

### บทที่ 3

#### หลักเกณฑ์ในการทดสอบและขั้นตอนการทำวิจัย

ในการศึกษากระบวนการลดความร้อนผ่านหลังคาโปร่งใสโดยวิธีการธรรมชาติ เมื่อพิจารณาถึงสมมติฐานการวิจัยในบทที่ 1 ประกอบกับการประมวลแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ จะพบว่าในแนวทางในการทดสอบจะถูกแบ่งออกเป็น 4 แนวทางหลักดังนี้

1. การทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองปิด ไม่มีมวลสารที่เกิดจากการถ่ายเทพลังงานความร้อนจากระนาบหลังคาโปร่งใส (กระจก) เพียงอย่างเดียว โดยได้รับอิทธิพลจากแสงแดด กระจกและ การแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนกับสภาพแวดล้อมอย่างเต็มที่

2. การทดลองเพื่อศึกษาการลดความร้อนภายในหน่วยทดลองเปิด ไม่มีมวลสารที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนขนาดของช่องเปิดในส่วนผนัง โดยได้รับอิทธิพลจากแสงแดด กระจก และ การแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนกับสภาพแวดล้อมอย่างเต็มที่

3. การทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองปิดที่มีมวลสารต่างกัน 2 ชนิด โดยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะเกิดขึ้นจากการส่งผ่านพลังงานความร้อนจากระนาบหลังคาโปร่งใส (กระจก) เพียงอย่างเดียว และการทดลองเพื่อศึกษาการลดความร้อนภายในหน่วยทดลองเปิดที่มีมวลสารต่างกัน 2 ชนิด โดยได้รับอิทธิพลจากแสงแดด กระจก และ การแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนกับสภาพแวดล้อมอย่างเต็มที่

4. การทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองปิด มีมวลสารต่างกัน 2 ชนิด มีดินไม้ภายใน โดยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะเกิดขึ้นจากการถ่ายเทพลังงานความร้อนจากระนาบหลังคาโปร่งใส (กระจก) เพียงอย่างเดียว และการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองเปิด มีมวลสารต่างกัน 2 ชนิด มีดินไม้ภายใน โดยได้รับอิทธิพลจากแสงแดด กระจก และ การแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนกับสภาพแวดล้อมอย่างเต็มที่

โดยในการดำเนินการวิจัยนี้ จะต้องจัดสร้างหน่วยทดลองเพื่อใช้ในการศึกษาทดลอง เพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลดความร้อนภายในหน่วยทดลองในรูปแบบต่างๆ โดยการสร้างหน่วยทดลองที่ติดตั้งหลังคากระจกแผ่นมีขนาด  $1.20 * 1.40$  ม.เท่ากันเพื่อใช้ในการศึกษาสองชนิด คือ

1. กระจก 2 ชั้น คือกระจกฉนวน ความหนา 23 มม.
  2. กระจกชั้นเดียว คือ กระจกสะท้อนแสง ความหนา 6 มม.
- โดยทั้งสองชนิดจะมีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาของกระจกเท่ากัน คือ 0.40

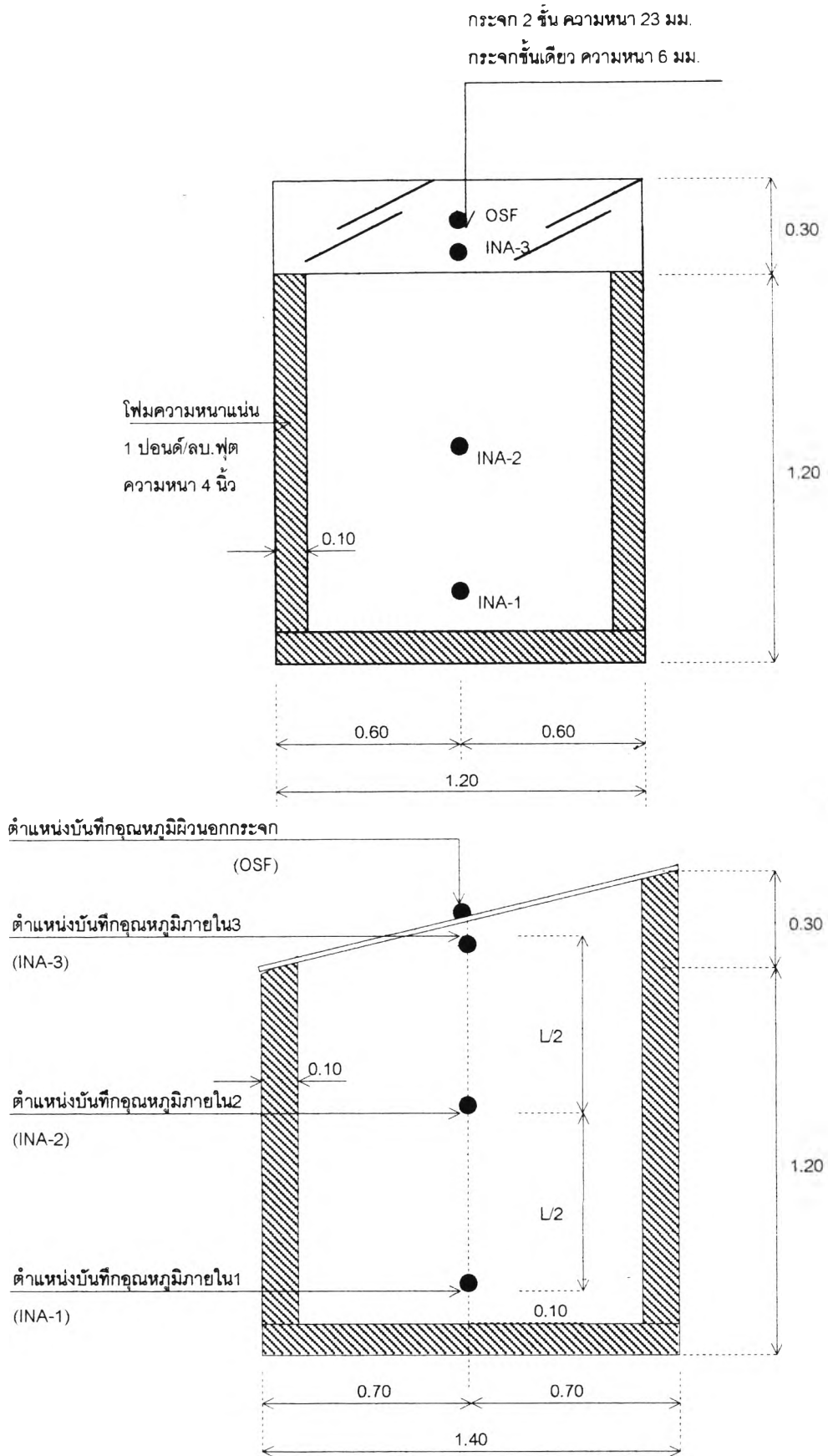
### 3.1 การออกแบบหน่วยทดลอง

3.1.1. เพื่อทำการศึกษาเพื่อให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์ จึงต้องจัดสร้างหน่วยทดลองที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. หน่วยทดลองต้องมีปริมาตรอากาศภายในเท่ากันทุกหน่วยทดลอง
2. ผนังของหน่วยทดลองทั้ง 5 ด้าน จะต้องมีความต้านทาน (R)สูง เพื่อป้องกันผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ที่ทำการทดสอบ
3. ผนังของกล่องจะต้องไม่มีการรั่วซึมของอากาศ ด้านบนของหน่วยทดลองจะเปิดโล่ง เพื่อติดตั้ง วัสดุกระจกที่ต้องการทำการทดสอบ

ดังนั้น ลักษณะของหน่วยทดลองทุกชั้นคอนจึงมีรูปร่างและลักษณะดังรูปที่ 3.1 คือมีขนาดภายนอก 1.20 x 1.20 x 1.40 ม. ผนังทั้ง 5 ด้านเป็นผนังโพลีสไตรีนโฟม (Polystyrene Foam) ความหนาแผ่น 1 ปอนด์ต่อ 1 ลูกบาศก์ฟุต ความหนา 4 นิ้ว มีค่าต้านทานความร้อน (R) = 16 เพื่อป้องกันการได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งหน่วยทดลองนี้เป็นการจำลองขนาดจากความสูงของห้องปกติซึ่งเท่ากับ 2.40 ม. ให้เหลือเพียงครึ่งเดียว (อัตราส่วน 1 ต่อ 2 โดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาผลกระทบจากขนาดในการทดลองไม่ถูกต้อง (Scaling Effect) เนื่องจากขนาดของหน่วยทดลองนี้สามารถใช้ทดแทนขนาดของอาคารจริงจากการจำลองอัตราส่วนข้างต้นได้โดยการใช้ขนาดของวัสดุที่ใช้ในการทดลองชั้นคอนที่ 1 และ 2 ซึ่งได้แก่ ฉนวนความร้อน (Insulation) และใช้ในการทดลองชั้นคอนที่ 3 และ 4 คือมวลสาร 2 ชนิด (Thermal Mass) ภายในหน่วยทดลองเป็นขนาดความหนาของวัสดุที่ใช้ในงานในอาคารจริง สิ่งที่ต่างกันเพียงประการเดียวของหน่วยทดลองนี้กับอาคารจริงคือ ปริมาตรของอากาศซึ่งมีผลเล็กน้อยตามทฤษฎีเทอร์โมไดนามิกส์ แต่ในทางปฏิบัติจริงแล้วสามารถใช้เป็นตัวแทนทางการศึกษาได้ (สุนทร บุญญาริการ, 2542) และหน่วยทดลองที่สร้างขึ้นนี้จะสามารถปรับเปลี่ยนลักษณะของประกอบไปตามวัตถุประสงค์ในการทดสอบของแต่ละชั้นคอน

3.1.2 ฐานรองหน่วยทดลอง ในการทดลองชั้นที่ 1,2 จะจัดทำฐานรอง ให้ขอบบนของฐานรองสูงจากพื้น 0.90 เมตร และหน่วยทดลองทุกหน่วยจะต้องตั้งอยู่บนฐานรองนี้เพื่อป้องกันไม่ไห้หน่วยทดลองได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิของพื้น และเพื่อให้ได้รับอิทธิพลจากกระแสลมอย่างเต็มที่ แต่สำหรับในชั้นคอนที่ 3 และ 4 เนื่องจากเป็นหน่วยทดลองปิดมีมวลสาร เป็นส่วนใหญ่เนื่องจากน้ำหนักของวัสดุที่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จึงจัดวางหน่วยทดลองลงบนพื้น โดยมีแผ่นฉนวนโฟมความหนา 4 นิ้ว รองเป็นฐานไว้ซึ่งสามารถป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากพื้นได้เป็นอย่างดี (รูปที่ 3.2)



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะทั่วไปของหน่วยทดลอง



รูปที่ 3.2 แสดงการติดตั้งหน่วยทดลอง

3.1.3 การวางทิศทางและตำแหน่งของหน่วยทดลอง เป็นไปได้ทิศทางเดียวกันหมด เพื่อให้ได้รับอิทธิพลจากแสงแดดและกระแสลมอย่างเต็มที่ ซึ่งได้แก่การหันหลังคาด้านที่มีความลาดชันไปทางทิศเหนือ-ใต้ตามแนวโคจรของดวงอาทิตย์และทิศทางของลมประจำ

### 3.2 สถานที่ตั้งของหน่วยทดลอง

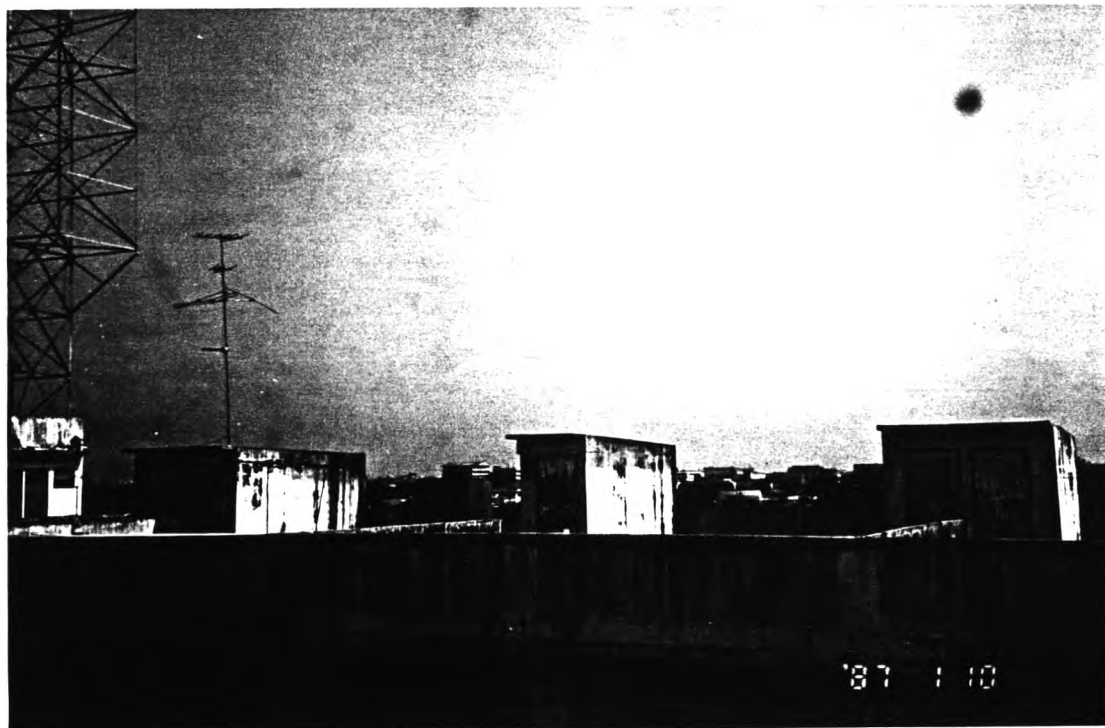
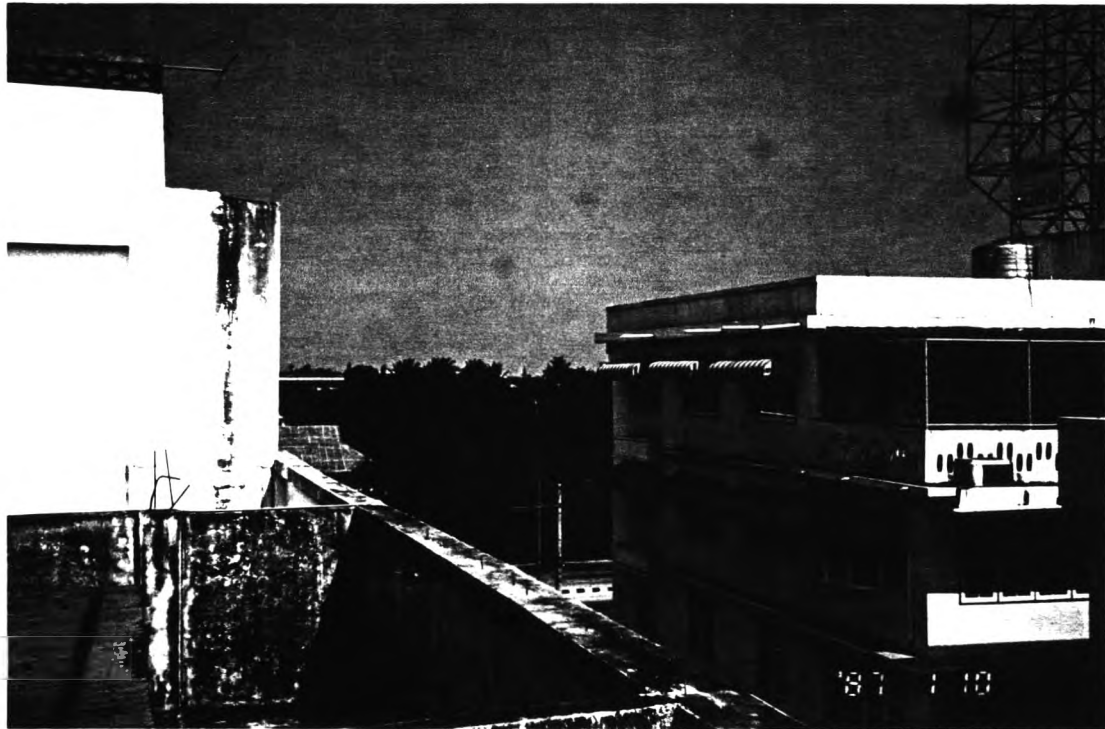
สถานที่ที่ทำการทดลองได้ เลือกว่าใช้บ้านพักอาศัยของ นาย รัชช ชมภูนิช ซึ่งมีลักษณะเป็นอาคารพาณิชย์ สูง 3 ชั้น (รูปที่ 3.3) ในบริเวณคาบฟ้าอาคารซึ่งเป็นพื้นที่โล่ง กว้าง พอเพียงในการจัดวางหน่วยทดลองเรียงกันได้โดยไม่มีบังแสงแดดและลมกันเอง สาเหตุที่เลือกริเวณคาบฟ้าก็เพื่อจำลองสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงของอาคาร โดยทั่วไปที่จะติดตั้งหลังคากระจกในบริเวณคาบฟ้าเป็นส่วนใหญ่

### 3.3 ขั้นตอนและกรรมวิธีในการทดสอบ

เมื่อได้ประมวลแนวคิดในการทดสอบประกอบกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจนได้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยที่ชัดเจนพร้อมทั้งวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการทดลองจนกระทั่งประเมินผลเบื้องต้นของการทดลองที่จะเกิดขึ้นอย่างครบถ้วนผนวกกับระเบียบวิธีวิจัยดังกล่าวข้างต้นในบทที่ 1 แล้วสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนและกรรมวิธีในการทดสอบได้เป็นขั้นตอนที่สอดคล้องกับแนวคิดและความต้องการทำการศึกษาวิจัยได้รวมทั้งสิ้น 4 ขั้นตอนหลักและรวมกับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลรวมเป็น 5 ขั้นตอนได้ดังนี้

#### 3.3.1 ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบคุณสมบัติกระจก

ก. สร้างหน่วยทดลองโครงสร้างเหล็กที่มี หลังคาทรงจั่วด้านเดียว ทำมุม  $15^{\circ}$  ขนาดความกว้าง, ยาว เท่ากับ  $1.20 \times 1.40$  เมตร ในส่วนของผนัง, พื้นของหน่วยทดลองประกอบขึ้นจากแผ่นโฟมความหนาเท่ากับ 4 นิ้ว วัสดุที่ใช้นี้จะช่วยป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกของหน่วยทดลอง เพื่อให้คงเหลือการถ่ายเทความร้อนจากส่วนของหลังคาหน่วยทดลองที่ติดตั้งกระจกสำหรับทำการทดสอบแต่เพียงอย่างเดียว



รูปที่ 3.3 แสดงสถานที่ทดลอง

หน่วยทดลองดังกล่าวจะถูกจัดทำขึ้น เป็น 2 หน่วยทดลองเหมือนๆ กันและทำการติดตั้งกระจกที่ทำการทดสอบ ขนาด 1.20x1.40 เมตรในส่วนหลังคา กระจกดังกล่าวจะมีความต่างกัน ในทางกายภาพของวัสดุ (กระจกชั้นเดียวและ 2 ชั้น) แต่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา (SC) เท่ากัน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุกระจกที่ต้องการวิจัย (รูปที่ 3.4) โดยกระจกทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นกระจกที่ถูกผลิตขึ้นตามมาตรฐานการผลิตสำหรับการใช้งานในห้องคลาคลั่วไป และเป็นกระจกที่ได้รับการคัดเลือกใช้เป็นวัสดุประกอบอาคารอย่างแพร่หลาย ซึ่งได้แก่

- กระจกสะท้อนความร้อน สีฟ้าความหนา 23 มม. ค่า SC. = 0.40 ติดตั้งในหน่วยทดลองที่ 1
- กระจกสะท้อนแสง สีฟ้าความหนา 6 มม. ค่า SC =0.40 ติดตั้งในหน่วยทดลองที่ 2

ข. ทำการทดสอบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของกระจกแต่ละชนิดด้วยการบันทึกข้อมูลสภาพอุณหภูมิภายในและสภาพแวดล้อมภายนอกที่มีผลต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง และสภาวะความน่าสบายของมนุษย์ โดยมีข้อมูลที่ทำการบันทึกดังนี้ (รูปที่ 3.5)

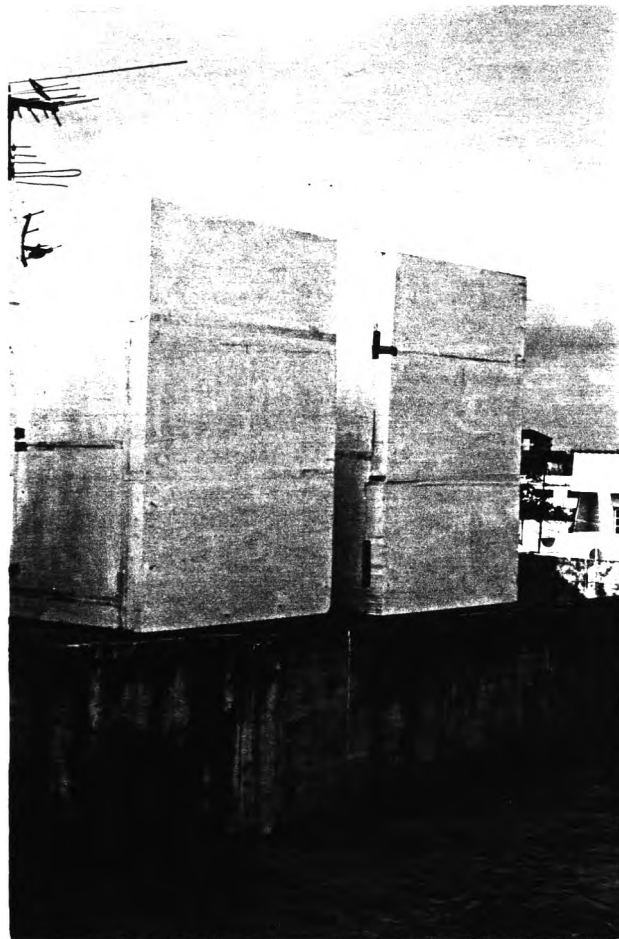
- 1) อุณหภูมิอากาศภายนอกหน่วยทดลอง (outdoor air Temperature – OUT AIR)
- 2) อุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลอง ตำแหน่ง 1 (indoor air temperature – INA-1) สูงจากพื้นหน่วยทดลอง 0.10 ม.
- 3) อุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลอง ตำแหน่ง 2 (indoor air temperature – INA-2) อยู่ในตำแหน่งกลางหน่วยทดลอง
- 4) อุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลอง ตำแหน่ง 3 (indoor air temperature – INA-3) ต่ำกว่าด้านในกระจก 0.10 ม.
- 5) อุณหภูมิผิวกระจกภายนอกหน่วยทดลอง (outdoor surface temperature – OUT SF)
- 6) อุณหภูมิกระเปาะเปียก (wet bulb temperature - WB)

ในการบันทึกข้อมูลที่ตำแหน่ง 2 ถึง 5 ทำการติดตั้งตัวบันทึกข้อมูล(sensor)ในตำแหน่งและลักษณะเดียวกันภายในและภายนอกทั้งสองหน่วยทดลองและเมื่อรวมกับการบันทึกข้อมูลจากสภาพแวดล้อมภายนอกในตำแหน่งที่ 1 และ 6 ก็จะได้ตำแหน่งในการบันทึกด้วย sensor ที่ต่อเชื่อมกับเครื่องมือ Thermometer indicator และ Thermometer switcher เพื่อทำการบันทึกข้อมูล

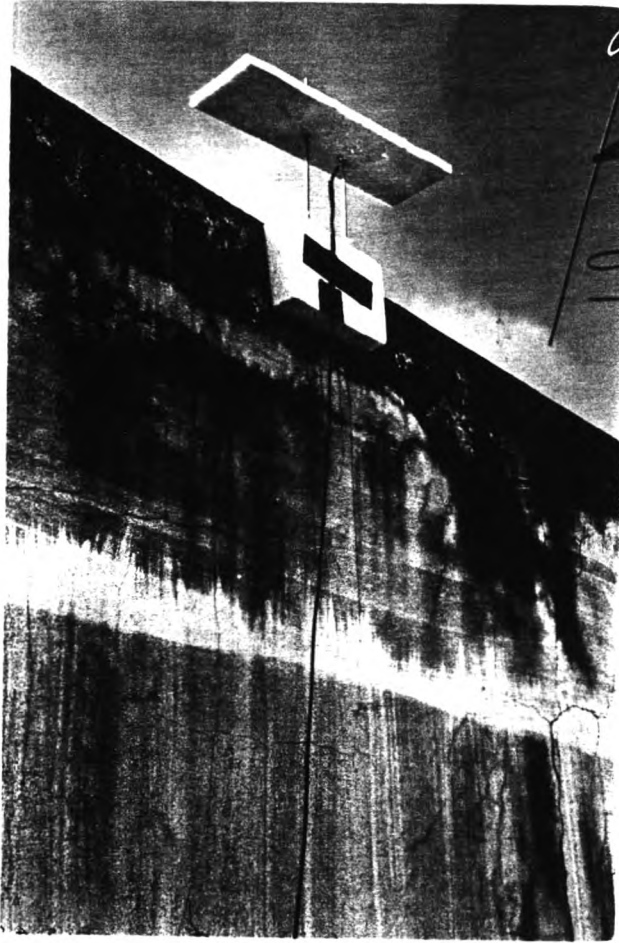


รูปที่ 3.4 แสดง หน่วยทดลองในชั้นตอนที่ 1





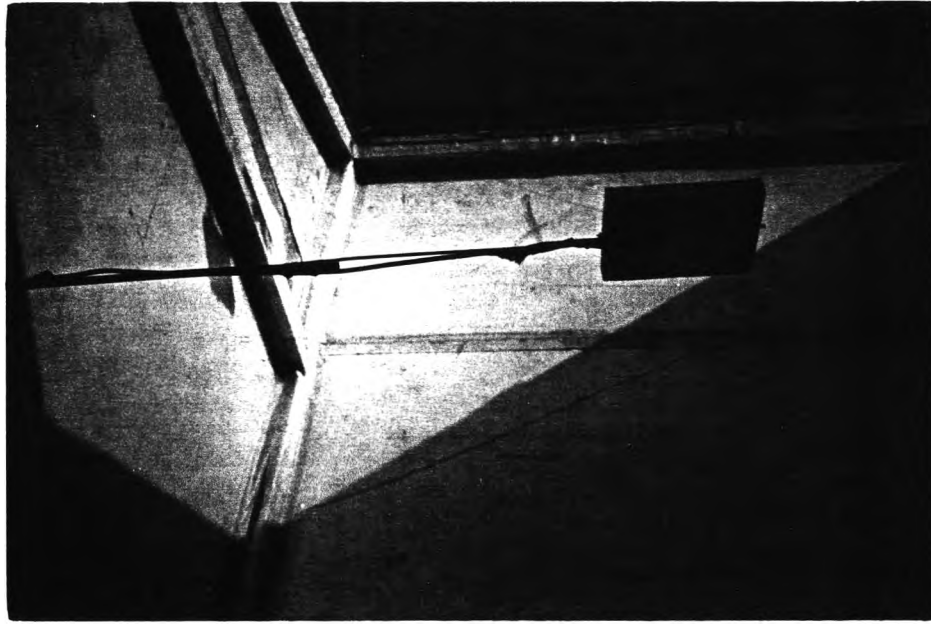
รูปที่ 3.4 แสดง หน่วยทดลองในชั้นตอนที่ 1



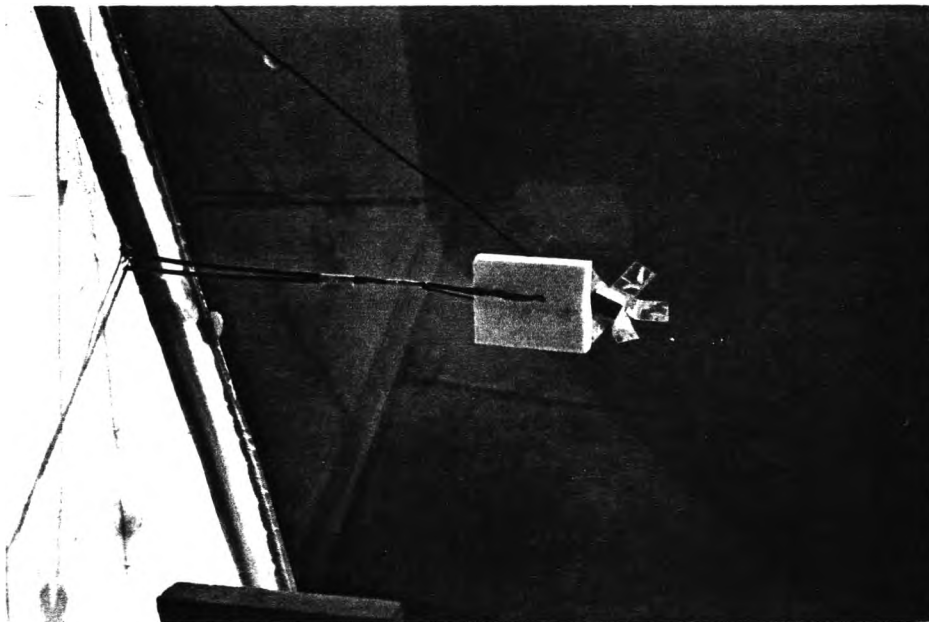
1) อุณหภูมิอากาศภายนอกหน่วยทดลอง



2) อุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลอง ตำแหน่ง 1  
รูปที่ 3.5 แสดงการติดตั้งตัวบันทึกข้อมูล



3) อุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลอง ตำแหน่ง 2

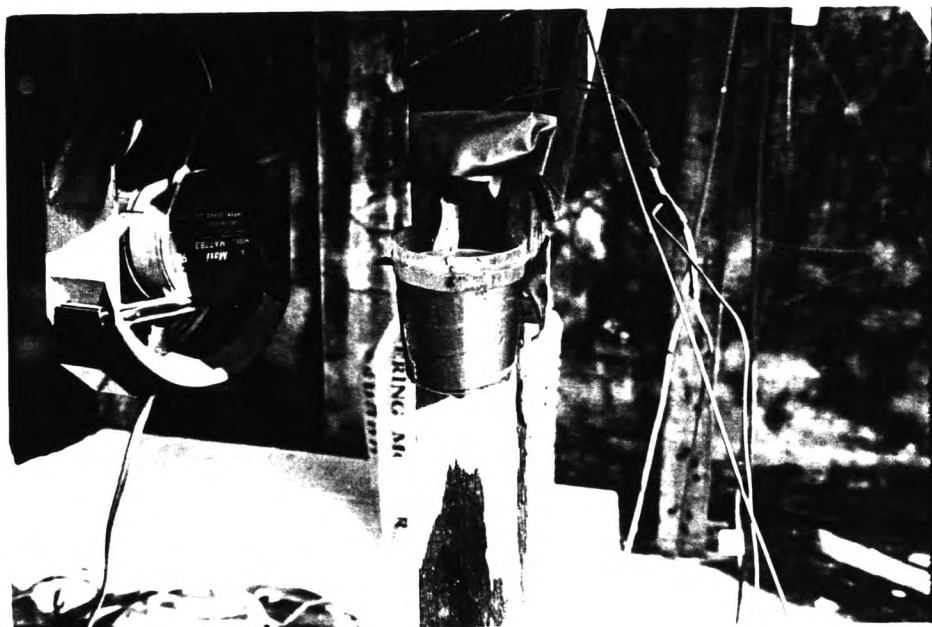


4) อุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลอง ตำแหน่ง 3

รูปที่ 3.5 แสดงการติดตั้งตัวบันทึกข้อมูล



5) อุณหภูมิผิวกระจกภายนอกหน่วยทดลอง



6) อุณหภูมิกระเปาะเปียก

รูปที่ 3.5 แสดงการติดตั้งตัวบันทึกข้อมูล

ทั้งหมด 10 ตำแหน่ง การบันทึกข้อมูลจะกระทำการบันทึกทุกจุด ทุก 30 นาที อย่างต่อเนื่องตลอดวันตั้งแต่ 6.00 น. ถึง 5.30น. วันต่อไปเป็นเวลาทั้งสิ้น 3 วัน เพื่อประโยชน์ในการศึกษาเปรียบเทียบสภาพของอุณหภูมิที่มีความสัมพันธ์กับกระเจกชนิดต่างๆ ประกอบกับวงจร (cycle) ของพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ

ค. ใช้ข้อมูลที่ได้รับเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำความเข้าใจในลักษณะการถ่ายเทความร้อนของวัสดุกระเจกทั้งสองชนิดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง รวมทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนาการทดลองเพื่อทดสอบการวิจัยหัวข้ออื่นต่อไป

### 3.3.2.1 ขั้นตอนที่ 2.1 ทดสอบคุณสมบัติช่องเปิดในผนัง

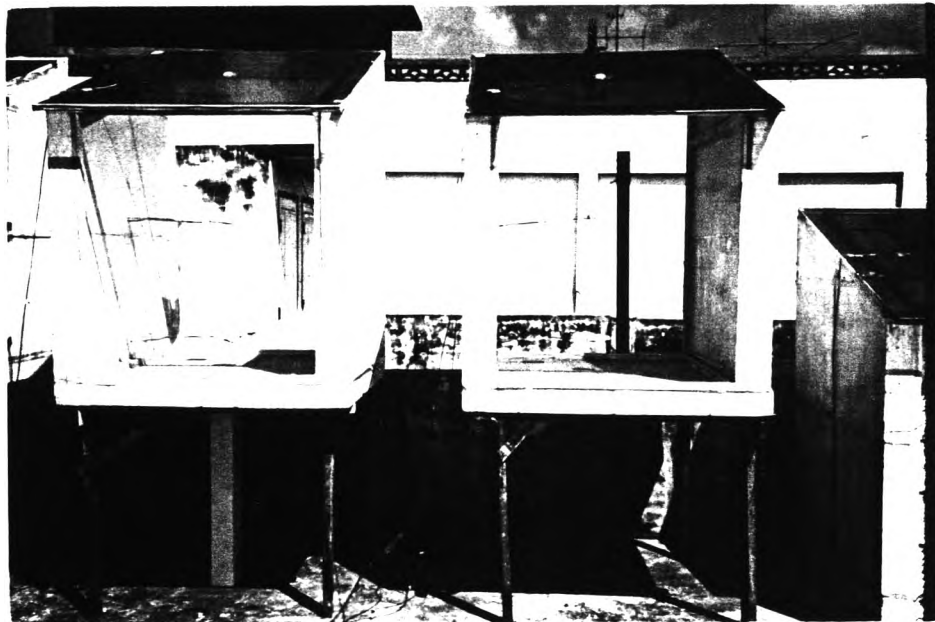
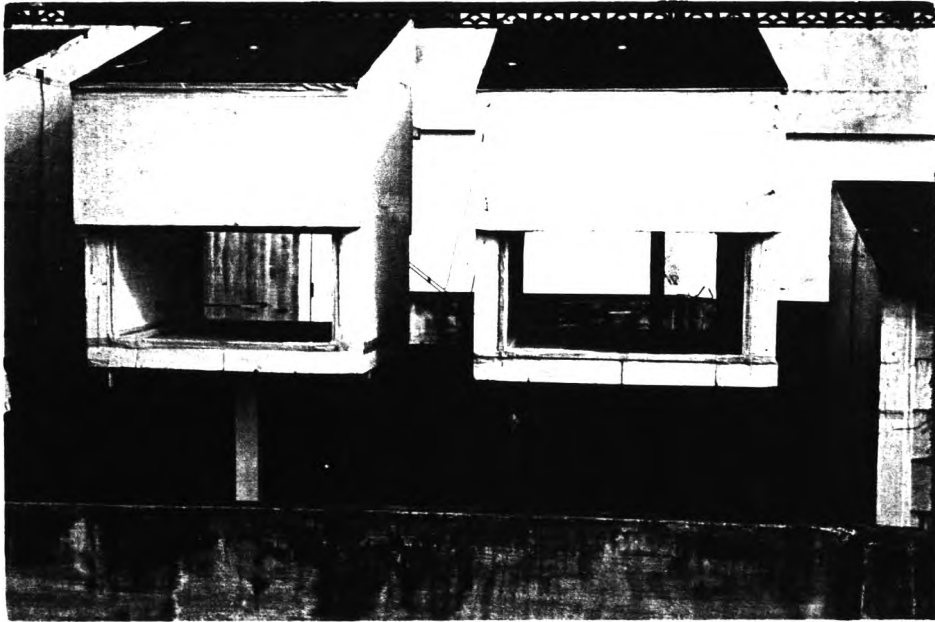
ก. สร้างหน่วยทดลองที่มีลักษณะเหมือนกันหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 1 ขึ้นมาอีกอย่างละ 2 คู่ โดยทั้งหมดจะได้เป็นหน่วยทดลองที่มีหลังคาเป็นกระเจก 2 ชั้นและชั้นเดียวอย่างละ 3 คู่ ที่มีลักษณะการติดตั้งพื้นและผนังด้วยโฟมเช่นเดียวกันทั้ง 6 หน่วยทดลอง

ข. หน่วยทดลอง 2 คู่ ที่เพิ่มขึ้น (หน่วยทดลอง 3-6) ให้เพิ่มเติมส่วนช่องเปิดในผนังหน่วยทดลอง ด้านหน้าและหลังของหน่วยทดลองในทิศทางที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของลมธรรมชาติ โดยในคู่แรก (หน่วยทดลอง 3 และ 4 ที่ติดตั้งกระเจก 2 ชั้นและกระเจก ชั้นเดียวตามลำดับ) ให้มีขนาดช่องเปิดเท่ากับ 50% ของพื้นที่หน้าตัด และคู่ที่ 2 (หน่วยทดลอง 5 และ 6 ที่ติดตั้งกระเจก 2 ชั้นและกระเจก ชั้นเดียวเช่นเดียวกัน) ให้มีขนาดช่องเปิด 100% ของพื้นที่หน้าตัดโดยคงสภาพหน่วยทดลองคู่แรกสุดในขั้นตอนที่ 1 ไว้ ตามสภาพเดิม (รูปที่ 3.6)

ค. ทำการทดสอบความสัมพันธ์ของช่องเปิดในส่วนผนังที่เปลี่ยนแปลงไปกับสภาพของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง โดยเปรียบเทียบลักษณะพฤติกรรม การถ่ายเทความร้อนของกระเจก 2 ชนิดว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในลักษณะใด ซึ่งการทดสอบทำได้โดยการติดตั้งตัวบันทึกข้อมูลและอุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการบันทึกข้อมูลในตำแหน่งและลักษณะการบันทึกข้อมูลเช่นเดียวกันกับในขั้นตอนที่ 1

ง. ใช้ข้อมูลที่ได้รับเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำความเข้าใจถึงประสิทธิภาพของช่องเปิดผนังที่มีผลต่อการลดความร้อนภายในหน่วยทดลอง ในการทำความร้อนออกจากภายในอาคารที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในห้องทดลอง รวมทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนาการทดลองเพื่อทดสอบหัวข้อวิจัยอื่นต่อไป

### 3.3.2.2 ขั้นตอนที่ 2.2 ทดสอบคุณสมบัติช่องเปิดในผนัง



รูปที่ 3.6 แสดงหน่วยทดลองในชั้นตอนที่ 2.1

ก. จากหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 2.1 ทำการปรับปรุงผนังด้านหน้าและหลังของหน่วยทดลองที่ 3 ถึง 6 ให้มีขนาดช่องเปิดต่างกันโดยมีลักษณะการติดตั้งโพนที่พื้นและผนังด้านข้างเช่นเดียวกันทั้ง 6 หน่วยทดลอง

ข. หน่วยทดลอง 2 คู่ ที่เพิ่มขึ้น (หน่วยทดลอง 3-6) ให้เพิ่มเติมส่วนช่องเปิดในผนังหน่วยทดลอง ด้านหน้าและหลังของหน่วยทดลองในทิศทางที่สัมพันธ์กับ การเคลื่อนที่ของลมธรรมชาติ โดยในคู่แรก (หน่วยทดลอง 3 และ 4 ที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้นและกระจก ชั้นเดียวตามลำดับ) ให้มีขนาดช่องเปิดเท่ากับ 25% ของพื้นที่หน้าตัด และคู่ที่ 2 (หน่วยทดลอง 5 และ 6 ที่ติดตั้งกระจก 2 ชั้นและกระจก ชั้นเดียวเช่นเดียวกัน) ให้มีขนาดช่องเปิด 75% ของพื้นที่หน้าตัดโดยคงสภาพหน่วยทดลองคู่แรกสุดในขั้นตอนที่ 1 ไว้ ตามสภาพเดิม (รูปที่ 3.7)

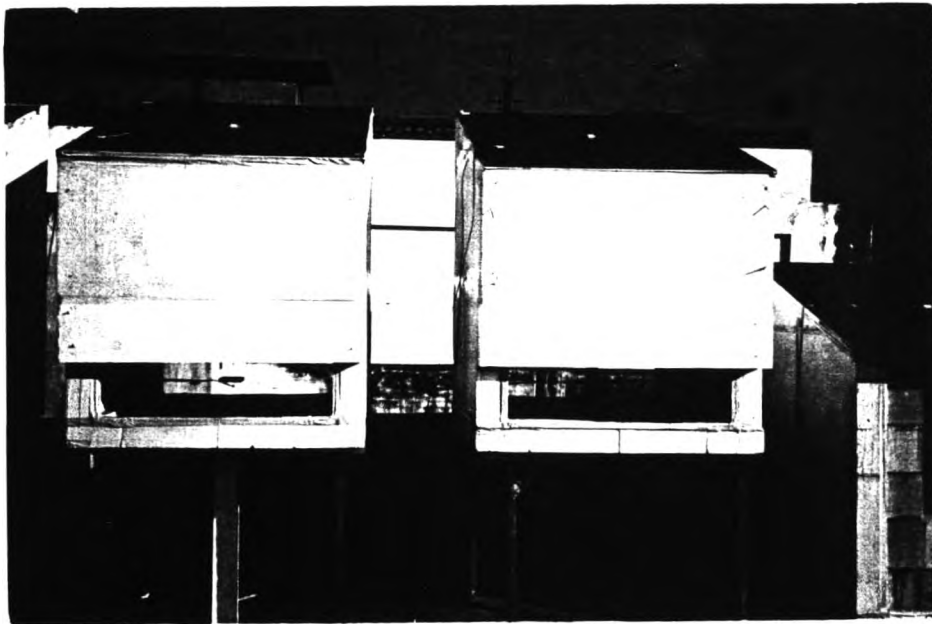
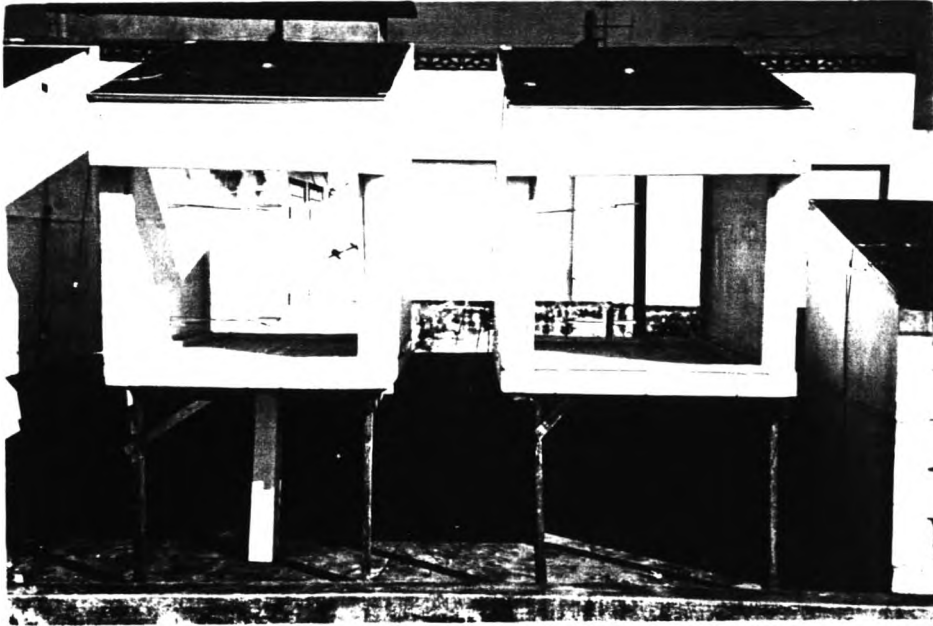
ค. ทำการทดสอบความสัมพันธ์ของช่องเปิดในส่วนผนังที่เปลี่ยนแปลงไปกับสภาพของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง โดยเปรียบเทียบลักษณะพฤติกรรม การถ่ายเทความร้อนของกระจก 2 ชนิดว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในลักษณะใด ซึ่งการทดสอบทำได้โดยการติดตั้งตัวบันทึกข้อมูลและอุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการบันทึกข้อมูลในตำแหน่งและลักษณะการบันทึกข้อมูลเช่นเดียวกันกับในขั้นตอนที่ 1

ง. ใช้ข้อมูลที่ได้รับเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำความเข้าใจถึงประสิทธิภาพของช่องเปิดผนังที่มีผลต่อการลดความร้อนภายในหน่วยทดลอง แล้วนำข้อมูลที่ได้รับไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลในขั้นตอนที่ 2.1 เพื่อให้เกิดแนวทางในการลดความร้อนที่ดีและเพื่อนำไปพัฒนาการทดสอบหัวข้อวิจัยอื่นต่อไป

### 3.3.3.1 ขั้นตอนที่ 3.1 ทดสอบคุณสมบัติมวลสาร

ก. จากหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 2 ทำการเปลี่ยนแปลงวัสดุประกอบพื้นและผนังจากเดิมในหน่วยทดลอง 3-6 ให้เป็นวัสดุที่มีมวลสาร 2 ชนิด ซึ่งได้แก่ อิฐมอญและคอนกรีตมวลเบาจัดเรียงเข้าไปในหน่วยทดลองที่เพิ่มเติมขึ้น โดยมีความหนาของวัสดุที่เพิ่มขึ้นประมาณ 0.20 ม. ทั้งในส่วนพื้นและผนัง แต่วัสดุที่จัดเรียงเข้ามาจะจัดให้มีปริมาตรของมวลสารเท่ากัน หลังจากนั้นปิดด้านหน้าและหลังหน่วยทดลองด้วยโพนหนา 4 นิ้ว ทั้งสองด้านให้สนิท เพื่อป้องกันอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมภายนอก

ข. ทำการทดสอบความสัมพันธ์ของมวลสารที่ต่างกันทั้ง 2 ชนิด ภายในหน่วยทดลองปิดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง และเปรียบเทียบกับลักษณะพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนจากกระจกทั้ง 2 ชนิด ว่าการที่มีมวลสารต่างกันสามารถทำให้สภาพของอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะใด ซึ่งการทดสอบทำได้ด้วยการติดตั้งตัวบันทึก

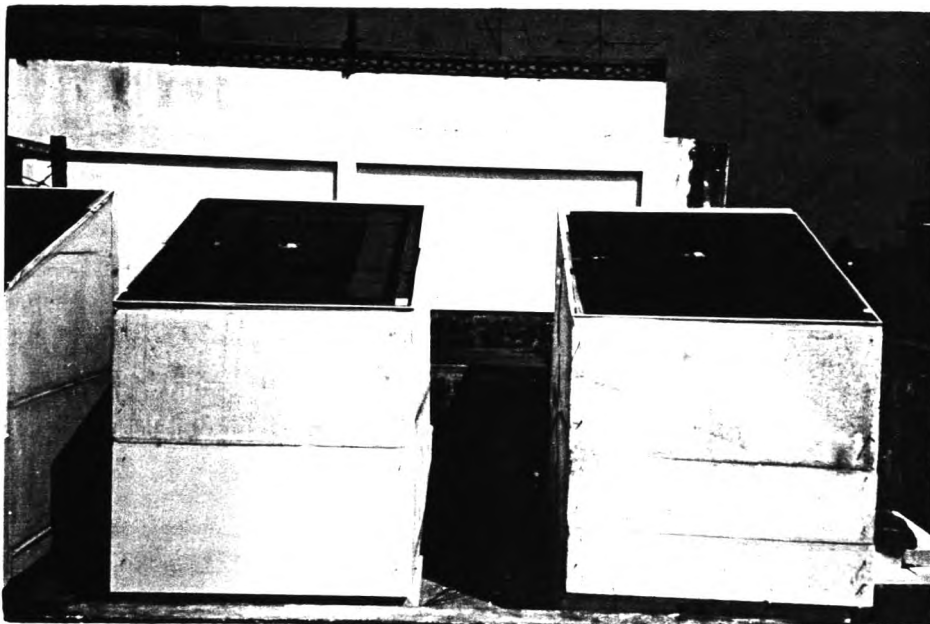
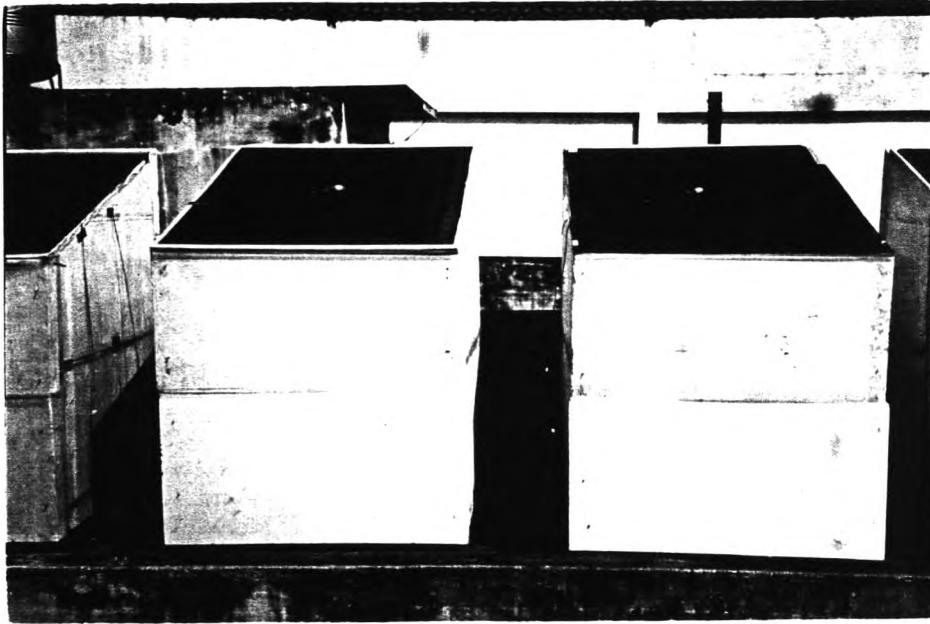


รูปที่ 3.7 แสดงหน่วยทดลองในชั้นตอนที่ 2.2





รูปที่ 3.8 แสดงหน่วยทดลองในชั้นตอนที่ 3.1



รูปที่ 3.9 แสดงหน่วยทดลองในชั้นตอนที่ 3.1

ข้อมูลและอุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการบันทึกข้อมูลในตำแหน่งและลักษณะของการบันทึกข้อมูลเช่นเดียวกันกับในขั้นตอนที่ 1 (รูปที่ 3.8 และ 3.9)

ค. ใช้ข้อมูลที่ได้รับเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับกับข้อมูลที่ได้รับจากการทดลองในขั้นตอนที่ 3.2 ซึ่งเป็นหน่วยทดลองเปิด (ดังจะแสดงให้เห็นต่อไป) เพื่อหาความแตกต่างระหว่างผลการทดลองที่เกิดขึ้น ในแนวทางการวิจัยเรื่องลักษณะและชนิดของมวลสารที่มีผลต่อการป้องกันการถ่ายเทความร้อนและการลดปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในหน่วยทดลอง รวมทั้งใช้เป็นแนวทางร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประยุกต์ใช้กับการออกแบบอาคารในความเป็นจริงต่อไป

### 3.3.3.2 ขั้นตอนที่ 3.2 ทดสอบคุณสมบัติมวลสารและช่องเปิดในผนัง

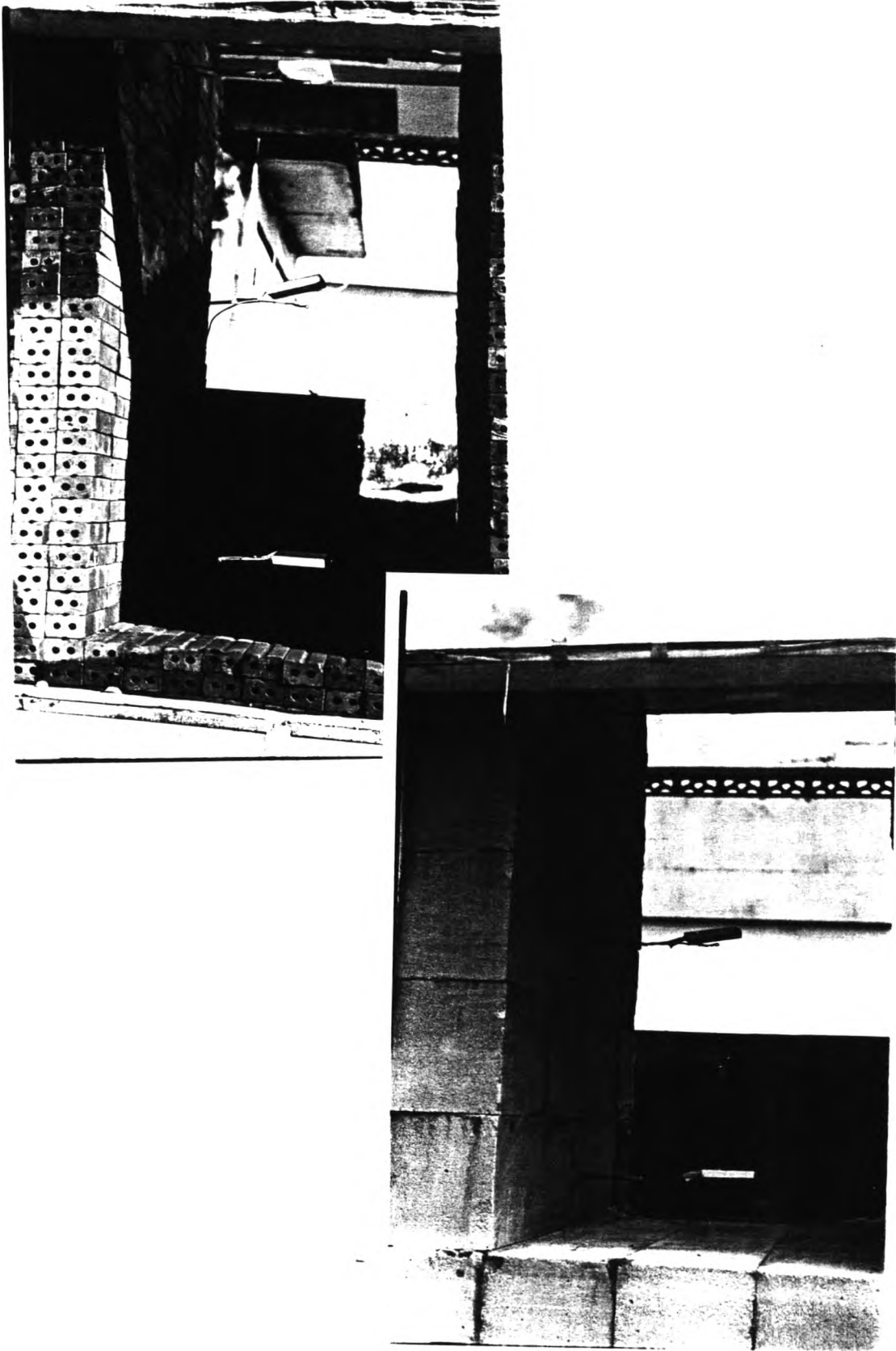
ก. จากหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 3.1 ทำการเปลี่ยนแปลงผนังด้านหน้าและหลังหน่วยทดลองทั้งหมดให้เปิดโล่งโดยนำอิฐมอญและคอนกรีตมวลเบาออกจากผนังส่วนดังกล่าวโดยคงสภาพในส่วนผนังข้างและพื้นหน่วยทดลองไว้ ซึ่งจะได้เป็นหน่วยทดลองมวลสารต่างกัน 2 ชนิด ซึ่งมีการเปิดโล่งในส่วนผนังด้านหน้าและหลัง

ข. ทำการทดสอบความสัมพันธ์ของมวลสารภายในหน่วยทดลองเปิดโล่งกับการเปลี่ยนแปลงสภาพของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง เปรียบเทียบกับลักษณะพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนจากกระจกทั้ง 2 ชนิดต่างๆ ว่าสามารถทำให้สภาพของอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะใด ซึ่งการทดสอบทำได้ด้วยการติดตั้งตัวบันทึกข้อมูล และอุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการบันทึกข้อมูลในตำแหน่งและลักษณะของการบันทึกข้อมูลเช่นเดียวกันกับในขั้นตอนที่ 1 (รูปที่ 3.10 และ 3.11)

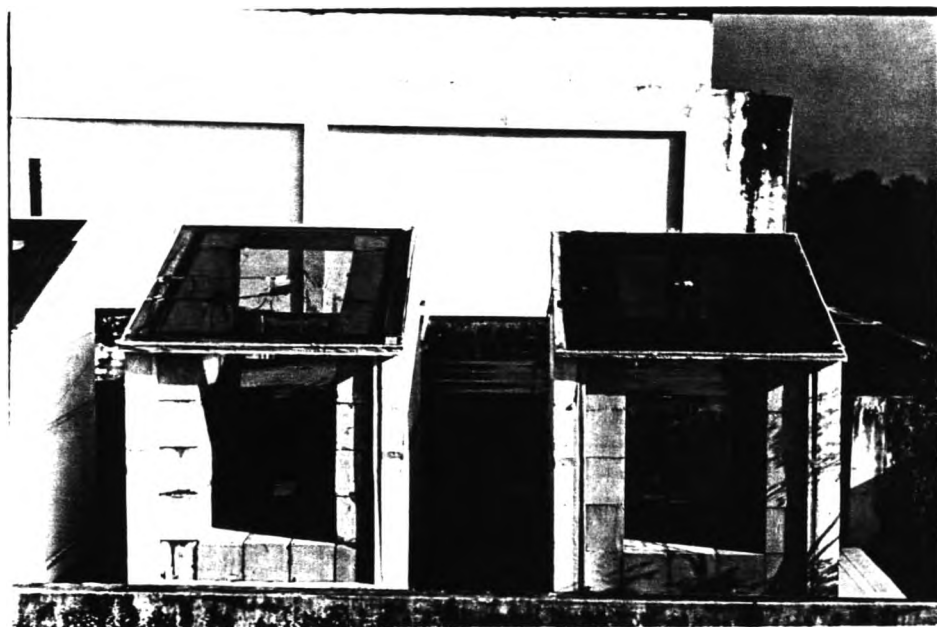
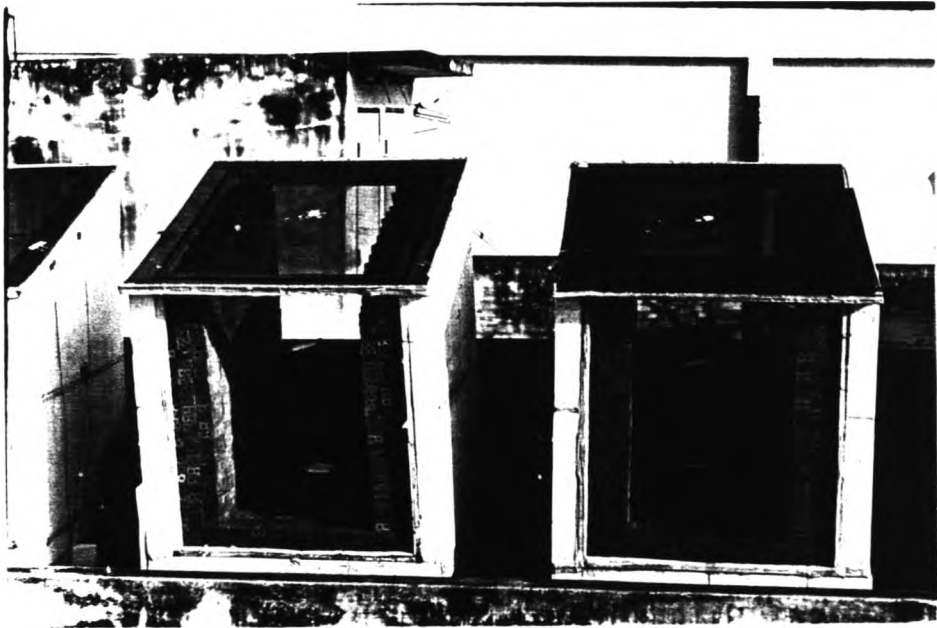
ค. ใช้ข้อมูลที่ได้รับเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับกับข้อมูลที่ได้รับจากการทดลองในขั้นตอนที่ 3.1 ว่ามีการลดความร้อนที่เกิดขึ้นได้เพียงใด ในแนวทางการวิจัยเรื่องลักษณะและชนิดของมวลสารที่มีผลต่อการป้องกันการถ่ายเทความร้อนและช่องเปิดที่มีผลต่อการลดปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในหน่วยทดลอง รวมทั้งใช้เป็นแนวทางร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประยุกต์ใช้กับการออกแบบอาคารในความเป็นจริงต่อไป

### 3.4.4.1 ขั้นตอนที่ 4.1 ทดสอบคุณสมบัติมวลสารและต้นไม้

ก. จากหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 3.1 ทำการเปลี่ยนแปลงสภาพของหน่วยทดลองที่ 3-6 ด้วยการนำต้นไม้ที่มีลักษณะรูปทรงสูงใบพุ่มหนาโดยจัดวางให้ส่วนใบของต้นไม้บังแสงแดดจากส่วนบนของหน่วยทดลองซึ่งในที่นี้ใช้ต้นไม้แก้ว ความสูงประมาณ 1.00 เมตร และใน



รูปที่ 3.10 แสดงหน่วยทดลองในชั้นตอนที่ 3.2



รูปที่ 3.11 แสดงหน่วยทดลองในชั้นตอนที่ 3.2...

ส่วนของดินนำโฟมและพลาสติกเข้าหุ้มให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันอิทธิพลจากความชื้นในดิน การเปลี่ยนแปลงนี้กระทำเช่นเดียวกันทั้ง 4 หน่วยทดลองหลังจากนั้นปิดด้านหน้าและหลังหน่วยทดลองวัสดุอิฐมอญและคอนกรีตมวลเบาตามลำดับประกอบกับการติดตั้งโฟมหนา 4 นิ้วที่ภายนอกผนัง ทั้งสองด้านให้สนิท เพื่อป้องกันอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมภายนอก

ข. ทำการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองปิดแต่ละหน่วยทดลองจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภายในหน่วยทดลองดังกล่าวซึ่งการทดสอบทำได้ด้วยการติดตั้งตัวบันทึกอุณหภูมิและอุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการบันทึกข้อมูลในตำแหน่งและลักษณะของการบันทึกเช่นเดียวกันกับในขั้นตอนที่ 1 (รูปที่ 3.12และ3.13)

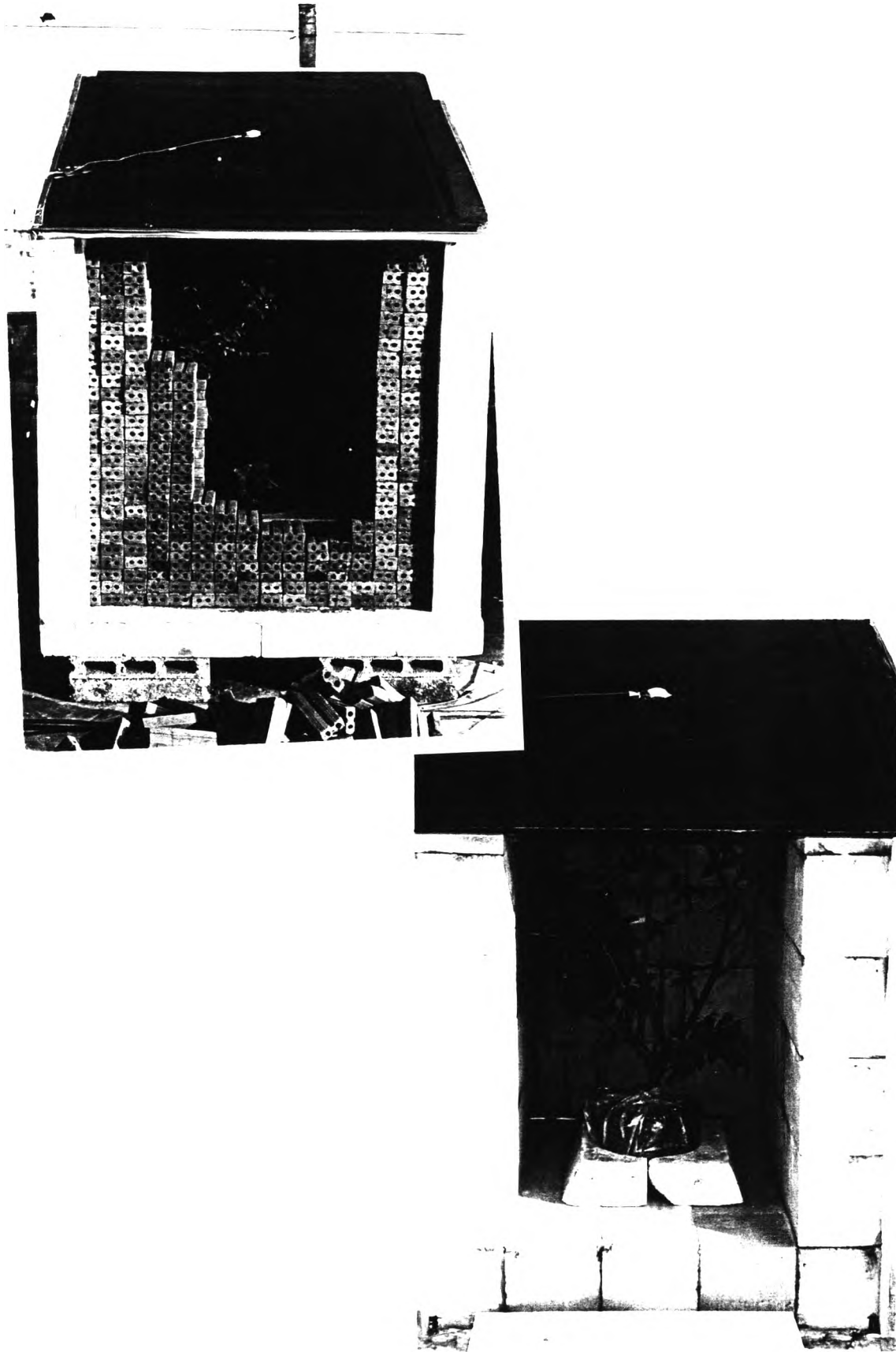
ค. ใช้ข้อมูลที่ได้รับเป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับในส่วนนี้กับข้อมูลที่ได้รับจากการทดลองในขั้นตอนอื่นๆเพื่อพิจารณาหาความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง เพื่อใช้เป็นแนวทางร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประยุกต์ใช้กับการออกแบบอาคารในความเป็นจริงต่อไป

#### 3.4.4.2 ขั้นตอนที่ 4.2 ทดสอบคุณสมบัติของมวลสาร ดินไม้ และช่องเปิดด้านบน

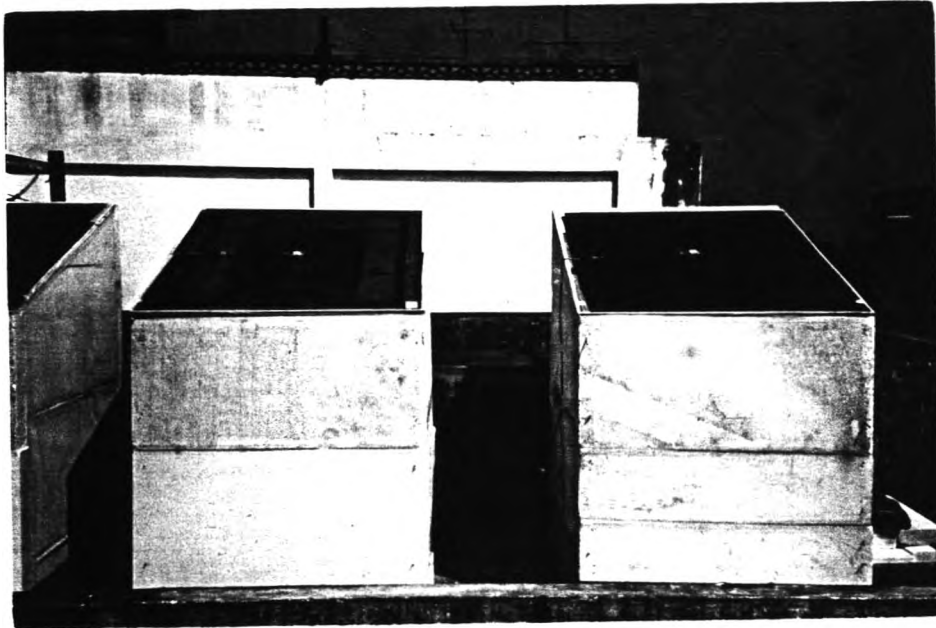
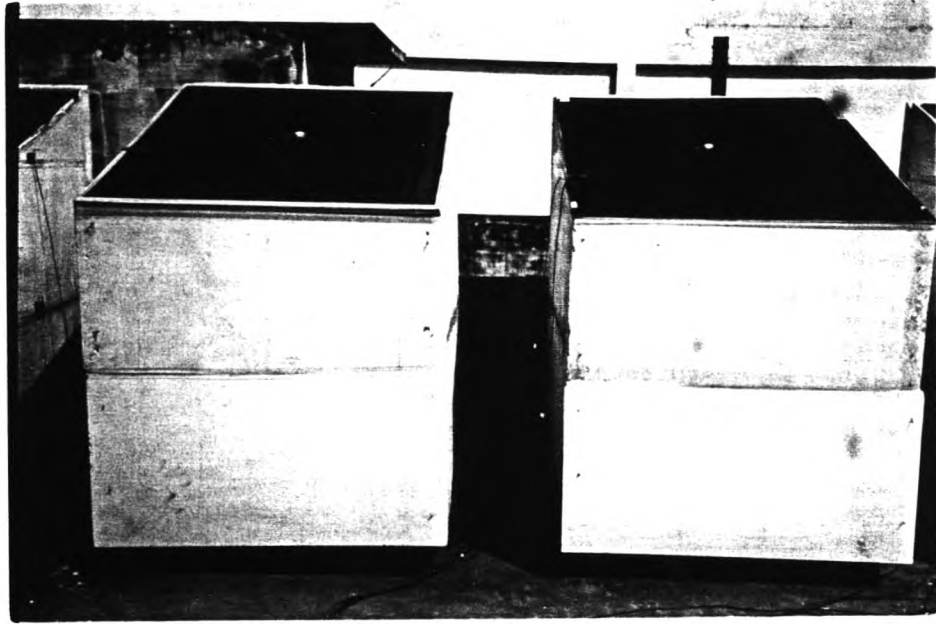
ก. จากหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 4.1 ทำการเปลี่ยนแปลงสภาพของผนังด้านหน้าและหลังหน่วยทดลองที่ 3-6ให้มีช่องเปิดส่วนบนขนาดประมาณ 25%พื้นที่โดยคงสภาพในส่วนอื่น เช่น การติดตั้งมวลสารและดินไม้ให้อยู่ในลักษณะเดิม

ข. ทำการทดสอบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของกระจกแต่ละชนิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ซึ่งมีผลมาจากการออกแบบช่องเปิดในส่วนบนของผนังหน่วยทดลองเพื่อการระบายความร้อนในส่วนบนด้วยการพัดพาของลมธรรมชาติผสมผสานกับการใช้ภูมิสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมเข้าช่วยปรับปรุงสภาพอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ซึ่งการทดสอบทำได้ด้วยการติดตั้งตัวบันทึกข้อมูลและอุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการบันทึกข้อมูลในตำแหน่งและลักษณะของการบันทึกเช่นเดียวกันกับในขั้นตอนที่ 1 (รูปที่ 3.14และ3.15)

ค. ใช้ข้อมูลที่ได้รับเป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับในส่วนนี้กับข้อมูลที่ได้รับจากการทดลองในขั้นตอนที่แล้ว (4.1) เพื่อพิจารณาถึงความเป็นไปของหน่วยทดลองและสภาพความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง เพื่อใช้เป็นแนวทางร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประยุกต์ใช้กับการออกแบบอาคารในความเป็นจริงต่อไป

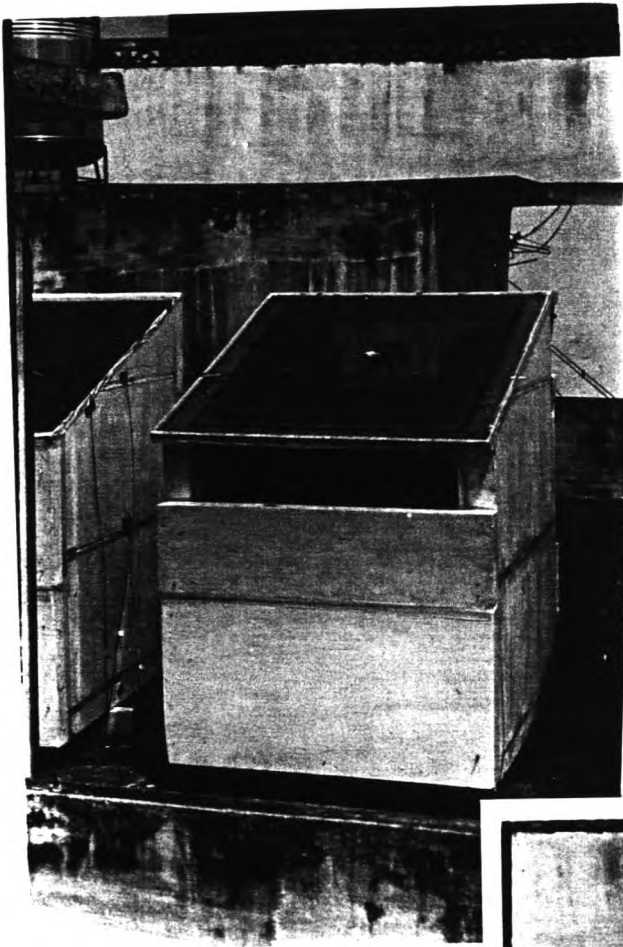


รูปที่ 3.12 แสดงหน่วยทดลองในชั้นตอนที่ 4.1

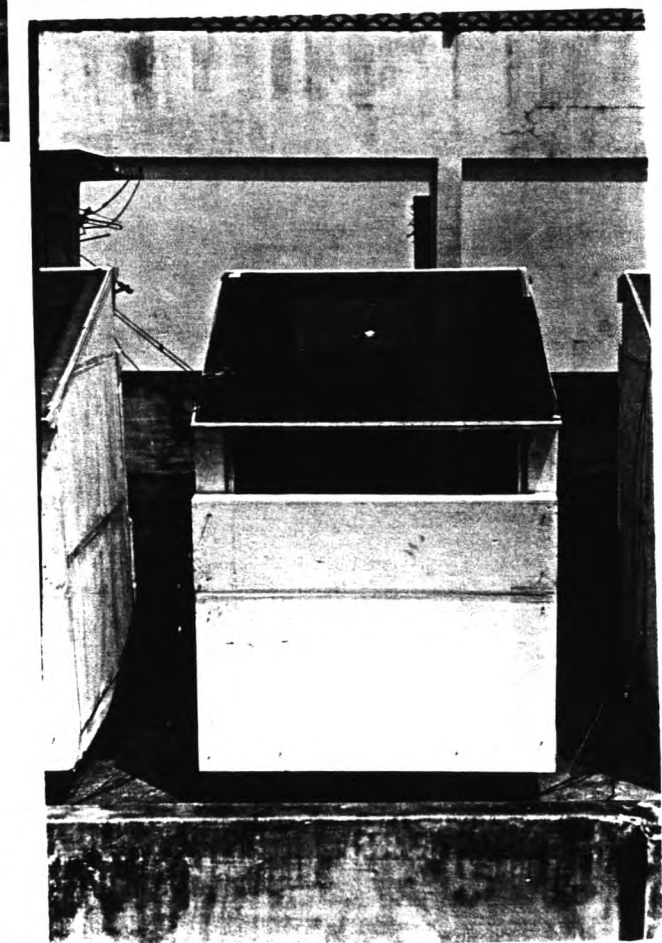


รูปที่ 3.13 แสดงหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 4.1





รูปที่ 3.14 แสดงหน่วยทดลองในชั้นตอนที่ 4.2



รูปที่ 3.15 แสดงหน่วยทดลองในชั้นตอนที่ 4.2

#### 3.4.4.3 ขั้นตอนที่ 4.3 ทดสอบคุณสมบัติของมวลสาร, ต้นไม้ และช่องเปิดขนาด 100%

ก. จากหน่วยทดลองในขั้นตอนที่ 4.2 ทำการเปลี่ยนแปลงสภาพของผนังด้านหน้าและหลังหน่วยทดลองที่ 3-6 ให้มีลักษณะเปิดโล่งขนาดประมาณ 100% ของพื้นที่ผนังโดยคงสภาพในส่วนอื่น เช่น การติดตั้งมวลสารและต้นไม้ให้อยู่ในลักษณะเดิม

ข. ทำการทดสอบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของกระจกแต่ละชนิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ซึ่งมีผลมาจากการมีช่องเปิดในส่วนของผนังเพื่อการระบายความร้อนด้วยการพัดพาของลมธรรมชาติผสมผสานกับการใช้ต้นไม้ที่มีรูปทรงสูงมีความหนาแน่นของใบมาก(ต้นแก้ว)เข้าช่วยปรุงแต่งสภาพอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ซึ่งการทดสอบทำได้ด้วยการติดตั้งตัวบันทึกอุณหภูมิและอุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการบันทึกข้อมูลในตำแหน่งและลักษณะของการบันทึกเช่นเดียวกันกับในขั้นตอนที่ 1 (รูปที่ 3.16 และ 3.17)

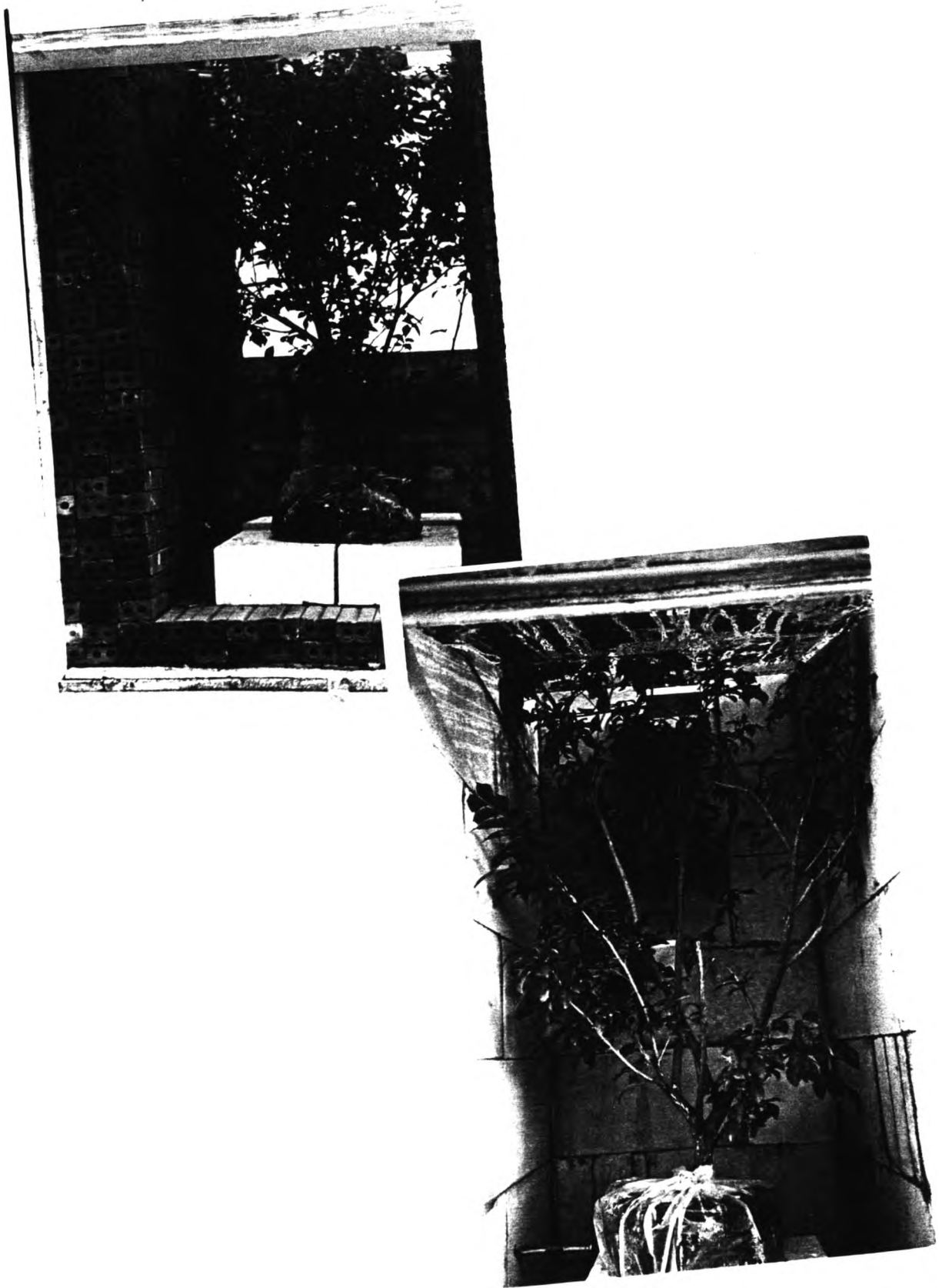
ค. ใช้ข้อมูลที่ได้รับเป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับในส่วนนี้กับข้อมูลที่ได้รับจากการทดลองในขั้นตอนที่แล้วมาข้างต้น เพื่อพิจารณาถึงความเป็นไปของหน่วยทดลองและสภาพความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองทั้งหมดนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประยุกต์ใช้กับการออกแบบอาคารในความเป็นจริงต่อไป

#### 3.3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล และประเมินผล

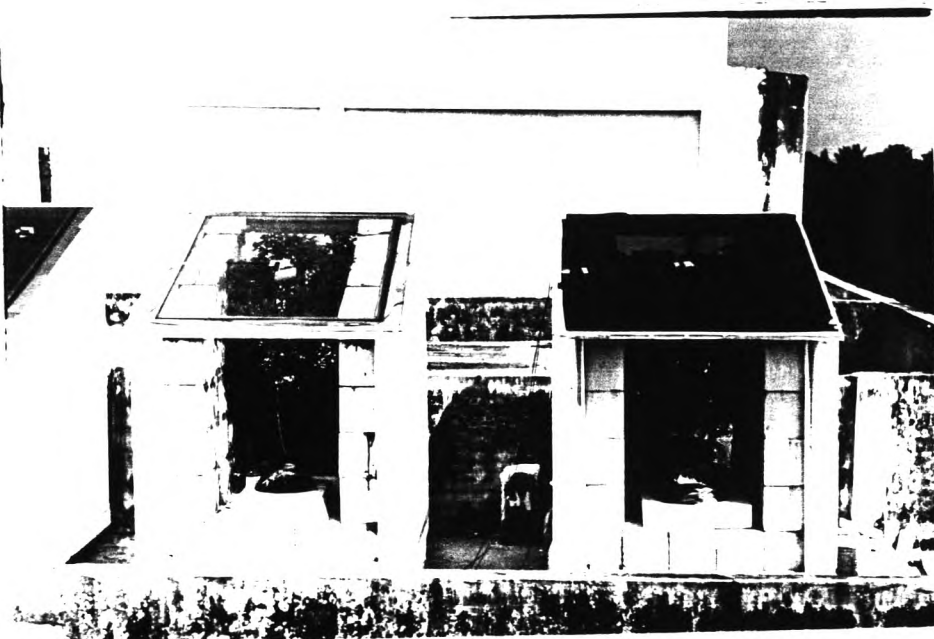
ก. นำข้อมูลที่ได้รับจากการทดสอบสมมติฐานตามขั้นตอนมาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผลโดยนำข้อมูลจัดทำเป็นแผนภูมิในรูปแบบต่างๆ ตามลักษณะของข้อมูล เพื่อหาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการลดความร้อนจากนั้นศึกษาพฤติกรรมของวงรอบอุณหภูมิในแต่ละขั้นตอนว่ามีสิ่งใดที่ผิดปกติจากทฤษฎีที่ได้เคยศึกษามาหรือไม่ และพยายามหาเหตุผลในการเกิดเหตุลักษณะนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจต่อสภาพรวมของสิ่งที่เกิดขึ้น ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางในการแก้ไข

ข. ทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลการทดลองที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการทดสอบสมมติฐานดังกล่าว ในแบบที่แยกส่วนกันและผสมผสานกัน เพื่อทำให้เกิดวิธีการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด

ค. นำผลการวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นมาสรุปเป็นข้อมูลพื้นฐานทางวิชาการที่เชื่อถือได้ เพื่อใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการประยุกต์ใช้กับการออกแบบอาคารจริง ประกอบกับใช้เป็นแนว



รูปที่ 3.16 แสดงหน่วยทดลองในชั้นตอนที่ 4.3



รูปที่ 3.17 แสดงหน่วยทดลองในชั้นตอนที่ 4.3

ทั้งใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการเลือกใช้งานวัสดุเหล่านี้ ให้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์และประโยชน์ในการศึกษาวิจัยต่อไป