บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุป

จากผลการวิจัยทำให้ได้ข้อสรุปว่า ถ้าเราได้ทำความเข้าใจถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวของวัสดุที่ใช้ทำผนัง ซึ่งในที่นี้ คือมวลสาร ความหยาบของพื้นผิว สี การกระจายความร้อนของวัสดุ และตำแหน่งการติดตั้งฉนวน เราจะสามารถพิจารณาเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพอากาศเช่นในประเทศไทยที่มีความร้อนสูงตลอดทั้งวันได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะการใช้งานภายนอกอาคารกับวัสดุที่มีอุณหภูมิภายนอกที่ควรจะต่ำที่สุด อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยในครั้งนี้ยังไม่สามารถหาวัสดุที่มีอุณหภูมิผิวที่ต่ำที่สุดทั้งเวลากลางวันและกลางคืนได้ แต่ก็พอที่จะให้คำตอบได้ว่าวัสดุประเภทใดที่จะมีอุณหภูมิผิวที่ต่ำที่สุดในช่วงเวลาต่าง ๆ และเป็นแนวทางที่เลือกใช้ในการออกแบบต่อไป ดังรายละเอียดจากการวิเคราะห์ต่อไปนี้

1. ปัจจัยด้านมวลสารที่จะมีผลต่ออุณหภูมิผิวของวัสดุ

โดยทั่วไปแล้ววัสดุที่มีมวลสารมากจะมีค่าความจุความร้อนมากกว่าวัสดุที่มวลสารน้อย จากสูตร

ค่าความจุความร้อน = ความหนาแน่นของวัสดุ*ค่า Specific Heat

$$C = M / V * c$$

ในที่นี้ค่าความจุความร้อนของวัสดุที่ใช้ทดลองชนิดเดียวกัน จะมีค่าเท่ากัน ดังนั้น ค่าความจุความร้อนในที่นี้จึงแปรผันตามมวลของวัสดุเมื่อปริมาตรของวัสดุเท่ากัน และเมื่อลดปริมาตรของวัสดุหรือเพิ่มปริมาตรของวัสดุจะทำให้ค่าความจุความร้อนของวัสดุลดหรือเพิ่มตามไปด้วย

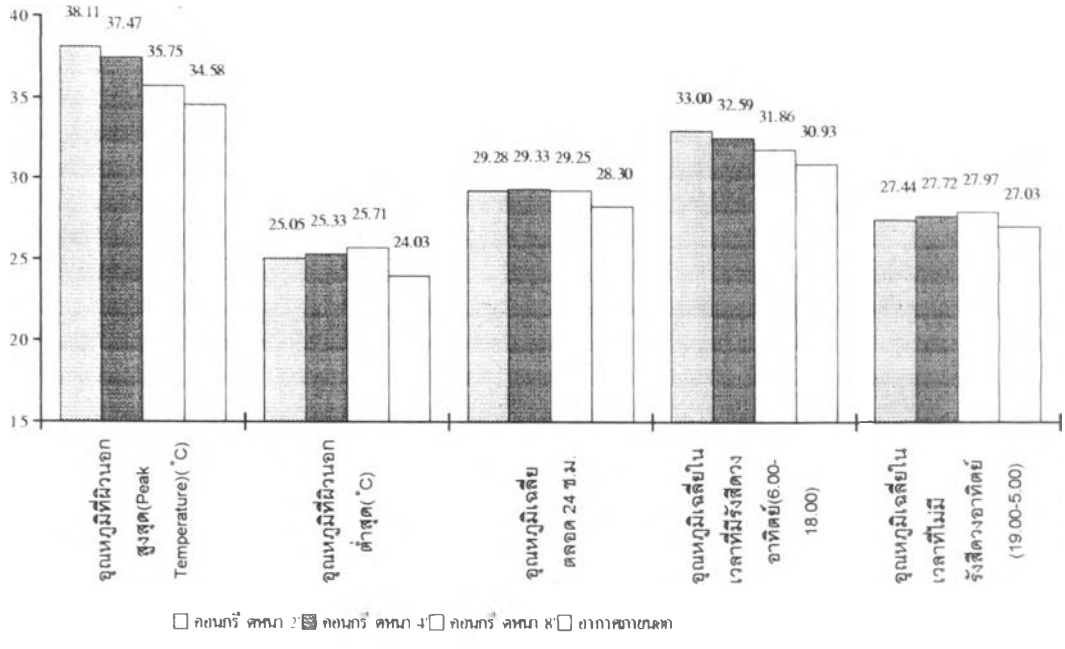
ผลการทดลองพบว่าวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนต่างกัน แต่มีความเข้มของสีและลักษณะพื้นผิวเหมือนกัน วัสดุที่มีมวลสารมากกว่า จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ผิวนอกที่ช้ากว่าและค่าแตกต่างระหว่างอุณหภูมิผิวสูงสุด และอุณหภูมิผิวต่ำสุด มีค่าน้อยกว่าวัสดุที่มีมวลสารน้อย นั่นคือผนังที่มีความหนาแน่นมาก (คอนกรีต) เมื่อเราเปลี่ยนแปลงความหนาของคอนกรีตเป็นการลดมวลสารของวัสดุ โดยที่ความหนาแน่นเท่าเดิม ผนังคอนกรีตที่บางกว่าจึงมีค่าความจุความร้อนน้อยกว่าผนังคอนกรีตที่หนากว่า

ในกรณีที่ทดสอบกับวัสดุที่มีความหนาแน่นของมวลสารมากคือ คอนกรีต เมื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายนอก คอนกรีตที่มีความหนาต่าง ๆ กัน พบว่า คอนกรีตหนา 8 นิ้ว ที่มีมวลสารมากซึ่งมีค่าความจุความร้อนมากกว่าคอนกรีตที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าคือ 2 และ 1 นิ้ว มีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ผิวภายนอกอย่างช้า ๆ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดจะน้อยกว่าคอนกรีตที่บางกว่าในเวลากลางวัน ตั้งแต่เริ่มมีรังสีจากดวงอาทิตย์คือประมาณ 6.00 น. อุณหภูมิผิวของผนังทุกความหนาจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ใกล้เคียงกันจนกระทั่งเวลา 8.00 น. ผนังคอนกรีตที่มีความหนาน้อยที่สุดก็มีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิผิวมากขึ้นเนื่องจากมีมวลสารน้อยกว่าจึงสามารถเพิ่มปริมาณความจุความร้อน (Filled up heat capacity) ได้มากกว่า ดังนั้นอุณหภูมิที่ผิวจึงสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและผนังคอนกรีตหนา 4 นิ้ว ก็มีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิที่สูงขึ้นเป็นลำดับต่อไปในเวลา 9.00 น. แต่ผนังคอนกรีตหนา 8 นิ้ว ซึ่งมีมวลสารมากที่สุดยังถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในตัวเองได้อีกเรื่อย ๆ และมีอุณหภูมิผิวต่ำที่สุดในจำนวนผนังทั้งหมด

หลังจากเวลา 13.00 น. ซึ่งเป็นเวลาที่อุณหภูมิผิวภายนอกของผนังทุกความหนาเพิ่มขึ้นสูงสุด ผนังที่มีมวลสารน้อยที่สุดคือผนังคอนกรีตหนา 2 นิ้ว เริ่มมีแนวโน้มในการลดลงของอุณหภูมิผิวภายนอกที่มากกว่า แต่ก็ยังมีอุณหภูมิสูงกว่าผนังที่มีมวลสารมากกว่า ซึ่งในขณะนี้สะสมความร้อนเอาไว้จนเกือบจะอิ่มตัว

ความร้อนที่สะสมในผนังที่มีมวลสารน้อยจะมีไม่มากเท่ากับในผนังที่มีมวลสารมาก ดังนั้นเมื่อไม่มีอิทธิพลจากดวงอาทิตย์แล้ว ผนังทุกอันจะเริ่มคายความร้อนออกสู่ภายนอก ผนังที่มีมวลสารมากที่สุดจะมีอุณหภูมิผิวสูงที่สุด จนกระทั่งรุ่งเช้าวันถัดไป

ถ้าเราเอาอุณหภูมิอากาศภายนอกเป็นจุดเปรียบเทียบจะสังเกตได้ว่าผนังคอนกรีตทั้งหมดส่วนใหญ่จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศภายนอกทั้งวัน โดยที่ผนังคอนกรีตที่มีมวลสารมากจะมีอุณหภูมิต่ำสุดในเวลากลางวันและสูงสุดในเวลากลางคืน ในทางกลับกันผนังคอนกรีตที่มีมวลสารน้อยที่สุดจะมีอุณหภูมิสูงสุดในเวลากลางวันและต่ำสุดในเวลากลางคืน



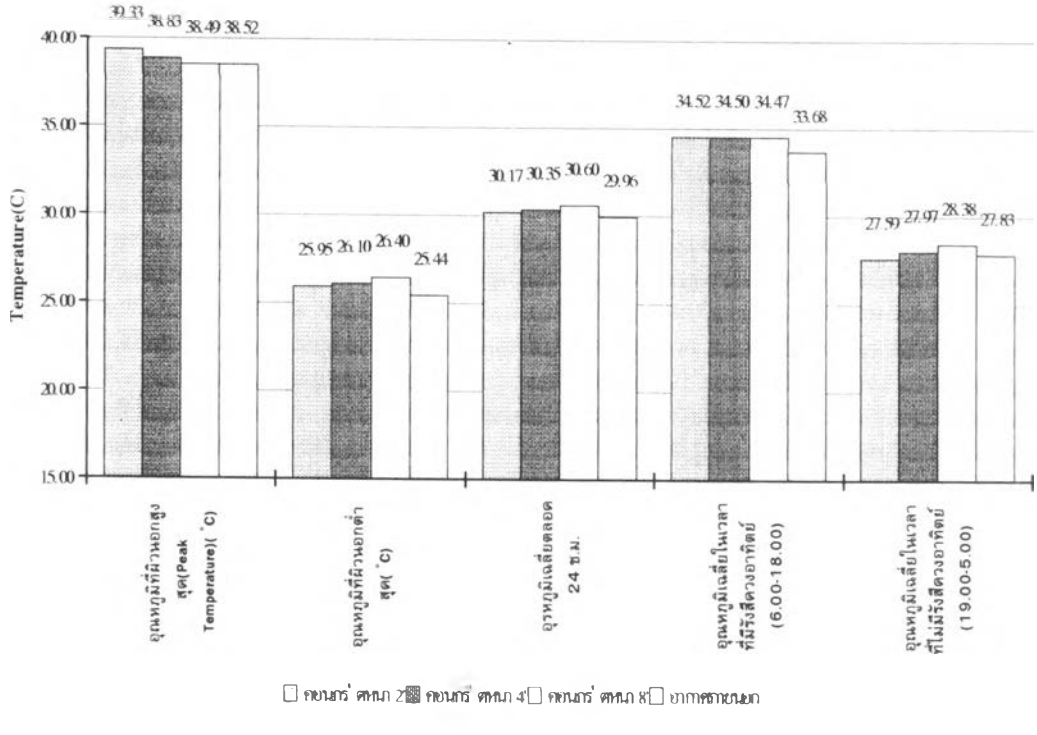
แผนภูมิที่ 67 เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผิวนอกเฉลี่ยคอนกรีตความหนาต่าง ๆกัน

เมื่อทำการทดลองในลักษณะเดียวกันในสภาวะที่มีการปรับอุณหภูมิภายในให้คงที่ ผลที่ได้มีจุดหนึ่งที่ลักษณะคล้ายกับการทดลองในสภาวะไม่ปรับอากาศ คืออุณหภูมิผิวภายนอกของวัสดุที่มีมวลสารมากจะต่ำสุดในเวลากลางวันและสูงสุดในเวลากลางคืน แต่อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิผิววัสดุมีพฤติกรรมที่แตกต่างกันออกไป

ในเวลากลางวันตั้งแต่ 6.00 น. เป็นต้นไป เมื่อมีรังสีจากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิผิวของคอนกรีตทุกความหนาจะมีอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน จนกระทั่งเวลา 11.00 น. ลำดับของอุณหภูมิผิวภายนอกของคอนกรีตทั้ง 3 ความหนา จึงเริ่มเรียงลำดับเหมือนในสภาวะ

ที่ไม่ได้ปรับอุณหภูมิภายในให้คงที่ คือคอนกรีตที่มีมวลสารน้อยที่สุดจะมีอุณหภูมิผิวสูงสุด และคอนกรีตที่มีมวลสารมากที่สุดจะมีอุณหภูมิผิวสูงสุด

จนถึงเวลา 13.00 น. อุณหภูมิผิวของคอนกรีตทั้ง 3 ความหนาก็เริ่มลดลงจนกระทั่งเวลา 18.00 น. อุณหภูมิของผนังคอนกรีตที่มีมวลสารมากที่สุดก็เริ่มแผ่รังสีความร้อนออกมา ทำให้มีอุณหภูมิผิวสูงที่สุด และคอนกรีตที่มีมวลสารน้อยจะมีอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำกว่าจนกระทั่งรุ่งเช้า

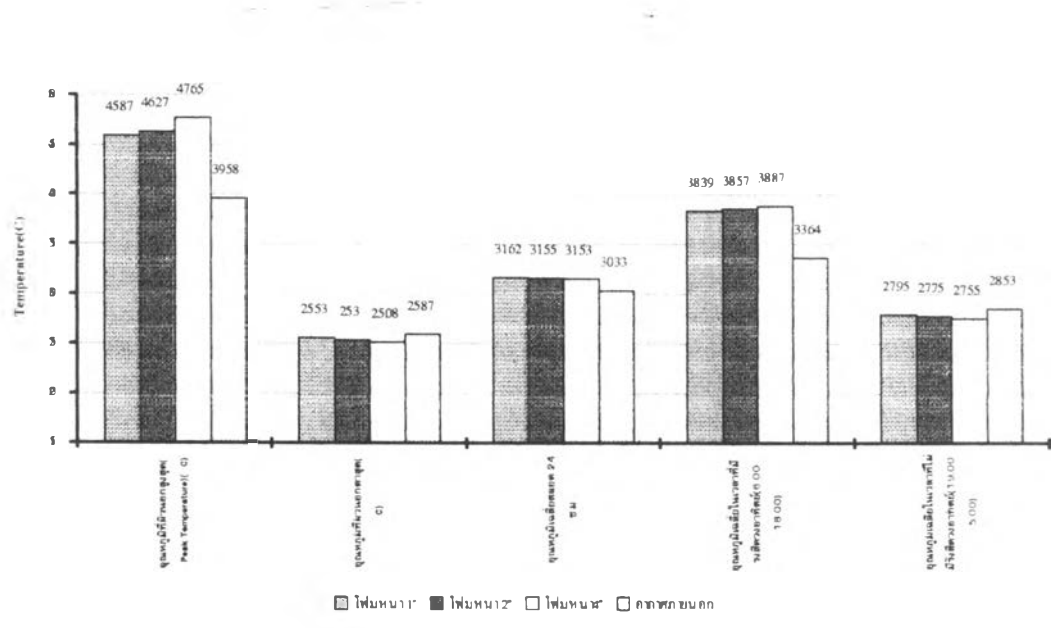


แผนภูมิที่ 68 เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผิวนอกเฉลี่ยคอนกรีตความหนาต่าง ๆกัน ในสภาวะปรับอากาศ

เป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่อทำการปรับอุณหภูมิภายในให้คงที่ ทำให้อุณหภูมิภายนอกและภายในมีค่าต่างกันมากขึ้น เป็นเหตุทำให้ความร้อนถ่ายเทเข้าสู่ภายในมวลสารของคอนกรีตแล้วจะถ่ายเทต่อเข้าไปสู่อากาศภายในอาคารได้มากกว่าในกรณีที่ไม่ได้ปรับอากาศ เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในมีมากกว่า และจากสาเหตุดังกล่าวนี้เอง ทำให้ผนังคอนกรีตสามารถถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในตัววัสดุเองได้มากขึ้นและแผ่รังสีความร้อนออกมามากเช่นในกรณีที่ไม่ได้ปรับอากาศ ค่าของอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังคอนกรีตทั้งหมดจึงมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายนอกมากกว่า และมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ตั้งแต่ 14.00 น.เป็นต้นไป ยกเว้นผนังที่มีความหนา 8 นิ้ว ซึ่งมีมวลมากจะมีอัตราการลดลงของอุณหภูมิผิวน้อยกว่าอากาศภายนอก และจะมีอุณหภูมิผิวภายนอกกลับไปสูงกว่าอากาศภายนอกอีกครั้ง จนถึงเช้าวันถัดไป

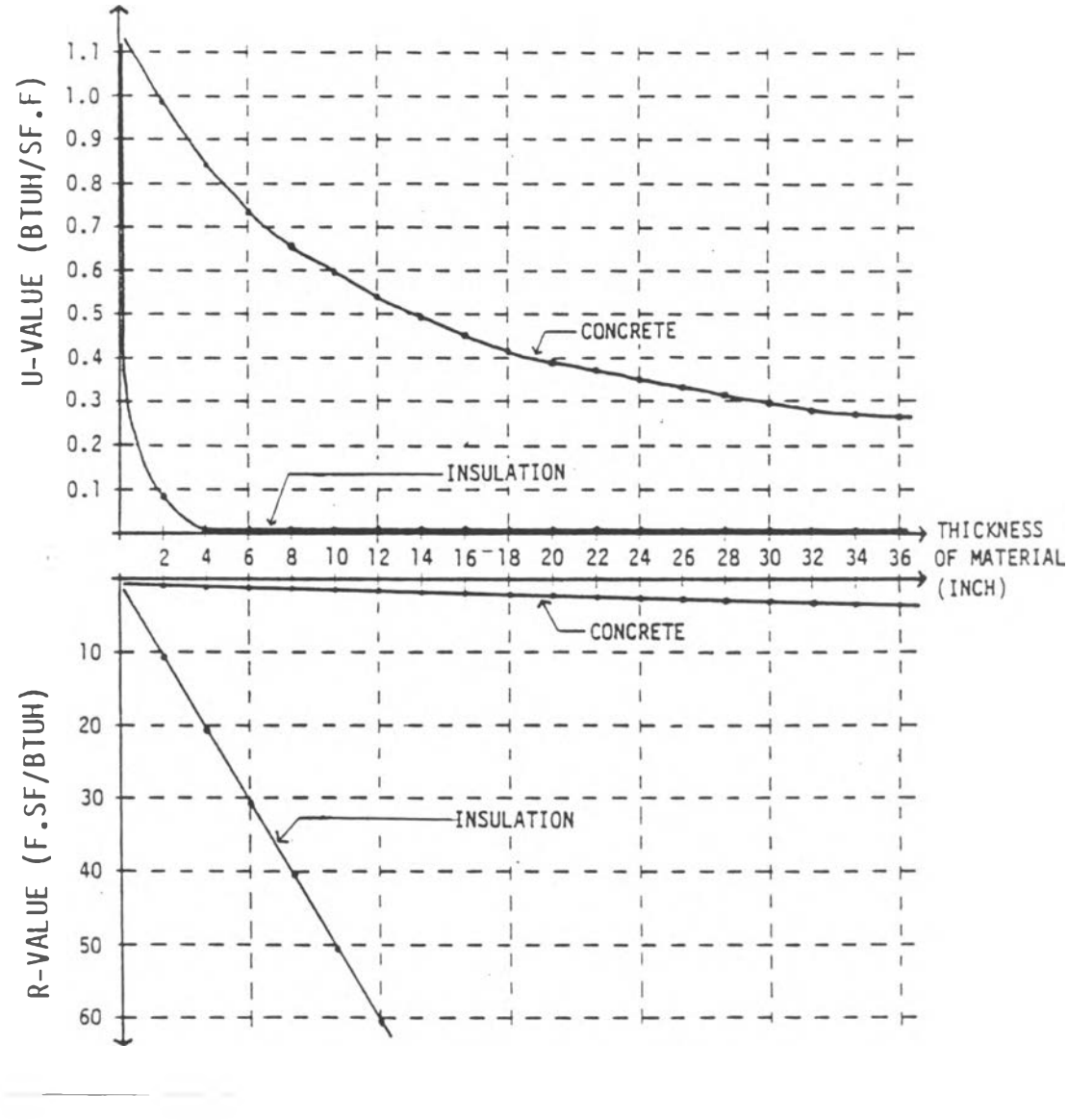
ในกรณีที่ทดสอบกับวัสดุที่มีความหนาแน่นของมวลสารน้อยคือโฟม เมื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายนอกของโฟมที่มีความหนาต่าง ๆ กัน พบว่าผลที่ได้แตกต่างจากการทดลองกับคอนกรีตอย่างมาก นั่นคือเมื่อความหนาของโฟมเพิ่มขึ้นอุณหภูมิผิวของโฟมที่มีความหนามากกว่าจะมีค่าสูงกว่าในเวลากลางวัน และต่ำกว่าในเวลากลางคืน และอุณหภูมิผิวของโฟมที่มีความหนาน้อยกว่าจะมีค่าต่ำกว่าในเวลากลางวันและสูงกว่าในเวลากลางคืน

ถึงแม้ว่าความหนาของโฟมที่เพิ่มขึ้นจะเป็นการเพิ่มมวลสารของโฟมขึ้น แต่ค่าความเป็นฉนวนของโฟมที่เพิ่มขึ้นนั้นมีอิทธิพลมากกว่า เนื่องจากมวลสารที่เพิ่มขึ้นนั้นมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าความเป็นฉนวนที่เพิ่มขึ้น



แผนภูมิที่ 69 เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผิวนอกเฉลี่ยโฟมความหนาต่าง ๆกัน.

ในที่นี้ความหนาของโฟมที่เพิ่มขึ้นแม้จะเป็นการเพิ่มมวลสารของโฟมให้มากขึ้น แต่จากคุณสมบัติของโฟมซึ่งเป็นฉนวน ความต้านทานของโฟมจะเพิ่มขึ้นตามความหนาที่เพิ่มขึ้น และความต้านทาน (R) ที่เพิ่มขึ้นนี้เมื่อเทียบกับคอนกรีตซึ่งเป็นวัสดุที่มวลสารมากกว่าเมื่อความหนาเพิ่มขึ้น โฟมเป็นวัสดุที่ค่า R เพิ่มขึ้นในอัตราส่วนที่สูงกว่าคอนกรีตมาก เมื่อค่าความต้านทานสูงขึ้นย่อมหมายถึงความร้อนที่จะถูกส่งผ่านเข้าไปภายในย่อมจะเข้าไปได้น้อยเช่นกัน ประกอบกับโฟมเป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าคอนกรีตมาก ดังนั้น ค่าความจุความร้อนของโฟมจึงน้อยกว่ามากจากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้เมื่อโฟมได้รับความร้อนจากภายนอก อุณหภูมิผิวจึงสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และอุณหภูมิผิวจะเพิ่มขึ้นเมื่อความต้านทานของโฟมเพิ่มขึ้นในขณะเดียวกันกับความหนาที่เพิ่มขึ้นด้วย



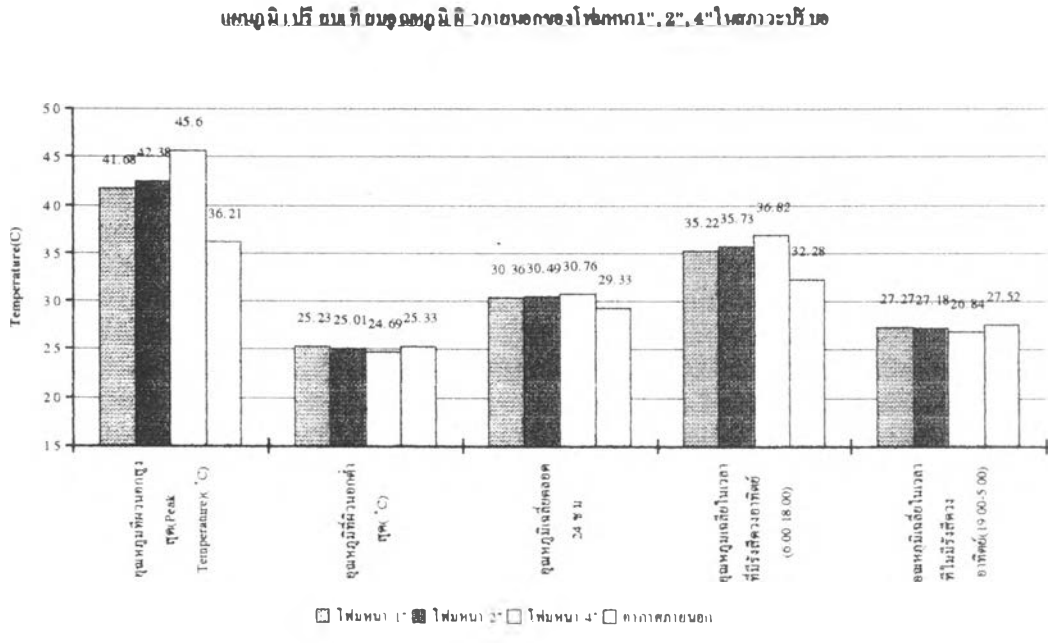
ตารางเปรียบเทียบค่าความต้านทานของโฟมที่เพิ่มขึ้น เทียบกับผนังคอนกรีต

ที่มา: Thermal Performance Simulation of Opaque Building Envelope By Kwang-Woo Kim (1984)

จากผลการทดลองที่ได้ อุณหภูมิผิวภายนอกของโฟมทั้งหมดมีค่าสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์และมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกตั้งแต่เวลา 7.00 น.เป็นต้นไป โดยช่วงอุณหภูมิสูงสุดในตอนกลางวันเวลา 12.00 น. ผนังโฟมหนา 4 นิ้ว มีอุณหภูมิสูงที่สุดและผนังโฟมหนา 1 นิ้ว น้อยที่สุด หลังจากนั้นอุณหภูมิผิวภายนอกของผนัง

โฟมทั้งหมดลดลงอย่างรวดเร็ว จนต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกตั้งแต่เวลา 17.00 น. เป็นต้นไปตลอดคืน จนกระทั่งเช้าวันรุ่งขึ้น

เมื่อทำการทดลองในลักษณะเดียวกันในสภาวะที่มีการปรับอุณหภูมิภายในให้คงที่ ผลที่ได้มีลักษณะคล้ายกับการทดลองในข้างต้นในสภาวะไม่ปรับอากาศ คืออุณหภูมิผิวภายนอกของโฟมที่มีความหนาที่สุดจะสูงสุดในเวลากลางวัน และต่ำสุดในเวลากลางคืน ส่วนอุณหภูมิของโฟมที่บางที่สุดจะมีค่าต่ำสุดในเวลากลางวันและสูงสุดในเวลากลางคืน



แผนภูมิที่ 70 เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผิวนอกเฉลี่ยโฟมความหนาต่าง ๆกัน ในสภาวะปรับอากาศ.

ด้วยเหตุผลเดียวกับการทดลองที่ทำกันกับผนังคอนกรีต คือผลต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในมีมากกว่าในสภาวะปกติ ดังนั้น การถ่ายเทความร้อนจากภายนอกจะเป็นไปได้มากขึ้นในเวลากลางวัน ความร้อนที่แผ่กลับออกมาจากผิววัสดุภายนอกจึงลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับในสภาวะที่ไม่ได้ปรับอุณหภูมิภายใน ผลที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน คือผลต่างของ

อุณหภูมิเฉลี่ยผิวภายนอกกับอุณหภูมิอากาศภายนอกโดยเฉลี่ยจะลดลง นั่นคืออุณหภูมิผิวของวัสดุมีค่าเข้าใกล้อุณหภูมิอากาศมากขึ้นทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน

เมื่อทำการทดลองกับวัสดุโดยการเปรียบเทียบกับวัสดุที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน คือ คอนกรีต คอนกรีตเบา และโฟม ซึ่งมีมวลสารมาก ปานกลาง และน้อยตามลำดับ ทั้งในสภาวะที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการทดลองที่ผ่านมา นั่นคือ วัสดุที่มีมวลสารมากซึ่งมีค่าความจุความร้อนมากกว่า วัสดุที่มีมวลสารน้อย และเมื่อมีการปรับอากาศภายในซึ่งทำให้ผลต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละวัน จะทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกลดลงกว่าปกติในเวลากลางวัน และเพิ่มขึ้นกว่าปกติในเวลากลางคืน ตามทิศทางการถ่ายเทอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลา

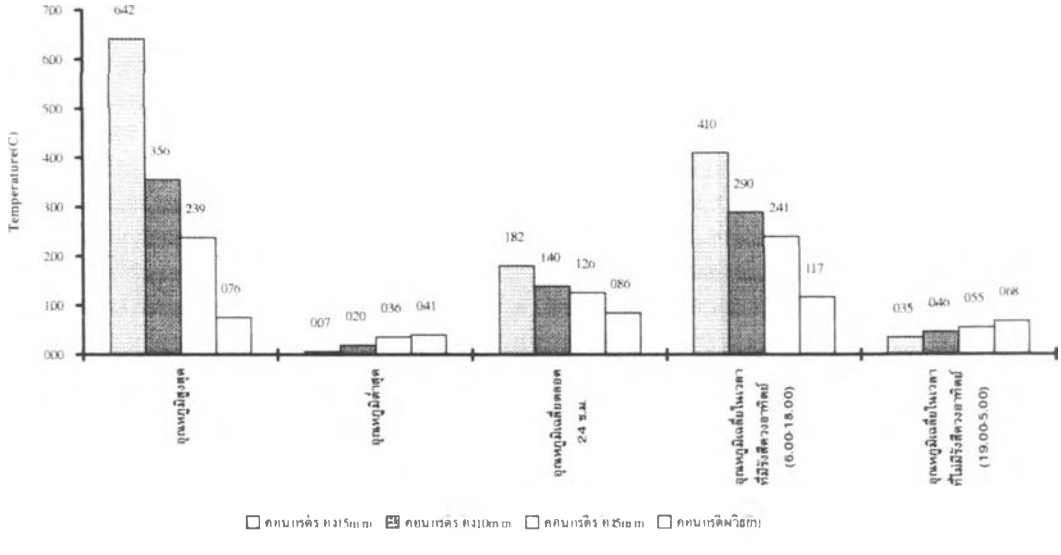
ดังนั้น ถ้าพิจารณาในแง่ของมวลสารของวัสดุ วัสดุที่มวลสารมากซึ่งมีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิที่ช้ากว่า เหมาะสมกับการใช้งานในเวลากลางวันตั้งแต่ช่วงเช้าไปจนถึงเวลาประมาณ 13.00 น. วัสดุที่มีมวลสารน้อยเหมาะสมที่จะใช้งานในเวลาตอนเย็นถึงกลางคืนโดยเฉพาะหลังเวลา 17.00 น.เป็นต้นไป

2.ปัจจัยด้านความหยาบของพื้นผิวที่มีผลต่ออุณหภูมิผิววัสดุ

จากสมการ Q = U x A x CLTD จะเห็นได้ว่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทสู่วัสดุ (Q) มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อพื้นที่ผิวในการรับความร้อนของวัสดุ (A) มีค่ามากขึ้น เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (V) และค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า (CLTD) ของวัสดุมีค่าเท่ากัน เนื่องจากเป็นวัสดุชนิดเดียวกันและอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ดังนั้น วัสดุที่มีพื้นผิวมากจะมีปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทสู่วัสดุมากกว่าวัสดุที่มีพื้นที่ผิวน้อยกว่า

จากการทดสอบกับผนังที่มีลักษณะพื้นผิวต่างกันแต่มีมวลสารและความเข้มของสีเท่ากัน พบว่าวัสดุที่มีพื้นผิวหยาบขรุขระมีลักษณะพื้นผิวที่ยื่นออกมาเป็นสันและเว้าเข้าไปเป็นร่อง ทำให้มีพื้นที่รวมมากกว่าพื้นที่เรียบในขนาดพื้นที่เท่ากัน ดังนั้น ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทสู่วัสดุผิวขรุขระจึงมีมากกว่า มีผลทำให้อุณหภูมิที่ผิววัสดุผิวขรุขระสูงกว่าวัสดุผิวเรียบในเวลาที่มีความร้อนจากแสงแดดถ่ายเทสู่วัสดุ แต่พื้นผิวที่ขรุขระในส่วนที่เว้าเข้าไปจะถูกบังแดดทำให้เกิดร่มเงาในบริเวณดังกล่าวตลอดทั้งวันทำให้อุณหภูมิในบริเวณดังกล่าวต่ำกว่า

อีกประการหนึ่ง ส่วนที่เป็นผนังผิวขรุขระที่ยื่นออกมานั้นเป็นส่วนที่มีมวลสารน้อยเมื่อเทียบกับส่วนอื่น ดังนั้น ในเหตุผลเดียวกันกับการทดสอบเรื่องมวลสารจึงทำให้พื้นผิวส่วนนี้มีอุณหภูมิสูงกว่าในเวลากลางวัน



แผนภูมิที 71 เปรียบเทียบค่าแตกต่างกับอุณหภูมิภายนอกของอุณหภูมิผิวนอกโดยเฉลี่ยคอนกรีตที่มีพื้นที่ผิวต่าง ๆกัน.

จากการเปรียบเทียบวัสดุที่มีพื้นผิวมากแตกต่างกันออกไปพบว่า เมื่อพื้นผิวเพิ่มมากขึ้นในขณะที่ผนังได้รับความร้อนอุณหภูมิผิวก็เพิ่มมาก และจะทำให้อุณหภูมิผิวสูงขึ้น แปรผันตามพื้นที่ผิวที่เปลี่ยนไป เช่นเดียวกันในเวลากลางคืนเมื่อผนังเริ่มคายความร้อนออกมาพบว่าผนังที่มีพื้นที่ผิวที่มากกว่าจะสามารถคายความร้อนออกในปริมาณที่มากกว่า จากการเปรียบเทียบผนังที่มีพื้นที่ผิวมากน้อยแตกต่างกันออกไป

เมื่อทำการทดลองในสภาวะปรับอากาศ พบว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของผนังที่มีพื้นผิวมากน้อยต่างกันทั้งหมด มีพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวภายนอกแตกต่างจากเมื่อไม่ได้ปรับอากาศ โดยที่อุณหภูมิผิวภายนอกทั้งหมดจะต่ำกว่าเมื่ออยู่ในสภาวะไม่ปรับอากาศโดยพิจารณาเปรียบเทียบจากความแตกต่างจากอุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลาเดียวกัน ส่วนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวยังอยู่ในลักษณะเดียวกันกับสภาพที่ไม่ได้ปรับอากาศ เป็นที่น่าสังเกตุอีกประการหนึ่งคือ ตั้งแต่เวลาที่ไม่มีรังสีจากดวงอาทิตย์ (19.00 - 5.00 น.) อุณหภูมิผิวภายนอกทั้งหมดของผนังทุกผนังใกล้เคียงกันมาก และเมื่อพิจารณาโดยละเอียดอุณหภูมิผิวทั้งหมดก็ยังมากน้อยแตกต่างกัน ตามลำดับ เหมือนกับในสภาวะไม่ได้ปรับอากาศ คือผนังที่มีพื้นผิวมากที่สุด มีอุณหภูมิต่ำที่สุดในเวลากลางคืนเนื่องจากการที่ช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายในอาคารทดลองต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเพิ่มขึ้นจาก 10 ชั่วโมงเป็น 16 ชั่วโมง ดังนั้นระยะเวลาที่ความร้อนถ่ายเทออกจากภายในสู่ภายนอกจึงน้อยลงเหลือเพียง 8 ชั่วโมง จึงเป็นไปได้ที่อัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวของผนังทุกผนังยังอยู่ในช่วงแรกที่มีการคายความร้อนออก โดยที่ยังเห็นได้ไม่ชัดเจน ก็ถึงเวลากลางวันที่อุณหภูมิภายนอกสูงขึ้น ทิศทางการถ่ายเทความร้อนก็เปลี่ยนไปทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกสูงขึ้นอีกครั้ง

ดังนั้น สรุปได้ว่า ผนังที่มีพื้นผิวมากมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นผนังภายนอกในเวลาที่ไม่มีอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ไปแล้ว เนื่องจากสามารถระบายความร้อนออกจากพื้นผิวได้มาก ทำให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าผนังที่มีผิวเรียบ ซึ่งผนังที่มีผิวเรียบเหมาะสมที่จะใช้งานในกลางวันที่มีอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ซึ่งมีพื้นผิวในการรับแสงอาทิตย์น้อยกว่า การปรับอากาศภายในอาคารจะช่วยให้อุณหภูมิผิวภายนอกของผนังมีอุณหภูมิต่ำลงทั้งกลางวันและกลางคืน สำหรับอาคารที่มีการปรับอากาศในเวลากลางคืน การเลือกใช้ผนังที่มีพื้นผิวแตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

3. ปัจจัยด้านการดูดกลืนความร้อนของพื้นผิวที่มีผลต่ออุณหภูมิผิววัสดุ

โดยทั่วไปวัสดุที่มีสีเข้ม ซึ่งมีอัตราส่วนของค่าการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ต่อการแผ่รังสีความร้อน (α / ε) มากกว่าวัสดุสีอ่อน จะมีอุณหภูมิที่ผิวสูงกว่า เนื่องจากมีการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ไว้มากแต่เปล่งรังสีออกมาน้อย และจากหลักการของ Sol - Air Temperature เมื่อวัสดุที่ใช้ทดสอบเป็นวัสดุชนิดเดียวกัน อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน แต่มีอัตราส่วนของค่าการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ต่อการแผ่รังสีความร้อนต่างกัน ดังนั้น Sol - Air Temperature จึงแปรผันตามอัตราส่วนดังกล่าว จากการทดสอบกับวัสดุที่มีมวลสารมากและวัสดุที่มีมวลสารน้อย พบว่าตลอดเวลาที่มีอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ (6.00 - 18.00 น.) วัสดุสีเข้มจะมีอุณหภูมิผิวสูงกว่าวัสดุสีอ่อนตลอดเวลา โดยความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดในตอนกลางวันจะมีค่ามากประมาณ 4 - 6 °C สำหรับผนังที่มีมวลสารมากและมวลสารน้อยตามลำดับ ในช่วงเวลาที่ไม่มีอิทธิพลรังสีดวงอาทิตย์ตั้งแต่เวลา 18.00 น.เป็นต้นไปจนถึง 6.00 น.วันรุ่งขึ้น อุณหภูมิผิวของวัสดุทั้งสีเข้มและสีอ่อนใกล้เคียงกันมาก แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่า ปัจจัยด้านการดูดกลืนความร้อนของพื้นผิวนั้นจะมีผลต่ออุณหภูมิผิววัสดุเมื่อมีอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์เท่านั้น

ผลการทดลองกับผนังที่มีมวลสารมาก พบว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของผนังทั้งสีเข้มและสีอ่อน สูงกว่าอุณหภูมิอากาศตลอดทั้งวัน ส่วนผนังที่มีมวลสารน้อยมีอุณหภูมิผิวภายนอกในเวลากลางวันสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกตั้งแต่เวลา 6.00 - 18.00 น. และมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศภายนอกตั้งแต่เวลาประมาณ 18.00 - 6.00 น.วันรุ่งขึ้น

เมื่อทำการทดลองในสภาวะปรับอุณหภูมิภายในอาคารทดลองด้วยเครื่องปรับอากาศ พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวของวัสดุดังกล่าว สอดคล้องกันกับเมื่อทดลองในสภาวะไม่ได้ปรับอากาศ และอุณหภูมิผิวของวัสดุทั้งสองชนิดมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงอุณหภูมิอากาศภายนอกมากขึ้น เมื่อค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในเพิ่มมากขึ้น เป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่อมีการปรับอากาศภายในอาคารแล้ว อุณหภูมิผิวภายนอกของผนังคอนกรีตสีอ่อนมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดตั้งแต่เวลา 13.00 น. จนถึงเวลาประมาณ 20.00 น. ก็เริ่มใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิของผนังสีดำ และสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในตอนรุ่งเช้าประมาณเวลา 3.00 น.เป็นต้นไป สำหรับกรณีผนังโฟมนั้น การปรับอากาศทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกของผนังโฟมสีขาวและสีดำมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกเร็วขึ้นอีกประมาณ 1 ชั่วโมง โดยเริ่มต่ำกว่าตั้งแต่เวลาประมาณ 17.00 - 6.00 น. วันรุ่งขึ้น

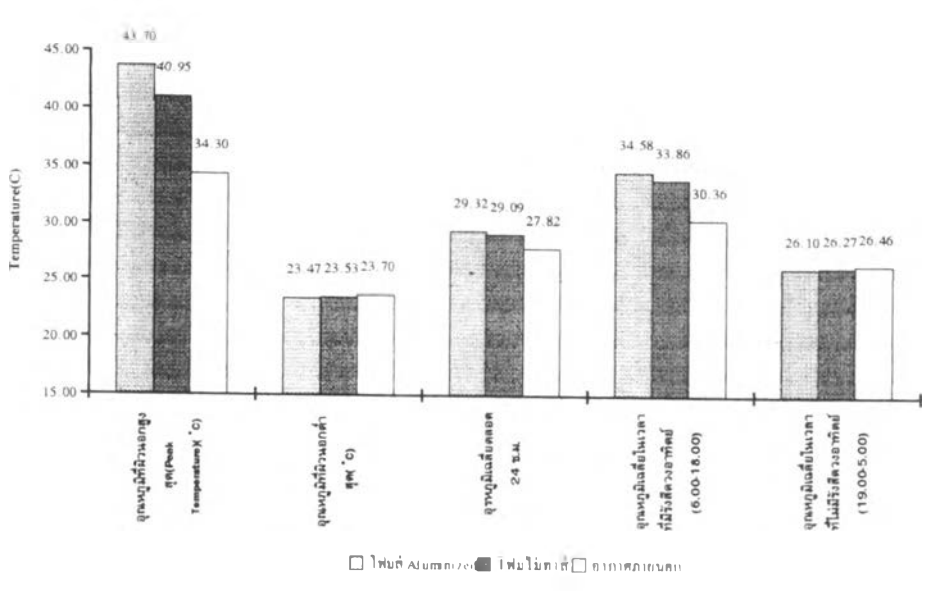
ดังนั้น สรุปได้ว่าวัสดุสีอ่อนมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นผนังภายนอกในบริเวณที่มีแสงแดดจัดตลอดวัน เนื่องจากดูดกลืนความร้อนจากแสงแดดได้น้อยทำให้อุณหภูมิที่ผิววัสดุมีความร้อนต่ำกว่าวัสดุสีเข้ม และวัสดุที่มีมวลสารมากที่มีสีอ่อนเหมาะสมที่จะใช้งานในช่วงกลางวัน ส่วนวัสดุที่มีมวลสารน้อยที่มีสีอ่อนเหมาะสำหรับใช้งานช่วงเวลาเย็น ตั้งแต่เวลาประมาณ 18.00 น.เป็นต้นไป สำหรับในกรณีอาคารปรับอากาศควรใช้วัสดุที่มีมวลสารมากที่มีสีอ่อนในเวลากลางวัน โดยเฉพาะสำหรับการใช้งานในช่วงบ่ายตั้งแต่ 13.00 น.เป็นต้นไป

4. ปัจจัยด้านการกระจายความร้อนของพื้นผิวที่มีต่ออุณหภูมิผิวของวัสดุ

จากผลการทดลองที่ได้จากการทดลองกับวัสดุที่มีมวลสารเท่ากันแต่มีลักษณะการกระจายความร้อนของพื้นผิวแตกต่างกัน พบว่าทั้งในกรณีที่ทดลองกับวัสดุที่มีมวลสารมาก และวัสดุที่มีมวลสารน้อย ผลที่ได้คือวัสดุที่มีพื้นผิวที่มีค่าการกระจายความร้อนสูงกว่า มีอุณหภูมิผิวสูงกว่าในเวลากลางวันเพราะเมื่อรังสีจากดวงอาทิตย์กระทบกับพื้นผิวแล้วจะกระจายออกมากกว่าที่จะผ่านเข้าไปสู่ภายใน ดังนั้น ความร้อนที่บริเวณผิวนอกของวัสดุจึงมีมากกว่าความร้อนที่ผ่านเข้าไปสู่ภายในตัววัสดุ ส่วนในเวลากลางคืน ผิววัสดุที่มีค่าการกระจายความร้อนสูงกว่าจะมีการแผ่รังสีความร้อนสู่ท้องฟ้าและสิ่งแวดล้อม (Long Wave Radiation) ทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกต่ำกว่า

จากการทดลองคุณสมบัติด้านการกระจายความร้อนของวัสดุ มีผลกับวัสดุที่มวลสารน้อยอย่างเห็นได้ชัดมากกว่า วัสดุที่มีมวลสารมากในเวลากลางวัน เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดของวัสดุประเภทเดียวกันที่มีค่าการกระจายความร้อนต่างกัน พบว่า วัสดุที่มีมวลสารมากมีค่าแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดน้อยกว่าวัสดุที่มีมวลสารน้อย ส่วนในเวลากลางคืน อุณหภูมิผิวภายนอกของผนังที่มีค่าการกระจายความร้อนของพื้นผิวมากกว่าจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าผนังที่มีค่าการกระจายความร้อนต่ำกว่าเล็กน้อย เมื่อพิจารณาค่าของอุณหภูมิผิวเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอก พบว่าผนังที่มีมวลสารมากมีอุณหภูมิผิวสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดวัน ไม่ว่าในกรณีที่มีค่าการกระจายความร้อนที่พื้นผิวมากหรือน้อยก็ตาม ส่วนผนังที่มีมวลสารน้อย มีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศภายนอกในตอนกลางวันตั้งแต่ 6.00 - 18.00 น. และมีอุณหภูมิผิวต่ำกว่าอากาศภายนอกในเวลากลางคืนตั้งแต่ 19.00 - 6.00 น. วันรุ่งขึ้น

ในกรณีที่มีการปรับอากาศภายในอาคารทดลองด้วยเครื่องปรับอากาศ พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังทดสอบทั้งหมดใกล้เคียงกันกับการทดลองในสภาวะไม่ได้ปรับอากาศ โดยที่ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวของผนังทดลองทั้งหมดใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายนอกมากขึ้น



แผนภูมิที่ 72 เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผิวนอกเฉลี่ยโฟมทาสีAluminizedและไม่ทาสี

ดังนั้นสรุปได้ว่า วัสดุที่มีการกระจายความร้อนสูง เหมาะที่จะใช้งานในเวลาที่ไม่มีอิทธิพลจากดวงอาทิตย์ไปแล้วโดยเฉพาะในช่วงเวลาเย็นตั้งแต่ 19.00 น. จนถึงเช้าวันรุ่งขึ้นสำหรับวัสดุที่มีมวลสารน้อย และตั้งแต่เวลาประมาณ 15.00 น.เป็นต้นไปสำหรับวัสดุที่มีมวลสารมาก

5. ปัจจัยด้านตำแหน่งการติดตั้งฉนวนที่มีต่ออุณหภูมิผิวของวัสดุ

ในการทดสอบวัสดุที่มวลสารเท่ากันแต่มีตำแหน่งของฉนวนที่ติดตั้งต่างกันคือ ภายในและภายนอก พบว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของผนังที่ติดโฟมไว้ภายนอก ขึ้นสูงกว่าผนังที่ติดโฟมภายในตั้งแต่เริ่มมีอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์หลัง 6.00 น.เป็นต้นไป และ ในช่วงบ่ายตั้งแต่เวลา 14.00 น. เมื่อแสงแดดอ่อนลงอุณหภูมิผิวภายนอกจึงลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ผนังติดโฟมภายในมีอุณหภูมิผิวภายนอกที่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดทั้งวัน ส่วนผนังที่ติดโฟมภายนอกมีอุณหภูมิผิวภายนอกลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกตั้งแต่เวลาหลัง 17.00 น.เป็นต้นไป

การที่ผนังที่ติดโฟมไว้ภายนอก มีอุณหภูมิผิวภายนอกที่สูงกว่าในเวลากลางวันเนื่องจากมวลสารที่ผิวนอกของผนังมีค่าน้อย ดังนั้น เมื่อได้รับอิทธิพลจากรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์อุณหภูมิที่ผิวจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แตกต่างจากผนังที่ติดโฟมไว้ภายในที่พื้นผิวที่สัมผัสกับรังสีจากดวงอาทิตย์เป็นส่วนที่มีค่าความจุความร้อนมากกว่าเมื่อได้รับความร้อน จึงถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในตัววัสดุมากกว่าที่จะแผ่ออกมาด้านนอกของวัสดุ

ในกรณีที่ปรับอุณหภูมิภายในให้คงที่ด้วยเครื่องปรับอากาศ พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวของวัสดุทดลองทั้งสองประเภทมีพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกับการทดลองที่ไม่ได้ปรับอุณหภูมิโดยที่ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวภายนอกของวัสดุทดลองมีค่าใกล้เคียงอุณหภูมิอากาศมากขึ้นและระยะเวลาที่ผนังคอนกรีตติดโฟมภายนอกมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเริ่มต้นเร็วขึ้นอีกประมาณ 1 ชั่วโมง คือตั้งแต่เวลา 16.00 น.เป็นต้นไปจะมีอุณหภูมิผิวภายนอกที่เย็นกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกจนกระทั่งเช้าวันรุ่งขึ้น

ดังนั้นสรุปได้ว่า ถ้าพิจารณาระหว่างผนังที่มีค่าความจุความร้อนเท่ากัน การติดตั้งฉนวนไว้ภายนอกจะดีกว่า เพราะจะทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกของอาคารเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ในช่วงเวลาเย็นประมาณ 17.00 น. เป็นต้นไปตลอดทั้งคืน ซึ่งแตกต่างกับผนังที่ติดตั้งฉนวนไว้ภายในที่อุณหภูมิผิวภายนอกสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั้งวัน

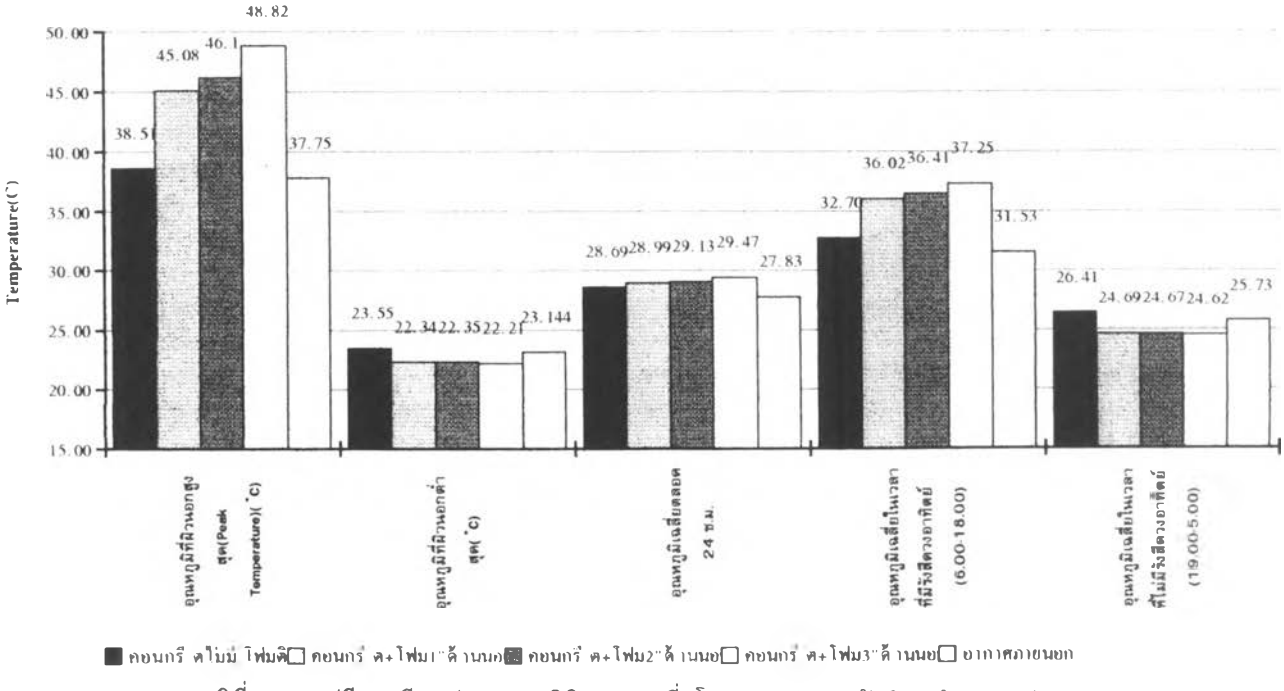
6. ผลของความหนาของฉนวนภายนอกของผนังที่ติดโฟมภายนอกเปลี่ยนแปลงไปที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวภายนอกของวัสดุ

จากผลการทดสอบผนังคอนกรีตที่มีมวลสารเท่ากันติดโฟมไว้ภายนอกหนา 1 , 2 และ 3 นิ้วตามลำดับ โดยเปรียบเทียบกับผนังคอนกรีตหนาเท่ากันที่ไม่ได้ติดโฟม พบว่า ในเวลากลางวันตั้งแต่เวลา 6.00 น.เป็นต้นไป อุณหภูมิผิวของผนังที่ติดโฟมเอาไว้ภายนอกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วโดยที่ผนังโฟมที่มีความหนา 3 นิ้ว มีอุณหภูมิผิวสูงที่สุดรองลงมาคือผนังโฟมที่มีความหนา 2 และ 1 นิ้วตามลำดับ ในขณะที่อุณหภูมิผิวของผนังคอนกรีตเพิ่มขึ้นมาอย่างช้า ๆ และมีค่าอุณหภูมิผิวต่ำที่สุดในเวลาเดียวกัน (การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิผิวในลักษณะดังกล่าวเป็นไปตามเหตุผลเดียวกันกับที่ได้เปรียบเทียบปัจจัยในด้านมวลสารของวัสดุที่ได้กล่าวไปแล้วในข้อ 1) ส่วนในเวลากลางคืนอุณหภูมิผิวของผนังคอนกรีตที่มีโฟมติดอยู่ภายนอกทั้งหมดมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก และทุกอันใกล้เคียงกันมากจนเกือบจะไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลการทดลองที่แตกต่างจากกรณีที่เปรียบเทียบของผนังโฟมล้วน ๆ ความหนาต่าง ๆ กัน วัสดุที่มีมวลสารมากติดตั้งร่วมกัน

ในการทดลองที่ปรับอุณหภูมิภายในให้คงที่ด้วยเครื่องปรับอากาศผลที่ออกมาได้สอดคล้องกับในกรณีที่ไม่ได้ปรับอากาศคือผนังโฟมภายนอกหนา 3 นิ้ว มีอุณหภูมิผิวสูงที่สุดใน

ตอนกลางวันตั้งแต่เวลา 6.00 น.และเมื่อแสงอาทิตย์อ่อนลงในตอนบ่ายตั้งแต่เวลา 13.00 น. อุณหภูมิผิวภายนอกของโฟมหนา 3 นิ้ว ลดลงอย่างรวดเร็ว จากผนังที่มีอุณหภูมิสูงสุดลงมาเป็นผนังที่มีอุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิของผนังที่ติดโฟมภายนอกทั้งหมดลดลงจนใกล้เคียงกันและใกล้เคียงกับผนังคอนกรีตผิวเรียบที่ไม่ได้ติดโฟมไว้ภายนอก โดยแตกต่างจากกรณีที่ไม่ได้ปรับอากาศซึ่งหลังจากเวลา 18.00 น.ไปแล้วอุณหภูมิผิวภายนอกของผนังติดโฟมจะต่ำกว่าผนังคอนกรีต

ดังนั้นสรุปได้ว่า จากผลการทดลองที่ผ่านมาที่เราทราบว่าการนำเอาฉนวนมาติดตั้งกับผนังที่มีมวลสารมากนั้นระหว่างติดตั้งภายนอกกับภายใน การติดตั้งฉนวนภายนอกจะทำให้ผนังมีอุณหภูมิที่สูงกว่าในตอนกลางวันและต่ำกว่าในเวลากลางคืน และจากการทดลองครั้งนี้พบว่า การติดตั้งฉนวนเพิ่มขึ้นที่ด้านนอกทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกในเวลากลางวันสูงขึ้น แปรผันตามความหนาของฉนวน แต่ในเวลากลางคืน ความแตกต่างของอุณหภูมิผิวภายนอกของความหนาโฟมแต่ละความหนามีค่าใกล้เคียงกันมาก จากการพิจารณาที่ค่า MEAN ของอุณหภูมิในช่วงดังกล่าว ในกรณีที่อาคารไม่ได้ปรับอากาศ ความแตกต่างจะเห็นได้ชัดกว่า เมื่ออยู่ในสภาวะปรับอากาศ ซึ่งไม่แตกต่างกันมากนัก

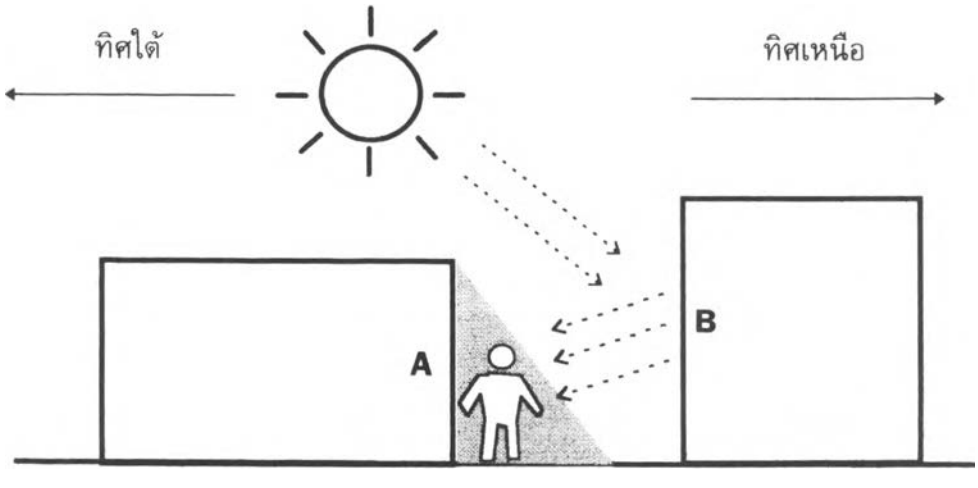


แผนภูมิที่ 73 เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผิวนอกเฉลี่ยโฟมหนาต่าง ๆกันติดผนังคอนกรีตภายนอก

ข้อเสนอแนะในการเลือกวัสดุสำหรับทำผนังสำหรับการใช้งานภายนอก

สำหรับประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อน การใช้งานภายนอกอาคารนั้นจำเป็นต้องเน้นที่สภาวะแวดล้อมที่มีความเย็น ค่า MRT (Mean Radiant Temperature)ที่ต่ำจึงเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง ในที่นี้อาจยกตัวอย่างให้เห็นได้เป็นกรณีต่าง ๆกันดังนี้

จากผลการทดลองที่ได้ทั้งหมดเป็นการทดลองผนังในด้านทิศใต้ที่ได้รับแสงแดดตลอดวัน ถึงแม้ว่าพฤติกรรมการใช้สอยภายนอกอาคารนั้น เรามักจะใช้งานในสภาวะที่ผู้ใช้ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง แต่ผลจากการแผ่รังสีความร้อนของผนังใกล้เคียงที่โดนแดดก็ยังจัดได้ว่ายังมีอิทธิพลอยู่ จากภาพประกอบที่ 26 ผู้ใช้อาคารอยู่ภายใต้ร่มเงา ทางด้านทิศเหนือของอาคาร A มุมแดดส่องไปยังผนังที่หันหน้าไปยังทิศใต้ B ที่อยู่ใกล้กัน ซึ่งผนังทิศใต้เป็นด้านที่ได้รับอิทธิพลจากแสงแดดตลอดทั้งวันมากที่สุด ในกรณีนี้ตลอดทั้งวัน ผู้ใช้อาคารจะได้รับอิทธิพลจาก MRT ในบริเวณนั้นซึ่งมีผลจากผนัง B ที่ได้รับแสงแดดนั้นทั้งวันเป็นส่วนใหญ่แม้ว่าผู้ใช้อาคารจะอยู่ใต้ร่มเงาก็ตาม

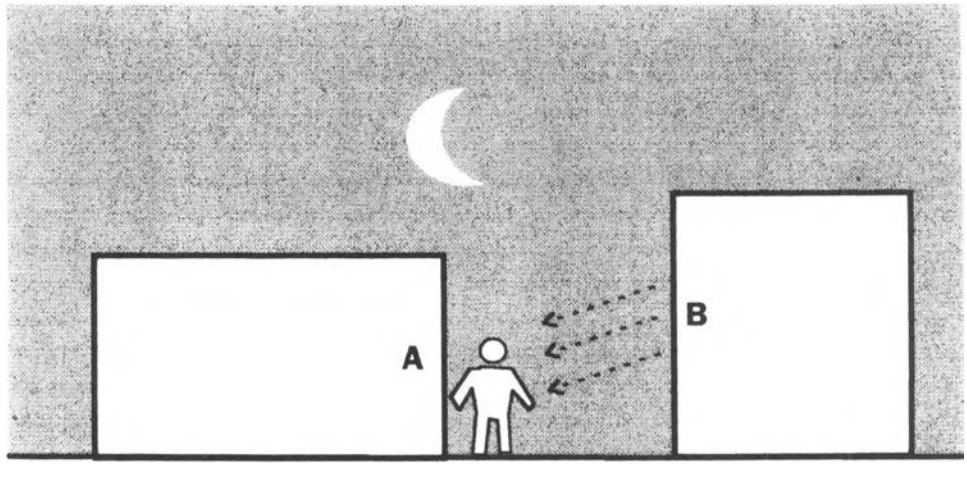


ภาพประกอบที่ 26 กรณีตัวอย่างการใช้งานจริง(1)

จากผลของการวิจัยที่ได้ทำให้เราทราบว่า เราควรเลือกใช้ผนังภายนอก B ด้วยคุณสมบัติ ต่าง ๆ ตามปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวภายนอก เพื่อให้ผนัง B มีอุณหภูมิต่ำที่สุดดังนี้

1.ถ้าการใช้งานส่วนใหญ่ในบริเวณดังกล่าวเป็นการใช้งานในช่วงเวลากลางวันตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นจนดวงอาทิตย์ดก ผนัง B ควรเป็นผนังที่มีมวลสารมาก ผิวเรียบ และสีที่ใช้ควรเป็นสีขาวหรือสีที่อ่อน ไม่ควรเป็นผนังที่มีการกระจายแสงสูง เช่น สีเงิน หรือวัสดุที่มีผิวลักษณะเดียวกันดังกล่าวอย่างเช่น ผนัง Aluminium Cladding ที่มีผิวเป็นมันวาว ถ้าผนัง B เป็นอาคาร ที่มีการติดตั้งฉนวน ควรเป็นการติดตั้งฉนวนภายในอาคาร

2. ถ้าการใช้งานส่วนใหญ่ในบริเวณดังกล่าวเป็นการใช้งานในช่วงเวลากลางคืนหรือเริ่มต้นใช้งานตั้งแต่เวลาช่วงบ่ายแก่ ๆที่อิทธิพลของแสงแดดเริ่มน้อยลงจนกระทั่งดวงอาทิตย์ตกต่อเนื่องไปตลอดคืนจนกระทั่งเช้าวันรุ่งขึ้น ผนัง B ควรเป็นผนังที่มีมวลสารน้อย ผิวเรียบและมีลักษณะการกระจายความร้อน(Emissivity)สูงอย่างเช่น ผนัง Aluminium Cladding หรือถ้าผนัง B เป็นผนังภายนอกของอาคารที่มีการติดตั้งฉนวน ควรเป็นการติดตั้งฉนวนภายนอก



ภาพประกอบที่ 26 ตัวอย่างการใช้งานจริง (2)

โดยทั่วไป การออกแบบของสถาปนิกมักจะจัดให้บริเวณที่มีการใช้สอยภายนอกอาคารเป็นบริเวณที่ได้รับร่มเงาจากตัวอาคาร โดยพิจารณาจากช่วงเวลาที่มีการใช้พื้นที่นั้น ๆ ตัวอย่างเช่น ถ้ามีการใช้งานในช่วงเวลาเช้า บริเวณที่ใช้งานควรอยู่ทางด้านทิศตะวันตก เพื่อที่เงาจากอาคารในตอนเช้าจะได้บังบริเวณที่ใช้งาน ในทำนองเดียวกัน ถ้ามีการใช้งานในช่วงเวลาบ่ายจนกระทั่งเย็น บริเวณที่ใช้งานควรอยู่ทางด้านทิศตะวันออกเพื่อที่เงาจากอาคารในตอนบ่ายจะได้บังบริเวณที่ใช้งาน จากทั้งสองกรณีที่กล่าวมานั้น เทียบได้กับผนัง A ในรูปประกอบดังตัวอย่างที่ได้กล่าวไปแล้ว ดังนั้นถ้าผนัง A เป็นผนังทิศเหนือ หรือทิศตะวันตก ควรเป็นผนังที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดในช่วงคืนที่ผ่านมา และไม่มีผลจาก การหน่วงเวลา (Time Lag) จากการที่ได้รับความร้อนในวันก่อนหน้านั้น จึงควรเป็นผนังที่มีมวลสารน้อย หรือผนังที่ติดตั้งฉนวนไว้ภายนอก และในกรณีที่ผนัง A เป็นผนังด้านทิศตะวันออกที่ได้รับแสงแดดมาตลอดช่วงเช้า และมีการใช้งานในช่วงบ่าย ต้องเป็นผนังที่อุณหภูมิผิวภายนอกสามารถเย็นลงได้อย่างรวดเร็ว จึงควรเป็นผนังที่มีมวลสารน้อย หรือผนังที่ติดตั้งฉนวนไว้ภายนอกเช่นกัน

ในกรณีการใช้งานพื้นที่ภายนอกอาคารในบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากความร้อนในช่วงบ่ายมากที่สุด คือ ผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเป็นด้านที่รับอิทธิพลจากแสงแดดด้านทิศใต้ตลอดวันเป็นส่วนใหญ่ รวมทั้งแสงแดดตอนบ่ายจากทางด้านทิศตะวันตกด้วยอีกส่วนหนึ่ง ปกติการใช้งานในบริเวณนี้ควรจะต้องอยู่ในช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดดแล้วเท่านั้น นั่นคือในตอนเช้าก่อนที่บริเวณนี้จะโดนแดดจัด และในตอนเย็นหลังจากที่ดวงอาทิตย์ตกแล้ว ดังนั้นผนังในบริเวณนี้จึงควรต้องเป็นผนังที่มีอุณหภูมิผิวต่ำในช่วงคืนที่ผ่านมา และ สามารถเย็นตัวลงได้อย่างรวดเร็วหลังจากไม่ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์แล้ว ซึ่งคุณสมบัติที่ต้องการ คือผนังที่มีมวลสารน้อย หรือ ผนังที่ติดตั้งฉนวนไว้ภายนอก

จากทุกกรณีที่ได้ยกตัวอย่างมาข้างต้น เห็นได้ว่า ในสภาวะตัวแปรที่สำคัญในการเลือกใช้วัสดุที่จะใช้ทำผนังภายนอกอาคารคือ ช่วงเวลาในการใช้งาน การใช้งานภายนอกอาคารในช่วงเวลาที่มีอิทธิพลจากดวงอาทิตย์ สิ่งที่มีอิทธิพลต่อ MRT และมีผลกับผู้ใช้งานภายนอกอาคารอย่างเห็นได้ชัดคือ ความร้อนที่แผ่ออกมาจากผนังอาคารที่ได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง (กรณีผนัง B) จากข้อสรุปที่ผ่านมา การเลือกใช้ผนังของอาคาร A นั้น ผิวนอกของอาคารควรเป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อย และในขณะเดียวกัน ผนัง B ควรเป็นผนังที่มีมวลสารมาก แต่ในทางปฏิบัติ ถ้าผนัง B เป็นผนังของอาคารข้างเคียง ที่มีมวลสารน้อย เนื่องจากมีความต้องการใช้งานในช่วงเวลาหลังจากไม่มีอิทธิพลจากดวงอาทิตย์แล้ว ย่อมส่งผลกระทบมายังผู้ใช้อาคาร A อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากผนังที่มีมวลสารน้อยขณะได้รับความร้อนจะมีอุณหภูมิผิวที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วและแผ่รังสีความร้อนออกมาทำให้ MRT ในขณะนั้นสูงขึ้น ดังนั้นปัญหาเช่นนี้เมื่อเกิดขึ้น จึงเป็นหน้าที่ของสถาปนิกที่จะต้องใช้การพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมโดยไม่มีผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมโดยส่วนรวม

อีกประการหนึ่ง การทดลองทำให้เราได้ทราบข้อเท็จจริงว่าในกรณีอาคารที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศนั้นมีผลทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกของผนังอาคารต่ำลงกว่าในกรณีที่ไม่ได้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ แต่นั่นไม่ใช่ทางออกที่ดีที่สุดที่ควรเลือกใช้เป็นประการแรก เนื่องจากไม่ใช่วิธีที่ประหยัดพลังงาน การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมที่มีอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำด้วยคุณสมบัติของวัสดุเองโดยไม่ใช้กรรมวิธีจากเครื่องมือกลใด ๆ ควรเป็นสิ่งแรกที่สถาปนิกควรคำนึงถึง และหลังจากนั้นจึงเลือกใช้การปรับอากาศซึ่งในปัจจุบันนั้นเป็นสิ่งที่ค่อนข้างจำเป็นเข้ามาเสริม ซึ่งการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมนั้นยังอาจลดปริมาณการใช้เครื่องปรับอากาศให้น้อยลงได้อีกด้วย

ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพฤติกรรมที่แตกต่างกันไปในสภาวะของอาคารปรับอากาศและไม่ปรับอากาศซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ต่างกันเนื่องจากไม่สามารถสร้างห้องทดลองที่เปรียบเทียบในสภาวะที่แตกต่างกันในเวลาเดียวกันได้ ดังนั้น ผลของการเปรียบเทียบที่ได้ออกมาอาจได้รับผลกระทบจากตัวแปรแทรกซ้อนอื่น ๆ ที่ไม่ได้คาดคิดมาก่อนซึ่งไม่เหมือนกันในแต่ละวัน ดังนั้น จึงเป็นจุดสำคัญที่ควรพิจารณาในการทำการทดลองในลักษณะเปรียบเทียบเช่นนี้ในครั้งต่อไป

2. ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะผลกระทบของผนังที่เกิดขึ้นจากปัจจัยต่าง ๆ ในด้านทิศใต้เพียงด้านเดียว ซึ่งถือว่าเป็นทิศที่มีช่วงเวลารับแสงอาทิตย์มากที่สุดตลอดทั้งวัน เมื่อเทียบกับทิศอื่น ๆ ในช่วงเวลาที่ทำการทดลองครั้งนี้ ไม่ได้เปรียบเทียบกับผลกระทบที่เกิดขึ้นในด้านอื่น ๆ ที่เหลือที่ไม่ได้โดนแสงอาทิตย์โดยตรงในขณะเดียวกัน ซึ่งการใช้งานจริงนั้นปัจจัยที่มีผลกระทบกับด้านอื่นดังกล่าวอาจจะมีผลทำให้พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวแตกต่างกันออกไปจากด้านทิศใต้ จึงเป็นเรื่องที่ควรคำนึงถึงที่จะทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวของผนังด้านที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงในขณะเดียวกันเปรียบเทียบกันไปด้วย

3. จากตัวอย่างการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับการใช้เถาไม้เลื้อยในการลดอุณหภูมิผิวของอาคารเป็นสิ่งที่น่าสนใจ และ น่าทำการศึกษาในกรณีนี้เพิ่มเติม โดยเฉพาะอิทธิพลซึ่งเกิดขึ้นจากร่มเงา และจากการระเหยของน้ำ ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานภูมิสถาปัตยกรรม