หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 3

## วิธีการวิจัย ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างและเครื่องมือที่เลือกใช้ในการวิจัย

การศึกษาอิทธิพลของค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกต่อการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่อาคาร ใช้วิธีวิจัยลักษณะเชิงการทดลอง ซึ่งตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยกำหนดให้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การทดลองในสภาวะอากาศปกติ เพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมการส่งผ่านความร้อนจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ผ่านกระจกเข้าสู่ภายใน ด้วยการสร้างกล่องทดลอง ซึ่งถือว่าเป็นการจำลองสภาพอาคาร นำกล่องทดลองที่ได้ติดตั้งตัวอย่างกระจกไปตั้งบริเวณที่โล่งกลางแจ้ง โดยหันด้านกระจกทดลองไปในทิศที่ได้รับแสงแดด บันทึกค่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่อง ซึ่งเปรียบเทียบให้เป็นตัวแทนของค่าพลังงานความร้อนที่ส่งผ่านกระจก เข้าสู่ภายในกล่องทดลอง

2. การทดลองในสภาวะปรับอากาศควบคุมอุณหภูมิภายในให้คงที่ เนื่องจากปัจจุบันกระจกถูกนำมาใช้เป็นหน้าต่างหรือผนังอาคาร และภายในห้องได้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ผลกระทบที่ควรศึกษาเพิ่มเติม จากการใช้งานในสภาวะอากาศปกติ ในกรณีนี้จุดสำคัญที่ต้องการศึกษา คือค่าอุณหภูมิที่ผิวกระจกภายในห้อง ซึ่งจะมีผลทางด้าน MRT ต่อสภาวะน่าสบายของอุณหภูมิอากาศภายในห้อง

การทดลองในกรณีนี้ต้องใช้ห้องทดลองที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ และมีขนาดพื้นที่เหมาะสมใกล้เคียงกับการใช้งานอาคารทั่วๆไป มีผนัง 1 ด้านที่หันไปในทิศที่ได้รับแสงแดดได้โดยตรง

**ขั้นตอนของการทดสอบ**

จากระเบียบวิธีวิจัย นำมากำหนดขั้นตอนในการทดลองดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการทดสอบคุณสมบัติของกล่องทดลองทั้ง 6 ให้มีคุณสมบัติเท่าเทียมกัน นำกล่องทดลองทั้ง 6 กล่อง มาปิดด้านที่ 6 ของทุกกล่อง ( กล่องทดลองทุกกล่องมีผนัง 5 ด้าน ) โดยการใช้ผนังโฟมหนา 10 มม.ความหนาแน่น 1 ปอนด์/ลบ.ฟุต ให้ความร้อนภายในกล่องด้วยหลอดไส้ (Incandescent) 40 วัตต์ ควบคุมอุณหภูมิอากาศภายนอกกล่อง และสภาพแวดล้อมให้คงที่ วัดค่าอุณหภูมิอากาศภายใน หากได้ผลใกล้เคียง โดยมีความแตกต่างแบบไม่มีนัยสำคัญ ถือว่าคุณสมบัติของกล่องเท่าเทียมกัน

ขั้นตอนต่อไปทำการทดสอบตามสมมุติฐานข้อ 1 ถึง 8

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบพฤติกรรมการส่งผ่านความร้อนของกระจกที่มีค่า SC. แตกต่างกัน และกระจกชนิดเดียวกัน แต่ความหนาไม่เท่ากัน

ตัวอย่างกระจกที่ใช้ทดลองมีดังนี้

| | |
|---|---|
| กระจกสะท้อนแสง | ค่า SC 0.24 |
| กระจกสะท้อนแสง | ค่า SC 0.31 |
| กระจกสะท้อนแสง | ค่า SC 0.45 |
| กระจกสีชาหนา 12 มม. | ค่า SC 0.47 |
| กระจกสีชาหนา 6 มม. | ค่า SC 0.64 |
| กระจกใส 6 มม. | ค่า SC 0.96 |

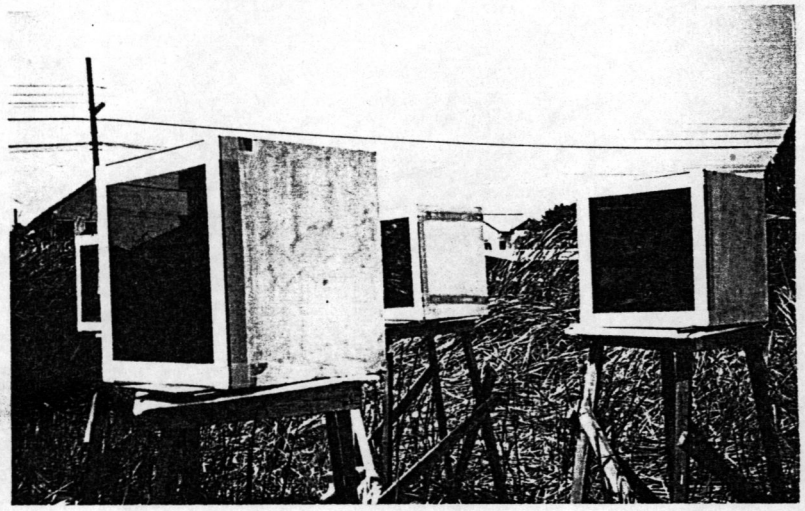
ตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิได้แก่

1. อุณหภูมิอากาศภายนอกกล่อง
2. อุณหภูมิอากาศภายในกล่อง

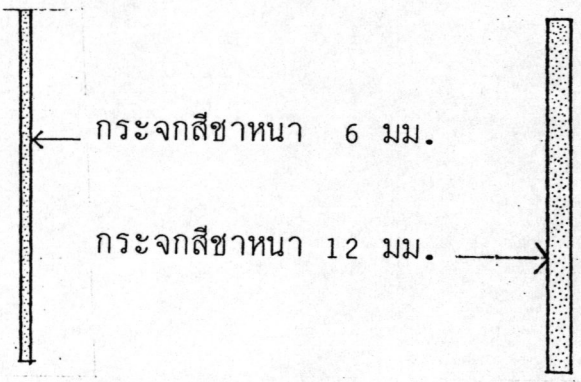
เก็บข้อมูลทุก 30 นาที ตั้งแต่ 6.00 น. ถึง 6.00 น.วันต่อไป ตลอด 24 ชม. โดยกำหนดให้หันกระจกด้านทดลองไปยังทิศที่ได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง ได้แก่

1. ทิศตะวันออก
2. ทิศใต้
3. ทิศตะวันตก

ด้านทิศเหนือไม่ทำการทดลอง เนื่องจากไม่มีแสงแดดโดยตรงข้อมูลที่ได้อาจไม่ชัดเจน เมื่อเก็บข้อมูลเสร็จ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยการเขียนแผนภูมิเพื่อดูผลที่ได้ว่าถูกต้องหรือผิดปกติที่จุดใด หากยังไม่สมบูรณ์ต้องเก็บข้อมูลใหม่



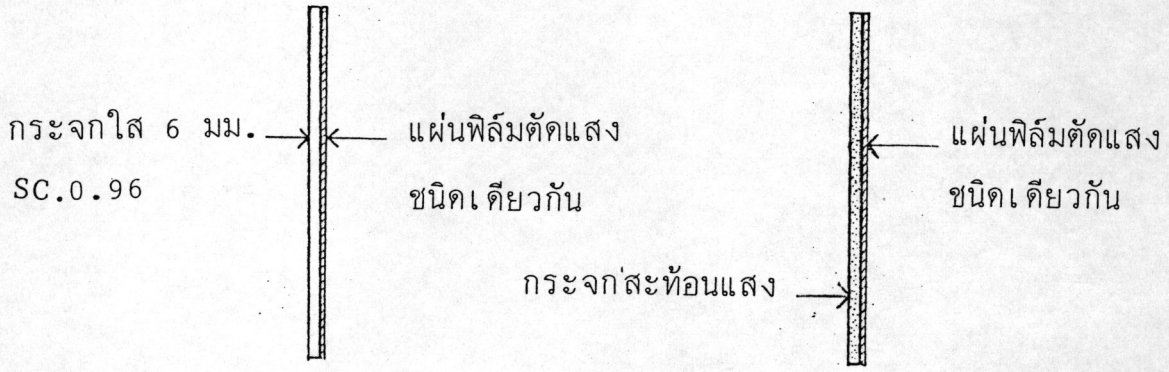
รูปที่ 5 แสดงการวางกล่องทดลองในสถานที่โล่งกลางแจ้ง




รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างกระจกทดลอง กระจกสีชาหนา 6 มม. และกระจกสีชาหนา 12 มม.

ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบพฤติกรรมการส่งผ่านความร้อนของกระจกที่ติดแผ่นฟิล์มตัดแสง ค่า SC รวมแตกต่างกัน และแผ่นฟิล์มตัดแสงชนิดเดียวกัน แต่ติดบนกระจกค่า SC ไม่เท่ากัน ตัวอย่างกระจกที่ใช้ทดลองมีดังนี้

กระจกใสติดแผ่นฟิล์มตัดแสง ค่า SC รวม 0.26
กระจกสะท้อนแสง ค่า SC 0.31 ติดแผ่นฟิลม์ตัดแสง
กระจกสีชาติดแผ่นฟิล์มตัดแสง ค่า SC รวม 0.45
กระจกใสติดแผ่นฟิล์มตัดแสง ค่า SC รวม 0.66
กระจกใสติดแผ่นฟิล์มตัดแสง ค่า SC รวม 0.89
กระจกใส หนา 6 มม. ค่า SC. 0.96




รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างกระจกทดลองกระจกใส SC 0.96 ติดแผ่นฟิล์ม และกระจกสะท้อนแสง SC 0.31 ติดแผ่นฟิล์มชนิดเดียวกัน

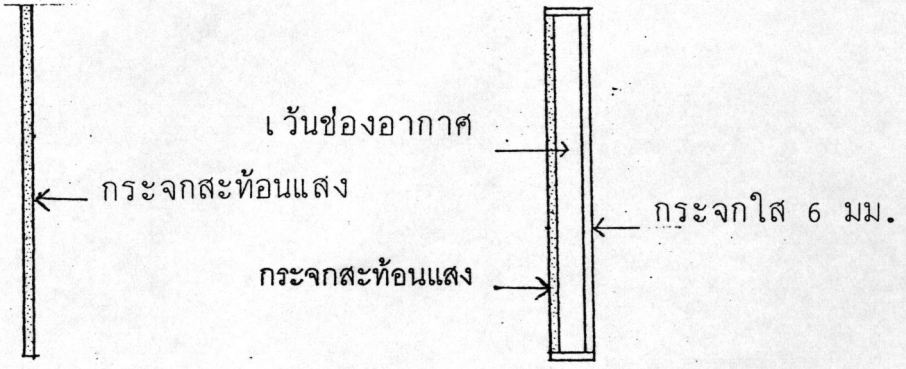
ตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิ และทิศที่หันกระจกทดลองเหมือนขั้นตอนที่ 2 ทุกประการ

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบพฤติกรรมการส่งผ่านความร้อนของกระจกชั้นเดียวเปรียบเทียบกับกระจก 2 ชั้น โดยกำหนดให้ SC. ของกระจกชั้นเดียวมีค่าเท่ากันกับค่า SC ของกระจกด้านนอก ของกระจก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ ตัวอย่าง กระจกที่ใช้ทดลอง มีดังนี้

กระจกชั้นเดียวเป็นกระจกสะท้อนแสง ค่า SC. 0.28

กระจก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ ค่า SC. รวม 0.18

( กระจกด้านนนอกเป็นกระจกสะท้อนแสงค่า SC. 0.28 เว้นช่องอากาศห่างกัน 1.5 ซม.กระจกด้านในเป็นกระจกใส 6 มม. ค่า SC. 0.96 )




กระจกชั้นเดียว กระจก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ

รูปที่ 8 แสดงกระจกชั้นเดียว และกระจก 2 ชั้น ที่เว้นช่องอากาศ

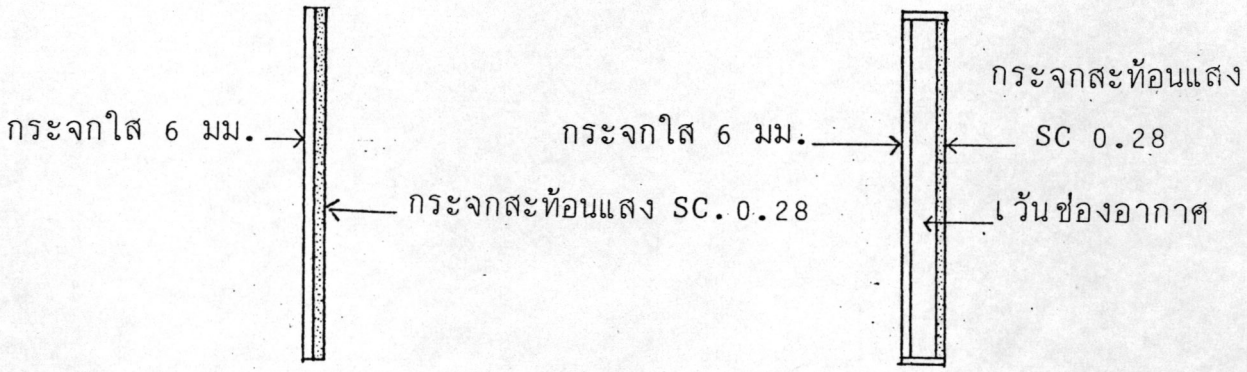
ตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิ และทิศที่หันกระจกทดลองเหมือนขั้นตอนที่ 2 ทุกประการ

ขั้นตตอนที่ 5 ทดสอบพฤติกรรมการส่งผ่านความร้อนของกระจก 2 ชั้น ไม่เว้นช่องอากาศ เปรียบเทียบกับกระจก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ ตัวอย่างกระจกที่ใช้ทดลองมีดังนี้

กระจก 2 ชั้นไม่เว็นช่องอากาศค่า SC. รวม 0.27

( ด้านนอกเป็นกระจกสะท้อนแสงค่า SC. 0.28 แนบชิดกันกับกระจกด้านใน กระจกหนา 6 มม. ค่า SC. 0.96 )

กระจก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ ค่า SC. รวม 0.18
( ด้านนอกเป็นกระจกสะท้อนแสงค่า SC. 0.28 เว้นช่องอากาศ ห่างกัน 1.5 ซม. กระจกด้านในเป็นกระจกใสหนา 6 มม.ค่า SC. 0.96 )




กระจก 2 ชั้น ไม่เว้นช่องอากาศ กระจก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ

รูปที่ 9 แสดงตัวอย่างกระจก 2 ชั้น ไม่เว้นช่องอากาศและ กระจก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ

ตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิ และทิศที่หันกระจกทดลองเหมือนขั้นตอนที่ 2 ทุกประการ

ขั้นตอนที่ 6 ทดลองกระจกที่มีค่า SC. แตกต่างกัน ในห้องทดลองที่ปรับอากาศควบคุมอุณหภูมิภายในให้คงที่ 25 °C กำหนดให้กระจกทดลองอยู่ในทิศที่ได้รับแสงแดดโดยตรง เพื่อทดสอบพฤติกรรมการส่งผ่านความร้อนของอุณหภูมิผิวกระจกภายในและภายนอกห้องทดลอง ตัวอย่างกระจกมีดังนี้

กระจกสะท้อนแสง ค่า SC. 0.24
กระจกสะท้อนแสง ค่า SC. 0.45

กระจกใสหนา 6 มม. ค่า SC. 0.96

เก็บข้อมูลทุก 30 นาที ตลอด 24 ชม. ตั้งแต่ 6.00 น. ถึง 6.00 น. ของวันต่อไป

ตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิได้แก่

1. อุณหภูมิอากาศภายนอก
2. อุณหภูมิอากาศภายในห้องปรับอากาศ
3. อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก
4. อุณหภูมิผิวกระจกภายใน

ขั้นตอนที่ 7 ทดลองกระจกชั้นเดียวเปรียบเทียบกับกระจก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ กำหนดให้ค่า SC. ของกระจกชั้นเดียวมีค่า SC. เท่ากันกับค่า SC. ของกระจกด้านนอกของกระจก 2 ชั้นทดลองในห้องที่ปรับอากาศควบคุมอุณหภูมิภายในให้คงที่ 25 °C กำหนดให้กระจกอยู่ในทิศที่ได้รับแสงแดดโดยตรง เพื่อทดสอบพฤติกรรมการส่งผ่านความร้อนของอุณหภูมิผิวกระจกทั้งภายในและภายนอกห้องทดลอง ตัวอย่างกระจกมีดังนี้

กระจกชั้นเดียวเป็นกระจกสะท้อนแสง ค่า SC. 0.28

กระจก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ ค่า SC. รวม 0.18

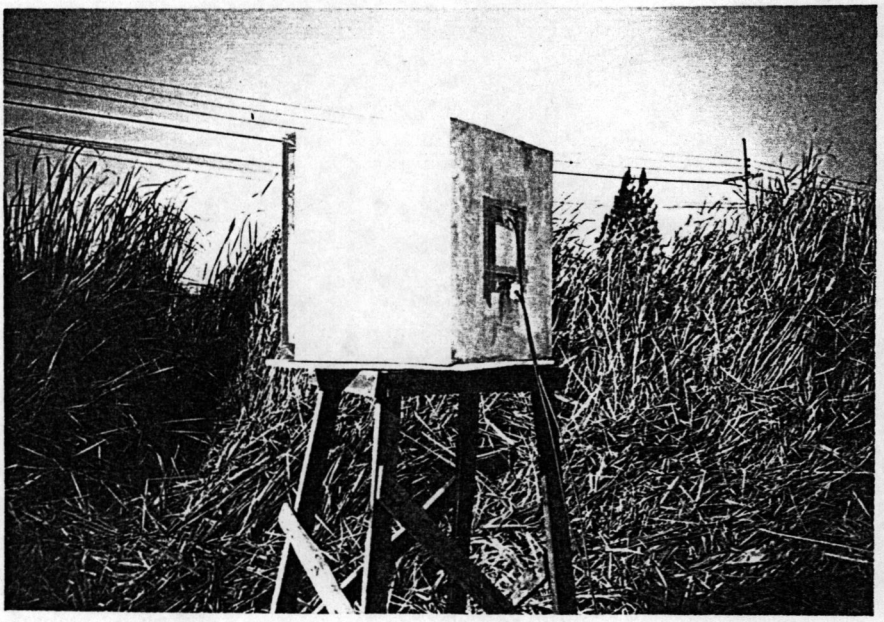
( กระจกด้านนอกเป็นกระจกสะท้อนแสง ค่า SC. 0.28 เว้นช่องอากาศห่างกัน 1.5 ชม. กระจกด้านในเป็นกระจกใส 6 มม.ค่า SC. 0.96 )

ตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิเหมือนขั้นตอนที่ 6 ทุกประการ

**สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง**

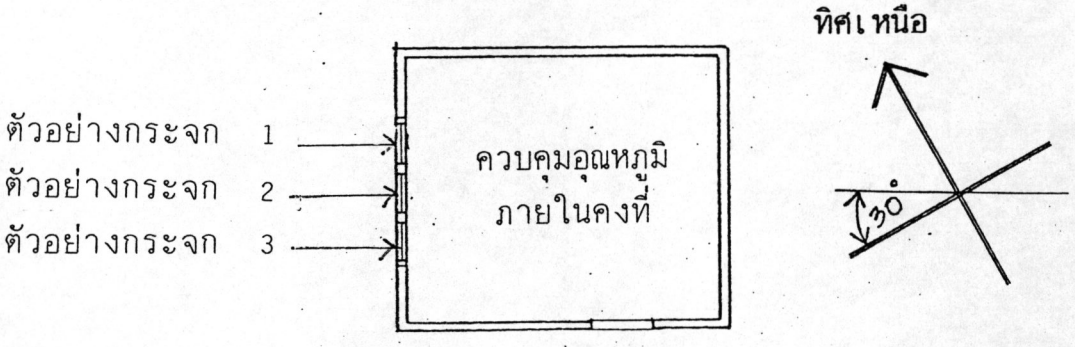
แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.การทดลองในสภาวะอากาศปกติ มีอิทธิพลจากแสงแดด กระแสลม การแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนกับท้องฟ้าตลอดวัน กำหนดทิศในการทดลองเพื่อให้ได้รับแสงเต็มที่ ได้แก่ทิศตะวันออก ทิศใต้และทิศตะวันตก ส่วนด้านทิศเหนือแทบจะไม่ได้รับแสงแดด จึงไม่ทำการทดลอง สถานที่ทดลองตั้งอยู่ในที่ดินว่างเปล่าหมู่บ้านโกสุมรวมใจถนนวิภาวดีรังสิต เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานครฯ

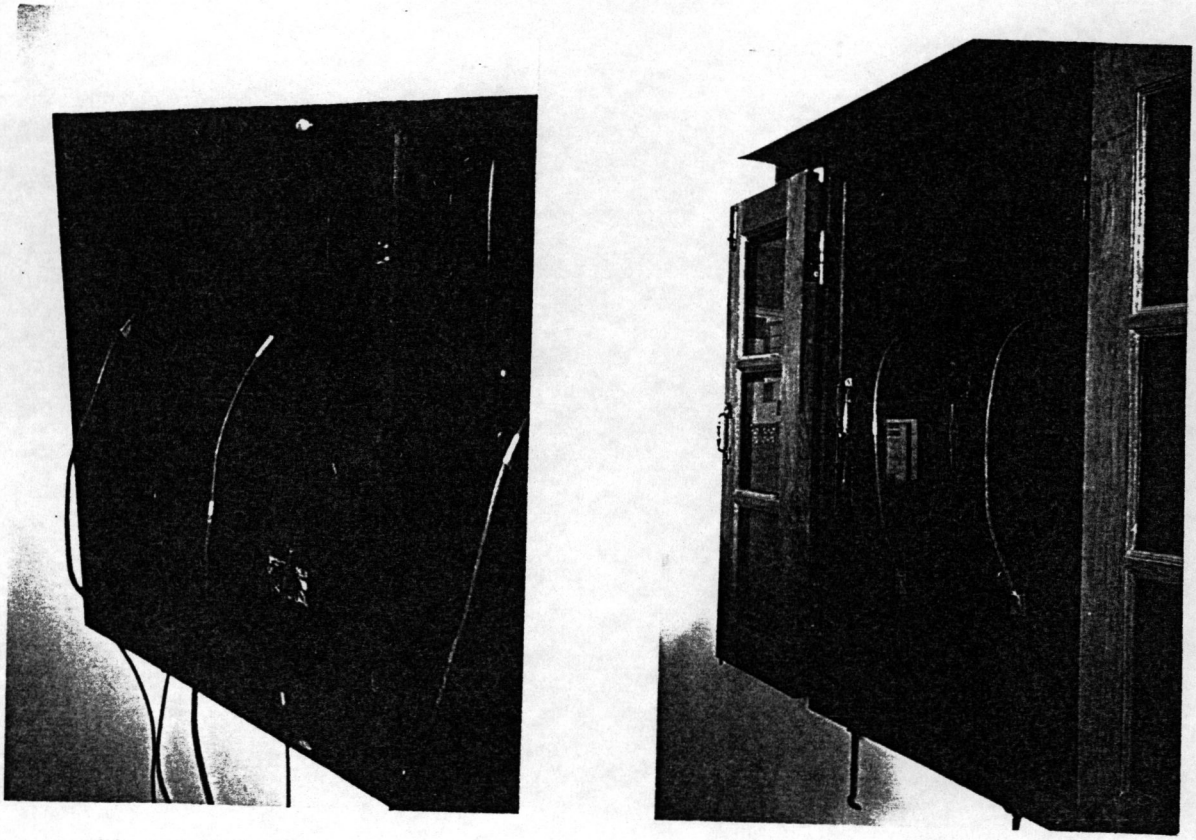


รูปที่ 10 แสดงกล่องทดลองวางบนชั้นโครงสร้างไม้ เพื่อป้องกัน MRT ถ่ายจากสถานที่ทดสอบ

2 การทดลองในห้องปรับอากาศควบคุมอุณหภูมิภายในให้คงที่ 25 องศาเซลเซียส โดยให้กระจกทดลองอยู่ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทำมุม 30 องศา จากทิศตะวันตก สถานที่ทดลองใช้ห้องโถงชั้นบนของบ้านเลขที่ 192/44 ถนนวิภาวดีรังสิต เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานครฯ




รูปที่ 11 แสดงแปลนห้องทดลองปรับอากาศและทิศที่รับแสงอาทิตย์



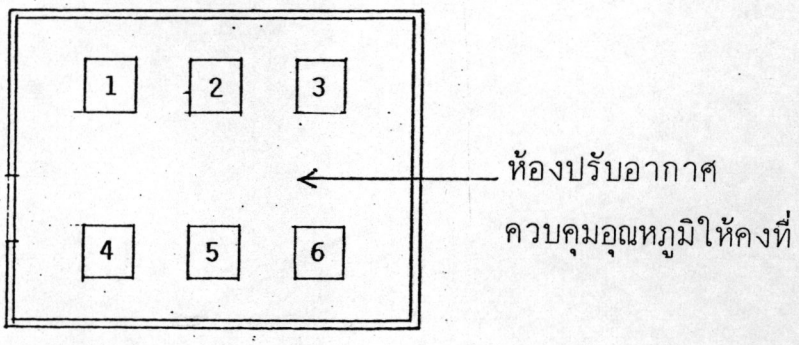
หน้าต่างภายในห้องทดลอง หน้าต่างภายนอกห้องทดลอง

รูปที่ 12 แสดงลักษณะการติดตั้งกระจกทดลองที่หน้าต่างห้องปรับอากาศ ทั้งภายในและภายนอกห้อง

**ขั้นตอนที่ 1**

**การทดสอบกล่องทดลอง**

นำกล่องทดลองไปตั้งในห้องปรับอากาศ ควบคุมอุณหภูมิภายในให้คงที่

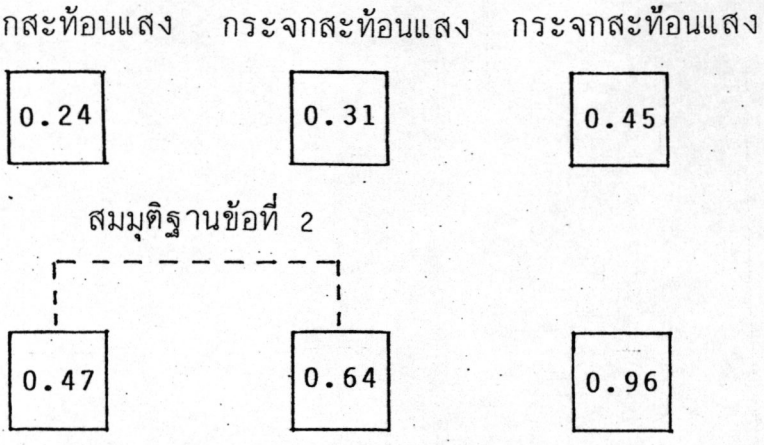



**แปลนห้องปรับอากาศ**

**ขั้นตอนที่ 2**

**การทดสอบตามสมมุติฐานข้อที่ 1 และ 2**

นำกล่องทดลอง จำนวน 6 กล่อง ซึ่งติดตั้งตัวอย่างกระจก ค่า SC แตกต่างกัน และกระจกชนิดเดียวกัน แต่ความหนาไม่เท่ากัน

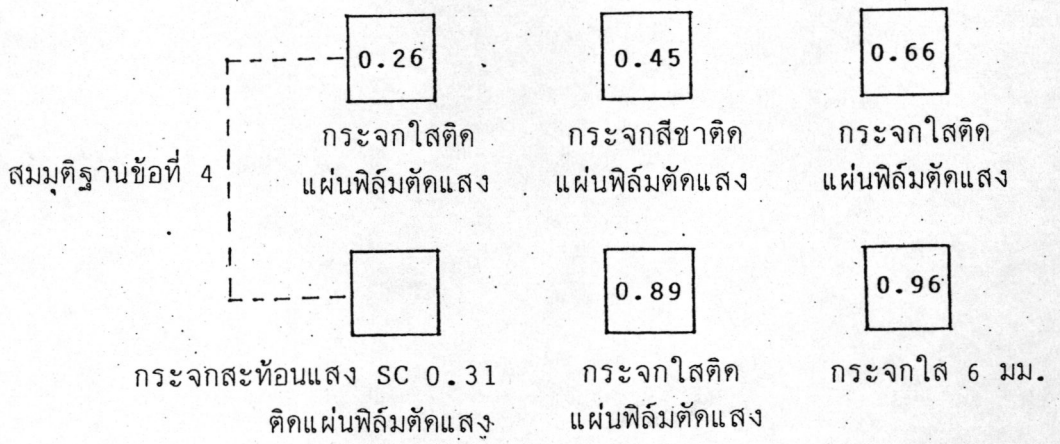



**รูปที่ 13 สรุปการทดสอบขั้นตอนที่ 1 และ 2**

**ขั้นตอนที่ 3**

**การทดสอบตามสมมุติฐานข้อที่ 3 และ 4**

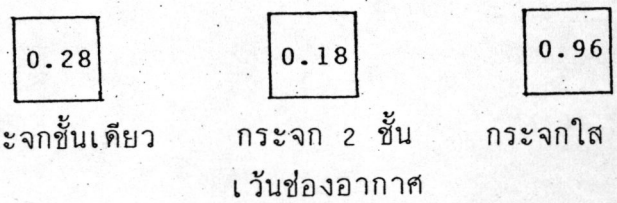
นำกล่องทดลองจำนวน 6 กล่อง ซึ่งติดตั้งตัวอย่างกระจกติดแผ่นฟิล์มตัดแสงค่า SC รวมแตกต่างกันและแผ่นฟิล์มตัดแสงชนิดเดียวกันแต่ติดบนกระจก ค่า SC ไม่เท่ากัน ไปตั้งบริเวณกลางแจ้ง




**ขั้นตอนที่ 4**

**การทดสอบตามสมมุติฐานข้อที่ 5**

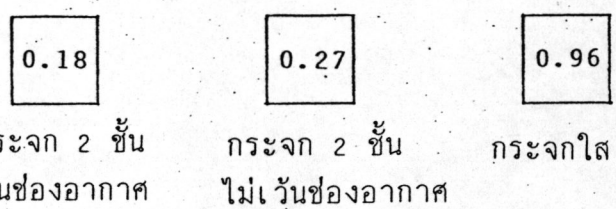
นำกล่องทดลองจำนวน 3 กล่อง ซึ่งติดตั้งตัวอย่างกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ ไปตั้งบริเวณกลางแจ้ง




**ขั้นตอนที่ 5**

**การทดสอบตามสมมุติฐานข้อที่ 6**

นำกล่องทดลองจำนวน 3 กล่อง ซึ่งติดตั้งตัวอย่างกระจก 2 ชั้น ไม่เว้นช่องอากาศและกระจก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ ไปตั้งบริเวณกลางแจ้ง

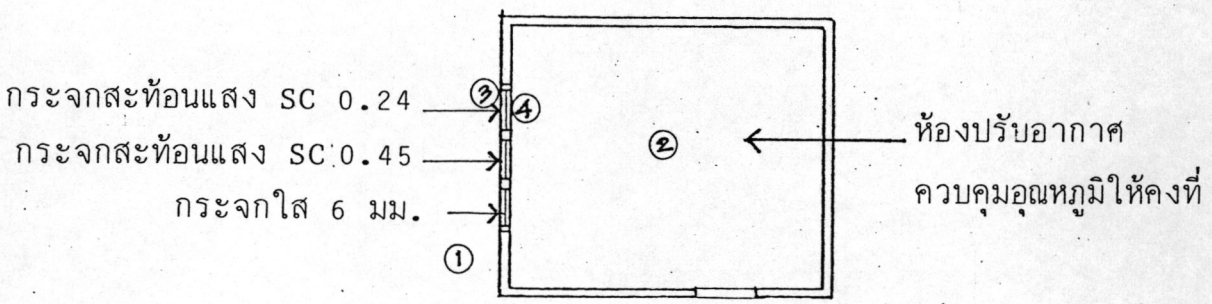



**รูปที่ 14 สรุปการทดสอบขั้นตอนที่ 3 ถึง 5**

**ขั้นตอนที่ 6**

**การทดสอบตามสมมุติฐาน ข้อที่ 7**

ติดตั้งตัวอย่างกระจก ค่า SC แตกต่างกัน ที่หน้าต่างของห้องทดลองปรับอากาศ ควบคุมอุณหภูมิภายในให้คงที่

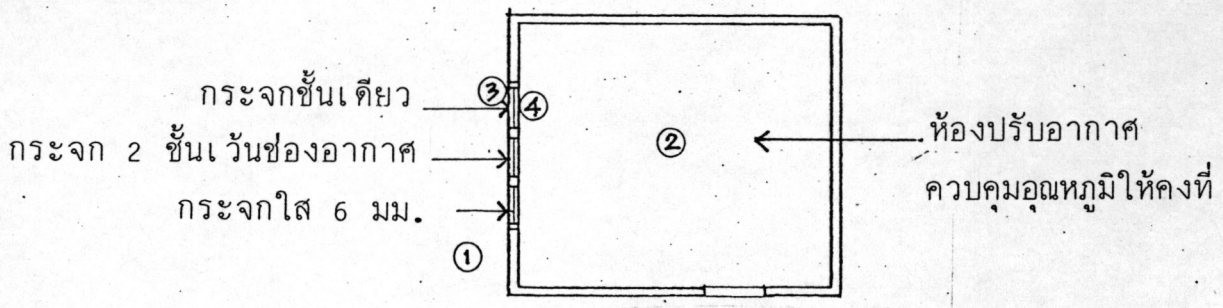



**แปลนห้องปรับอากาศ**

**ขั้นตอนที่ 7**

**การทดสอบตามสมมุติฐานในข้อที่ 8**

ติดตั้งตัวอย่างกระจกชั้นเดียวและกระจก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศ ที่หน้าต่างของห้องทดลองปรับอากาศควบคุมอุณหภูมิภายในให้คงที่




**แปลนห้องปรับอากาศ**

(1) อุณหภูมิอากาศภายนอก
(2) อุณหภูมิอากาศภายในห้องปรับอากาศ
(3) อุณหภูมิผิวกระจกภายนอก
(4) อุณหภูมิผิวกระจกภายใน

**รูปที่ 15 สรุปการทดสอบขั้นตอนที่ 6 ถึง 8**

ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่าง

กระจกเป็นผลิตภัณฑ์อย่างหนึ่งของ แก้ว (Glass) ซึ่งมีแหล่งกำเนิดการผลิตในแถบเมโสโปเตเมียและอียิปต์เมื่อประมาณ 4000 ปี ก่อนคริสตกาลมาแล้ว ซึ่งเริ่มทำโดยการบดแร่ควอตซ์ ( ซึ่งเป็นแร่ซิลิกา ) ให้ละเอียดเป็นผงผสมกับโซดาและวัสดุที่เป็นด่าง แล้วเติมยางไม้และน้ำเล็กน้อยเพื่อให้เกาะตัวกันผสมให้เข้ากันดีแล้วอัดลงในแบบโลหะ เมื่อนำไปเผาด้วยความร้อนสูง น้ำ และยางไม้จะถูกเผาไปหมด และส่วนผสมที่เหลือก็จะทำปฏิกิริยาทำให้ผงซิลิกาเชื่อมติดกัน เนื้อภายในจะเป็นสีขาวแต่ผิวนอกจะเงาวาวเหมือนแก้ว

กาลต่อมาได้มีการพัฒนาการผลิตแก้วมาเรื่อยๆ จนประมาณ 900 ปี ก่อนคริสตกาล การทำแก้วในอียิปต์และเมโสโปเตเมียซึ่งส่วนใหญ่เป็นภาชนะประเภทกระปุก แจกันฯลฯ ได้รุ่งเรืองขึ้นและในสมัยอาณาจักรโรมันรุ่งเรืองเมื่อประมาณ 2000 ปี มาแล้ว การพัฒนาผลิตภัณฑ์แก้วรุ่งเรืองมาก ในกรุงโรมได้เกิดมีการเป่าแก้วเป็นรูปต่างๆ

สำหรับกระจกแผ่นนั้นเริ่มผลิตครั้งแรกในศตวรรษที่ 7 โดยทำแก้วให้เป็นรูปขวดกลมแล้วตัดปากขวดและก้นขวดออก และเอาไปคลี่ออกเป็นแผ่นในขณะที่แก้วยังร้อนอยู่จะได้แผ่นกระจกที่ต้องการ แต่วิธีดังกล่าวไม่สามารถทำกระจกแผ่นใหญ่ได้ คือเมื่อผลิตจนได้น้ำแก้วที่ยังร้อนแล้วเทลงบนพื้นโต๊ะ ซึ่งผิวโต๊ะปูด้วยแผ่นโลหะเรียบ แล้วรีดทับด้วยลูกกลิ้งเหล็ก เพื่อให้เรียบและแบนแล้วนำไปขัดอีกครั้งหนึ่งก็จะได้กระจกแผ่นใหญ่ตามต้องการ แต่กระจกที่ได้โดยการผลิตวิธีนี้ก็ยังมีข้อบกพร่องคือหนาและหนักมาก

หลังจากนั้นในศตวรรษที่ 20 นี้ เซอร์อลาสแตร์ ฟิลคิงตั้ต ( Sir Alastair Filkington ) ได้พัฒนาระบบการผลิตกระจกแผ่นที่ดีที่สุดจนสำเร็จเป็นที่ยอมรับในวงการอุตสาหกรรมผลิตกระจกทั่วไป วิธีโฟลต์โปรเซส ( Float Process ) มีจุดเด่นในการผลิตคือได้กระจกที่มีคุณภาพดีเยี่ยมและประหยัดเชื้อเพลิงกว่าการผลิตแบบอื่นอีกมาก

## วัตถุดิบและกรรมวิธีในการผลิต

วัตถุดิบหลักซึ่งใช้ในการผลิตกระจกแผ่นเรียบนั้น มีทรายแก้ว ( Silica sand ในประเทศไทยได้มาจากหาดทรายจังหวัดระยอง ) โซเดียมซัลเฟต ( Sodium Sulphate ) หินฟันม้า ( Feldspar ) แร่โดโลไมท์ Dolomite ) และเศษกระจก ซึ่งทั้ง 5 วัตถุดิบที่กล่าวมาทีหลังนี้หาได้ภายในประเทศ นอกจากวัตถุดิบดังกล่าวที่เป็นวัตถุหลักแล้ว หากต้องการผลิตกระจกสีก็ต้องเติมสารอื่นเข้าไป ซึ่งเป็นออกไซด์ของโลหะต่างๆ เช่น นิเกิล เหล็กและโคบอลต์ เป็นต้น สำหรับเชื้อเพลิงในปัจจุบันใช้น้ำมันเตา

ส่วนผสมของวัตถุดิบในการผลิตกระจกแผ่นมีดังต่อไปนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| ทรายแก้ว | 43.3 % | โซดาแอช | 10.8 % |
| โซเดียมซัลเฟต | 0.9 % | แร่โดโลไมต์ | 9.8 % |
| หินปูน | 2.5 % | หินฟันม้า | 1.1 % |
| เศษกระจก | 31.6 % | | |

ขั้นตอนการผลิตด้วยระบบโฟลตโปรเซส ขั้นแรกนำวัตถุดิบต่างๆ ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ข้างบนมาผสมให้เข้ากันแล้วนำเข้าเตาหลอม (Tank furnace) ให้ละลายเข้ากันเป็นน้ำแก้วที่อุณหภูมิประมาณ 1500 °C เมื่ออุณหภูมิลดลงเหลือ 1100 °C แล้ว ปล่อยน้ำแก้วผ่าน ช่อง ( canal ) ให้ไหลลงสู่อ่างโลหะ ( Float bath หรือ Tin bath ) ซึ่งในอ่างบรรจุโลหะดีบุกหลอมเหลวที่ดีมีคุณสมบัติหนักกว่าน้ำแก้ว น้ำแก้วจะลอยตัวอยู่บนโลหะหลอมเหลวซึ่งไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับน้ำแก้ว น้ำแก้วจะถูกดึงให้ไหลไปข้างหน้า ภายใต้อุณหภูมิและภายใต้ความดันที่มีการควบคุมไว้อย่างดี ความหนักของโลหะหลอมเหลว รวมกับความหนักของน้ำแก้ว จะทำให้น้ำแก้วไหลไปเป็นสายเรียบคล้ายริบบิ้นและมีความหนาสม่ำเสมอทั้งสองด้านของน้ำแก้ว ต่อจากนี้สายกระจกจะค่อยๆถูกทำให้เย็นลงขณะที่ไหลมาตรงปลายของอ่างโลหะและเคลื่อนเข้าส่วนที่ลดอุณหภูมิ ( Annealing) ซึ่งจะทำให้กระจกเย็นตัวลงอย่างช้าๆ เพื่อขจัดความเครียดในเนื้อกระจกลำดับต่อไปกระจกจะผ่านไปที่ส่วนล่าง เป่าให้แห้งและเข้าสู่เครื่องตัดให้ได้ขนาดที่ต้องการ

กระจกโฟลตซึ่งผลิตโดยวิธีโฟลตโปรเซตนี้ มีคุณสมบัติดีเยี่ยมกว่า Sheet Glass ให้ภาพที่มองผ่านเป็นจริงตามธรรมชาติ ไม่บิดเบี้ยวหลอกตา สามารถทนการขูดขีดเป็นรอยได้มากกว่า

**ตัวอย่างกระจกที่ใช้ในการทดลอง**

**1. กระจกใส**

ตัวอย่างกระจกที่นำมาใช้ทดลอง เป็นกระจกประเภท Float ความหนา 6 มม. ค่า SC 0.96 กำหนดให้ร่วมในการทดลอง เพื่อใช้เป็นตัวแทนมาตรฐานสำหรับการเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่าง กับตัวอย่างกระจกทดลองแบบต่างๆ ในแต่ละขั้นตอน

**2. กระจกสีตัดแสง ( Heat absorbing glass )**

กระจกสีตัดแสงเป็นกระจกโปร่งใสซึ่งมีสีต่างๆ เกิดจากการเติมอ็อกไซด์ของโลหะ เช่น เหล็ก โคบอลล์ หรือ ซีเลเนียม ลงไปในส่วนผสมวัตถุดิบ จึงช่วยในการดูดกลืนพลังงานความร้อนได้เป็นอย่างดี 35 - 50 เปอร์เซนต์ และยังช่วยลดความสว่างจ้าของแสง ทำให้ได้แสงที่นุ่มนวลสบายตาร่มเย็น ความเข้มของสีจะเพิ่มขึ้นตามความหนาของกระจก ซึ่งจะส่งผลให้การดูดกลืนความร้อนสะสมในเนื้อกระจกมากขึ้น จนมีอุณหภูมิสูงและอาจแตกร้าวได้ กระจกตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นกระจกสีชาหนา 6 มม. ค่า SC 0.64 และกระจกสีชาหนา 12 มม. ค่า SC 0.47

**3. กระจกสะท้อนแสง**

กระจกสะท้อนแสง สามารถสกัดกั้นรังสีจากดวงอาทิตย์ที่ส่องลงมากระทบได้มาก จึงช่วยลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติพิเศษ คือการสร้างความสมดุย์ระหว่างแสงสว่างที่ส่องผ่านเข้ามาภายในอาคารกับแสงที่สะท้อนออกสู่ภายนอก เกิดบรรยากาศแห่งความรื่นรมย์และสบายตาแก่ผู้อยู่อาศัย ชั้นผิวของโลหะที่เคลือบบนกระจก จะสะท้อนแสงกลับ ทำให้บุคคลภายนอกจากด้านสว่างกว่ามองผ่านเข้ามาในห้องได้ลำบาก

I17262367

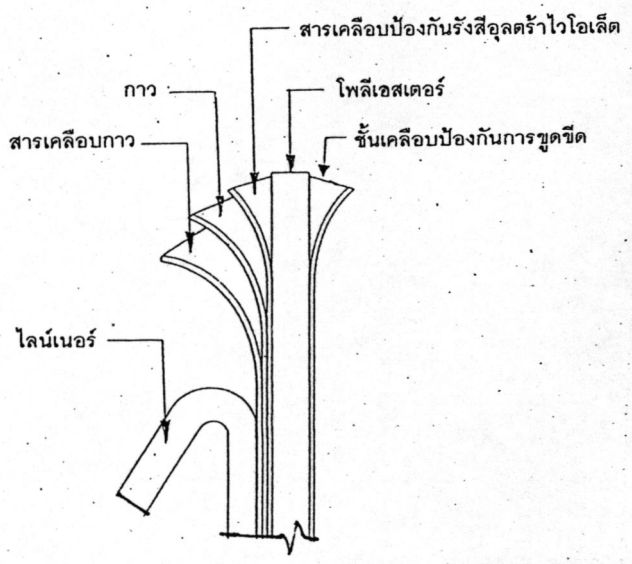
วิธีการติดตั้งกระจกให้หันด้านที่มีการเคลือบเข้าหาภายในเสมอ หากถูกวัสดุแข็งเช่น โลหะ ทำให้เป็นรอยขีดข่วน ประสิทธิภาพของกระจกจะด้อยลงไป กระจกสะท้อนแสงมีหลายสี ซึ่งยอมให้แสงผ่านและสะท้อนแตกต่างกัน ตัวอย่างกระจกที่ใช้ทดลองเป็นชนิด Soft coat มีค่า SC O 24 0.31 และ0.45

**4. กระจกติดแผ่นฟิล์มตัดแสง**

แผ่นฟิล์มจะเคลือบสาร Metallic oxide และสารสะท้อนความร้อน ทำให้ค่า SC และค่า U ของกระจกน้อยลงซึ่งจะช่วยป้องกันรังสีอุตร้าไวโอเลต จากแสงอาทิตย์ ทนต่อแรงกระแทก และติดเกาะกระจกไม่ให้แตกกระจายไปทำอันตรายผู้อยู่ใกล้เคียงเมื่อเกิดอุบัติเหตุ การติดแผ่นฟิล์มลงบนกระจกสามารถทำได้ทั้งในระหว่างก่อสร้างหรืออาคารที่ใช้งานแล้ว

แผ่นฟิลม์มีความเหนียว และเคลือบด้วยกาวที่มีประสิทธิภาพของการยึดติดกับกระจกสูงมีความบางเรียบ ไร้รอยย่น และใส ทำให้ดูเหมือนเป็นเนื้อเดียวกับกระจก ภาพที่มองผ่านกระจกยังคงเหมือนเดิม

ตัวอย่างแผ่นฟิล์มตัดแสงที่ใช้ในการทดลองที่มี ค่า SC. รวมของกระจกกับแผ่นฟิล์มตัดแสงได้แก่ 0.26 0.45 0.66 และ 0.89




รูปที่ 16 แสดงส่วนประกอบโครงสร้างของแผ่นฟิล์มตัดแสง

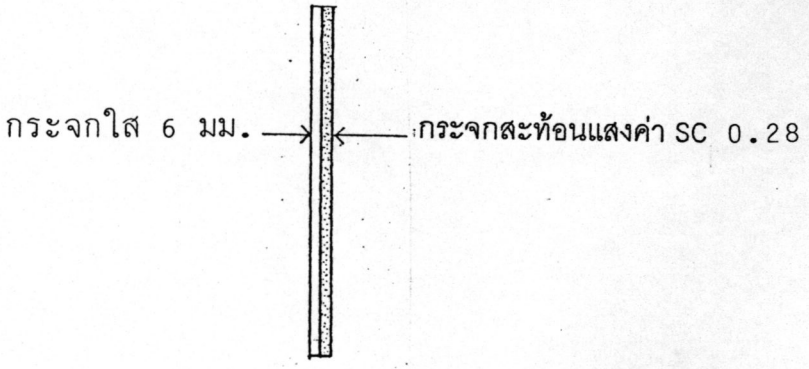
## 5. กระจก 2 ชั้น

กระจก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศตรงกลาง ให้ห่างกันตามระยะที่กำหนด ค่า U ของ กระจกจะลดน้อยลง เนื่องจากช่องอากาศจะเป็นฉนวน ทำให้ลดปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านกระจกต่อหน่วยเวลา ควรให้กระจกที่มีค่า SC ต่ำ อยู่ด้านนอกอาคาร เพื่อสะท้อนการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ออกไปภายนอกอาคารได้มาก หากมีลมพัดมากระทบผิวกระจก ก็จะช่วยลดความร้อนได้เร็วยิ่งขึ้น

ตัวอย่างกระจก 2 ชั้น ที่ใช้ในการทดลอง มี 2 ลักษณะ คือ

1. กระจก 2 ชั้น แบบเว้นช่องอากาศตรงกลาง 1.5 ซม.ค่า SC รวม 0.18 (กระจกด้านนอกเป็นกระจกสะท้อนแสงหนา 6 มม.ค่า SC 0.28 กระจกด้านในเป็นกระจกใส หนา 6 มม.ค่า SC 0.96)

2. กระจก 2 ชั้น แบบไม่เว้นช่องอากาศ ให้กระจกทั้งสองแผ่นประกบแนบชิดกัน ค่า SC รวม 0.27 กระจกด้านนอกและด้านในเหมือนกันกับกระจก 2 ชั้น เว้นช่องอากาศตรงกลาง ทุกประการ




รูปที่ 17 แสดงลักษณะกระจก 2 ชั้น ไม่เว้นช่องอากาศ

เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ทำการสร้างกล่องทดลองให้มีคุณสมบัติดังนี้

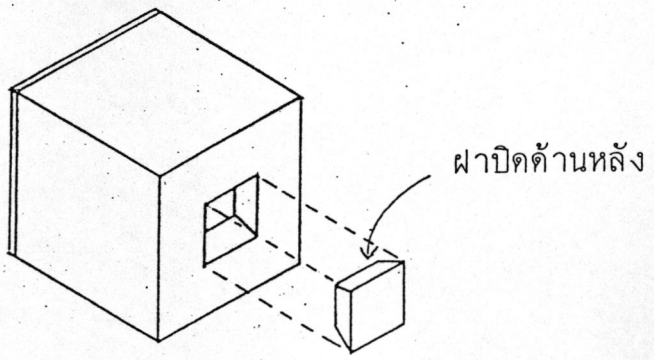
1. กล่องทุกกล่องจะต้องมีปริมาตรอากาศภายในกล่องเท่ากันทุกกล่อง
2. ผนังกล่องทั้ง 5 ด้าน จะต้องมีค่าความต้านทานความร้อนสูง เพื่อป้องกันผลกระทบต่ออุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลอง
3. ผนังของกล่องจะต้องไม่มีการรั่วซึมของอากาศ ( Infiltration )

ดังนั้นลักษณะของกล่องทดลอง จึงมีรูปร่างและลักษณะดังรูปที่ 11 คือ มีขนาดภายในกล่อง 0.50 X 0.50 X 0.50 ม. ผนังทั้ง 5 ด้านเป็นผนังโพลีสตรีนโฟม ( Polystyrene Foam ) ความหนาแน่น 1.25 ปอนด์ ต่อ ลบ.ฟุต ความหนา 4 นิ้ว ซึ่งมีค่าการกันความร้อน (R) = 16 ผิวภายนอกกล่องฉาบด้วยสารฉาบผิวนอกเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งประกอบด้วย Fiberglassmesh ( เป็นตาข่ายเสริมความแข็งป้องกันการแตกร้าวของผนัง ) และ Adhesive Base Coat จากการผสมสารรองพื้นกับปูนซีเมนต์ปอรต์แลนด์ ด้วยอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก ซึ่งสารฉายภายนอกนี้เมื่อแห้งแล้วผิวภายนอกทั้งหมดจะเปรียบเสมือนเป็นเนื้อเดียวกัน ( Hemogeneous )

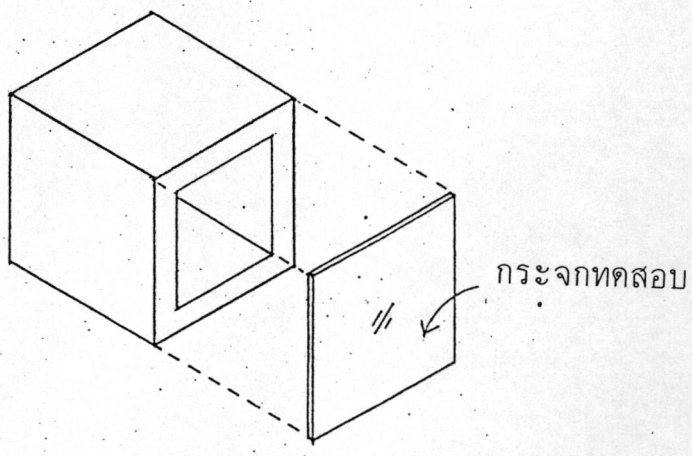
สาเหตุที่เลือกใช้กล่องทดลองที่มีขนาดปริมาตรภายใน 0.50 X 0.50 X 0.50 ม.เพราะ

1. การทดสองนี้เป็นการวัดอุณหภูมิภายในกล่อง ไม่ได้ทำการทดสองพฤติกรรมของชั้นความร้อน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องสร้างกล่องขนาดใหญ่ เพื่อกันปัญหา Stratification
2. เพื่อให้มีความคล่องตัวในการติดตั้งและการเคลื่อนย้ายกระจกทดลอง
3. เนื่องจากผนังทั้ง 5 ด้านของกล่อง เป็นผนังโฟมที่มีค่าการกันความร้อนสูง พื้นผิวภายนอกกล่องเป็น Homogeneous ทำให้เปรียบเสมือนไม่มีอิทธิพลความร้อนจากภายนอกกล่อง ปัญหาเรื่องมุมกล่อง และปัญหาการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกจึงไม่มีผลกระทบต่อกล่องทดลอง

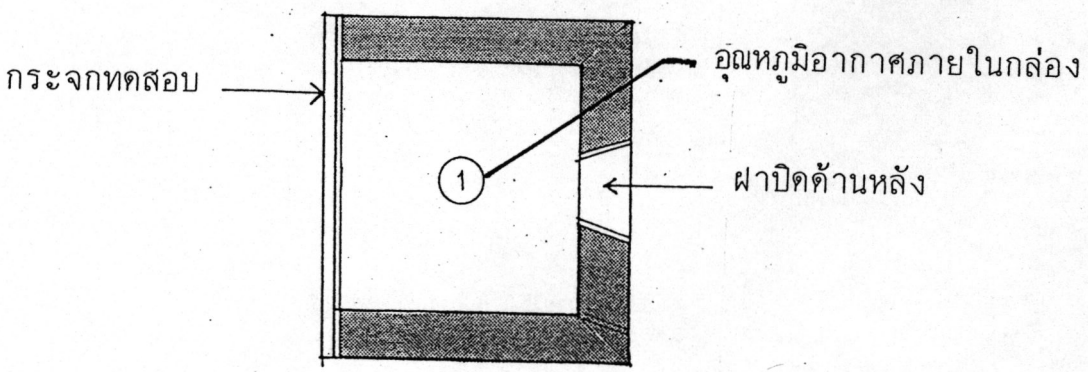
เพื่อป้องกันปัญหาการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนกับผิวกล่องทดลอง ( Mean Radiant Temperature )สถานที่ทำการทดลอง จะต้องเป็นสถานที่โล่งและกว้าง และเพื่อป้องกัน MRT จากดิน จึงสร้างชั้นวางกล่องทดลอง ซึ่งมี




รูปที่ 18 แสดงลักษณะด้านหลังกล่องทดลอง




รูปที่ 19 แสดงลักษณะด้านหน้ากล่องทดลอง




รูปที่ 20 แสดงตำแหน่งจุดที่วัดอุณหภูมิภายในกล่องทดลอง

## เครื่องมือเก็บข้อมูล

ในการทดลองนี้ใช้เครื่องมือ Cambel Scientific Data Logger เป็นเครื่องวัดอุณหภูมิโดยแปรข้อมูลจากสายวัดอุณหภูมิ ซึ่งใช้สาย Thermo Couple Type "J" ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการทำงาน โดยใช้หลักของความต่างศักย์ของแรงดันไฟฟ้า ที่ต่างกันตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง (ภายในสาย Thermo Couple ประกอบด้วยโลหะ 2 ประเภท คือ ทองแดงและเหล็ก เมื่อนำโลหะทั้ง 2 มาเชื่อมกันจะทำให้เกิด ความต่างศักย์ไฟฟ้า )โดยที่ค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากสาย Thermo Couple มีค่าน้อยมาก อยู่ในช่วง 0-5 มิลลิโวลท์ แรงดันไฟฟ้าสามารถวัดและแปลงออกมาโดยเครื่อง Cambel Scientific Data Logger เป็นตัวเลข Digital ที่อ่านค่าได้ โดยใช้หลักการทำงานของ Wihstone Bridge นอกจากวัดค่าอุณหภูมิแล้ว ค่าของพลังงานแสงสว่างหรือค่าของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ เครื่อง Data Logger ก็สามารถแปลงสัญญาณปรับสัญญาณให้เที่ยงตรง และแสดงค่า ออกมาในรูป Digital ที่สามารถอ่านค่าได้เช่นกัน

รูปที่ 21 เครื่องมือเก็บข้อมูล Cambel Scienific Data Logger พร้อมสายวัดอุณหภูมิ Thermo Couple Type "J"