บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในการออกแบบอาคารบ้านเรือน ปัจจัยที่มีความสำคัญ คือ ต้องเป็นอาคารที่ผู้ใช้อยู่ในสภาวะน่าสบายในทุกๆ ด้าน ซึ่งในที่นี้ จะกล่าวถึงเฉพาะ สภาวะน่าสบายด้านอุณหภูมิ (Thermal Comfort) อันหมายถึง *"การที่ตัวเราไม่รู้สึกอยู่ในสภาวะไม่น่าสบาย หรือ ไม่รู้สึกตัวเองว่าเราได้สูญเสียความร้อนหรือได้รับความร้อนจากสภาพแวดล้อม เป็นสภาวะที่สมดุลย์ทางอุณหภูมิ หรือความร้อนระหว่างร่างกายและสภาพแวดล้อม"* (สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวณิค. , 2536)

"ในตัวมนุษย์เองก็มีความสามารถที่จะรับความแตกต่างของอากาศได้ในช่วงสั้นๆ ดังนั้นหากกล่าวถึงภาวะน่าความสบาย นั้น จะต้อง เป็นช่วงหนึ่งๆ มิใช่ จุดหนึ่งๆ ช่วงดังกล่าวได้แก่อุณหภูมิอากาศโดยรอบประมาณ 20-26.6 C (68-80 F) และความชื้นสัมพัทธ์ 20-80%" (สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวณิค. , 2536)

ตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายด้านอุณหภูมิ (Thermal Comfort)

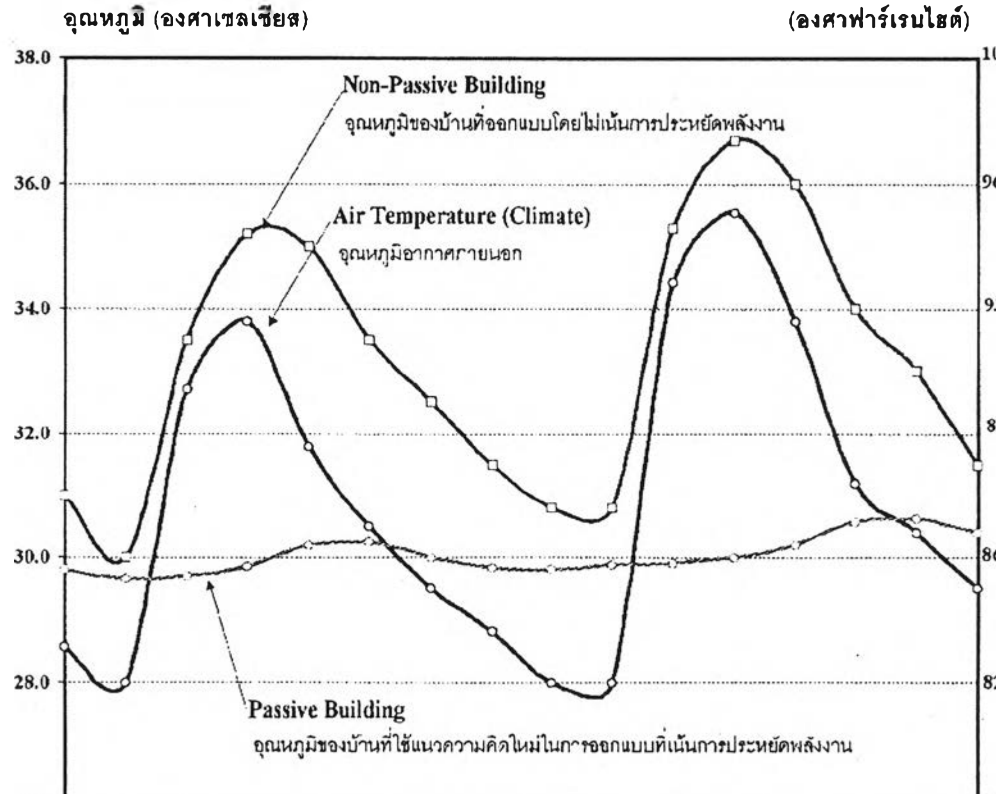
P. O. Fanger (1961) ได้ค้นพบตัวแปรที่มีผลต่อ Thermal Comfort ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 6 ตัวแปร โดยแยกได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. ตัวแปรด้านบุคคล ได้แก่
   - อัตราการเผาผลาญในร่างกาย (Metabolism) ซึ่งขึ้นกับเพศ , วัยและกิจกรรม
   - เสื้อผ้าที่สวมใส่
2. ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่
   - อุณหภูมิอากาศ (Ambient Air Temperature)
   - อุณหภูมิพื้นผิว (Mean Radiant Temperature)
   - ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
   - ความเร็วลม (Wind Speed)

ในสมัยโบราณ สภาพภูมิอากาศประเทศไทยมี อุณหภูมิโดยเฉลี่ยต่ำกว่าปัจจุบัน และคุณภาพของอากาศดี ไม่มีมลพิษ บ้านพักอาศัยของไทยโบราณ มีการออกแบบให้คนอยู่อาศัยรู้สึกสบายได้โดยใช้ธรรมชาติ ตั้งแต่การออกแบบสภาพแวดล้อมรอบๆ บ้าน (Microclimate) ให้สภาวะอากาศรอบๆบ้านอยู่ในสภาวะน่าสบายด้านอุณหภูมิได้ แม้ในช่วงบ่ายของวันก็ยังรู้สึกสบายได้ และในการวางผังของบ้านไทยก็จะเป็นการวางผังที่หลวมๆ ในแต่ละพื้นที่ใช้งานก็จะอยู่ห่างกัน ไม่บังการไหลเวียนของอากาศ และมีการแยก

ส่วนตามการใช้งาน และ สามารถแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ (1) พื้นที่มิดชิด มีผนังปิดทั้ง 4 ด้าน มีหลังคาคลุม ซึ่งเป็นลักษณะเป็นตัวเรือน สำหรับใช้หลับนอนในตอนกลางคืน และ (2) พื้นที่กึ่งเปิดโล่ง คือ ไม่ถูกปิดล้อมด้วยผนังครบทั้ง 4 ด้าน แต่จะมีหลังคาคลุม ได้แก่ ชานเรือน และใต้ถุน สำหรับอยู่อาศัยและทำกิจกรรมในตอนกลางวัน ซึ่งอากาศจะร้อนกว่าสภาวะน่าสบายด้านอุณหภูมิ ก็ได้อาศัยประโยชน์จากความเร็วลม และ MRT. จากสภาพแวดล้อมรอบๆ บ้านที่ได้ออกแบบช่วยทำให้สภาวะของอากาศภายใน ชานเรือน ใต้ถุน และระเบียง รู้สึกสบายอากาศที่ผ่านพื้นที่ส่วนใช้งานในตอนกลางวันที่เกือบเปิดโล่งจะมีอุณหภูมิแทบจะไม่ต่างจากอุณหภูมิรอบๆ บ้านเลย

แต่ในปัจจุบันสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป อุณหภูมิเฉลี่ย มีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี และมลภาวะในอากาศก็มากขึ้น อาคารบ้านเรือนที่สร้างกันอยู่ในปัจจุบัน มักไม่ค่อยคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน จึงทำให้อาคารทั่วๆไปที่ไม่ปรับอากาศ จะมีอุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดเวลา ดังแผนภูมิที่ 1.1



แผนภูมิที่ 1.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคาร กับอากาศภายนอก

ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. 2542 : 27

การใช้การระบายอากาศ (Ventilation) เพื่อดึงความร้อนจากในอาคารไปทิ้งนอกอาคาร โดยการพาความร้อน (Convection) นั้น จะไม่มีโอกาศที่ อุณหภูมิภายใน จะต่ำกว่าภายนอก ซึ่งจะเห็นได้จากสมการนี้

q_s = 1.08 * cfm. * ΔT (จาก ASHRAE Fundamental Handbook 1989)

โดย q_s = Sensible Heat Load (Btu/h)

1.08 = 60min/hr * 0.075 lb_m/ft^3 of Air Density * 0.24 Btu/lb°F of Specific Heat of Air

cfm. = Air Flow Rate (cfm.)

ΔT = Indoor - Outdoor Temperature

พิจารณาจากสมการถ้าเขียนใหม่ดังนี้

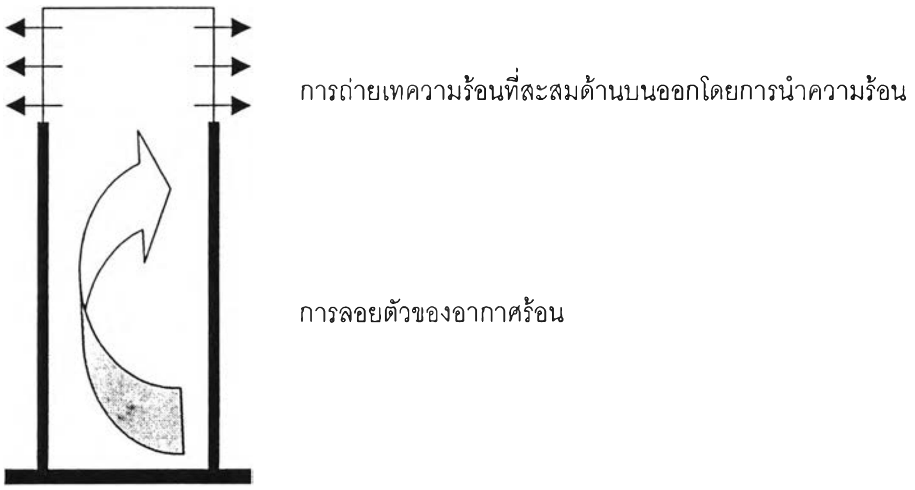
cfm. = q_s / (1.08 * ΔT)

จะเห็นว่า ถ้า ΔT เข้าใกล้ 0 แล้ว cfm. จะเข้าใกล้ $\propto$ ดังนั้น โอกาสที่อุณหภูมิภายใน จะเท่ากับหรือน้อยกว่าภายนอกโดยใช้การระบายอากาศนี้ เป็นไปไม่ได้ และอุณหภูมิของอากาศในประเทศไทยในปัจจุบันร้อนกว่าสภาวะน่าสบายด้านอุณหภูมิเกือบตลอดทั้ง ปี ความเป็นไปได้ที่จะทำ ให้ภายในอาคารอยู่ในสภาวะน่าสบาย โดยใช้วิธีระบายอากาศก็ไม่สามารถทำได้ นอกจากว่า ใช้เทคนิคการสร้างสภาพแวดล้อมรอบๆ อาคาร (Microclimate)ให้เย็นกว่าสภาวะน่าสบายเล็กน้อย และ ใช้การระบายอากาศช่วยให้ภายในอาคารอยู่ในสภาวะน่าสบายด้านอุณหภูมิ ซึ่งวิธีนี้จะจะต้องใช้พื้นที่บริเวณรอบๆอาคารมากพอสมควรที่จะทำให้ เย็นลงเพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งปัจจุบันที่ดินมีราคาสูง การปลูกสร้างอาคารมัก มีพื้นที่รอบๆอาคารน้อยเกินกว่าจะทำให้อากาศรอบๆอาคารเย็นลงจนสามารถใช้การระบายอากาศอย่างเดียวในการลดความร้อนจากสภาพอากาศภายนอก

การระบายอากาศ มีทั้งการระบายอากาศในแนวนอน (Cross Ventilation) และการระบายอากาศในแนวดิ่ง ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการระบายอากาศจะเกิดขึ้นทั้ง 2 ลักษณะพร้อมๆกัน โดยที่การเกิดการระบายอากาศในแนวนอนมักเกิดจากแรงลมธรรมชาติ แต่การระบายอากาศในแนวดิ่งมักเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิด้านล่างและด้านบนทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศ (Thermosyphonic Ventilation) เกิดจากอากาศร้อนภายในห้องลอยตัวสูงขึ้น และถูกระบายออกทางช่องเปิดด้านบน และดึงเอาอากาศจากด้านล่างเข้ามาแทนที่ ข้อเสียของวิธีนี้ คือไม่สามารถควบคุมค่าเอนทัลปี (Enthalpy) อันหมายถึงค่าพลังงานสะสมที่มีอยู่ในอากาศในบรรยากาศอันประกอบด้วยความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) และความร้อนแฝง (Latent Heat) เพราะเมื่อมีการถ่ายเทของอากาศทำให้ไม่สามารถควบคุม ค่าเอนทัลปีของอากาศที่ออกไป กับ อากาศที่เข้ามาในห้องได้

ดังนั้นเพื่อเป็นการหาแนวทางในการลดความร้อนภายในอาคารเขตร้อนชื้น โดยการลดเอนทัลปีภายในอาคาร คือ ลดทั้งอุณหภูมิและความชื้น โดยการไม่ใช้การระบายอากาศ เพื่อลดความร้อนอากาศภายในอาคารเย็นลง แต่จะลดความร้อนวิธีใหม่อันมีแนวความคิดว่า อากาศร้อนจะลอยตัวไปสะสมที่ชั้นอากาศด้านบนโดยการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน (Convection) ซึ่งอาคารที่จะใช้การระบายความร้อนด้วยวิธีนี้จะต้องมีความสูงของห้องมากกว่าความสูงปกติ เพื่อให้มีปริมาตรให้ความร้อนไปสะสมยังส่วนที่สูงกว่าระดับส่วนใช้งานปกติ (ระดับพื้น ถึง +3.00) ที่ชั้นอากาศด้านบนจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกถึง 20 องศาเซลเซียส (จากการทดลองของ ไพบูลย์ รักษาสุทธิพันธ์ , 2537) และใช้การนำความร้อน (Conduction) ถ่ายเทความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ผ่านผนังส่วนบนของอาคารออกสู่ภายนอก โดยที่ผนังในส่วนดังกล่าวจะต้องมีคุณสมบัติการนำความร้อนที่ดี และ ไม่สะสมความร้อน เพื่อป้องกันการคายความร้อนเข้าสู่อาคารในช่วงกลางคืน เมื่อความร้อนสัมผัสถูกถ่ายเทออกไป ทำให้เอนทัลปีภายในลดลง ซึ่งวิธีดังกล่าวนี้จะสามารถควบคุมเอนทัลปีได้

วิธีที่กล่าวมานี้เป็นเพื่อการใช้หลักทฤษฎีต่างๆ มาช่วยในการการลดความร้อนแบบใหม่ ซึ่งหากจะนำไปใช้ควรจะมีการทดลองเพื่อ หาแนวทางในการนำไปใช้จริงในอาคาร จะมีความเป็นไปได้หรือไม่ และช่วยลด พลังงานในการลด ความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง ซึ่งเรียกว่า เอนทัลปี (Enthalpy) ได้มากน้อยเพียงใด และมีผลกระทบอื่นที่อาจเกิดขึ้นหรือไม่ เช่น การควบแน่นของไอน้ำในอากาศ (Condensation) ในระบบปิดเช่นนี้



รูปภาพที่ 1.1 แสดงการถ่ายเทความร้อนสัมผัสโดยอาศัยหลักการลอยตัวของอากาศร้อนและการนำความร้อนออกโดยไม่มีการระบายอากาศ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาพฤติกรรมของชั้นอากาศร้อนภายในสภาวะที่ไม่มีการถ่ายเทอากาศ
2. ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนออกจากอาคารโดยที่ระดับชั้นอากาศร้อนสูงสุด ซึ่งอุณหภูมิภายในมากกว่าภายนอก โดยอาศัยทฤษฎีการนำความร้อน
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของวัสดุที่เป็นตัวนำความร้อนออก ประเภททึบแสง และ โปร่งแสง เมื่อมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนใกล้เคียงกัน
4. ศึกษาหาแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารจริง

1.3 ขอบเขตและข้อจำกัดในการวิจัย

1. การศึกษานี้เป็นการศึกษาเรื่องของชั้นความร้อนในอากาศดังนั้นจึงไม่นำเครื่องปรับอากาศเข้ามาเป็นปัจจัยในการศึกษา
2. ในทดลองนี้เป็นการทดลองในสภาวะที่ไม่มีการระบายอากาศ แต่ในความเป็นจริงไม่สามารถป้องกันการรั่วซึมของอากาศได้ 100 % จึงมีการรั่วซึมของอากาศบ้าง
3. วัสดุนำความร้อนที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ ใช้แผ่นสังกะสีหนา 0.2 มม. และกระจกใส 6 มม. เท่านั้น

1.4 สมมติฐานในการวิจัย

1. รังสีดวงอาทิตย์ที่มากระทบผิวผนังส่วนบน และ หลังคา จะทำให้เกิด Sol-Air Temperature ที่ผิววัสดุ ส่งผลให้ความร้อนที่สะสมอยู่ภายใน ไม่สามารถถ่ายเทออกสู่ภายนอกโดยการนำได้แม้ว่าอุณหภูมิภายในจะสูงกว่าภายนอก
ดังนั้นการลดปริมาณของรังสีดวงอาทิตย์ที่มากระทบผิวผนังส่วนบน จะเพิ่มประสิทธิภาพในการนำความร้อนออกของวัสดุนำความร้อนที่ผนังส่วนบน
2. การลดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังระดับใช้งาน คือ ประมาณ 3.00 เมตรด้านล่างจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกสู่ภายในลดลง
3. การเพิ่มความสูงของห้อง จะทำให้ความร้อนด้านล่างของห้องลดลงได้เนื่องจากมีการขยายปริมาตรที่สะสมอากาศความร้อนได้มากขึ้น
4. การเพิ่มพื้นที่ผิววัสดุนำความร้อนที่ผนังด้านบน จะช่วยเพิ่มอัตราการระบายความร้อนออก โดยการนำความร้อน

5. วัสดุนำความร้อนที่ผนังส่วนบน ประเภททึบแสงจะมีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนออกจากอาคารได้ดีกว่าประเภทโปร่งแสง เพราะวัสดุประเภทโปร่งแสงจะยอมให้รังสีดวงอาทิตย์ที่เป็นรังสีคลื่นสั้นผ่านเข้าไปภายในได้ และเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาวซึ่งไม่สามารถทะลุออกสู่ภายนอกได้ ในลักษณะเดียวกับการเกิดภาวะเรือนกระจก ทำให้ความร้อนที่เข้ามาภายในมากกว่า

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย

1. ทำการศึกษาจากเอกสาร เพื่อหาว่า มีทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงกับการศึกษานี้บ้าง อันได้แก่ เรื่องเกี่ยวกับ

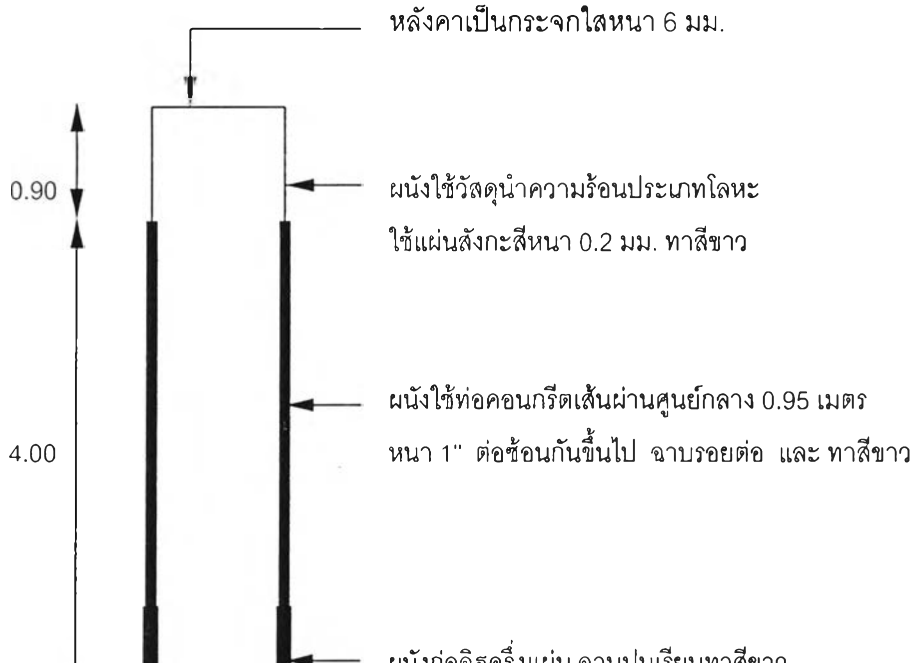
1.1 คุณสมบัติของอากาศ ในด้านต่างๆ

1.2 ลักษณะการถ่ายเทความร้อนแบบต่างๆ

1.3 งานวิจัยที่ใกล้เคียงหรือมีผลเกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้

2. ทำการทดลองโดยมีวิธีการดังนี้

ในการทดลองนี้จะต้องสร้างหุ่นจำลองที่เหมือนกัน 2 หุ่น เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบตัวแปรได้ โดยหุ่นทดลองนี้ จะเป็นหน่วยทดลองทรงกระบอกขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร สูง 4 เมตร ผนังใช้ท่อคอนกรีต ถัดขึ้นไปเป็นผนังสี่เหลี่ยมขนาด 0.90 * 0.90 เมตร สูง 0.90 เมตร ใช้วัสดุนำความร้อนเป็นผนัง



รูปภาพที่ 1.2 แสดงลักษณะของหน่วยทดลอง

การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบพฤติกรรมของอากาศภายในหุ่นทดลอง เมื่อลดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและเพิ่มมวลสารที่ผนังส่วนด้านล่าง

ขั้นตอนที่ 1 หุ่นทดลอง A คงเดิม

หุ่นทดลอง B เหมือนกล่อง A และใส่ฉนวนที่มีมวลสาร (Stay Cool) มีค่าความต้านทานความร้อน 10.82 F sq.ft. / Btu ความจุความร้อน 0.035 Btu / sq.ft F หุ้มภายนอกหุ่นทดลองที่ระดับพื้น ถึงระดับ 3.60 เมตร

ตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิทุกความสูง 1.00 เมตร วัดและบันทึกค่าอุณหภูมิทุก 15 นาที เป็นเวลา 2 วัน (48 ชั่วโมง)

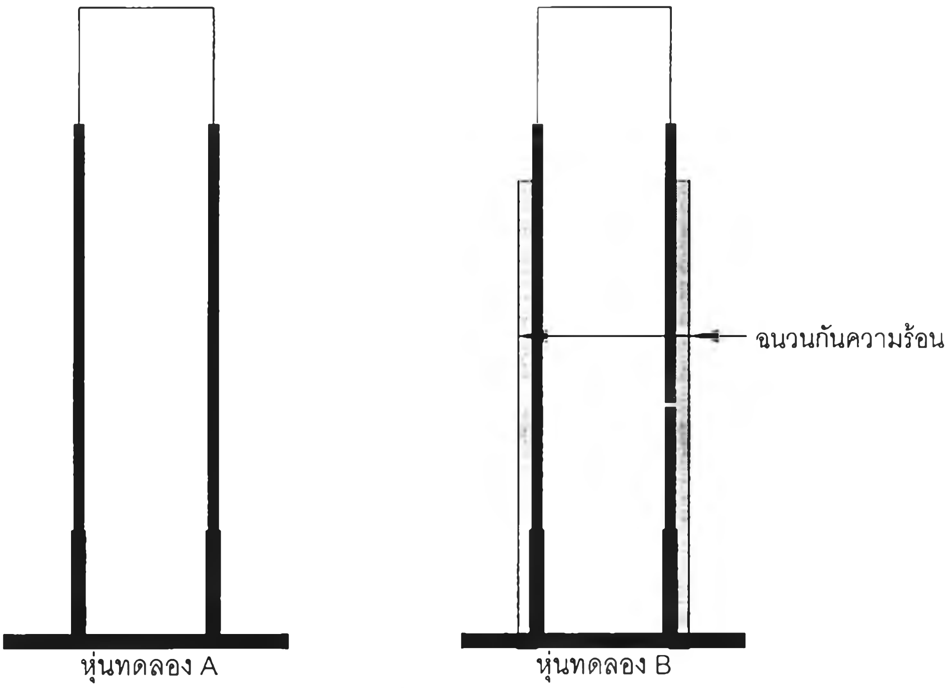
ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบพฤติกรรมของอากาศภายในหุ่นทดลอง เมื่อลดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและเพิ่มมวลสารที่ผนังส่วนด้านล่าง มีการบังรังสีดวงอาทิตย์ไม่ให้เข้ามากระทบหลังคากระจกและผนังสังกะสีด้านบน

หุ่นทดลอง A เหมือนการทดลองที่ 1

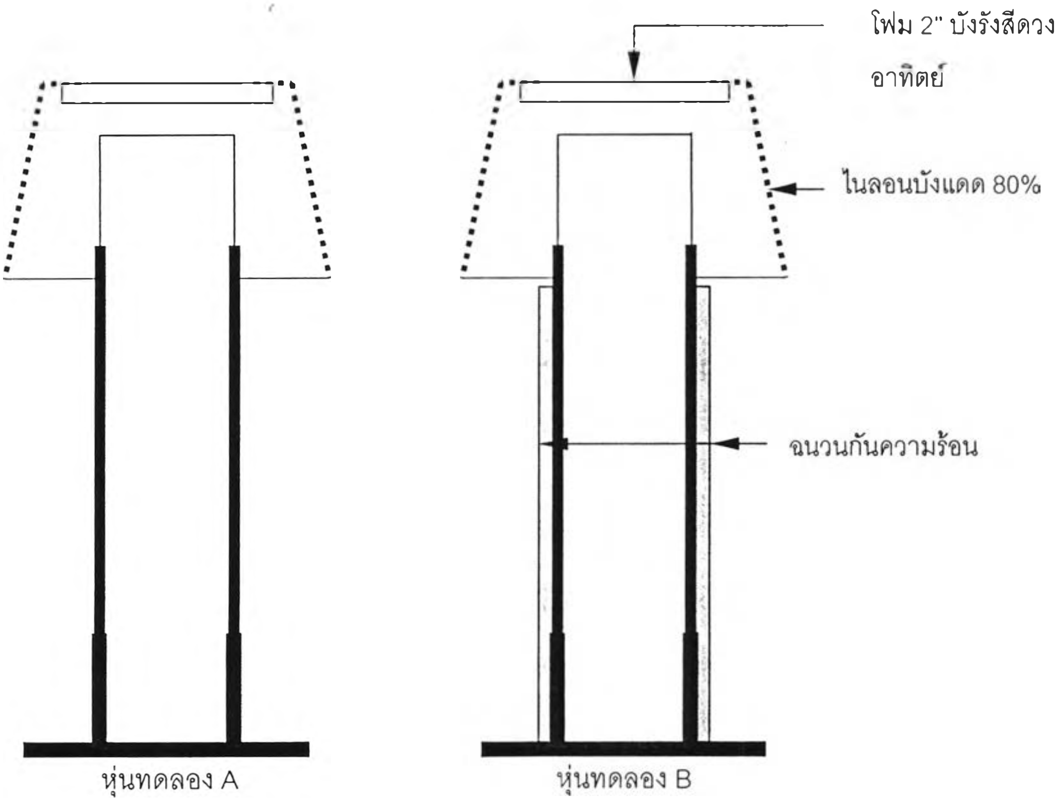
หุ่นทดลอง B เหมือนกล่อง A และใส่ฉนวนที่มีมวลสาร (Stay Cool) มีค่าความต้านทานความร้อน 10.82 F sq.ft. / Btu ความจุความร้อน 0.035 Btu / sq.ft F หุ้มภายนอกหุ่นทดลองที่ระดับพื้น ถึงระดับ 3.60 เมตร

- ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ โดยการใช้โฟมบังรังสีดวงอาทิตย์ที่หลังคา และใช้ไนลอนบังแดดคลุมผนังส่วนบน

ตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิทุกความสูง 1.00 เมตร วัดและบันทึกค่าอุณหภูมิทุก 15 นาที เป็นเวลา 2 วัน (48 ชั่วโมง)



รูปภาพที่ 1.3 แสดงการทดลองเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผนังด้านล่าง ขั้นตอนที่ 1



รูปภาพที่ 1.4 แสดงการทดลองเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผนังด้านล่าง ขั้นตอนที่ 2

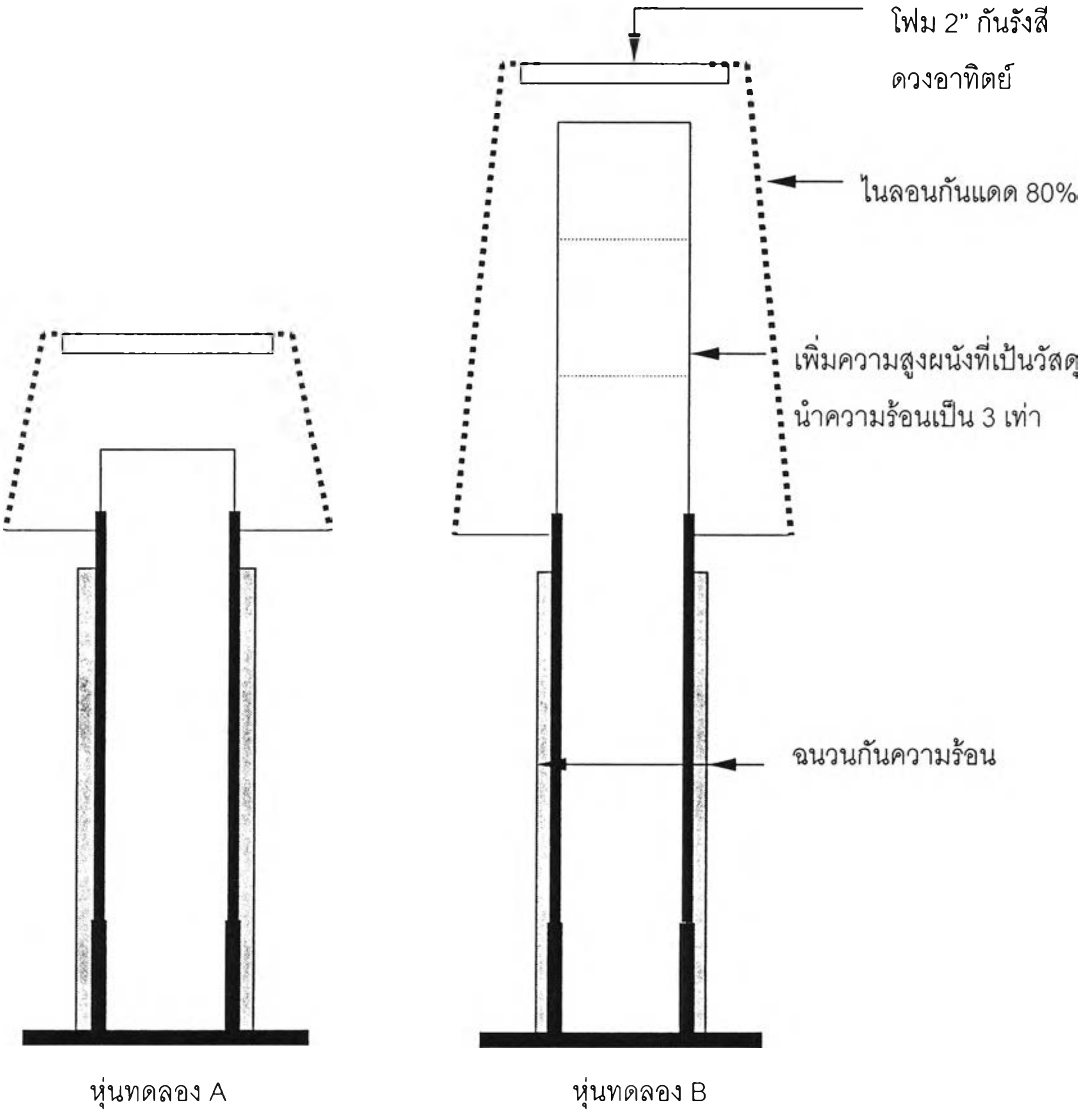
การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบความสูงของหุ่นทดลอง และ พื้นที่ของวัสดุนำความร้อนที่ผนังส่วนบน

หุ่นทดลอง A เหมือนการทดลองที่ 1

หุ่นทดลอง B เพิ่มความสูงของผนังสังกะสีด้านบนเป็น 3 เท่า คือ จากเดิมสูง 0.90 เมตร เป็นสูง 2.70 เมตร

- ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ โดยการใช้โฟมบังรังสีดวงอาทิตย์ที่หลังคา และใช้ไนลอนบังแดดคลุมผนังส่วนบน

ตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิทุกความสูง 1.00 เมตร วัดและบันทึกค่าอุณหภูมิทุก 15 นาที เป็นเวลา 2 วัน (48 ชั่วโมง)



รูปภาพที่ 1.5 แสดงการทดลองเปรียบเทียบพื้นที่ของวัสดุนำความร้อน และ ความสูงของหุ่นทดลอง

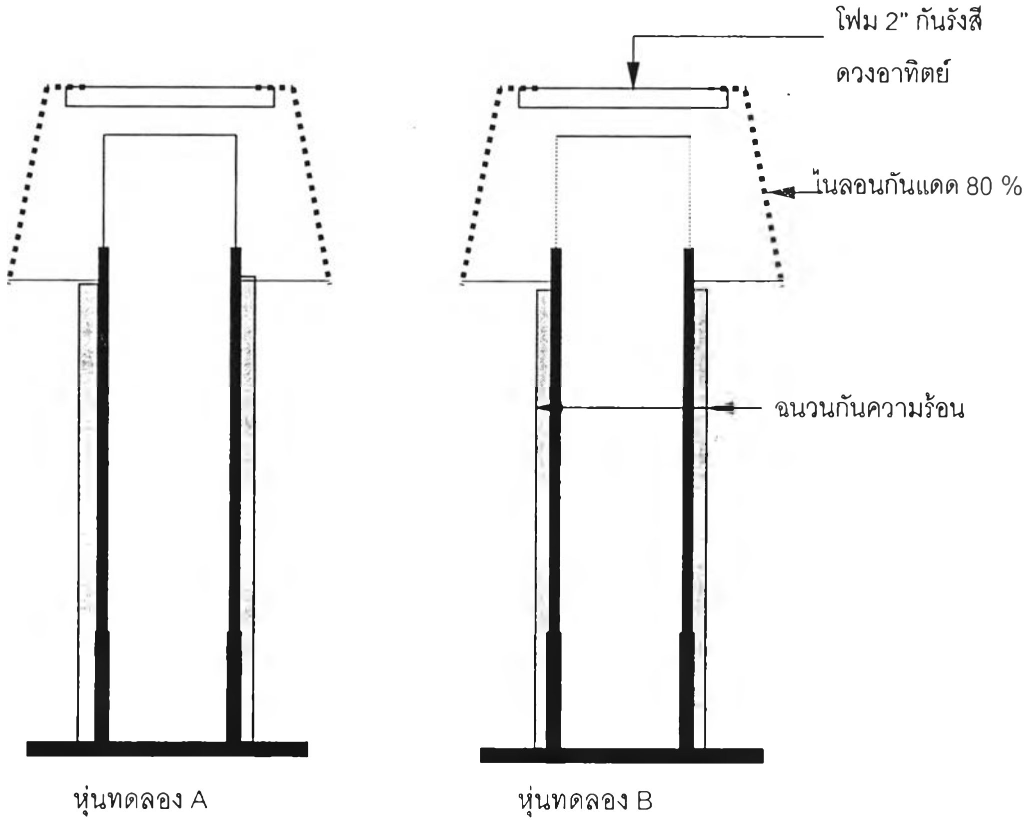
การทดลองที่ 3 เปรียบเทียบวัสดุนำความร้อนที่ผนังด้านบนทิศเหนือ และ ใต้ ระหว่างวัสดุทึบแสง กับโปร่งแสง

หุ่นทดลอง A เหมือนการทดลองที่ 1

หุ่นทดลอง B เปลี่ยนผนังด้านบนจากแผ่นสังกะสี เป็น กระจกใส 6 มม.

- ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ โดยการใช้โฟมบังรังสีดวงอาทิตย์ที่หลังคา และใช้ไนลอนบังแดดคลุมผนังส่วนบน

ตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิทุกความสูง 1.00 เมตร วัดและบันทึกค่าอุณหภูมิทุก 15 นาที เป็นเวลา 2 วัน (48 ชั่วโมง)



รูปภาพที่ 1.6 แสดงการทดลองเปรียบเทียบวัสดุนำความร้อนที่ผนังด้านบนทิศเหนือ และ ใต้ ระหว่างวัสดุทึบแสง กับ โปร่งแสง

3. นำผลการทดลองที่เก็บรวบรวม มาโดยแสดงในรูปของตารางและกราฟ แล้วนำไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาระดับความสัมพันธ์ และ หาสมการเพื่อทำนายค่าอุณหภูมิภายในชั้นอากาศแต่ละชั้น
4. นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาตีความหมายเพื่อสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.6 **ผลที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ทราบถึงพฤติกรรมชั้นอากาศอากาศร้อนภายในสภาวะที่ไม่มีการถ่ายเทอากาศ
2. ทราบถึงตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนออกจากอาคารโดยที่ระดับชั้นอากาศร้อนสูงสุด ซึ่งมีอุณหภูมิภายในมากกว่าภายนอก โดยอาศัยทฤษฎีการนำความร้อน
3. ทราบถึง ความแตกต่างของประสิทธิภาพของวัสดุที่เป็นตัวนำความร้อนออก ประเภททึบแสง และ โปร่งแสง เมื่อมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนใกล้เคียงกัน
4. แนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารจริง