บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูลทฤษฎีและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ขั้นดำเนินการทดลอง
3. ขั้นวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูล

การดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าวขั้นเก็บรวบรวมข้อมูลทฤษฎีและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้กล่าวรายละเอียดไว้แล้วในบทที่ 2 **ขั้นดำเนินการทดลองจะกล่าวในบทนี้** ส่วนขั้นวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูลจะกล่าวบทที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและบทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ ตามลำดับ

การดำเนินการทดลอง มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. การเตรียมการทดลอง
2. การเตรียมการวัดและบันทึกข้อมูล
3. การวัดและการเก็บผลข้อมูล
4. การกำหนดกรณีในการดำเนินการทดลอง
5. การกำหนดแนวทางวิเคราะห์ข้อมูลการทดลอง

1. การเตรียมการทดลอง

การเตรียมการทดลองจำเป็นจะต้องมีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแบ่งได้ตามรายการดังนี้

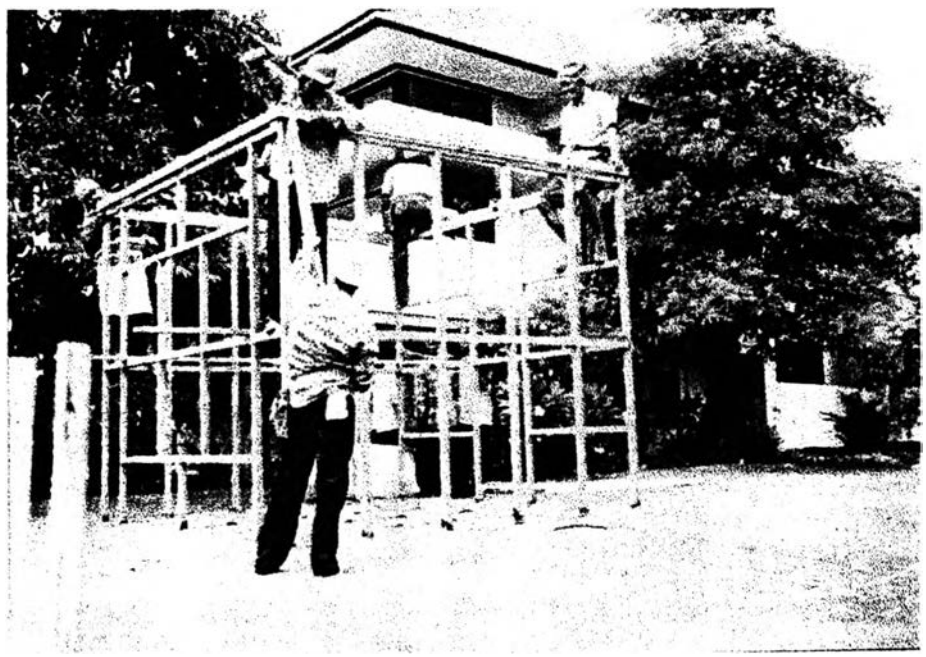
1.1. วัสดุที่ใช้ทดลอง

1.2. อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องและเครื่องมือที่ใช้ในการวัดข้อมูล

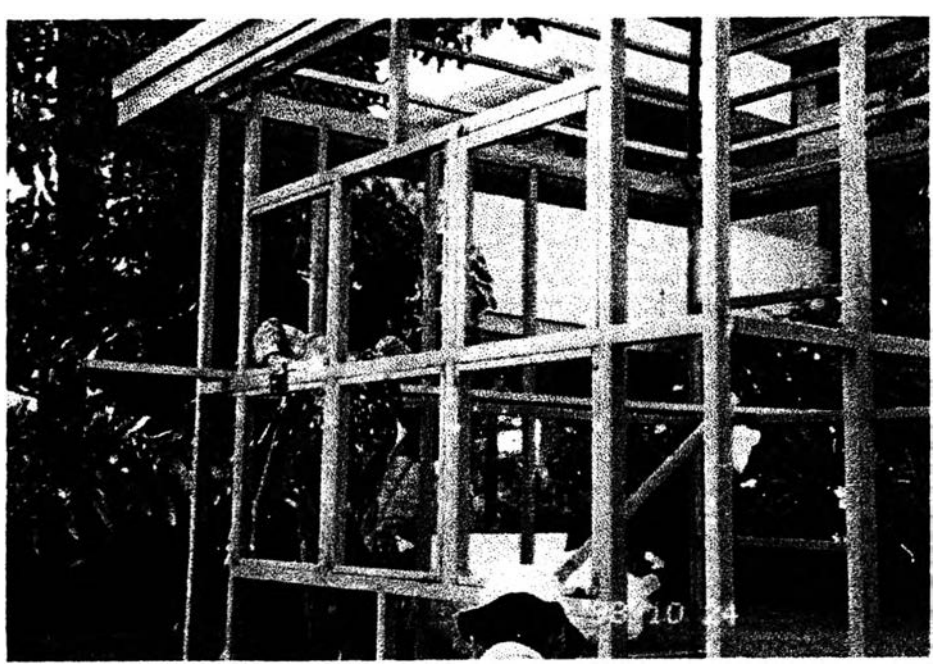
1.1 วัสดุที่ใช้ทดลองมีดังนี้

1.1.1 อาคารทดลอง เป็นอาคารจำลองที่ใช้ทดลองในสภาพแวดล้อมจริง มีขนาดโดยประมาณ 3X3x2.4 เมตร ใช้เป็นเครื่องมือในการติดตั้งผนังทดสอบ ในสภาวะแต่ละกรณีที่กำหนดขึ้นในการทดสอบ ผนังโดยรอบกำหนดเป็นผนังโฟมที่ความหนาแน่น 1 ปอนด์ /

ตารางฟุต หนา 2 นิ้วขนาด 0.60x1.20 เมตร. เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในให้คงที่ ดังรูปต่อไปนี้

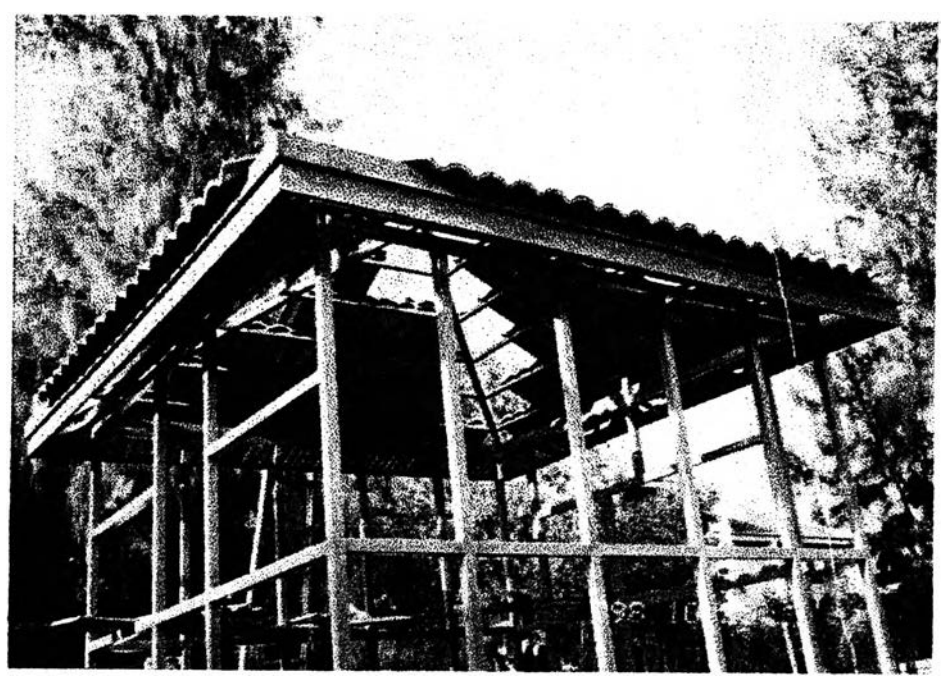


ภาพที่ 3.5 แสดงโครงสร้างผนังบ้านอาคารทดลอง

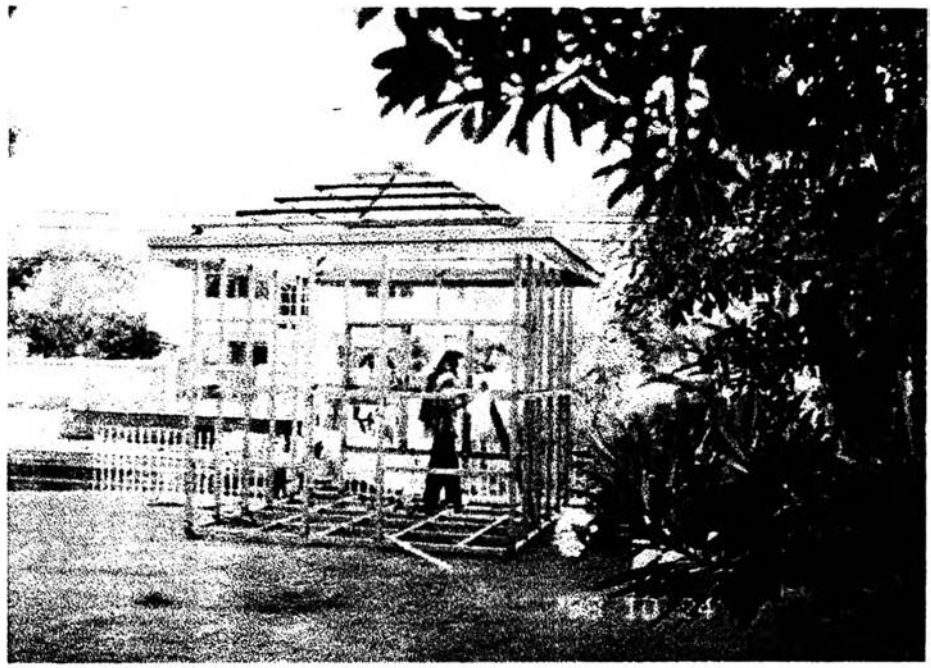


ภาพที่ 3.6 ภาพแสดงโครงสร้างช่องที่เตรียมไว้ติดตั้งผนังทดสอบ

ภาพที่ 3.7 แสดงโครงสร้างหลังคาบ้านทดลอง

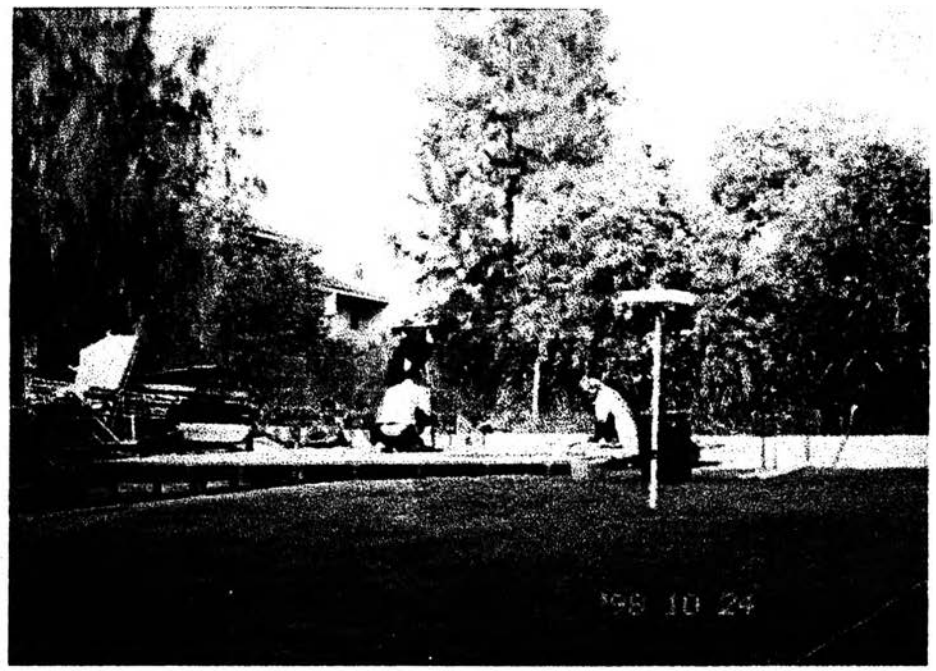


ภาพที่ 3.8 แสดงการมุงหลังคาบนโครงสร้างอาคารทดลอง

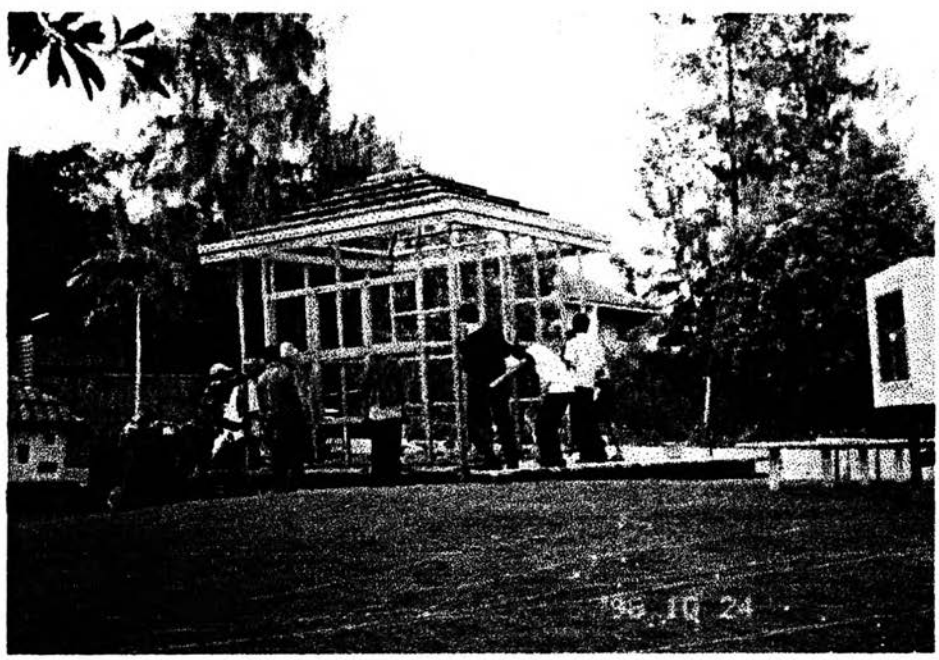


ภาพที่ 3.10 แสดงโครงสร้างตัวอาคารบ้านทดลองด้านหลัง

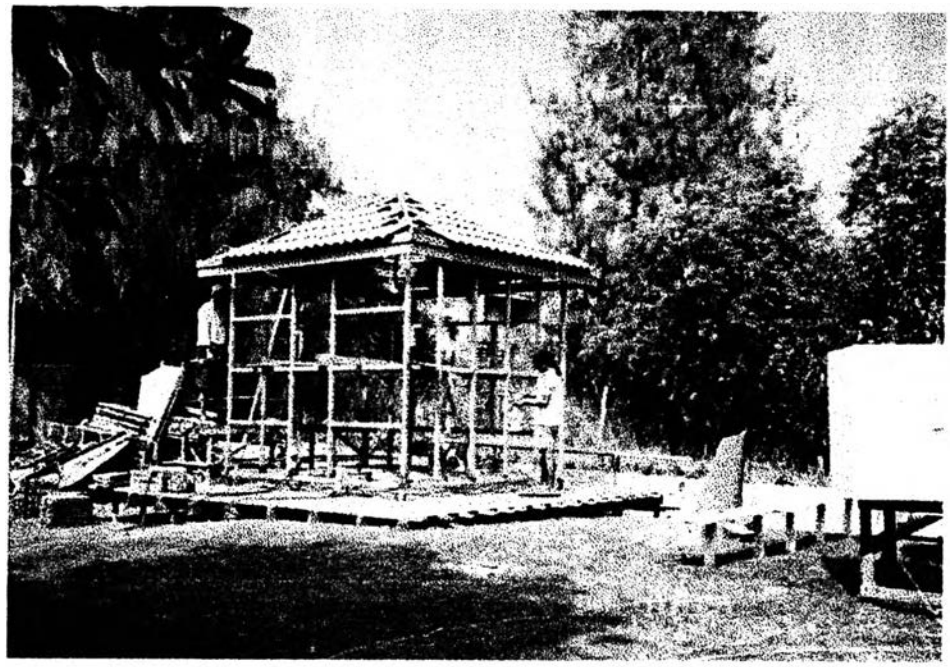
ภาพที่ 3.11 แสดงโครงสร้างอาคารบ้านทดลองด้านหน้า



ภาพที่ 3.12 แสดงการเตรียม plate ปรับระดับสำหรับบ้านอาคารทดลอง



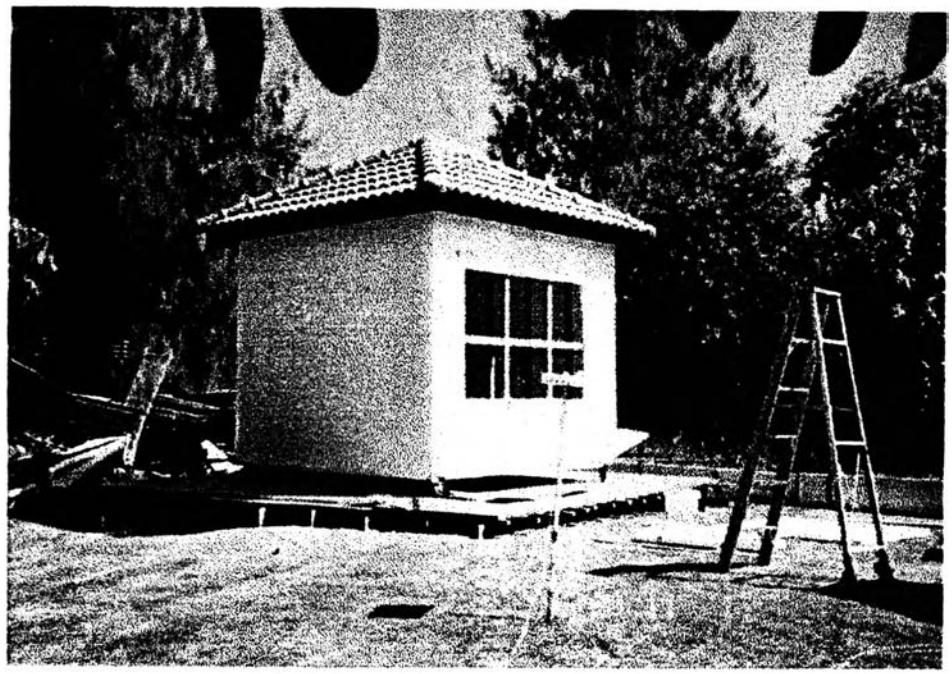
ภาพที่ 3.13 แสดงการวางตำแหน่งโครงสร้างอาคารบ้านทดลอง



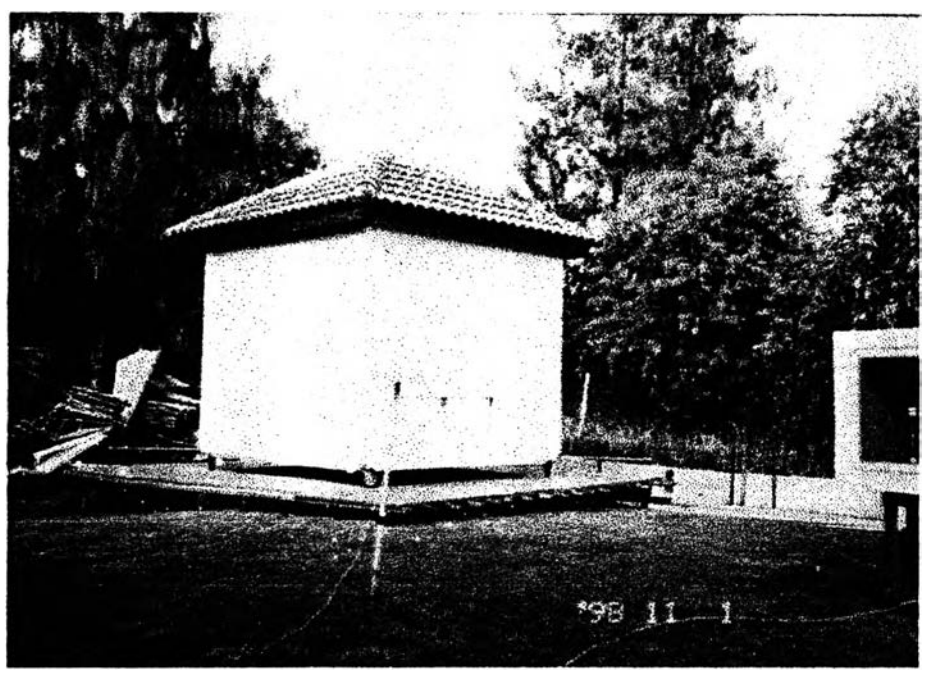
ภาพที่ 3.14 แสดงการเตรียมติดตั้งผนังบ้านอาคารทดลอง

ภาพที่ 3.15 แสดงการมุงหลังคาอาคารบ้านทดลอง

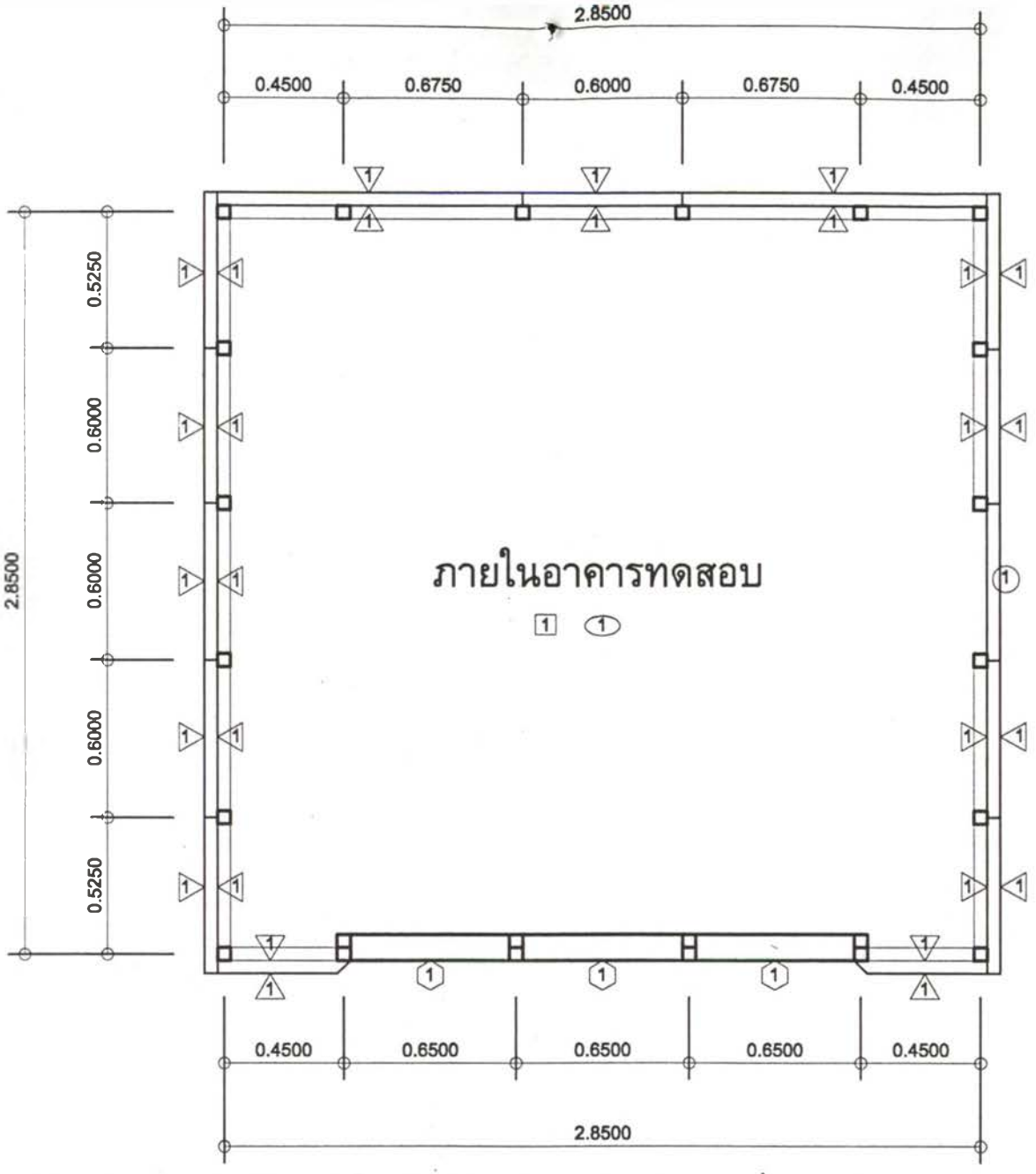
I18806223



ภาพที่ 3.16 แสดงภาพอาคารทดลองเมื่อสร้างเสร็จแล้ว



ภาพที่ 3.17 แสดงการติดตั้งผนังเพื่อเตรียมการทดสอบบนอาคารทดลอง

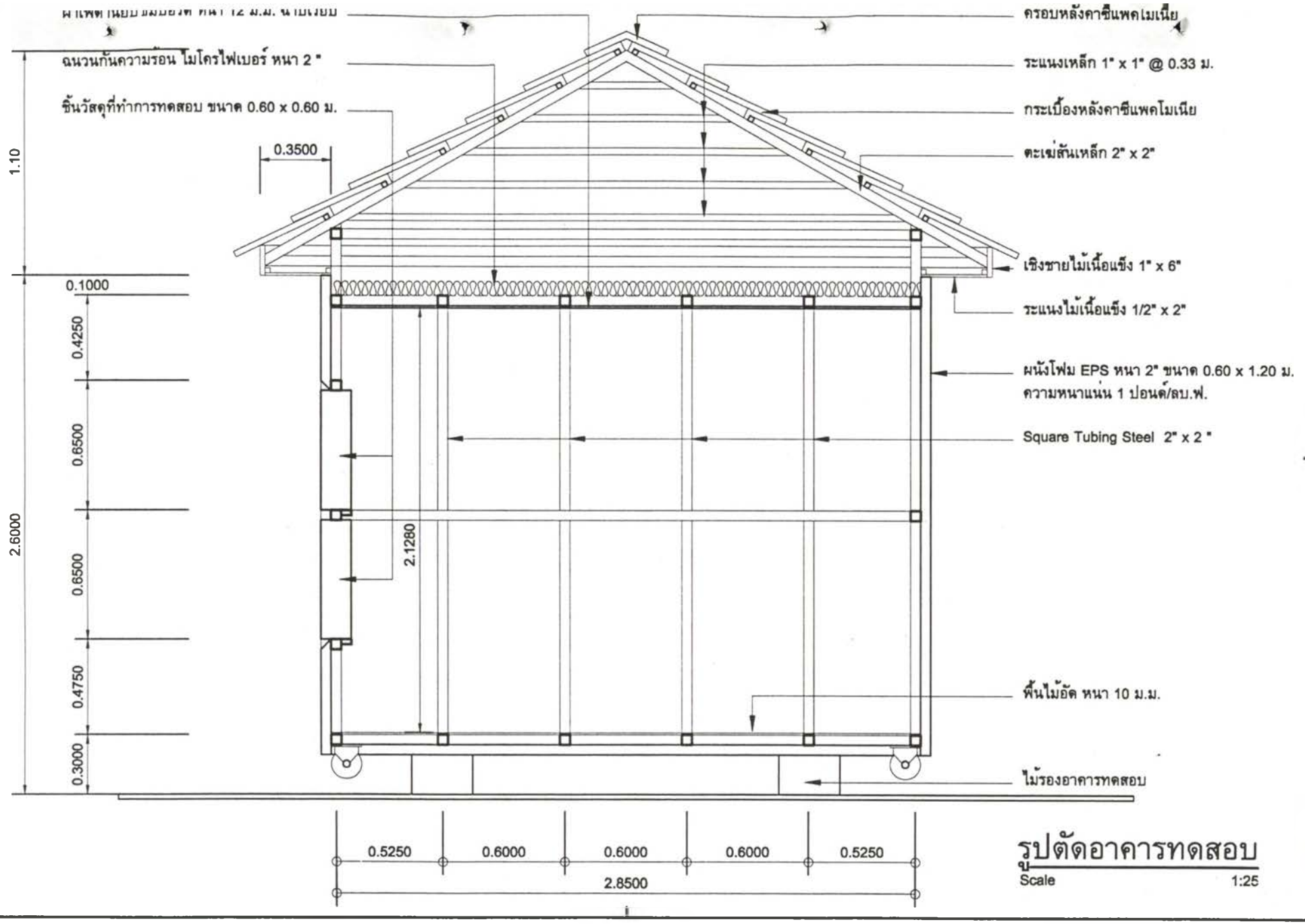


รายการประกอบแบบ

- Square Tubing Steel 2" x 2 "
- [1] พื้นไม้อัด หนา 10 ม.ม.
- (1) ชิ้นวัสดุที่ทำการทดสอบ ขนาด 0.60 x 0.60 ม.
- (1) ประตูโฟม ขนาด 0.60 x 1.20 ม.
- (1) ฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 12 ม.ม. ฉาบเรียบ
- 1 ผนังโฟม EPS หนา 2" ขนาด 0.60 x 1.20 ม. ความหนาแน่น 1 ปอนด์/ลบ.ฟ.

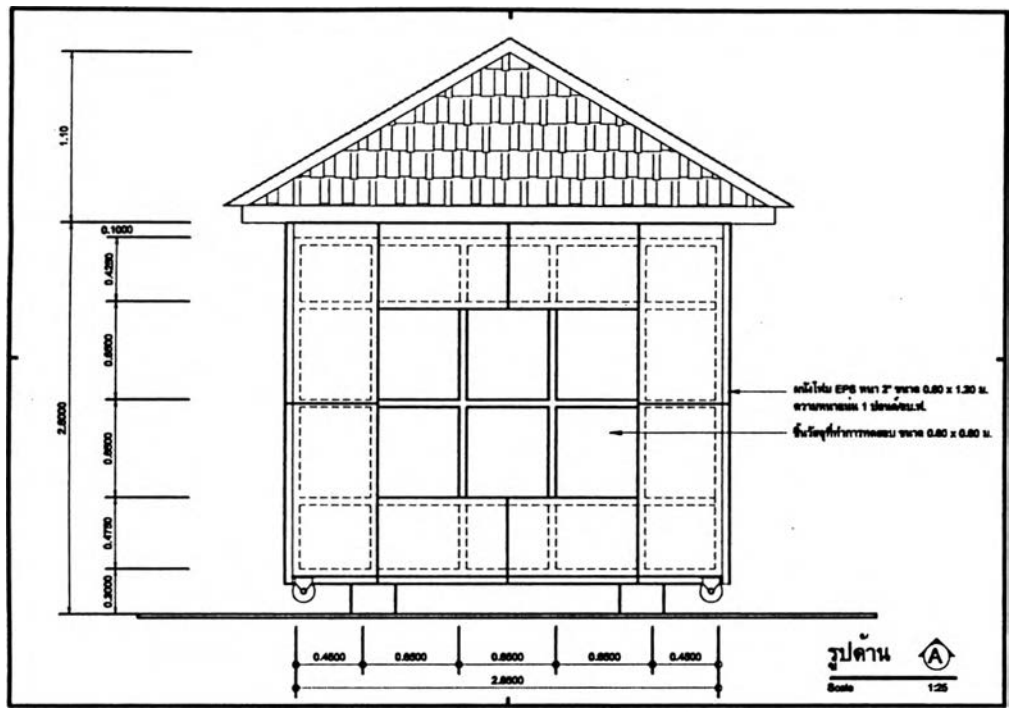
แปลนอาคารทดสอบ

Scale 1:25

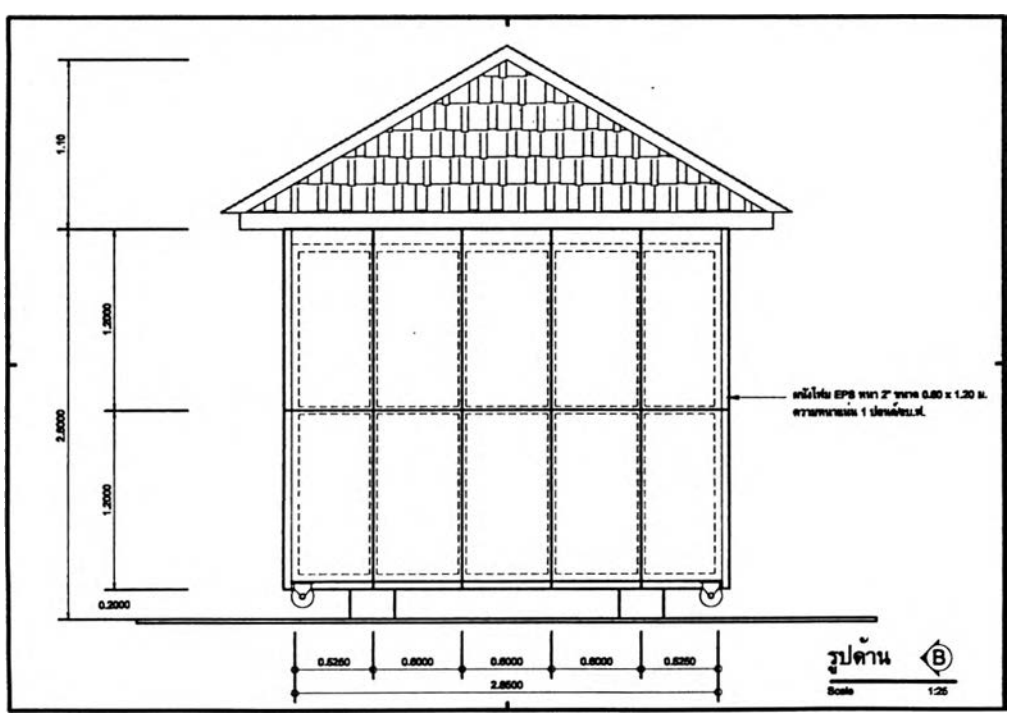


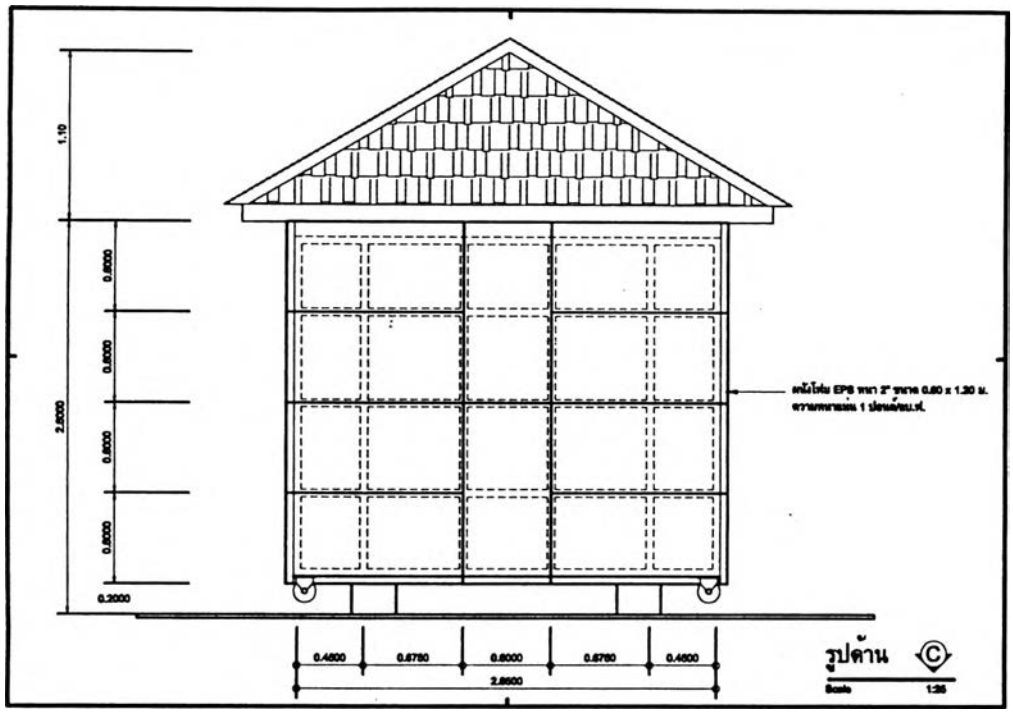
รูปตัดอาคารทดสอบ

Scale 1:25

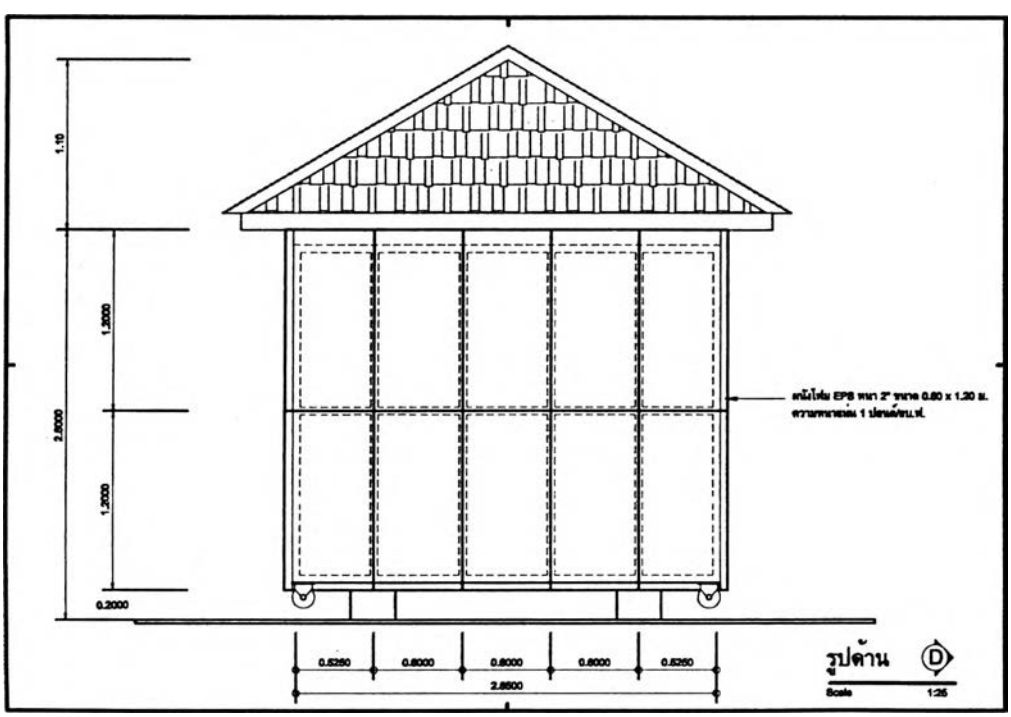


3.3 แสดงรูปด้านหน้าและด้านหลังอาคาร





ภาพที่3.4 แสดงรูปด้านข้างซ้ายและขวาของอาคารทดสอบ



1.1.2 ผนังทดสอบ

ผนังที่ใช้ทดสอบมี 3 ชนิดด้วยกันพิจารณาจากความนิยมใช้กันทั่วไปและเป็นที่นิยมในปัจจุบันนี้ดังนั้นผนังที่ใช้ทดสอบจึงได้แก่ ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ ผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังEIFS ขนาดชิ้นส่วนที่ใช้ทดสอบมีขนาดประมาณ 0.60x0.60ม. มีรายละเอียดแบ่งไปตามกรณีการทดสอบดังนี้

ผนังทดลองกรณีที่1 เปรียบเทียบผนังทดสอบมีการกันความชื้นที่ขอบฉนวนและไม่กันความชื้นที่ขอบฉนวน มีผนังทดสอบ 2 ชุด ชุดละ 3 ชนิดด้วยกันดังมีรายละเอียดดังนี้

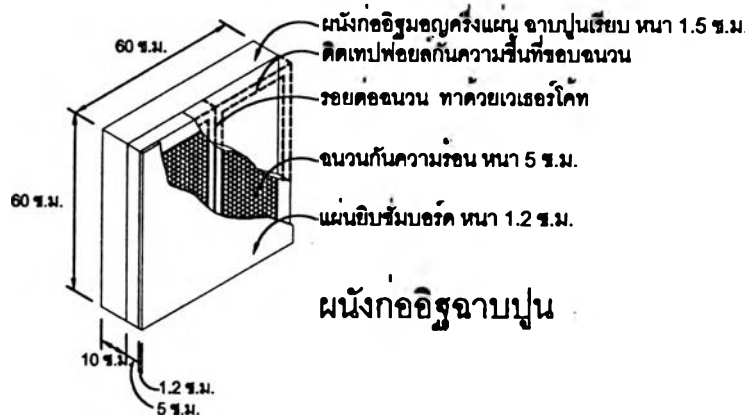
ผนังทดลองกรณีที่2 เปรียบเทียบผนังอาคารที่มีการติดวอลเปเปอร์และไม่ติดวอล เปเปอร์บริเวณด้านในผนังชิ้นส่วนทดสอบที่ไม่ทาสี กรณีนี้มีผนังทดสอบ 2 ชุด ชุดละ 3 ชนิดดังมีรายละเอียดดังนี้

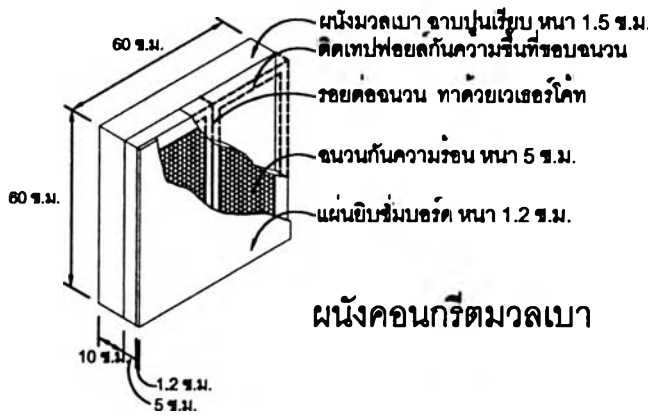
ผนังทดลองกรณีที่3 เปรียบเทียบผนังทดสอบที่มีการทาสีภายนอกอาคารและไม่ ทาสีภายนอกอาคารโดยที่ภายในผนังอาคารทดสอบติดวอลเปเปอร์ทั้งหมด มีผนังทดสอบ 2 ชุด ชุดละ 3 ชนิดดังมีรายละเอียดผนังดังนี้

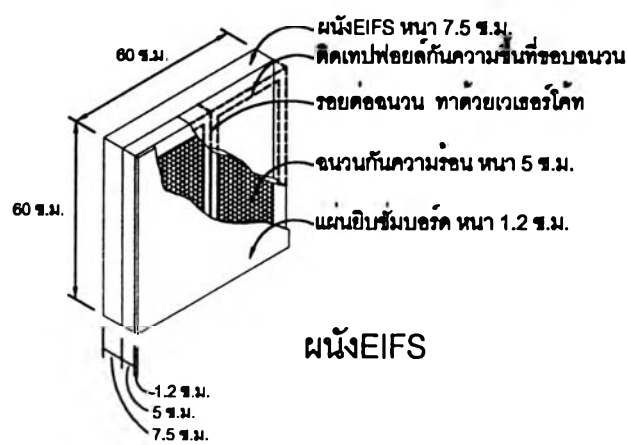
ผนังทดลองกรณีที่4 เปรียบเทียบผนังทดสอบมีช่องอากาศที่มีการระบายอากาศกับผนังที่ไม่ระบายอากาศ ผนังที่ใช้ทดสอบมี 2 ชุด ชุดละ 3 ชนิดดังมีรายละเอียดดังนี้

<u>ผนังทดลองกรณีที่1</u> เปรียบเทียบผนังทดสอบมีการกันความชื้นที่ขอบฉนวนและไม่กันความชื้นที่ขอบฉนวน มีผนังทดสอบ 2 ชุด ชุดละ 3 ชนิดด้วยกันดังมีรายละเอียดดังนี้

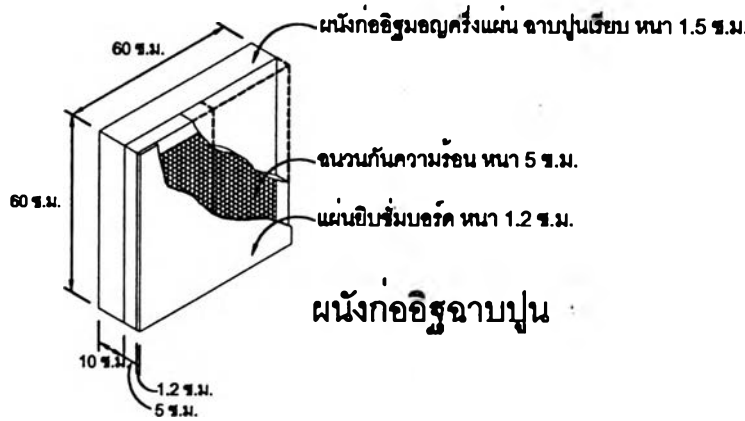
<u>ชุดผนังกันความชื้นที่ขอบฉนวน</u>

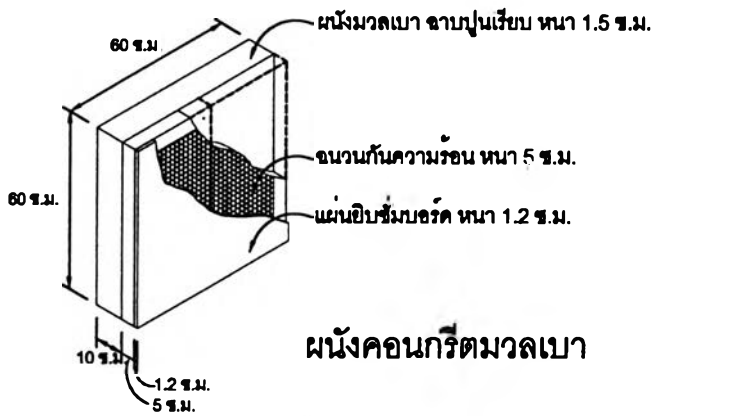


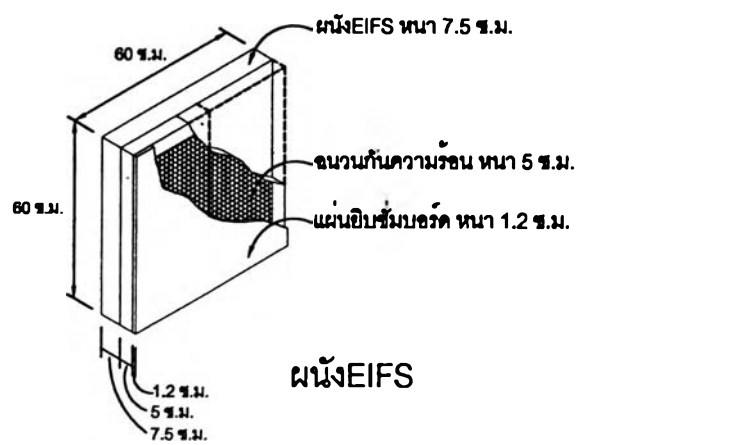




ชุดผนังไม่กันความชื้นที่ขอบฉนวน

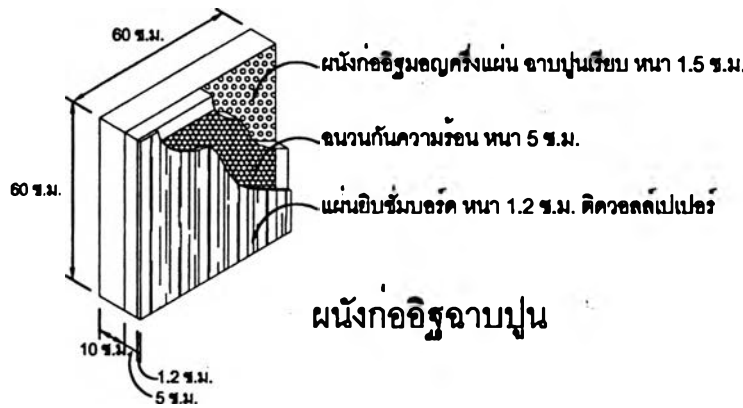


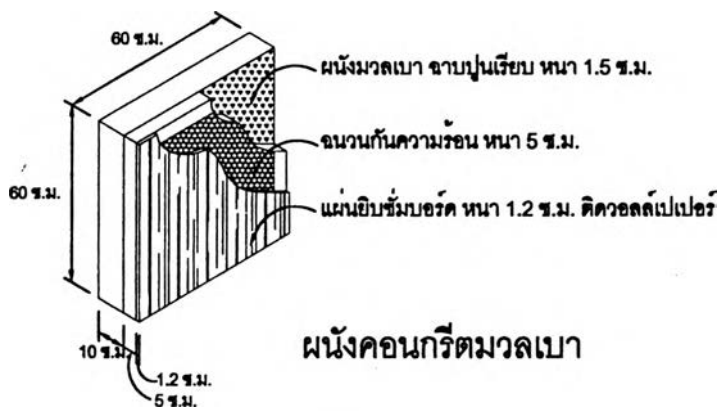


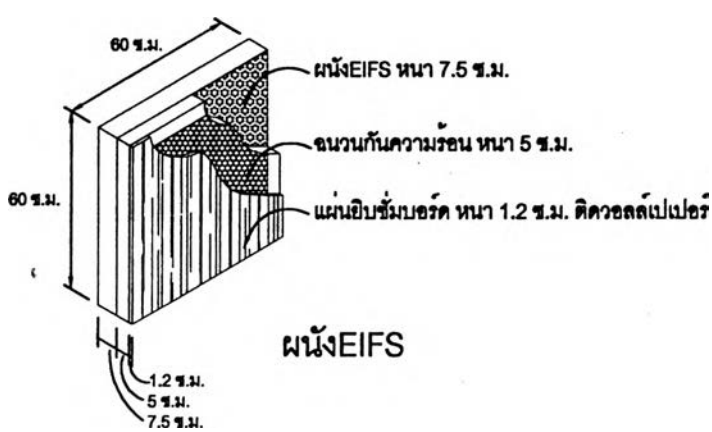


<u>ผนังทดลองกรณีที่2</u> เปรียบเทียบผนังอาคารที่มีการติดวอลเปเปอร์และไม่ติดวอล เปเปอร์ บริเวณด้านในผนังชิ้นส่วนทดสอบที่ไม่ทาสี กรณีนี้มีผนังทดสอบ 2ชุด ชุดละ 3ชนิดดังมีรายละเอียดดังนี้

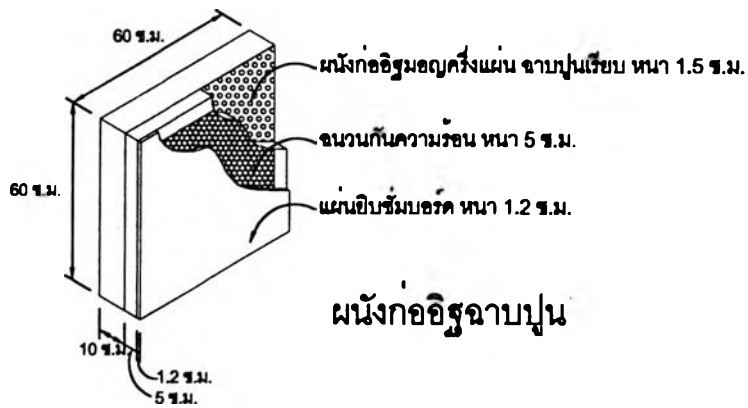
<u>ชุดผนังติดวอลเปเปอร์</u>

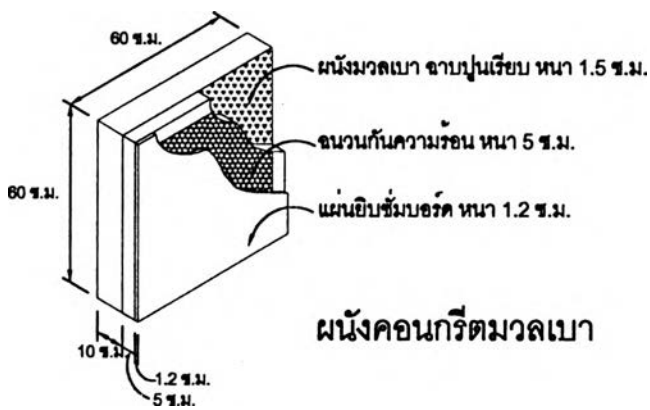


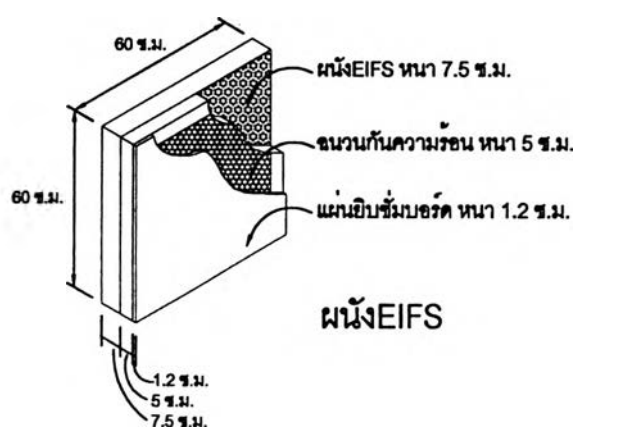




ชุดผนังไม่ติดวอลเปเปอร์

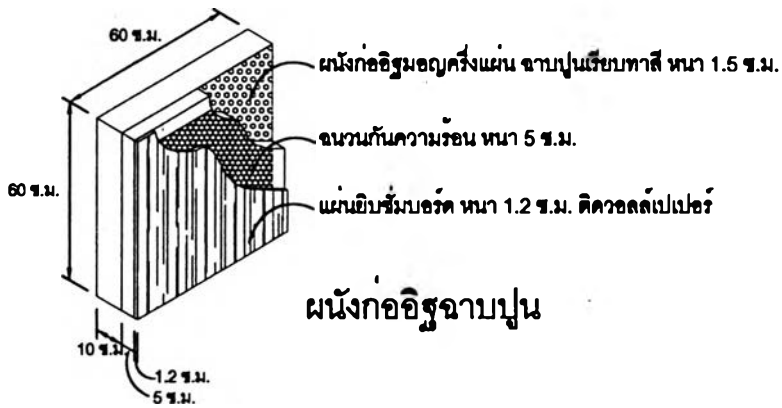


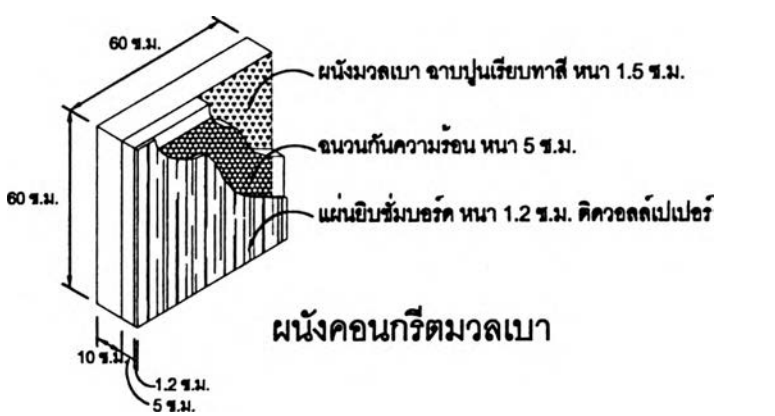


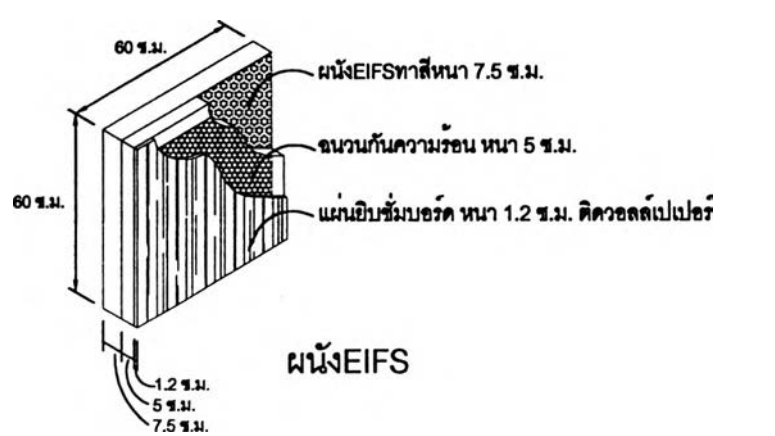


<u>ผนังทดลองกรณีที่3</u> เปรียบเทียบผนังทดสอบที่มีการทาสีภายนอกอาคารและไม่ ทาสีภายนอกอาคารโดยที่ภายในผนังอาคารทดสอบติดวอลเปเปอร์ทั้งหมด มีผนังทดสอบ 2ชุด ชุดละ 3ชนิดดังมีรายละเอียดผนังดังนี้

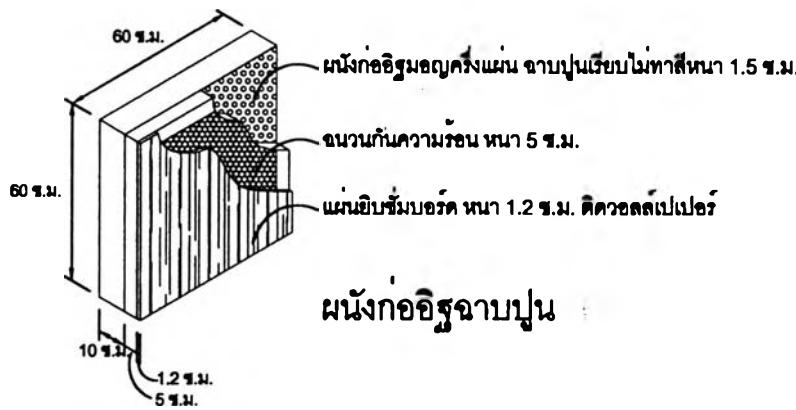
<u>ชุดผนังทาสี</u>

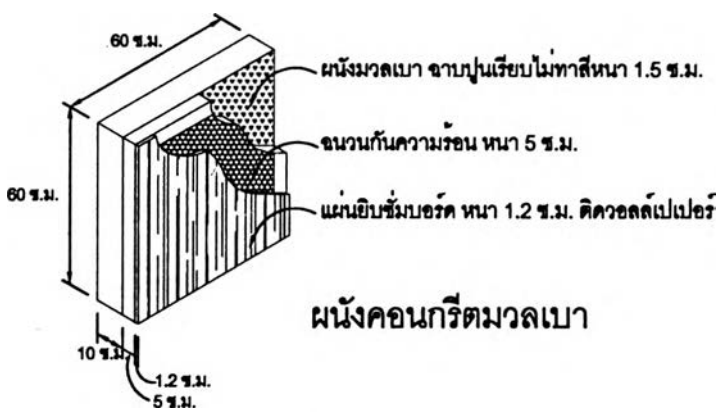


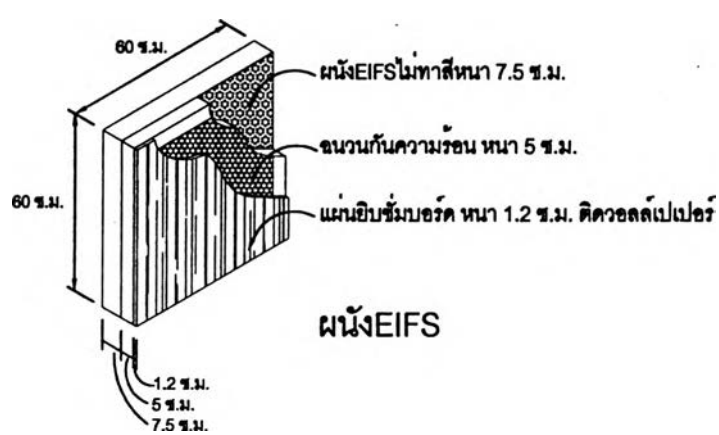




ชุดผนังไม่ทาสี

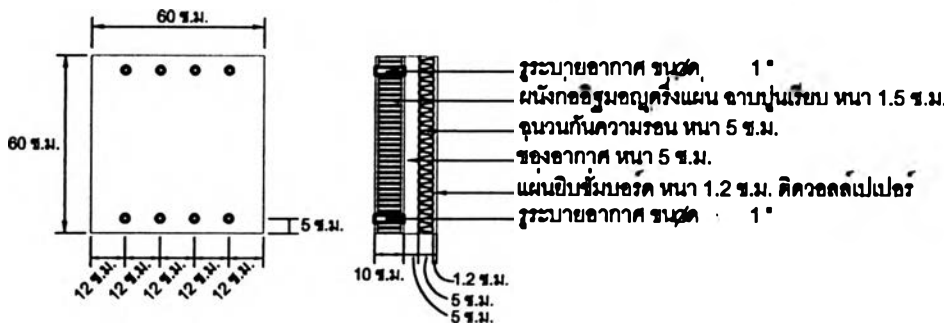

60 ซ.ม.
60 ซ.ม.
10 ซ.ม.
1.2 ซ.ม.
5 ซ.ม.
ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น ฉาบปูนเรียบไม่ทาสีหนา 1.5 ซ.ม.
ฉนวนกันความร้อน หนา 5 ซ.ม.
แผ่นยิบซั่มบอร์ด หนา 1.2 ซ.ม. ติดวอลล์เปเปอร์
ผนังก่ออิฐฉาบปูน


60 ซ.ม.
60 ซ.ม.
10 ซ.ม.
1.2 ซ.ม.
5 ซ.ม.
ผนังมวลเบา ฉาบปูนเรียบไม่ทาสีหนา 1.5 ซ.ม.
ฉนวนกันความร้อน หนา 5 ซ.ม.
แผ่นยิบซั่มบอร์ด หนา 1.2 ซ.ม. ติดวอลล์เปเปอร์
ผนังคอนกรีตมวลเบา

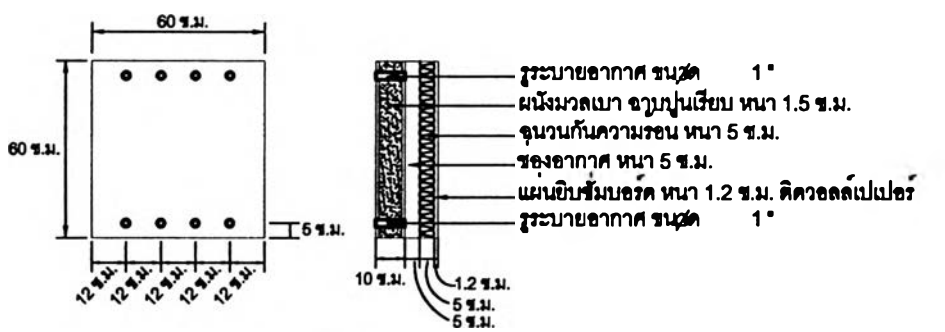

60 ซ.ม.
60 ซ.ม.
1.2 ซ.ม.
5 ซ.ม.
7.5 ซ.ม.
ผนังEIFSไม่ทาสีหนา 7.5 ซ.ม.
ฉนวนกันความร้อน หนา 5 ซ.ม.
แผ่นยิบซั่มบอร์ด หนา 1.2 ซ.ม. ติดวอลล์เปเปอร์
ผนังEIFS

ผนังทดลองกรณีที่4 เปรียบเทียบผนังทดสอบมีช่องอากาศที่มีการระบายอากาศกับผนังที่ไม่ระบายอากาศ ผนังที่ใช้ทดสอบมี 2ชุด ชุดละ 3ชนิดดังมีรายละเอียดดังนี้

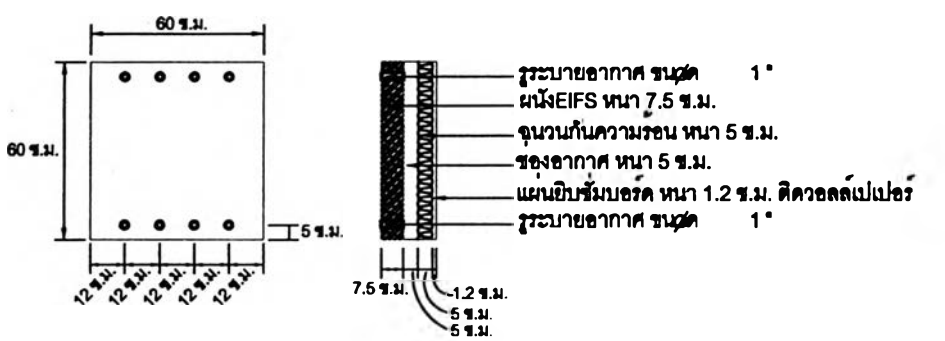
ชุดผนังมีช่องระบายอากาศ



ผนังก่ออิฐฉาบปูน

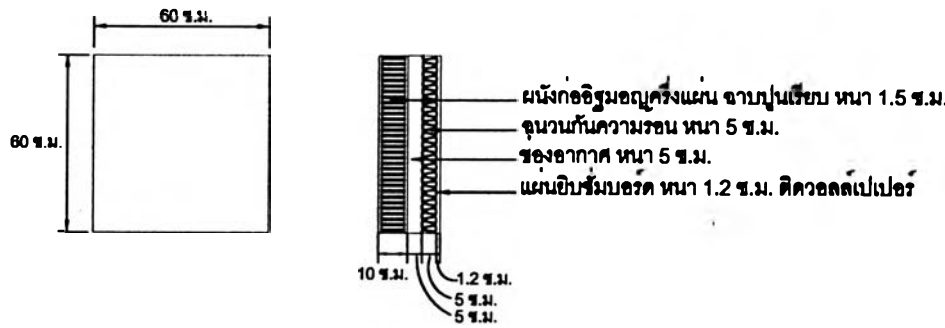


ผนังคอนกรีตมวลเบา

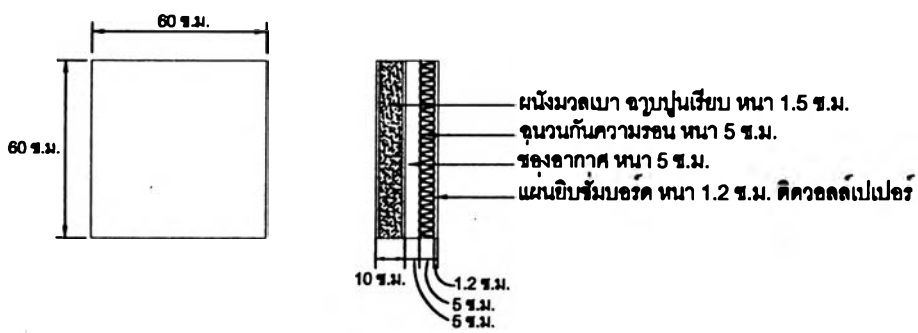


ผนังEIFS

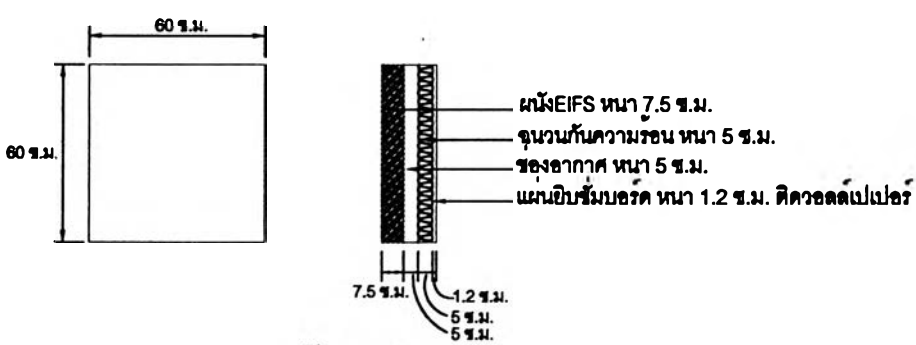
ชุดผนังมีช่องไม่ระบายอากาศ



ผนังก่ออิฐฉาบปูน



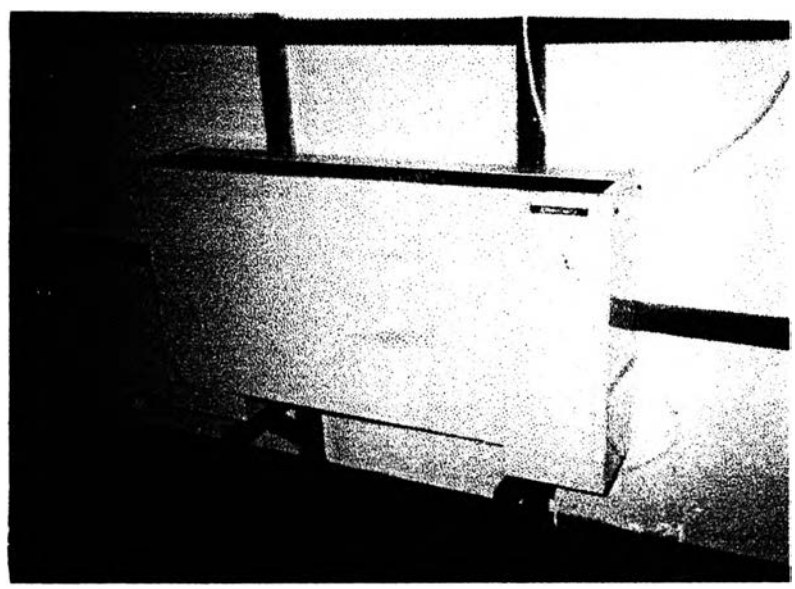
ผนังคอนกรีตมวลเบา

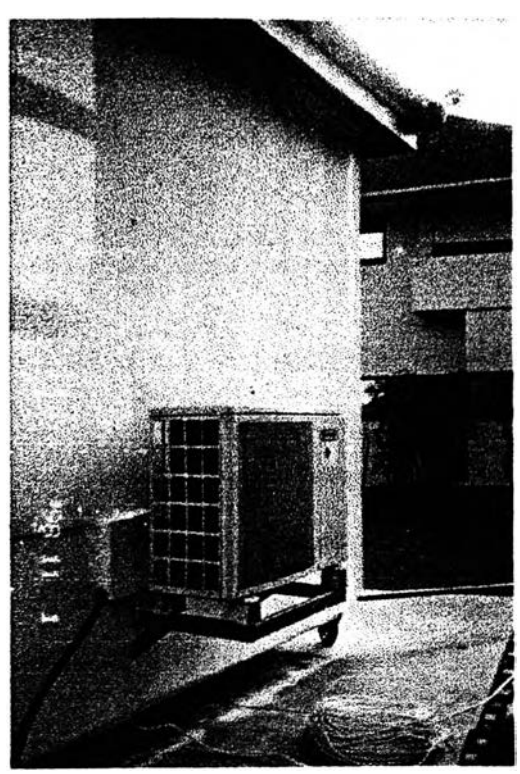


ผนังEIFS

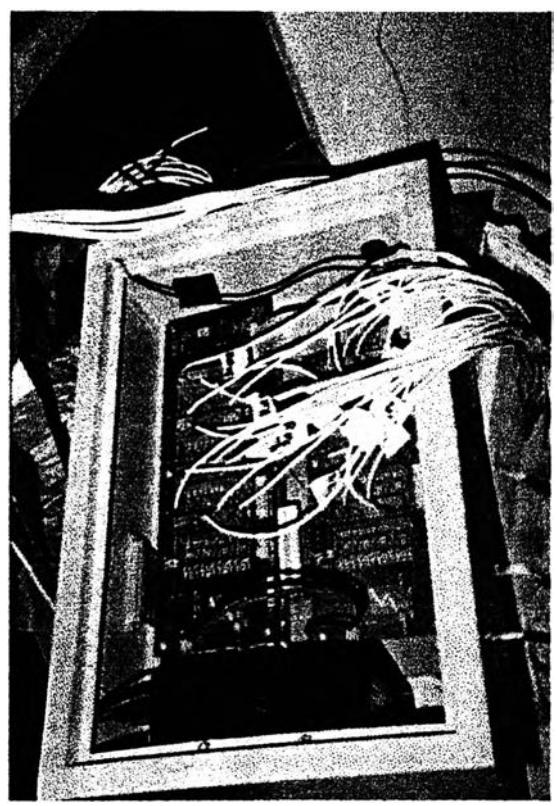
1.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องและเครื่องมือที่ใช้ในการวัดข้อมูล ที่ใช้ในการทดองดังนี้

1.2.1 เครื่องปรับอากาศ ที่ใช้เป็นแบบ Split type เพราะเป็นแบบที่นิยมเลือกใช้กันทั่วไปซึ่งข้อมูลที่ได้จะใกล้เคียงกับอาคารบ้านเรือนทั่วไปที่ส่วนใหญ่เลือกใช้เครื่องปรับอากาศชนิดนี้และจะได้สังเกตุลักษณะข้อมูลที่เก็บได้อย่างชัดเจน ดังรูป





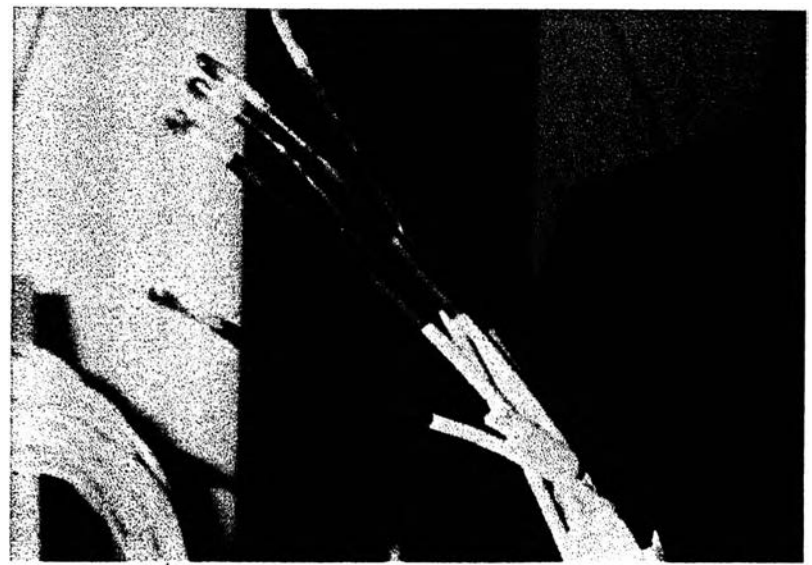
1.2.2 DATA LOGGER เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ทำการส่งสัญญาณไป (Output) ไปผ่านที่ Sensor หรือตำแหน่งที่วัด สัญญาณที่ส่งกลับ (Input) เข้า Data Logger ทำการแปลงสัญญาณที่ส่งกลับเป็นข้อมูลผ่านเข้าโปรแกรม Gen 200 ที่ Setup แล้วในคอมพิวเตอร์ โปรแกรมจะทำการประมวลข้อมูลให้ได้หน่วยวัดที่ต้องการ และนำเสนอเปรียบเทียบข้อมูลในลักษณะแผนภูมิตามที่ผู้ทำวิจัยตั้งค่าไว้ เพื่อจะนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการเก็บข้อมูลในครั้งต่อไป ลักษณะ Data Logger ที่ใช้ในการทดลองตามภาพดังต่อไปนี้



ภาพที่3.18 แสดงภาพ DATA LOGGER เครื่องมือที่ใช้ในการวัด

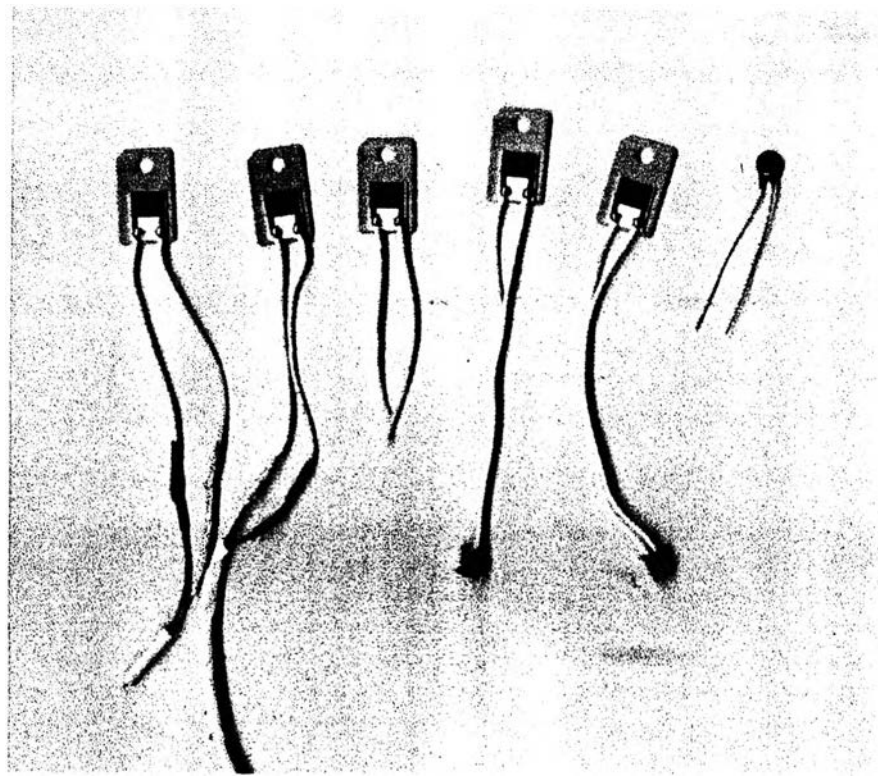
1.2.3 SENSOR ที่ใช้ในการทดลองมี 2 ชนิดด้วยกัน

— Thermister เป็น Sensorที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิ มีคุณสมบัติไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทั้งร้อนและเย็นที่ใช้ในการทดสอบ ขนาด 10 กิโลโอร์ม (KΩ) ดังรูปต่อไปนี้ แสดงลักษณะของ Thermister และการต่อเข้ากับสายสัญญาณ



ภาพที่3.19 แสดงภาพ Thermister

- Due sensor เป็นอุปกรณ์ประเภท Transdusor มีคุณสมบัติเป็นตัวต้านทานใช้ในการวัดความชื้น ซึ่งมีความแปรผันตรงกับกระแสไฟฟ้า ในสภาวะปกติจะมีความต้านทานประมาณ 5 โอม ค่าความชื้นที่วัดได้จะเปลี่ยนแปลงไปตามกระแสไฟฟ้าที่ส่งออกไป ความละเอียดในการวัดขึ้นอยู่กับวงจรการขยายสัญญาณ รุ่นที่ใช้เป็นรุ่น VEK 2604 ยี่ห้อ National โดยปกติเป็น Sensor ที่ใช้ในการวัดความชื้นในเครื่องใช้ไฟฟ้าในวีดีโอเทป ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวจึงมีการนำมาดัดแปลงนำมาใช้เป็น Sensor ตรวจวัดความชื้นในการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการวัดและควบคุมความชื้น ซึ่งมีราคาไม่สูงมาก และสามารถลงทุนใช้ในการวัดในปริมาณหลายๆ จุด ในพื้นที่แคบๆ เล็กๆ ได้ดี



ภาพที่3.20 แสดงภาพ Duesensor

2. **การเตรียมการวัดและบันทึกข้อมูล**

การเตรียมการวัดและบันทึกข้อมูล มีวิธีดำเนินการดังนี้

2.1. การต่อสายสัญญาณ

2.2. การติดตั้ง Sensor ในตำแหน่งที่วัด

2.3. การทดสอบ Sensor

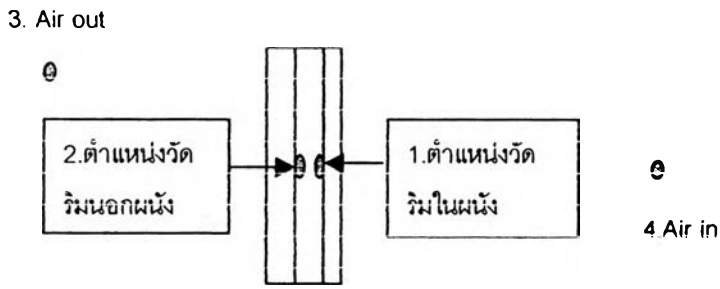
2.4. การบันทึกข้อมูล

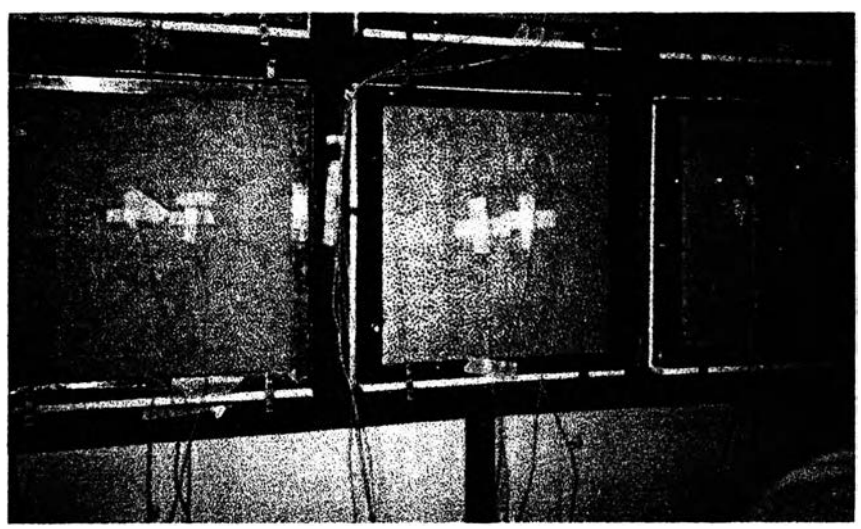
2.1 การต่อสายสัญญาณ

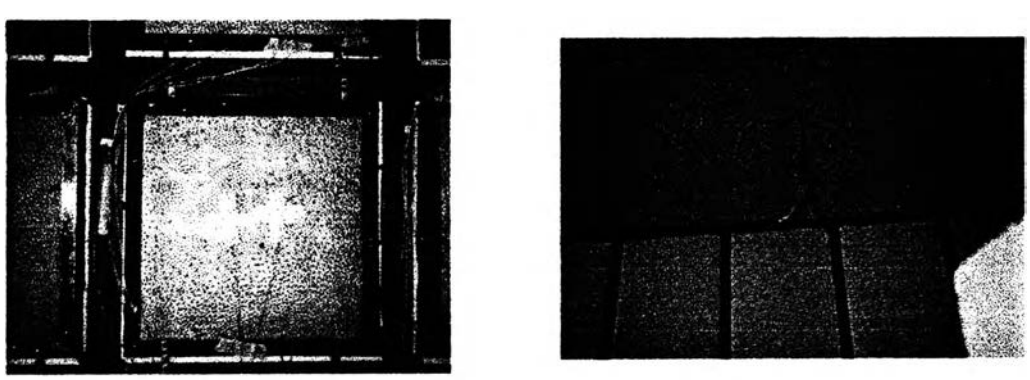
การต่อสายสัญญาณทำได้โดยการต่อหัว sensor ที่ปลายด้านหนึ่ง ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับ plug เพื่อเสียบเข้ากับเครื่องแปลงสัญญาณ system 200 โดยที่ตัวเครื่อง system 200 ต่อเข้ากับเครื่อง Computer โดยมีโปรแกรม Gen 200 เป็นโปรแกรมรับข้อมูลจากการอ่านค่าของหัวsensor ณ ตำแหน่งที่ทำการวัดผ่านสายสัญญาณผ่านเครื่อง system 200 เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ สัญญาณที่ได้จากThermisterมีขนาด 10 kโอห์ม สัญญาณที่ได้จาก due sensor มีขนาด 4-20 มิลลิแอมป์ โปรแกรมGen 200 จะทำการประมวลผล Output ออกมาเป็นค่าข้อมูลที่ได้ตั้งค่าไว้ตามต้องการดังรูป

2.2 การติดตั้ง Sensor ในตำแหน่งที่วัด

มีลักษณะการติดตั้งดังภาพประกอบดังนี้







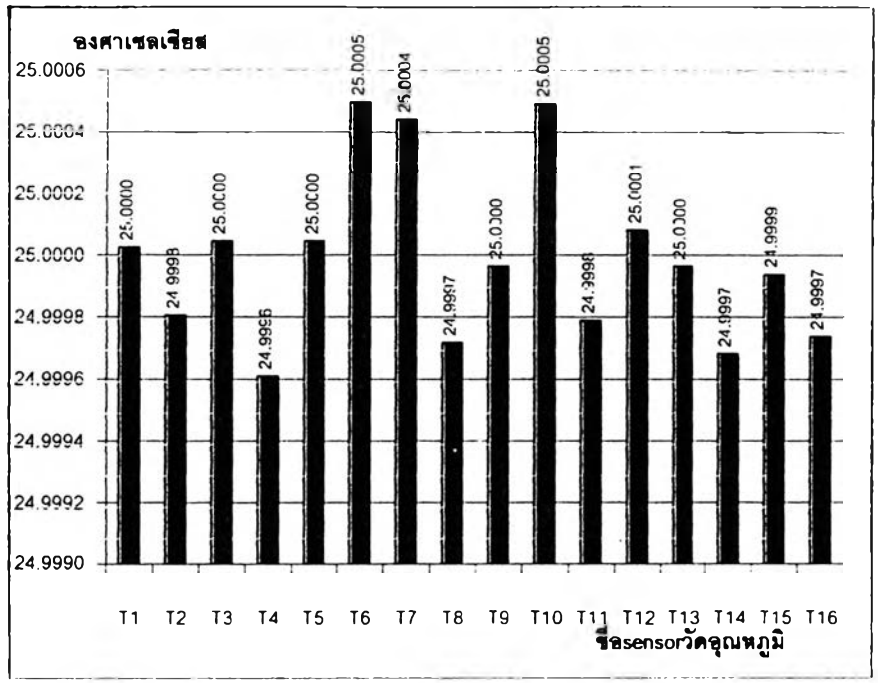
ภาพที่3.21 แสดงการติดตั้ง sensor

2.3 การทดสอบ Sensor

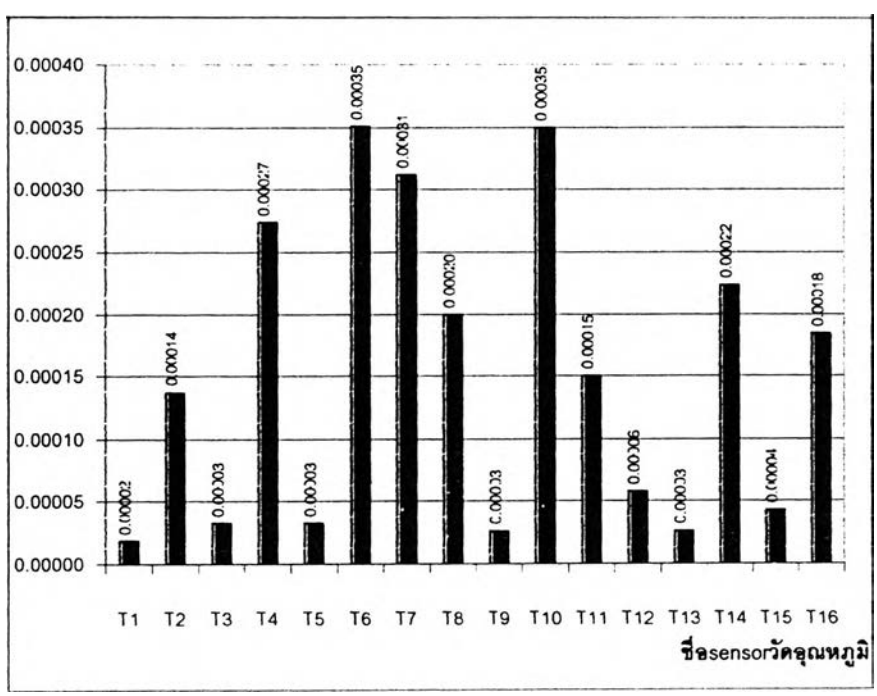
มี 2 ประเภทด้วยกัน คือ Thermister และ due sensor ดังกล่าวมาแล้วว่า Thermister เป็นวัสดุที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และ due sensor มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงต่อความชื้นก่อนการนำมาใช้งานเพื่อความเป็นมาตราฐานของการวัด จำเป็นจะต้องมีการ Calibrate sensorก่อน โดยมีวิธีการดังนี้

2.3.1. Thermister มีวิธีการCalibrate ที่อุณหภูมิ 0 ถึง 100 องศาเซลเซียส โดยการทดสอบการวัดที่อุณหภูมิที่อุณหภูมิปกติต่อไปจึงนำไปทดสอบที่จุดเยือกแข็งเพื่อให้เข้าใกล้ 0 องศาเซลเซียสมากที่สุดแล้วจึงก็นำไปทดสอบที่อุณหภูมิจุดเดือดเพื่อให้เข้าใกล้ 100 องศาเซลเซียสมากที่สุด ผลการเก็บข้อมูลทั้งหมดจะนำมาผ่านกระบวนการทางสถิติด้วยวิธีการ Regression เพื่อหาค่าที่ใช้ปรับการอ่านค่าของ Thermister ทุกตัวให้มีความสามารถอ่านค่า ณ อุณหภูมิเดียวกันให้ใกล้เคียงกันหมดทุกตัว โดยใช้ค่า intercept และ Coefficient จากสมการRegression มาใช้แทนค่า offset และ slope ตามลำดับเพื่อใช้ในการปรับแก้การอ่านข้อมูลบนโปรแกรม Gen 200 ให้มีการอ่านข้อมูลใกล้เคียงกับอุณหภูมิใด ๆ ณจุดวัดมีความใกล้เคียงกันทั้งหมด

ผลจากการ Calibrate Thermister ได้แสดงการเปรียบเทียบความใกล้เคียงกันของการวัด ณ อุณหภูมิภายในบ้านดังแผนภูมิดังต่อไปนี้



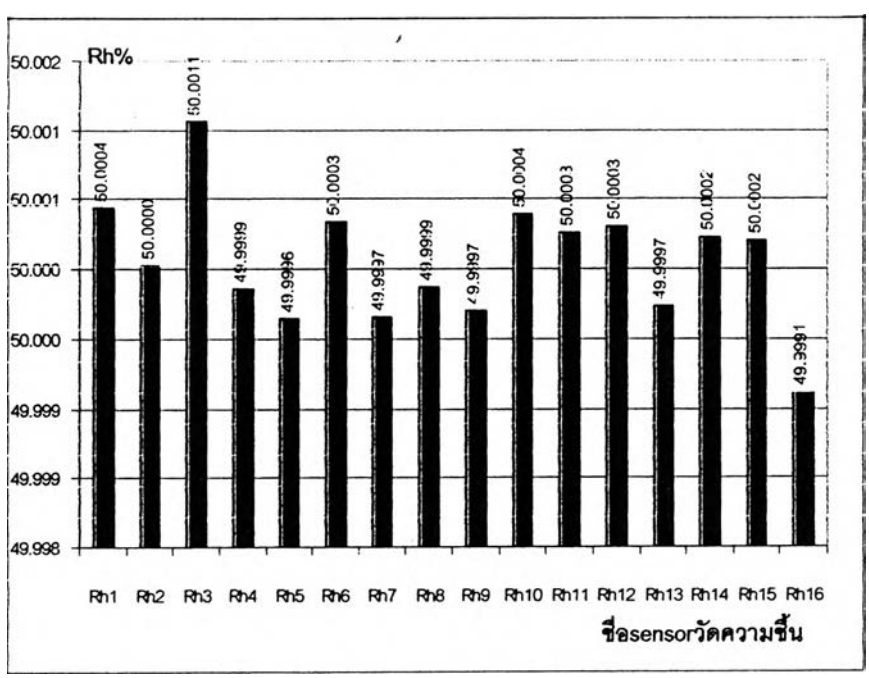
แผนภูมิที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบการอ่านอุณหภูมิภายในบ้านของ Thermister ทุกตัว



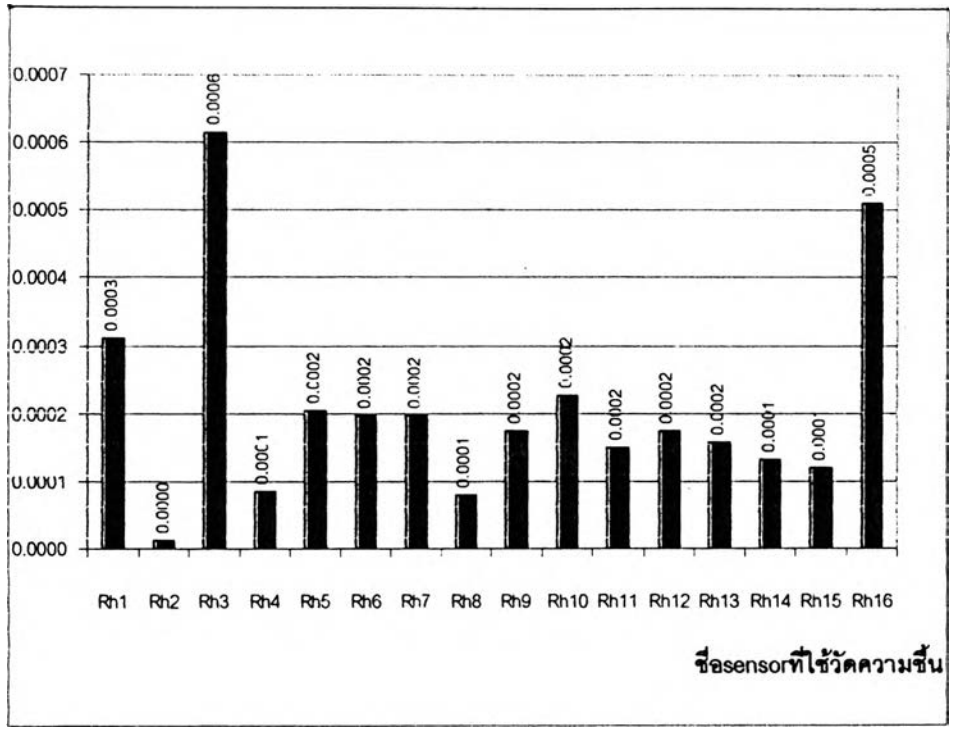
แผนภูมิที่ 3.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า Standard diviation ของ Thermisterทุกตัว

2.3.2. Duesensor วิธีการCalibrate sensorชนิดนี้ทำวิธีแบบเดียวกันกับThermister โดยการนำ sensor ทุกตัว นำไปทดสอบที่จุดความชื้นปกติต่อมาจึงนำไปทดสอบที่ความชื้นต่ำเพื่อให้เข้าใกล้ 0 เปอร์เซ็นต์ ต่อจากนั้นจึงก็นำไปทดสอบที่ความชื้นสูงเพื่อให้เข้าใกล้ 100 เปอร์เซนต์มากที่สุด ผลการเก็บข้อมูลทั้งหมดจะนำมาผ่านกระบวนการทางสถิติด้วยวิธีการ Regression เพื่อหาค่าที่ใช้ปรับการอ่านค่าของ Due sensor ทุกตัวให้มีความสามารถอ่านค่า ณ ความชื้นสัมพัทธ์เดียวกันให้ใกล้เคียงกันหมดทุกตัว โดยใช้ค่า intercept และ Coefficient จากสมการRegression มาใช้แทนค่า offset และ slope ตามลำดับเพื่อใช้ในการปรับแก้การอ่านข้อมูลบนโปรแกรม Gen 200 ให้มีการอ่านข้อมูลใกล้เคียงกับความชื้นสัมพัทธ์ใด ๆ ณจุดวัดมีความใกล้เคียงกันเท่ากันทั้งหมด

ผลจากการ Calibrate Duesensor ได้แสดงการเปรียบเทียบความใกล้เคียงกันของการวัด ณ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในบ้านดังแผนภูมิดังต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 3.3 แสดงการเปรียบเทียบการอ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในบ้านของ Due sensor ทุก



แผนภูมิที่ 3.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า Standard diviation ของ Due sensor ทุกตัว

2.4 การบันทึกข้อมูล

การบันทึกข้อมูลโดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อว่า Gen 200 ช่วยในการประเมินผลและแสดงค่าข้อมูลออกมาตามวันเวลาที่ได้ตั้งค่าไว้ในโปรแกรม นอกจากจะเก็บข้อมูลเป็นตัวแล้วยังเก็บข้อมูลโดยการบันทึกเป็นภาพ Grapchic ทำให้สะดวกในการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลมากยิ่งขึ้น

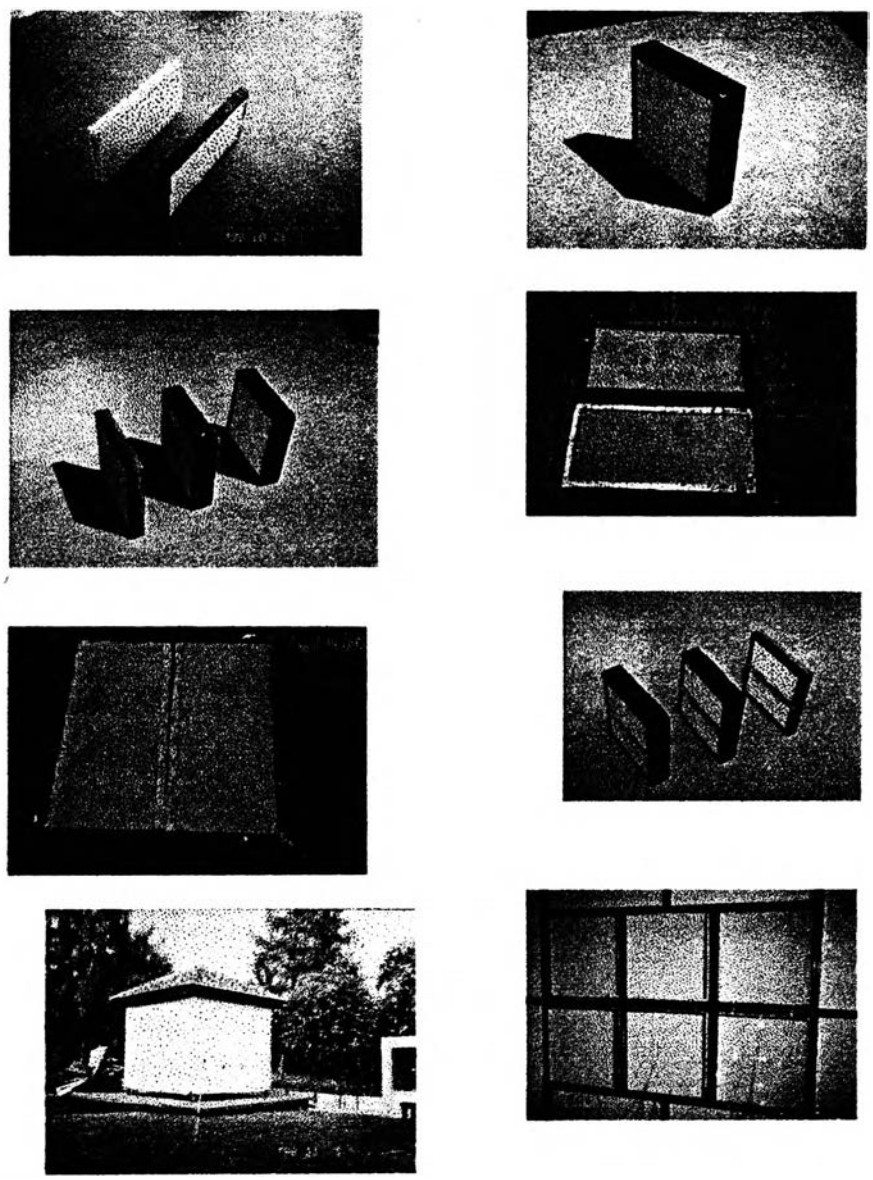
3. **การวัดและการเก็บผลข้อมูล**

การวัดและการเก็บข้อมูลเป็นการเก็บค่าข้อมูลทางด้านอุณหภูมิหน่วยองศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์เก็บค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นที่ได้จะนำไปคำนวณเพื่อหาค่าอัตราส่วนความชื้น ค่าความดันไอน้ำ ค่าการควบแน่น เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายในผนังทดสอบ ระหว่างผนังทดสอบ และระหว่างชุดผนังทดสอบ

4. การกำหนดกรณีในการดำเนินการทดลอง

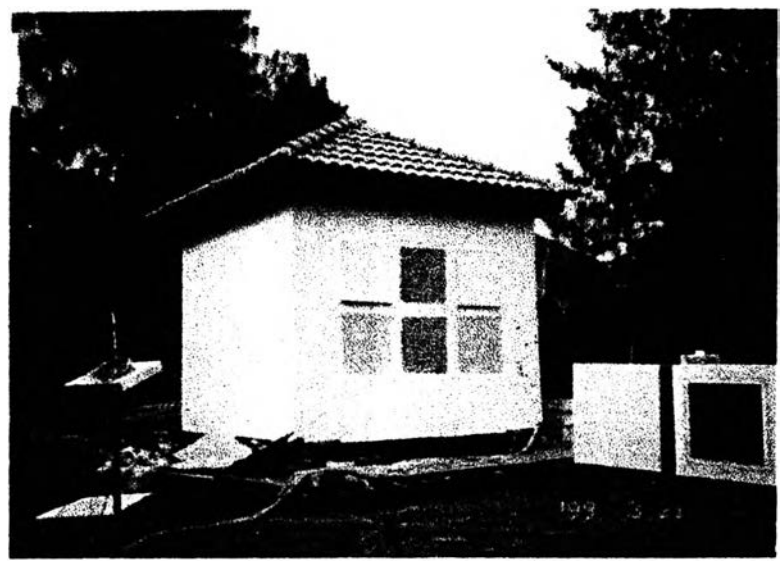
การดำเนินการทดลองจำเป็นจะต้องมีการออกแบบการทดลอง เพื่อกำหนดขอบเขตการดำเนินการทดลอง เกณฑ์ในการกำหนดรูปแบบการทดลองคำนึงถึงผลการทดลองที่ครอบคลุมและให้ผลเปรียบเทียบที่ชัดเจนจึงเลือกและกำหนดกรณีการทดลองได้ 4 กรณี โดยมีเหตุผลในการกำหนดกรณีการทดลองดังนี้

1. กรณีมีเปรียบเทียบผนังทดสอบมีการกันความชื้นที่ขอบฉนวนและไม่กันความชื้นที่ขอบฉนวน ดังภาพประกอบดังนี้



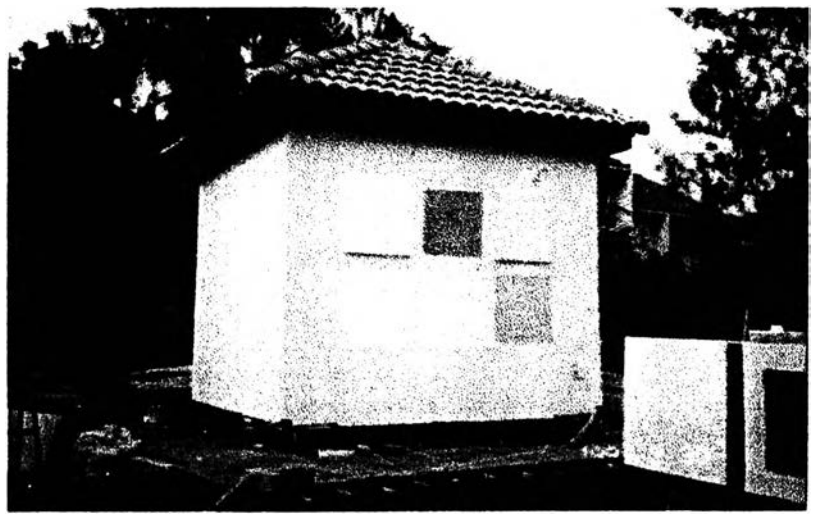
ภาพที่3.22 แสดงภาพการทดลองที่1

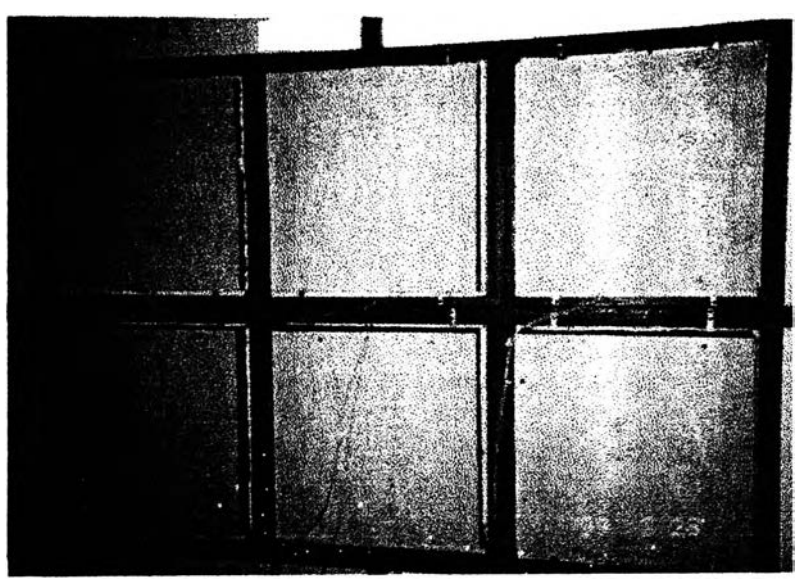
2. กรณีเปรียบเทียบผนังอาคารที่มีการติดวอลเปเปอร์และไม่ติดวอลเปเปอร์บริเวณด้านในผนังชิ้นส่วนทดสอบที่ไม่ทาสี



ภาพที่3.23 แสดงภาพการทดลองที่2

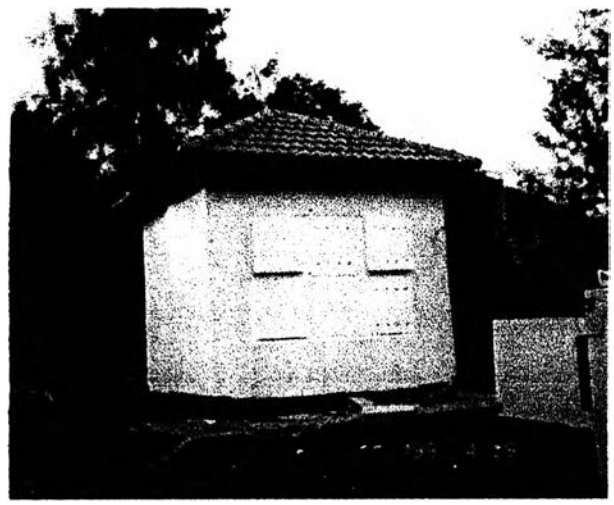
3. กรณีเปรียบเทียบผนังทดสอบที่มีการทาสีภายนอกอาคารและไม่ทาสีภายนอกอาคาร โดยที่ภายในผนังอาคารทดสอบติดวอลเปเปอร์ทั้งหมด

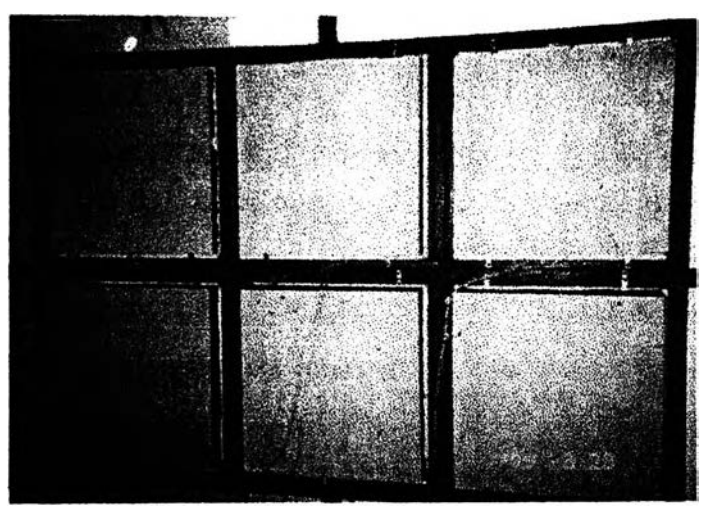




ภาพที่3.24แสดงภาพการทดลองที่ 3

4. กรณีเปรียบผนังทดสอบมีช่องอากาศที่มีการระบายอากาศกับผนังที่ไม่ระบายอากาศ





ภาพที่3.25 แสดงภาพการทดลองที่ 4

5. การกำหนดแนวทางวิเคราะห์ข้อมูลการทดลอง

แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบทั้งหมด 5 แนวทางด้วยกัน

1. การเปรียบเทียบอุณหภูมิ(Temperature)ที่ผิวฉนวนในผนังทดสอบ
2. การเปรียบเทียบปริมาณความชื้น(Humidity (RH%))ที่ฉนวนได้รับของผนังทดสอบ
3. การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ทิศทางการแทรกซึม(vapor pressure)ความชื้นผ่านผิวผนังทดสอบ
4. การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ปริมาณการดูดซับ Moisture (Humidity Ratio หรือ Grain of moisture)ของผนังอาคารทดสอบ
5. การเปรียบเทียบโอกาสการเกิดการควบแน่น(Dewpoint)ฉนวนของผนังทดสอบ

1. การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ด้านอุณหภูมิ(Temperature)ที่ผิวฉนวนในผนังทดสอบ

การเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ผิวฉนวนเป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างอุณหภูมิที่ผิวฉนวนในผนังกับอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคาร อุณหภูมิที่เก็บค่าได้เป็นอุณหภูมิ Dry bulb หน่วยที่ทำการวัดเป็นองศาเซลเซียส

2. การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น(Humidity (RH%))ที่ฉนวนได้รับของผนังทดสอบ

การเปรียบเทียบความชื้นเป็นการเปรียบเทียบความชื้นที่ผิวฉนวนในผนังและฉนวนเพดาน ฉนวนที่ติดตั้งในผนังชนิดใดหรือที่ติดตั้งในเพดานจะได้รับความชื้นมากกว่ากัน ถ้าได้รับความชื้นมากจะมีโอกาสเกิดการควบแน่นได้มาก หรือเรียกว่ามีโอกาสทำให้ฉนวนเปียกสูง ประสิทธิภาพการกันความร้อนจะด้อยลง สาเหตุที่ความชื้นมากหรือน้อยในฉนวน มีปัจจัยหลายประการเช่น ลักษณะของผนัง แรงดันไอที่ผ่านแต่ละชั้นผิว ปริมาณ Moisture ที่แทรกซึมผ่านเข้ามา การเกิดการควบแน่น หรือ มาจากระหว่างก่อสร้าง เช่น รอยต่อผนัง

สำหรับการเก็บค่าข้อมูลความชื้นค่าที่เก็บได้เป็นปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ ณ จุดที่ทำการวัด หน่วยการวัดเป็น เปอร์เซ็นต์ (%)

3. **การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ทิศทางการแทรกซึม** (vapor pressure) **ความชื้นผ่านผิวผนังทดสอบ**

การเปรียบเทียบทิศทางการแทรกซึมความชื้นเป็นการหาคำตอบทิศทางของความชื้นว่ามาจากทิศทางใด เร็วเท่าใด ค่าที่ได้มากแสดงว่าเข้ามาได้เร็ว ซึ่งจะเป็นผลเสียต่อฉนวนอาคารที่ติดตั้งภายในช่องผนังอาคาร สิ่งที่เป็นตัวบอกค่าการแทรกซึมความชื้นว่าทิศทางมาจากทางใด คือ ค่าความดันไอน้ำ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ค่าVapor Pressure การคำนวณหาค่า Vapor Pressure ใช้วิธีการเดียวกับกรมอุตุนิยมวิทยาใช้ ค่าVapor Pressure มีหน่วยเป็น kpa (กิโลปาสคาล) โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

es(T) =0.611*EXP(17.27*T/(T+237.3)) in kpa

e =(rh/100)*es(T)

โดยที่

es(T) =ความกดไอน้ำอิ่มตัวในขณะที่อุณหภูมิขณะนั้นในบรรยากาศมีความชื้นสูงสุดหน่วย kpa

T = อุณหภูมิหน่วยองศาเซลเซียส

e = ความดันไอน้ำ Vapor Pressure หน่วย kpa

rh = ความชื้นสัมพัทธ์ มีหน่วยเป็น%

4. **การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ปริมาณการดูดซับ** Moisture (Humidity Ratio **หรือ** Grain of moisture) **ของผนังอาคารทดสอบ**

การเปรียบเทียบปริมาณการดูดซับMoisture เป็นการบ่งชี้ผนังชนิดใดมีแนวโน้มการดูดซับความชื้นได้สูง ซึ่งจะทำให้ฉนวนที่ติดตั้งภายในช่องผนังมีโอกาศได้รับความชื้นสูงตามไปด้วย ทำให้ไม่เป็นผลดีกับฉนวนที่ติดตั้งภายใน สิ่งที่เป็นตัวบอกค่าการดูดซับความชื้น คือ ค่าอัตราส่วนความชื้น หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าHumidity Ratio ซึ่งเป็นตัวบอกค่าปริมาณ Grain of moisture ว่ามีปริมาณเท่าใด การคำนวณหาค่าHumidity Ratio ใช้วิธีการเดียวกับการคำนวณหาค่าอัตราส่วนความชื้นในเรื่องไซโครเมติกของอากาศ ซึ่งเป็นวิธีการเดียวกันกับกรมอุตุนิยมวิทยาใช้ในการคำนวณ ค่า Humidity Ratio มีหน่วยเป็น kg/kg หรือ g/kg ซึ่งแล้วแต่ความละเอียดในการใช้งาน มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$W = \frac{(0.622 kg/kg')(P_w)}{P-P_w}$$

โดยที่

W = อัตราส่วนความชื้นมีหน่วยเป็น kg ของไอน้ำต่อ kg ของอากาศแห้ง[1] (kg/kg)

P_w = ความดันของไอน้ำที่อุณหภูมิจุดน้ำค้าง มีหน่วยเป็น bar

P = ความกดดันของบรรยากาศ(มาตรฐาน)ที่ระดับน้ำทะเลมีหน่วยเป็น bar มีค่าเท่ากับ 1.01325 bar

ค่าที่คำนวณได้ถ้าต้องการให้หน่วยออกมาเป็น g/kg ให้นำ 1000 เข้าไปคูณจะได้ค่าที่ต้องการ

หมายเหตุ: 1 bar มีค่าเท่ากับ 100 kpa หรือ 10^5 pa

5. การเปรียบเทียบการวิเคราะห์โอกาสการเกิดการควบแน่น(Dewpoint)ฉนวนของผนังทดสอบ

การเปรียบเทียบโอกาสการเกิดการควบแน่นในฉนวน พิจารณาจากค่า Dewpoint เพราะค่า Dewpoint มีลักษณะแปรผันตามกับ ค่า Vapor pressure และ Grain of moisture เพราะทั้ง 3 ตัวเป็นตัวบ่งชี้ว่า โอกาสการแทรกซึมความชื้นและการดูดซับความชื้นมีปริมาณมากเท่าใด ซึ่งปริมาณความชื้นที่ได้รับเพิ่มขึ้นยิ่งเพิ่มโอกาสการเกิดการควบแน่นในผนังให้มากขึ้นไปอีก ถ้าอุณหภูมิที่ผิวขณะนั้นต่ำพอที่จะทำให้ความชื้นเข้าใกล้ 100 % การคำนวนค่า Dewpoint ใช้วิธีการเดียวกันกับกรมอุตุนิยมวิทยาใช้ โดยทั่วไป สามารถหาได้จาก อุณหภูมิ wet bulb และ dry bulb หรือ ความชื้นสัมพัทธ์ กับ อุณหภูมิ Dry bulb ในการวิจัยครั้งนี้คำนวณค่า Dewpoint ด้วยวิธีคำนวณจากค่าความชื้นสัมพัทธ์ และ อุณหภูมิ Dry bulb โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

Td =(116.9+237.3*LN(e))/(16.78-LN(e))

---

[1] อัครเดช สินธุภัค, การทำความเย็น, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง: 2538, หน้า 68

โดยที่

Td = อุณหภูมิDewpoint หน่วยองศาเซลเซียส*

e = ความดันไอน้ำ Vapor Pressure หน่วย kpa

หมายเหตุ: ค่า 116.9, ค่า 237.3 และค่า 16.78 เป็นค่าคงที่

จากทั้ง 5 แนวทาง กล่าวสรุปได้ว่า

1. การเปรียบเทียบทิศทางการแทรกซึม(vapor pressure)ความชื้นผ่านผิวผนังทดสอบ ในฉนวนที่ติดตั้งในผนังทดสอบชนิดใดมีค่ามากจะไม่ดีกับฉนวนที่ติดตั้งภายในผนังชนิดนั้น

2. การเปรียบเทียบปริมาณการดูดซับ Moisture (Humidity Ratio หรือ Grain of moisture) ของผนังอาคารทดสอบ ในฉนวนที่ติดตั้งในผนังทดสอบชนิดใดมีค่ามากจะไม่ดีกับฉนวนที่ติดตั้งภายในผนังชนิดนั้น

3. การเปรียบเทียบปริมาณความชื้น (Humidity (RH%) ที่ฉนวนได้รับของผนังทดสอบ ในฉนวนที่ติดตั้งในผนังทดสอบชนิดใดพบว่ามีความชื้นสัมพัทธ์ในปริมาณสูงหรือเข้าใกล้ 100%ผนังฉนวนในผนังชนิดนั้นเริ่มเกิดการควบแน่นแล้ว ทั้งนี้ต้องพิจารณาอุณหภูมิที่จุดเดียวกันควบคู่กันไปด้วย

4. การเปรียบเทียบโอกาสการเกิดการควบแน่น (Dewpoint) ฉนวนของผนังทดสอบ การเปรียบเทียบนี้เป็นการบ่งชี้ว่าฉนวนที่ติดตั้งในผนังชนิดใดมีโอกาสเกิดการควบแน่นได้มากกว่ากัน ฉนวนที่ติดตั้งในผนังชนิดนั้นจะมีแนวโน้มเสื่อมประสิทธิภาพการกันความร้อนได้เร็วกว่า ทำให้การกันความร้อนของผนังชนิดนั้นไม่ดี การเปรียบเทียบประเด็นนี้ถ้ามีค่ามากแสดงว่าไม่ดี

5. การเปรียบเทียบอุณหภูมิ(Temperature)ที่ผิวฉนวนในผนังทดสอบ ความแตกต่างที่พบจากการเปรียบเทียบนี้ ไม่ได้บ่งชี้ได้ว่าฉนวนที่ติดตั้งในผนังที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำอันไหนจะดีกว่ากันเพราะต้องพิจารณาควบคู่ไปกับความชื้นด้วย ผนังที่มีความสามารถทำให้อุณหภูมิภายในต่ำและความชื้นเข้ามาได้น้อยย่อมดีที่สุดสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้น

---

* รายละเอียดการคำนวณและการคำนวณความคลาดเคลื่อนดูภาคผนวก