หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การทดสอบคุณสมบัติการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารของวัสดุก่อสร้างผนัง

3.1 แนวทางการทดสอบเปรียบเทียบ

จากสูตรในการคำนวนหาค่าปริมาณความร้อนผ่านผนังทึบเข้าสู่อาคาร

$$Q = U \times A \times CLTD$$

หรือ

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

ภาระการปรับอากาศจะขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อน (Q) หากความร้อนผ่านผนังเข้ามามาก ค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการทำความเย็นก็จะแปรผันสูงขึ้นตามกัน ในการเปรียบเทียบว่าผนังชนิดใด มีความสามารถในการป้องกันความร้อนได้ดีกว่ากัน จำเป็นต้องมีการจัดให้ผนังทดสอบอยู่ในสภาวะเดียวกัน โดยสร้างห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ (รายละเอียดการก่อสร้าง ดูบทที่ 3.3) ส่วนสภาวะภายนอกซึ่งเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนัง เป็นตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ ตัวแปรที่สนใจศึกษาในการวิจัยนี้ คือ

1. แสงอาทิตย์
2. ลม
3. ความชื้นสัมพัทธ์
4. อุณหภูมิของสภาวะแวดล้อมโดยรอบ
5. สภาพท้องฟ้า
6. ความแปรปรวนของสภาวะภูมิอากาศ

ผลรวมของอิทธิพลของปัจจัยภายนอก คือปริมาณความร้อนที่ตกกระทบผิวด้านนอกของผนัง ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพของผนังเอง ซึ่งเราสามารถวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบได้ที่ผิวภายในของผนัง จากที่ทราบมาแล้วว่าความ

เย็นจากเครื่องปรับอากาศนั้น ส่วนหนึ่งจะต้องถูกนำไปใช้ในการลดความร้อนของผนัง ดังนั้น หากผิวด้านในของผนังชนิดใดมีอุณหภูมิสูง ก็ย่อมต้องใช้พลังงานจำนวนมากในการลดความร้อนของผนังนั้นนั่นเอง

3.2 การจำแนกประเภทผนังทดสอบ

เนื่องจากวัสดุที่ใช้ก่อสร้างผนังมีจำนวนมากมาย อีกทั้งวิธีการก่อสร้างก็มีความแตกต่างกันมาก จึงไม่สามารถที่จะนำตัวอย่างทุกชนิดมาทดสอบได้ จึงได้กำหนดสมมุติฐานเพื่อจัดกลุ่มผนังเป็น 4 กลุ่ม จำแนกตามคุณสมบัติ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) และน้ำหนักของวัสดุ

สมมุติฐาน:

ผนังที่มีค่า (U) น้อยและน้ำหนักน้อย สามารถป้องกันความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าผนังที่มีค่า (U) มาก หรือน้ำหนักมาก

และได้กำหนดตัวอย่าง จากกลุ่มวัสดุทั้ง 4 ไว้ดังนี้*

กลุ่ม 1 ผนังค่า (U) น้อย และน้ำหนักน้อย

1.1 ผนัง อาร์เมอร์วอล ฉนวนโฟม 2 นิ้ว (Armour Wall with 2″ Inslation)

1.2 ผนัง จี.อาร์.ซี. ฉนวนโฟม 2 นิ้ว (G.R.C Wall with 2″ Insulation)

1.3 ผนัง อลูโคบอนด์ (Alucobond Wall)

กลุ่ม 2 ผนังค่า (U) น้อย และน้ำหนักมาก

2.1 ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น ด้านนอกฉาบฉนวน ICC (4″ Masonry Wall with ICC Insulation)

---

* ผนังที่มีค่า (U) น้อย : ผนังที่ประกอบด้วยวัสดุฉนวน เช่น โฟม หรือสีกันความร้อน ICC

ผนังน้ำหนักน้อย : ผนังโครงสร้างเบา เช่น โครงเคร่าไม้ หรืออลูมิเนียมกรุด้วยแผ่นวัสดุสำเร็จรูป (Group G)

ผนังน้ำหนักมาก : ผนังโครงสร้างหนัก เช่น ผนังก่ออิฐ หรือผนังคอนกรีต (Group E, C)

* จัด Group ตามมาตรฐาน Fundamental Handbook Table 31, 38 ปี 1989

กลุ่ม 3 ผนังค่า (U) สูง และน้ำหนักน้อย

3.1ผนังไม้ 1/2″×6″ ตีซ้อนเกล็ดภายในกรุไม้อัด หนา 6 มม.

กลุ่ม 4 ผนังค่า (U) สูง และน้ำหนักมาก

4.1 ผนังก่ออิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบ (4″ Masonry Wall)

4.2 ผนังก่ออิฐมอญเต็มแผ่นฉาบปูนเรียบ (8″ Masonry Wall)

3.3 <u>การออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบ</u>

เพื่อให้การวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบ เป็นไปอย่างเที่ยงตรงจึงต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ และเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

3.3.1 ห้องทดสอบควบคุมอุณหภูมิ

3.3.2 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

3.3.3 เครื่องมือวัดความเร็วลม (Air Flow Meter)

<u>ห้องทดสอบควบคุมอุณหภูมิ</u> : ในการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่ผิวของผนังแต่ละชนิด จะต้องควบคุมให้ผนังทดสอบแต่ละชนิดอยู่ในสภาวะความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในเท่า ๆ กัน ผนังด้านทิศใต้ติดตั้งวัสดุทดสอบ 8 ชนิด ขนาดของผนังแต่ละชนิด กว้าง 0.60 เมตร ยาว 0.60 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 4 ตารางฟุต สัดส่วนของห้องมีขนาด 2.00×3.00×2.50 เมตร (รายละเอียดของแบบก่อสร้าง ดูหน้า 23)

เนื่องจากในระหว่างที่ดำเนินการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิในช่วงเวลาต่าง ๆ จำเป็นต้องให้อุณหภูมิภายในห้องคงที่มากที่สุด ดังนั้นจึงต้องกรุพื้นที่ผิวของห้องด้านที่ไม่ใช่ผนังทดสอบด้วยฉนวนเพื่อให้ปริมาณความร้อนสามารถถ่ายเทได้น้อยที่สุด ในที่นี้ใช้โฟมหนา 4 นิ้วเป็นฉนวน และติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ขนาด 12,000 Btu. จำนวน 1 เครื่อง พร้อมชุดควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) การเลือกใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu. คิดจากปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารในช่วง Peak Load (ดูรายละเอียดการคำนวน หน้า 26) ในเวลา 15.00 น. มีปริมาณความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคาร = 3,080 Btu./h. ซึ่งความสามารถของเครื่องปรับอากาศสามารถควบคุมได้

การคำนวนขนาดเครื่องปรับอากาศสำหรับห้องทดสอบ

เดือนทดสอบ : กุมภาพันธ์ - มีนาคม

สูตรในการคำนวน : $Q = U \times A \times CLTD_{corr}$ (สำหรับผนังทึบ)

$Q = (U \times A \times CLTD) + (A \times SC \times CLF \times SHGF)$

(สำหรับผนังกระจก)

ตารางแสดงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุทดสอบ

ITEM	DETAILS	WEIGHT (lb./ft2)	RESISTANCE (R) (F.ft2.h/Btu)	U (Btu/F.ft2.h)	SC
1	ARMOUR WALL	5.30	7.26	0.14	_
2	WOODEN WALL	4.50	2.86	0.35	_
3	ALUCOBOND WALL	3.06	6.06	0.16	_
4	4" MASONRY WITH ICC. INSULATION	45.00	17.02*	0.06*	_
5	GRC. WALL	5.00	7.42	0.14	_
6	4" MASONRY WALL	44.90	1.78	0.56	_
7	8" MASONRY WALL	81.60	2.31	0.43	_
8	6 mm. CLEAR GLASS	3.06	1.06	0.94	0.96
9	GRC. WITH 4" INSULATION	4.00	17.82	0.05	_
10	ROOF	4.90	9.11	0.10	_

* ยังไม่มีข้อมูลจากการทดสอบที่มาตรฐานยอมรับ ซึ่งผู้ผลิตระบุว่า ค่า R เทียบเท่ากับโฟมหนา 4 นิ้ว

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุทดสอบ

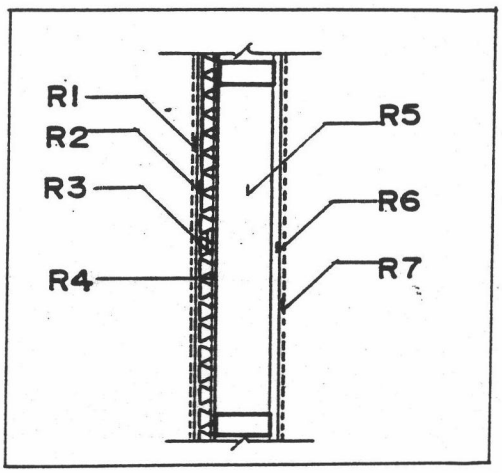
ค่าความต้านทานการนำความร้อนของฟิล์มอากาศภายนอกคิดที่ความเร็วลม 7.5 ไมล์/ชั่วโมง (สำหรับ ฤดูร้อน) ซึ่งเทียบเท่ากับ 0.25 $^{\circ}F \cdot ft2 \cdot h/Btu$

ค่าความต้านทานการนำความร้อนของฟิล์มอากาศภายใน คิดที่สภาวะอากาศสงบนิ่งในแนวดิ่ง ซึ่งเทียบ เท่ากับ 0.68 $^{\circ}F \cdot ft2 \cdot h/Btu$

การหาค่า Thermal Resistance (R) และ Heat Transmission Coefficient (U) ของผนังทดสอบ

1. Armour Wall with 2″ Insulation

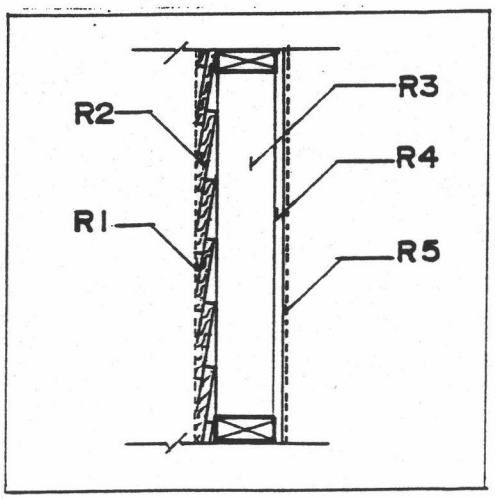
R1 ฟิล์มอากาศภายนอก		0.25
R2 สีเคลือบภายนอก		0.07
R3 โฟมหนา 1 1/2 นิ้ว		4.62
R4 ยิบซั่มบอร์ด 9 มม.		0.32
R5 ช่องว่างอากาศ		1.00
R6 ยิบซั่มบอร์ด 9 มม.		0.32
R7 ฟิล์มอากาศภายใน		0.68
R รวม	= 7.26	$^{o}F \cdot ft^{2} \cdot h/Btu.$
U	= 0.14	$Btu./^{o}F \cdot ft^{2} \cdot h.$



รูปที่ 3.1 รูปตัด Armour Wall

2. Wooden Wall

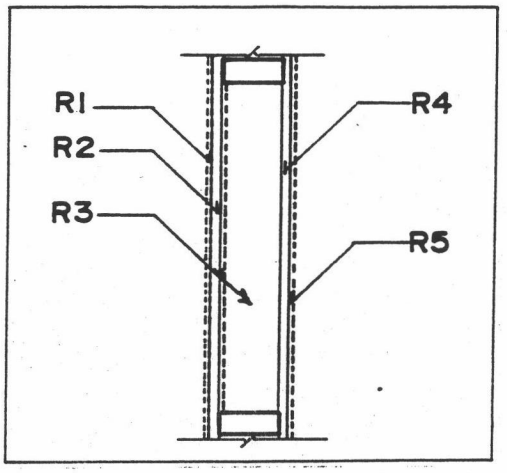
R1 ฟิล์มอากาศภายนอก		0.25
R2 ไม้หนา 1/2 นิ้ว		0.62
R3 ช่องว่างอากาศ		1.00
R4 ไม้อัด 6 มม.		0.32
R5 ฟิล์มอากาศภายใน		0.68
R รวม	= 2.86	$^{o}F \cdot ft^{2} \cdot h/Btu.$
U	= 0.35	$Btu./^{o}F \cdot ft^{2} \cdot h.$



รูปที่ 3.2 รูปตัด Wooden Wall

3. 4mm. Alucobond Wall with 9mm. Gypsum Board

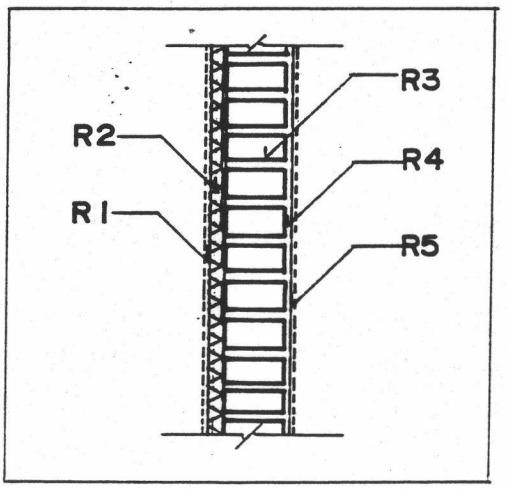
R1 ฟิล์มอากาศภายนอก		0.25
R2 Alucobond Plate		1.67
R3 ช่องว่างอากาศภายใน		3.14
R4 ยิบซั่มบอร์ด 9 มม.		0.32
R5 ฟิล์มอากาศภายใน		0.68
R รวม	= 6.06	$^{o}F \cdot ft^{2} \cdot h/Btu.$
U	= 0.16	$Btu./^{o}F \cdot ft^{2} \cdot h.$



รูปที่ 3.3 รูปตัด Alucobond Wall

4. Masonry Wall 4″ Thick with ICC. Insulation

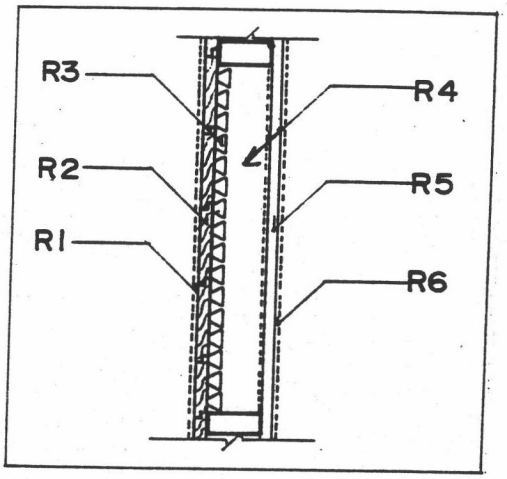
R1 ฟิล์มอากาศภายนอก		0.25
R2 ฉนวน ICC.		15.4
R3 อิฐมอญ 4 นิ้ว		0.45
R4 ปูนฉาบภายใน		0.24
R5 ฟิล์มอากาศภายใน		0.68
R รวม	= 17.02	$^{o}F \cdot ft^{2} \cdot h/Btu.$
U	= 0.06	$Btu./^{o}F \cdot ft^{2} \cdot h.$



รูปที่ 3.4 รูปตัด Masonry Wall 4″ Thk. with ICC

5. GRC. Wall with 2″ Insulation

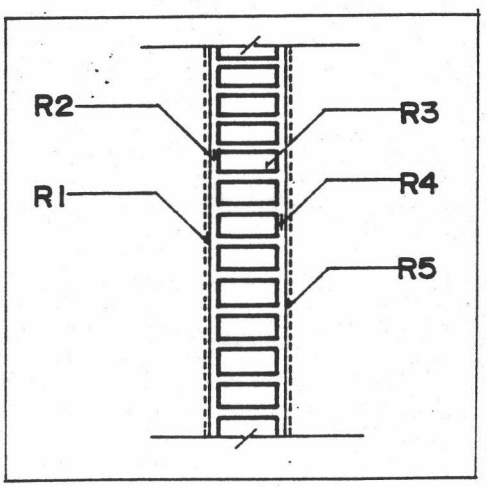
R1 ฟิล์มอากาศภายนอก		0.25
R2 แผ่น GRC. 10 มม.		0.07
R3 โฟมหนา 1 1/2 นิ้ว		4.62
R4 ช่องว่างอากาศภายใน		1.48
R5 ยิบซั่มบอร์ด 9 มม.		0.32
R6 ฟิล์มอากาศภายใน		0.68
R รวม	= 7.42	$^{\circ}F \cdot ft^2 \cdot h/Btu.$
U	= 0.14	$Btu./^{\circ}F \cdot ft^2 \cdot h.$



รูปที่ 3.5 รูปตัด GRC. Wall

6. Masonry Wall 4″ Thick

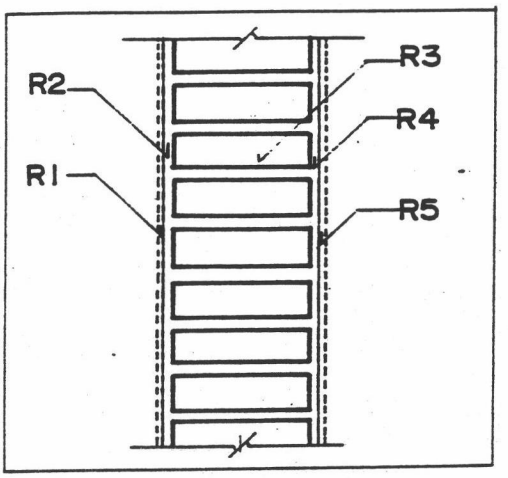
R1 ฟิล์มอากาศภายนอก		0.17
R2 ปูนฉาบ		0.24
R3 อิฐมอญ 4 นิ้ว		0.45
R4 ปูนฉาบ		0.24
R5 ฟิล์มอากาศภายใน		0.68
R รวม	= 1.78	$^{\circ}F \cdot ft^2 \cdot h/Btu.$
U	= 0.56	$Btu./^{\circ}F \cdot ft^2 \cdot h.$



รูปที่ 3.6 รูปตัด Masonry Wall 4″ Thk.

7. Masonry Wall 8″ Thick

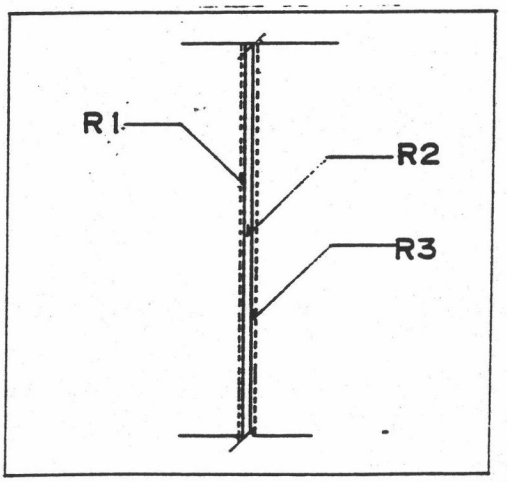
R1 ฟิล์มอากาศภายนอก		0.25	
R2 ปูนฉาบ		0.24	
R3 อิฐมอญ 8 นิ้ว		0.90	
R4 ปูนฉาบ		0.24	
R5 ฟิล์มอากาศภายใน		0.68	
R รวม	=	2.31	$^{o}F \cdot ft^{2} \cdot h/Btu.$
U	=	0.43	$Btu./^{o}F \cdot ft^{2} \cdot h.$



รูปที่ 3.7 รูปตัด Masonry Wall 8″ Thk.

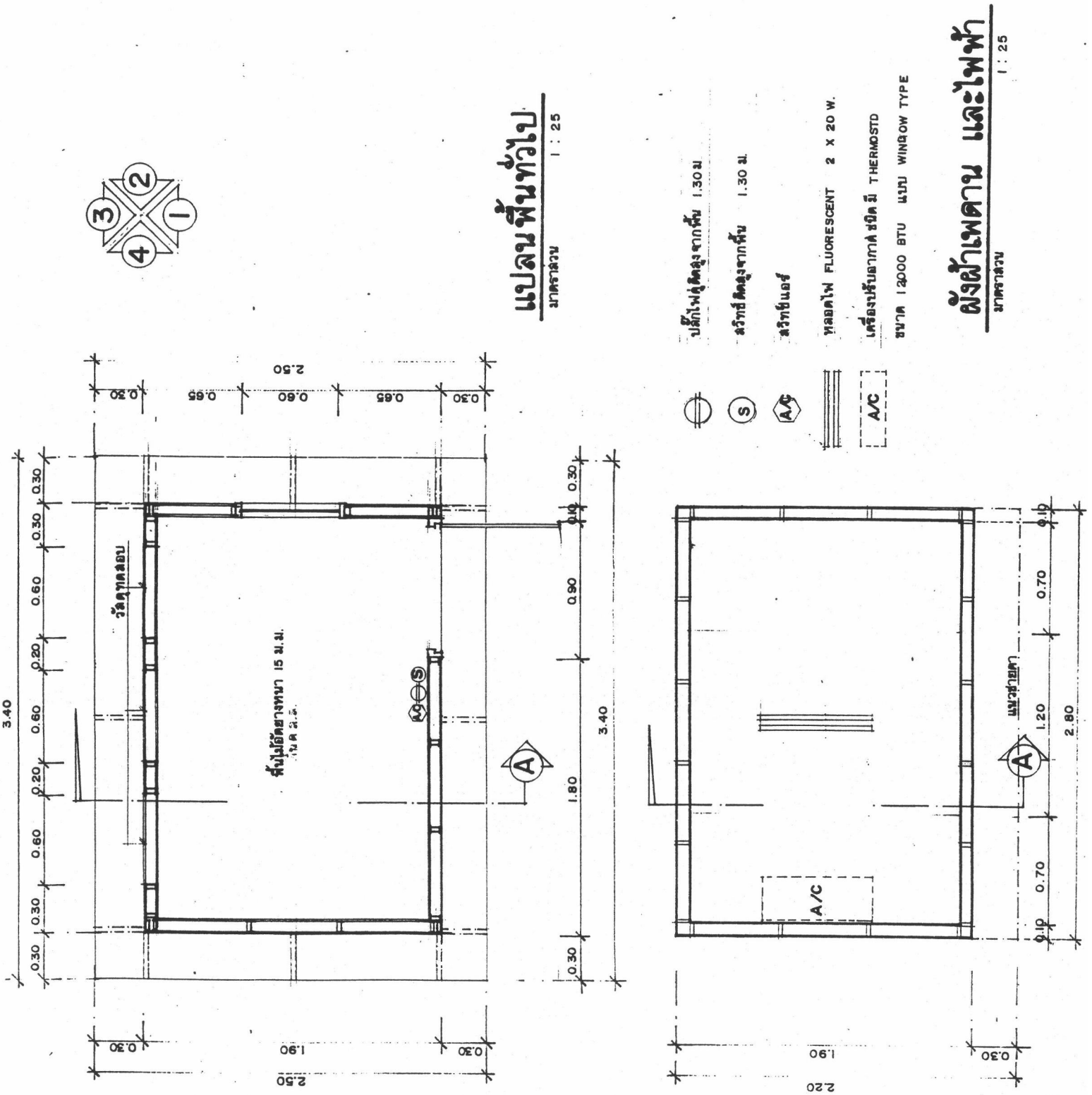
8. Clear Glass 6 mm. Thick

R1 ฟิล์มอากาศภายนอก		0.25	
R2 กระจกใส 6 มม.		0.13	
R3 ฟิล์มอากาศภายใน		0.68	
R รวม	=	1.06	$^{o}F \cdot ft^{2} \cdot h/Btu.$
U	=	0.94	$Btu./^{o}F \cdot ft^{2} \cdot h.$
SC	=	0.96	

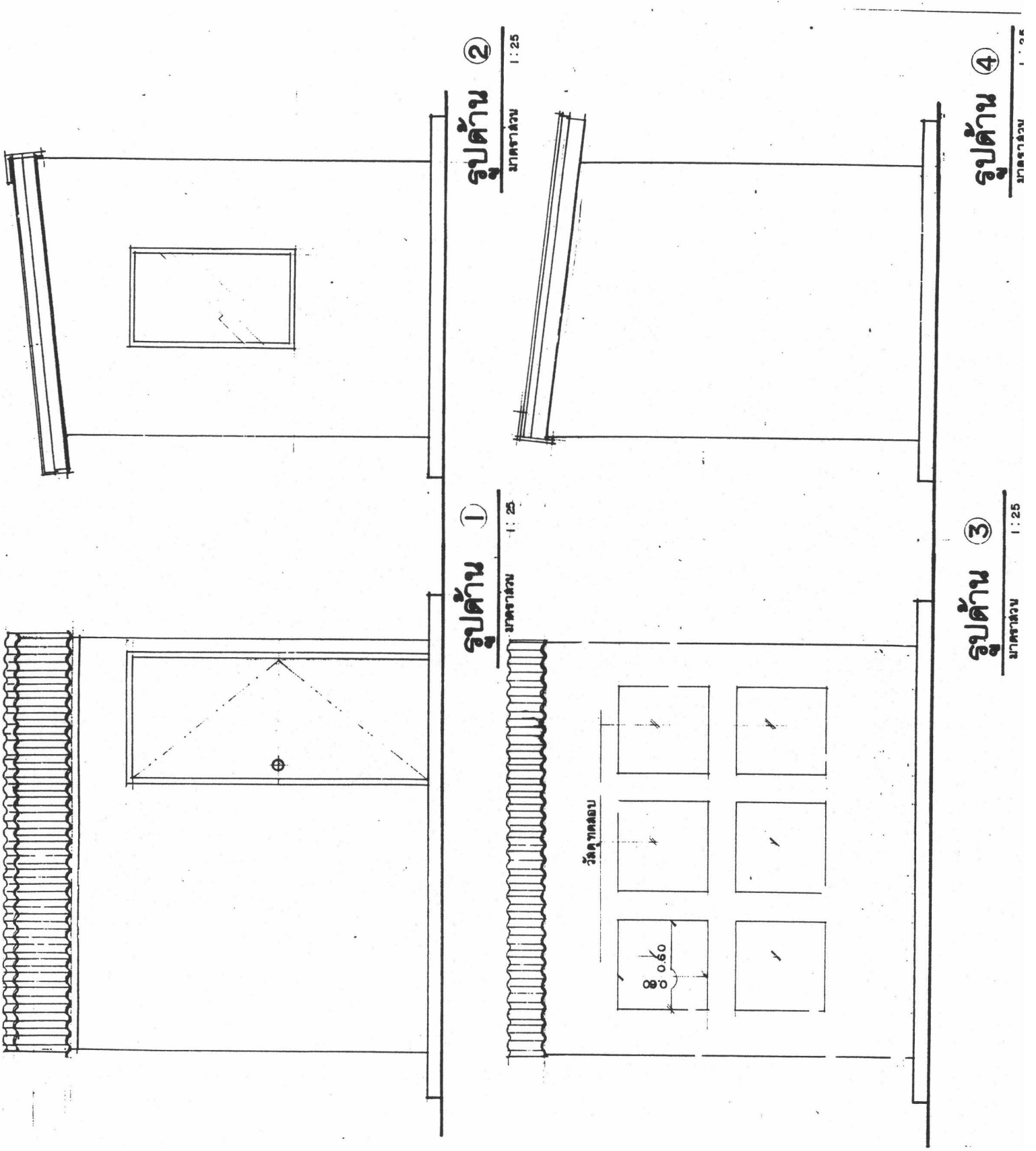


รูปที่ 3.8 รูปตัด Clear Glass 6 mm. Thk.

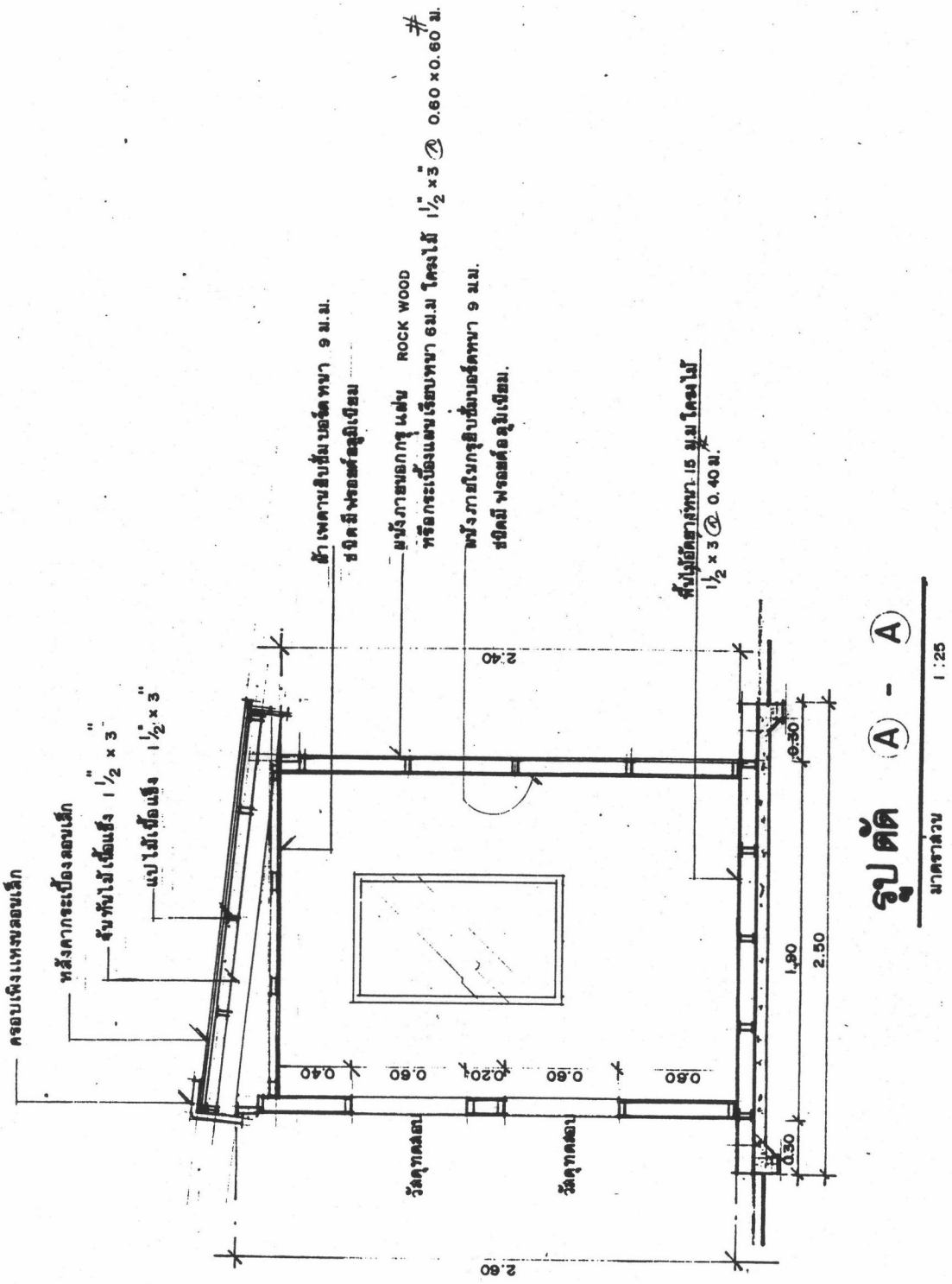
รูปที่ 3.9 แสดง อาคารทดสอบควบคุมอุณหภูมิ (1)



รูปที่ 3.10 แสดง อาคารทดสอบควบคุมอุณหภูมิ (2)



รูปที่ 3.11 แสดง อาคารทดสอบควบคุมอุณหภูมิ (3)



Mar 21

ELEMENT : Wall (G)
DIRECTION : North
U – WALL : 0.05 Btu / h sq.f F
U – DOOR : 0.36 Btu / h sq.f F
A – WALL : 61 Sq.f.
A – DOOR : 19 Sq.f.
SC : 0

Solar Time, h	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400
CLTDcorr	10	9	8	8	7	9	13	14	15	17	20	22	25	27	27	27	28	29	26	20	17	15	13	12
CLF	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.75	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20
SHGF						20	62	66	63	59	57	57	57	59	63	66	62	20						
Q – Wall	30.5	27.968	25.437	22.905	20.374	27.968	40.626	43.157	45.689	53.283	60.878	68.472	76.067	81.13	83.661	83.661	86.193	88.724	78.598	60.878	50.752	45.689	40.626	35.563
Q – Glass Rad.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q – Glass Con.	68.4	62.722	57.045	51.368	45.691	62.722	91.108	96.786	102.46	119.49	136.52	153.55	170.58	181.94	187.62	187.62	193.29	198.97	176.26	136.52	113.81	102.46	91.108	79.754
Total – Q	**98.9**	**90.691**	**82.482**	**74.273**	**66.065**	**90.691**	**131.73**	**139.94**	**148.15**	**172.77**	**197.40**	**222.03**	**246.65**	**263.07**	**271.28**	**271.28**	**279.49**	**287.70**	**254.86**	**197.40**	**164.56**	**148.15**	**131.73**	**115.31**

ELEMENT : Wall (G)
DIRECTION : South
U – WALL : 0.45 Btu / h sq.f F
U – GLASS : 0.88 Btu / h sq.f F
A – WALL : 76 Sq.f.
A – GLASS : 4 Sq.f.
SC : 0.96

Solar Time, h	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400
CLTDcorr	13	12	11	10	9	10	11	14	20	28	36	42	47	48	46	41	36	31	27	22	20	18	17	14
CLF	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
SHGF						4	16	25	31	37	40	41	40	37	31	25	16	4						
Q – Wall	455.544	398.77	370.38	342	313.61	342	370.38	483.93	682.63	966.49	1221.9	1449.0	1619.3	1647.7	1562.5	1392.2	1221.9	1051.6	909.72	767.79	682.63	625.86	569.08	483.93
Q – Glass Rad.	0	0	0	0	0	0.9216	5.5296	13.44	26.188	48.307	73.728	92.889	99.84	92.352	70.233	48	26.419	5.5296	0	0	0	0	0	0
Q – Glass Con.	46.8864	41.043	38.121	35.2	32.278	35.2	38.121	49.808	70.259	99.475	125.76	149.14	166.67	169.59	160.82	143.29	125.76	108.24	93.632	79.024	70.259	64.416	58.572	49.808
Total – Q	**502.430**	**439.81**	**408.50**	**377.2**	**345.89**	**378.12**	**414.03**	**547.17**	**779.08**	**1114.2**	**1421.4**	**1691.0**	**1885.8**	**1909.7**	**1793.6**	**1583.5**	**1374.1**	**1165.4**	**1003.3**	**846.81**	**752.89**	**690.27**	**627.66**	**533.73**

ตารางที่ 3.1 ตารางคำนวนค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนัง (1)

ELEMENT : Wall (G)
DIRECTION : East
U – WALL : 0.05 Btu / h sq.f F
U – GLASS : 0.88 Btu / h sq.f F
A – WALL : 53.8 Sq.f.
A – GLASS : 0 Sq.f.
SC : 0

Solar Time, h	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400
CLTDcorr	12	11	10	9	8	18	35	48	54	55	51	42	37	35	34	33	32	29	25	22	19	17	16	14
CLF	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.50	0.42	0.37	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
SHGF						51	179	207	190	145	82	43	82	145	190	207	179	51						
Q – Wall	33.5981	29.132	26.9	24.667	22.434	49.227	93.881	129.60	145.23	147.46	136.30	113.97	98.346	93.881	91.648	89.415	84.950	78.252	67.088	58.157	51.459	46.994	42.528	38.063
Q – Glass Rad.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q – Glass Con.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total – Q	**33.5981**	**29.132**	**26.9**	**24.667**	**22.434**	**49.227**	**93.881**	**129.60**	**145.23**	**147.46**	**136.30**	**113.97**	**98.346**	**93.881**	**91.648**	**89.415**	**84.950**	**78.252**	**67.088**	**58.157**	**51.459**	**46.994**	**42.528**	**38.063**

ELEMENT : Wall (G)
DIRECTION : West
U – WALL : 0.05 Btu / h sq.f F
U – GLASS : 0.88 Btu / h sq.f F
A – WALL : 47.8 Sq.f.
A – GLASS : 6 Sq.f.
SC : 0.96

Solar Time, h	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400
CLTDcorr	14	13	12	11	10	10	11	13	16	18	22	25	32	43	56	65	69	65	49	33	26	22	18	16
CLF	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
SHGF						3	16	25	31	36	39	43	39	36	31	25	16	3						
Q – Wall	33.8185	31.834	27.867	25.883	23.9	23.9	25.883	31.834	37.785	43.737	51.671	59.606	75.476	103.24	133.00	154.82	164.74	154.82	117.13	79.443	61.590	51.671	43.737	37.785
Q – Glass Rad.	0	0	0	0	0	1.0368	6.4512	11.52	17.856	22.809	26.956	34.675	44.928	66.355	80.352	82.08	58.982	10.540	0	0	0	0	0	0
Q – Glass Con.	74.712	70.329	61.564	57.182	52.8	52.8	57.182	70.329	83.476	96.624	114.15	131.68	166.74	228.09	293.83	342.03	363.95	342.03	258.77	175.50	136.06	114.15	96.624	83.476
Total – Q	**108.530**	**102.16**	**89.432**	**83.066**	**76.7**	**77.736**	**89.517**	**113.68**	**139.11**	**163.17**	**192.78**	**225.96**	**287.14**	**397.69**	**507.18**	**578.94**	**587.67**	**507.40**	**375.90**	**254.95**	**197.65**	**165.82**	**140.36**	**121.26**

Total Q – Wall	**743.459**	**661.80**	**607.32**	**559.20**	**511.09**	**595.77**	**729.17**	**930.41**	**1211.5**	**1597.6**	**1947.9**	**2253.0**	**2518.0**	**2664.3**	**2663.7**	**2523.2**	**2326.2**	**2038.7**	**1701.2**	**1357.3**	**1166.5**	**1051.2**	**942.28**	**808.38**
Mean	**1421.24**																							

ตารางที่ 3.2 ตารางคำนวนค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนัง (2)

ELEMENT : Roof
DIRECTION : Horrisontal
U : 0.1 Btu / h sq.f F
A – Roof : 6 Sq.f.

Solar Time, h	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400
CLTD	20	19	18	17	16	15	14	13	13	13	13	14	15	17	18	20	21	23	23	24	24	23	22	21
Q – Roof	**11.925**	**11.25**	**10.8**	**10.125**	**9.45**	**9**	**8.325**	**7.875**	**7.65**	**7.65**	**7.875**	**8.325**	**9**	**9.9**	**11.025**	**11.925**	**12.825**	**13.5**	**13.95**	**14.175**	**14.175**	**13.725**	**13.275**	**12.6**

Mean **10.8468**
RTTV **0.01690**

ELEMENT : Internal Light
Type : Fluorescen 32 Watt
Amount : 2
CLF 0.65
Q = Input*BF*CLF
= **45.76** Btu./h.

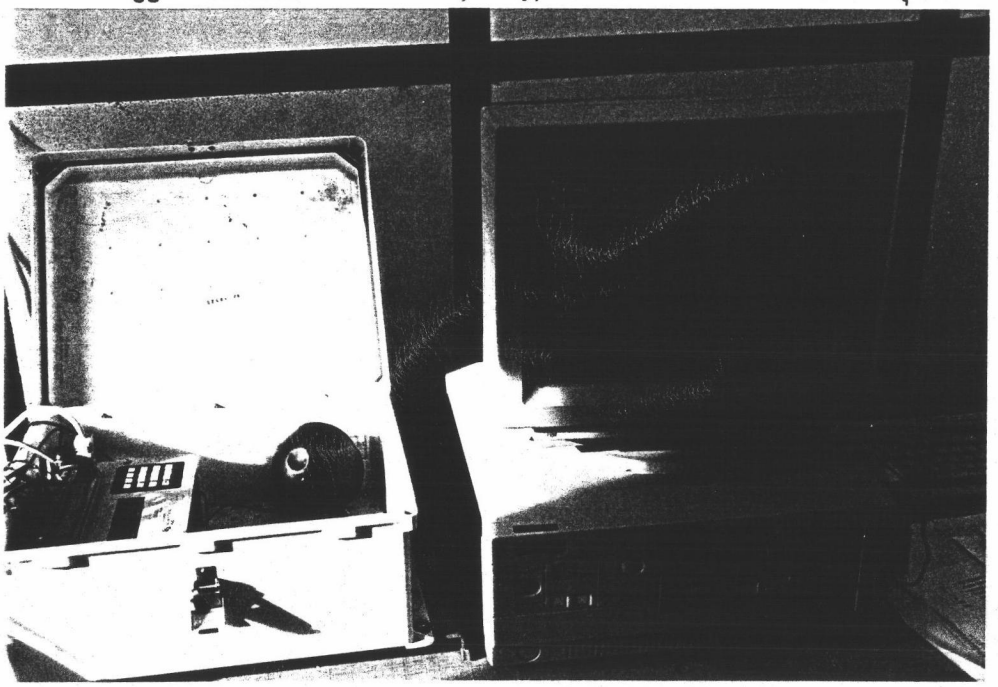
ELEMENT : Computer
Type : Personal 500 Watt
Amount : 1
CLF 0.65
Q = Input*BF*CLF
= **357.5** Btu./h.

ELEMENT : People
Sensible = No.*Sens.H.G.*CLF
= 0 Btu/h
latent = No.*Lat.H.G.
= 0 Btu/h

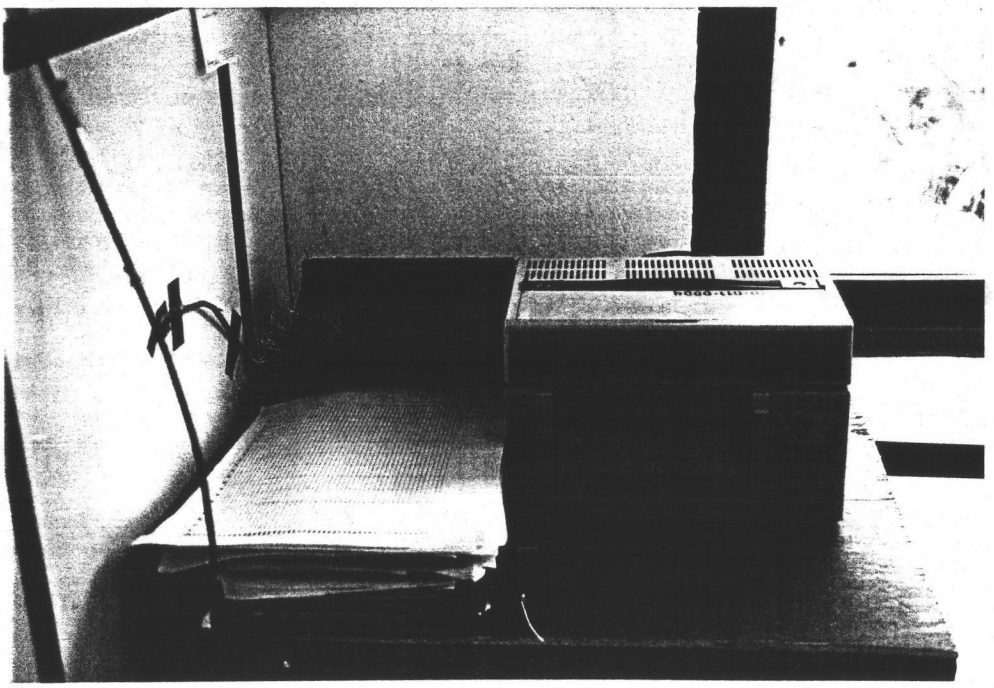
TOTAL Q. = 1835.35 Btu/h (Mean)
MAX Q = 3078.07 Btu/h

ตารางที่ 3.3 ตารางคำนวนค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนัง (3)

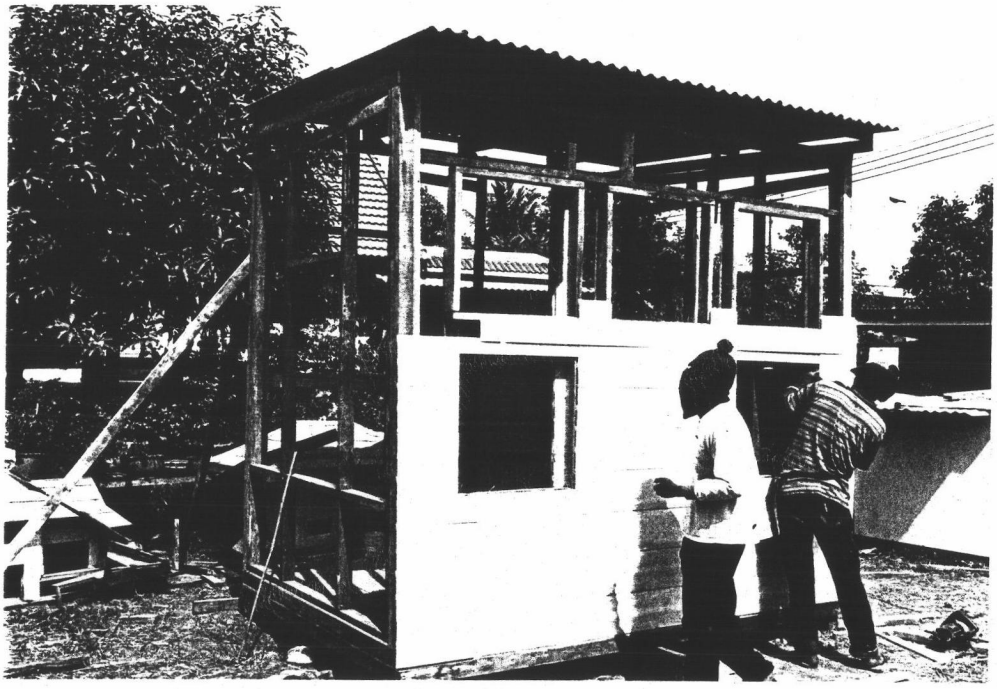
รูปที่ 3.12 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ : ใช้เครื่อง Micrologger Model Campbell Scientific 21X Micrologger ชนิดสาย : Thermocouple Type A สามารถวัดได้ครั้งละ 16 จุด

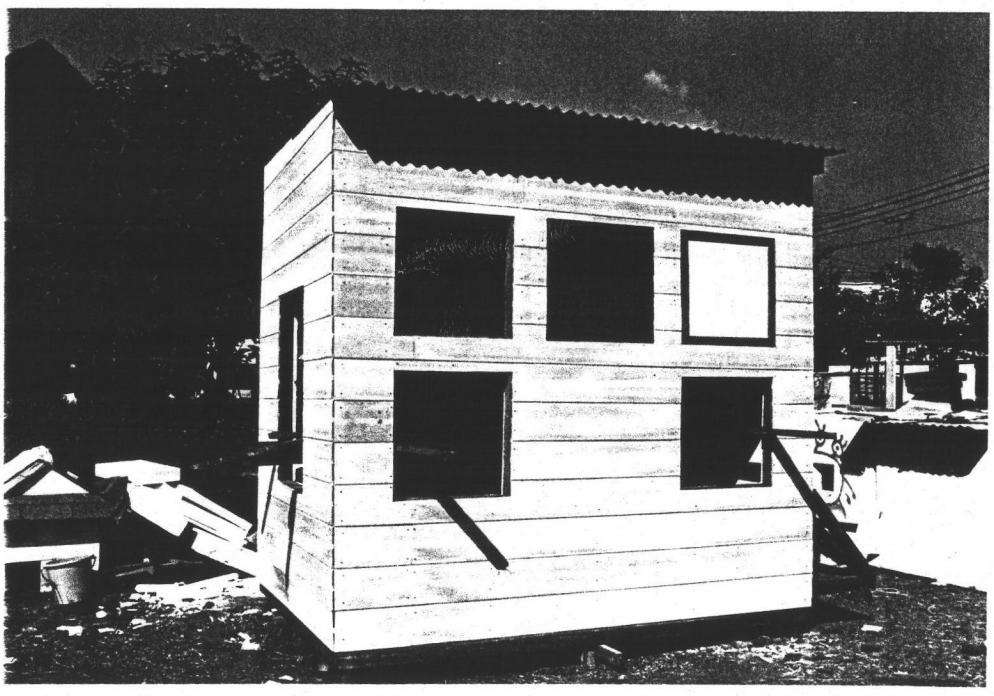


รูปที่ 3.13 เครื่องมือวัดความเร็วลม : Air Flow Meter

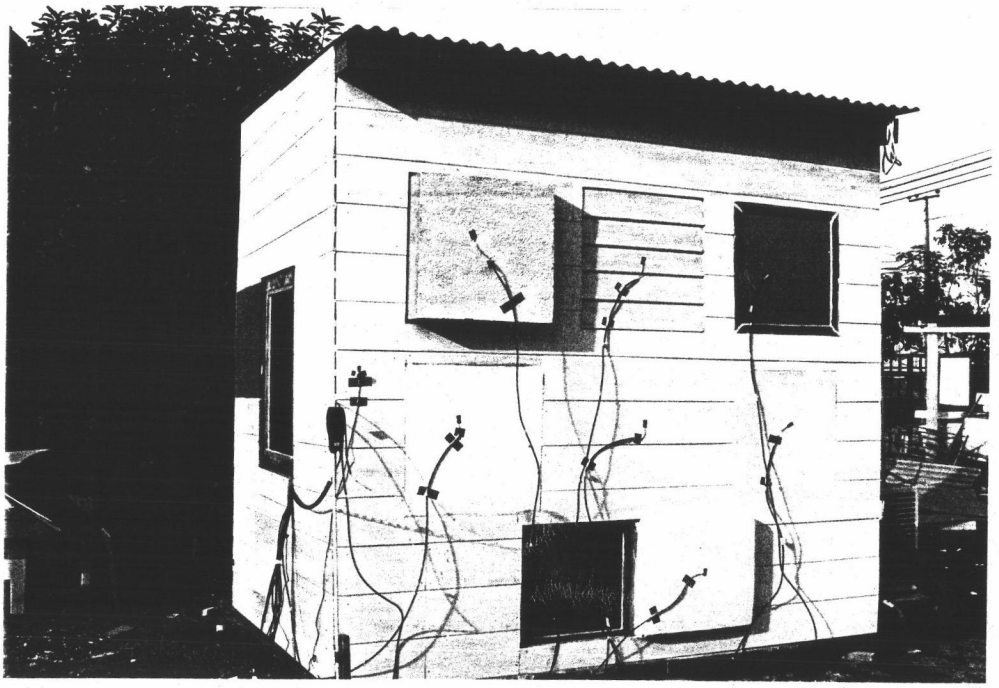


รูปที่ 3.14, 3.15 อาคารทดสอบ



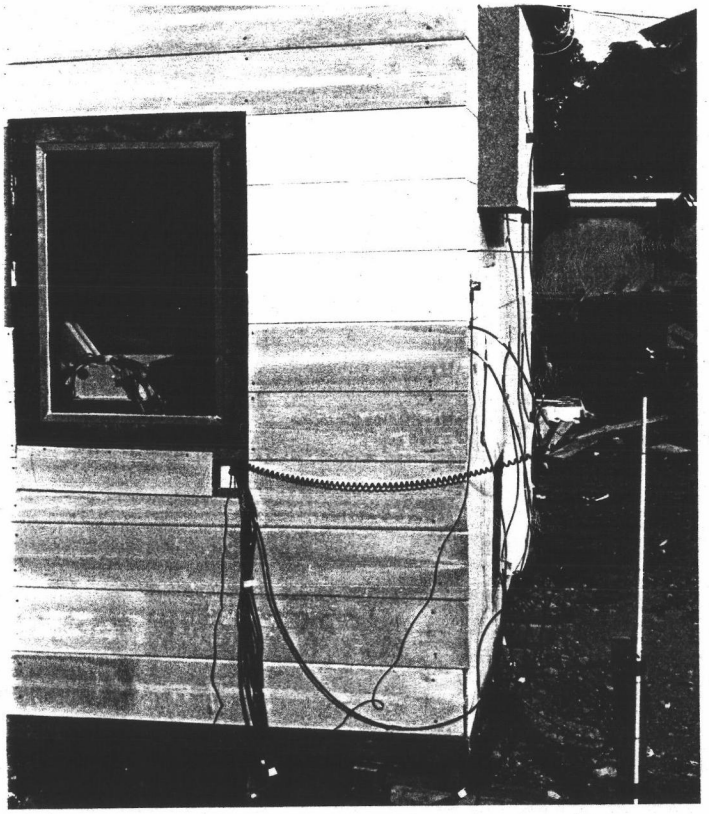


รูปที่ 3.16, 3.17 อาคารทดสอบ

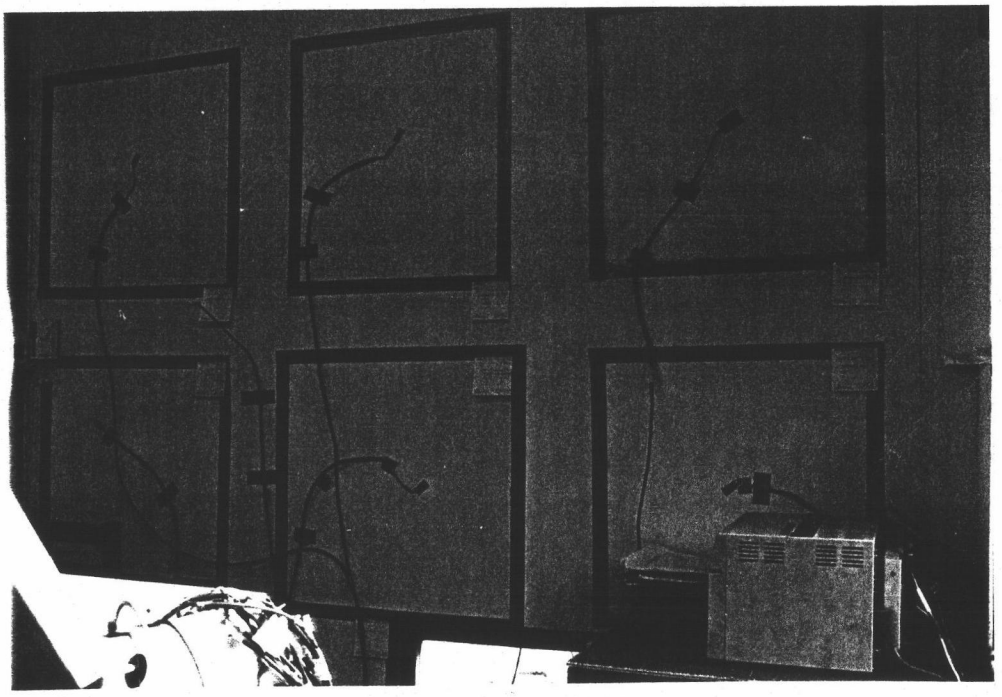


การติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบ

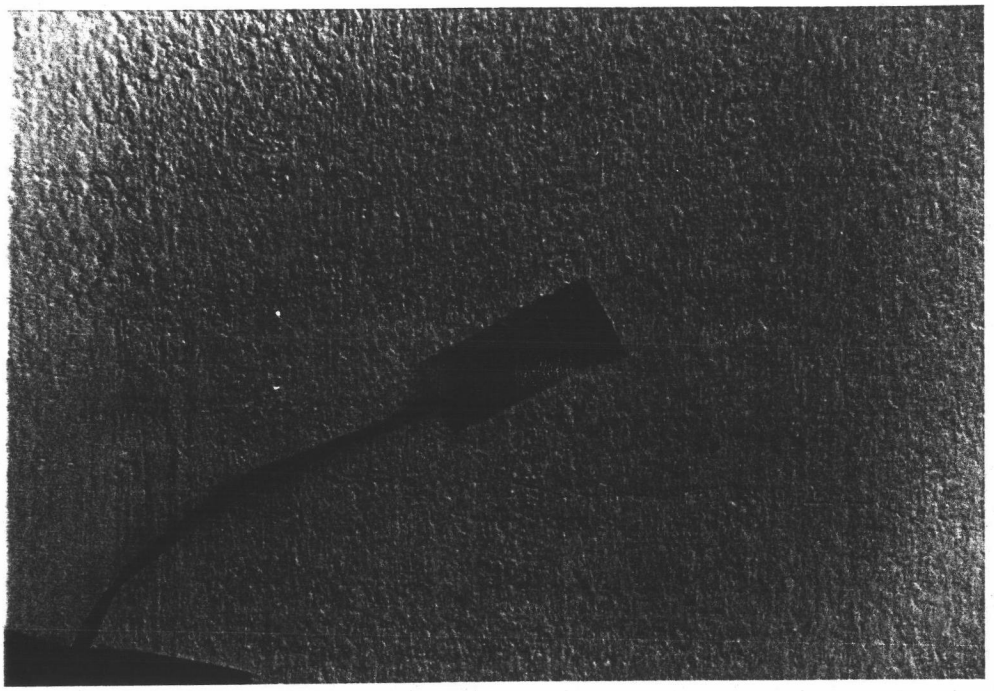
รูปที่ 3.18 ตำแหน่งติดตั้ง Air Flow Meter



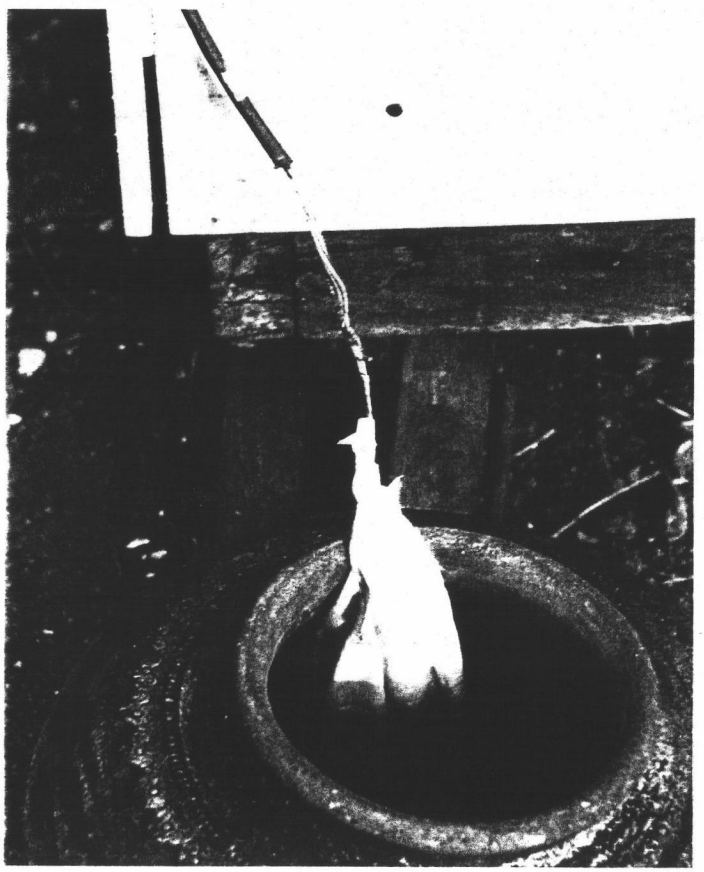
รูปที่ 3.19 การติดตั้งสายวัดภายในห้องทดสอบ



รูปที่ 3.20 การติดตั้งปลายสาย Thermo Couple



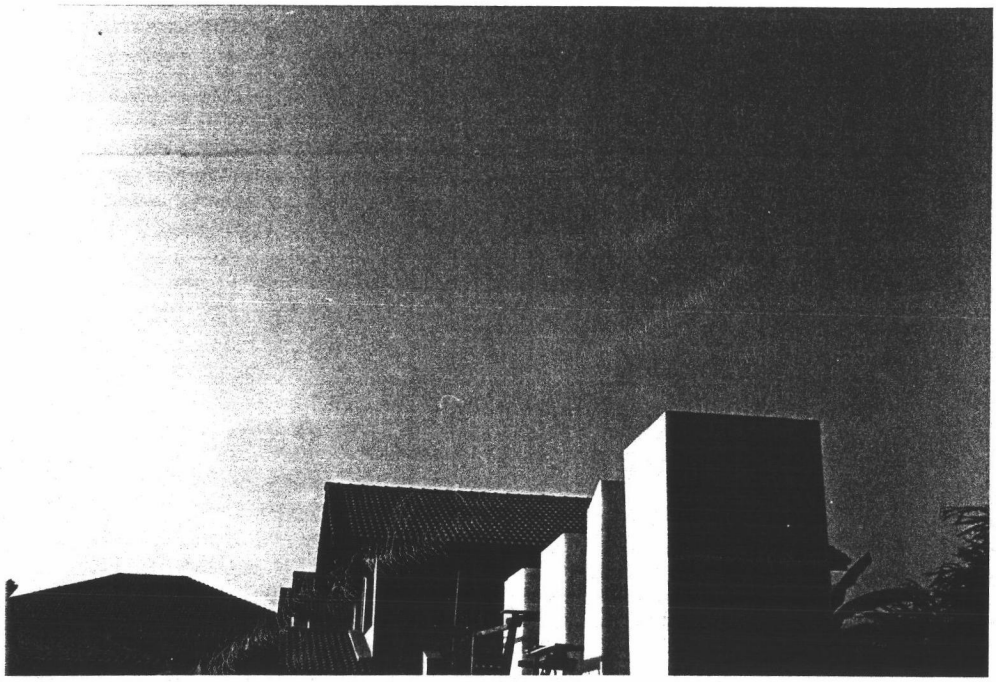
รูปที่ 3.21 การวัดอุณหภูมิกระเปาะเปียก



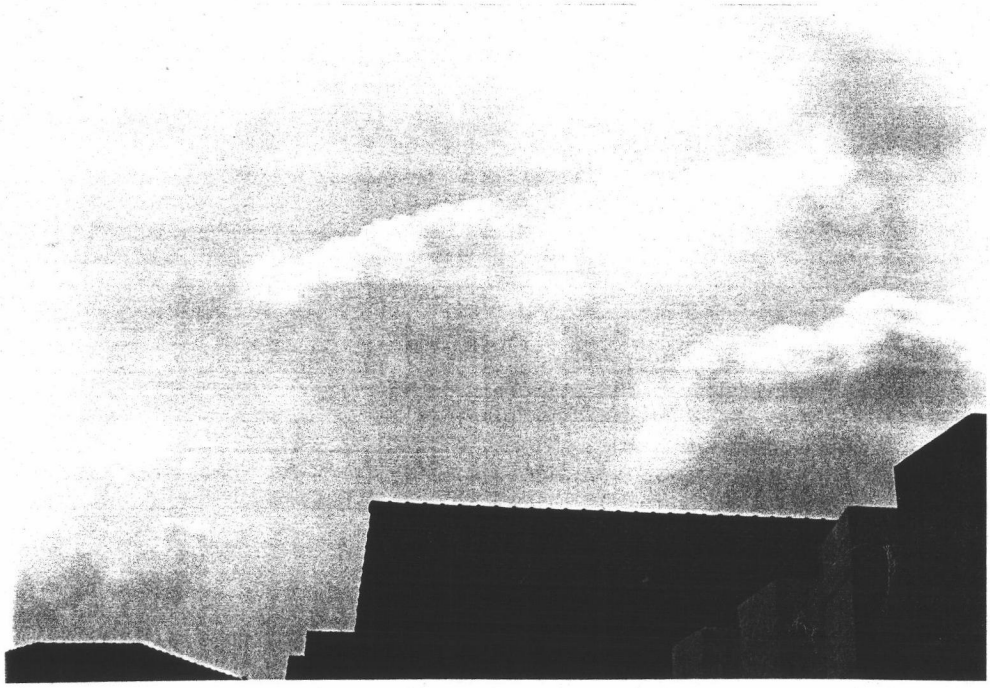
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สภาพท้องฟ้าในช่วงเวลาทดสอบ

รูปที่ 3.22 วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2537

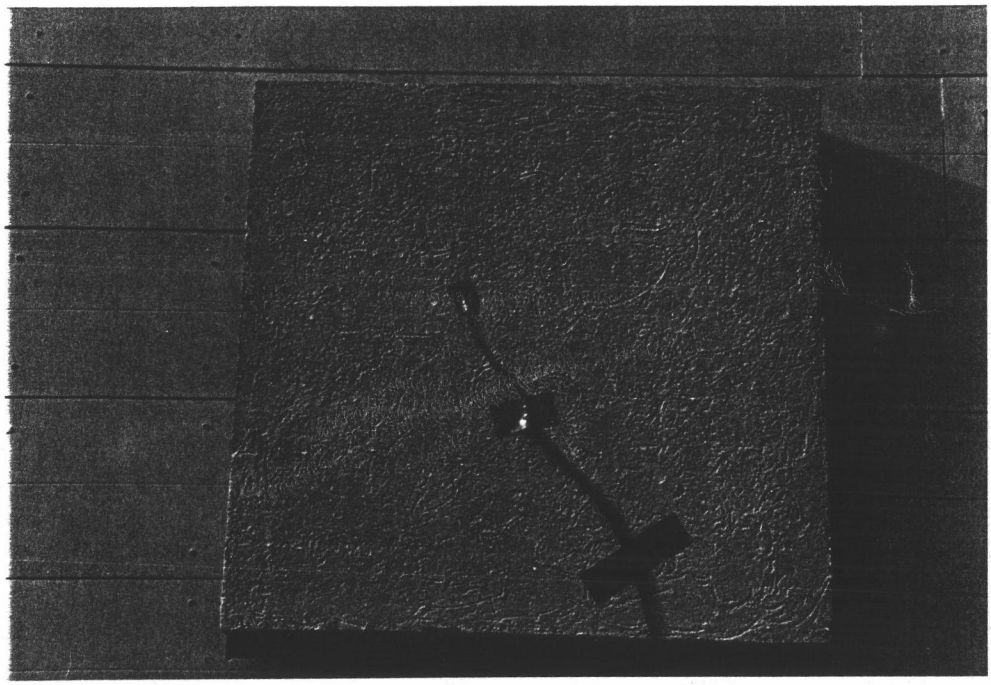


รูปที่ 3.23 วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2537

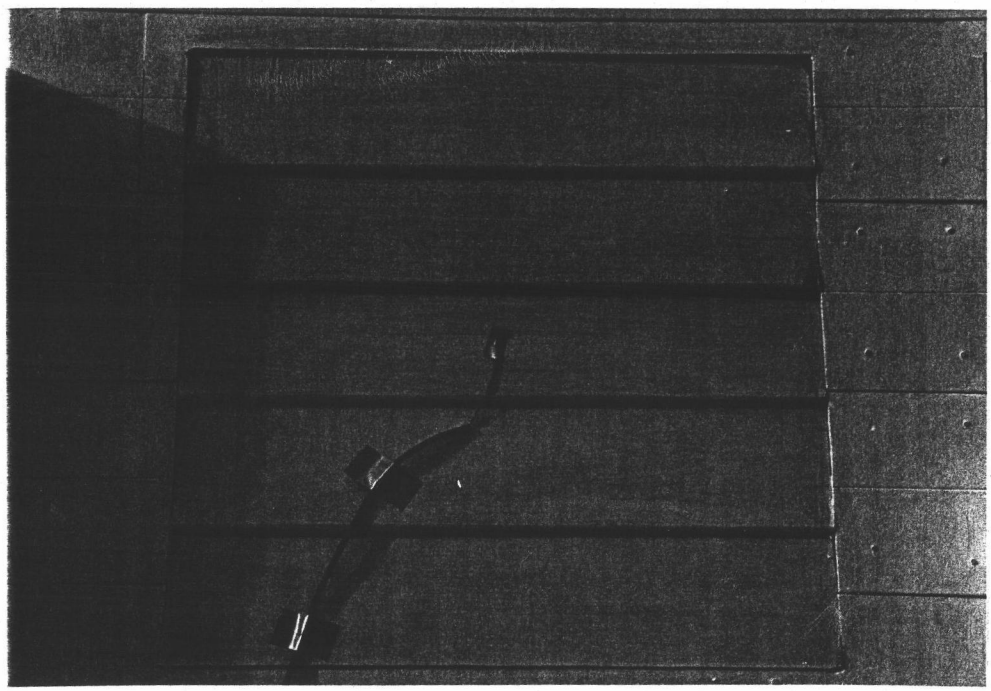


ผนังตัวอย่างทดสอบ

รูปที่ 3.24 1. อาร์เมอร์วอล์ล (Armour Wall)

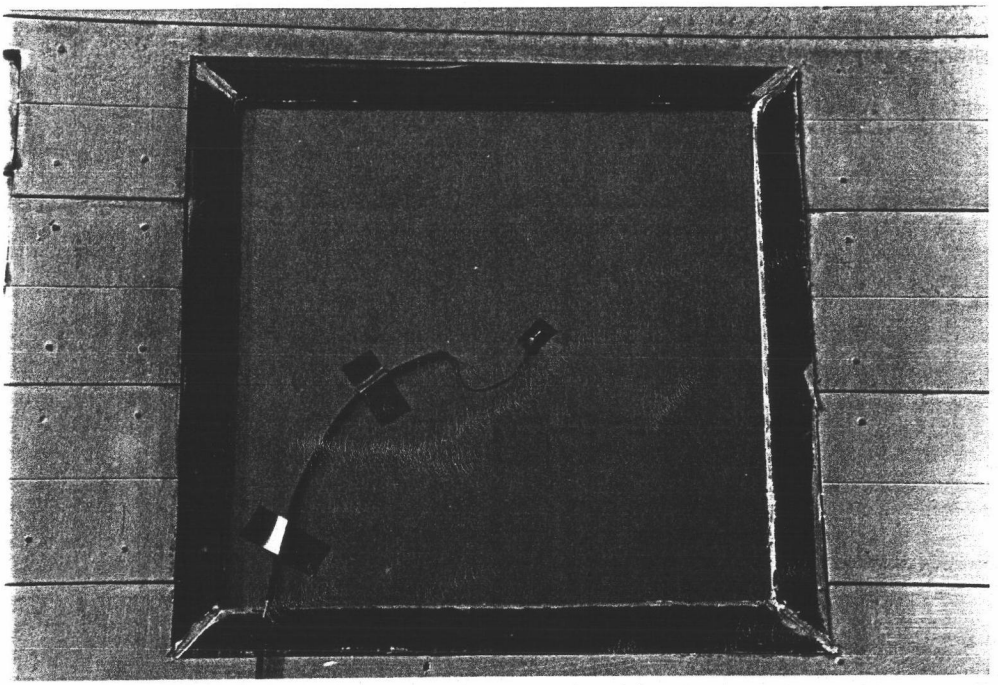


รูปที่ 3.25 2. ผนังไม้ 1/2"x6" ตีซ้อนเกล็ด (Wooden Wall)

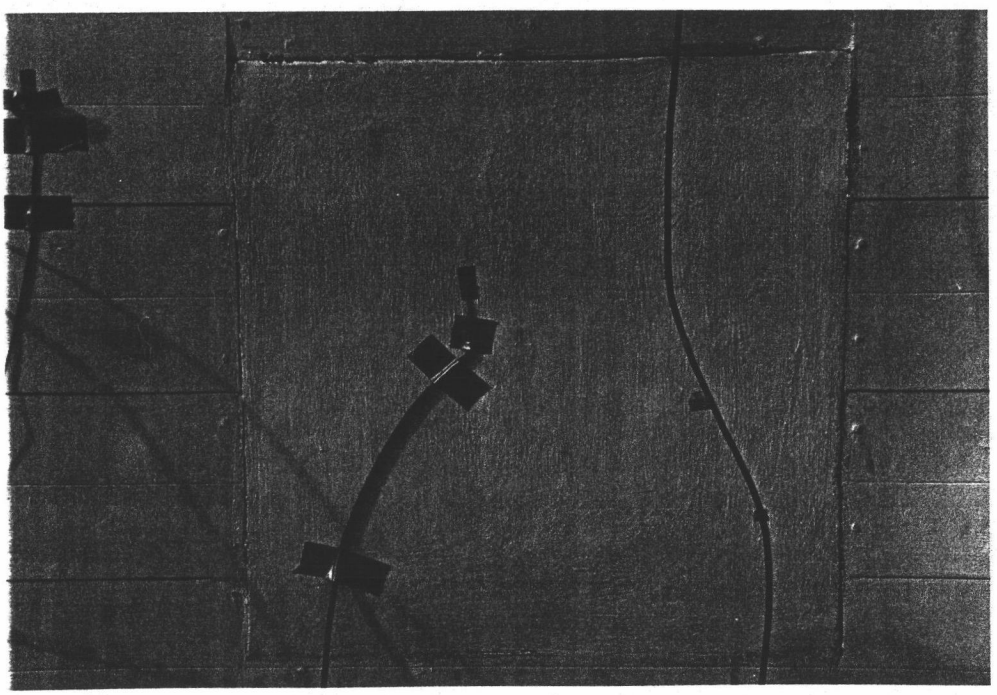


I 15228939

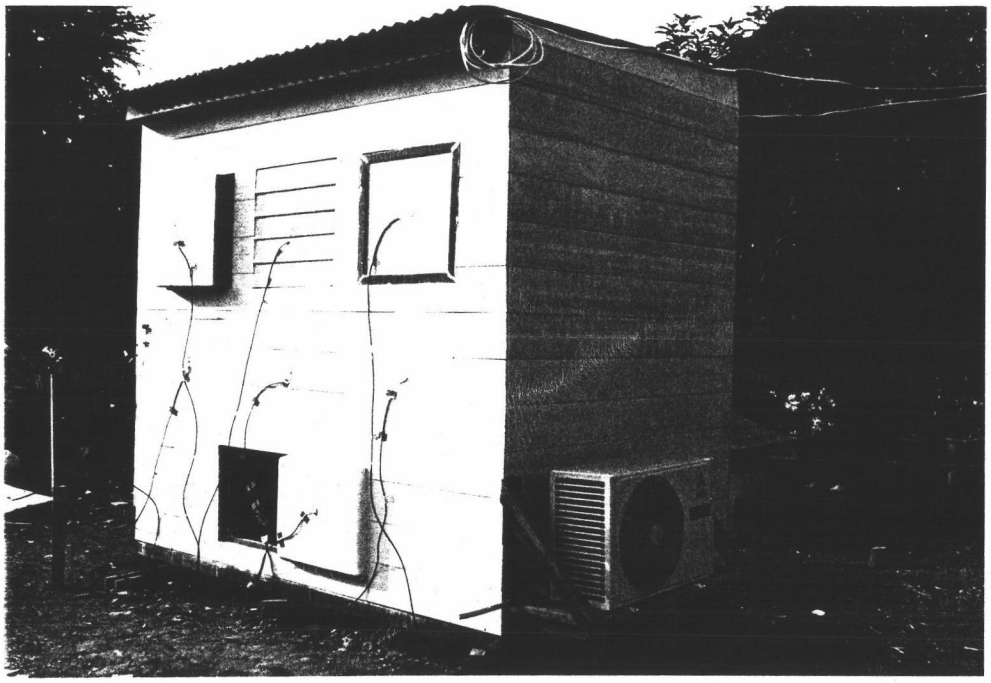
รูปที่ 3.26 3. ผนังอลูโคบอนด์ (Alucobond Wall)



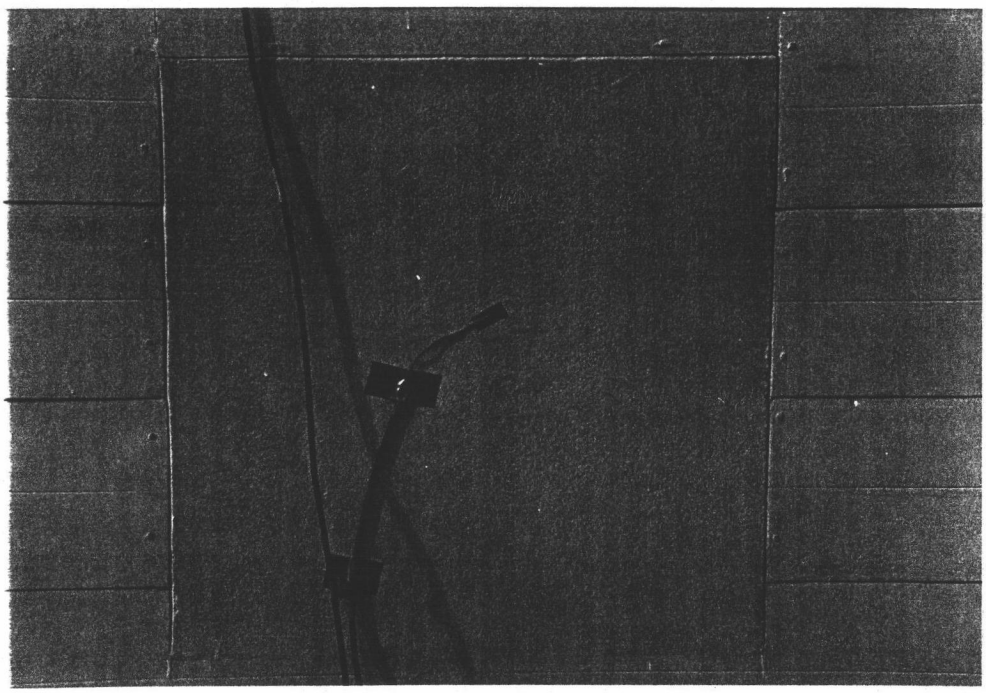
รูปที่ 3.27 4. ผนังก่ออิฐฉาบปูนฉาบฉนวน ICC. (4″ Masonry Wall with ICC. Insulation)



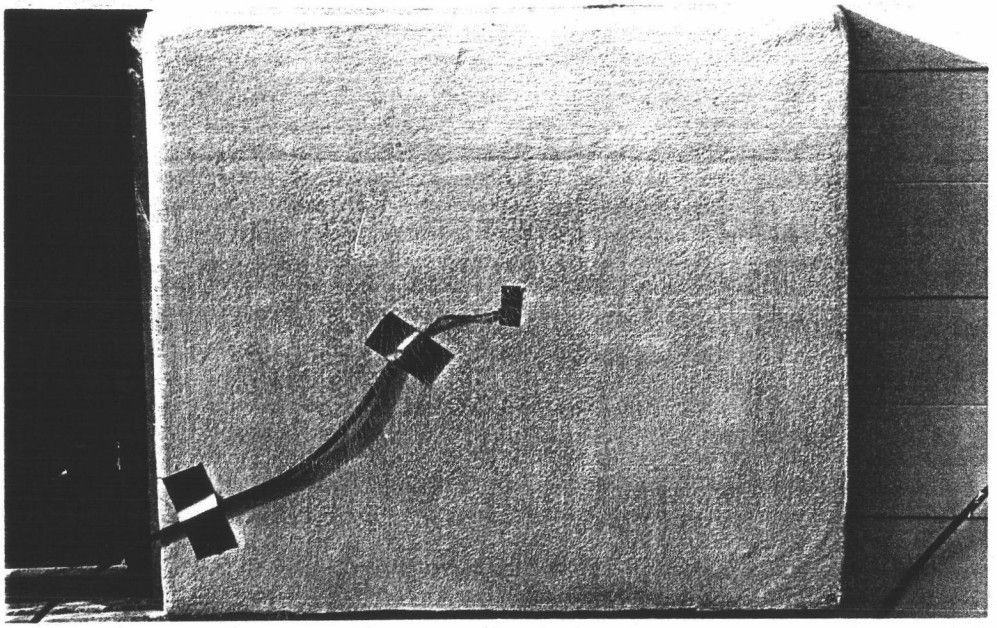
รูปที่ 3.28 5. ผนัง G.R.C. กรุฉนวน 2 นิ้ว (G.R.C. Wall with 2″ Insulation)



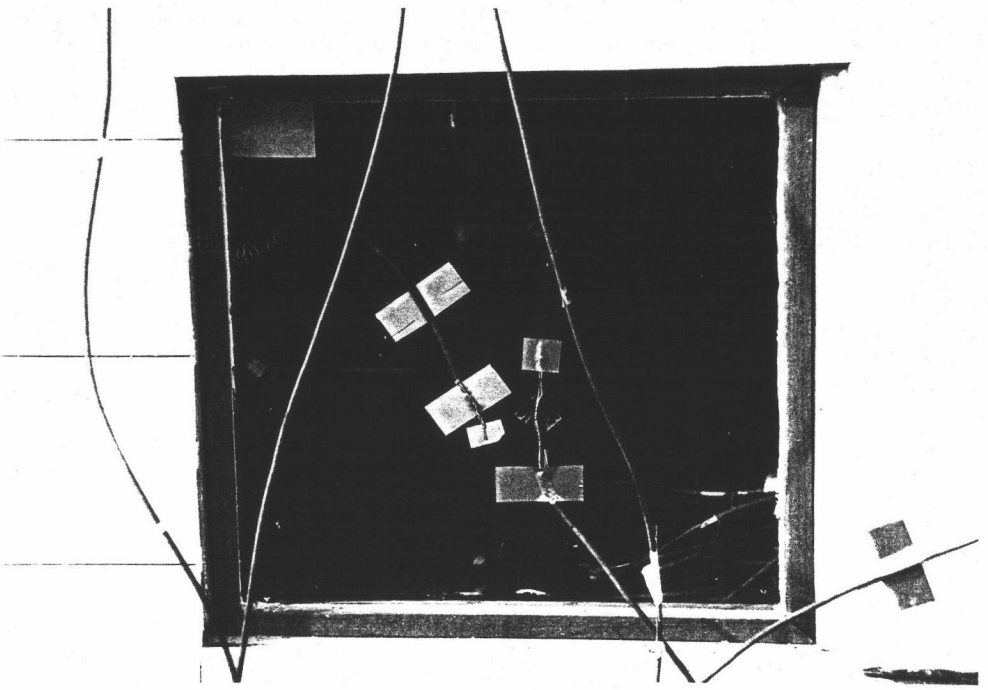
รูปที่ 3.29 6. ผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่น (4″ Masonry Wall)



รูปที่ 3.30 7. ผนังก่ออิฐฉาบปูนเต็มแผ่น (8″ Masonry Wall)



รูปที่ 3.31 8. ผนังกระจกใส 6 มม. (6mm. Clear Glass Wall)



ขั้นตอนการทดสอบ

1. กำหนดทิศทางทดสอบ
2. ปรับค่าแก้ไขอุณหภูมิ ควบคุมของห้องทดสอบ
3. ติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบ
4. เก็บผลการวัดอุณหภูมิ

<u>การกำหนดทิศทางทดสอบ</u>

เนื่องจากสถานที่ทดสอบอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งตั้งอยู่ในแนวเส้นรุ้งที่ 14°เหนือ ทำให้ผนังด้านทิศใต้มีโอกาสได้รับแสงอาทิตย์ โดยเฉลี่ยตลอดปีมากที่สุด โดยเฉพาะในเดือนที่ทำการทดสอบคือเดือน กุมภาพันธ์-มีนาคม ดวงอาทิตย์จะทำมุมกับผนังทดสอบถึง 20°[1] ทำให้ผนังด้านทิศใต้มีโอกาสได้รับแสงอาทิตย์เกือบทั้งวัน จึงมีความเหมาะสมในการเลือกใช้เป็นด้านทดสอบ

สาเหตุอีกประการในการที่ต้องเลือกกำหนดทิศทาง เนื่องจากระยะเวลาเก็บข้อมูลมีจำกัด เพราะหากจะต้องทำการวัดเปรียบเทียบอุณหภูมิของผนังในทุก ๆ ทิศทางทดสอบแล้ว การที่จะได้ข้อมูลครบถ้วน จะต้องวัดอุณหภูมิทุก ๆ ช่วงระยะเวลาใน 1 ปี

<u>การปรับค่าแก้ไขอุณหภูมิควบคุมของห้องทดสอบ</u>

ปัญหาในการทดสอบ

เมื่อทดลองเปิดเครื่องปรับอากาศและตั้งอุณหภูมิที่ 20°C เมื่อเดินเครื่องได้สักระยะหนึ่ง ปรากฏว่า Thermostat จะทำงาน เมื่ออุณหภูมิลดลงถึงประมาณ 18°-20°C และอุณหภูมิของห้องจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ไปจนถึงประมาณ 23°-24°C Compressor ของเครื่องปรับอากาศจึงจะทำงานอีกครั้งสลับกันไป ทำให้อุณหภูมิภายในไม่คงที่จริง มีค่าคลาดเคลื่อนจาก 20°C ± 3°C เหตุที่เกิดเช่นนี้เนื่องมาจากวัสดุที่ใช้สร้างห้องเป็นวัสดุเบาเกือบทั้งหมดทำให้ไม่มีการสะสมอุณหภูมิ เมื่อเครื่องปรับอากาศหยุดการทำงาน ปริมาณความร้อนจากภายนอกที่สูงกว่า จึงถ่ายเทผ่านผนังเข้าสู่ห้องได้อย่าง

---

[1] จากตาราง Sun Chart .... การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย ; ตรึงใจ บูรณสมภพ ; 2521

รวดเร็ว ประกอบกับห้องมีขนาดเล็กทำให้อุณหภูมิของห้องเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนเกิดผลการแกว่งของอุณหภูมิดังกล่าว

<u>การแก้ปัญหา</u>

การที่จะทำให้อุณหภูมิห้องคงที่ได้จะต้องเป็นการเพิ่มการหน่วงเวลา (Time Lack) ของห้อง นั่นคือการเพิ่มมวล (MASS) และขนาดของห้อง แต่เนื่องจากวิธีดังกล่าวไม่สามารถกระทำได้ในทันทีจึงแก้ปัญหาโดย

1. นำวัสดุที่มี มวล เช่น เฟอร์นิเจอร์, กระป๋องน้ำ หรืออื่น ๆ ที่มีน้ำหนักมาใส่ในห้อง
2. ลดช่องเปิดโดยการนำวัสดุทึบมาปิดทับบริเวณช่องกระจกเพื่อลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่ห้อง
3. พยายามเปิด-ปิดห้องให้น้อยที่สุด
4. คำนวณหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในที่เหมาะสมด้วยวิธีทางสถิติ เพื่อใช้เป็นค่าในการคำนวณที่เหมาะสม

<u>การติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบ</u>

เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ทดสอบมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมาก ในการติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบ จึงต้องมีความระมัดระวังอย่างมาก มิฉะนั้นผลที่ได้รับอาจเกิดความคลาดเคลื่อนสูง ซึ่งในการติดตั้งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอนคือ

1. การกำหนดจุดติดตั้ง
2. วิธีการติดตั้ง

การกำหนดจุดติดตั้ง

สิ่งที่สนใจศึกษาในการวิจัยนี้คือ ผลของปัจจัยภายนอก และชนิดของผนังที่มีอิทธิพลต่อภาวะการปรับอากาศ ดังนั้นในการเก็บข้อมูลจึงต้องทำการวัดค่าตัวแปรเหล่านี้ให้ได้มากที่สุด สามารถกำหนดจุดวัดได้ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศภายนอก (Outside Air)
2. อุณหภูมิอากาศภายใน (Inside Air)

3. อุณหภูมิผิวภายนอกของผนังทดสอบ (Outside Surface Temperature)
4. อุณหภูมิผิวภายในของผนังทดสอบ (Inside Surface Temperature)
5. อุณหภูมิกระเปาะปียก (Wet Bulb)
6. ปริมาณรังสีตกกระทบ (Radiation)
7. ความเร็วลม (Wind Speed)

วิธีการติดตั้ง

การวัดอุณหภูมิอากาศภายนอก : ตำแหน่งที่จะติดตั้งจุดปลายของสายวัด Thermo Couple จะต้องอยู่ในจุดที่มีการระบายอากาศดี และไม่โดนแสงแดดโดยตรง หรือใกล้กับวัสดุที่มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนจากการแผ่รังสี หรือแลกเปลี่ยนอุณหภูมิกับสภาพแวดล้อมทั่วไป

การวัดอุณหภูมิภายใน : จุดที่เป็นตัวแทนของอุณหภูมิห้องที่ดีที่สุด คือ จุดกึ่งกลางของห้อง และต้องอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดความร้อนทุกชนิด ที่ปลายของสายควรมีแผ่นอลูมิเนียมฟอล์ยบังไว้ไม่ให้แสงจากหลอดไฟ หรือแหล่งกำเนิดแสงอื่น ๆ กระทบได้โดยตรง เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนจากการแผ่รังสีเช่นกัน

การวัดอุณหภูมิผิวผนังทดสอบ : การวัดอุณหภูมิที่ผิวผนังจะต้องมีฉนวนบาง ๆ หุ้มที่ปลายสาย Thermo Couple เพื่อป้องกันความร้อนที่เกิดจากการที่รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ หรือแหล่งกำเนิดแสงอื่น เปลี่ยนเป็นรังสีความร้อนบริเวณผิวของวัสดุที่ใช้ติดหุ้มปลายสาย ฉนวนที่หุ้มปลายสายจะต้องมีขนาดไม่ใหญ่เกินไป เพื่อให้ความร้อนที่ผิวหนังโดยรอบสามารถถ่ายเทให้กับปลายสายวัด ซึ่งจะทำให้ผลการวัดใกล้เคียงความจริงที่สุด

การวัดอุณหภูมิกระเปาะเปียก : เป็นการวัดเพื่อคำนวณหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (Relative Humidity)

การวัดปริมาณรังสีตกกระทบ : ที่ปลายสายวัด จะเป็นหัววัด (Sensor) ชนิดพิเศษ ใช้วัดปริมาณรังสีตกกระทบ โดยจะต้องติดตั้งในแนวเดียวกับผนัง คือแนวดิ่ง และต้องระวังไม่ให้มีเงาสิ่งใดทอดมาบังจุดที่วัด อันจะเกิดความคลาดเคลื่อนได้

การวัดความเร็วลม : ตำแหน่งที่จะติดตั้งเครื่องวัดความเร็วลม (Airflow Meter) จะต้องอยู่ไม่ใกล้และไม่ไกลจากผนังทดสอบจนเกินไป เพื่อให้อยู่ในสภาวะเช่นเดียวกัน ในการทดสอบนี้เลือกจุดที่ใช้วัดให้ห่างจากผนัง เท่ากับ 1 ฟุต

การเก็บผลการวัด

เนื่องจากปัจจัยภายนอกไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิ แสงแดด กระแสลม และอื่นๆ ล้วนเป็นสิ่งที่อยู่เหนือการควบคุมทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตลอดทุกช่วงเวลา เพื่อให้ผลการวิจัยมีความเที่ยงตรงมากที่สุดจึงจำเป็นต้องได้ข้อมูลเบื้องต้นที่ละเอียดเพียงพอ ในการเก็บค่าข้อมูลจึงต้องมีความถี่มาก ในการวิจัยนี้จะเก็บค่าการวัดค่าตัวแปรทุกช่วง 15 นาที โดยวัดต่อเนื่องตลอดทั้งวัน (จาก 0.00 น. - 24.00 น.) การเก็บข้อมูลได้เริ่มกระทำตั้งแต่วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2537 และสิ้นสุด ณ วันที่ 4 มีนาคม 2537

คำย่อที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

OS		=	Outside Surface Temperature
IS		=	Inside Surface Temperature
OA		=	Outside Air Temperature
IA		=	Inside Air Temperature
WB		=	Wet Bulb Temperature
Rad		=	Radiation
WS		=	Wind Speed (m/s.)
Armr	(1)	=	Armour Wall with 2″ Insulation
Wood	(2)	=	Wooden Wall
Aluc	(3)	=	Alucobond Wall
ICC	(4)	=	4″ Masonry Wall
GRC	(5)	=	GRC. Wall with 2″ Insulation
4Mas	(6)	=	4″ Masonry Wall
8Mas	(7)	=	8″ Masonry Wall
Glass	(8)	=	6 mm. Clear Glass

สภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาทดสอบ

ระยะเวลาเก็บข้อมูล	:	21 กุมภาพันธ์ 2537 - 4 มีนาคม 2537
อุณหภูมิอากาศภายนอก	:	ร้อน - ร้อนจัด (สูงสุดในตอนกลางวัน 36°C) (ต่ำสุดในตอนเช้า 23°C)
สภาพท้องฟ้า	:	โดยเฉลี่ยส่วนมาก ท้องฟ้าโปร่ง - มีเมฆเล็กน้อย (Clear Sky - Sunny) มีแสงแดดจัดเกือบตลอดวัน
กระแสลม	:	มีลมพัดเป็นระยะ ๆ ทิศทางไม่แน่นอน ความเร็วลมต่ำ
ทิศทางแสงอาทิตย์	:	แนวแสงอาทิตย์อ้อมใต้ เอียงทำมุมกับแนวดิ่ง $\approx 20^{\circ}$