บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

จากการศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ "อิทธิพลการแผ่รังสีของผนังอาคารที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายของผู้อยู่อาศัย" นำมาสู่การออกแบบระเบียบวิธีวิจัย ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย :

3.1 การเตรียมวัสดุทดสอบ

3.2 การเตรียมเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิจัย และทดสอบสมมติฐานเครื่องมือ

3.3 การทดลองวัสดุทดสอบ

3.4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

3.5 การสรุปผลการทดลอง

3.1 การเตรียมวัสดุทดสอบ

จากการศึกษาทฤษฎี เพื่อหาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลการแผ่รังสีของพื้นผิวภายในอาคาร นำมาสู่การออกแบบ และการเลือกวัสดุสำหรับทดสอบสมมติฐานในการทดลอง ซึ่งในงานวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ประกอบด้วย

การทดลองที่ 1 การศึกษาอิทธิพลของพื้นซึ่งมีผลต่อสภาวะน่าสบายของผู้อยู่อาศัย

- พื้นคอนกรีต หนา 0.10 เมตร
- พื้นคอนกรีต หนา 0.10 เมตร ติดฉนวน Polystyrene ความหนาแน่น 1.5 ปอนด์ หนา 3 นิ้วใต้พื้นห้อง

การทดลองที่ 2 การศึกษาอิทธิพลของผนังซึ่งมีผลต่อสภาวะน่าสบายของผู้อยู่อาศัย

- ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 0.10 เมตร
- ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 0.10 เมตรติดฉนวน Polystyrene ความหนาแน่น 1.5 ปอนด์ หนา 1 นิ้วภายนอกอาคาร
- ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 0.10 เมตรติดฉนวน Polystyrene ความหนาแน่น 1.5 ปอนด์ หนา 2 นิ้วภายนอกอาคาร
- ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 0.10 เมตรติดฉนวน Polystyrene ความหนาแน่น 1.5 ปอนด์ หนา 3 นิ้วภายนอกอาคาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 3 การศึกษาอิทธิพลของหลังคา ซึ่งมีผลต่อสภาวะน่าสบายของผู้อยู่อาศัย

- หลังคา คอนกรีต หนา 0.10 เมตร (Slab Concrete)
- สวนหลังคาที่ปลูกไม้พุ่ม (Roof garden)

การเตรียมวัสดุทดสอบเพื่อใช้ในการวิจัย มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

การเลือกระบบพื้น

การเลือกระบบผนังทดสอบ

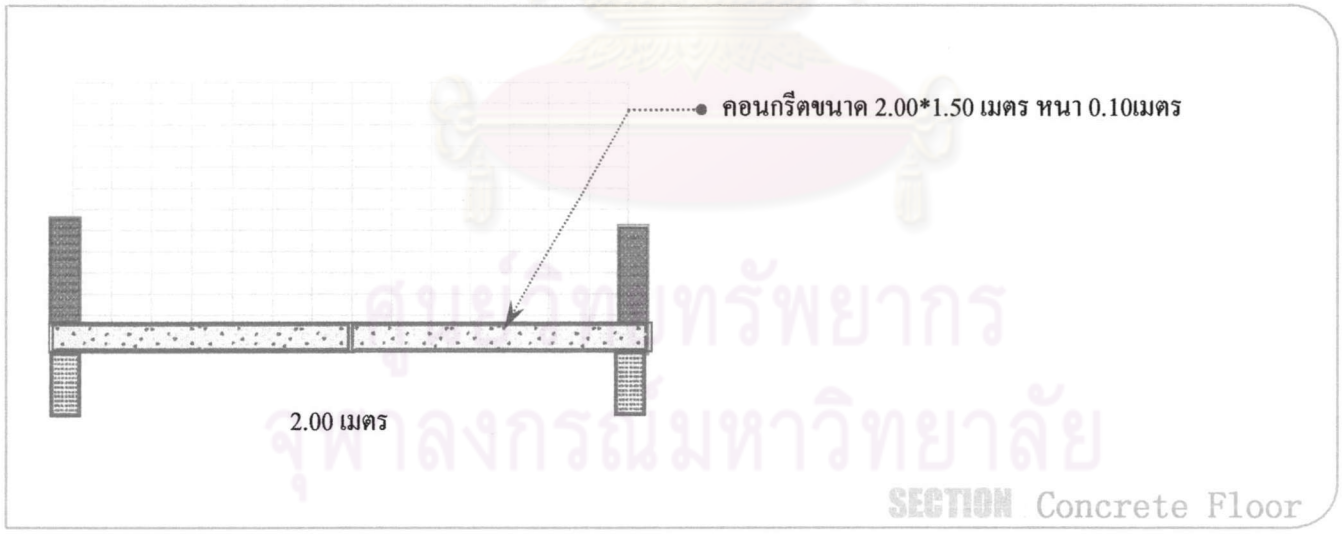
การเลือกระบบหลังคา

การเลือกวัสดุพื้นทดสอบ

การวิจัยครั้งนี้จึงกระทำการเลือกระบบหลังคา 2 ระบบ มาใช้ในการทดสอบ ได้แก่

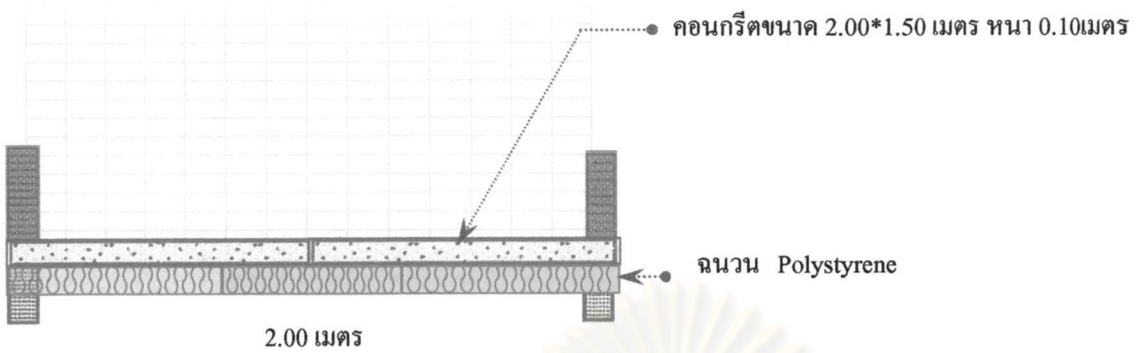
- พื้นคอนกรีต หนา 0.10 เมตร
- พื้นคอนกรีต หนา 0.10 เมตร ติดฉนวน Polystyrene ความหนาแน่น 1.5 ปอนด์ หนา 3 นิ้วใต้พื้นห้อง

พื้นคอนกรีต หนา 0.10 เมตร



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พื้นคอนกรีต หนา 0.10 เมตร ติดฉนวนหนา 3 นิ้วใต้พื้นห้อง



SECTION Concrte Floor with Insulation

การเลือกวัสดุผนังทดสอบ

การเลือกวัสดุทดสอบ พิจารณาจากวัสดุที่นิยมใช้ในการก่อสร้างระบบผนังภายนอกอาคารทั่วๆไป รวมทั้งการวิเคราะห์ค่าความสามารถในการนำความร้อน, ความจุความร้อนเพื่อเลือกเป็นตัวแทนของวัสดุมวลสาร ดังนั้นวัสดุที่มีมวลสาร ค่าความจุความร้อน และสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่แตกต่างกันย่อมมีผลต่อพฤติกรรมการแผ่รังสีของผนังอาคารที่แตกต่างเช่นกัน

หลักเกณฑ์การคัดเลือกวัสดุมวลสาร พิจารณาจาก

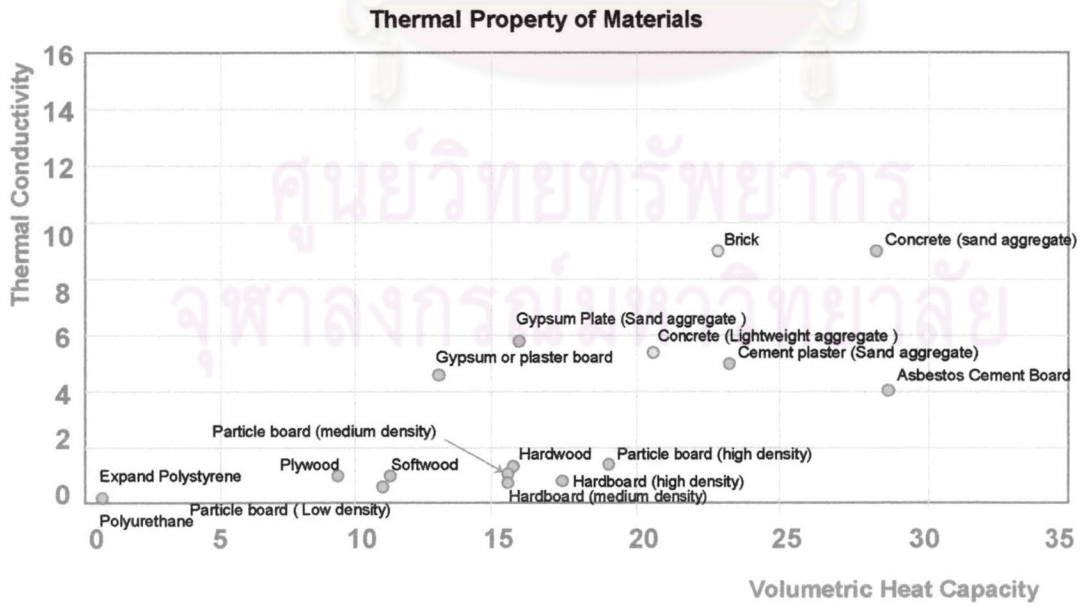
- หาได้ง่าย และมีความคงทนแข็งแรง
- เป็นวัสดุที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3-1 แสดงคุณสมบัติทางด้านความร้อนของวัสดุตัวอย่างที่ใช้ในการก่อสร้าง

ที่มา Stein/Reynolds/McGuinness : Mechanical and Electrical Equipment for Building, (New York: John Wiley &sons).1986. p.101-106

Material	Density (lb/ft^3)	Specific Heat (Btu/lb-F)	Volumatric Heat capacity (Btu/ ft^3-F)	Thermal Conductivity (Btu-in/ h-ft^2-F)
Masonry materials				
Concrete				
Lightweight aggregates	80.0	0.2	16	5.9
Sand and gravel or stone	140.0	0.2	28	9.0
aggregate (not dried)				
Masonry units				
Brick, Common	120.0	0.19	22.8	9.0
Insulating materials				
Expanded polystyrene extruded	2.0	0.29	0.58	0.20
Cellular polyurethane	1.5	0.38	0.57	0.17
Plastering materials				
Cement plaster, sand aggregate	116.0	0.20	23.2	5.0
Gypsum plaster, sand aggregate	105.0	0.20	21.0	5.6



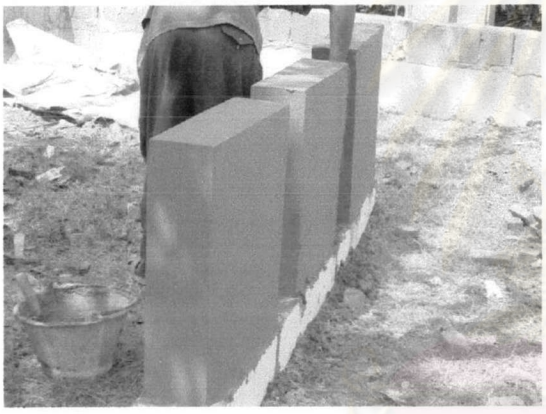
ภาพที่ 3-1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุความร้อนต่อหน่วยปริมาตร(Heat Capacity) และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ(Thermal Conductivity)

จากภาพที่ 3-1 พบว่าวัสดุที่มีมวลสารสูงจะมีค่าความจุความร้อนสูง และวัสดุที่มีมวลสารต่ำจะมีค่าความจุความร้อนต่ำ ซึ่งจากหลักเกณฑ์การพิจารณาเพื่อหาวัสดุตัวแทนมวลสาร พบว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนมีความเหมาะสมในการเป็นตัวแทนวัสดุมวลสารมาก และผนังมวลเบาเป็นตัวแทนวัสดุสารน้อยเนื่องจากเป็นวัสดุที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

วัสดุมวลสาร

การเลือก "**ผนังก่ออิฐฉาบปูน**" เป็นตัวแทนวัสดุมวลสารมากเนื่องจากเป็นวัสดุที่นิยมใช้ในการก่อสร้างอาคารในประเทศตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน รวมถึงเมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางด้านความร้อนของวัสดุพบว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนเป็นวัสดุที่มีมวลสารมาก และค่าความจุความร้อนสูงซึ่งส่งผลต่อการหน่วงเหนี่ยวความร้อน

สรุปผลการเลือกวัสดุมวลสารที่เลือกมาใช้ในการทดสอบ ประกอบด้วย ก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่นร่วมกับการติดตั้งฉนวน polystyrene 1 นิ้ว, 2 นิ้ว และ 3นิ้ว



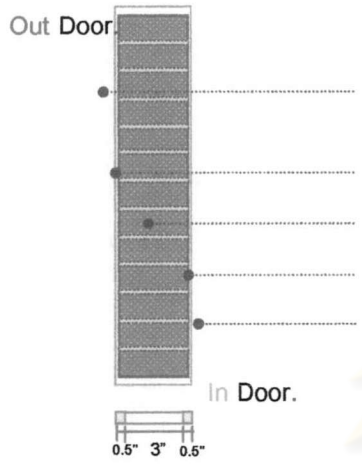
ภาพที่ 3-2 การเตรียมผนังก่ออิฐฉาบปูน เพื่อกระทำการทดสอบ

ภาพที่3-3 แสดงการเตรียมผนังมวลเบาเพื่อกระทำการทดสอบ

Material	Density (lb/ft^3)	Resistance (Btu/lb.F)	Specific Heat ($Btu\text{-}in/h.ft^2.F$)
คอนกรีตมวลเบา	34.38	0.60	-
Brick, common	130.00	0.15	0.19

การคำนวณหาสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนของวัสดุทดสอบ

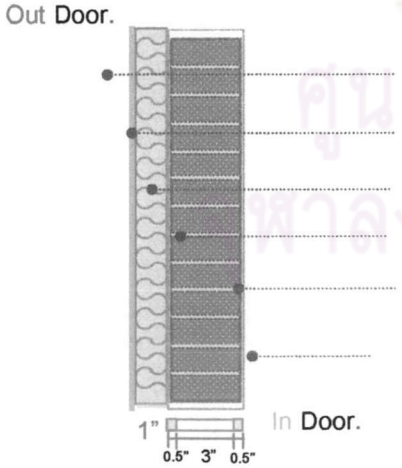
ผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่น



ชั้นวัสดุ	R	หมายเหตุ
R air film out	0.25h.ft^2.F/Btu.	ผิวด้านนอกมีค่าสปส .การแผ่รังสีสูง
R mortar หนา 0.5 นิ้ว	0.06h.ft^2.F/Btu.	
R อิฐมอญ หนา 3.0 นิ้ว	0.45h.ft^2.F/Btu.	
R mortar หนา 0.5 นิ้ว	0.06h.ft^2.F/Btu.	
R air film in	0.68h.ft^2.F/Btu.	ผิวด้านในมีค่าสปส .การแผ่รังสีสูง
ΣR	**1.50h.ft^2.F/Btu.**	

U- Value = 1/ ΣR = 1/1.50 = 0.67 Btu./ h.ft^2.F

ผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่น ติดฉนวน 1 นิ้วภายนอกอาคาร

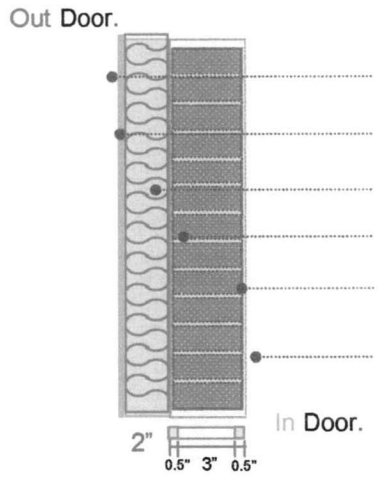


ชั้นวัสดุ	R	หมายเหตุ
R air film out	0.25h.ft^2.F/Btu.	
R mortar หนา 0.5 นิ้ว	0.06h.ft^2.F/Btu.	ผิวด้านนอกมีค่าสปส .การแผ่รังสีสูง
R polystyrene หนา 1 นิ้ว	4.00h.ft^2.F/Btu.	
R อิฐมอญ หนา 3.0 นิ้ว	0.45h.ft^2.F/Btu.	
R mortar หนา 0.5 นิ้ว	0.06h.ft^2.F/Btu.	
R air film in	0.68 h.ft^2.F/Btu.	ผิวด้านในมีค่าสปส .การแผ่รังสีสูง
ΣR	**5.50h.ft^2.F/Btu.**	

U- Value = 1/ ΣR = 1/5.50 = 0.182 Btu./ h.ft^2.F

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่น ติดฉนวน 2 นิ้วภายนอกอาคาร

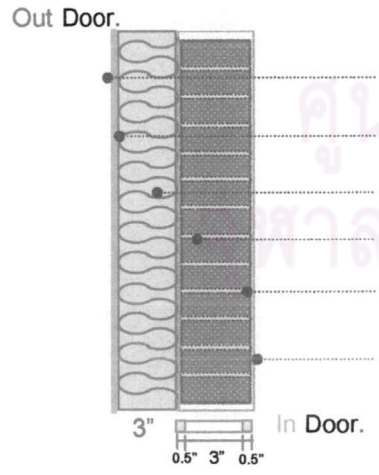


ชั้นวัสดุ		R	หมายเหตุ
R air film out		0.25h.ft^2.F/Btu.	
R mortar	หนา 0.5 นิ้ว	0.06h.ft^2.F/Btu.	ผิวด้านนอกมีค่าสปส .การแผ่รังสีสูง
R polystyrene	หนา 2 นิ้ว	8.00h.ft^2.F/Btu.	
R อิฐมอญ	หนา 3.0 นิ้ว	0.45h.ft^2.F/Btu.	
R mortar	หนา 0.5 นิ้ว	0.06h.ft^2.F/Btu.	
R air film in		0.68 h.ft^2.F/Btu.	ผิวด้านในมีค่าสปส .การแผ่รังสีสูง

ΣR **9.50h.ft^2.F/Btu.**

U- Value = 1/ ΣR = 1/9.50 = **0.105 Btu./ h.ft^2.F**

ผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่น ติดฉนวน 3 นิ้วภายนอกอาคาร



ชั้นวัสดุ		R	หมายเหตุ
R air film out		0.25h.ft^2.F/Btu.	
R mortar	หนา 0.5 นิ้ว	0.06h.ft^2.F/Btu.	ผิวด้านนอกมีค่าสปส .การแผ่รังสีสูง
R polystyrene	หนา 3 นิ้ว	12.00h.ft^2.F/Btu.	
R อิฐมอญ	หนา 3.0 นิ้ว	0.45h.ft^2.F/Btu.	
R mortar	หนา 0.5 นิ้ว	0.06h.ft^2.F/Btu.	
R air film in		0.68 h.ft^2.F/Btu.	ผิวด้านในมีค่าสปส .การแผ่รังสีสูง

ΣR **13.50h.ft^2.F/Btu.**

U- Value = 1/ ΣR = 1/13.50 = **0.074 Btu./ h.ft^2.F**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

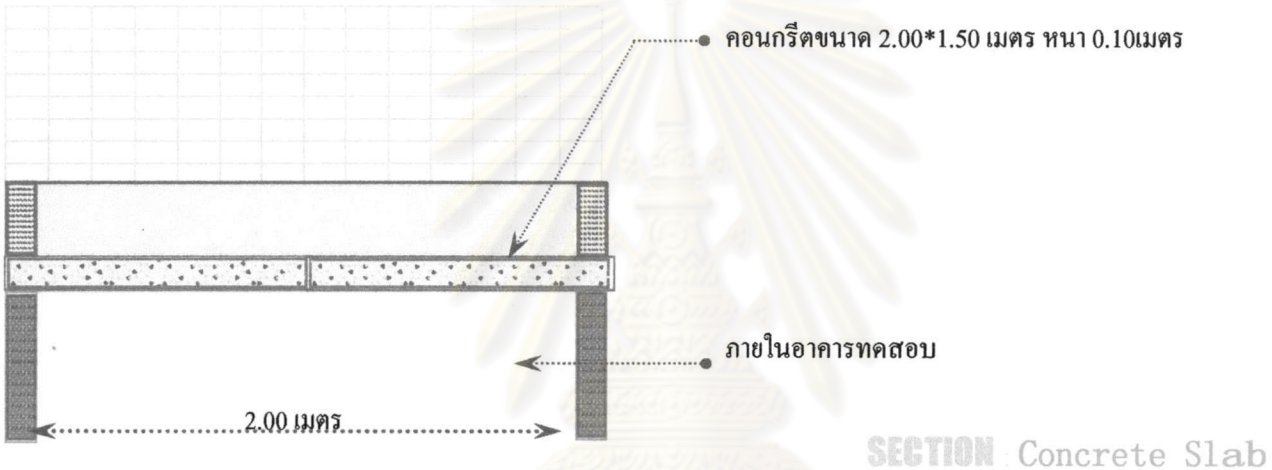
กำหนดให้สีทาภายนอกพื้นผิววัสดุมวลสารทั้ง 3 ชนิดเป็นสีชนิดเดียวกัน และสีทาพื้นผิวภายในของวัสดุเป็นชนิดเดียวกันโดยใช้วิธีการทางเทคนิคเดียวกัน เพื่อควบคุมค่าการดูดซับรังสีคลื่นสั้น และค่าการกระจายรังสีความร้อนของพื้นผิววัสดุ

การเลือกวัสดุหลังคาทดสอบ

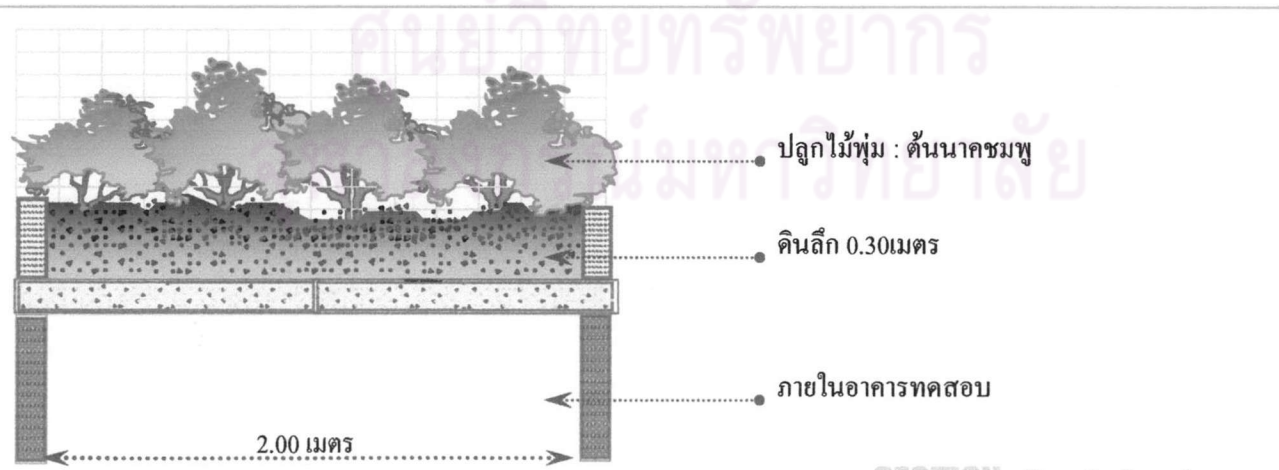
การวิจัยครั้งนี้จึงกระทำการเลือกระบบหลังคา 2 ระบบ มาใช้ในการทดสอบ ได้แก่

- หลังคาคอนกรีต
- หลังคาที่กระทำการปลูกต้นไม้พุ่มบนหลังคา (Roof Garden)

หลังคาคอนกรีต หนา 0.10 เมตร



สวนหลังคาปลูกไม้พุ่ม โดยมีความหนาของดิน 0.30 เมตร



3.2 การเตรียมเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิจัย และทดสอบมาตรฐานเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.2.1 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

3.2.2 กล่องทดลอง

3.2.3 อาคารปรับอากาศเพื่อการทดลองวัสดุ

3.2.1 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

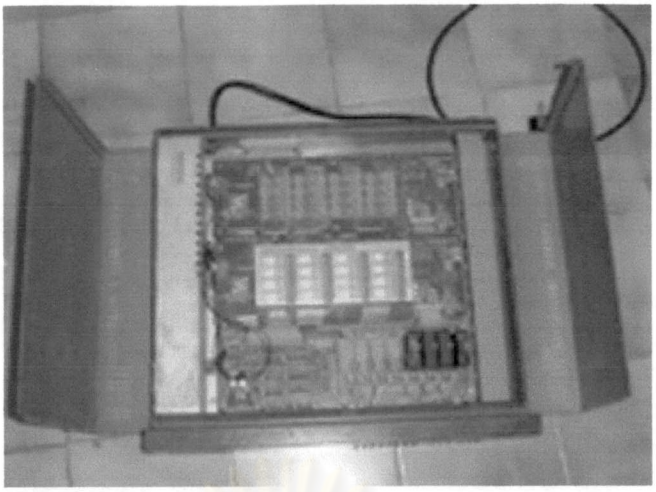
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลทางด้านอุณหภูมิ คือ เครื่อง System 200 เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิประเภท Analog/Digital Converter โดยจะแปลงค่าความต้านทานจากหัวSensor ที่เป็นหัวเทอร์มิสเตอร์ขนาด10 Kilo-Ohms. กลับมาเป็นค่าอุณหภูมิด้วยโปรแกรม GEN200 (ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์และเชื่อมต่อกับเครื่อง System 200) ทำหน้าที่เก็บ และบันทึกผลข้อมูลรวมถึงสามารถสร้างแผนภูมิสำหรับเปรียบเทียบค่าที่อ่านในแต่ละแชนแนลของหัววัดค่าตัวแปร ดังนั้นในการทำงานจึงต้องมีการตั้งมาตรฐานหัวที่ใช้วัดอุณหภูมิทุกแชนแนล เพื่อสามารถนำข้อมูลที่บันทึกมาเปรียบเทียบกัน

จำนวนหัว Sensor ที่ใช้ในการวิจัยรวมทั้งสิ้น 36 หัว โดยใช้วัดอุณหภูมิบนพื้นผิววัสดุทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการแผ่รังสีของวัสดุทดสอบ ดังนั้นในการทดสอบจึงต้องมีการตั้งมาตรฐานหัว Sensor ทั้ง 36 หัวให้สามารถอ่านค่าได้เท่าเทียมกันภายใต้สภาวะเดียวกัน

การตั้งมาตรฐานหัว Sensor

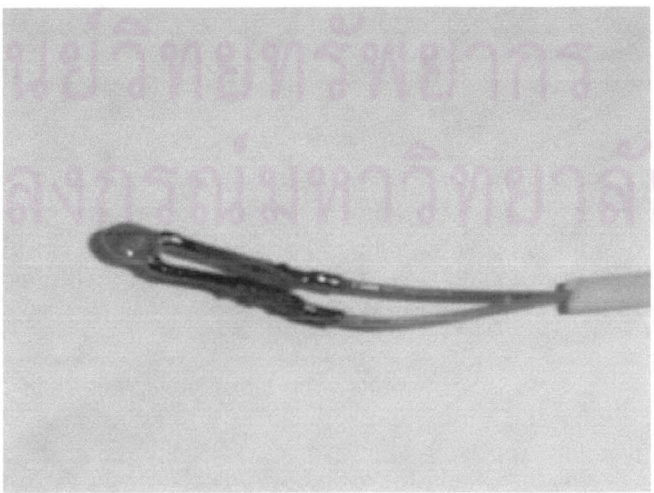
การตั้งมาตรฐาน Sensor กระทำได้โดยนำหัว Sensor ทั้ง 36 หัวแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิสูงแล้วทำการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

- นำหัว Sensor ทั้ง 36 หัวแช่น้ำร้อน และเก็บค่าอุณหภูมิจนกว่าอุณหภูมิน้ำลดลงเท่าอุณหภูมิห้อง
- นำค่าอุณหภูมิที่อ่านได้มาเขียนกราฟเพื่อเปรียบเทียบในแต่ละช่วงเวลาว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่
- ในกรณีที่ค่าอุณหภูมิที่ได้จากการทดสอบทางสถิติมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าหัว Sensor ทั้ง 36 หัวสามารถอ่านอุณหภูมิได้เท่าเทียมกัน
  [ในกรณีที่ค่าอุณหภูมิที่ได้จากการทดสอบทางสถิติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญให้ปรับแก้ด้วยกระบวนการทางสถิติ (Regression) เพื่อปรับค่าที่อ่านได้ให้ใกล้เคียงกัน]



ภาพที่ 3-4 แสดงเครื่องวัดอุณหภูมิ System 200

ภาพที่ 3-5 แสดงเครื่องคอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูล

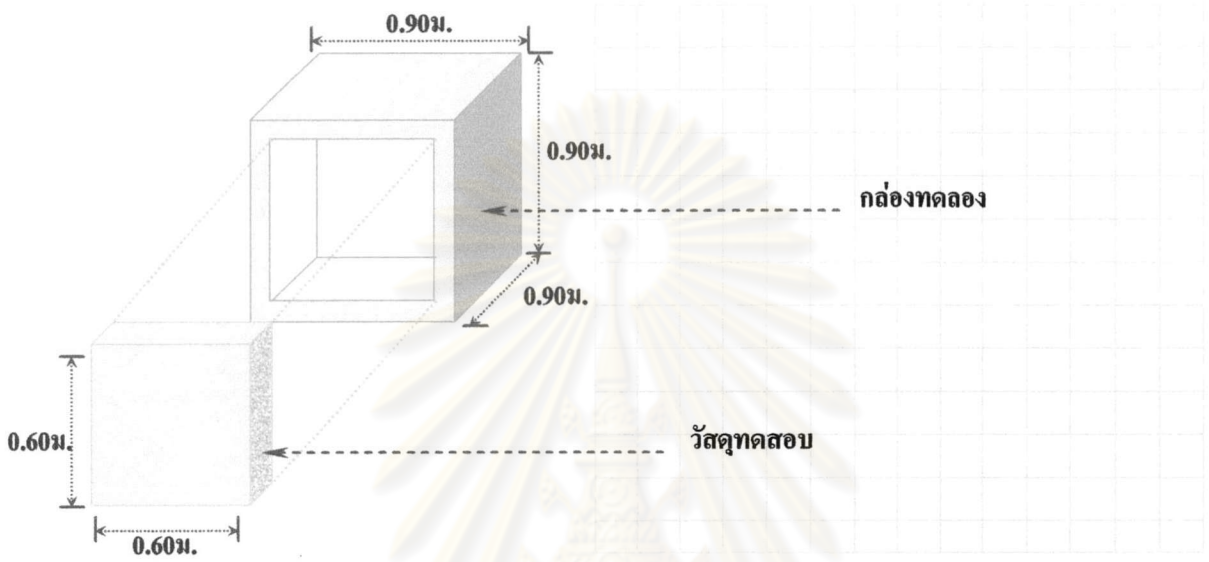


ภาพที่ 3-6 แสดงการต่อหัวเทอร์มิสเตอร์ เข้ากับสายโทรศัพท์ความยาว3.00เมตร เท่ากันทุกสิ้นเพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

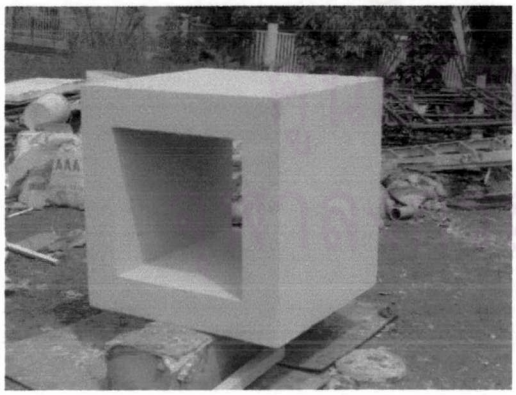
3.2.2 กล่องทดลอง

กล่องทดลองสร้างด้วย วัสดุฉนวนExpand Polystyrene หนา 6 นิ้ว มีความหนาแน่น 1.5 lb/ft^3 ทั้ง 4 ด้าน เพื่อควบคุมการถ่ายเทความร้อนระหว่างสิ่งแวดล้อมภายนอก และภายในกล่องทดลอง โดยกล่องทดลองมีขนาด 0.90*0.90*0.90 เมตร เว้นช่องว่าง 2 ด้านขนาด 0.60*0.60 เมตร ด้านหนึ่งติดตั้งวัสดุทดสอบ อีกด้านหนึ่งเปิดช่องว่างอากาศโดยหันช่องเปิดเข้าสู่อาคารปรับอากาศ

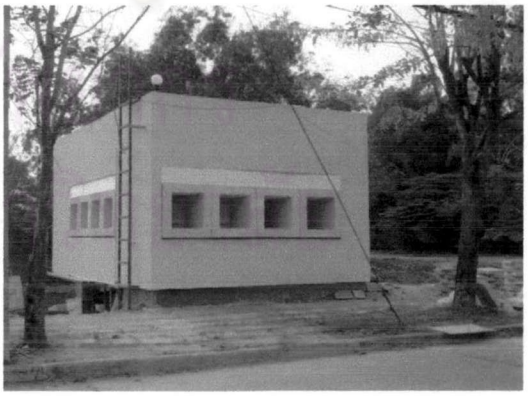


ภาพที่ 3-7 แสดงขนาดกล่องทดลอง

ในงานวิจัยนี้ได้สร้างกล่องทดลองจำนวน 16 กล่อง โดยกล่องทดลองมีคุณสมบัติในการควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในเท่าเทียมกัน รวมถึงการสร้างกล่องทดลองด้วยวัสดุและเทคนิคเดียวกัน เพื่อให้กล่องทดลองมีความสามารถในการควบคุมสภาพแวดล้อมเหมือนกัน



ภาพที่ 3-8 แสดงกล่องทดลองที่กระทำการสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว



ภาพที่3-9 แสดงกล่องทดลองที่กระทำการติดตั้งบนผนังอาคารทดสอบ

การทดลองความสามารถของกล่องทดลอง

การทดสอบความสามารถของกล่องทดลองเกี่ยวกับการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในแต่ละกล่อง ซึ่งมีจำนวนกล่องทั้งสิ้น 16 กล่อง มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- นำหัวเทอร์มิสเตอร์ที่ได้ผ่านการทดสอบความสามารถในการวัดอุณหภูมิ มาติดตั้งณ.ตำแหน่งกึ่งกลางกล่องทดลองทุกกล่อง
- ปิดด้านวัสดุทดสอบด้วยทุกกล่องด้วยโฟมโพลีสไตรีนหนา 1 นิ้วเพื่อทำให้อุณหภูมิภายในกล่องทดลองอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน
- ตั้งกล่องทดลองไว้ภายนอกอาคารภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน ๖ตั้งอยู่ในระดับเดียวกัน ในพื้นที่เดียวกัน และหันหน้ากล่องทดสอบไปทิศทางเดียวกัน) โดยวางกล่องทดลองห่างกัน 2-3 เมตร เพื่อป้องกันการแผ่รังสีจากตัวกล่องทดลองแต่ละกล่อง
- เก็บค่าอุณหภูมิภายในกล่องทดลองด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเวลา 1 วัน
- นำค่าอุณหภูมิที่ได้มาเขียนกราฟเพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยใช้วิธีทางสถิติซึ่งเลือกวิธีการทดสอบของฟรีดแมน
- ในกรณีที่มีค่าความแตกต่างไม่เกิน 1 องศาเซลเซียส ถือว่ากล่องทดลองมีความสามารถในการควบคุมสภาพแวดล้อมเท่าเทียมกัน

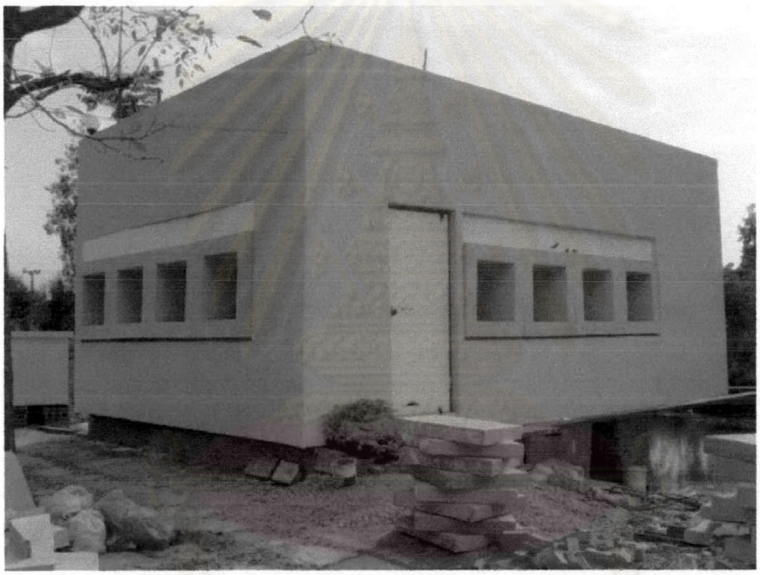
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.3 อาคารปรับอากาศเพื่อการทดลองวัสดุ

อาคารปรับอากาศเพื่อการทดสอบวัสดุมีขนาด 4.20*7.20.*4.00เมตร สร้างจากวัสดุที่มีค่าความเป็นฉนวนสูงเพื่อควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในให้คงที่ และมีความสามารถในการป้องกันความชื้นดังนั้นจึงนำระบบปรับอากาศมาใช้เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมภายในตามวัตถุประสงค์

ผนังอาคารทดสอบทั้ง 4 ด้านสัมพันธ์กับทิศเหนือ ทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศตะวันตก โดยด้านทั้ง 4 ด้านเว้นช่องว่างขนาด 0.90*3.60 เมตร เพื่อใช้สำหรับติดตั้งกล่องทดลอง

วัสดุทดสอบขนาด 0.60* 0.60 เมตร จะถูกติดตั้งในกล่องทดลองที่สร้างจากฉนวนเพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากบริเวณกรอบวัสดุโดยรอบและควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในให้มีอุณหภูมิเดียวกันเพื่อข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสามารถนำมาเปรียบเทียบ-วิเคราะห์และสรุปได้



ภาพที่ 3-10 แสดงอาคารปรับอากาศ โดยผนังทั้ง 4 ด้านของอาคารเจาะช่องว่างสำหรับติดตั้งกล่องทดลอง

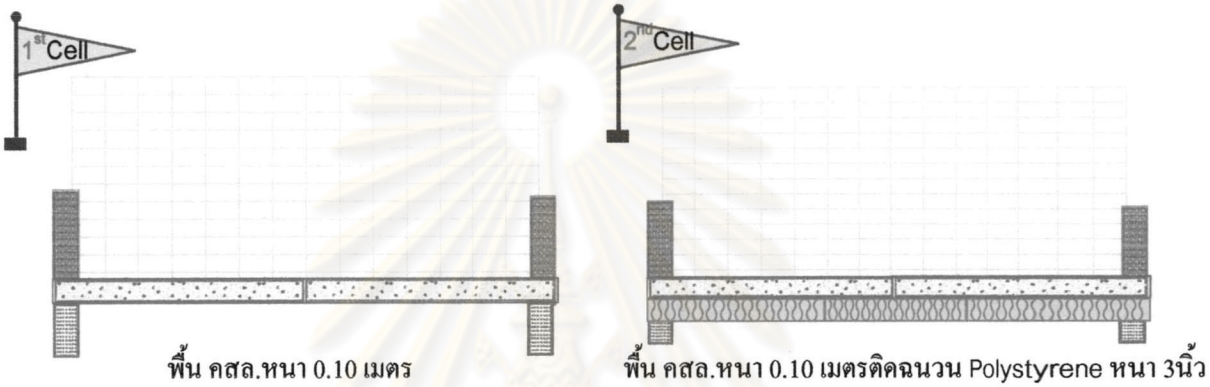
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การทดลองวัสดุทดสอบ

ในงานวิจัยนี้ได้ตั้งสมมติฐานการทดลองเพื่อเป็นแนวทางในการทดสอบตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแต่ละชุดการทดลองจำเป็นต้องมีการควบคุมตัวแปรบางตัวแปร โดยสมมติฐานการทดลองของงานวิจัยประกอบด้วย

การทดลองที่ 1 **พื้น คสล.หนา 0.10 เมตรที่มีการติดตั้งฉนวนที่มีความหนาแตกต่างกันมีผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบแตกต่างกัน**

การทดลองชุดที่ 1 **ประกอบด้วย :**



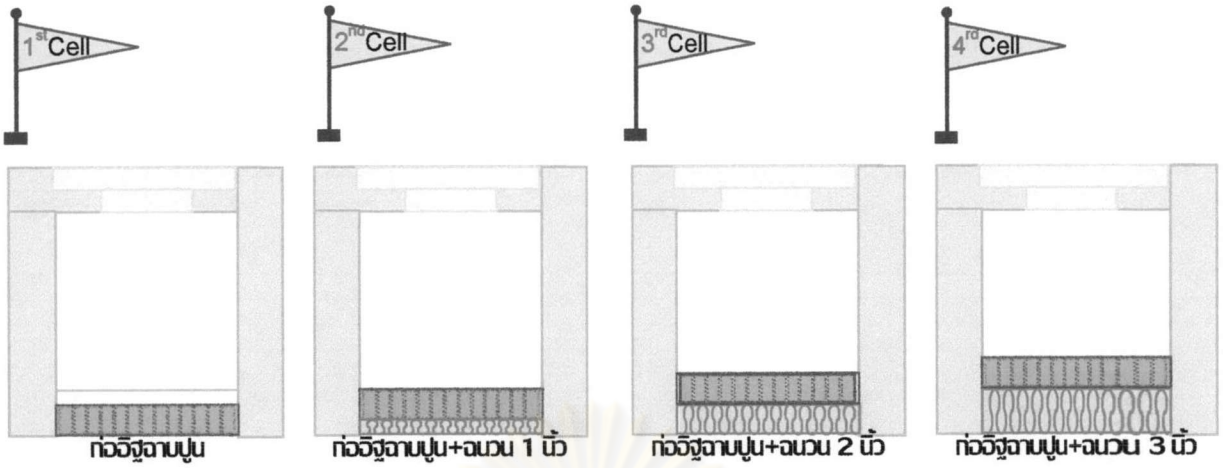
ภาพที่ 3-11 แสดงการเตรียมพื้นทดสอบ

การทดลองที่ 2 **ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 0.10 เมตรที่มีการติดตั้งฉนวนที่มีความหนาแตกต่างกันมีผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบแตกต่างกัน**

รูปแบบวัสดุสำหรับการทดลองชุดที่ 2 **: ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 0.10 เมตรที่ติดตั้งฉนวนภายนอกแตกต่างกัน**

การทดลองชุดที่ 2 **ประกอบด้วย :**

หน่วยทดลอง (Cell No.)	ตัวแปรศึกษา		ตัวแปรควบคุม	
	มวลสาร	U (Btu/h ft^2.F.)	Coating ภายนอก	Coating ภายใน
2.1.1	ก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่น	0.67	Coatingชนิดเดียวกัน	Coatingชนิดเดียวกัน
2.1.2	ก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่นติดตั้งฉนวน 1 นิ้วภายนอกอาคาร	5.50		
2.1.3	ก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่นติดตั้งฉนวน 2 นิ้วภายนอกอาคาร	9.50		
2.1.4	ก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่นติดตั้งฉนวน 3 นิ้วภายนอกอาคาร	13.50		



ภาพที่ 3-12 แสดงแบบแปลนการติดตั้งวัสดุทดสอบในแต่ละหน่วยทดสอบสำหรับการทดลองชุดที่ 1.1

ภาพที่ 3-13 แสดงการติดตั้งฉนวนบนผนังก่ออิฐฉาบปูน

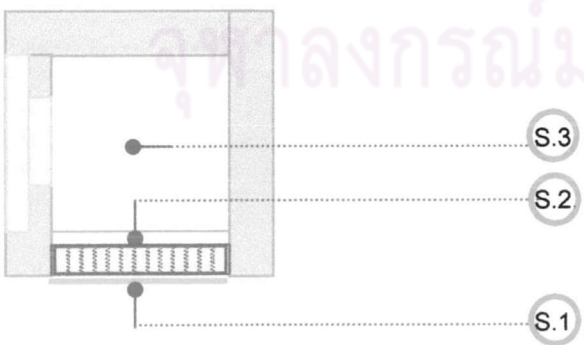
ภาพที่3-14 วัสดุทดสอบติดตั้งบนอาคารทดลอง

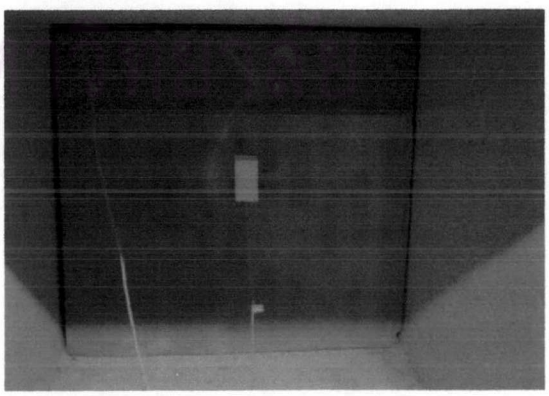
การติดตั้ง Sensor ณ.ตำแหน่งต่างๆในหน่วยทดสอบของการทดลองชุดที่ 1 ถึง 5

กำหนด : ตำแหน่งที่ 1 อุณหภูมิผิวผนังทดสอบภายนอก

ตำแหน่งที่ 2 อุณหภูมิผิวผนังทดสอบภายใน

ตำแหน่งที่ 3 อุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดสอบ



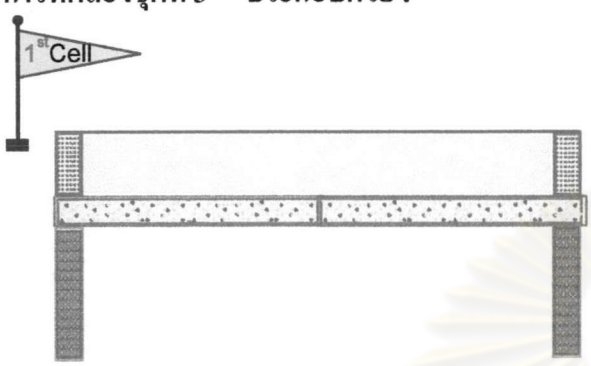


ภาพที่ 3-14 แสดงตำแหน่งการติดตั้ง Sensorในหน่วยทดสอบสำหรับการทดลองที่ 1

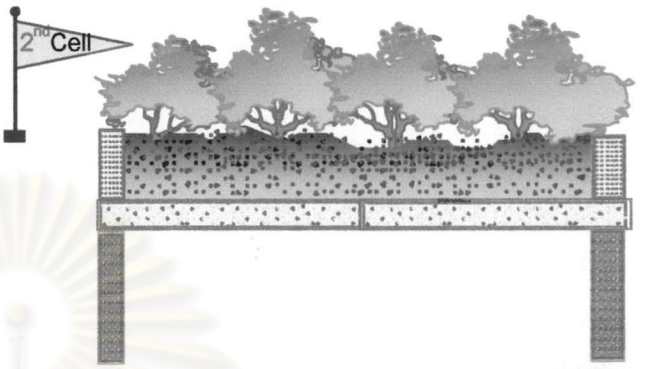
การทดลองที่ 3 ชนิดหลังคาที่แตกต่างกัน มีผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบของอาคารแตกต่างกัน

รูปแบบวัสดุสำหรับการทดลองชุดที่ 3 : หลังคา คอนกรีต และสวนหลังคา

การทดลองชุดที่ 3 ประกอบด้วย :



ภาพที่3-15 แสดงการเตรียมหลังคาคอนกรีต



ภาพที่3-16 แสดงการเตรียมสวนหลังคา

การเก็บข้อมูลอุณหภูมิ

การเก็บข้อมูลอุณหภูมิแต่ละชุดการทดลองเป็นเวลา 2 วัน เพื่อให้วัสดุทดสอบภายในกล่องทดลองมีพฤติกรรมคงที่ โดยเก็บข้อมูลทุก 15 นาที แล้วเฉลี่ยอุณหภูมิเป็นชั่วโมงตลอด 2 วัน

3.4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

- เปรียบเทียบอุณหภูมิของวัสดุทดสอบ และอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบของอาคารในแต่ละกรณี
- เปรียบเทียบอุณหภูมิพื้นผิวของวัสดุทดลองช่วงสูงสุด และต่ำสุดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิววัสดุที่มีผลต่ออุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ
- วิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และความรู้สึกร้อนหนาวของผู้ใช้อาคาร
- นำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟเพื่อศึกษาพฤติกรรมการแผ่รังสีจากพื้นผิวภายในอาคารชนิดต่างๆ ในแต่ละช่วงเวลา

3.5 การสรุปผลการทดลอง

การสรุปผลการทดลอง โดยพิจารณาจากผลกระทบของตัวแปรในแต่ละสมมติฐานที่เกิดจากการทดลองจริง ซึ่งรูปแบบการนำเสนอจะเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละสมมติฐาน นำมาสู่การวิเคราะห์อิทธิพล และ ความสำคัญของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบของอาคาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย