud, with no spaces. And the glass fiber insulation wrapped around the aluminium foil to prevent moisture. The value of thermal resistance (R-value) is between 13-18 $ft^2.h.^oF/Btu$ or about 4 inches, which is where the condensed water to the surface of aluminium foil. The moisture does not cause deterioration and mold. Moreover, the use of glass fiber insulation to prevent external noise from entering the inside as well.

Using fiberglass insulation correctly gain good results in different aspects: 1) reduce environmental impact from outside, 2) reduce indoor mean radiant temperature 3) to increase thermal comfort condition in buildings, 4) reduce energy consumption in air condition system.

Department : Architecture Student's Signature .....
Field of Study : Architecture Advisor's Signature .....
Academic Year : 2011

# กิตติกรรมประกาศ

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

งานวิจัยฉบับนี้จะไม่อาจสำเร็จได้หากปราศจากการสนับสนุนจากบิดา มารดา คุณรัตนา เมธาภัทร กรรมการบริหารและรักษาการณ์ บริษัท ไมโครไฟเบอร์อุตสาหกรรม จำกัด และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้การสนับสนุน ความเข้าใจและคอยเป็นกำลังใจในการทำการวิจัย ขอขอบคุณเพื่อนที่ให้กำลังใจ และขอขอบคุณทุกๆ คนที่มีส่วนร่วมในการวิจัยและที่ผ่านเข้ามาในงานวิจัยชิ้นนี้

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ญ
สารบัญภาพ..... ฎ
สารบัญแผนภูมิ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 2
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 2
1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา..... 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3
1.6 นิยามและคำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย..... 3

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4
2.1 ความหมายของฉนวน..... 4
2.2 ฉนวนในธรรมชาติ..... 4
2.3 ฉนวนในอาคาร..... 6
2.4 ฉนวนใยแก้ว..... 10
2.4.1. ลักษณะทางกายภาพของฉนวนใยแก้ว..... 10
2.4.2. คุณสมบัติของฉนวนใยแก้ว..... 12
2.4.3. ข้อเปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวนใยแก้ว..... 14
2.5 ปัจจัยที่ต้องคำนึงในการเลือกใช้ฉนวน..... 17
2.5.1. การใช้ฉนวนที่ไม่ถูกต้อง..... 17

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 20
3.1 สำรวจปัญหาจากการใช้งานฉนวนใยแก้วในอาคารเขตร้อนชื้น..... 20
3.1.1 ปัญหาความร้อน..... 21
3.1.2 ปัญหาความชื้น..... 22
3.1.3 ปัญหาการติดตั้ง..... 22
3.2 วิธีการเลือกใช้และติดตั้งฉนวนใยแก้ว..... 23
3.2.1 การเลือกรูปแบบ..... 23
3.2.2 การเลือกความหนาและความหนาแน่น..... 24
3.2.3 ตำแหน่งการติดตั้งฉนวนใยแก้ว..... 25
3.3 แนวทางการสร้างคู่มือการใช้ฉนวนใยแก้วให้เหมาะสมกับอาคารเขตร้อนชื้น..... 25

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 26
4.1 ปัญหาจากการใช้ฉนวนใยแก้ว..... 26
4.1.1 ปัญหาความร้อน..... 26
4.1.2 ปัญหาความชื้น..... 29
4.1.3 ปัญหาการติดตั้งฉนวนใยแก้ว..... 32
4.2 วิธีการเลือกและติดตั้งฉนวนใยแก้ว..... 37
4.2.1 การเลือกรูปแบบ..... 37
4.2.2 การเลือกความหนาและความหนาแน่น..... 40
4.2.3 ตำแหน่งการติดตั้งฉนวนใยแก้ว..... 46
4.3 แนวทางการสร้างคู่มือการใช้ฉนวนใยแก้วให้เหมาะสมกับอาคารเขตร้อนชื้น..... 46
4.3.1 การติดตั้งฉนวนใยแก้ว..... 46
4.3.2 การติดตั้งฉนวนใยแก้วส่วนหลังคาเหนือฝ้าเพดาน..... 47
4.3.3 การติดตั้งฉนวนใยแก้วส่วนผนัง..... 50
4.3.4 เทคนิคในการติดตั้งฉนวนใยแก้ว..... 52
4.3.5 คำแนะนำและข้อควรระวังในการติดตั้ง..... 54

หน้า

4.3.6 คำแนะและข้อระวังในการใช้ฉนวนใยแก้ว..... 55
4.3.7 สรุปแนวทางการเลือกใช้ฉนวนแก้วและติดตั้ง..... 55

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 56
5.1 สรุปปัญหาจากการใช้ฉนวนใยแก้ว..... 56
5.1.1 การความร้อน..... 56
5.1.2 ปัญหาความชื้น..... 57
5.1.3 ปัญหาการติดตั้งฉนวนใยแก้ว..... 57
5.2 สรุปวิธีการเลือกและติดตั้งฉนวนใยแก้ว..... 60
5.2.1 การเลือกรูปแบบ..... 60
5.2.2 การเลือกความหนาและความหนาแน่น..... 61
5.2.3 ตำแหน่งการติดตั้งฉนวนใยแก้ว..... 61
5.3 สรุปผลการสร้างแนวทางการใช้ฉนวนใยแก้ว..... 64
5.4 อภิปรายผล..... 65
5.4.1 การป้องกันความร้อน..... 65
5.4.2 การป้องกันความชื้น..... 66
5.4.3 การดูดซับเสียงและกันเสียง..... 66
5.4.4 การประหยัดพลังงาน..... 66
5.4.5 การเพิ่มคุณภาพชีวิต..... 67
5.5 ข้อเสนอแนะ..... 68

รายการอ้างอิง..... 70
ภาคผนวก..... 73
ภาคผนวก ก ประมวลคำศัพท์และคำนิยามในงานวิจัย..... 74
ภาคผนวก ข ข้อมูลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฉนวนใยแก้ว..... 77

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 86

# สารบัญตาราง


| | | หน้า |
|---|---|---|
| ตารางที่ 2-1 | เปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวนกันความร้อนที่นิยมใช้ในปัจจุบัน…….. | 8 |
| ตารางที่ 2-2 | เปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวนกันความร้อนที่นิยมใช้ในปัจจุบัน (ต่อ)….. | 9 |
| ตารางที่ 2-3 | เปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวนใยแก้ว…… | 14 |
| ตารางที่ 4-1 | สรุปแนวทางการเลือกใช้ฉนวนใยแก้วและติดตั้ง..... | 55 |
| ตารางที่ ข-1 | รายชื่อองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและวิจัยด้านความปลอดภัยในการใช้ฉนวน…… | 78 |
| ตารางที่ ข-2 | แสดงการศึกษาค้นคว้าด้านความปลอดภัยและการสร้างมาตรฐานความปลอดภัยของฉนวนใยแก้ว…… | 81 |
| ตารางที่ ข-3 | สรุปคุณสมบัติของฉนวนใยแก้ว…… | 84 |
| ตารางที่ ข-4 | เปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวนกันความร้อนชนิดและรูปแบบต่างๆ…….. | 85 |

# สารบัญภาพ

หน้า


ภาพที่ 2-1 ส่วนประกอบต่างๆ ของลูกมะพร้าว ซึ่งแต่ละส่วนล้วนทำหน้าที่ป้องกันเมล็ดมะพร้าวจนกระทั่งเติบโตเป็นต้นอ่อน..... 5

ภาพที่ 2-2 ฉนวนใยแก้วแบบคลุมห่ม แบบแผ่น และแบบท่อสำเร็จรูป..... 11

ภาพที่ 4-1 แสดงการกรอบแตกหักของเส้นใย..... 27

ภาพที่ 4-2 แสดงการยุบตัวของฉนวน (ความหนาแน่น 16 กก./ม$^3$ ความหนา 2 นิ้ว..... 29

ภาพที่ 4-3 แสดงแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ที่ใช้ห่อหุ้มฉนวนเพื่อป้องกันไอน้ำและความชื้น..... 31

ภาพที่ 4-4 แสดงการเพิ่มสารพิเศษในการเพิ่มแรงตึงผิวทำให้น้ำไม่สามารถแทรกซึมผ่านจากผิวฉนวน 32

ภาพที่ 4-5 แสดงการเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ (ส่วนงานฝ้าเพดาน)..... 35

ภาพที่ 4-6 แสดงการเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ (ส่วนงานผนัง)..... 35

ภาพที่ 4-7 แสดงรูปฉนวนใยแก้วที่มีอยู่ใช้อยู่ในปัจจุบัน..... 39

ภาพที่ 4-8 แสดงแบบวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วเหนือฝ้าเพดาน (ใต้ท้องคาน)..... 44

ภาพที่ 4-9 แสดงแบบวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วเหนือฝ้าเพดาน (เสมอท้องคาน)..... 45

ภาพที่ 4-10 แสดงการติดฉนวนกันเสียงในโครงคร่าวผนัง..... 46

ภาพที่ 4-11 แสดงตำแหน่งการใช้ฉนวนใยแก้วในส่วนต่างๆ ของอาคาร..... 47

ภาพที่ 4-12 แสดงแบบวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วซ้อนทับกัน 2 ชั้นเหนือฝ้าเพดาน ตำแหน่งใต้ท้องคาน โดยกำหนดระยะห่างระหว่างตัวยึดโครงคร่าวฝ้าเพดานให้พอดี..... 48

ภาพที่ 4-13 แสดงแบบวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วซ้อนทับกัน 2 ชั้นเหนือฝ้าเพดาน ตำแหน่งเสมอท้องคาน โดยกำหนดระยะห่างระหว่างตัวยึดโครงคร่าวฝ้าเพดานให้พอดี..... 50

ภาพที่ 4-14 แสดงแบบวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วในโครงคร่าวผนังเบากับผนังเปลือกอาคาร..... 51

ภาพที่ 4-15 แสดงแบบวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วในโครงคร่าวผนังเบากับผนังภายในอาคาร..... 52

ภาพที่ 4-16 เปรียบเทียบลักษณะฉนวนที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน..... 53

ภาพที่ 4-17 เปรียบเทียบลักษณะการปูฉนวนที่ทับรอยต่อเพื่อป้องกันความร้อนไหลผ่านจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง..... 53

ภาพที่ 4-18 แสดงตัวอย่างวิธีการปูฉนวนใยแก้วซ้อนทับกัน 2 ชั้นเหนือฝ้าเพดาน..... 54

ภาพที่ 5-1 แสดงตำแหน่งที่อาจจะการเกิดการควบแน่นส่วนผนัง จากข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดของวัน 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60% จะมีอุณหภูมิของจุดน้ำค้างประมาณ 25.7 องศาเซลเซียส..... 63

ภาพที่ 5-2 แสดงแบบวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วซ้อนทับกัน 2 ชั้นเหนือฝ้าเพดาน โดยปูฉนวนให้เลยออกมาทางด้านหน้าของคานยาวไปถึงแนวระแนงชายคา..... 69

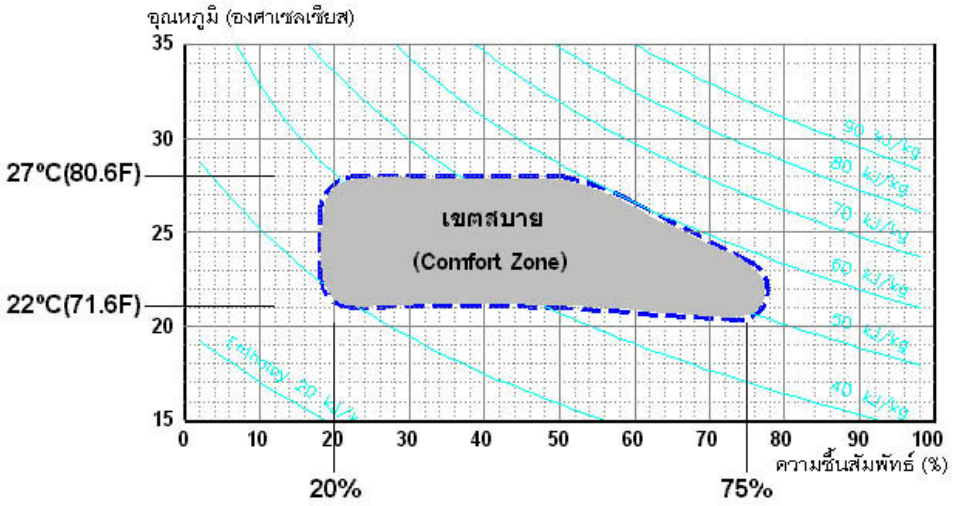
# สารบัญแผนภูมิ


| | | หน้า |
|---|---|---|
| แผนภูมิที่ 1-1 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในแกนตั้ง (แกน Y) และความชื้นสัมพัทธ์ในแกนนอน (แกน X) เพื่อแสดงขอบเขตของสภาวะที่คนเรารู้สึกสบายจากตัวแปรของสภาพภูมิอากาศ โดยกำหนดขอบเขตของบริเวณที่มีภูมิอากาศเหมาะสมและช่วยสร้างความรู้สึกสบายให้กับคนเราซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่ร้อรและไม่หนาวจนเกินไป ไม่ชื้นหรือแห้งจนเกินไปว่า “เขตสบาย” จากรูปแสดงว่าคนเราจะรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 22-27 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 20-75 เปอร์เซ็นต์, (สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 62)..... | 1 |
| แผนภูมิที่ 2-1 | แสดงการเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อน (R) ของวัสดุต่างๆที่ความหนา 1 นิ้ว, (สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 170)..... | 16 |
| แผนภูมิที่ 3-1 | แสดงปัญหาจากการใช้ฉนวนใยแก้ว..... | 21 |
| แผนภูมิที่ 3-2 | แสดงค่าการต้านทานความร้อนที่ลดลงเมื่อฉนวนใยแก้วเกิดการยุบตัวลง (ความหนาแน่น 12 กก./ลบ.ม.)..... | 22 |
| แผนภูมิที่ 4-1 | แสดงการหาตำแหน่งการเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำโดยใช้ psychrometric chart..... | 36 |
| แผนภูมิที่ 4-2 | เปรียบเทียบค่าการนำความร้อน (thermal conductivity) ของฉนวนใยแก้วที่ความหนาแน่นต่างๆ..... | 41 |
| แผนภูมิที่ 4-3 | เปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคากระเบื้องที่มีการติดตั้งฉนวนใยแก้ว (ความหนาแน่น 24 กก./ม$^3$) ที่ความหนาต่างๆ..... | 42 |
| แผนภูมิที่ 4-4 | เปรียบเทียบราคาของฉนวนใยแก้วที่ความหนาและความหนาแน่นต่างๆ... | 43 |

# บทที่ 1

# บทนำ

สภาพภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่ทั่วโลกจะมีความแตกต่างกันไปตามตำแหน่งที่ตั้งทางละติจูด สภาพภูมิประเทศ ความสูงของพื้นที่ รวมไปถึงระยะห่างจากทะเลหรือมหาสมุทร และกระแสน้ำทะเล เป็นผลให้ในแต่ละภูมิภาคของโลกมีอากาศร้อน-หนาวและความชื้นไม่เท่ากัน ทำให้มนุษย์จำเป็นต้องหาวัสดุที่จะทำหน้าที่ป้องกันความร้อนความเย็น และความชื้นจากสภาพอากาศที่แปรปรวน ถึงแม้ว่าจะมีเปลือกอาคารที่ทำหน้าที่ป้องกันแล้วก็ตาม สำหรับช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมกับมนุษย์อยู่ที่ 22-27 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 20-70 เปอร์เซ็นต์ หรือที่เรียกว่าเขตสบาย




**แผนภูมิที่** 1-1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในแกนตั้ง (แกน Y) และความชื้นสัมพัทธ์ในแกนนอน (แกน X) เพื่อแสดงขอบเขตของสภาวะที่คนเรารู้สึกสบายจากตัวแปรของสภาพภูมิอากาศ โดยกำหนดขอบเขตของบริเวณที่มีภูมิอากาศเหมาะสมและช่วยสร้างความรู้สึกสบายให้กับคนเราซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่ร้อรและไม่หนาวจนเกินไป ไม่ชื้นหรือแห้งจนเกินไปว่า “เขตสบาย” จากรูปแสดงว่าคนเราจะรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 22-27 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 20-75 เปอร์เซ็นต์, (สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 62)

## 1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอยู่ในเกณฑ์สูงเกือบตลอดปีและมีความแปรปรวนของอากาศค่อนข้างมาก สภาพอากาศดังกล่าวนี้สร้างสภาวะไม่สบายให้แก่ผู้อยู่อาศัย กล่าวคือ ผู้ใช้อาคารรู้สึกร้อนหรือหนาวเกินไปและไม่สบายตัว ผู้ใช้อาคารจึงต้องแสวงหาแนวทางในการใช้ฉนวนเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร เป็นการช่วยลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศในการปรับอากาศในอาคารให้อยู่ในเขตสบาย

การที่จะทำให้รู้สึกสบายได้นั้นจำเป็นต้องอาศัยวัสดุประเภทฉนวนทำหน้าที่ป้องกันความร้อน-ความเย็นและความชื้นจากภายนอกอาคารไม่ให้เข้ามาภายในอาคาร ซึ่งฉนวนที่นำมาใช้งานก็มีอยู่หลายประเภทแตกต่างกันไปโดยวัสดุ ซึ่งฉนวนแต่ละชนิดจะมีวิธีการติดตั้งแตกต่างกันไป แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงฉนวนใยแก้ว (glasswool insulation)

ฉนวนใยแก้วเป็นฉนวนที่มีจุดเด่น คือ น้ำหนักเบา หาซื้อได้ง่าย ราคาถูก และป้องกันความร้อนได้ดี ส่วนจุดอ่อน คือ ดูดซับความชื้น ดังนั้นการเลือกและติดตั้งฉนวนใยแก้วจึงเป็นเรื่องสำคัญ ซึ่งการติดตั้งฉนวนใยแก้วมีการอ้างอิงตามมาตราฐานของต่างประเทศที่มีภูมิอากาศแตกต่างกับประเทศไทย ซึ่งสามารถป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้ แต่ด้วยประเทศไทยตั้งอยู่ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้นแถบเส้นศูนย์สูตร มีอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในเกณฑ์สูง การนำเอามาตราฐานการติดตั้งจากประเทศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำมาใช้โดยขาดความรู้ ความเข้าใจ ก่อให้เกิดปัญหาการควบแน่นเป็นหยดน้ำ (condensation) ทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนลดลง เป็นที่มาของเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคภูมิแพ้

## 1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 สำรวจปัญหาจากการใช้ฉนวนใยแก้วในอาคารเขตร้อนชื้น

1.2.2 สำรวจการเลือกใช้ฉนวนใยแก้วและการติดตั้ง

1.2.3 แนวทางการสร้างคู่มือการใช้ฉนวนใยแก้วให้เหมาะกับอาคารเขตร้อนชื้น

## 1.3. ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้จะศึกษาปัญหาจากการติดตั้งฉนวนใยแก้วจากข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและสรรหาวิธีการติดตั้งที่เหมาะสมกับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น โดยกำหนดขอบเขตไว้ที่บ้านพักอาศัยเท่านั้น

## 1.4. ระเบียบวิธีการศึกษา

1.4.1 สำรวจปัญหาการติดตั้งฉนวนในอาคารเขตร้อนชื้น

- การป้องกันความร้อน
- การป้องกันความชื้น
- การป้องกันเสียงจากภายนอก

1.4.2 สำรวจวิธีการเลือกและติดตั้งฉนวนใยแก้วสำหรับบ้านพักอาศัย

- รูปแบบฉนวนใยแก้วที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน
- ตำแหน่งการติดตั้งฉนวนใยแก้ว

1.4.3 นำข้อมูลที่ได้มาสรุปผลเป็นแนวทางการสร้างคู่มือการติดตั้งฉนวนใยแก้ว

## 1.5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 รวบรวมข้อมูลปัญหาการติดตั้งฉนวนใยแก้วในอาคารเขตร้อนชื้นเป็นฐานข้อมูล

1.5.2 สามารถแนะนำวิธีการเลือกและติดตั้งฉนวนใยแก้วที่เหมาะสมกับอาคารเขตร้อนชื้น

1.5.3 ได้แนวทางการสร้างคู่มือการใช้ฉนวนใยแก้วที่เหมาะสมกับอาคารเขตร้อนชื้นแบบสมบูรณ์

## 1.6. นิยามและคำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

**ฉนวนใยแก้ว** หมายถึง เส้นใยแก้วสานกันจำนวนมาก ทำให้เกิดโพรงอากาศนิ่งขนาดเล็กมากมาย ซึ่งจะทำหน้าที่ชะลอการส่งผ่านความร้อนผ่านวัสดุ

**ความหนาแน่นของฉนวนใยแก้ว** หมายถึง มวลของฉนวนใยแก้วต่อหน่วยปริมาตร โดยทั่วไปแสดงเป็นหน่วยกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($kg/m^3$)หรือ ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต ($lb/ft^2$)

**อาคารไม่ปรับอากาศ** หมายถึง อาคารที่ใช้ระบบธรรมชาติไม่มีใช้ระบบเครื่องกลมาช่วยในการปรับสภาพอากาศภายในอาคาร

**อาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ** หมายถึง อาคารที่มีการนำระบบเครื่องกลมาช่วยในการปรับสภาพอากาศภายในอาคาร

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเลือกและติดตั้งฉนวนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง จำเป็นต้องมีการศึกษาการให้เข้าใจถึงคุณสมบติ การนำไปใช้งานให้เหมาะสม และการติดตั้งที่ถูกต้อง ที่จะทำให้ฉนวนมีประสิทธิภาพสูงสุด และมีประสิทธิภาพ

## 2.1 ความหมายของฉนวน

ฉนวน หมายถึง วัสดุที่มีความสามารถในการสกัดกั้นความร้อนไม่ให้ส่งผ่านจากด้านใดด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งได้โดยง่าย เพียงแต่ค่าความเป็นฉนวนหรือค่าความต้านทานความร้อนจะมากหรือน้อยแตกต่างกัน การส่งผ่านความร้อนจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งของวัสดุ หรือการส่งผ่านความร้อนจากวัสดุหนึ่งไปยังอีกวัสดุหนึ่ง เรียกว่า การถ่ายเทความร้อน (heat transfer)

คุณสมบัติของฉนวนกันความร้อนสำหรับอาคาร คือ การสกัดกั้นความร้อนมิให้ส่งผ่านจากภายนอกอาคารเข้าไปยังภายในอาคารได้ ดังนั้นฉนวนกันความร้อนที่ดีจึงควรเป็นฉนวนกันความร้อนที่มีค่าการนำความร้อนต่ำที่สุดหรือมีค่าความต้านทานความร้อนสูงที่สุดนั่นเอง โดยจะต้องสามารถลดการถ่ายเทความร้อนทั้งในรูปของการนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน ได้เป็นอย่างดี

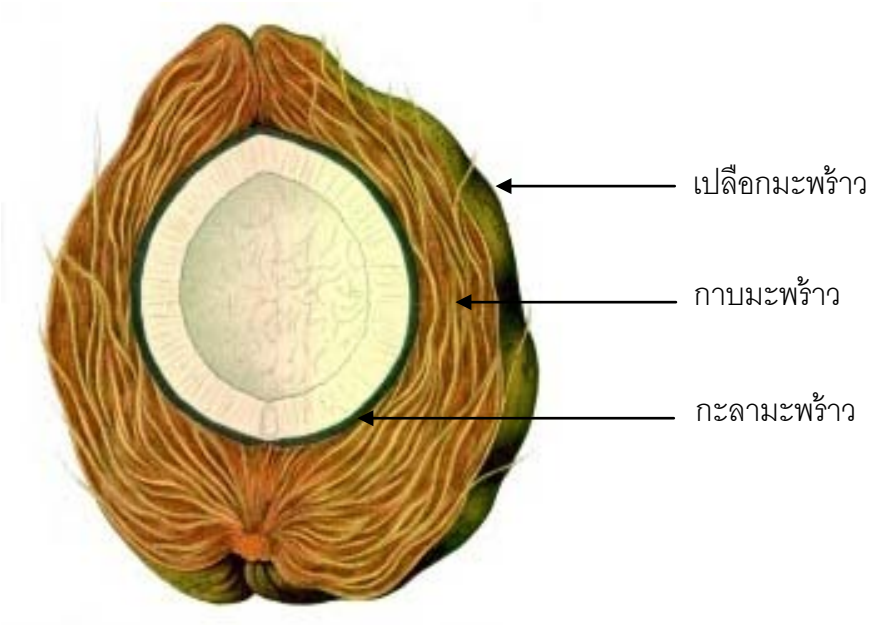
## 2.2. ฉนวนในธรรมชาติ

ธรรมชาติเป็นสิ่งมหัศจรรย์ที่สามารถดำรงอยู่ได้ด้วยตัวเองอย่างยั่งยืน ฉนวนความร้อนที่พบในธรรมชาติมีมากมายหลายรูปแบบ ทำหน้าที่ปกป้องสิ่งต่างๆ ที่อยู่ภายในจากความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อมภายนอก การศึกษาหลักการของฉนวนความร้อนในธรรมชาติเพื่อนำมาประยุกต์ใช้จึงเป็นสิ่งที่ชาญฉลาดและเหมาะสมอย่างยิ่ง ตัวอย่างของฉนวนความร้อนในธรรมชาติที่เห็นได้ชัดและอยู่ใกล้ตัวเรามาก คือ ต้นไม้และผลไม้ ต้นไม้มีเปลือกไม้และเนื้อไม้ชั้นนอกทำหน้าที่เป็นทั้งฉนวนความร้อน ส่วนกันไฟ และ ปกป้องเนื้อไม้ชั้นในที่มีระบบลำเลียงน้ำและอาหารซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิต ส่วนผลไม้มีเปลือกและเนื้อทำหน้าที่ปกป้องเมล็ดซึ่งจะเจริญเป็นต้นอ่อนต่อไป

**ลูกมะพร้าว**

มะพร้าวเป็นพืชยืนต้นชนิดหนึ่งที่เรารู้จักกันดี อยู่ในตระกูลปาล์ม พบเห็นได้ทั่วไปในทุกพื้นที่ ใบมีลักษณะเป็นใบประกอบแบบขนนก ปลูกได้ดีในดินปนทราย ผลหรือลูกมะพร้าวซึ่งเป็นที่เก็บเมล็ดพันธุ์ของมะพร้าว ประกอบด้วยส่วนต่างๆ จากด้านนอกเข้าไปด้านใน คือ เปลือกมะพร้าว (skin) กาบมะพร้าว (husk) และกะลามะพร้าว (shell) ชั้นต่างๆ เหล่านี้เป็นส่วนที่ป้องกันเมล็ดมะพร้าวหรือเนื้อมะพร้าว (copra) จากสภาพแวดล้อมภายนอก โดยทำหน้าที่ทั้งกันความร้อน กันความชื้น กันไฟ กันกระแทก และดูดซับน้ำเพื่อหล่อเลี้ยงลูกมะพร้าวให้ชุ่มชื้นอยู่เสมอ

**เปลือกมะพร้าว** เป็นแผ่นของเส้นใยที่เหนียวและแข็ง เมื่อผลแก่จะมีสีเขียว แดง หรือเหลืองตามลักษณะประจำพันธุ์ สำหรับผลที่แก่และแห้งจัดจะมีสีน้ำตาลเข้ม เนื่องจากเปลือกมะพร้าวต้องสัมผัสกับสภาพแวดล้อมภายนอกตลอดเวลา จึงทำหน้าที่เป็น “เกราะป้องกันด่านแรก” ที่ช่วยป้องกันเมล็ดมะพร้าวจากความรุนแรงของสภาพแวดล้อม อยู่รอดจนสามารถสืบเผ่าพันธุ์ต่อไปได้ เปลือกมะพร้าวทำหน้าที่ทั้งกันไฟ กันน้ำและความชื้น กันกระแทก และเป็นฉนวนกันความร้อน




**ภาพที่** 2-1 ส่วนประกอบต่างๆ ของลูกมะพร้าว ซึ่งแต่ละส่วนล้วนทำหน้าที่ป้องกันเมล็ดมะพร้าวจนกระทั่งเติบโตเป็นต้นอ่อน

เปลือกมะพร้าวชั้นนอกสุด เกิดจากการเรียงตัวกันของชั้นผิว 2 ชั้นเรียงผสานกันโดยการรวมกันของเส้นใยที่มีการเรียงตัวกันแน่นจนเป็นแผ่นแข็งและปิดทับภายนอกด้วยผิวเรียบมันวาว มีความแข็ง เหนียว แต่ยืดหยุ่น ทนต่อการเผาไหม้และความร้อนได้ ผิวภายนอกของเปลือกที่มีลักษณะเป็นมันวาวคล้ายเคลือบด้วยขี้ผึ้งจะช่วยป้องกันน้ำและความชื้นได้เป็นอย่างดี ความแข็ง เหนียว แต่ยืดหยุ่นทำให้เปลือกมะพร้าวทนต่อแรงกระแทกและป้องกันการกัดแทะของสัตว์ต่างๆ รวมถึงป้องกันการชอนไชของแมลงที่จะเข้าไปกินเนื้อมะพร้าวได้

ส่วนที่ถัดเข้าไปจากเปลือกมะพร้าว คือ <u>กาบมะพร้าว</u> ส่วนนี้มีลักษณะเป็นเส้นใยละเอียดอัดแน่นเป็นเนื้อเดียวกัน มีความอ่อนนุ่ม หนาประมาณ 0.5 - 1 นิ้ว มีคุณสมบัติเสมือน “ฉนวนกันความร้อน” ให้กับส่วนต่างๆ ที่อยู่ถัดเข้าไปภายในลูกมะพร้าว เมื่อลูกมะพร้าวแก่ เปลือกมะพร้าวจะปริแตกออก กาบมะพร้าวสัมผัสกับสภาพแวดล้อมโดยตรงและทำหน้าที่ป้องกันความร้อนจากสภาพแวดล้อมแทน นอกจากนี้กาบมะพร้าวยังทำหน้าที่ดูดซับน้ำและความชื้นจากอากาศและสภาพแวดล้อมโดยรอบเอาไว้เพื่อหล่อเลี้ยงต้นอ่อนที่จะเจริญเติบโตเป็นต้นมะพร้าวต่อไป

จากคุณลักษณะของกาบมะพร้าวที่เป็นเส้นใยอัดแน่นคล้ายฟองน้ำทำให้สามารถดูดซับและกักเก็บน้ำและความชื้นไว้ได้สูงแม้จะอยู่ในสภาพอากาศหรือภูมิประเทศที่แห้งแล้ง ทำให้ต้นอ่อนมีน้ำหล่อเลี้ยงเพื่อเจริญเติบโตเป็นต้นมะพร้าวได้ต่อไป

<u>กะลามะพร้าว</u> เป็นส่วนที่อยู่ถัดเข้าไปจากกาบมะพร้าว มีลักษณะเป็นไม้เนื้อแข็งที่มีความหนาแน่นมาก หนาประมาณ 3 - 4 มิลลิเมตร จึงเป็นส่วนที่มีความแข็งแรงเป็นพิเศษ ทนต่อแรงกระแทกและแรงกดทับต่างๆ ได้ดี กะลามะพร้าวเป็นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่ปกป้องเนื้อมะพร้าวซึ่งเป็นส่วนที่จะพัฒนาเป็นต้นอ่อนของมะพร้าวต่อไป นอกจากนี้กะลามะพร้าวยังทำหน้าที่ป้องกันความชื้นและน้ำทั้งจากภายนอกมิให้แทรกซึมผ่านเข้าไปภายในลูกมะพร้าวและทำให้เนื้อมะพร้าว (หรือเมล็ดมะพร้าว) เน่าเสีย ในขณะเดียวกันก็ป้องกันมิให้น้ำมะพร้าวที่ถูกกักเก็บไว้สำหรับเป็นอาหารแก่เมล็ดมะพร้าวในช่วงแรกเริ่มจนกระทั่งเติบโตเป็นต้นอ่อนซึมผ่านออกสู่ภายนอกด้วย

## 2.3. ฉนวนในอาคาร

ฉนวนในอาคารที่มีอยู่ในปัจจุบันมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีหน้าที่ในการป้องกันแตกต่างกัน ดังนั้นการใช้งานฉนวนจำเป็นต้องเลือกใช้อย่างเหมาะสมตรงตามคุณสมบัติของการ

ป้องกันสิ่งต่างๆ ส่งผลต่อผู้อยู่อาศัยภายในอาคารสามารถอยู่ได้อย่างสบาย เสริมสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการผลิตฉนวนกันความร้อนในหลายรูปแบบขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานประเภทต่างๆ เป็นจำนวนมาก เช่น

1. ฉนวนใยแก้ว (glass wool)
2. ฉนวนโพลิเอทธีลีน (polyethylene)
3. ฉนวนบับเบิลฟอยล์ (bubble foil)
4. ฉนวนใยเซลลูโลส (cellulose)
5. ฉนวนโพลีสไตรีน (polystyrene)
6. ฉนวนโพลียูรีเทน (polyurethane)

**ตารางที่** 2-1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวนกันความร้อนที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

| คุณสมบัติ | ฉนวนใยแก้ว | ฉนวนโพลิเอทธีลีน | ฉนวนบับเบิลฟอยล์ |
|---|---|---|---|
| โครงสร้างเซลล์ (Cell Structure) | เซลเปิด (Open Cell) | เซลปิด (Closed Cell) | เซลปิด (Closed Cell) |
| ความหนาแน่น | 12-120 kg/$m^3$ | 35-45 kg/$m^3$ | 55 kg/$m^3$ |
| ค่าการนำความร้อน (k-value) | 0.030 W/m.K | 0.023 W/m.K | 0.0395 W/m.K |
| อุณหภูมิใช้งาน | 205 $^{O}$C | 90 - 105 $^{O}$C | 82 $^{O}$C |
| การดูดซับเสียง | ดี (Good) | ไม่ดี (Poor) | ไม่ดี (Poor) |
| ความทนทานต่อสารเคมี | ดี (Good) | ไม่ดี (Poor) | ไม่ดี (Poor) |
| ค่าการแทรกซึมความชื้น | 180 perm-cm สูงมาก (Very High) | 0.00029 perm-cm ต่ำ (Very Low) | 0.01 perm-cm ต่ำมาก (Very Low) |
| การติดไฟ | ไม่ติดไฟ | ติดไฟ | วัสดุติดไฟละลายทันที |
| การเกิดควันพิษเมื่อติดไฟและปริมาณควัน | NA | ก๊าซพิษ และควันมาก | ก๊าซพิษ และควันมาก |
| ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสภาพของวัสดุสภาพของวัสดุ | เมื่อใช้ระยะหนึ่งเส้นใยจะเริ่มหลุดร่วงและเป็นฝุ่นละอองฟุ้งกระจาย เมื่อสัมผัสผิวหนังจะระคายเคือง แต่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย สามารถป้องกันได้โดยการเลือกใช้รูปแบบที่มีการห่อหุ้มด้วยวัสดุปิดผิวเนื้อฉนวน | วัสดุสัมผัสโดยตรงกับเปลวไฟจะเกิดการละลาย และไหม้ โดยเฉพาะส่วนชั้นตรงกลางจะติดไฟได้ง่าย เมื่อวัสดุติดไฟ จะทำให้เกิดควันมาก และเป็นพิษ | วัสดุสัมผัสโดยตรงกับเปลวไฟจะเกิดการละลาย และไหม้ โดยเฉพาะส่วนชั้นตรงกลางจะติดไฟได้ง่าย เมื่อวัสดุติดไฟ จะทำให้เกิดควันมาก และเป็นพิษ |
| อายุการใช้งาน | ระยะเวลา 7-10 ปี สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ โดยการรื้อและปูใหม่ได้สะดวก | ระยะเวลา 10 ปีขึ้นไป จากลักษณะวัสดุที่เป็นแผ่นบาง ทำให้การนำกลับมาใช้ทำได้ลำบาก | ระยะเวลา 7-10 ปี จากลักษณะวัสดุที่เป็นแผ่นบาง ทำให้ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ |

**ตารางที่** 2-2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวนกันความร้อนที่นิยมใช้ในปัจจุบัน (ต่อ)

| คุณสมบัติ | ฉนวนใยเซลลูโลส | ฉนวนโพลีสไตรีน | ฉนวนโพลียูรีเทน |
|---|---|---|---|
| โครงสร้างเซลล์ (Cell Structure) | เซลล์เปิด (Open Cell) | เซลล์ปิด (Closed Cell) | เซลล์กึ่งเปิด-ปิด (Semi-Close Cell) |
| ความหนาแน่น | 48 kg./$m^3$ | 24 kg./$m^3$ | 32-35 kg/$m^3$ |
| ค่าการนำความร้อน (k-value) | 0.045 W/m.K | 0.029 W/m.K | 0.023 W/m.K |
| อุณหภูมิใช้งาน | 82 $^{O}$C | 80 $^{O}$C | 120 $^{O}$C |
| การดูดซับเสียง | ดี (Good) | ปานกลาง (Fair) | ปานกลาง (Fair) |
| ความทนทานต่อสารเคมี | ดี (Good) | ดีเยี่ยม (Excellent) | ไม่ดี (Poor) |
| ค่าการแทรกซึมความชื้น | สูง (High) | 1.08-1.62 perm-cm ต่ำ (Low) | 3.6-5.4 perm-cm ต่ำ (Low) |
| การติดไฟ | ติดไฟ นอกจากผสมสารหน่วงไฟไหม้ | ไม่ลามไฟ | ลามไฟ |
| การเกิดควันพิษเมื่อติดไฟและปริมาณควัน | NA | ไม่มีพิษ ควันน้อย | ก๊าซพิษ และควันมาก |
| ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสภาพของวัสดุ | ไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม แต่จะเกิดการกัดกร่อนเหล็กกล้า อลูมิเนียม ทองแดงได้ และหากการใช้ฉนวนชนิดนี้ในสิ่งแวดล้อมที่มีความชื้นสูงจะส่งผลต่อการดูดซึมความชื้นสูง ทำให้เสียคุณสมบัติของฉนวน และอาจส่งผลให้เกิดเชื้อราได้ในที่สุด | ไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม คงสภาพการเป็นเซลล์ปิดและมีความเป็นฉนวนตลอดอายุการใช้งาน กรณีอยู่ในที่โล่งแจ้งควร ทาสีทับผิววัสดุเพื่อป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตโดยตรง | ผลิตก๊าซพิษเมื่อลุกไหม้ เมื่อใช้งานไประยะหนึ่ง เนื้อโฟมจะแตกตัวเป็นรอย ทำให้น้ำซึมเข้าไปสะสม และเนื้อฉนวนจะเสื่อมสภาพหลุดร่อน ทำให้คุณสมบัติการเป็นฉนวนลดลงตามระยะเวลาการใช้งาน |
| อายุการใช้งาน | ระยะเวลา 7-10 ปี สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ได้ สำหรับแบบเส้นใยอัดแผ่น (Batts) และแบบคลุม (Blankets) | ระยะเวลา 7-10 ปี จากลักษณะการติดตั้ง ทำให้ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ | ระยะเวลา 7-10 ปี จากลักษณะการติดตั้ง ทำให้ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ |

จากการพิจารณาคุณสมบัติต่างๆ พบว่า “ฉนวนใยแก้ว” เป็นฉนวนที่มีหลักในการป้องกันความร้อนที่คล้ายกับฉนวนธรรมชาติ มีการป้องกันที่สอดคล้องกับหลักการของฉนวนธรรมชาติ ซึ่งมีคุณสมบัติและหลักในการป้องกันหลากหลายหน้าที่ตามชนิดและรูปแบบของฉนวน ทั้งนี้ล้วนเพื่อเสริมให้อาคารมีประโยชน์มากกว่าการอยู่อาศัย

## 2.4 ฉนวนใยแก้ว

### 2.4.1 ลักษณะทางกายภาพของฉนวนใยแก้ว

ฉนวนใยแก้วประเภทนี้เป็นฉนวนเส้นใยแบบเซลล์เปิด มีความหนาแน่นแตกต่างกัน ตั้งแต่ 10 - 120 กก./ลบ.ม. มีโครงสร้างภายในเป็นเส้นใยและช่องว่างอากาศ ตัวเส้นใยจะถูกเคลือบไว้ด้วยตัวประสาน เช่น ฟีนอลิกเรซิน ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมระหว่างเส้นใย ที่พบมากจะเป็นฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ ซึ่งจะให้สีเหลืองหลังการผลิต ตัวใยแก้วเป็นสารอนินทรีย์จึงไม่ติดไฟ จัดได้ว่าเป็นวัสดุประเภทไม่ลามไฟ แต่ตัวประสานจะติดไฟได้ จึงควรพิจารณาอุณหภูมิในการใช้งานและการดูดซับความชื้นจะทำให้ความสามารถของฉนวนเปลี่ยนแปลงไป มีทั้งชนิดที่มีวัสดุปิดผิวและไม่มีวัสดุปิดผิวขึ้นอยู่กับการใช้งาน และจากการที่ขนาดของเส้นใยแก้วที่เล็กและยาวทำให้มีคุณสมบัติในการคืนรูป หรือคืนความหนาได้ดี คุณสมบัตินี้จะช่วยในการคืนสภาพของฉนวนจากการบรรจุและขนส่งที่มักมีการบีบอัด

ด้วยเหตุนี้ฉนวนใยแก้วสามารถกันความร้อนได้โดยโพรงอากาศขนาดเล็กๆ จำนวนมหาศาลแทรกอยู่ระหว่างเส้นใยแก้วนี้เองจะทำหน้าที่เก็บกักความร้อนไว้ ลดการส่งถ่ายความร้อน จากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง ทำให้อุณหภูมิความร้อนที่แผ่กระจายจากแหล่งความร้อนสูงลดน้อยลง

ฉนวนใยแก้วมีหลายรูปแบบ เช่น แบบคลุมห่ม แบบเทบรรจุ แบบแผ่นอัด ฯลฯ การเลือกใช้งานจึงควรพิจารณาให้ตรงกับความต้องการ เหมาะสมกับประเภทการใช้งานและตำแหน่งที่ติดตั้ง รวมถึงจะต้องพิจารณาความเหมาะสมในด้านค่าใช้จ่าย ความแข็งแรงทนทานและการบำรุงรักษาประกอบด้วย ฉนวนใยแก้วในปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบ โดยอาจแบ่งตามตำแหน่งที่ติดตั้ง ได้แก่ ฉนวนใยแก้วสำหรับหลังคาและฝ้าเพดาน และฉนวนใยแก้วสำหรับผนังอาคาร

**ภาพที่** 2-2 ฉนวนใยแก้วแบบคลุมห่ม แบบแผ่น และแบบท่อสำเร็จรูป

ฉนวนใยแก้วสำหรับงานหลังคาและฝ้าเพดาน นอกจากจะต้องมีคุณสมบัติหลักในการป้องกันความร้อน และกันน้ำ/ความชื้นแล้ว ยังควรสามารถป้องกันและดูดซับเสียง (เสียงดังจากฝนที่ตกลงมากระทบหลังคา โดยเฉพาะหลังคาเหล็กหรือสังกะสี) ได้ด้วย ฉนวนประเภทนี้ส่วนใหญ่จะติดตั้งบริเวณใต้หลังคา ซึ่งทำได้สะดวก คุณสมบัติของฉนวนใยแก้วที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในส่วนฝ้าเพดาน

- มีความต้านทานความร้อนสูง
- ป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอกอาคารได้
- น้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย เนื่องจากภายในฉนวนใยแก้วจะมีโพรงอากาศจำนวนมากอยู่ภายในทำให้มีน้ำหนักเบา การติดตั้งทำได้ง่ายโดยยึดฉนวนกับโครงหลังคาด้วยตะปูเกลียวหรือใช้ที่เย็บกระดาษยิงติดกับโครงสร้างหลังคา รวมถึงสามารถปูลาดบนฝ้าเพดานได้เลย
- ไม่ติดไฟ
- อายุการใช้งานยาวนาน เนื่องจากผลิตจากใยแก้วเป็นวัสดุที่ไม่เสื่อมสภาพ ไม่เป็นอาหารของสัตว์หรือแมลง ทำให้มีอายุการใช้งานยาวนาน

ฉนวนใยแก้วสำหรับผนังใช้บุภายในกรอบผนังภายนอกอาคาร ซึ่งอาคารสูงในปัจจุบันมักนิยมใช้ผนังอาคารแบบเคอร์เทนวอล์ที่ทำจากกระจกหรือแผ่นอลูมิเนียม ซึ่งเป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนและค่าการส่งผ่านความร้อนค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการติดตั้งฉนวนเสริมเข้าไปในระบบผนัง เพื่อลดความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายใน

### 2.4.2 คุณสมบัติของฉนวนใยแก้ว

**<u>คุณสมบัติการกันความร้อน</u>**

ฉนวนใยแก้ว ประกอบด้วยเส้นใยแก้วสานกันจำนวนมาก ทำให้เกิดโพรงอากาศนิ่งขนาดเล็กมากมาย ซึ่งจะทำหน้าที่ชะลอการส่งผ่านความร้อนผ่านวัสดุ ซึ่งวัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อนทุกชนิดทำงานบนหลักการที่ว่า "ความร้อนเคลื่อนที่จากอุณหภูมิสูงไปยังอุณหภูมิที่ต่ำกว่า" ทำหน้าที่ชะลอการเคลื่อนที่ของความร้อนนี้ผ่านวัสดุ อากาศร้อนเคลื่อนที่ผ่านโมเลกุลที่หยุดนิ่งได้ยาก จึงทำให้ความร้อนส่งผ่านฉนวนใยแก้วยากเช่นเดียวกัน และหากฉนวนใยแก้วมีความหนามากขึ้นก็ส่งผลให้จำนวนโพรงอากาศในฉนวนใยแก้วมีจำนวนมาก ดังนั้นคุณสมบัติการกันความร้อนก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

การใช้ฉนวนเป็นการช่วยลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารอีกชั้นหนึ่งต่อจากการใช้มวลสาร เพราะเมื่อมวลสารช่วยหน่วงเหนี่ยวเวลาในการถ่ายเทความร้อน เมื่อมีการใช้มวลสารและฉนวนอย่างถูกต้อง พบว่าปริมาณความร้อนที่เข้ามาในอาคารในช่วงเวลาทำงานจะลดลงไปมาก สำหรับภาระการทำความเย็นสูงสุดที่เกิดขึ้นในตอนกลางวันจะถูกหน่วงเวลาไปถึง 6 ชั่วโมง (สำหรับผนังที่มีความหนาประมาณ 4 นิ้ว) ทำให้ภาระในการการทำความเย็นสูงสุดไปเกิดในช่วงเวลาหลังเลิกงานแล้ว และยังมีปริมาณลดลงอีกมาก การใช้ฉนวนประเภทนี้นอกจากจะสามารถกันความร้อนแล้ว หากใช้ผสมผสานกับวัสดุอื่นอย่างถูกต้องจะมีส่วนช่วยในการกันเสียงด้วย ฉนวนชนิดนี้โดยทั่วไปจะกันไฟไม่ได้ มีอุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 600 องศาเซลเซียส แต่ไม่ทนทานต่อความเปียกชื้นและการควบแน่นเป็นหยดน้ำ โดยจะสูญเสียคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนไปเมื่อเปียกชื้น

**<u>คุณสมบัติการกันเสียงและดูดซับเสียง</u>**

คุณสมบัติเด่นอีกประการของฉนวนใยแก้ว คือ เป็นฉนวนที่สามารถกันเสียงและดูดซับเสียง มีประสิทธิภาพในการควบคุมระดับเสียง โดยการสกัดกั้นเสียง ลดความดังของเสียง ซึ่งจำเป็นต้องเลือกใช้รูปแบบของฉนวน ความหนา และความหนาแน่น ประกอบกับการติดตั้งอย่างถูกต้อง เพื่อการควบคุมให้เสียงมีคุณภาพตามที่ต้องการ ลักษณะทางกายภาพของฉนวนใยแก้วมีประสิทธิภาพในการกันเสียงและดูดซับเสียงแตกต่างกัน คือ วัสดุที่มีความหนาแน่นสูง เมื่อมีคลื่นเสียงมากระทบจะก่อให้เกิดการเดินทางของเสียงผ่านทางโครงสร้าง(Structure Bourne Sound) เนื่องจากคลื่นเสียงดังกล่าวเป็นคลื่นความถี่ที่ป้องกันได้ยากเนื่องจากเคลื่อนผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็ง วัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำก็อาจมีคุณสมบัติในการลดความดังของเสียงได้ระดับหนึ่ง แต่คลื่นเสียงยังสามารถทะลุผ่านได้

ลักษณะทางกายภาพของฉนวนใยแก้วเป็นเส้นใยขนาดเล็กสานกัน เกิดเป็นโพรงอากาศขนาดเล็ก ประกอบกับการติดตั้งร่วมกับส่วนประกอบอาคาร เช่น ผนังยิปซั่ม ผนังไม้ฝา โดยมีคุณสมบัติการกันเสียง ลดความดังของเสียงรบกวน สามารถกันเสียงจากด้านหนึ่งสู่อีกด้านหนึ่ง ในปัจจุบันฉนวนดูดซับเสียงมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ประกอบกับมีการผลิตฉนวนดูดซับเสียงออกมาในหลายประเภทและหลายลักษณะ โดยแต่ละลักษณะก็มีข้อดีที่แตกต่างกัน จำเป็นจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติของฉนวนดูดซับเสียงแต่ละประเภทว่ามีความเหมาะสมต่อการใช้งาน และข้อดี เพื่อที่จะสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมต่อความต้องการ ปัจจุบันมีการผลิตฉนวนใยแก้วเป็นรูปแบบต่างๆ เพื่อการใช้งานในแต่ละส่วนของอาคาร ดังนี้

- <u>ฉนวนสำหรับงานบุผนังภายในอาคาร</u> ฉนวนใยแก้วรูปแบบนี้ติดตั้งโดยบุที่ผิวผนังห้อง เป็นการดูดซับคลื่นเสียงความถี่ต่างๆ ตามความหนาแน่นของฉนวน ช่วยลดการก้องกังวานของเสียงภายในห้อง นอกจากนั้นฉนวนในส่วนนี้ยังคงคุณสมบัติการป้องกันความร้อนอีกด้วย ทำให้ลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอก หรือเป็นการควบคุมอุณหภูมิตามลักษณะการใช้งานแต่ละห้อง ฉนวนรูปแบบนี้ใช้ร่วมกับผนังเบาประเภทแผ่นยิปซัม ซึ่งเป็นระบบผนังแห้ง (Dry Wall System) การใช้ฉนวนสามารถติดตั้งโดยการบุภายในช่องว่างของผนัง ช่วยลดค่าการส่งผ่านเสียง อีกทั้งยังช่วยลดการถ่ายเทความร้อนระหว่างห้องได้
- <u>ฉนวนสำหรับงานแผ่นฝ้าเพดาน</u> ฉนวนใยแก้วมีรูปแบบเป็นแผ่นฝ้าแข็ง ใช้ติดตั้งแทนฝ้าเพดาน สามารถติดตั้งได้กับระบบโครงเคร่าแบบ T-bar มีคุณสมบัติช่วยดูดซับเสียงไม่เกิดเสียงก้องกังวาน นอกจากนั้นยังเป็นวัสดุตกแต่งภายใน เพิ่มความสวยงาม นอกจากนั้นฉนวนรูปแบบนี้ยังคงคุณสมบัติการป้องกันการส่งผ่านความร้อนจากภายนอกเข้ามาในห้องอีกด้วย ฉนวนใยแก้วมีรูปแบบเป็นแผ่นฝ้าแข็ง ติดตั้งแทนฝ้าเพดานทั่วไป สามารถติดตั้งได้กับระบบโครงเคร่าแบบ T-bar มีคุณสมบัติช่วยกันเสียง ลดความดังของเสียงรบกวน

ความสามารถในการป้องกัน และการดูดซับเสียงของฉนวนขึ้นอยู่กับความหนาและความหนาแน่นของฉนวน ประกอบกับการติดตั้งที่ถูกต้อง ดังนั้นในการเลือกใช้ฉนวนประเภทนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงความต้องการในการกันเสียงเป็นสำคัญ รวมถึงต้องพิจารณาถึงความสามารถในการกันเสียงของฉนวนแต่ละชนิด ประกอบกับลักษณะการใช้งานตามประเภทห้อง เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดซับเสียงของฉนวนดูดซับเสียงแต่ละชนิดมีค่าไม่เท่ากันโดยขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียง โดยความถี่หลักๆ ที่ฉนวนสามารถดูดซับได้จะมีความถี่อยู่ที่ 100 125 250 500 2000 4000 (Hz)

### 2.4.3 ข้อเปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวนใยแก้ว

**ตารางที่** 2-3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวนใยแก้ว

| คุณสมบัติ | รายละเอียด |
|---|---|
| ความหนาแน่นและความจุความร้อน | ความหนาแน่นมีตั้งแต่ 10-120 kg/m3 ทำให้สามารถเลือกใช้งานได้สะดวก สามารถติดตั้งในตำแหน่งต่างๆ ได้สะดวก ประกอบกับการที่ฉนวนใยแก้วมีความจุความร้อนต่ำ ซึ่งเป็นคุณสมบัติของความเป็นฉนวนที่ดี |
| อุณหภูมิของการใช้งานที่เหมาะสม | การใช้งานฉนวนสำหรับอาคาร มีช่วงอุณหภูมิของการใช้งาน 10 - 80 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเลือกใช้ฉนวนจึงอยู่ที่การเลือกชนิดของฉนวนให้ครอบคลุมช่วงอุณหภูมิใช้งาน การเลือกใช้ฉนวนที่มีอุณหภูมิใช้งานที่สูงหรือต่ำจนเกินไป จะเกิดผลเสียจากการเลือกใช้ไม่ตรงตามคุณสมบัติ และทำให้เกิดความสิ้นเปลือง |
| ความสามารถในการต้านทานความร้อน | ฉนวนใยแก้วมีคุณสมบัติต้านทานความร้อน เป็น 0.042-0.030 W/m.K ขึ้นอยู่กับชนิดและความหนาแน่นของฉนวนใยแก้ว ซึ่งมีการผลิตออกมาทั้งในรูปแบบของม้วน แผ่น และมีการปิดผิวด้วยวัสดุต่างๆ ซึ่งอาจเพิ่มความต้านทานความร้อนรวมของระบบจากการที่มีผิวด้านหนึ่งเป็นช่องว่างสะท้อนรังสี (สำหรับช่องอากาศปิด เกิดเป็นภาวะสูญญากาศ) ฉนวนที่สามารถต้านทานความร้อนได้ดีจะช่วยสกัดกั้นการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกไม่ให้เข้ามาภายในอาคาร ซึ่งนอกจากจะทำให้ภายในอาคารเย็นสบายแล้วยังเป็นการประหยัดพลังงานให้กับระบบปรับอากาศของอาคารปรับอากาศอีก |
| ความต้านทานต่อความชื้น | ฉนวนใยแก้วมีเนื้อวัสดุเป็นเส้นใยทำจากการหลอมเศษแก้วและปั่นขึ้นรูป ทำให้เกิดเป็นโพรงอากาศเล็กๆ กระจายในช่องว่างจากการประสานของเส้นใย เนื้อฉนวนจึงมีค่าดูดซึมน้ำ 1% โดยน้ำหนัก และค่าแทรกซึมความชื้น 180 perm-cm ซึ่งเป็นอัตราการแทรกซึมความชื้นที่สูง ด้วยเหตุนี้จึงมีการผสมสารตึงผิวเพื่อลดการแทรกซึมความชื้นและน้ำสู่เนื้อฉนวน ประกอบกับการปิดผิวด้วยวัสดุที่มีค่าการซึมผ่านของความชื้นต่ำ ได้แก่ แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ ทำให้ความชื้นไม่สามารถแทรกซึมผ่านเข้าสู่เนื้อฉนวนได้ ลดการเสื่อมสภาพหรือสูญเสียคุณสมบัติความเป็นฉนวนลง คุณสมบัติดังกล่าว จึงเหมาะกับการใช้งานสำหรับภูมิภาคเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทย โดยเฉพาะอาคารที่มีการปรับอากาศ เพื่อลดการใช้พลังงานไปกับการลดความชื้นของเครื่องปรับอากาศ ดังนั้นการกันความชื้นให้กับฉนวนอาคารจึงเป็นสิ่งจำเป็น การใช้ฉนวนที่เหมาะสมสำหรับอาคารจึงสามารถช่วยป้องกันความชื้นให้กับอาคารได้ด้วย |
| ความต้านทานต่อแรงอัด | ฉนวนใยแก้วมีลักษณะเป็นเส้นใยขนาดเล็กประสานกัน เกิดเป็นโพรงอากาศขนาดเล็กมากมาย ทำให้ฉนวนใยแก้วไม่สามารถต้านทานต่อแรงอัด ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ใช้สำหรับพิจารณาเลือกใช้ฉนวนเพื่อให้เกิดความคงทนแข็งแรง โดยเฉพาะฉนวนในส่วนที่ต้องรับแรงอัดสูง เช่น ฉนวนพื้น ฉนวนที่ขอบประตู-หน้าต่าง ฉนวนท่อและอุปกรณ์ เป็นต้น ทั้งนี้เนื้อฉนวนใย |

| คุณสมบัติ | รายละเอียด |
|---|---|
| | แก้วเองสีเส้นใยละเอียดขนาดยาวประสานกัน ทำให้มีคุณสมบัติในการคืนตัวสูง ประกอบกับการติดตั้งที่ลดการกดทับโดยตรงจะช่วยเสริมคุณสมบัติของใยแก้วและมีอายุการใช้งานยาวนาน |
| อันตรายจากไฟไหม้ | การใช้ฉนวนภายในอาคารนอกจากจะสามารถป้องกันความร้อนได้ดีแล้ว ต้องป้องกันอันตรายจากไฟไหม้ได้ด้วย ทั้งนี้ฉนวนใยแก้วเกิดจากเศษแก้วซึ่งเป็นวัสดุที่ไม่ลุกไหม้ หรือหากติดไฟก็จะไม่ลามไฟ อีกทั้งหากเกิดการเผาไหม้จะไม่ก่อให้เกิดสารที่เป็นพิษ จึงเหมาะสำหรับอาคารส่วนที่มีความร้อน และหากใช้ประกอบกับฉนวนชนิดอื่นๆ เช่น แผ่นยิปซั่ม ซึ่งเป็นวัสดุที่สามารถป้องกันไฟไหม้ได้ดี ก็จะสามารถเพิ่มคุณสมบัติด้านการกันไฟได้เป็นอย่างดี |
| ความต้านทานต่อแมลง เชื้อรา และความปลอดภัยต่อสุขภาพ | สภาพอากาศของประเทศไทยซึ่งมีความชื้นสูง ทำให้ฉนวนเสื่อมสภาพได้ง่าย ฉนวนที่มีความชื้นสูง นอกจากจะมีประสิทธิภาพความเป็นฉนวนต่ำลงแล้วยังเป็นแหล่งเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ที่อยู่อาศัยภายในอาคารอีกด้วย ด้วยเหตุนี้ฉนวนใยแก้วซึ่งเป็นฉนวนเศษแก้ว จึงมีสภาพความต้านทานต่อแมลงและเชื้อรา ส่งผลให้เกิดความปลอดภัยต่อสุขภาพ |
| การกันเสียงและดูดซับเสียง | ฉนวนใยแก้วเกิดจากการประสานเส้นใยขนาดเล็ก เกิดช่องว่างอากาศเล็กๆ มากมาย ทำให้มีคุณสมบัติในการดูดซับเสียงได้ดี เหมาะสำหรับบางส่วนของอาคารที่ต้องการลดการรบกวนจากเสียง เช่น ห้องนอน ห้องประชุม ห้องสัมมนา ฯลฯ การติดตั้งฉนวนใยแก้วมีทั้งติดตั้งในช่องว่างผนัง ใต้ฝ้าเพดาน ช่วยในการกันเสียงจากด้านหนึ่งสู่อีกด้านหนึ่ง และสามารถติดตั้งที่ผนัง ฉนวนสัมผัสกับคลื่นเสียงโดยตรงจะช่วยดูดซับเสียง เป็นฉนวนที่มีคุณสมบัติในการสร้างคุณภาพเสียงภายในอาคารได้อีกด้วย |
| การต้านทานต่อการกัดกร่อนและสารเคมี | ฉนวนใยแก้วมีความต้านทานต่อการเสื่อมสภาพจากการกัดกร่อน ไม่มีการเสื่อมสภาพจากสภาพอากาศอีกด้วย ซึ่งคุณสมบัติของความต้านทานต่อการกัดกร่อนและสารเคมีของฉนวนเป็นคุณสมบัติหนึ่งที่ต้องพิจารณาในการใช้งาน การเสื่อมสภาพของฉนวนด้วยสาเหตุต่างๆ เช่น สารเคมีและสภาพอากาศ ฯลฯ จะทำให้ฉนวนมีประสิทธิภาพลดต่ำลง |
| การบำรุงรักษา | ฉนวนใยแก้วไม่จำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาภายหลังการติดตั้ง เนื่องจากลักษณะและรูปแบบง่ายต่อการติดตั้ง ทำให้สะดวกต่อการดูแลรักษา ก่อให้เกิดความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ |

**แผนภูมิ** 2-1 แสดงการเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อน (R) ของวัสดุต่างๆที่ความหนา 1 นิ้ว, (สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 170)

การเปรียบเทียบคุณสมบัติการต้านทานความร้อนของฉนวนและวัสดุต่างๆ ที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน พบว่า ฉนวนใยแก้วเป็นฉนวนที่มีคุณสมบัติการป้องกันความร้อนที่ดี จัดอยู่ในระดับกลางถึงสูง ดังนั้นการเลือกฉนวนใยแก้วจะสามารถสกัดกั้นความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารได้

## 2.5. ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกใช้ฉนวน

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติของฉนวน จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้ออกแบบ ทั้งนี้เพื่อให้การเลือกใช้ฉนวนมีความเหมาะสมกับการใช้งานและเกิดประสิทธิผลในการป้องกันความร้อนสูงสุด ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการพิจารณาเลือกใช้ฉนวนกันความร้อนสำหรับอาคาร มีดังนี้

- ความหนาแน่น และความจุความร้อน (Bulk Density and Heat Capacity)
- อุณหภูมิของการใช้งานที่เหมาะสม (Suitability for Service Temperature)
- ความสามารถในการต้านทานความร้อน (Thermal Resistivity)
- ความต้านทานต่อความชื้น (Resistance to Water Penetration)
- ความต้านทานต่อแรงอัด (Resistance to Compaction)
- อันตรายจากไฟไหม้ (Fire Hazard)
- ความต้านทานต่อแมลง เชื้อรา และความปลอดภัยต่อสุขภาพ (Resistance to Vermin and Fungus)
- การกันเสียงและดูดซับเสียง (Acoustical Resistance)
- การต้านทานต่อการกัดกร่อนและสารเคมี (Corrosion and Chemical Resistance)
- การบำรุงรักษา (Maintenance)

### 2.5.1. การใช้งานฉนวนที่ไม่ถูกต้อง

การขาดความรู้ความเข้าใจในลักษณะและคุณสมบัติของฉนวนทำให้ผู้ใช้งานเลือกใช้และติดตั้งฉนวนอย่างไม่เหมาะสม ส่งผลให้ประสิทธิภาพของฉนวนลดลงหรือก่อให้เกิดความเสียหายตามมาในภายหลัง ในที่นี้ขอเสนอตัวอย่างการเลือกใช้งานและการติดตั้งฉนวนที่ไม่เหมาะสม พร้อมทั้งวิธีการปรับปรุงแก้ไขไว้พอสังเขป ดังนี้

**การติดตั้งฉนวนผิวสะท้อนรังสี**

ปัจจุบันมีการนำฉนวนผิวสะท้อนรังสี เช่น แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ มาติดตั้งบริเวณใต้แผ่นหลังคา โดยมีการถ่ายเทอากาศใต้หลังคา ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้อง การติดตั้งแบบนี้ทำให้แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์มีประโยชน์เพียงป้องกันการรั่วซึมของน้ำฝนในส่วนของหลังคาเท่านั้น เพราะช่องว่างอากาศใต้แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ไม่อยู่ในสภาวะอากาศนิ่ง (still air) ดังนั้นจึงไม่เกิดช่องว่าง

สะท้อนรังสี แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ที่มีความหนาเพียง 0.5 มิลลิเมตร มีค่าความต้านทานความร้อนไม่เพียงพอที่จะป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากหลังคาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การใช้งานฉนวนผิวสะท้อนรังสีจึงควรใช้ประกอบกับวัสดุหรือฉนวนชนิดอื่นเป็นระบบฉนวนมากกว่าการใช้ฉนวนผิวสะท้อนรังสีเพียงชนิดเดียว และที่สำคัญคือจะต้องติดตั้งอย่างถูกวิธีจึงจะสามารถป้องกันความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**การเลือกใช้ฉนวนไม่เหมาะสมกับประเภทอาคาร**

ปัจจุบันมีวัสดุใหม่ๆ เกิดขึ้นมากมายหลายชนิด บางชนิดเหมาะสมกับอาคารประเภทหนึ่ง แต่ไม่เหมาะสมกับอาคารอีกประเภทหนึ่ง การพิจารณาเลือกใช้จึงต้องมีความรอบคอบละเอียดถี่ถ้วน ยกตัวอย่างเช่น อิฐก่อผนังที่เนื้อวัสดุมีความพรุนสูง ประกอบด้วยโพรงอากาศขนาดเล็กจำนวนมากอยู่ภายในวัสดุที่มีลักษณะแบบปิดทึบ ดังนั้นจึงเป็นรูปแบบหนึ่งของฉนวนมวลสาร โดยโพรงอากาศภายในเนื้อวัสดุจะทำหน้าที่ในการต้านทานความร้อน วัสดุชนิดนี้จัดเป็นวัสดุฉนวนเมื่อใช้เป็นส่วนประกอบของอาคารเพื่อป้องกันความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคาร แต่จะไม่เหมาะสมสำหรับอาคารที่มีการปรับอากาศ เนื่องจากเนื้อของวัสดุที่มีความพรุนสูง ทำให้ความชื้นในอากาศสามารถแทรกซึมและสะสมอยู่ภายใน เป็นภาระแก่เครื่องปรับอากาศในการรีดความชื้นออกจากวัสดุ ดังนั้นการเลือกวัสดุฉนวนสำหรับอาคารปรับอากาศที่ดี นอกจากจะต้องพิจารณาคุณสมบัติในการสกัดกั้นความร้อนแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการสกัดกั้นความชื้นเข้าสู่อาคารด้วย

**การเลือกใช้ฉนวนไม่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานและตำแหน่งที่ติดตั้ง**

ฉนวนกันความร้อนสำหรับอาคารในปัจจุบันมีหลายชนิด การเลือกใช้โดยไม่พิจารณาคุณสมบัติต่างๆ ของฉนวนอย่างครบถ้วนจึงอาจทำให้เกิดปัญหาขึ้น ตัวอย่างเช่น การหลุดร่อนของแผ่นฉนวนที่ติดตั้งใต้แผ่นหลังคา การเกิดแก๊สพิษจากการเผาไหม้ของฉนวนบางชนิด การควบคุมความหนาและความหนาแน่นของฉนวนชนิดฉีดพ่นที่ทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจากเป็นการฉีดพ่นด้วยแรงงานคน เป็นต้น ปัญหาและความเสียหายที่เกิดขึ้นเหล่านี้ นอกจากจะทำให้ฉนวนสูญเสียประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนแล้ว การซ่อมแซมยังทำได้ยาก และเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นอีกด้วย

การเลือกใช้ฉนวนจึงควรทราบถึงลักษณะและคุณสมบัติด้านต่างๆ ของฉนวนอย่างครบถ้วน โดยจะต้องพิจารณาเลือกใช้ฉนวนให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานและตำแหน่งที่ติดตั้งในอาคารด้วย จึงจะสามารถคงไว้ซึ่งคุณสมบัติที่ดีของฉนวนกันความร้อน ลดปัญหาที่จะตามมาในภายหลัง และลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา/ซ่อมแซมได้อีกด้วย

การใช้ฉนวนที่เหมาะสมและถูกต้องจะทำให้ภายในอาคารมีสภาพอากาศที่ดีขึ้น สำหรับอาคารไม่ปรับอากาศจะทำให้สภาพอากาศภายในอาคารไม่เกิดความแปรปรวน หรือการเปลี่ยนแปลงจากการรับความร้อนจากสภาพแวดล้อม และสำหรับอาคารปรับอากาศจะทำให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าไปในการลดความร้อนและรีดความชื้น ซึ่งเป็นสาเหตุของการสิ้นเปลือง ก่อเกิดวิกฤตทางพลังงานอย่างในปัจจุบัน ส่งผลให้ผู้ที่อาศัยอยู่ภายในอาคารมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น แต่ในปัจจุบันยังขาดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับฉนวน ก่อให้เกิดการนำฉนวนไปใช้งานผิดประเภท หรือนำฉนวนไปใช้งานอย่างไม่เหมาะสม เป็นการลดประสิทธิภาพของฉนวนลง หรือทำให้เกิดความเสียหายมากกว่าก่อให้เกิดประโยชน์ ผลเสียจากการใช้งานโดยขาดความรู้และความเข้าใจนี้อาจส่งผลเสียต่อเนื่องไปในวงกว้าง และอาจลุกลามไปถึงการสืบต่อความเชื่อที่ผิดในคนรุ่นหลัง

การสร้างความเข้าใจตลอดจนแนะนำการใช้งานฉนวนอย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยการนำฉนวนกันความร้อนที่มีการใช้งานในปัจจุบันมาเปรียบเทียบเพื่อหาความเหมาะสมสำหรับการใช้งาน เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากการใช้งานฉนวนอย่างไม่ถูกต้องในปัจจุบันลง โดยจะมุ่งความสำคัญไปที่ฉนวนสำหรับอาคาร เนื่องจากเป็นกลุ่มใหญ่ในการใช้พลังงานไฟฟ้า หากมีการส่งเสริมให้ได้รับข้อมูลที่ถูกต้องสำหรับการให้เลือกใช้ฉนวน จะช่วยให้เกิดการกระตุ้นและตื่นตัวต่อการประหยัดพลังงานสูง เป็นการเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงให้อาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศมีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง และสำหรับอาคารที่ใช้ระบบธรรมชาติจะก่อให้เกิดความสบาย เป็นการเพิ่มคุณภาพชีวิตที่ดี

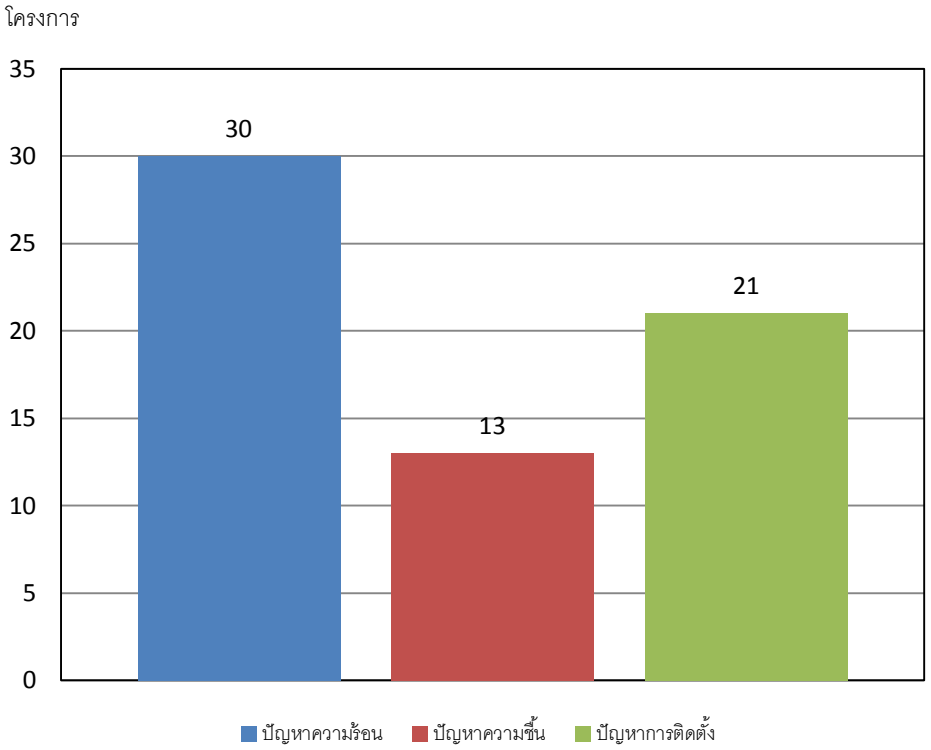
# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษางานวิจัยชิ้นนี้เป็นการวิเคราะห์ปัญหาการใช้งานฉนวนใยแก้วในอาคารเขตร้อนชื้น นำมาเป็นแนวทางในการเลือกและแก้ไขวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วที่ไม่ถูกต้อง เพื่อเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพของฉนวนใยแก้ว โดยประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการวิจัยต่างๆ ดังนี้

## 3.1 สำรวจปัญหาจากการใช้งานฉนวนใยแก้วในอาคารเขตร้อนชื้น

ปัญหาการใช้งานฉนวนใยแก้วในปัจจุบันมีอยู่หลายปัญหาที่ทำให้ฉนวนใยแก้วทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ปัญหาที่พบจากการสำรวจบ้านพักอาศัยจำนวน 40 หลัง ที่มีการติดตั้งฉนวนใยแก้วจากหลากหลายสถานที่ โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ ความชื้น และสัมภาษณ์ผู้อยู่อาศัย พบปัญหาอยู่ 3 ประการ

1. ปัญหาความร้อน
2. ปัญหาความชื้น
3. ปัญหาการติดตั้ง

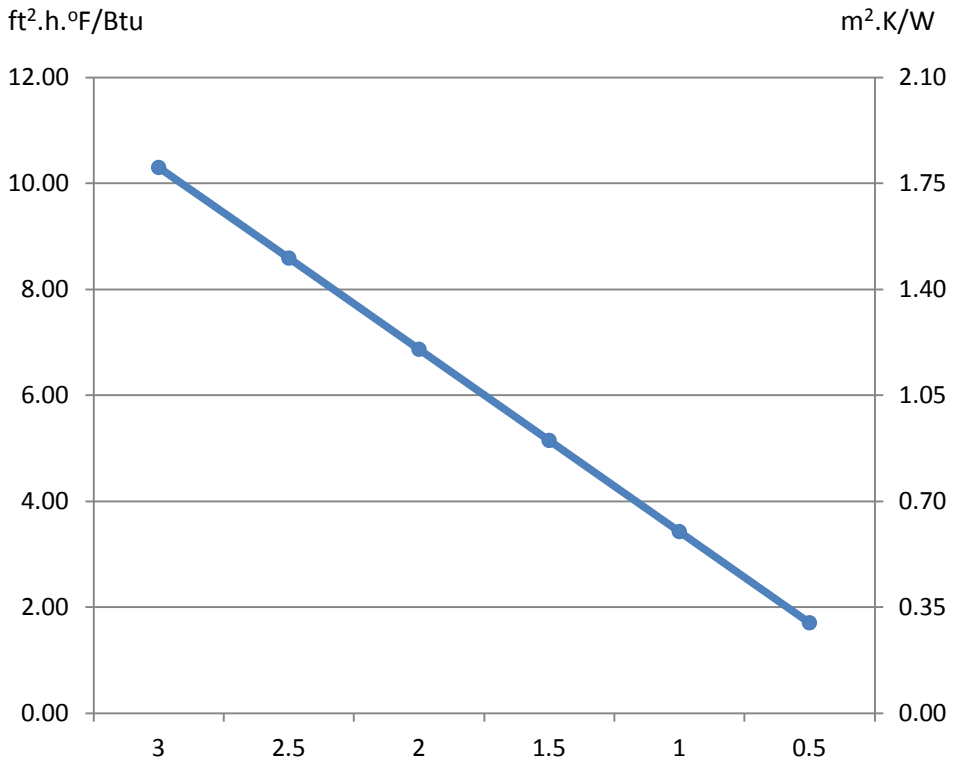



**แผนภูมิที่** 3-1 แสดงปัญหาจากการใช้ฉนวนใยแก้ว

### 3.1.1 ปัญหาความร้อน

ฉนวนใยแก้วเป็นฉนวนมวลสารเป็นวัสดุที่ประกอบด้วยช่องโพรงเล็ก และช่องอากาศภายในทำหน้าที่ป้องกันความร้อนไว้ โดยอาศัยความหนาทำหน้าที่ป้องกันความร้อนเอาไว้ ซึ่งประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนจะมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับความหนา และความหนาแน่น ตัวแปรที่ทำให้ความหนาลดลงและส่งผลต่อการป้องกันความร้อน คือ

1. การแตกหักของเส้นใย
2. การยุบตัวของฉนวน




**แผนภูมิ** 3-2 แสดงค่าการต้านทานความร้อนที่ลดลงเมื่อฉนวนใยแก้วเกิดการยุบตัวลง (ความหนาแน่น 12 กก./ลบ.ม.)

### 3.1.2 ปัญหาความชื้น

ความชื้นเป็นปัญหาของสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ที่มีความชื้นในอากาศจำนวนมาก ดังนั้นการเลือกฉนวนเพื่อนำมาใช้งานจำเป็นต้องคำนึงถึงเรื่องของรูปแบบเป็นสำคัญ ฉนวนใยแก้วเป็นฉนวนประเภทเซลล์เปิดความชื้นสามารถเข้าไปในเนื้อฉนวนได้ง่ายทำให้ได้ประสิทธิภาพของฉนวนลดลง การเลือกรูปแบบของฉนวนจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ความชื้นไม่เข้าไปในเนื้อฉนวน และสามารถป้องกันความชื้นจากภายนอกไม่ให้เข้ามาสู่ภายในได้

### 3.1.3 ปัญหาการติดตั้ง

การติดตั้งฉนวนใยแก้วเป็นปัญหาที่สำคัญของฉนวนใยแก้ว ซึ่งวิธีการติดตั้งที่ไม่ถูกต้องจะส่งผลต่อการป้องกันความร้อน ความชื้น ซึ่งการติดตั้งฉนวนส่วนหลังคาส่วนใหญ่เป็นการนำฉนวนขึ้นไปวางเหนือฝ้าเพดานเท่านั้นโดยที่ไม่รู้ว่าจะต้องวางฉนวนในตำแหน่งไหนที่จะ

สามารถป้องกันความร้อนได้ โดยความร้อนจะส่งผ่านมาทางผนังภายในอาคารที่ไม่มีฉนวนป้องกัน ทำให้ความร้อนสามารถถ่ายเทลงมาได้ เรียกว่า สะพานความร้อน (thermal bridge) ซึ่งเป็นปัญหาที่ทำให้เมื่อติดตั้งฉนวนแล้วยังรู้สึกร้อน และในส่วนผนังเปลือกอาคารที่ทำการติดตั้งฉนวนและเกิดเชื้อราขึ้นเนื่องจากการความชื้นแทรกเข้ามาทางผนังได้ ซึ่งการติดตั้งฉนวนในส่วนผนังมีโอกาสที่จะเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ (condensation) สูงเนื่องจากผนังไม่รับอิทธิพลความร้อนจากแสงแดดเท่ากับส่วนหลังคาทำให้เมื่อเกิดการการควบแน่นเป็นหยดน้ำแล้ว จะไม่มีความร้อนที่ทำให้น้ำที่เกิดขึ้นระเหยไป ทำให้ฉนวนใยแก้วประสิทธิภาพลดลงและเกิดเชื้อรา อีกทั้งรูปแบบฉนวนที่นำมาใช้จะไม่มีวัสดุป้องกันความชื้นทำให้ความชื้นสามารถเข้าสู่เนื้อฉนวนได้โดยตรง

## 3.2 สำรวจการเลือกใช้และติดตั้งฉนวนใยแก้ว

### 3.2.1 การเลือกรูปแบบ

ฉนวนใยแก้วในปัจจุบันมีอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีความเหมาะสมกับงานและลักษณะการติดตั้งแบบต่างๆ การเลือกรูปแบบฉนวนจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องเข้าใจ

รูปแบบฉนวนที่มีอยู่ในท้องตลาด ได้แก่

1. ฉนวนใยแก้วไม่ติดฟอยล์
2. ฉนวนใยแก้วติดฟอยล์ 1 ด้าน
3. ฉนวนใยแก้วติดฟอยล์ 2 ด้าน
4. ฉนวนใยแก้วห่อหุ้มฟอยล์รอบด้าน
5. ฉนวนใยแก้วติดไวนิล 1 ด้าน
6. ฉนวนใยแก้วแผ่นฝ้าเพดาน
7. ฉนวนใยแก้วติดกลาสทิชชู
8. ฉนวนใยแก้วห่อหุ้มผ้าใยแก้ว

### 3.2.2 การเลือกความหนาและความหนาแน่น

ฉนวนใยแก้วเป็นฉนวนประเภทมวลสารดังนั้นฉนวนใยแก้วจึงมีความหนาแน่นและความหนาหลายแบบเหมาะสมกับงานแต่ละประเภทที่ต้องการคุณสมบัติแตกต่างกันไป

**การเลือกความหนา**

ความหนาที่เหมาะสมต้องพิจารณาจากค่าความต้านทานความร้อนของฉนวน งบประมาณ และการคุ้มทุนในระยะยาวของการใช้งาน ปัจจุบันมีการผลิตความหนาฉนวนใยแก้วตั้งแต่ 1 2 3 4 และ 6 นิ้ว ซึ่งหากต้องการฉนวนที่มีความหนามากขึ้น ต้องนำฉนวนประกอบซ้อนกันเพื่อให้ได้ความหนาที่ต้องการ หากติดตั้งฉนวนเผื่อการยุบตัวแล้ว ควรมีการเพิ่มความหนาเพื่อประสิทธิภาพในการกันความร้อนที่ยาวนาน

**การเลือกความหนาแน่น**

คุณสมบัติของฉนวนในการต้านทานความร้อน คือ ฉนวนยิ่งมีความหนา จะมีค่าการต้านทานความร้อนสูงขึ้นเมื่อมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น การเลือกความหนาแน่นของฉนวนใยแก้ว ขึ้นอยู่กับตำแหน่งในการติดตั้งของอาคารและรูปแบบของการปูฉนวนนั้นๆ ด้วย เช่น ผนังจะทำการติดตั้งโดยการเรียงฉนวนตามระนาบของผนังอาคาร การคงตัวของฉนวนจึงเป็นส่วนสำคัญในการพิจารณา

การใช้งานฉนวนในส่วนหลังคา และฝ้าเพดาน ฉนวนจะเป็นแบบม้วน การติดตั้งจะทำการปูบนแป การคงตัวไม่จำเป็นนัก จึงให้พิจารณาจากค่าการนำความร้อนของฉนวนใยแก้วที่ความหนาแน่นต่างๆ พบว่า ความหนาแน่นที่ 16 กก./ม$^3$ มีแนวโน้มในการลดการถ่ายเทความร้อนได้สูง แต่เมื่อพิจารณาความหนาแน่นที่มากขึ้น คือ 24 กก./ม$^3$ พบว่าแนวโน้มการลดของค่าการถ่ายเทความร้อนของฉนวนลดลง เนื้อฉนวนที่มีความหนาแน่นสูงจะลดการยุบตัวที่ส่งผลต่อการลดประสิทธิภาพการกันความร้อนของฉนวนใยแก้ว

การใช้งานฉนวนในส่วนผนัง ฉนวนจะเป็นแบบแผ่น การติดตั้งจะทำการวางอยู่ในโครงผนังเบา (dry wall) สำหรับงานกันเสียง หรือติดตั้งอยู่บนพื้นผิวผนังสำหรับงานดูดซับเสียง การคงตัวเป็นเรื่องสำคัญ ให้พิจารณาฉนวนใยแก้วที่เป็นแบบแผ่น พบว่าฉนวนใยแก้วที่มีความหนาแน่นที่ 32 กก./ม$^3$ เป็นความหนาแน่นที่สามารถผลิตออกมาเป็นแบบแผ่นได้ เหมาะสมกับการนำมาใช้งานส่วนผนังที่จะต้องติดฉนวนแนวตั้งไม่ได้วางฉนวนราบเหมือนกับงานหลังคาหรือฝ้าเพดาน การใช้ฉนวนแบบแผ่นจึงป้องการทรุดตัวได้ เมื่อพิจารณาความหนาแน่นที่มากขึ้น คือ 48 กก./ม$^3$ พบว่าแนวโน้มการทรุดตัวของฉนวนลดลง

### 3.2.3 ตำแหน่งการติดตั้งฉนวนใยแก้ว

การติดตั้งฉนวนใยแก้วเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญเพื่อให้การใช้ฉนวนใยแก้วได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การติดตั้งฉนวนใยแก้วสามารถนำไปใช้งานได้หลายตำแหน่งได้แก่

<u>ส่วนหลังคา</u> รูปแบบของฉนวนเป็นแบบที่เป็นม้วน การนำไปใช้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการกันความร้อนและงบประมาณ

<u>ส่วนผนัง</u> รูปแบบของฉนวนเป็นแบบที่เป็นแผ่น ซึ่งมีความหนาแน่นของเนื้อฉนวนสูงเพื่อให้แผ่นสามารถคงตัวอยู่ได้ เหมาะสำหรับการติดตั้ง

## 3.3 แนวทางการสร้างคู่มือการใช้ฉนวนใยแก้วให้เหมาะสมกับอาคารเขตร้อนชื้น

ฉนวนใยแก้วได้ถูกผลิตมาขึ้นครั้งแรกเมื่อปี 2478 โดย บริษัท โอเว่น คอร์นนิ่ง จำกัด และได้มีการนำเข้ามายังประเทศไทยประมาณปี 2519 ต่อจากนั้นในปี 2521 ได้มีการสร้างโรงงานผลิตฉนวนใยแก้วแห่งแรกชื่อ บริษัท ไมโครไฟเบอร์อุตสาหกรรม จำกัด เพื่อผลิตฉนวนใยแก้วส่งภายในประเทศ โดยคู่มือการใช้ฉนวนใยแก้วก็ได้ถูกสร้างขึ้นมาพร้อมๆ กันโดยใช้การอ้างอิงจากต่างประเทศ

คู่มือการใช้ฉนวนใยแก้วในปัจจุบันใช้การอ้างอิงข้อมูลในอดีตที่สภาพภูมิอากาศแตกต่างกับปัจจุบัน ทำให้สามารถป้องกันความร้อนได้แต่ไม่เพียงพอ อีกทั้งการพัฒนารูปแบบของฉนวนใยแก้วเพื่อให้เหมาะสมกับงานลักษณะต่างๆ ที่มากขึ้นกว่าในอดีตทำให้คู่มือที่มีอยู่ไม่สามารถตอบปัญหาการใช้งานได้ จำเป็นต้องพัฒนาคู่มือการใช้ฉนวนใยแก้วให้สามารถแนะนำรูปแบบ ความหนาแน่น ความหนา และตำแหน่งการติดตั้งที่เหมาะสม

การใช้ฉนวนใยแก้วจำเป็นต้องมีความเข้าใจในการรูปแบบ ความหนาแน่น ความหนา และตำแหน่งการติดตั้งที่เหมาะสม เพื่อทำให้การป้องกันความร้อน และความชื้น เกิดประสิทธิภาพ ไม่เกิดปัญหาเรื่องการหยดน้ำ (condensation) ประหยัดค่าไฟฟ้า เหมาะสำหรับอาคารที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ ซึ่งผลพลอยได้ของฉนวนใยแก้วที่นอกจากป้องกันความร้อนได้แล้วยังสามารถป้องกันเสียงรบกวนได้อีกด้วย

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติของฉนวนใยแก้วที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาเลือกใช้ฉนวนเพื่อประโยชน์ในด้านต่างๆ ทั้งการป้องกันความร้อนเพื่อช่วยประหยัดพลังงานให้แก่อาคาร รวมถึงการป้องกันเสียงและดูดซับเสียง อย่างไรก็ตาม นอกจากความรู้ในเรื่องดังกล่าวแล้ว หากต้องการใช้งานฉนวนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้ความเข้าใจเป็นอย่างดีถึงปัญหาและวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วอย่างถูกต้อง เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย การเลือกใช้ฉนวนที่มีคุณสมบัติเหมาะสมผนวกกับการติดตั้งอย่างถูกต้องจะทำให้ฉนวนมีประสิทธิภาพสูงสุด

## 4.1 ปัญหาจากการใช้ฉนวนใยแก้ว

### 4.1.1 ปัญหาความร้อน

ฉนวนใยแก้วเป็นฉนวนที่อาศัยความหนาผนวกกับความหนาแน่นในการป้องกันความร้อน ถ้าการเลือกความหนาไม่ถูกต้องหรือความหนาของฉนวนลดลงจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน ปัจจัยที่ส่งผลให้ความหนาของฉนวนลดลง คือ

การกรอบแตกหักของเส้นใย

ฉนวนใยแก้วผลิตจากเศษแก้วและกระจกหลอมในอุณหภูมิสูงถึง 1,300 องศาเซลเซียส ผ่านกรรมวิธีการผลิตเป็นเส้นใย ตัววัสดุที่ใช้เป็นเส้นใยแก้วเล็กๆ ใช้กาวเป็นตัวประสาน ทำให้เกิดการกรอบและแตกหักของเส้นใย เกิดการหลุดร่วง และส่งผลต่อความหนาของฉนวน การป้องกันการกรอบแตกหักสามารถทำได้หลายวิธี

<u>ข้อเสนอแนะการป้องกันและแก้ไข</u> ความเป็นจริงแล้วการกรอบของเส้นใยจะเกิดขึ้นเมื่อระยะเวลาการใช้งานผ่านไปนานนับ 10 ปี หรือเกิดจากการที่เนื้อฉนวนใยแก้วไปสัมผัสโดยตรงกับแสงแดดเป็นระยะเวลานาน ซึ่งส่งผลให้เส้นใยกรอบได้ แนวทางการป้องกันสามารถทำได้ ดังนี้

- การห่อหุ้มเนื้อฉนวนใยแก้ว ไม่ให้มีการสัมผัสกับเนื้อฉนวนโดยตรง ด้วยวัสดุห่อหุ้มที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการแทรกซึมความชื้น ได้แก่ อลูมิเนียมฟอยล์ฟอยล์ ทำหน้าที่

ห่อหุ้มเนื้อฉนวนไม่ให้เนื้อฉนวนสัมผัสกับอากาศภายนอกโดยตรง ลดปัญหาการหลุดร่วงจากการหักของเส้นใยจะถูกคลุมมิดชิดด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ ไม่ให้เศษของเส้นใยปะปนไปกับอากาศ

- ตำแหน่งการวางฉนวนใยแก้ว ต้องไม่สัมผัสกับแสงแดดและสภาพอากาศภายนอกโดยตรง อันจะทำให้เนื้อฉนวนเสียสภาพความยืดหยุ่น เป็นการลดปัญหาและที่มาของความกรอบของเส้นใยฉนวน

**ภาพที่** 4-1 แสดงการกรอบแตกหักของเส้นใย

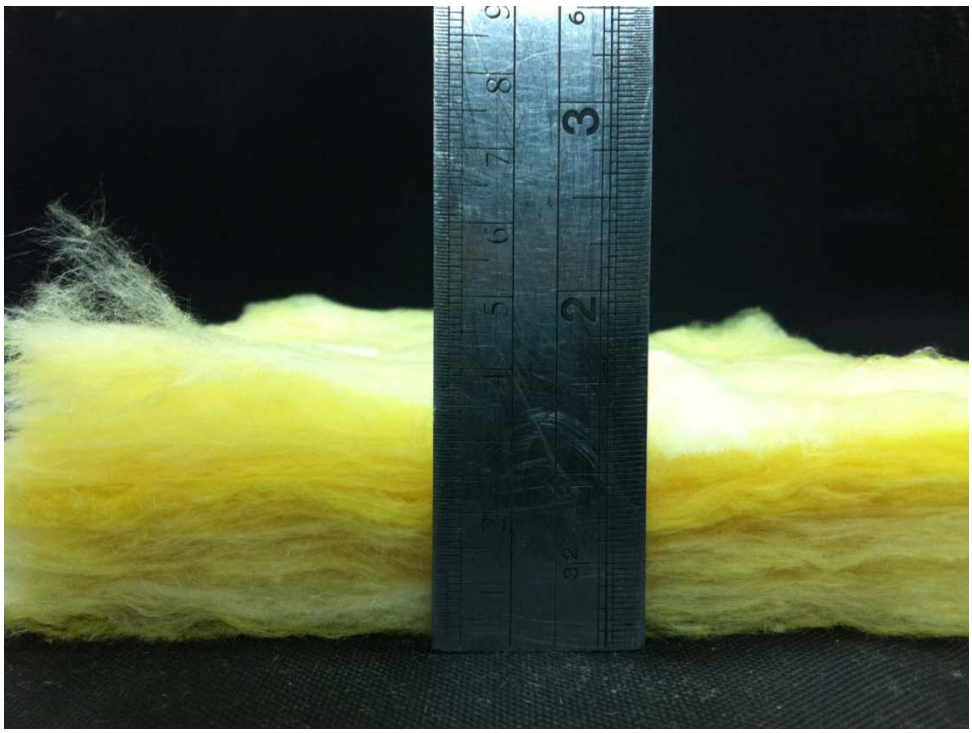
การยุบตัวของฉนวน

ฉนวนใยแก้วเกิดจากกรรมวิธีการผลิตเป็นเส้นใย และขึ้นรูปตามรูปแบบของแต่ละผลิตภัณฑ์ ปัญหาที่มักจะเกิดกับฉนวนใยแก้วโดยเฉพาะแบบคลุมหรือห่ม (blankets) ซึ่งมีลักษณะเป็นม้วน ใช้สำหรับปูเหนือฝ้าเพดานหรือหลังคา ฉนวนใยแก้วรูปแบบนี้จะมีความหนาและความหนาแน่นต่างๆ ให้เลือกใช้ ปัญหาการยุบตัวของฉนวนจะเกิดขึ้นสูงกับฉนวนที่มีความหนาแน่นต่ำ หรือมีการกดทับเนื้อฉนวนจากวัสดุหรือโครงสร้างของอาคาร ทำให้การป้องกันกันความร้อนลดลง สาเหตุของการยุบตัวของฉนวนใยแก้ว ดังนี้

- เกิดจากการกดทับระหว่างการขนย้ายและติดตั้ง
- เกิดจากอายุการใช้งานของฉนวนใยแก้ว กรณีนี้จะเกิดเมื่อมีฉนวนหมดอายุการใช้งาน คือ 10 ปีขึ้นไป สามารถทำได้โดยการคำนวณเผื่อความหนาหรือเผื่อที่ความหนาแน่นของฉนวน เมื่อมีการยุบตัวระดับหนึ่ง ทำให้คุณสมบัติของฉนวนใยแก้วยังคงอยู่ ไม่สูญเสียประสิทธิภาพของฉนวนมากจนเกินไป
- เกิดจากการติดตั้งที่ไม่เหมาะสม ทำให้โครงสร้างหรือส่วนประกอบอาคารกดทับเนื้อฉนวนใยแก้ว ส่งผลให้เนื้อฉนวนยุบตัว

<u>ข้อเสนอแนะการป้องกันและแก้ไข</u> ความเป็นจริงแล้วฉนวนใยแก้วสามารถคืนตัวได้ เนื่องจากฉนวนใยแก้วมีลักษณะเป็นเส้นใยยาวขนาดเล็กสานกัน เกิดเป็นโพรง และช่องว่างขนาดเล็กจำนวนมาก เส้นใยแก้วสามารถคืนตัวจากการกดทับได้เอง ดังนั้นข้อจำกัดในการยุบตัวจากการกดทับจากการติดตั้งจึงไม่เป็นปัญหาต่อประสิทธิภาพของฉนวนใยแก้ว นอกจากนั้นยังมีแนวทางในการลดปัญหาการยุบตัวของฉนวนใยแก้ว ดังต่อไปนี้

- การเลือกรูปแบบของฉนวนใยแก้ว การเลือกฉนวนสำหรับการติดตั้งส่วนต่างๆ ของอาคาร จำเป็นต้องเลือกรูปแบบที่มีความเหมาะสมกับการใช้งาน และตำแหน่งของการติดตั้ง
- การเลือกความหนาและความหนาแน่น เป็นการเลือกให้เหมาะสมตามการใช้งาน และตำแหน่งการติดตั้งฉนวนที่จะมีแนวโน้มในการยุบตัวมากขึ้น เพื่อเป็นการลดปัญหาที่เกิดขึ้นในภายหลัง
- การออกแบบโครงเคร่า เป็นการติดตั้งฉนวนให้ไม่มีการกดทับจากวัสดุอื่นด้วยการทำโครงเคร่ารับฉนวน หรือรายละเอียดในส่วนที่ติดตั้งฉนวนใยแก้ว ให้มีรูปแบบและส่วนที่ช่วยรับน้ำหนัก หรือลดแรงกดทับเนื้อฉนวนโดยตรง เพื่อการคงอยู่ของประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน
- รูปแบบการปูฉนวน เป็นการกำหนดรูปแบบการติดตั้งฉนวนเพื่อลดการกดทับจากฉนวนใยแก้วเอง



**ภาพที่** 4-2 แสดงการยุบตัวของฉนวน (ความหนาแน่น 16 กก./ม$^3$ ความหนา 2 นิ้ว)

### 4.1.2 ปัญหาความชื้น

เนื้อวัสดุแต่ละชนิดมีปริมาณน้ำในเวลาขณะใดขณะหนึ่งนั้น เป็นผลมาจากความสมดุลที่แปรเปลี่ยนตามอัตราของความสามารถในการดูดซึมน้ำ และอัตราการระเหยของน้ำในอุณหภูมิของอากาศขณะนั้น คุณสมบัติของฉนวนใยแก้ว มีค่าการแทรกซึมความชื้น 180 perm-cm ซึ่งเป็นอัตราการแทรกซึมความชื้นที่สูงมาก ด้วยเหตุนี้จึงมีการดูดซับน้ำเข้าเนื้อวัสดุ แต่เนื่องจากการพัฒนากระบวนการผลิตทำให้มีการผสมสารต่างๆ ที่เพิ่มคุณสมบัติในการเพิ่มแรงตึงผิว ทำให้น้ำเกาะอยู่ที่ผิวนอกสุดของฉนวนใยแก้วระยะเวลาหนึ่ง ปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นการดูดซับน้ำเข้าเนื้อวัสดุ โดยเฉพาะเนื้อวัสดุมีความพรุนสูงจะยิ่งดูดซับน้ำได้มากกว่าวัสดุที่มีความพรุนน้อย วัสดุอาคารที่ต้องระวังในการติดตั้งร่วมกับฉนวน คือ ไม้และอิฐ เนื่องจากมีเนื้อพรุนที่มีรูเหมือนท่อเล็กๆ ต่อเนื่องถึงกัน จึงทำให้สามารถดูดซึมน้ำหรือความชื้นได้ ทิศทางการไหลของน้ำเป็นไปได้ทุกทาง ทั้งแนวตั้งและแนวนอน อาจย้อนแรงดึงดูดของโลกได้เป็นผลที่เกิดจากแรงดูดซึมที่ผิววัสดุ จำเป็นต้องมีการติดตั้งร่วมกับวัสดุก่อสร้างที่ไม่อมความชื้น ได้แก่ วัสดุพวกโลหะ เหล็ก

พลาสติก และกระจก ดังนั้นการติดตั้งฉนวนสำหรับอาคารจำเป็นต้องพิจารณาคุณสมบัติการดูดซับน้ำของเนื้อวัสดุที่นำมาประกอบร่วมกันด้วย เพื่อลดการซึมผ่านสู่เนื้อฉนวน เป็นการคงประสิทธิภาพของฉนวน

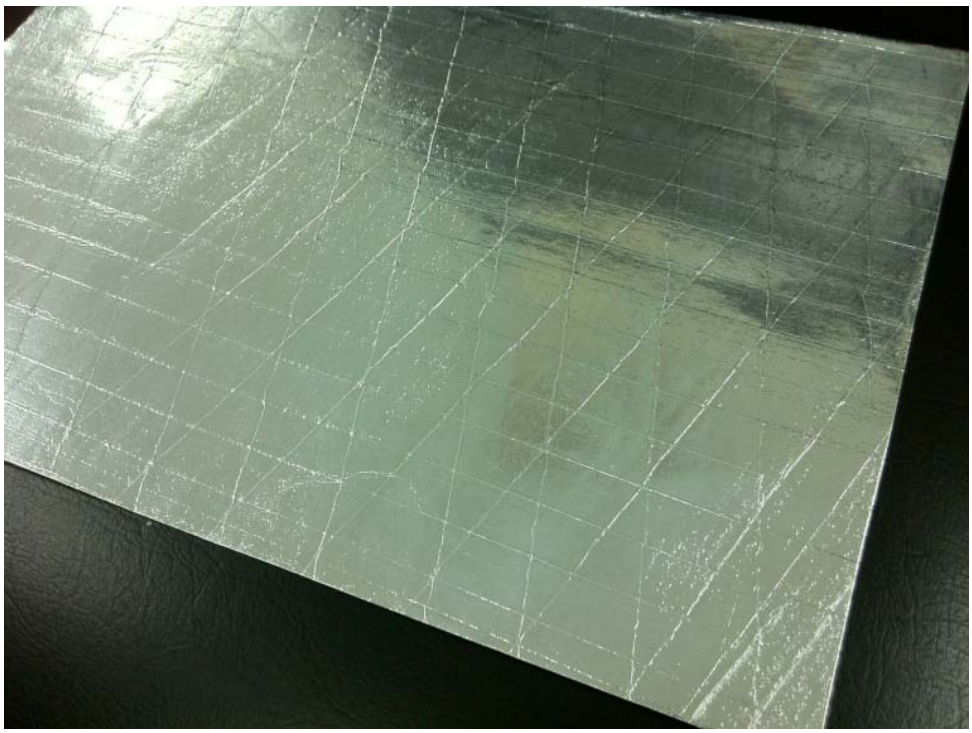
การติดตั้งฉนวนใยแก้วร่วมกับส่วนประกอบอาคาร มีผลต่อการซึมผ่านของน้ำเข้าสู่เนื้อฉนวน อันเป็นเหตุของการลดประสิทธิภาพของฉนวนลง ทั้งนี้จำเป็นต้องพิจารณาสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการไหลซึมของความชื้นในส่วนของวัสดุประกอบอาคารด้วย ซึ่งเกิดจากปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

- การป้องกันผิววัสดุที่พรุน จากการสัมผัสน้ำและความชื้น
- การอุดปิด ช่องว่าง รอยต่อ หรือรอยแตกของวัสดุด้วยสารหรือวัสดุกันน้ำ
- การปิดช่องว่างที่มีขนาดกว้างหรือทับแนวรอยต่อ เพื่อป้องกันการไหลผ่านของน้ำได้
- วัสดุอาคารที่ออกแบบให้ทั้งสองด้านเปิดสู่อากาศ และมีการถ่ายเทของอากาศได้ทั้งสองด้าน ผิวด้านที่แห้งกว่าจะทำให้มีการระเหยของน้ำผ่านเนื้อวัสดุได้เร็วขึ้น วัสดุคอนกรีตเป็นกรณีพิเศษ ถ้าเป็นคอนกรีตที่แข็งแรง เนื้อคอนกรีตแบบนี้ จะมีรูพรุนที่ไม่ต่อเนื่อง จึงสามารถกันน้ำได้ดีกว่าคอนกรีตในงานทั่วๆไป คอนกรีตในงานโครงสร้างมักมีรอยแตกที่ผิวเล็กน้อยเสมอ เพราะเหตุจากแรงดึงหรือแรงเค้นในการรับน้ำหนัก แต่เมื่อมีการแต่งผิวจะขจัดปัญหาการไหลซึมของน้ำได้มาก โดยการกันน้ำที่รอยต่อทุกแห่ง
- เนื้อวัสดุผนังแห้งเร็ว ทำให้การดูดซึมน้ำและความชื้นได้ง่าย เพราะอุณหภูมิและความชื้น ภายในของวัสดุเหล่านี้ ทำให้อากาศผ่านได้โดยตลอดและองค์ประกอบของวัสดุ มีคุณภาพต่ำในการป้องกันการถ่ายเทไอน้ำไปสู่ผิวภายนอกของวัสดุโดยเร็ว
- วัสดุผนังเป็นพวกต่างชนิดต่อเนื่องกัน ทำให้เกิดแรงดูดเอาน้ำไหลผ่านเข้าหากัน เพราะวัสดุแต่ละชนิด มีอุณหภูมิภายในเนื้อของวัสดุต่างกัน รวมทั้งความแตกต่างของปริมาณความชื้นที่สะสมภายในด้วย ที่ทำให้เกิดการดูดซึมของน้ำได้

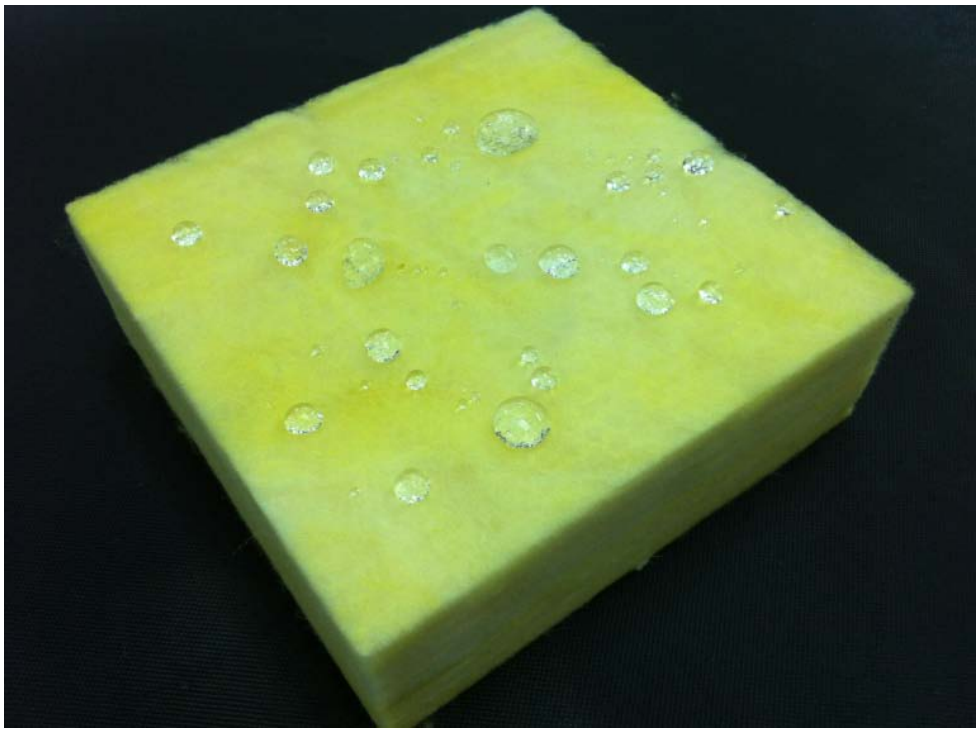
<u>ข้อเสนอแนะการป้องกันและวิธีแก้ไข</u> ฉนวนใยแก้วเป็นฉนวนเซลล์เปิดมีข้อจำกัดในการซึมผ่านของน้ำ จึงต้องมีการเสริมวัสดุที่ช่วยในการกันความชื้นให้กับตัวฉนวนใยแก้ว ได้แก่

- วัสดุปิดผิว ฉนวนใยแก้วเป็นฉนวนเซลล์เปิดมีข้อจำกัดตรงที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ จึงต้องใช้วัสดุปิดผิว ส่วนใหญ่จะเป็นแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์เพื่อป้องกันไอน้ำและความชื้น

- ผสมสารพิเศษ ฉนวนเซลล์เปิดได้มีการพัฒนา โดยการใส่สารพิเศษเข้าไปเพิ่มแรงตึงผิวทำให้น้ำไม่สามารถซึมเข้าไปในโพรงอากาศได้ พัฒนาการเฉพาะทางที่ต้องการเกราะป้องกันน้ำและความชื้นสูง เป็นสูตรทางเคมีที่ผสมอยู่ในชั้น binder ดูดซับน้ำน้อยกว่าถึง 10 เท่า เพิ่มประสิทธิภาพของฉนวนใยแก้วให้ยาวนาน
- วัสดุประกอบอาคาร ต้องเป็นวัสดุที่มีความพรุนน้อยเพื่อลดการดูดซับน้ำในเนื้อวัสดุ เป็นการลดปัญหาการซึมผ่านของเนื้อวัสดุสู่ฉนวนใยแก้วอีกทาง ลดการเสื่อมสภาพของเนื้อฉนวน
- ตำแหน่งการติดตั้ง เป็นการหลีกเลี่ยงความเสี่ยงในการสัมผัสน้ำโดยตรง เป็นการลดปัญหาอันเกิดจากการซึมผ่านของน้ำ



**ภาพที่** 4-3 แสดงแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ที่ใช้ห่อหุ้มฉนวนเพื่อป้องกันไอน้ำและความชื้น



**ภาพที่** 4-4 แสดงการเพิ่มสารพิเศษในการเพิ่มแรงตึงผิวทำให้น้ำไม่สามารถแทรกซึมผ่านจากผิวฉนวน

### 4.1.3 ปัญหาการติดตั้งฉนวนใยแก้ว

การติดตั้งเป็นปัญหาสำคัญ ซึ่งวิธีการติดตั้งที่ไม่ถูกต้องและไม่ถูกตำแหน่งจะส่งผลต่อการเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ (condensation) ทำให้ฉนวนใยแก้วประสิทธิภาพลดลง และการเกิดสะพานความร้อน (thermal bridge)

การควบแน่นเป็นหยดน้ำ

การควบแน่นเป็นหยดน้ำมักเกิดภายในเนื้อของวัสดุก่อสร้าง หรือบริเวณเนื้อฉนวนที่อยู่ภายในของโครงสร้างส่วนต่างๆ ของอาคาร ความหมายและกลไกของการควบแน่นเป็นหยดน้ำ คือ การเปลี่ยนแปลงของไอน้ำในอากาศกลายเป็นหยดน้ำ เริ่มเกิดขึ้นเมื่อปริมาณของไอน้ำในอากาศเพิ่มขึ้นจนมีปริมาณเท่ากับปริมาณของไอน้ำที่อุณหภูมิในขณะนั้นสามารถพยุงให้ลอยตัวอยู่ได้ เมื่อปริมาณไอน้ำเพิ่มมากขึ้น ปริมาณส่วนเกินที่อากาศไม่สามารถพยุงไว้ได้นั้น ก็จะแปรสภาพเป็น หยดน้ำ บรรยากาศขณะนั้นจะเย็นลง จนมีอุณหภูมิในระดับต่ำกว่าจุดน้ำค้าง

(อุณหภูมิในระดับสูงสุดที่อากาศสามารถพยุงไอน้ำไว้ได้) เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ

การเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำมี 2 ลักษณะ คือ การควบแน่นที่ผิวของวัสดุหรือผนัง (surface condensation) การควบแน่นในเนื้อวัสดุหรือผนัง (interstitial condensation)

การเกิดที่ผิวของวัสดุหรือผนัง ขึ้นอยู่กับจำนวนไอน้ำในบรรยากาศ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ อุณหภูมิ ขีดจำกัดที่ควบคุมไอน้ำไว้ไม่ให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ (water saturated) คือ จุดน้ำค้าง ในบรรยากาศที่มีอุณหภูมิอุ่น อากาศสามารถรวบรวมจำนวนไอน้ำไว้ได้มากกว่าในบรรยากาศที่มีอุณหภูมิเย็นกว่าก่อนที่อากาศจะแปรสภาพเป็นหยดน้ำ ดังนั้น เมื่ออากาศที่อุ้มไอน้ำไว้ในระดับอุณหภูมิ จุดน้ำค้างเกิดการสัมผัสกับผิวด้านเย็นของวัสดุที่สะสมความชื้นไว้จากที่อื่นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของบรรยากาศตรงส่วนนี้ กล่าวคือ อากาศเย็นลงจนเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าระดับจุดน้ำค้างก็จะเกิดปรากฏการณ์ที่ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำจับอยู่ที่ผิววัสดุนั้น การติดตั้งฉนวนมีความจำเป็นในการแก้ปัญหานี้ในการป้องกันไม่ให้อากาศภายในมีโอกาสเปลี่ยนแปลงเมื่อสัมผัสกับวัสดุที่กั้นระหว่างด้านอากาศเย็นช่วยลดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตรงผิววัสดุลดต่ำลงหรือเย็นลงกว่าระดับจุดน้ำค้างได้

การเกิดในเนื้อวัสดุหรือผนัง สภาพห้องที่มีคนจำนวนมากหรือที่ว่างจะมีอากาศภายในจะอุ่นและชื้น ในขณะที่อากาศภายนอกเย็น เกิดความแตกต่างของแรงดันไอน้ำ ทำให้มีการเคลื่อนตัวของอากาศในส่วนที่เป็นโครงสร้างกั้นอยู่ เช่น ผนัง ฝ้าเพดานหรือหลังคา หากองค์ประกอบของโครงสร้างมีความพรุนหรือกลวงมาก การเคลื่อนไหวของอากาศจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอาจเกิดขึ้นในส่วนของโครงสร้างหรือเนื้อวัสดุนั้นๆ ทำให้เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ โดยเฉพาะพวกวัสดุสังเคราะห์และผนังที่ประกอบด้วยวัสดุต่างชนิดกันหลายอย่าง แทนที่จะเกิดที่ผิวของวัสดุเพียงอย่างเดียวอาจมีผลทำให้ชิ้นส่วนของโครงสร้างเสียหายและเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น แผ่นวัสดุกันความชื้น จึงมีความสำคัญในการป้องกันการเกิดการควบแน่นกับเนื้อวัสดุ เนื่องจากช่วยในการป้องกันแรงดันไอน้ำ และพยายามรักษาบรรยากาศให้มีอุณหภูมิสูงกว่าระดับจุดน้ำค้างเสมอ ตำแหน่งการวางแผ่นกันความชื้นที่เหมาะสม คือ วางไว้บนด้านที่อุ่นของฉนวน เพราะเป็นบริเวณในการควบคุมระดับจุดน้ำค้างให้คงที่เสมอ

<u>ข้อเสนอแนะการป้องกันและแก้ไข</u> แนวทางในการป้องกันปัญหาความชื้นของฉนวนใยแก้วสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งนี้สามารถแยกออกได้เป็นวิธีการหลักๆ ดังนี้

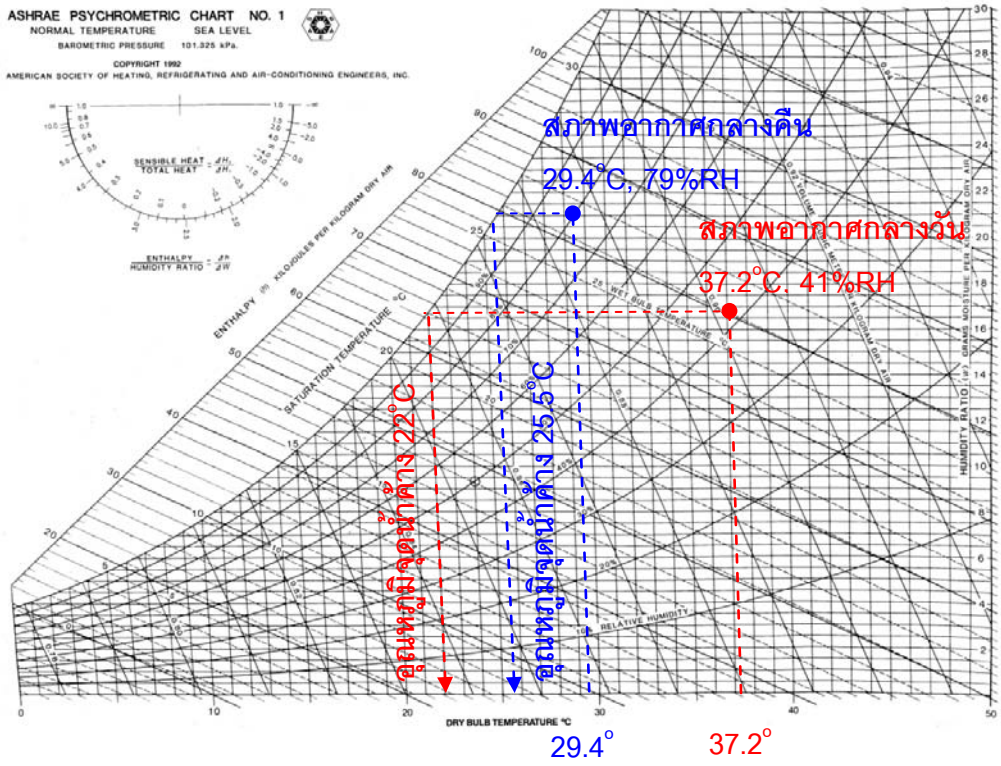
- <u>วัสดุที่ใช้ป้องกันไอน้ำ</u> วัสดุป้องกันไอน้ำเป็นการสกัดกั้นการแทรกผ่านของไอน้ำ หรือละอองน้ำในอากาศภายในอาคารที่จะแทรกซึม และเกิดการรวมตัวกันในฉนวนใยแก้ว การ

ประกอบฉนวนกับวัสดุป้องกันไอน้ำ เป็นการนำวัสดุที่มีคุณสมบัติในการต้านทานแรงดันของไอน้ำและมีค่าการแทรกซึมของน้ำหรือความชื้นต่ำ มาปิดผิวนอกของเนื้อฉนวน วัสดุป้องกันไอน้ำ ได้แก่ แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ แผ่นพลาสติก ทั้งผลิตเป็นแผ่นเฉพาะหรือปิดตรงผิวด้านใดด้านหนึ่งรวมกับแผ่นฉนวนกันความร้อน หรือแผ่นผนังสำเร็จรูปอื่นๆ

- ตำแหน่งการวางส่วนประกอบของผนัง การวางส่วนประกอบต่างๆ ของผนังต้องให้วัสดุที่มีความต่างชนิดกันจัดเรียงอย่างเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้วัสดุที่นำมาประกอบกันด้วย และการจัดเรียงชั้นของส่วนประกอบต่างๆ โดยการคำนึงถึงอุณหภูมิที่สัมผัสกับผิววัสดุแต่ละชนิด พิจารณาถึงการทนต่อความชื้น คุณสมบัติของเนื้อวัสดุ และการคำนวณระดับอุณหภูมิที่ถ่ายเทจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่ง เพื่อการจัดเรียงชั้นของวัสดุอย่างเหมาะสม
- การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของสภาพอากาศ การเข้าใจถึงสภาพอากาศและสภาพภูมิประเทศก่อนการก่อสร้าง เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อทราบถึงปัญหาเบื้องต้นของสภาพแวดล้อม ซึ่งจะมีผลต่อการออกแบบ นั่นคือ การออกแบบอาคารต้องพิจารณาถึงปัญหาในการดูแลบำรุงรักษา และการเปลี่ยนซ่อมแซม ในอนาคตด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลปริมาณฝน ระดับน้ำใต้ดิน สถิติการท่วมของน้ำ เนื่องจาก “น้ำและความชื้น” เป็นสาเหตุสำคัญของความเสียหายที่เกิดกับวัสดุ น้ำฝน และการควบแน่นเป็นหยดน้ำที่เกิดจากไอน้ำในอากาศอย่างประเทศไทยที่อยู่ในเขตร้อนชื้น ประกอบกับความชื้นที่มาจากพื้นดิน การออกแบบอาคารมีความจำเป็นต้องทราบข้อมูลสภาพอากาศในที่ตั้งของอาคารนั้นๆ เพื่อออกแบบป้องกันความเสียหายอันเกิดจากสาเหตุดังกล่าวด้วย

**ภาพที่** 4-5 แสดงการเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ (ส่วนงานฝ้าเพดาน)

**ภาพที่** 4-6 แสดงการเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ (ส่วนงานผนัง)




**แผนภูมิที่** 4-1 แสดงการหาตำแหน่งการเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำโดยใช้ psychrometric chart

การวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดการควบแน่นส่วนหลังคาช่วงเวลากลางวัน จากข้อมูลเดือนเมษายน อุณหภูมิสูงสุดของวัน 37.2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 41% จะมีอุณหภูมิของจุดน้ำค้างประมาณ 22 องศาเซลเซียส นอกจากนั้นหลังคาเมื่อได้รับอิทธิพลจากแสงแดดตลอดทั้งวันแล้วทำให้อุณหภูมิผิวหลังคาด้านนอกมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึงประมาณ 70 องศาเซลเซียส ความชื้นในฉนวนบริเวณใต้หลังคาสามารถระเหยออกไปได้ ด้วยเหตุนี้ ฉนวนส่วนหลังคาจึงไม่เกิดปัญหาการควบแน่น ดังนั้น ส่วนหลังคาสามารถใช้ฉนวนใยแก้วได้

การเกิดสะพานความร้อน

การเกิดสะพานความร้อนโดยเฉพาะกับอาคารที่มีเสาและคานที่สัมผัสกับอากาศภายนอก เพราะโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนสูง จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสะพานความร้อน ปัญหาสะพานความร้อนนี้เกิดจากการติดตั้งฉนวนไม่เหมาะสม กล่าวคือ ระบบการติดตั้งฉนวนโดยทั่วไปจะเป็นการติดตั้งฉนวนภายในอาคาร ซึ่งจะป้องกันความ

ร้อนได้เฉพาะในช่วงผนังที่อยู่ระหว่างเสากับคานเท่านั้น ความร้อนสามารถผ่านเข้าสู่ภายในอาคารได้บริเวณที่เป็นโครงสร้างเสา คาน หรือพื้นที่มีพื้นผิวสัมผัสกับอากาศภายนอก

ข้อเสนอแนะการป้องกันและแก้ไข แนวทางการแก้ปัญหาสะพานความร้อนทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงระบบการติดตั้งฉนวนของอาคาร โดยเพิ่มตำแหน่งการติดตั้งฉนวนบริเวณเสา คานหรือพื้น เพื่อช่วยป้องกันความร้อนไม่ให้เข้ามาภายในอาคาร

## 4.2 วิธีการเลือกและติดตั้งฉนวนใยแก้ว

การเลือกใช้ฉนวนจำเป็นต้องเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อคุณสมบัติในการกันความร้อน กันความชื้น กันเสียง และดูดซับเสียง ทั้งนี้การติดตั้งฉนวนใยแก้วให้มีประสิทธิภาพต้องคำนึงถึงการเลือกฉนวนใยแก้วในด้านต่างๆ ได้แก่

1. รูปแบบของฉนวนใยแก้ว
2. ความหนาของฉนวนใยแก้ว
3. ความหนาแน่นของฉนวนใยแก้ว

### 4.2.1 การเลือกรูปแบบ

รูปแบบของฉนวนใยแก้วในปัจจุบันมีทั้งแบบม้วนและแบบแผ่น ซึ่งมีวัสดุหุ้มฉนวนหลายชนิด ได้แก่ ฉนวนใยแก้วไม่ติดฟอยล์ ฉนวนใยแก้วติดฟอยล์ 1 ด้าน 2 ด้าน ฉนวนใยแก้วห่อหุ้มฟอยล์รอบด้าน ฉนวนใยแก้วห่อหุ้มด้วยฟิล์มสะท้อนแสงรอบด้าน ฉนวนใยแก้วติดไวนิล 1 ด้าน ฉนวนใยแก้วติดฟอยล์รู ฉนวนใยแก้วห่อหุ้มผ้าใยแก้ว (glass cloth) ฉนวนใยแก้วพ่นทับด้วยสารสีดำ (นีโอพรีน) ฉนวนใยแก้วติดกลาสทิชชู ฉนวนใยแก้วหุ้มรอบด้านด้วยวัสดุกันชื้น การเลือกรูปแบบของฉนวนสามารถพิจารณาได้จาก

**ประเภทการใช้งาน**

**การกันความร้อน** รูปแบบของฉนวนเป็นแบบม้วนเหมาะสำหรับการติดตั้งบนฝ้าเพดาน ซึ่งสามารถเลือกแบบไม่หุ้มฟอยล์ และแบบห่อหุ้มวัสดุต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่ต้องการเพิ่ม เช่น ต้องการสะท้อนความร้อน ต้องการกันความชื้นหรือกันเสียง

**การกันความชื้น** รูปแบบของฉนวนเป็นทั้งแบบม้วนเหมาะสำหรับการติดตั้งบนฝ้าเพดาน และต้องเป็นรูปแบบห่อหุ้มฟอยล์หรือวัสดุที่ค่าการแทรกผ่านความชื้นต่ำ

**การดูดซับเสียง** รูปแบบของฉนวนเป็นแบบแผ่นเหมาะสำหรับการงานผนัง ซึ่งสามารถเลือกแบบไม่หุ้มเนื้อฉนวน และแบบห่อหุ้มวัสดุต่างๆ ซึ่งต้องเป็นวัสดุที่มีค่าการดูดซับเสียงดี และมีคุณสมบัติที่ต้องการอื่นๆ เช่น ความสวยงามเพื่อการตกแต่งภายใน

**ตำแหน่งการติดตั้ง**

**ส่วนหลังคา** รูปแบบของฉนวนเป็นแบบที่เป็นม้วน นำไปติดตั้งเหนือฝ้าเพดาน ความหนาขึ้นอยู่กับความต้องการในการกันความร้อนและงบประมาณ

**ส่วนผนัง** รูปแบบของฉนวนเป็นแบบที่เป็นแผ่น ซึ่งมีความหนาแน่นของเนื้อฉนวนสูงเพื่อให้แผ่นสามารถคงตัวอยู่ได้ เหมาะสำหรับการติดตั้ง

**รูปแบบการติดตั้ง หรือวิธีการติดตั้ง**

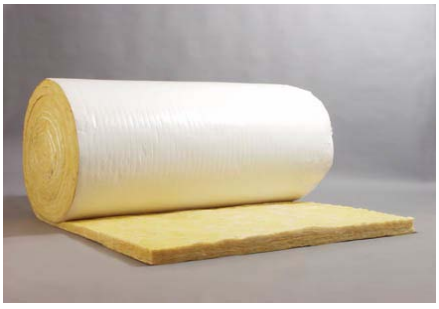
1. แบบปู แบบม้วนปูเหนือฝ้าเพดาน
2. แบบกรุผนัง แบบแผ่นแข็งกรุภายในผนังหรือผิวผนังด้านใน

ก) ฉนวนใยแก้วไม่ติดฟอยล์

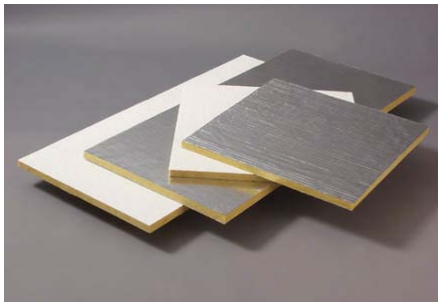
ข) ฉนวนใยแก้วติดฟอยล์ 1 ด้าน

ค) ฉนวนใยแก้วติดฟอยล์ 2 ด้าน

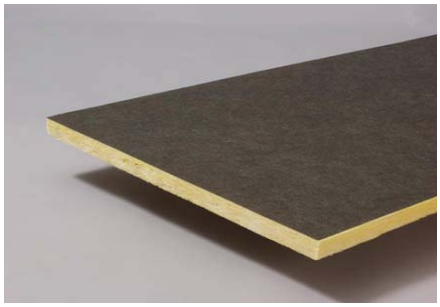
ง) ฉนวนใยแก้วห่อหุ้มฟอยล์รอบด้าน



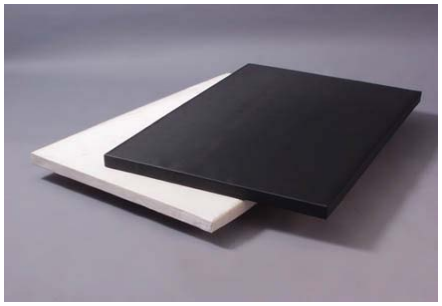
จ) ฉนวนใยแก้วติดไวนิล 1 ด้าน



ฉ) ฉนวนใยแก้วแผ่นฝ้าเพดาน



ช) ฉนวนใยแก้วติด glass tissue



ซ) ฉนวนใยแก้วห่อหุ้มผ้าใยแก้ว

**ภาพที่** 4-7 แสดงรูปฉนวนใยแก้วที่มีอยู่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

### 4.2.2 การเลือกความหนาและความหนาแน่น

**การเลือกความหนา**

ความหนาที่เหมาะสมในการเลือกฉนวนใยแก้วมาใช้ในส่วนต่างๆ ต้องพิจารณาจากค่าความต้านทานความร้อนของฉนวนแล้ว ยังต้องพิจารณาด้านงบประมาณ และการคุ้มทุนในระยะยาวของการใช้งาน ปัจจุบันมีการผลิตความหนาฉนวนใยแก้วตั้งแต่ 1 2 3 4 และ 6 นิ้ว ซึ่งหากต้องการฉนวนที่มีความหนามากขึ้น ต้องนำฉนวนประกอบซ้อนกันเพื่อให้ได้ความหนาที่ต้องการ การถ่ายเทความร้อนจะลดลงอย่างมากในการติดฉนวน 1 นิ้วแรก ส่วนในการติดตั้งที่ความหนาเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่การลดลงของการถ่ายเทความร้อนไม่มีความเปลี่ยนแปลงไปมากนักจะอยู่ที่ความหนา 9 นิ้ว สำหรับการติดตั้งฉนวนส่วนหลังคา และหากติดตั้งฉนวนเผื่อการยุบตัวแล้ว ควรมีการเพิ่มความหนาเพื่อประสิทธิภาพในการกันความร้อนที่ยาวนาน

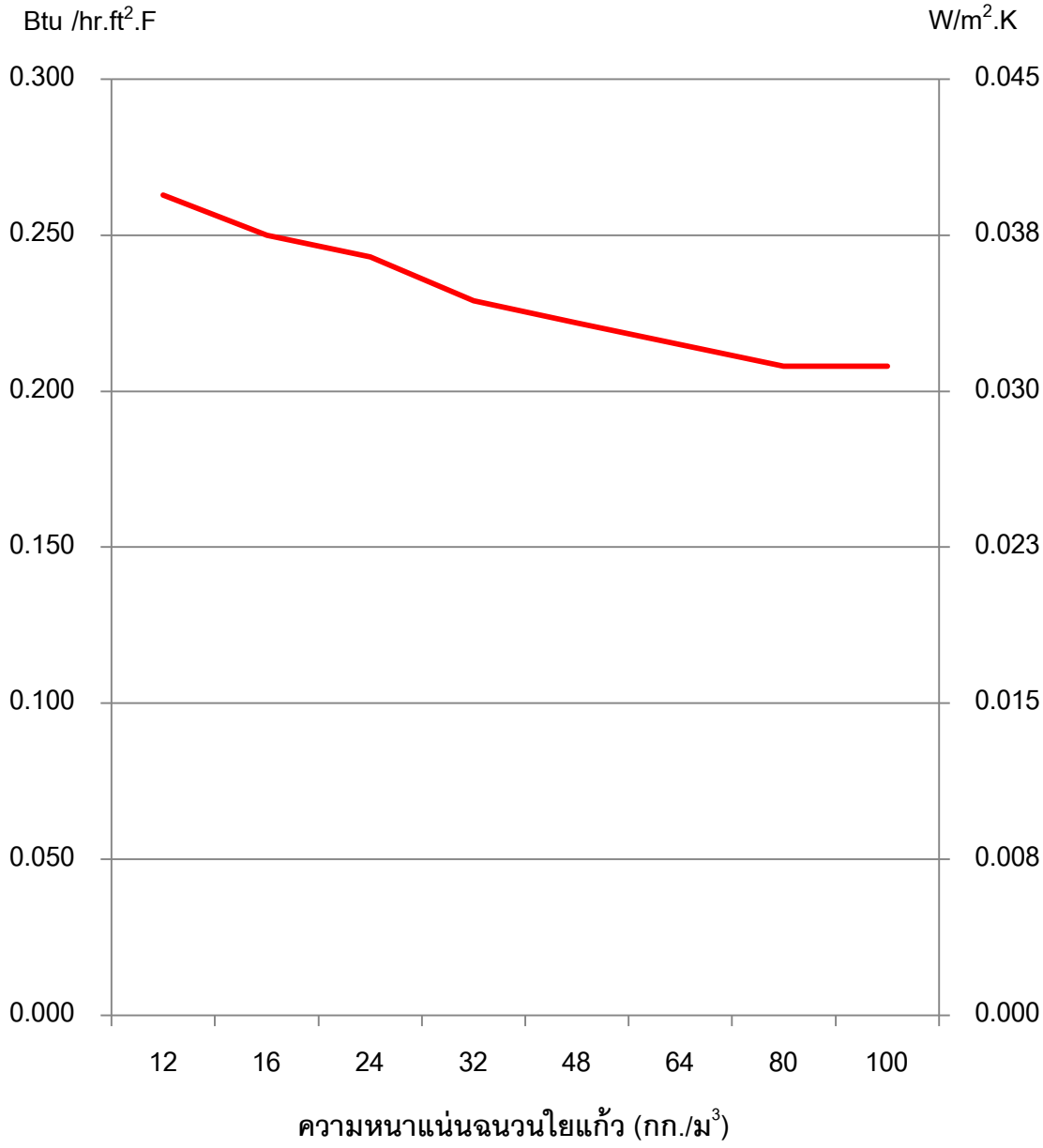
**การเลือกความหนาแน่น**

คุณสมบัติของฉนวนในการต้านทานความร้อน คือ ฉนวนยิ่งมีความหนาและความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจะมีค่าการต้านทานความร้อนสูงขึ้น การเลือกความหนาแน่นของฉนวนใยแก้ว ขึ้นอยู่กับตำแหน่งในการติดตั้งของอาคารและรูปแบบของการปูฉนวนนั้นๆ ด้วย เช่น ผนังจะทำการติดตั้งโดยการเรียงฉนวนตามระนาบของผนังอาคาร การคงตัวของฉนวนจึงเป็นส่วนสำคัญในการพิจารณา

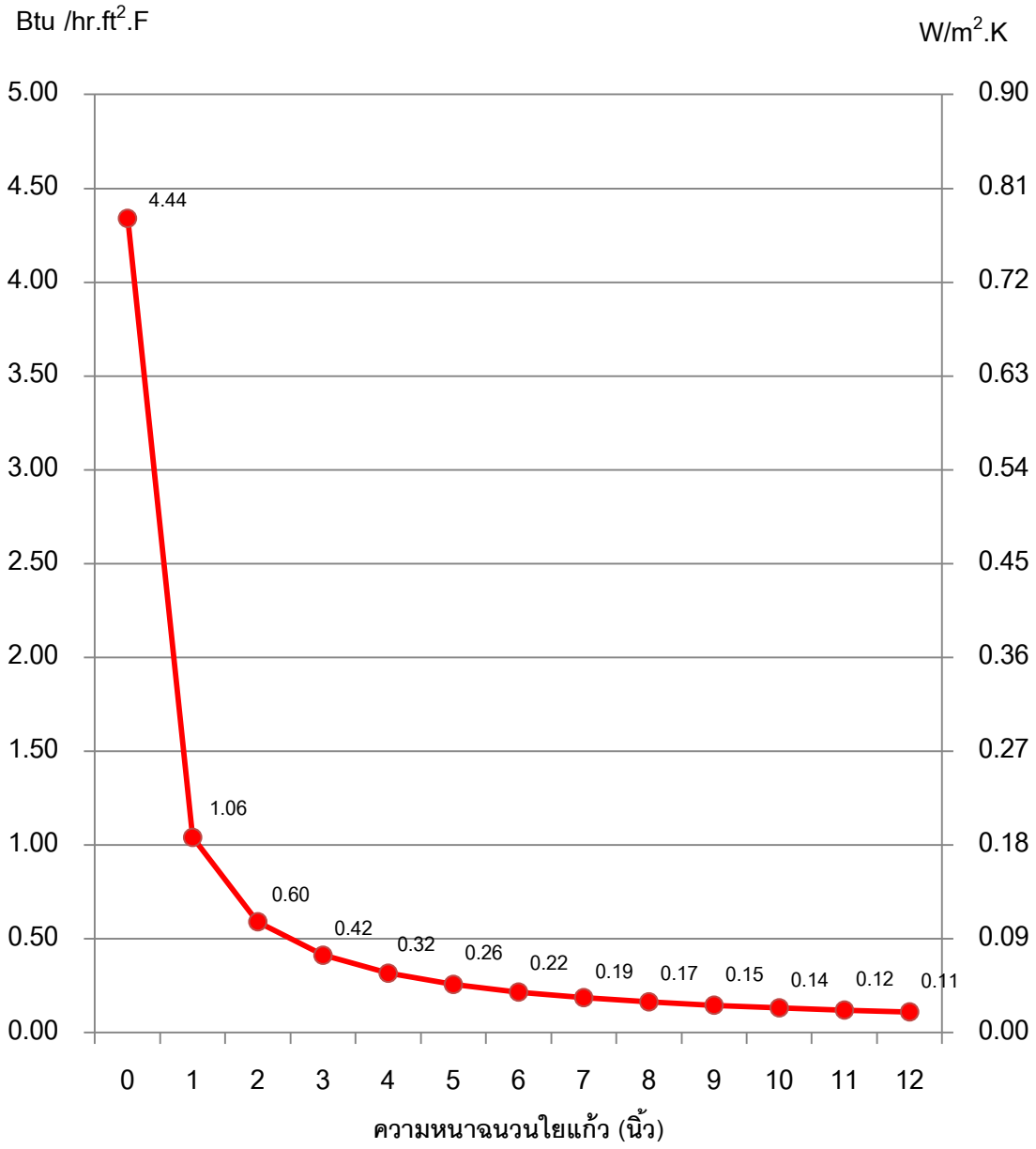
การใช้งานฉนวนในส่วนหลังคา และฝ้าเพดาน รูปแบบของฉนวนเป็นแบบม้วน การติดตั้งจะทำการปูบนแปหรือร่องแป การคงตัวไม่จำเป็นนัก แต่ให้พิจารณาจากค่าการนำความร้อนของฉนวนที่ความหนาแน่นต่างๆ โดยที่เนื้อฉนวนที่มีความหนาแน่นสูงจะสามารถลดการยุบตัวอันส่งผลต่อการลดประสิทธิภาพการกันความร้อนของฉนวนใยแก้ว

การใช้งานฉนวนในส่วนผนัง รูปแบบของฉนวนเป็นแบบแผ่น การติดตั้งจะทำการวางอยู่ในโครงผนังเบาสำหรับงานกันเสียง หรือติดตั้งอยู่บนพื้นผิวผนังสำหรับงานดูดซับเสียง การคงตัวเป็นเรื่องสำคัญ จึงให้พิจารณารูปแบบของฉนวนใยแก้วที่เป็นแบบแผ่น พบว่าความหนาแน่นที่ 32 กก./ม$^3$ เป็นความหนาแน่นที่สามารถผลิตออกมาเป็นแบบแผ่นได้ เหมาะสมกับการนำมาใช้งานส่วนผนังที่จะต้องติดฉนวนในแนวตั้งไม่ได้วางฉนวนราบเหมือนกับงานหลังคาหรือฝ้าเพดาน การใช้ฉนวนแบบแผ่นจึงป้องการทรุดตัวได้

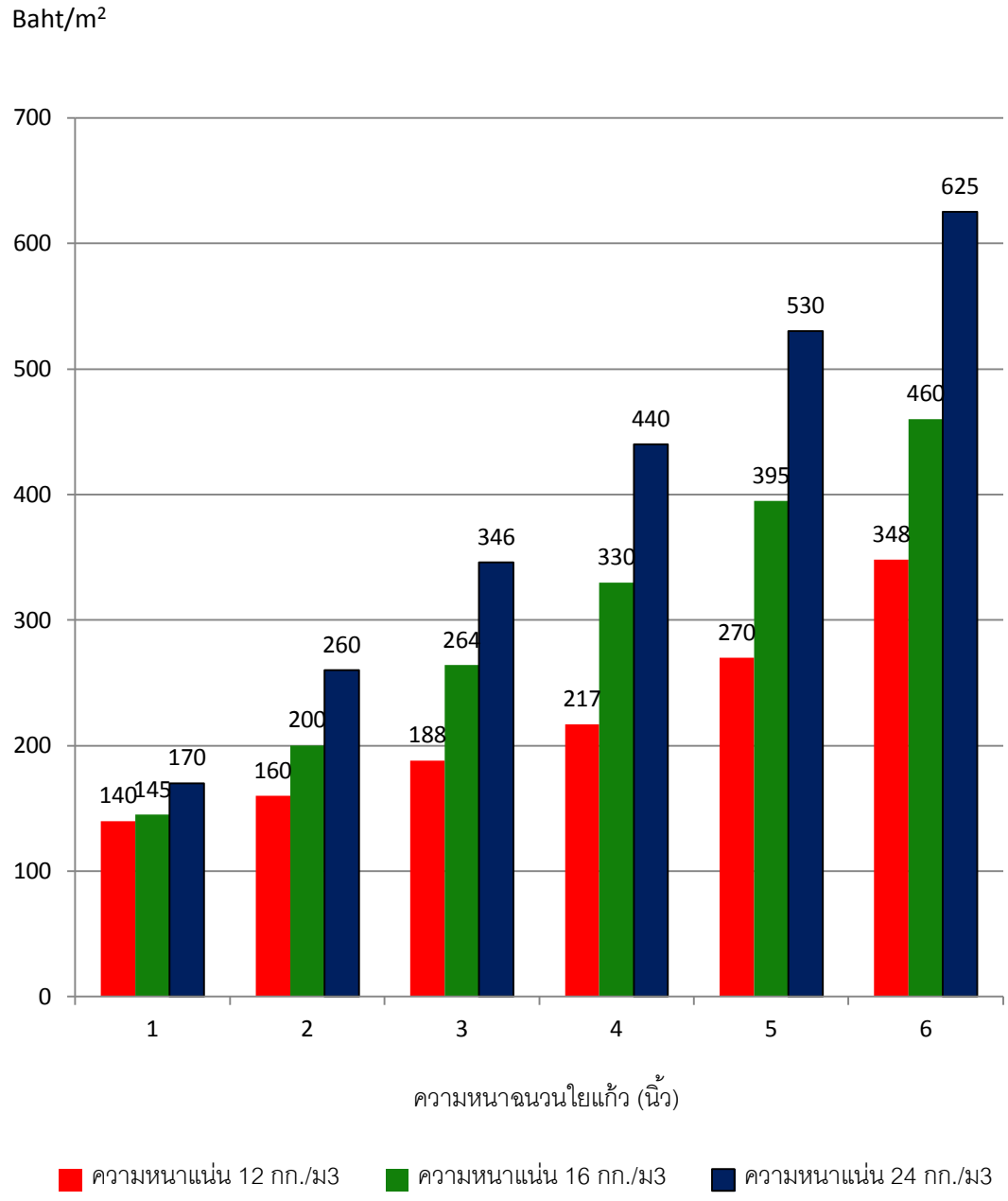
การเลือกความหนาแน่นจึงจำเป็นพิจารณาเผื่อการใช้งานที่ยาวนาน ดังนั้นการเลือกความหนาและความหนาแน่นของฉนวนใยแก้วให้เหมาะสม จำเป็นต้องพิจารณาสิ่งต่างๆ ได้แก่ ประเภทการใช้งาน ตำแหน่งการติดตั้ง รูปแบบการติดตั้ง อายุการใช้งาน และงบประมาณ




**แผนภูมิที่** 4-2 เปรียบเทียบค่าการนำความร้อน (thermal conductivity) ของฉนวนใยแก้วที่ความหนาแน่นต่างๆ




**แผนภูมิที่** 4-3 เปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคากระเบื้องที่มีการติดตั้งฉนวนใยแก้ว (ความหนาแน่น 24 กก./ม$^3$) ที่ความหนาต่างๆ




**แผนภูมิที่** 4-4 เปรียบเทียบราคาของฉนวนใยแก้วที่ความหนาและความหนาแน่นต่างๆ

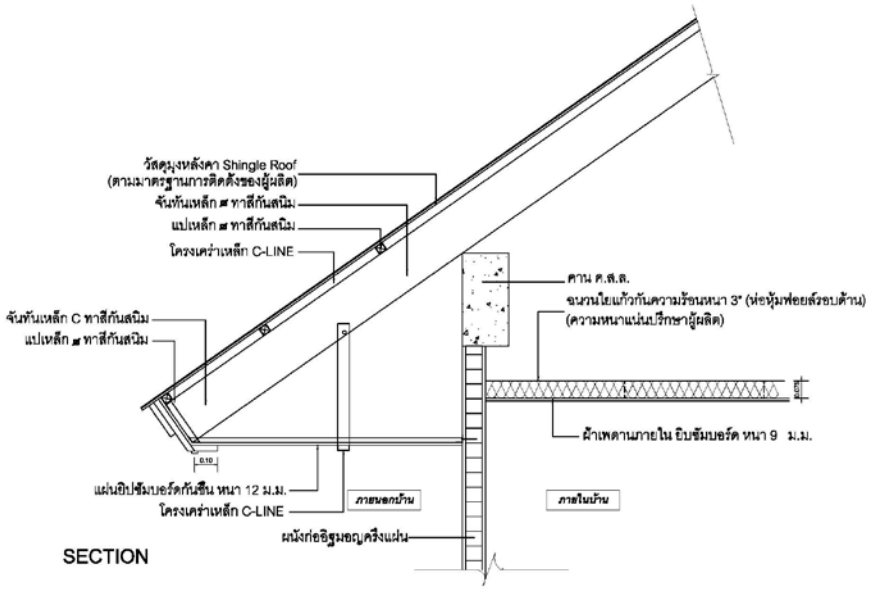
### 4.2.3 ตำแหน่งการติดตั้งฉนวนใยแก้ว

การติดตั้งฉนวนใยแก้ว เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญเพื่อให้การใช้ฉนวนใยแก้วได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**การติดตั้งฉนวนส่วนหลังคา**

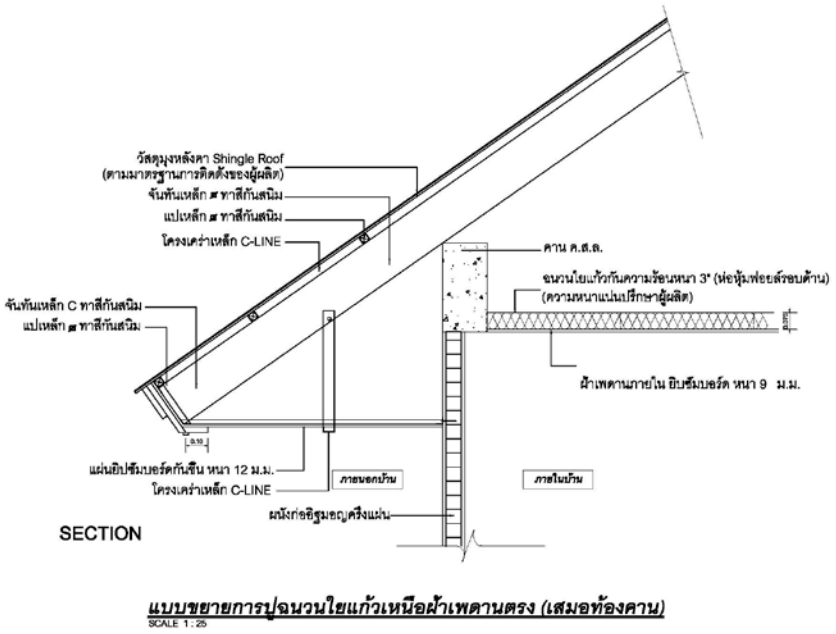
**<u>การติดตั้งฉนวนบริเวณเหนือฝ้าเพดาน</u>**

การติดตั้งให้ปูฉนวนตามแนวโครงคร่าวฝ้าเพดาน วางฉนวนทับโครงคร่าวจนเต็มพื้นที่ฝ้าเพดาน โดยวางแผ่นฉนวนให้ชิดกัน และปิดทับด้วยเทปอลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อประสิทธิภาพของฉนวนใยแก้ว (ส่วนที่ทำการตัดต่อฉนวนหรือรอยฉีกขาดให้ซ่อมแซมด้วยเทปอลูมิเนียมฟอยล์)




***<u>แบบขยายการปูฉนวนใยแก้วเหนือฝ้าเพดานตรง (ใต้ท้องคาน)</u>***
SCALE 1 : 25

**ภาพที่** 4-8 แสดงแบบวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วเหนือฝ้าเพดาน (ใต้ท้องคาน)




***แบบขยายการปูฉนวนใยแก้วเหนือฝ้าเพดานตรง (เสมอท้องคาน)***
SCALE 1 : 25

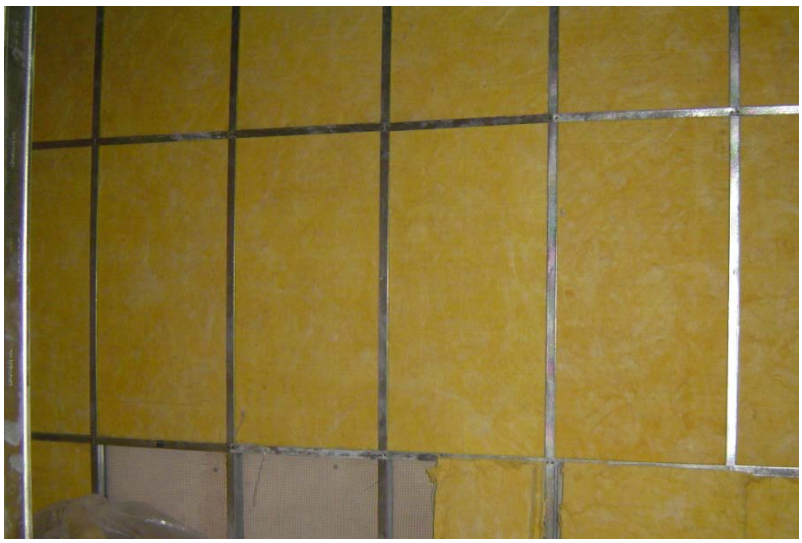
**ภาพที่** 4-9 แสดงแบบวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วเหนือฝ้าเพดาน (เสมอท้องคาน)

**การติดตั้งฉนวนส่วนผนัง**

การติดตั้งในส่วนงานผนังนอกจากจะช่วยในการป้องกันความร้อนแล้ว ยังได้รับผลพลอยได้ในการป้องกันเสียง และดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นมา สามารถช่วยลดเสียงรบกวนจากภายในและภายนอกอาคารเป็นส่วนที่จะช่วยปรับปรุงคุณภาพเสียงภายในอาคารให้ดีขึ้น

**<u>การติดตั้งฉนวนในโครงคร่าว</u>**

จะใช้กับผนังเบาประเภท dry wall system การใช้ฉนวนบุภายในช่องว่างระหว่างแผ่นยิปซัมจะช่วยเพิ่มค่าการส่งผ่านเสียง (sound transmission class) อีกทั้งยังช่วยลดการถ่ายเทความร้อนระหว่างห้องได้ ติดตั้งโดยตัดฉนวนตามขนาดของช่องว่างโครงเคร่าที่จะใส่ฉนวนที่กำหนดให้เต็มพื้นที่และปิดแผ่นยิบซั่มหรือวัสดุอื่นๆ



**ภาพที่** 4-10 แสดงการติดฉนวนกันเสียงในโครงคร่าวผนัง

## 4.3 แนวทางการสร้างคู่มือการใช้ฉนวนใยแก้วให้เหมาะสมกับอาคารเขตร้อนชื้น

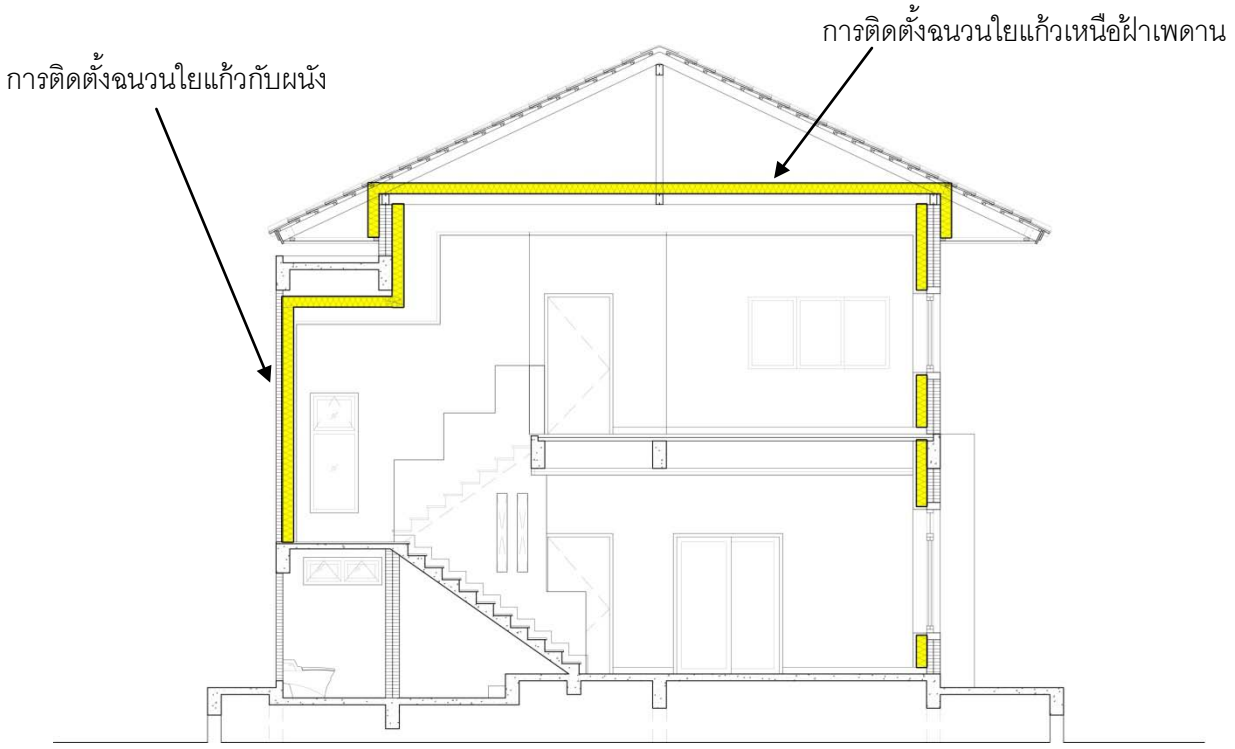
การเลือกและเทคนิคติดตั้งฉนวนใยแก้ว เป็นส่วนหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญและจำเป็นต้องแนะนำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจเพื่อการใช้ฉนวนใยแก้วได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 4.3.1 การติดตั้งฉนวนใยแก้ว

ฉนวนใยแก้วเป็นฉนวนที่สามารถนำไปใช้ได้หลายตำแหน่ง เพื่อประโยชน์ต่างๆ เช่น กันร้อน กันชื้น และป้องกันเสียงรบกวน ดังนั้นการเลือกรูปแบบ ความหนา ความหนาแน่น และเทคนิคการติดตั้งที่เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ฉนวนมีประสิทธิภาพ

ตำแหน่งติดตั้งในบ้านพักอาศัย ได้แก่

1. การติดตั้งฉนวนใยแก้วส่วนหลังคาเหนือฝ้าเพดาน
2. การติดตั้งฉนวนใยแก้วส่วนผนัง




**ภาพที่** 4-11 แสดงตำแหน่งการใช้ฉนวนใยแก้วในส่วนต่างๆ ของอาคาร

### 4.3.2 การติดตั้งฉนวนใยแก้วส่วนหลังคาเหนือฝ้าเพดาน

การติดตั้งฉนวนใยแก้วเหนือฝ้าเพดานมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ

1. การติดตั้งฉนวนเหนือฝ้าเพดานตำแหน่งใต้ท้องคาน
2. การติดตั้งฉนวนเหนือฝ้าเพดานตำแหน่งเสมอท้องคาน

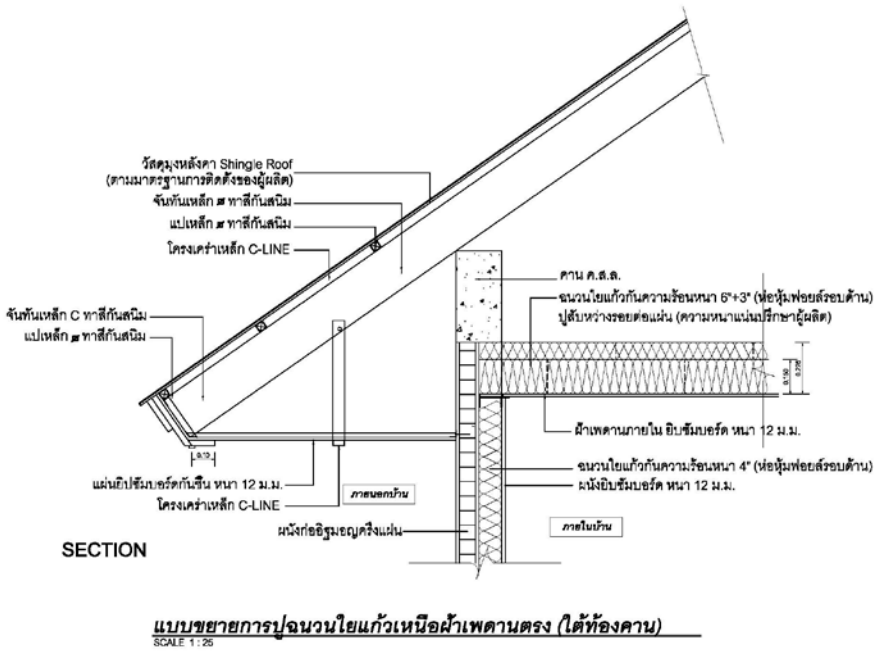
**<u>การติดตั้งฉนวนเหนือฝ้าเพดานตำแหน่งใต้ท้องคาน</u>**

**การเลือกรูปแบบฉนวนใยแก้ว**

- รูปแบบของฉนวนใยแก้วที่เหมาะสมเป็นแบบม้วน ห่อหุ้มฟอยล์รอบด้าน
- ความหนา 9 นิ้ว(6+3 นิ้ว) แบบ 2 ชั้น
- ความหนาแน่น 24 กก./ม$^3$
- ขนาดความกว้างของฉนวนเท่ากับระยะมาตราฐานของการยึดโครงคร่าว

**เทคนิคการติดตั้งฉนวนใยแก้วแบบปูเหนือฝ้าเพดาน**

- นำฉนวนใยแก้วห่อหุ้มฟอยล์รอบด้านมาคลี่ออกและสบัดเพื่อให้ฉนวนพองตัวขึ้นแล้วปิดปากฉนวนด้านที่เปิดไว้
- นำฉนวนชั้นที่ 1 ขึ้นไปวางเหนือโครงคร่าวของฝ้าเพดานตามแนวยาว โดยฉนวนจะต้องลอดใต้คานไปชนกับผนังอาคาร รอยต่อระหว่างม้วนให้ต่อชนชิดสนิทกัน
- นำฉนวนชั้นที่ 2 ขึ้นไปโดยวิธีการดันจากด้านล่างขึ้นไปตามแนวขวาง วิธีการติดตั้งทำลักษณะเดียวกับชั้นที่ 1
- ส่วนที่เสียหายให้ทำการซ่อมแซมด้วยเทปอลูมิเนียมฟอยล์




***แบบขยายการปูฉนวนใยแก้วเหนือฝ้าเพดานตรง (ใต้ท้องคาน)***
SCALE 1 : 25

**ภาพที่** 4-12 แสดงแบบวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วซ้อนทับกัน 2 ชั้นเหนือฝ้าเพดาน ตำแหน่งใต้ท้องคาน โดยกำหนดระยะห่างระหว่างตัวยึดโครงคร่าวฝ้าเพดานให้พอดี

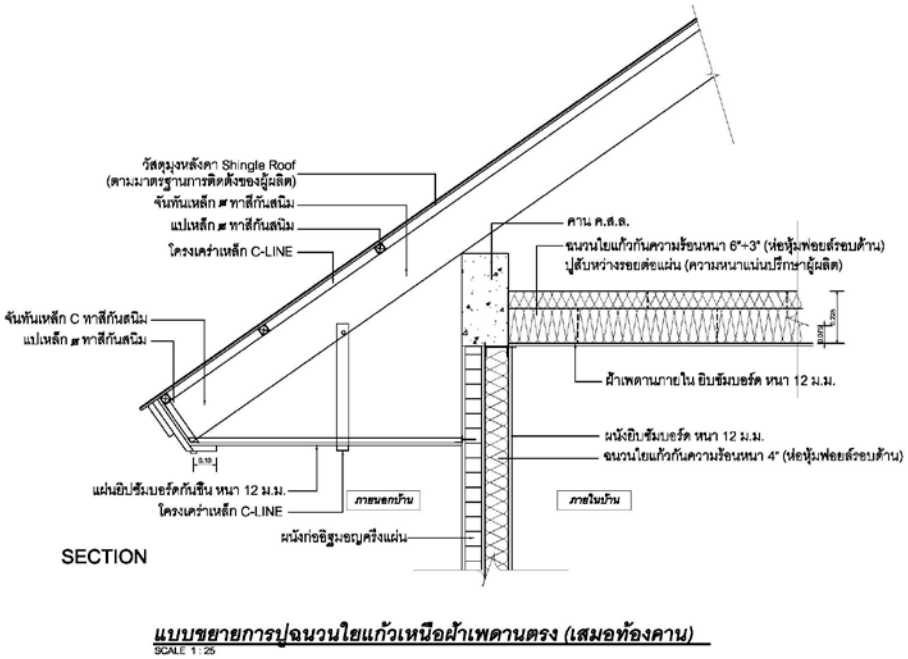
## การติดตั้งฉนวนเหนือฝ้าเพดานตำแหน่งเสมอท้องคาน

### การเลือกรูปแบบฉนวนใยแก้ว

- รูปแบบของฉนวนใยแก้วที่เหมาะสมเป็นแบบม้วน ห่อหุ้มฟอยล์รอบด้าน
- ความหนา 9 นิ้ว(6+3 นิ้ว) แบบ 2 ชั้น
- ความหนาแน่น 24 กก./ม$^3$
- ขนาดความกว้างของฉนวนเท่ากับระยะมาตราฐานของการยึดโครงคร่าว

### เทคนิคการติดตั้งฉนวนใยแก้วแบบปูเหนือฝ้าเพดาน

- นำฉนวนใยแก้วห่อหุ้มฟอยล์รอบด้านมาคลี่ออกและสบัดเพื่อให้ฉนวนพองตัวขึ้นแล้วปิดปากฉนวนด้านที่เปิดไว้
- นำฉนวนชั้นที่ 1 ขึ้นไปวางเหนือโครงคร่าวของฝ้าเพดานตามแนวยาว รอยต่อระหว่างม้วนให้ต่อชนชิดสนิทกัน โดยฉนวนจะต้องชนคาน
- นำฉนวนชั้นที่ 2 ขึ้นไปโดยวิธีการดันจากด้านล่างขึ้นไปตามแนวขวาง วิธีการติดตั้งทำลักษณะเดียวกับชั้นที่ 1
- ส่วนที่เสียหายให้ทำการซ่อมแซมด้วยเทปอลูมิเนียมฟอยล์




***แบบขยายการปูฉนวนใยแก้วเหนือฝ้าเพดานตรง (เสมอท้องคาน)***
SCALE 1:25

**ภาพที่** 4-13 แสดงแบบวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วซ้อนทับกัน 2 ชั้นเหนือฝ้าเพดาน ตำแหน่งเสมอท้องคาน โดยกำหนดระยะห่างระหว่างตัวยึดโครงคร่าวฝ้าเพดานให้พอดี

### 4.3.3 การติดตั้งฉนวนใยแก้วส่วนผนัง

การติดตั้งฉนวนในโครงคร่าว รูปแบบของฉนวนใยแก้วที่เหมาะสมเป็นแบบแผ่น เพื่อป้องการทรุดตัวของฉนวน วัสดุปิดผิวให้เลือกตามคุณสมบัติที่ต้องการ

**<u>การติดตั้งฉนวนในโครงคร่าว</u>**

ติดตั้งเพื่อเพิ่มค่าการส่งผ่านเสียง (sound transmission class) ป้องกันเสียงรบกวนโดยเป็นการติดตั้งร่วมกับระบบผนังเบา อีกทั้งยังสามารถช่วยลดการถ่ายเทความร้อนในส่วนผนังทางด้านทิศตะวันตก ตะวันตกเฉียงใต้ และใต้ได้อีก

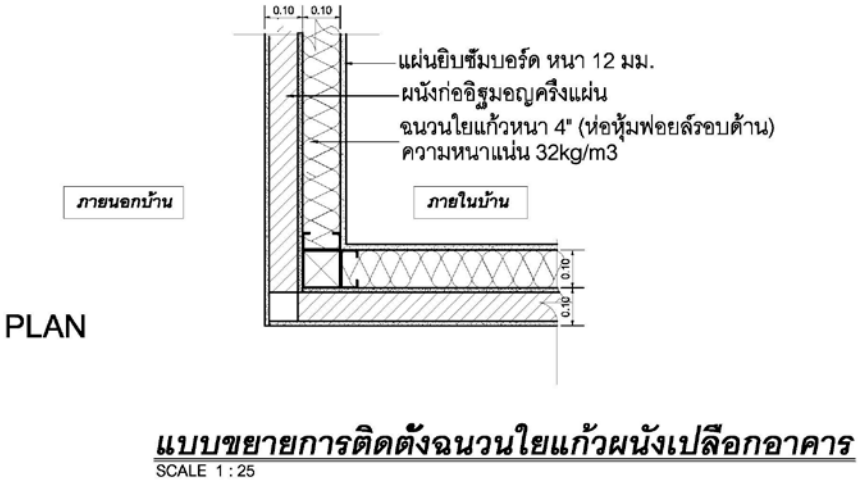
**<u>การติดตั้งฉนวนในโครงคร่าวตำแหน่งผนังเปลือกอาคาร</u>**

**การเลือกรูปแบบฉนวนใยแก้ว**

- รูปแบบของฉนวนใยแก้วที่เหมาะสมเป็นแบบแผ่น ห่อหุ้มฟอยล์รอบด้าน
- ความหนา 4 นิ้ว
- ความหนาแน่น 32-48 กก./ม$^3$

**เทคนิคการติดตั้งฉนวนใยแก้วแบบติดตั้งในโครงคร่าวผนังเบา**

- สร้างโครงคร่าวผนังเบาหรือโครงคร่าวไม้ระยะห่างของโครงคร่าวตามมาตราฐานของผู้ผลิต (40-60 ซม.)
- นำฉนวนใยแก้วห่อหุ้มฟอยล์รอบด้านที่มีขนาดเท่ากับความกว้างของโครงคร่าวใส่เข้าไปด้านในและสอดฉนวนเข้าไปในไส้ของโครงคร่าวทั้งหมดโดยไม่ให้มีช่องว่าง
- ส่วนที่เสียหายให้ทำการซ่อมแซมด้วยเทปอลูมิเนียมฟอยล์
- จากนั้นทำการปิดด้วยแผ่นยิปซัมหรือวัสดุชนิดอื่นๆ




**ภาพที่** 4-14 แสดงแบบวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วในโครงคร่าวผนังเบากับผนังเปลือกอาคาร

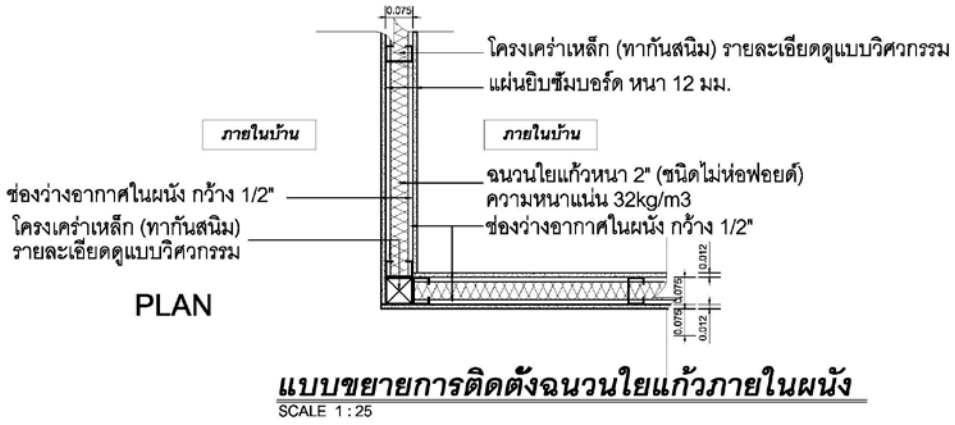
**<u>การติดตั้งฉนวนในโครงคร่าวตำแหน่งผนังภายในอาคาร</u>**

**การเลือกรูปแบบฉนวนใยแก้ว**

- รูปแบบของฉนวนใยแก้วที่เหมาะสมเป็นแบบแผ่น ไม่ติดฟอยล์
- ความหนา 2 นิ้ว
- ความหนาแน่น 32-48 กก./ม$^3$

**เทคนิคการติดตั้งฉนวนใยแก้วแบบติดตั้งในโครงคร่าวผนังเบา**

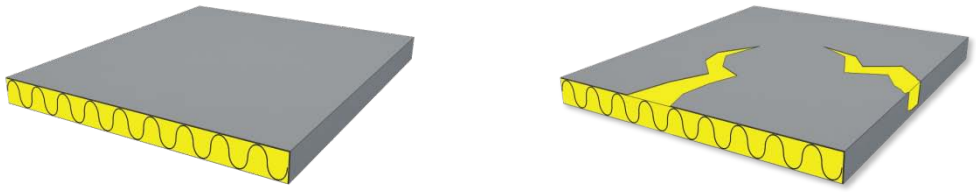
- สร้างโครงคร่าวผนังเบาหรือโครงคร่าวไม้ระยะห่างของโครงคร่าวตามมาตราฐานของผู้ผลิต (40-60 ซม.)
- นำฉนวนใยแก้วไม่ติดฟอยล์ที่มีขนาดเท่ากับความกว้างของโครงคร่าวใส่เข้าไปด้านในและฉนวนเข้าไปในไส้ของโครงคร่าวทั้งหมดโดยไม่ให้มีช่องว่าง
- จากนั้นทำการปิดด้วยแผ่นยิปซัมหรือวัสดุชนิดอื่นๆ




**ภาพที่** 4-15 แสดงแบบวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วในโครงคร่าวผนังเบากับผนังภายในอาคาร

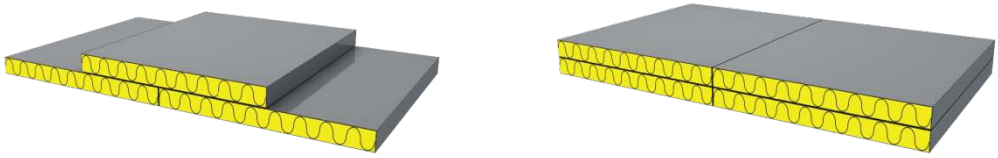
### 4.3.4 เทคนิคในการติดตั้งฉนวนใยแก้ว

- การติดตั้งฉนวนจะต้องวางให้ชนชิดกัน
- การซ้อนทับฉนวนใยแก้วต้องวางฉนวนทับโดยสับหว่างเพื่อกันความร้อนแทรกผ่านบริเวณรอยต่อแผ่นฉนวนใยแก้ว
- รอยต่อหรือส่วนที่เสียหายให้ใช้เทปอลูมิเนียมฟอยล์



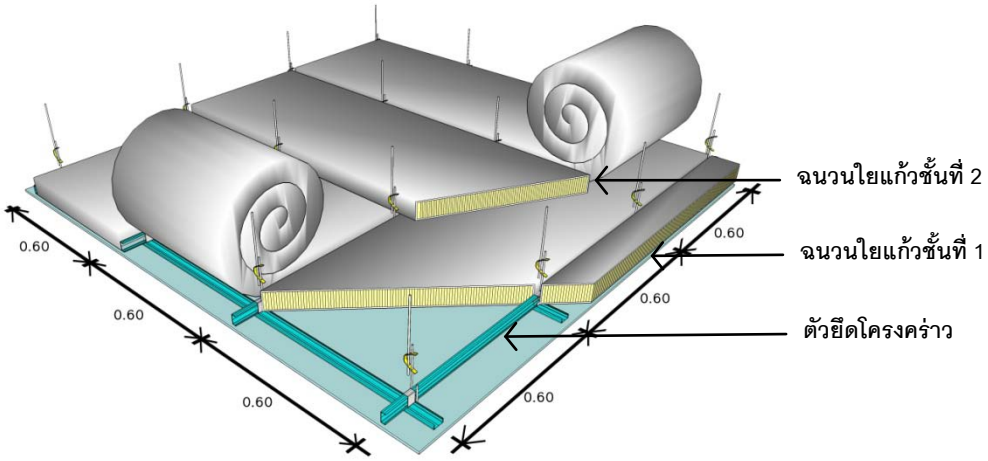
☑ วิธีที่ถูกต้อง ☒ วิธีที่ผิด

**ภาพที่** 4-16 เปรียบเทียบลักษณะฉนวนที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน



☑ วิธีที่ถูกต้อง ☒ วิธีที่ผิด

**ภาพที่** 4-17 เปรียบเทียบลักษณะการปูฉนวนที่ทับรอยต่อเพื่อป้องกันความร้อนไหลผ่านจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง




**ภาพที่** 4-18 แสดงตัวอย่างวิธีการปูฉนวนใยแก้วซ้อนทับกัน 2 ชั้นเหนือฝ้าเพดาน

### 4.3.5 **คำแนะนำและข้อควรระวังในการติดตั้ง**

- ก่อนการใช้งานควรทำความสะอาดพื้นผิวที่จะปูฉนวนให้สะอาด
- ระหว่างปฏิบัติงานควรสวมถุงมือ เสื้อผ้าให้มิดชิด สวมใส่รองเท้าหุ้มส้น แว่นตานิรภัย และผ้าปิดจมูก เพื่อป้องกันฝุ่นละอองและการสัมผัสโดยตรง ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอาการระคายเคืองได้
- การต่อเชื่อมระหว่างฉนวน หรือรอยฉีกขาดของวัสดุห่อหุ้มควรติดด้วยเทปอลูมิเนียมฟอยล์
- หลีกเลี่ยงการติดตั้งบริเวณที่อยู่ใกล้ไอระเหยของสารเคมี เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพ
- บริเวณที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ควรตรวจสอบให้มั่นใจว่าไม่มีกระแสไฟฟ้ารั่ว สายไฟไม่ชำรุดและตัดกระแสไฟฟ้าทุกครั้งก่อนการปฏิบัติงาน
- ทำความสะอาดเครื่องแต่งกายที่สวมใส่ในการปฏิบัติงานแยกออกจากชุดเครื่องแต่งกายปกติ

### 4.3.6 **คำแนะนำและข้อควรระวังในการใช้ฉนวนใยแก้ว**

- ห้ามรับประทาน
- ควรเลือกใช้ความหนาให้เหมาะสมกับการใช้งาน
- จัดเก็บในที่ปราศจากความชื้นหรือแสงแดด
- จัดเก็บสินค้าในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิทและจัดเก็บในที่ห่างจากสารเคมีและกรด
- ระวังการถูกของแหลมคมจะทำให้แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ฉีกขาดได้ ถ้าฉีกขาดให้ใช้เทปอลูมิเนียมฟอยล์ปิดรอยฉีกขาด
- ถ้าสัมผัสสินค้าและมีอาการคัน ควรแช่น้ำอุ่นบริเวณที่เกิดอาการคัน จะช่วยลดอาการคันได้
- หากมีอาการผิดปกติรุนแรงควรรีบปรึกษาแพทย์ทันที

### 4.3.7 **สรุปแนวทางการเลือกใช้ฉนวนใยแก้วและการติดตั้ง**

**ตารางที่** 4-1 สรุปแนวทางการเลือกใช้ฉนวนใยแก้วและติดตั้ง

| ตำแหน่ง | เหนือฝ้าเพดาน | ผนังเปลือกอาคาร | ผนังภายในอาคาร |
|---|---|---|---|
| รูปแบบ | ห่อหุ้มฟอยล์รอบด้าน | ห่อหุ้มฟอยล์รอบด้าน | ไม่ติดฟอยล์ |
| ค่าการต้านทานความร้อน | 30-38 $ft^2.h.^oF/Btu$ | 13-18 $ft^2.h.^oF/Btu$ | 8-9 $ft^2.h.^oF/Btu$ |
| ความหนา | ประมาณ 9 นิ้ว | ประมาณ 4 นิ้ว | ประมาณ 2 นิ้ว |
| ความหนาแน่น | 12-24 กก./$ม^3$ | 32-48 กก./$ม^3$ | 32-48 กก./$ม^3$ |
| ราคา/หน่วย | 550 - 1,000 บาท | 650 - 900 บาท | 250 - 350 บาท |

# บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าฉนวนมีประสิทธิภาพในการสกัดกั้นการส่งผ่านของความร้อนจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งได้เป็นอย่างดี จึงมีการนำฉนวนใยแก้วมาใช้ในอาคารเพื่อการเพิ่มสภาวะน่าสบายและการประหยัดพลังงาน นอกจากนั้นฉนวนใยแก้วยังมีคุณสมบัติในการดูดซับเสียงได้เป็นอย่างดี จึงมีการนำฉนวนใยแก้วมาใช้ในการเพิ่มคุณภาพเสียงให้กับส่วนต่างๆ ของอาคาร เป็นการเพิ่มคุณภาพชีวิตได้อย่างแท้จริง แต่ด้วยรูปแบบและเนื้อของฉนวนใยแก้วมีลักษณะเป็นเส้นใยอ่อนนุ่ม ทำให้เนื้อฉนวนได้รับความเสียหายได้ง่าย ส่งผลต่อประสิทธิภาพของฉนวนใยแก้วลดลง ในบทนี้จะกล่าวถึงปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นกับการใช้ฉนวนใยแก้ว และเสนอแนะแนวทางการใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อคงประสิทธิภาพที่ดีของฉนวนใยแก้ว

## 5.1 สรุปปัญหาจากการใช้ฉนวนใยแก้ว

ฉนวนใยแก้วมีลักษณะเป็นเส้นใยแบบเซลล์เปิด (open cell) มีความหนาแน่นแตกต่างกัน ตั้งแต่ 10-100 กก./ลบ.ม. มีโครงสร้างภายในเป็นเส้นใยและช่องว่างอากาศ รูปแบบต่างๆ เช่น ฉนวนแบบคลุมห่ม (blanket) ฉนวนแบบแผ่น (board) จากคุณลักษณะของฉนวนใยแก้วดังกล่าวจึงทำให้เกิดความเสียหายจากการใช้งานอย่างไม่ถูกต้อง ดังนี้

### 5.1.1 ปัญหาความร้อน

ปัญหาการป้องกันความร้อนเป็นปัญหาหลักที่พบอยู่ในการใช้งาน เป็นผลมาจากความหนาของฉนวนใยแก้วที่ลดลง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดลงของความหนาของฉนวน คือ

**การกรอบแตกหักของเส้นใย**

ฉนวนใยแก้วเป็นฉนวนที่มีกรรมวิธีการผลิตเป็นเส้นใย ตัววัสดุที่ใช้เป็นเส้นใยแก้วเล็กๆ ใช้กาวเป็นตัวประสาน ทำให้เกิดการกรอบและแตกหักของเส้นใย เกิดการหลุดร่วง ซึ่งการกรอบของเส้นใยจะเกิดขึ้นเมื่อระยะเวลาการใช้งานผ่านไปนานนับ 10 ปี หรือเกิดจากการที่เนื้อฉนวนใยแก้วไปสัมผัสโดยตรงกับแสงแดดเป็นระยะเวลานาน การป้องกันการกรอบแตกหักสามารถทำได้โดยการหุ้มฟอยล์รอบด้าน เป็นการหุ้มปิดเนื้อฉนวนไม่ให้เนื้อฉนวนสัมผัสกับอากาศภายนอกโดยตรง หรือตำแหน่งการติดตั้งที่ไม่สัมผัสกับแสงแดดและสภาพอากาศภายนอกโดยตรง

**การยุบตัวของฉนวนใยแก้ว**

คุณสมบัติของฉนวนใยแก้ว จะมีเส้นใยแก้วที่เล็กและยาวทำให้มีคุณสมบัติในการคืนรูป หรือคืนความหนาได้ดี จะช่วยในการคืนสภาพของฉนวนจากการบรรจุและการขนส่งที่มักมีการบีบอัด แต่การยุบตัวของฉนวนอาจเกิดขึ้นจากการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน เช่น การมีอากาศเข้าไปในเครื่องจักรที่ผลิตฉนวนมากเกินไป ผลของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง การสั่นสะเทือนหรือความชื้น การยุบตัวของฉนวนจะทำให้ความหนาของฉนวนลดลงและทำให้สภาพการต้านทานความร้อนลดลงด้วย ปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุมาจากกระบวนการผลิต การออกแบบ หรือการติดตั้งที่ไม่เหมาะสม ดังนั้น วิธีการแก้ปัญหาจึงจำเป็นต้องอาศัยการควบคุมกระบวนการผลิตและการติดตั้งฉนวนอย่างเข้มงวด หรือเลือกใช้ฉนวนที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสถาบันที่น่าเชื่อถือเท่านั้น

### 5.1.2 ปัญหาความชื้น

การป้องกันความชื้นจะต้องป้องกันตั้งแต่เปลือกอาคารและอาศัยฉนวนเข้ามาช่วยเสริมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยฉนวนใยแก้วเป็นฉนวนประเภทเซลล์เปิดจำเป็นต้องใส่สารพิเศษเพื่อเพิ่มแรงตึงผิวและวัสดุปิดผิวประเภทแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์เพื่อป้องกันความชื้นไม่ให้เข้าสู่เนื้อฉนวนได้ง่าย และนำไปติดตั้งในตำแหน่งที่ไม่สัมผัสน้ำโดยตรง

### 5.1.3 ปัญหาการติดตั้งฉนวนใยแก้ว

การติดตั้งเป็นปัญหาที่สำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิในการป้องกันความร้อนและความชื้น ซึ่งตำแหน่งการติดตั้งจะส่งผลต่อเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ (condensation) และการเกิดสะพานความร้อน (thermal bridge)

**การควบแน่นเป็นหยดน้ำ**

ประเทศไทยมีสภาพอากาศแบบร้อนชื้น แนวโน้มที่จะเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ (condensation) อยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง จากข้อมูลสภาพอากาศพบว่าอุณหภูมิอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส มีอัตราการเกิดอุณหภูมิน้ำค้างสูงที่สุด คือ 18.60% การจะเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำในผนังอาคารจะสูงตามไปด้วย จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ประสิทธิภาพของฉนวนลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับฉนวนที่มีการดูดซับความชื้นสูง การเปลี่ยนแปลงของไอน้ำในอากาศกลายเป็นหยดน้ำเกิดขึ้นเมื่อปริมาณของไอน้ำในอากาศเพิ่มขึ้น จนมีปริมาณเท่ากันกับปริมาณของไอน้ำที่อุณหภูมิในขณะนั้นสามารถพยุงให้ลอยตัวอยู่ได้ (dew point) เมื่อปริมาณไอน้ำเพิ่มมากขึ้น ปริมาณส่วนเกินที่อากาศไม่สามารถพยุงไว้ได้นั้น ก็จะแปรสภาพเป็น หยดน้ำ บรรยากาศ

ขณะนั้นจะเย็นลง จนมีอุณหภูมิในระดับต่ำกว่าจุดน้ำค้าง เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ

การเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำมี 2 ลักษณะ คือ การเกิดที่ผิวของวัสดุหรือผนัง (surface condensation) การเกิดในเนื้อวัสดุหรือผนัง (interstitial condensation) โดยสามารถอธิบายเพื่อการป้องกันปัญหาการควบแน่นได้ ดังนี้

<u>การเกิดการควบแน่นในผนัง</u>

ลักษณะของพฤติกรรมการควบแน่น: ความชื้นที่มีปริมาณสูงเข้าใกล้ 100% เมื่อกระทบความเย็นจะเกิดการการควบแน่นตามหลักไซโครเมตริก การควบแน่น คือ อุณหภูมิจุดน้ำค้าง ซึ่งเป็นอุณหภูมิซึ่งอยู่ในภาวะไอน้ำอิ่มตัว การเพิ่มของจำนวนไอน้ำจะทำความดันไอน้ำและจุดน้ำค้างสูงขึ้น และเมื่อจำนวนไอน้ำลดลงจะทำให้ความดันไอน้ำและจุดน้ำค้างลดลงด้วย ดังนั้น จุดน้ำค้าง จำนวนไอน้ำ และความดันไอน้ำมีการแปรผันเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อกัน

ปัจจัยของการควบแน่น: ความชื้น ความดันไอน้ำ และปริมาณไอน้ำจะไหลจากที่มีปริมาณมากไปที่มีปริมาณน้อย บริเวณที่มีปริมาณมาก คือ ภายนอกอาคาร บริเวณที่มีน้อยคือภายในอาคาร การซึมผ่านจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารถ้าไม่มีการสกัดกั้นจะทำให้ปริมาณความชื้นทะลุผ่านไปได้ ถ้าผนังที่ยอมให้ความชื้นซึมผ่านเข้าไปกระทบความเย็นที่ผิวฉนวนอาคารแล้วมีการป้องกันที่ผิวผนังด้านในอาคารโดยการทาสีทับภายในหนาๆ หรือปิดทับด้วยวอลเปเปอร์แล้วจะทำให้เกิดการสะสมความชื้น เมื่อปล่อยเป็นเวลานานจะทำให้เกิดความเสียหายแก่ฉนวนได้และเน่าในที่สุด ดังนั้น ผิวผนังภายในหรือชั้นผนังภายในควรเป็นผนังที่ยอมให้ความชื้นทะลุผ่านเข้าไปได้ จะช่วยลดการสะสมความชื้นที่ช่องผนังอาคาร

ความชื้น เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการควบแน่น แต่สาเหตุอีกประการหนึ่งคือผนัง ผนังต่างชนิดกันมีความสามารถในการป้องกันความชื้นได้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของวัสดุผนัง การทำผิวตกแต่งผนัง เช่น การทาสี ดังนั้นปัจจัยที่ทำให้เกิดการควบแน่นในฉนวน ได้แก่

- ความชื้น (humidity)
- อุณหภูมิชั้นผิว (temperature)
- ความดันไอน้ำ (vapor pressure)
- ปริมาณไอน้ำ (gain of moisture)
- ลักษณะของผิวผนังภายนอกและภายในอาคาร(skin surface out-wall and in-wall)

- ทิศทางของลมที่พัดพาความชื้นเข้ามาปะทะอาคาร
- การตกแต่งผิวผนังภายนอกและภายในอาคาร
- ความหนาของผนังอาคาร
- ระบบผนังอาคาร
- ชนิดและความหนาของฉนวน

ปัจจัยของการควบแน่นในฉนวนและการเกิดการควบแน่นในฉนวนผนังอาคาร สามารถเกิดขึ้นได้ด้วยเหตุต่างๆ ดังนี้

- ความชื้นปริมาณมากเมื่อซึมผ่านผนังเข้ามาถึงผิวฉนวนในผนังอาคาร และกระทบความเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำในบริเวณนั้นทำให้มีโอกาสเกิดการควบแน่นสูง มักเกิดในกรณีมีการปรับอากาศภายในอาคารหรือเมื่อความชื้นกระทบความเย็น มีโอกาสเกิดการควบแน่นสูง
- ความชื้นปริมาณมากเมื่อซึมผ่านผนังเข้ามาถึงผิวฉนวน และกระทบอุณหภูมิบริเวณนั้นมักไม่เกิดการควบแน่น ซึ่งมักจะเกิดภายในอาคารในกรณีไม่ปรับอากาศ เนื่องจากความชื้นไม่กระทบความเย็นไม่มีโอกาสเกิดการควบแน่น
- ความชื้นปริมาณมากกระทบกับผิวผนังด้านนอกอาคารที่มีการสกัดกั้นความชื้นไม่ให้ซึมผ่าน ทำให้ปริมาณความชื้นที่ซึมผ่านมีปริมาณน้อยลง เมื่อผ่านผนังเข้ามาบริเวณแนวด้านใน กระทบกับความเย็นหรือบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ โอกาสในการเกิดการควบแน่นมีไม่มากนัก เนื่องจากอากาศแห้งกระทบกับความเย็นจะไม่ทำให้เกิดการควบแน่น
- ความชื้นปริมาณมากกระทบกบผิวผนังด้านนอกอาคารที่มีการสกัดกั้นความชื้นไม่ให้ซึมผ่าน ทำให้ความชื้นที่ซึมผ่านมีปริมาณน้อยลง เมื่อผนังเขามาถึงฉนวนที่มีอุณหภูมิสูง การเกิดการควบแน่นจะน้อย เนื่องจากอากาศแห้งกระทบอุณหภูมิค่อนข้างสูงจะไม่มีโอกาสเกิดการควบแน่น
- ความชื้นปริมาณสูงซึมผ่านผนังเข้ามาถึงผิวฉนวน เมื่อกระทบความเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำ จะทำให้เกิดการควบแน่นได้ง่าย และถ้ามีการป้องกันความชื้นซึมผ่านทะลุเข้าไปในอาคาร เกิดการสกัดกั้นความชื้นไว้บริเวณช่องผนัง จะทำให้เกิดการสะสมความชื้นในฉนวนได้มากขึ้น จะทำให้เกิดความเสียหายกับฉนวนได้ มักเกิดกับอาคารที่มีการปรับอากาศภายในอาคาร

ผนังอาคารที่ดีสำหรับภูมิภาคร้อนชื้นแบบประเทศไทย ต้องมีความสามารถในการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารให้ได้มากที่สุด โดยเฉพาะในอาคารที่มีการปรับอากาศ พลังงานที่สูญเสียไปกับการทำความเย็นให้กับอาคาร ประกอบไปด้วยพลังงานที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ

ภายในอาคารและรีดความชื้น ซึ่งในประเทศไทยมีสภาพอากาศแบบร้อนชื้นจึงใช้พลังงานส่วนใหญ่ไปในการรีดความชื้นในอากาศ หากลดความชื้นเข้าสู่ภายในอาคารได้จึงช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้มหาศาล

ความชื้นยังมีผลกระทบต่ออายุการใช้งานของวัสดุอาคารด้วย โดยเฉพาะในผนังอาคารที่มีการติดตั้งฉนวน ดังนั้นการเลือกใช้ผนังควรเป็นผนังที่ป้องกันความร้อนได้ดี และสามารถป้องกันความชื้นที่ผิวผนังภายนอกอาคาร ส่วนที่ผิวผนังชั้นในไม่ควรมีการสกัดกั้นความชื้น ควรยอมให้ทะลุผ่านเข้าไปผสมกับอากาศแห้งภายในอาคาร

**การเกิดสะพานความร้อน**

เกิดจากการติดตั้งฉนวนใยแก้วไม่ถูกวิธีจะส่งผลต่อการกันความร้อนให้กับอาคาร เช่น การติดตั้งฉนวนไม่หุ้มส่วนของโครงสร้าง จากการติดตั้งเช่นนี้จะเป็นสาเหตุของการส่งผ่านความร้อนจากภายนอกอาคารเข้ามาตามโครงสร้างอาคาร ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายใน ส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้น อีกสาเหตุของการเกิดความร้อนอีกประการ คือ การติดตั้งอย่างไม่เรียบร้อย แผ่นของฉนวนกันความร้อนปูไม่ชิดกันหรือเกิดร่องบริเวณรอยต่อ ทำให้ความร้อนสามารถส่งผ่านเข้ามาในอาคารตามรอยต่อดังกล่าวได้ ส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้นได้

การติดตั้งฉนวนอย่างถูกต้องและเหมาะสมช่วยให้ประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ลดอุณหภูมิสูงสุดของวันลงได้ และอุณหภูมิภายในคงที่มากขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศภายในอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงสภาวะน่าสบายสำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ ส่วนอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศจะช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศลงได้อย่างมหาศาล

## 5.2 สรุปวิธีการเลือกและติดตั้งฉนวนใยแก้ว

การติดตั้งฉนวนใยแก้วอย่างถูกต้องในส่วนต่างๆ ของอาคาร จะส่งผลให้ฉนวนมีประสิทธิภาพสมบูรณ์ในการสกัดกั้นความร้อน ความชื้น และการกันเสียงเข้าสู่อาคารได้เป็นอย่างดี แต่จากข้อจำกัดของคุณลักษณะฉนวนจึงทำให้ต้องมีการติดตั้งผสมผสานกับวิธีการต่างๆ เพื่อลดปัญหาที่จะเกิดจากการนำไปใช้งาน เพื่อให้ฉนวนใยแก้วคงประสิทธิภาพที่ดีเป็นช่วงระยะเวลานาน

### 5.2.1 การเลือกรูปแบบ

รูปแบบของฉนวนใยแก้วมีทั้งแบบม้วนและแบบแผ่น และมีวัสดุหุ้มฉนวนหลายชนิดเหมาะสมกับงานแต่ละประเภท

### 5.2.2 การเลือกความหนาและความหนาแน่น

**การเลือกความหนา**

การเลือกฉนวนใยแก้วมาใช้ในส่วนต่างๆ ความหนาเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องพิจารณาจากค่าความต้านทานความร้อนของฉนวนแล้ว ยังต้องพิจารณาด้านงบประมาณ และการคุ้มทุนในระยะยาวของการใช้งาน ส่วนความหนาที่ลดลงของการถ่ายเทความร้อนไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปมากนักจะอยู่ที่ความหนา 9 นิ้ว และถ้าต้องการติดตั้งฉนวนเผื่อการยุบตัวแล้ว ควรมีการเพิ่มความหนาเพื่อประสิทธิภาพในการกันความร้อนที่ยาวนาน

**การเลือกความหนาแน่น**

การเลือกความหนาแน่นของฉนวนใยแก้ว ขึ้นอยู่กับตำแหน่งในการติดตั้งและรูปแบบของฉนวน

การใช้งานฉนวนในส่วนหลังคา และฝ้าเพดาน รูปแบบของฉนวนเป็นแบบม้วน การติดตั้งจะทำการปูบนแปหรือร่องแป การคงตัวไม่จำเป็นนัก เนื้อฉนวนที่มีความหนาแน่นสูงจะสามารถลดการยุบตัวอันส่งผลต่อการลดประสิทธิภาพการกันความร้อนของฉนวนใยแก้ว

การใช้งานฉนวนในส่วนผนัง รูปแบบของฉนวนเป็นแบบแผ่น การติดตั้งจะทำการวางอยู่ในโครงผนังเบาสำหรับงานกันเสียง หรือติดตั้งอยู่บนพื้นผิวผนังสำหรับงานดูดซับเสียง การคงตัวเป็นเรื่องสำคัญ การนำฉนวนมาใช้งานส่วนผนังจะติดฉนวนในแนวตั้งไม่ได้วางราบเหมือนกับงานหลังคาหรือฝ้าเพดาน การใช้ฉนวนแบบแผ่นจึงป้องการทรุดตัวได้

### 5.2.3 ตำแหน่งการติดตั้งฉนวนใยแก้ว

การติดตั้งฉนวนใยแก้ว เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญเพื่อให้การใช้ฉนวนใยแก้วได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส่วนหลังคา เป็นส่วนสำคัญที่จำเป็นจะต้องฉนวนป้องกันความร้อน เนื่องจากหลังคาเป็นส่วนที่รับความร้อนโดยตรงกับแสงแดด ความร้อนจะถ่ายเทเข้าทางหลังคาเป็นหลัก ซึ่งตำแหน่งในการติดตั้งจะแตกกันไปตามลักษณะของรูปแบบของหลังคา

- การติดตั้งฉนวนกับหลังคาที่ก่อสร้างแล้ว

สำหรับหลังคาที่ก่อสร้างแล้วการติดตั้งฉนวนจะทำได้เพียงวิธีเดียว คือ การปูฉนวนในร่องแป โดยใช้ลวดหรือสลิงผูกติดด้านล่างของแป และนำฉนวนสอดเข้าระหว่างลวดกับหลังคา ตรวจสอบความเรียบร้อย รอยต่อและความเสียหายให้ใช้เทปอลูมิเนียมฟอยล์ปิดรอย

- การติดตั้งฉนวนกับหลังคาที่เริ่มก่อสร้างใหม่

สำหรับหลังคาที่ก่อสร้างใหม่การติดตั้งฉนวนทำได้ 2 วิธี คือ การปูฉนวนในร่องแป และการปูฉนวนเหนือแป ซึ่งการเลือกตำแหน่งการติดตั้งจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของระบบหลังคา การติดตั้งจะใช้ตะแกรงลวดเชื่อมใต้หรือบนแป และนำฉนวนวางในร่องแปหรือบนแปจนเต็มพื้นที่ ตรวจสอบความเรียบร้อย รอยต่อและความเสียหายให้ใช้เทปอลูมิเนียมฟอยล์ปิดรอย

- การติดตั้งฉนวนใต้ท้องพื้นคสล.

สำหรับพื้นคสล.การติดตั้งฉนวนทำได้โดยการฝังพุกใต้พื้นคสล. ระยะห่างของพุกจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและความหนาของฉนวน การติดตั้งนำฉนวนเสียบทะลุกับหัวสกรูให้ทะลุโดยให้หัวสกรูโผล่ออกมาจากฉนวนและสวมตะแกรง และนำแผ่นสังกะสีมาเสียบที่หัวสกรูเพื่อล็อคตะแกรง ตรวจสอบความเรียบร้อย รอยต่อและความเสียหายให้ใช้เทปอลูมิเนียมฟอยล์ปิดรอย

- การติดตั้งฉนวนเหนือฝ้าเพดาน

สำหรับการติดตั้งฉนวนเหนือฝ้าเพดานจะทำได้การปูฉนวนทับโครงคร่าวฝ้าเพดาน 2 ชั้น จนเต็มพื้นที่ โดยรอยของฉนวนจะต้องไม่เป็นรอยเดียวกันเพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนลงมา รอยต่อและความเสียหายให้ใช้เทปอลูมิเนียมฟอยล์ปิดรอย

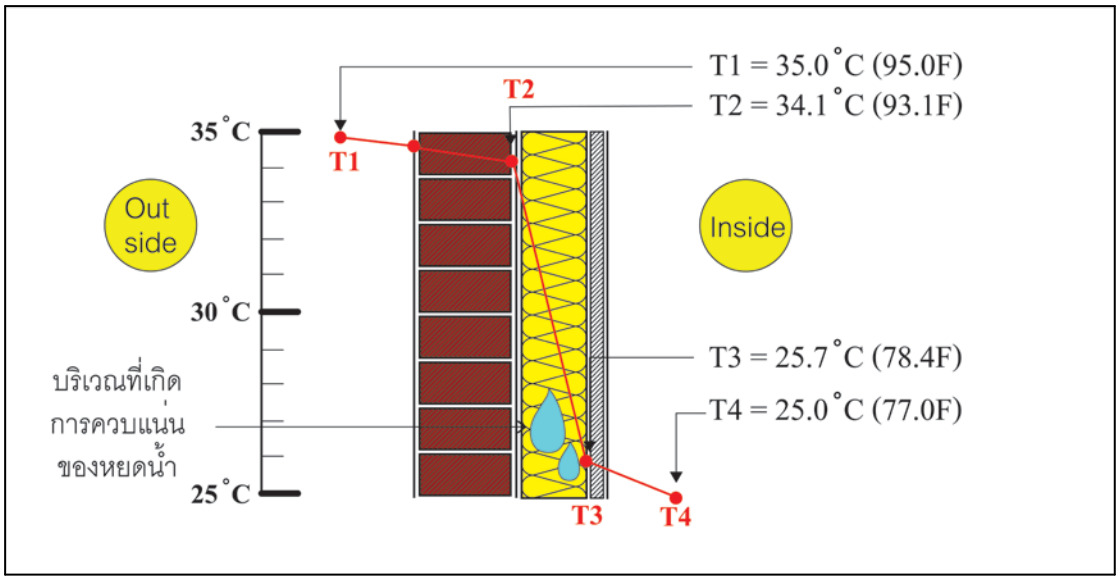
- การติดตั้งฉนวนฝ้าเพดานสำเร็จรูป

สำหรับการติดตั้งฉนวนฝ้าเพดานสำเร็จรูปทำได้การนำฉนวนขึ้นไปวางแทนที่แผ่นฝ้ายิปซัมได้ทันที

ส่วนผนัง เป็นส่วนสำคัญที่จำเป็นจะต้องเข้าใจตำแหน่งที่ติดตั้ง เพราะการติดตั้งฉนวนที่ไม่ถูกต้องจะก่อให้เกิดปัญหาการควบแน่นเป็นหยดน้ำได้ ซึ่งจำเป็นต้องเลือกรูปแบบให้เหมาะสมกับตำแหน่งที่จะติดตั้ง โดยจะแตกกันไปตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

- การติดตั้งฉนวนในโครงคร่าว

สำหรับการติดตั้งฉนวนในโครงคร่าว ทำได้โดยการใส่ฉนวนในโครงคร่าวผนังจนเต็มพื้นที่ สำหรับตำแหน่งการติดตั้งที่ติดกับผนังเปลือกอาคารรูปแบบฉนวนจำเป็นต้องห่อหุ้มฟอยล์รอบด้านเพื่อป้องกันความชื้นที่จะเข้าสู่ฉนวนและช่วยให้ตำแหน่งการควบแน่นจะอยู่ที่ผิวของฟอยล์แทนที่จะอยู่ในเนื้อฉนวน ส่วนผนังภายในอาคารรูปแบบสามารถเลือกใช้แบบไม่ติดฟอยล์ได้




**ภาพที่** 5-1 แสดงตำแหน่งที่อาจจะการเกิดการควบแน่นส่วนผนัง จากข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดของวัน 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60% จะมีอุณหภูมิของจุดน้ำค้างประมาณ 25.7 องศาเซลเซียส

**กรณีอาคารไม่ปรับอากาศ**

อาคารที่ใช้ระบบธรรมชาติซึ่งไม่มีใช้ระบบเครื่องกลมาช่วยในการปรับสภาพอากาศภายในอาคารนั้น จะได้รับอิทธิพลความร้อนจากสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิอากาศโดยตรง เมื่อกรอบอาคารได้รับความร้อนจากสภาพแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นแสงแดดที่ตกกระทบโดยตรง หรือเกิดจากการสะท้อนความร้อนของพื้นผิวโดยรอบ เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร ส่งผลโดยตรงผู้ที่อยู่อาศัยในอาคารเกิดความรู้สึกไม่สบาย ดังนั้นการเลือกวัสดุของกรอบอาคารจำเป็นต้องมีการเลือกวัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง เพื่อการสกัดกั้นการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร โดยเฉพาะกรอบอาคารส่วนหลังคาเป็นส่วนที่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรงตลอดเวลากลางวัน การติดตั้งฉนวนใยแก้วในส่วนของหลังคาจะช่วยลดการถ่ายเทความร้อนในช่วงเวลากลางวันลงได้มหาศาล การติดตั้งฉนวนใยแก้วสำหรับอาคารที่ไม่มีการปรับอากาศนั้น ส่งผลให้เกิดประโยชน์ ดังนี้

- ลดอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT ; Mean Radian Temperature)
- หน่วงช่วงเวลาอุณหภูมิสูงสุดของวัน (peak period)
- เพิ่มสภาวะน่าสบายให้กับภายในอาคาร (comfort zone)

- ผู้อาศัยในอาคารมีคุณภาพชีวิตดีขึ้น

**กรณีอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ**

อาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ มีการนำระบบเครื่องกลมาช่วยในการปรับสภาพอากาศภายในอาคาร โดยระบบปรับอากาศจะมีหน้าที่สำคัญ 2 ส่วน คือ การลดความร้อนและความชื้นในอากาศ ดังนั้นการเลือกกรอบอาคารจำเป็นต้องพิจารณาเน้นไปที่ลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคาร และลดการสะสมความร้อนของกรอบอาคาร อันจะส่งผลต่อการใช้พลังงานไปในการลดความร้อนมากขึ้น นอกจากนั้น กรอบอาคารสำหรับอาคารปรับอากาศจำเป็นต้องมีการควบคุมการรั่วไหลของอากาศ เป็นการลดการซึมผ่านของอากาศที่มีทั้งความร้อนและความชื้น อันจะส่งผลต่อการทำงานของระบบปรับอากาศยิ่งขึ้น การติดตั้งฉนวนใยแก้วสำหรับอาคารที่มีการปรับอากาศนั้น ส่งผลให้เกิดประโยชน์ ดังนี้

- ลดอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT ; Mean Radian Temperature)
- หน่วงช่วงเวลาอุณหภูมิสูงสุดของวัน (peak period)
- ลดปริมาณการใช้พลังงานในการปรับอากาศ (cooling load) ส่งผลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง ทำให้ลดการใช้พลังงานโดยรวมของชาติลงได้อย่างมหาศาล
- ช่วยให้คุณภาพชีวิตดี

## 5.3 สรุปผลการสร้างแนวทางใช้ฉนวนใยแก้ว

การเลือกใช้ฉนวนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ไม่เพียงแต่จะช่วยทำให้เกิดประโยชน์ตามคุณสมบัติต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วเท่านั้น การเลือกใช้ฉนวนอย่างถูกต้องจะช่วยทำให้เกิดผลดีในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ช่วยลดการถ่ายเทความร้อนจากอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารได้ อุณหภูมิอากาศภายในอาคารไม่เปลี่ยนแปลงตามสภาพอากาศภายนอกส่งผลให้ภายในอาคารเย็นสบาย ไม่ร้อน
- ช่วยสกัดกั้นการถ่ายเทความร้อนจากสภาพแวดล้อมได้ การที่กรอบอาคารไม่ได้รับการส่งผ่านความร้อนจะทำให้กรอบอาคารมีอุณหภูมิไม่สูงขึ้น ทำให้ผู้อยู่อาศัยภายในบ้านอยู่สบาย
- ทำให้อาคารไม่ได้รับการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคาร ส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพอากาศภายนอก ส่งผลโดยตรงต่อผู้อยู่อาศัยไม่รู้สึกร้อนๆ หนาวๆ อยู่ภายในอาคารแล้วรู้สึกสบายขึ้น

- ช่วยลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอก ทำให้ภายในอาคารมีอุณหภูมิคงที่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามสภาพแวดล้อมภายนอก ไม่มีการแปรปรวนของอากาศ กรอบอาคารไม่มีการสะสมความร้อนและความชื้นอันจะเกิดการถ่ายเทความร้อนยังผู้อยู่อาศัยได้ ทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกสบาย สุขภาพดี ร่างกายไม่ป่วยไข้ ส่งผลต่อความยืนยาวของชีวิต
- ช่วยให้มีค่าต้านทานความร้อนและการดันความชื้นได้ดี กรอบอาคารไม่มีการสะสมความร้อนและความชื้น ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอาคารที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ ในการลดอุณหภูมิ และรีดความชื้นจากอากาศภายในอาคาร เป็นการประหยัดการใช้พลังงาน ส่งผลต่อค่าไฟฟ้า ทำให้ค่าใช้จ่ายลดลง

## 5.4 อภิปรายผล

ลักษณะสภาพอากาศของไทยเป็นเมืองร้อนชื้น จึงมีความชื้นในอากาศในปริมาณสูง ความชื้นในอากาศ นี้ส่งผลเสียต่ออาคารโดยตรง เป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่า การควบแน่นเป็นหยดน้ำในอากาศ (condensation) คือ ความชื้นที่เกิดขึ้น ในสภาวะที่อุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารต่างกัน ทำให้ เกิดการกลั่นตัวของอากาศเป็นละอองน้ำหรือหยดน้ำ แล้วโดนดูดซึมโดยวัสดุพรุนของอาคาร ดังนั้นการใช้ฉนวนกันความร้อนอย่างถูกต้องจะช่วยลดการดูดซับความชื้นในอากาศ ลดความต่างของอุณหภูมิในโครงสร้าง ทำให้ความชื้นแผ่กระจายโดยสม่ำเสมอตลอดที่ว่าง ไม่รวมตัวอยู่เป็นแห่งๆ รักษาระดับอุณหภูมิน้ำค้าง (dew point) ให้คงที่เพื่อป้องกันการเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำในอากาศ และเนื้อฉนวนต้องมีคุณสมบัติในการกันความชื้นได้ จะทำให้กรอบอาคารและภายในอาคารไม่มีความชื้นและเชื้อราเกิดขึ้น โดยมีข้อควรพิจารณาดังนี้

### 5.4.1 การป้องกันความร้อน

การติดตั้งฉนวนใยแก้วไม่ถูกวิธีจะส่งผลต่อการกันความร้อนให้กับอาคาร เช่น การติดตั้งฉนวนไม่หุ้มส่วนของโครงสร้าง จากการติดตั้งเช่นนี้จะเป็นสาเหตุของการส่งผ่านความร้อนจากภายนอกอาคารเข้ามาตามโครงสร้างอาคาร หรือที่เรียกว่า “สะพานความร้อน” ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายใน ส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้น อีกสาเหตุของการเกิดความร้อนอีกประการ คือ การติดตั้งอย่างไม่เรียบร้อย แผ่นของฉนวนกันความร้อนปูไม่ชิดกันหรือเกิดร่องบริเวณรอยต่อ ทำให้ความร้อนสามารถส่งผ่านเข้ามาในอาคารตามรอยต่อดังกล่าวได้ ส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้นได้

การติดตั้งฉนวนอย่างถูกต้องและเหมาะสมช่วยให้ประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ลดอุณหภูมิสูงสุดของวันลงได้ และอุณหภูมิภายในคงที่มากขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศภายในอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงสภาวะน่าสบายสำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ ส่วนอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศจะช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศลงได้อย่างมหาศาล

### 5.4.2 การป้องกันความชื้น

การติดตั้งฉนวนควบคู่ไปกับวัสดุอื่นก็มีผลต่อการแทรกซึมผ่านของความชื้นได้ เช่น การติดตั้งฉนวนควบคู่กับวัสดุที่มีความพรุนของเนื้อวัสดุสูง ทำให้ความชื้นในอากาศจากภายนอกแทรกซึมผ่านเข้ามาในชั้นวัสดุ ส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของฉนวนใยแก้ว เกิดการเน่าของวัสดุในเวลาต่อมา ต้นเหตุของโรคภูมิแพ้ของผู้อาศัยในอาคาร ดังนั้น การติดตั้งฉนวนอย่างถูกต้องจะช่วยลดความชื้นเข้าสู่อาคาร ลดการแทรกซึมของไอน้ำในอากาศลงได้ หลีกเลี่ยงปัญหาการเสื่อมสภาพของฉนวนจากความชื้นที่แทรกซึมผ่านวัสดุประกอบเข้ามาสะสมความชื้นในเนื้อฉนวน สาเหตุการเกิดความชื้นอีกประการ คือ การติดตั้งอย่างไม่เรียบร้อย แผ่นของฉนวนกันความร้อนปูไม่ชิดกันหรือเกิดร่องบริเวณรอยต่อ รอยขาด ทำให้ความชื้นสามารถส่งผ่านเข้ามาในอาคารตามรอยต่อดังกล่าวได้ ส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้นได้

### 5.4.3 การดูดซับเสียงและกันเสียง

การติดตั้งฉนวนอย่างไม่ถูกต้อง เช่น การติดตั้งฉนวนไม่หุ้มโครงสร้าง การเลือกวัสดุไม่เหมาะสมตามความถี่และความดังของห้อง ปัจจัยดังกล่าวจะทำให้เกิดการส่งผ่านของเสียงไปสู่ห้องข้างเคียง ขาดความเป็นส่วนตัวสำหรับห้องนอน หรือในทางกลับกันจะทำให้ได้รับเสียงรบกวนก่อให้เกิดความรำคาญขึ้นได้ ดังนั้นการติดตั้งฉนวนอย่างถูกต้องช่วยในการควบคุมเสียงภายในอาคารให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด สามารถกันเสียงรบกวนจากภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ และกันเสียงที่ส่งผ่านระหว่างห้องได้ มีความเป็นส่วนตัวและไม่เกิดเสียงรบกวน การดูดซับเสียงที่ดีจนไม่เกิดการก้อง การสะท้อนของเสียงจนกลายเป็นเสียงรบกวนลงได้ ส่งผลต่อการได้ยินที่ดี ไม่มีเสียงดังรบกวน

### 5.4.4 การประหยัดพลังงาน

การติดตั้งฉนวนที่ไม่ถูกต้องที่ส่งผลให้ความร้อนจากภายนอกเข้ามาภายในอาคาร ทำให้อุณหภูมิภายในห้องสูงขึ้น ห่างไกลจากสภาวะน่าสบายจนทำให้ต้องใช้เครื่องกลช่วยในการปรับอุณหภูมิ ไม่ว่าจะเป็นการใช้พัดลมหรือการใช้เครื่องปรับอากาศ ล้วนแต่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารปรับอากาศที่มีการติดตั้งฉนวนอย่างผิดวิธี จะ

ทำให้เครื่องทำงานในการลดอุณหภูมิ และความชื้นที่เพิ่มขึ้นในอากาศ ส่งผลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นมหาศาล

เมื่อมีการสกัดกั้นการถ่ายเทความร้อนได้เป็นอย่างดีของการติดตั้งฉนวนในส่วนต่างๆ ของอาคาร และลดการแทรกซึมของความชื้นในอากาศ ลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศลง ส่งผลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง ลดค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าไฟฟ้าให้กับผู้ใช้อาคาร และลดปริมาณกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าของส่วนรวม

### 5.4.5 การเพิ่มคุณภาพชีวิต

ผลกระทบทางด้านความร้อนส่งผลให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ด้านความชื้นที่แทรกซึมผ่านเข้าสู่เนื้อวัสดุและทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของฉนวน และด้านการกันเสียง/การดูดซับเสียง ทำให้เกิดเสียงรบกวน ขาดการควบคุมเสียงที่ดี ปัญหาทั้งหมดล้วนเกิดจากปัญหาการติดตั้งฉนวนไม่ถูกวิธี ส่งผลให้เกิดการสูญเสียคุณภาพชีวิตที่ดีสำหรับผู้ใช้อาคาร

- ไม่อยู่ในสภาวะน่าสบาย ทำให้ร่างกายได้รับการกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตลอดเวลา ทำให้สภาพร่างกายอ่อนแอ เจ็บป่วยได้
- ความชื้นทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของวัสดุและฉนวน ส่งผลให้คุณภาพอากาศภายในอาคารไม่ดี ส่งผลต่อสุขภาพ โดยเฉพาะเกี่ยวกับทางเดินหายใจ เกิดเป็นโรคภูมิแพ้ได้
- การกันเสียงและการดูดซับเสียงอย่างไม่ถูกต้อง ทำให้เกิดเสียงรบกวนต่างๆ ทำให้เกิดความรำคาญแก่ผู้ฟังได้ หรือได้รับเสียงดังเกินจนทำให้หูเสื่อมสภาพ
- การกันเสียงที่ไม่ดี ทำให้เสียงส่งผ่านไปยังห้องอื่นๆ ได้ ก่อให้ขาดความเป็นส่วนตัว มีผลต่อการทำกิจกรรมและการดำเนินชีวิตประจำวัน

การติดตั้งฉนวนใยแก้วอย่างถูกวิธี ทำให้ลดอุณหภูมิภายในอาคาร ลดความชื้นเข้าสู่อาคาร คุณภาพเสียงดีขึ้น ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารดีขึ้น ดังนี้

- อุณหภูมิอากาศใกล้เคียงในสภาวะน่าสบาย และคงที่ ไม่แปรปรวนตามสภาพอากาศ ไม่ต้องมีการปรับตัวของร่างกาย
- การที่ร่างกายไม่เจออากาศที่แปรปรวนทำให้มีสภาพร่างกายแข็งแรง ไม่ป่วยง่าย
- การสะสมความชื้นของเนื้อฉนวนลดลงจากการติดตั้งที่ถูกต้อง ทำให้คุณภาพอากาศภายในอาคารดีขึ้น
- คุณภาพเสียงภายในอาคารดี มีการกันเสียงและการดูดซับเสียงอย่างเหมาะสม

## 5.5 ข้อเสนอแนะ

วิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วมีความสำคัญเป็นอย่างที่จะส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนของหลังคาที่ต้องทำการติดตั้งให้ถูกต้อง สำหรับวิธีการที่จะเสนอแนะสำหรับอาคารจะกำลังจะก่อสร้าง คือ

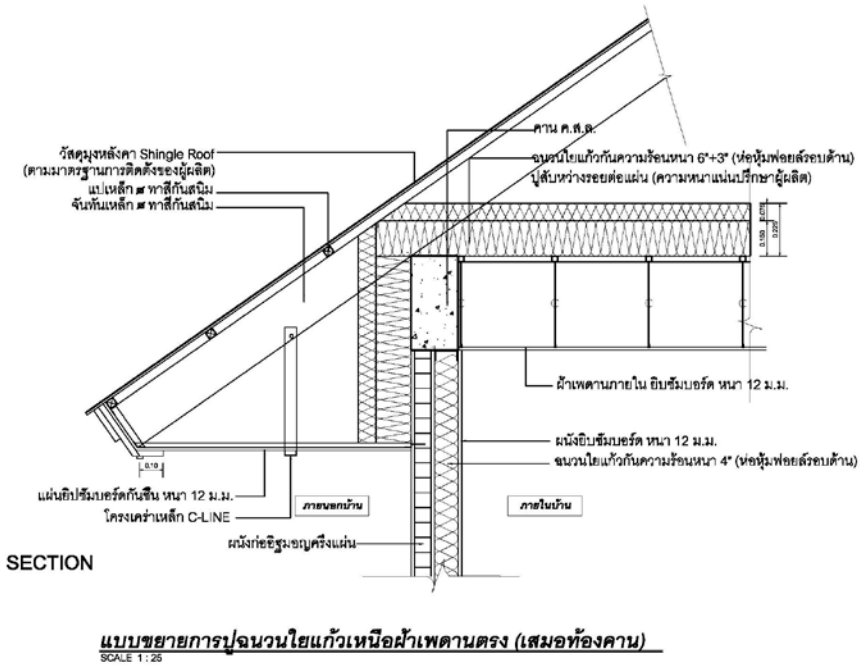
**<u>การติดตั้งฉนวนเหนือฝ้าเพดานกับอาคารที่ก่อสร้างใหม่</u>**

**การเลือกรูปแบบฉนวนใยแก้ว**

- รูปแบบของฉนวนใยแก้วที่เหมาะสมเป็นแบบม้วน ห่อหุ้มฟอยล์รอบด้าน
- ความหนา 9 นิ้ว(6+3 นิ้ว) แบบ 2 ชั้น
- ความหนาแน่น 24 กก./ม$^3$

**เทคนิคการติดตั้งฉนวนใยแก้วแบบปูเหนือฝ้าเพดาน**

- สร้างโครงคร่าวเหล็กเพื่อรองรับฉนวนใยแก้ว
- นำฉนวนใยแก้วมาคลี่ออกและสบัดเพื่อให้ฉนวนพองตัวขึ้นแล้วปิดปากฉนวนด้านที่เปิดไว้
- นำฉนวนชั้นที่ 1 ขึ้นไปวางเหนือโครงคร่าวเหล็ก วางให้เต็มพื้นที่โดยปูฉนวนให้เลยออกมาทางด้านหน้าของคานยาวไปถึงแนวระแนงชายคา รอยต่อชนของฉนวนต้องแนบชิดสนิท
- นำฉนวนชั้นที่ 2 ขึ้นไปวางทับด้านบนโดยวางขวางกับแนวเดิม วิธีการติดตั้งทำลักษณะเดียวกับชั้นที่ 1
- ส่วนที่เสียหายให้ทำการซ่อมแซมด้วยเทปอลูมิเนียมฟอยล์




***แบบขยายการปูฉนวนใยแก้วเหนือฝ้าเพดานตรง (เสมอท้องคาน)***
SCALE 1 : 25

**ภาพที่** 5-2 แสดงแบบวิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วซ้อนทับกัน 2 ชั้นเหนือฝ้าเพดาน โดยปูฉนวนให้เลยออกมาทางด้านหน้าของคานยาวไปถึงแนวระแนงชายคา

# รายการอ้างอิง

**ภาษาไทย**

จันทร์รุ่ง มนต์วิเศษ. **การป้องกันการเกิดการควบแน่นของฉนวนใยแก้วในระบบผนังอาคาร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีอาคาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

สุนทร บุญญาธิการ. การใช้วัสดุเพื่อการประหยัดพลังงานในอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ. วารสารอาษา (กรกฎาคม 2539): 102-103.

สุนทร บุญญาธิการ. ผนังฉนวนกันความร้อน. วารสารอาษา (กรกฎาคม 2539): 70-71.

สุนทร บุญญาธิการ. อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติตัวอย่างของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. วารสารอาษา (สิงหาคม 2539): 12-16.

สุนทร บุญญาธิการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

**ภาษาอังกฤษ**

American Society of Heating, Refrigeration and Air-condition Engineering. ASHRAE Fundamentals. Kuala Lumper, 1989.

American Society of Heating, Refrigeration and Air-condition Engineering. ASHRAE Handbook Fundamentals SI Edition. Atlanta. Geoegia: American Society of Heating, Refrigeration and Air-condition Engineers Inc., 1997.

Egan E. David. Concepts in Architectural Acoustics. New York: McGraw-Hill, 1972.

McGuinness, William J. Mechanical and electrical equipment for buildings. Seventh Edition. Canada: John Wiley & Sons, Inc., 1986.

Olgyay, Victor and Olgyay, Aladar. Design with climate. New Jersey: Princeton, 1973.

**สื่ออิเลคทรอนิค**

Identification et évaluation des cancérogènes : Les Monographies du CIRC available in http://www.iarc.fr/

NAIMA's Commitment to Safety available in http://www.naima.org/pages/resources/safety/safety.html

NAIMA's Health and Safety Partnership Program (HSPP) available in http://www.naima.org/pages/benefits/hspp/hspp.html

HSPP - A Voluntary Program Designed to Assure Greater Worker Protection available in http://www.naima.org/pages/benefits/hspp/hspp_liter.html

FAQs about the Health and Safety of Fiber Glass available in http://www.naima.org/pages/benefits/hspp/hspp_liter.html

http://www.naima.org/pages/benefits/hspp/hspp_liter.html

Safety of Fiber Glass Insulation available in http://www.naima.org/pages/resources/safety/glass-ins1.html

The International Agency for Research on Cancer (IARC) http://www.iarc.fr/

Occupational Safety & Health Administration http://www.osha.gov/

National toxicology program http://ntp-server.niehs.nih.gov/

The National Academy of Sciences (NAS) http://www.nasonline.org/site/PageServer

American Lung Association http://www.lungusa.org/

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก
# ประมวลคำศัพท์และคำนิยามที่เกี่ยวข้องกับฉนวน

**คำศัพท์และคำนิยามในงานวิจัย**

**การควบแน่น** (Condensation)

การที่ไอน้ำเปลี่ยนสภาพเป็นน้ำเหลวบนผิวของพื้นผิวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดน้ำค้างของไอน้ำ

**การซึมผ่าน** (Perm)

หน่วยของสภาพแทรกซึมความชื้นที่ได้รักการยอมรับ โดยกำหนดให้เท่ากับ 1 เกรนต่อตารางฟุต, ชม., นิ้วปรอท

**การดูดซึม** (Absorption)

คุณสมบัติของวัสดุซึ่งสามารถที่จะเก็บของเหลว (อาจในรูปของเหลวหรือไอน้ำ) โดยเฉพาะด้วยการดูด และรับเข้าไว้

**การส่งผ่านความร้อน** (Thermal Transmission, heat)

ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท เนื่องจากการนำ การพาหรือการแผ่รังสีความร้อน ภายใต้สภาวะที่ดำเนินอยู่

**การหน่วงความร้อน** (Thermal Time Lag, Time Lag)

ส่วนใหญ่จะนิยมใช้คำว่า “Time Lag” หมายถึง ระยะเวลาที่ความร้อนถ่ายเทจากด้านที่ร้อนกว่าไปยังด้านที่เย็นกว่าของผนัง หรือหลังคาอาคาร ระยะเวลาที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อนขึ้นอยู่กับมวลสาร และความจุความร้อนของผนังหรือหลังคา โดยทั่วไปสำหรับผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว ระยะเวลาดังกล่าวอาจนานถึง 4 ชั่วโมง หมายความว่า ความร้อนที่เกิดจากด้านหนึ่งจของผนังต้องใช้เวลานาน 4 ชั่วโมง เพื่อถ่ายเทไปสู่อีกด้านหนึ่งของผนัง

**ความต้านทานความร้อน** (Thermal or Heat Resistance)

คุณสมบัติของวัสดุในการทนทานต่อความร้อนโดยปราศจากการเสื่อมสภาพหรือการเสียหาย

**ความร้อน** (Heat)

ผลการเคลื่อนไหวของโมเลกุลและกระทำร่วมกับแรง พลังงานในรูปแบบชั่วขณะ

**ความสามารถนำความร้อน** (Thermal Conductivity)

ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านหน่วยพื้นที่ของวัสดุต่อหน่วยเวลา ผ่านความหนา 1 หน่วย ด้วยผลต่างอุณหภูมิระหว่างพื้นผิวของด้านทั้งสอง 1 หน่วย

**ค่าแทรกซึมความชื้น** (Permeability)

คุณสมบัติในการป้องกันความชื้นของวัสดุแต่ละชนิด มีหน่วยเป็น perm โดย 1 perm เท่ากับปริมาณไอน้ำจำนวน 5.72 x 10-11 กิโลกรัม (kg) ที่ถ่ายเทผ่านพื้นที่ผิว 1 ตารางเมตร (m2) ในเวลา 1 วินาที (s) โดยมีผลต่างของความดันไอน้ำ เท่ากับ 1 ปาสคาล (Pa) นั่นคือ 1 perm

=5.72 x 10-11 kg / pa * s * $m^2$ ค่าแทรกซึมความชื้นอาจหาด้วยวิธีทดสอบแบบ Wet-cup หรือ Dry-cup โดยปกติการทดสอบแบบ Wet-cup จะให้ค่ามากกว่าแบบ Dry-cup ประมาณ 5 เท่า ดังนั้นการเปรียบเทียบระหว่างวัสดุควรเป็นค่าที่ได้จากการทดสอบแบบเดียวกัน

**จุดน้ำค้าง** (Dew point)

อุณหภูมิซึ่งปริมาณของไอน้ำในวัสดุจะอยู่ในสภาวะอิ่มตัว ซึ่งเป็นผลให้เกิดการควบแน่นของไอน้ำเป็นน้ำ เมื่อเกิดมีอุณหภูมิลดลงเพิ่มขึ้นอีกจากจุดนั้น

**ฉนวนความร้อน** (Thermal Insulation)

วัสดุที่มีอากาศหรือก๊าซบรรจุอยู่ในเนื้อวัสดุ (โพรงขนาดเล็กในก้อนวัสดุ) หรือเป็นลักษณะผิวสะท้อนความร้อน ซึ่งเมื่อนำมาใช้งานอย่างเหมาะสมจะหน่วงการถ่ายเทความร้อนด้วยประสิทธิผลที่สมเหตุสมผลภายใต้สภาวะเริ่มต้น

**ตัวกั้นไอน้ำ** (Vapour Barrier)

เป็นวัสดุที่นำมาติดตั้งบนผิวด้านที่มีความดันไอน้ำสูงเพื่อหน่วงการเคลื่อนที่ผ่านของไอน้ำจากด้านที่มีความดันไอน้ำสูงไปยังด้านที่มีความดันต่ำกว่า

**สภาพการส่งผ่านความร้อน** (Thermal Transmittance)

อัตราส่วนของการไหลคงตัวของพลังงานความร้อนจากอากาศบรรยากาศบนด้านหนึ่งของวัตถุ ผ่านวัตถุไปสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกของอีกด้านหนึ่งของวัตถุ เนื่องจากผลต่างของอุณหภูมิระหว่างสิ่งแวดล้อมทั้งสองด้าน

**สภาพต้านทานความร้อน** (Heat resistance)

คุณสมบัติของวัสดุซึ่งสามารถที่จะทนทานความร้อนโดยปราศจากการเสื่อมสภาพหรือเสียหาย

**สภาพทนไฟ** (Fire Endurance)

คุณสมบัติของวัสดุซึ่งวัดเวลาที่ใช้ในการแสดงสภาพต้านทานต่อไฟไหม้อย่างต่อเนื่องของวัสดุภายใต้สภาวะที่กำหนดของการทดสอบและสมรรถนะ

**อุณหภูมิจุดน้ำค้าง** (Dew Point Temperature)

อุณหภูมิของอากาศอิ่มตัวหรืออุณหภูมิที่อากาศถูกทำให้เย็นลงก่อนเกิดการควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ

# ภาคผนวก ข
# ข้อมูลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฉนวนใยแก้ว

## ภาคผนวก 1 ข้อมูลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฉนวนใยแก้ว

### 1. การวิจัยเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้ฉนวน

ใยแก้วได้มีการประดิษฐ์คิดค้นตั้งแต่ปี 1897 และได้มีการใช้ฉนวนกันอย่างแพร่หลายในประเทศ (เช่น อเมริกา ยุโรป) เนื่องจากสภาพอากาศที่รุนแรงของประเทศเหล่านั้นจึงทำให้อาคารในประเทศเหล่านั้นจำเป็นต้องมีการใช้ฉนวน และเนื่องจากฉนวนส่วนมากเป็นวัสดุสังเคราะห์ที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น จึงทำให้มีความไม่มั่นใจในความปลอดภัยในการใช้ฉนวน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี 1930 นักวิทยาศาสตร์ได้พบว่าแอสเบสตอสเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็ง จึงเกิดความกังวลต่อผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นเส้นใยคล้ายกัน อย่างเส้นใยแก้วว่าอาจจะก่อให้เกิดมะเร็งได้ จากการหาข้อสรุปของการเป็นสาเหตุของสารก่อมะเร็ง จึงเกิดองค์กรต่างๆ เพื่อมาวิจัย และตอบปัญหาความปลอดภัยในการใช้ฉนวน ดังรายการดังต่อไปนี้

**ตาราง ข-1** รายชื่อองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและวิจัยด้านความปลอดภัยในการใช้ฉนวน

| Term | Definition/Explanation |
|---|---|
| ACGIH | The American Conference of Governmental Industrial Hygienists |
| HSPP | Health and Safety Partnership Program, NAIMA's voluntary worker protection program developed in concert with OSHA. |
| ICAA | The Insulation Contractors Association of American |
| NAIMA | North American Insulation Manufacturers Association, a trade organization representing manufacturers of fiber glass and rock and slag wool insulation products in North America. |
| NIA | The National Insulation Association |
| NIOSH | The National Institute of Occupational Safety and Health |
| NRC | The National Research Council |
| OSHA | The Occupational Safety and Health Administration |
| PEL | Permissible exposure limit |
| U.S.EPA | U.S. Environmental Protection Agency |

การศึกษาขององค์กรต่างๆ ที่มีความสอดคล้องในเรื่องวิวัฒนาการและความปลอดภัยของการใช้ฉนวนใยแก้ว ดังนี้

- NAIMA ได้ทำการสำรวจและตรวจสอบในเรื่องความปลอดภัยของฉนวนเพื่อให้เกิดความมั่นใจในการใช้ฉนวน โดยได้มีความร่วมมือกับองค์กรต่างๆ ทั้งในประเทศอเมริกาและองค์กรนานาชาติที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพเพื่อกำหนดตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยต่อมนุษย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการเกิดมะเร็งในระบบทางเดินหายใจและผิวหนัง
- OSHA ได้สรุประดับปริมาณของใยแร่ต่างๆ ในบรรยากาศ เพื่อเป็นมาตรฐานในการวัดและตรวจสอบความปลอดภัยสำหรับการใช้งานจริง โดยสรุปปริมาณในบรรยากาศของสารสังเคราะห์ใยแร่ ในสิ่งแวดล้อมการทำงานในบรรยากาศของการทำงานตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ 8 ชั่วโมง
- สถาบันมะเร็งของสหรัฐอเมริกา (American lung association) ระบุว่าการจับต้องฉนวนใยแก้วโดยตรงหรืออนุภาคที่ฟุ้งในอากาศ จะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง ตา จมูก และลำคอ แต่ใยแก้วจะส่งผลในบุคคลบางกลุ่มที่ไวต่อการสัมผัสเส้นใยแก้วเท่านั้น การเกิดปฏิกิริยาตอบสนองต่อการระคายเคืองจากใยแก้วไม่เกิดขึ้นกับทุกคน ทำให้องค์กรต่างๆ เช่น Occupational Safety and Health Administration (OSHA) The International Agency for Research on Cancer (IARC) and the National Toxicology Program (NTP) ให้มีการติดฉลากเตือนเกี่ยวกับการเสี่ยงต่อโรคมะเร็ง

จากการศึกษามีผลการวิจัยเพื่อรับรองความปลอดภัยในการใช้ฉนวนใยแก้วมากว่า 70 ปี และมีการยืนยันขององค์กรต่างๆ ได้จัดกลุ่มของฉนวนใยแก้ว อยู่ในกลุ่มของเส้นใยที่มนุษย์ประดิษฐ์ Man-Made Vitreous Fibers (MMVFs) ซึ่งได้มีการยืนยันความปลอดภัยว่า การใช้ฉนวนประเภทนี้มีปลอดภัยสำหรับการใช้ หากมีการผลิตและติดตั้งที่ถูกวิธี โดยอาจทำให้รู้สึกระคายเคืองต่อผู้ที่สัมผัสโดยตรง เช่น ผู้ติดตั้งฉนวน ดังนั้นจึงควรมีการป้องกันที่ถูกต้องขณะติดตั้ง สำหรับผู้ที่อยู่ในอาคารที่มีการติดตั้งฉนวนใยแก้วที่ถูกวิธีจะไม่เป็นอันตรายจากการใช้ฉนวนใยแก้ว จึงเห็นได้ว่ามีการศึกษาและค้นคว้าอย่างจริงจังเพื่อให้เกิดข้อสรุปถึงความปลอดภัยในการใช้ฉนวน และสามารถสรุปได้ดังนี้

**พ.ศ** .2537 **(ปี** 1994) NTP ได้กำหนดให้ fiberglass เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งโดยใช้ข้อมูลที่มาจากสัตว์

**พ.ศ .2541 (ปี 1998)** The American Conference of Govern-mental Industrial Hygienists ได้ทำเอกสารเกี่ยวกับ glass wool เป็นสารก่อมะเร็ง โดยได้ผลจากการทดลองกับสัตว์ จากการทดลองซึ่งไม่ได้รวมผลถึงการทำงานของคน

**พ.ศ .2542 (ปี 1999)** OSHA and the manufacturers voluntarily ตกลงร่วมกัน หาแนวทางเพื่อควบคุมปริมาณของอนุภาคและการหลีกเลี่ยงการระคายเคืองในส่วนทำงาน จึงเป็นที่มาของ Health & Safety Partnership Program ซึ่งรวมไปถึงข้อกำหนดของระดับของอนุภาค 1.0 fiber per cubic centimeter (f/cc) ใน 8 ชั่วโมงการทำงาน

**พ.ศ .2543 (ปี 2000)** The National Academy of Sciences (NAS) ได้รายงานเกี่ยวกับการศึกษา พบว่าตัวใยแก้วไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อมะเร็งปอด และสนับสนุนระดับของอนุภาค 1.0 fiber per cubic centimeter (f/cc) เช่นกัน

**พ.ศ .2544 (ปี 2001)** The IARC ได้มีการทบทวนการจัดลำดับของ glass wool ซึ่งอาจจะเป็นส่วนที่ทำให้ก่อมะเร็ง ซึ่งปัจจุบันนี้มีพิจารณาถึงระดับที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็งในคน จากการศึกษาเมื่อ 15 ปีที่แล้วซึ่งไม่มีข้อมูลที่เพียงพอในข้อสรุปของการก่อมะเร็ง

กองทุนการศึกษาอิสระโดย NAIMA ได้จัดหาข้อมูลใจความหลักที่เกี่ยว การทบทวนของผู้เชี่ยวชาญ โดยยึดตามข้อมูลจากการประเมินดังต่อไปนี้

- ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างโรคทางเดินหายใจ และ การสัมผัสกับฉนวนใยหินโดยตรงของมนุษย์
- จากการเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับมนุษย์พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างใยแก้วกับโรคที่จะเกิดขึ้น
- ใยแก้วเป็น สารที่สามารถละลายได้ (bio soluble) และดังนั้น จึงละลายในของเหลวในร่างกายจะไวกว่าเส้นใยอื่นๆที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคในมนุษย์
- ในสถานที่ทำงาน ระดับของเส้นใยที่สามารถหายใจเข้าไปได้ ในขนาดที่มีขนาดเล็กกว่า 1 เส้นใย/ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีการฟุ้งกระจายในฉนวนอาคาร ไม่มีนัยสำคัญที่แตกต่างไปกว่าอาคารที่ไม่มีการติดตั้งฉนวน

**ตาราง ข**-2 แสดงการศึกษาค้นคว้าด้านความปลอดภัยและการสร้างมาตรฐานความปลอดภัยของฉนวนใยแก้ว

| ปี ค.ศ. | Notable Historical Events in the fiberglass Insulation Industry |
|---|---|
| 1897 | นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบ Fiberglass |
| 1930s | นักวิทยาศาสตร์ค้นพบว่าสาร asbestos ซึ่งมีรูปลักษณ์เป็นเส้นใย ทำให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อในปอด ทำให้เกิดความสงสัยวัสดุเส้นใยทั้งหมด |
| 1938 | ได้พัฒนากระบวนการในการฉีดสารเคมีเพื่อประสานใยแก้ว |
| 1955 | มี รายงานทางการแพทย์ 2 ฉบับซึ่งชี้ชัด สารใยแก้วเป็นอันตรายต่อคน |
| 1988 | เริ่มมีการติดฉลากเตือนเกี่ยวกับการเกิดโรคมะเร็งบนผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเส้นใย (*มีบทสรุปจาก IARC ว่าใยแก้วมีความเป็นไปได้ที่มีผลต่อการก่อสารก่อมะเร็งในมนุษย์)* |
| 1990 | ออสเตรียเลีย กำหนด มาตรฐาน f/cc (exosphere) |
| 1991 | OSHA(Occupational Safety & Health Administration) บังคับให้มีการติดคำเตือนเกี่ยวกับโรคมะเร็งสำหรับสินค้าที่มี fiberglass เป็นส่วนประกอบที่สามารถฟุ้งกระจายได้ รวมถึงฉนวนใยแก้ว |
| 1993 | โครงการพิษวิทยาแห่งชาติ ได้มีข้อตกลงเกี่ยงกับ fiberglass ว่าสามารถทำให้เกิดโรคมะเร็งได้ในคน |
| 1994 | อังกฤษ กำหนดขนาดมาตรฐาน fiberglass อยู่ที่ 2 f/cc |
| 1994 | เนเธอร์แลนด์ กำหนดขนาดมาตรฐาน fiberglass ไม่เกิน 3 f/cc |
| 1995 | OSHA(Occupational Safety & Health Administration) ให้ความสำคัญกับ fiberglass and rock wool ในการติดตั้งเป็นอย่างแรกเพื่อเพิ่มความปลอดภัย |
| 1997 | Washington Post Magazine รายงานว่าสถาบัน OSHA, EPA, The National Institute of Occupational Safety and Health, and the Consumer Product Safety ร่วมประชุมกันเพื่อการจัดมาตรฐาน fiberglass |
| 1998 | California Air Contaminants Advisory Committee แนะนำขนาดของ fiberglass ไม่ควรเกิน 1 f/cc |
| 1998 | NAIMA (the North American Insulation Manufacturers Association) ได้เสนอหัวข้อต่อOSHA ระบุถึงขนาดจำกัดของ fiberglass ไม่ควรเกิน 1 f/cc |
| 2001 | The Association for Better Insulation มุ่งประเด็นเรื่องการใช้ฉนวนเพื่อการประหยัดพลังงานซึ่งมีผลมาจากวิกฤติพลังงาน ซึ่งรวมไปถึง 80 % ของบ้านพักอาศัยที่ได้ใช้ฉนวน และพิสูจน์ได้ว่าใยแก้วไม่เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ |

(ที่มา: http://www.betterinsulation.com/Timeline.htm)

**2. การจัดกลุ่มของเครื่องชี้วัดและประเมินผลของสารก่อมะเร็ง**

ในปี 2001 The International Agency for Research on Cancer (IARC) ได้รับรองว่าฉนวนใยแก้วไม่อยู่ในกลุ่มของสารก่อมะเร็ง จากการทบทวนการประเมินผลของรายการวัสดุที่เป็นสารก่อมะเร็ง (Possibly Carcinogenic to Human) ในปี 1988 โดยได้ประกาศว่าใยแก้วที่ใช้ในงานป้องกันความร้อนและป้องกันเสียง ไม่มีอันตรายให้เกิดมะเร็ง

IARC ได้พิจารณาร่วมกับ the U.S. National Academy of Science ในปี 2000 ว่าไม่มีนัยสำคัญระหว่างการสัมผัสกับเส้นใยกับมะเร็งปอดและโรคที่เกิดจากการหายใจในเส้นใยที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น “no significant association between fiber exposure and lung cancer or nonmalignant respiratory disease in the MVF [man-made vitreous fiber] manufacturing environment”

การศึกษาของ IARC เรื่องการจัดกลุ่มของเครื่องชี้วัดและประเมินผลของสารก่อมะเร็ง ในการประชุมที่เมืองลียอง ประเทศฝรั่งเศส ได้มีการจัดกลุ่มของสารก่อมะเร็งไว้ กระบวนการในการพิจารณาในการประเมินจากข้อมูลอื่นๆ ที่มีการยืนยันทางการแพทย์และทางวิทยาศาสตร์ และการเกิดมะเร็งในคนและสัตว์ โดยใช้เกณฑ์ในการชี้วัด ดังนี้

- Suffisante มีความเหมาะสมทำให้เกิดมะเร็ง
- Limited มีข้อจำกัดในการทำให้เกิดมะเร็ง
- Inadiquate ไม่มีความเหมาะสมทำให้เกิดมะเร็ง
- Absence ปราศจากการทำให้เกิดมะเร็ง

การปรับการจัดหมวดหมู่ฉนวนใยแก้ว ประชุมครั้งสำคัญที่จัดขึ้นโดย International Agency for Research on Cancer (IARC) ปี 1988 ที่มีบทสรุปจาก IARC ว่า ใยแก้วมีความเป็นไปได้ที่มีผลต่อการก่อสารก่อมะเร็งในมนุษย์ ต่อมามีการทบทวนและประเมินการเกิดการเสี่ยงต่อมะเร็งของใยแร่ที่เกิดจากการสังเคราะห์รวมถึงใยแก้ว สรุปได้ว่า ใยแก้วไม่อยู่ในกลุ่มที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงที่จะเกิดโรคมะเร็ง

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจากหมู่คนในอเมริกาและในยุโรป ได้ให้หลักฐานเกี่ยวกับความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งในระบบทางเดินหายใจ ซึ่งมีผลจากการรับเอาฉนวนเข้าไปในร่างกาย ซึ่งรวมถึง glass wool, continuous glass filament และ rock (stone)/slag wool ระหว่างการผลิต การศึกษาในอเมริกาในโรงงาน 16 โรง และได้ขยายรวมไปถึงทั้ง ผู้หญิงและคนงานผิวสี การศึกษารวมไปถึงลักษณะนิสัยในการสูบบุหรี่ และ ประวัติการรับเอาฉนวนในร่างกายจากแหล่ง

อื่น ซึงรวมไปถึง asbestos, formaldehyde และ silica จากการศึกษาในหมู่คนงานที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง พบว่าฉนวนใยแก้วไม่เป็นสาเหตุของการก่อมะเร็งทุกชนิด โดยทำการศึกษาและวิเคราะห์ในระยะยาวจากการสุ่มตรวจคนงานซึ่งสูบบุหรี่อันนำไปสู่สาเหตุหลักของการเกิดโรคมะเร็ง จากเดิมอัตราการเพิ่มขึ้นจำนวนร้อยละ 6 ของมะเร็งเกี่ยวที่เกี่ยวกับทางเดินหายใจ พบว่าอัตราการเกิดมะเร็งลดลงและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในที่สุด

ผลการวิจัย NAIMA อัตราการเกิดมะเร็งไม่มีส่วนสัมพันธ์กับระยะเวลาการจ้างงาน หรือคนงานที่ทำงานมาเป็นเวลานาน และไม่เกี่ยวข้องกับช่วงเวลาการรับและการสะสมหรือปริมาณของฉนวนใยแก้วที่เข้าสู่ร่างกาย การวิเคราะห์จากการจัดกลุ่มโดยทางสถิติได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของมะเร็งปอดซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับโรงงานส่วนใหญ่ผลิตใยแก้ว )Glass wool (แต่อัตราเสี่ยงเหล่านี้กลับลดลงเมื่อนำไปวัดกับคนงานที่ทำงานมานาน (ค่ามาตรฐานกำหนดให้มากกว่าหรือเท่ากับ 5 ปี) เพราะฉะนั้นจึงยังไม่มีหลักฐานต่อการเกิดมะเร็ง

**ตาราง ข**-3 สรุปคุณสมบัติของฉนวนใยแก้ว

| คุณสมบัติ | ประเภทของฉนวนใยแก้ว | | |
|---|---|---|---|
| | แบบเส้นใยอัดเป็นแผ่น | แบบลูสฟิลล์ | แบบแผ่นหนา |
| สภาพนำความร้อนปรากฏ (k), W/m.k | 0.045 | 0.05 | 0.036 |
| สภาพต้านทานความร้อนปรากฏ (R); m.K/W | 22.4 | 20 | 27.78 |
| ความหนาแน่นของวัสดุ $\rho$ , $kg/m^3$ | 16.02 | 16.02 | 64.0 |
| ความร้อนจำเพาะ ($C_p$) ,$kJ/kg^OC$ | 0.84 | 0.84 | 1.256 |
| สภาพแพร่กระจายความร้อน $\alpha$ ,$m^2/s$ | $0.33x\ 10^{-5}$ | $0.38x\ 10^{-5}$ | $0.04x\ 10^{-5}$ |
| อุณหภูมิใช้งานสูงสุด ,$^OC$ | 190 | 540 | 205 |
| สัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน ,$m/m^OC$ | - | - | - |
| ความจุของเซลล์ที่ชิดกัน ,เปอร์เซนต์ | - | - | - |
| ค่าแทรกซึม ความชื้น ,perm-cm | 180 | 180 | 180 |
| ค่าดูดซึมน้ำ ,เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก | 1 | 1 | 1 |
| การกัดกร่อนวัสดุที่ถูกฉนวนหุ้ม | ไม่มี | ไม่มี | ไม่มี |
| สภาพการติดไฟ | | | |
| - ระดับการกระจายของเปลวไฟ | 20-15 | 20-15 | 20-15 |
| - ระดับการมีส่วนเป็นเชื้อเพลิง | 15-5 | 15-5 | 15-5 |
| - ระดับการเกิดควัน | 20-0 | 20-0 | 20-0 |
| การเสื่อมสภาพลงจากผลของ: | | | |
| - อุณหภูมิที่เป็นวัฏจักร | ไม่มี | ไม่มี | ไม่มี |
| - สัตว์จำพวกหนู หมัด ไส้เดือน นก ฯลฯ | ไม่มี | ไม่มี | ไม่มี |
| - ความชื้น | ชั่วคราว | ชั่วคราว | ชั่วคราว |
| - เห็ดรา (fungi) /แบคทีเรีย | ไม่มี | ไม่มี | ไม่มี |
| - สภาพอากาศ | ไม่มี | ไม่มี | ไม่มี |
| - ลม | ปานกลาง | พอสมควร | เล็กน้อย |
| ผลกระทบต่อมนุษย์ | | | |
| - การเป็นพิษ | ไม่มี | ไม่มี | ไม่มี |
| - กลิ่น | ไม่มี | ไม่มี | ไม่มี |
| - การดูดซับเสียง | ดี | ดี | ดี |
| ผลกระทบของอายุการใช้งานต่อ: | | | |
| - เสถียรภาพของขนาด | ไม่มี | ยุบตัวซึ่งอาจทำให้ | ไม่มี |
| - สมรรถนะทางความร้อน | ไม่มี | เสื่อมสภาพลงบ้าง | |
| สภาพการติดไฟ | ไม่มี | ไม่มี | ไม่มี |

**ตาราง ข-5** เปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวนกันความร้อนชนิดและรูปแบบต่างๆ

| ลักษณะฉนวน | ค่าการต้านทานความร้อน ค่า R (m.K/W) | ค่าการนำความร้อน k (W/m.K) | ค่าความหนาแน่นของวัสดุ ρ (kg/m$^3$) | มาตรฐาน ASTM | ค่าใช้จ่ายในการใช้งาน | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | อาคาร | อุตสาหกรรม | ระบบท่อ |
| <u>เส้นใยอัดเป็นแผ่นและแบบคลุมท่อ</u> | | | | | | | |
| โยแก้ว | 22.4 | 0.045 | 9.6-16.0 | C553,C592 C665,C892 | ต่ำ | | |
| โยแร่ | 22.4 | 0.045 | 24.0-40.0 | C553,C592 C665,C892 | ต่ำ | | |
| <u>ลูสฟิลล์</u> | | | | | | | |
| เซลลูโลส | 22.4-25.7 | 0.039-0.045 | 35.2-51.3 | C739 | ต่ำ-ปานกลาง | | |
| โยแก้ว | 19.8 | 0.05 | 9.6-16.0 | C764 | ต่ำ | | |
| โยแร่ | 21.7 | 0.046 | 24.0-24.0 | C764 | ต่ำ | | |
| เพอร์ไลท์ | 17.4-25.7 | 0.039-0.058 | 32.0-176.2 | C549 | ปานกลาง | | |
| เวอร์มิคูไลท์ | 14.8-15.8 | 0.063-0.068 | 64.1-192.2 | C516 | ปานกลาง | | |
| <u>ฉีดโฟมในชิ้นงาน</u> | | | | | | | |
| โพลียูรีเทน โพลิไอโซไซยานูเรตโฟม | 40.8-43.3 | 0.023-0.024 | 32 | | ปานกลาง | | |
| <u>บล็อก, แผ่นอัด และฉนวนท่อ</u> | | | | | | | |
| แคลเซียมซิลิเกต | 18.3 | 0.054 | 208 | C656 | | สูง | สูง |
| เซลลูลาร์กลาส | 18.3 | 0.054 | 136.2 | C552 | สูง | | |
| โฟมแบบยืดยุ่น | 26.7 | 0.037 | 72.1 | C534 | | | ต่ำ |
| โยแก้ว | 27.8 | 0.036 | 78.5 | C720,C726 C892 | สูง | ปานกลาง สูง | ต่ำ |
| โยแร่ | 24.8 | 0.04 | 144.2-176.2 | C612,C726 | | ปานกลาง-สูง | |
| เพอร์ไลท์ | 18.3 | 0.054 | 160.2 | C610,C728 | ปานกลาง-สูง | | |
| ฟีโนลิคโฟม | 30.2 | 0.033 | 32.0-48.1 | | | | ต่ำ |
| โพลิสไตรีนโฟม | โฟมอัดรีด 34.7 โฟมหล่อ 26.7-30.2 | โฟมอัดรีด 0.029 โฟมหล่อ 0.033-0.037 | โฟมอัดรีด 28.8-41.6 โฟมหล่อ 24 | C578 | ปานกลาง-สูง | ปานกลาง | ปานกลาง |
| โพลียูรีเทน และโพลิไอโซไซยานู-เรตโฟม | ไม่ฉาบหน้า: 40.8-43.4 ผิวหน้าน้ำไม่สามารถแทรกซึมผ่านได้ 49.6-53.4 | ไม่ฉาบหน้า: 0.023-0.024 ผิวหน้าน้ำไม่สามารถแทรกซึมผ่านได้ 0.019-0.02 | 32 | C591 | ปานกลาง-สูง | ปานกลาง | ปานกลาง |

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย เดโช เกษมสุข

เกิดวันที่ 20 มิถุนายน พ.ศ.2521

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2542-2545 หลักสูตรปริญญารัฐศาสตรบัณฑิต
คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2545-ปัจจุบัน บริษัท ไมโครไฟเบอร์อุตสาหกรรม จำกัด