

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร และอิทธิพลของการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์สู่ผนังอาคารต่อการติดตั้งผนังกระจกเอียงทั้งทางทิศใต้และทิศเหนือ จึงทำการทดลองโดยการจำลองกล่องทดลองขึ้นในสภาพอากาศจริง ในช่วงเดือนเมษายน ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ประกอบด้วยวัตถุประสงค์ คือ

1. ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารผ่านผนังกระจก คือ
 - 1) อิทธิพลของมุมเอียงในการเอียงผนังกระจก ที่มีผลต่ออุณหภูมิภายในอาคารเปรียบเทียบกับผนังกระจกตั้งฉาก
 - 2) อิทธิพลจากคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุพื้นรอบอาคารที่มีผลต่ออุณหภูมิภายในอาคาร ได้แก่ ค่าการสะท้อนรังสี ค่าการดูดซับรังสี และค่าการคายรังสี
 2. วิเคราะห์ผลกระทบของการติดตั้งผนังกระจกเอียงในทิศเหนือและทิศใต้
 3. วิเคราะห์และเสนอแนะแนวทางของการใช้ผนังกระจกเอียงร่วมกับการออกแบบสภาพแวดล้อม และการเลือกใช้ชนิดกระจกเพื่อการใช้งานได้อย่างเหมาะสม
 4. วิเคราะห์แนวทางการใช้กระจกเอียงเพื่อลดความร้อนภายในอาคารร่วมกับความส่องสว่างที่เหมาะสมกับการใช้งานบนพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร
- แนวคิดของผู้วิจัยที่ได้ทำการวิจัยนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบผนังกระจกที่ลดการถ่ายเทความร้อนจากการหลบรังสีดวงอาทิตย์ และปรับปรุงผนังอาคารที่เป็นกระจก เพื่อช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร จากการศึกษาได้สรุปผลการทดลองและมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การทดสอบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังกระจกเอียง

จากการศึกษาอิทธิพลของมุมเอียงในการเอียงผนังกระจก ที่มีผลต่ออุณหภูมิภายในอาคารเปรียบเทียบกับผนังกระจกตั้งฉาก มีปัจจัยที่ส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อน ได้แก่ 1) ตำแหน่งของอาทิตย์ ซึ่งส่งผลให้รังสีตรงจากดวงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน และรังสีจากสภาพแวดล้อม

1. การศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังกระจกเอียง โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผนังกระจกเอียงกับผนังกระจกตั้งฉากในทิศใต้และทิศเหนือ ซึ่งอยู่ในลักษณะอยู่สูงจากพื้น และในลักษณะอยู่ในระดับพื้น สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังนี้

1) เมื่อไม่มีวัสดุพื้นอยู่ด้านหน้าผนังกระจก ทางทิศใต้ ผนังกระจกเอียง 45 องศา มีผลต่อการลดการถ่ายเทความร้อนเมื่อเทียบกับผนังกระจกตั้งฉาก โดยที่สามารถลดอุณหภูมิภายในได้เล็กน้อย ส่วนทางทิศเหนือ ผนังกระจกเอียง 70 องศา ไม่มีผลต่อการลดการถ่ายเทความร้อนเมื่อเทียบกับผนังกระจกตั้งฉาก โดยที่อุณหภูมิภายในกล่องเพิ่มขึ้นมากกว่าผนังกระจกตั้งฉาก ดังนั้น หากเป็นอาคารชั้นบนที่ไม่มีระเบียงหรือกันสาด ควรใช้ผนังกระจกเอียง 45 องศาทางทิศใต้ และใช้ผนังกระจกตั้งฉากทางทิศเหนือ

2) เมื่อมีพื้นด้านหน้าสีดำ ทางทิศใต้ ผนังกระจกเอียง 45 องศา ไม่มีผลต่อการลดการถ่ายเทความร้อน โดยที่อุณหภูมิภายในกล่องเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผนังกระจกตั้งฉาก ทางทิศเหนือ ผนังเอียง 70 องศา ไม่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเมื่อเทียบกับผนังกระจกตั้งฉาก ดังนั้น สำหรับพื้นสีดำ ควรใช้ผนังกระจกตั้งฉากทางทั้งทิศใต้และทิศเหนือ

3) เมื่อมีพื้นด้านหน้าเป็นอลูมิเนียมฟอยล์ ทางทิศใต้ ผนังกระจกเอียง 45 องศา มีผลต่อการลดการถ่ายเทความร้อนเมื่อเทียบกับผนังกระจกตั้งฉาก โดยสามารถลดอุณหภูมิภายในกล่องได้ ทางทิศเหนือ ผนังกระจกเอียง 70 องศา มีผลต่อการลดการถ่ายเทความร้อนเมื่อเทียบกับผนังกระจกตั้งฉาก โดยสามารถลดอุณหภูมิภายในกล่องได้ ดังนั้น สำหรับพื้นอลูมิเนียมฟอยล์ ควรใช้ผนังกระจกเอียง ทั้งทางทิศใต้และทิศเหนือ

4) เมื่อมีพื้นด้านหน้าเป็นสีขาว ทางทิศใต้ ผนังกระจกเอียง 45 องศา ไม่มีผลต่อการลดการถ่ายเทความร้อน โดยที่อุณหภูมิภายในกล่องเพิ่มขึ้น ทางทิศเหนือ ผนังกระจกเอียง 70 องศา ไม่มีผลต่อการลดการถ่ายเทความร้อน โดยที่อุณหภูมิภายในเพิ่มขึ้น ดังนั้น สำหรับพื้นสีขาว ควรใช้ผนังกระจกตั้งฉากทั้งทางทิศใต้และทิศเหนือ

จะเห็นได้ว่า อิทธิพลของวัสดุด้านหน้ามีผลต่อการถ่ายเทความร้อนแตกต่างกัน พื้นที่มีการสะท้อนรังสีและมีการคายความร้อนมาก ไม่ควรใช้ผนังกระจกเอียงทั้งทิศใต้และทิศเหนือ ในการทดลองนี้ พื้นอลูมิเนียมฟอยล์ไม่เรียบมันมากอาจส่งผลให้เกิดการสะท้อนรังสีแบบกระจายซึ่ง

2. การทดสอบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังกระจกเอียงจากผลกระทบของคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุพื้นหน้าอาคาร ได้แก่ ค่าการสะท้อนรังสี ค่าการดูดซับรังสี และค่าการคายรังสี โดยทดสอบกับพื้นสีดำ พื้นอลูมิเนียมพอยล์ และพื้นสีขาวเทียบกับไม่มีพื้น สรุปได้ว่า

1) เมื่อทดสอบผนังกระจกเอียง 45 องศา หันไปทางทิศใต้ ผนังที่ไม่มีพื้นด้านหน้ามีผลต่อการลดอุณหภูมิภายในสูงสุดมากที่สุด และประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อมีพื้นด้านหน้าผนังกระจก ได้แก่ พื้นสีดำด้านหน้า พื้นอลูมิเนียมพอยล์ด้านหน้า และพื้นสีขาวด้านหน้า ตามลำดับ

2) เมื่อทดสอบผนังกระจกเอียง 70 องศา หันไปทางทิศเหนือ ผนังที่ไม่มีพื้นด้านหน้ามีผลต่อการลดอุณหภูมิภายในสูงสุดมากที่สุด และประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อมีพื้นด้านหน้าผนังกระจก ได้แก่ พื้นสีดำและพื้นอลูมิเนียมพอยล์ด้านหน้า และพื้นสีขาวด้านหน้า ตามลำดับ

เพราะฉะนั้น การใช้ผนังกระจกเอียงไม่ควรมีพื้นด้านหน้าผนังกระจก หากต้องมีพื้นด้านหน้า เช่น ระเบียงหรือกันสาด ควรเลือกพื้นที่มีสีเข้ม ไม่เรียบมัน เพื่อลดการสะท้อนแสงและสะท้อนรังสีสู่ผนังกระจก

3. การทดสอบพฤติกรรมการดูดซับรังสีของวัสดุพื้นหน้าอาคาร

จากคุณสมบัติการดูดซับรังสี คือ ค่าการดูดซับรังสีของพื้นสีดำเท่ากับ 0.90 พื้นอลูมิเนียมพอยล์เท่ากับ 0.15 และพื้นสีขาวเท่ากับ 0.07 โดยพื้นสีดำเป็นตัวแทนวัสดุที่มีค่าการดูดซับรังสีมาก และพื้นสีขาวเป็นตัวแทนวัสดุที่มีค่าการดูดซับรังสีน้อย เทียบกับพื้นอลูมิเนียมพอยล์ สรุปได้ว่า ค่าการดูดซับรังสีแสดงถึงความสามารถที่ทำให้อุณหภูมิผิวของวัสดุสูงขึ้น ยิ่งมากผิวของวัสดุยิ่งร้อนจึงควรเลือกวัสดุที่มีค่าการดูดซับรังสีต่ำ เพื่อลดความร้อนที่เกิดขึ้น

สำหรับประเทศไทยโดยเฉพาะที่กรุงเทพมหานคร (14°N) นั้น ในฤดูร้อนทิศเหนือได้รับรังสีความร้อนมากกว่าทิศใต้ ประมาณ $\frac{1}{2}$ เท่า และในฤดูหนาวทิศใต้ได้รับรังสีความร้อนมากกว่าทิศเหนือ 8 เท่า ช่วงเวลาที่ทำการศึกษาทดสอบเป็นเดือนเมษายน – พฤษภาคม ซึ่งดวงอาทิตย์มีเส้นทางอ้อมไปทางทิศใต้ – เหนือเล็กน้อย เกือบตั้งฉากในช่วงเที่ยงวัน รังสีดวงอาทิตย์จึงมีอิทธิพลต่อผนังทางด้านทิศใต้และเหนือไม่มากนัก ส่งผลให้อุณหภูมิที่เกิดขึ้นเป็นไปตามที่ได้สรุปไว้ข้างต้น

5.1.2 การตรวจสอบความส่องสว่างภายในอาคาร

การตรวจสอบความส่องสว่างภายในอาคาร ทำโดยการจำลองโมเดลในโปรแกรม 3dsMax และวัดค่าความส่องสว่างบนพื้นที่ใช้งาน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผนังกระจกตั้งฉากให้ปริมาณแสงเข้าสู่ภายในห้องมากเกินไป แม้มีการปรับเปลี่ยนสีภายในของห้องเพื่อลดการสะท้อน แสงสว่างที่เกิดขึ้นภายในห้องยังสว่างมากไม่สามารถใช้งานได้ ควรปรับเปลี่ยนให้ผนังกระจกตั้งฉากมีค่าการส่องผ่านของแสง (visible light transmittance, VT) ต่ำ เพื่อลดปริมาณแสงที่จะเข้าสู่ภายใน การเลือกใช้วิธีการติดฟิล์มกรองแสงจะช่วยลดปริมาณแสงที่เข้ามา ทำให้แสงภายในห้องมีความสม่ำเสมอมากขึ้น นอกจากนี้ยังควรคำนึงถึงสัมประสิทธิ์การบังแดด (shading coefficient, SC) ต่ำ และค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อน (U-value) ที่ต่ำอีกด้วย เพื่อลดความร้อนจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ และลดความร้อนที่ผ่านเข้ามาที่จะมีผลทำให้อุณหภูมิภายในห้องสูงขึ้น

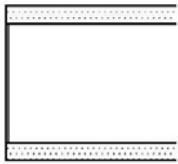
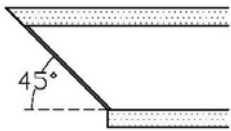
2. ผนังกระจกเอียงให้ปริมาณแสงเข้าสู่ภายในห้องค่อนข้างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะการใช้สีภายในสีเทา ทำให้ความส่องสว่างภายในสามารถใช้งานได้ แต่เพียงส่วนหนึ่งของห้องเท่านั้น การปรับปรุงสีโดยใช้สีเข้มในพื้นที่ด้านหน้าภายในห้องจะช่วยลดความจ้าและลดการกระจายแสง ทำให้ความสว่างที่เกิดขึ้นบริเวณหน้าผนังกระจกลดลงและพอเหมาะมากขึ้น และการใช้สีขาวในส่วนลึกสุดของภายในห้องจะช่วยกระจายแสงในส่วนที่แสงเข้าถึงได้ยาก ทำให้ภายในสว่างขึ้นอีกด้วย

5.2 แนวทางการประยุกต์ใช้

กรณีอาคารที่ไม่มีการปรับอากาศ การติดตั้งผนังกระจกเอียงสามารถลดการถ่ายเทความร้อนได้ด้วยการพิจารณาการใช้งานร่วมกับวัสดุอาคาร ซึ่งต้องคำนึงถึงคุณสมบัติทางความร้อน โดยเลือกวัสดุที่มีการสะท้อนแสงและรังสีน้อย และไม่คายความร้อนออกมามาก เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนจากแสงและรังสีที่เข้าสู่ผนังกระจก ส่วนการปรับปรุงความส่องสว่างนั้น ให้พื้นที่ใกล้เคียงผนังกระจกใช้สีภายในสีเข้ม และให้พื้นที่ในส่วนลึกของห้องใช้สีภายในสีอ่อน ช่วยสร้างความสม่ำเสมอของแสงได้ จึงได้เสนอตารางการประยุกต์ใช้แสดงความเหมาะสมของการติดตั้งผนังกระจกและแสดงภาพการใช้สีภายใน เพื่อเป็นทางเลือกในการออกแบบและปรับปรุงอาคาร ดังนี้

ตารางที่ 5.1

การประยุกต์ใช้ผนังกระจกใสทางทิศใต้ และระดับความเหมาะสม

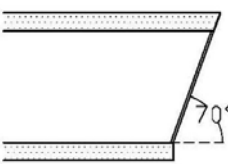
การใช้งาน	ทิศใต้							
								
	ไม่มีพื้น	พื้นดำ	พื้นอลูมิเนียมพอยล์	พื้นขาว	ไม่มีพื้น	พื้นดำ	พื้นอลูมิเนียมพอยล์	พื้นขาว
ชั้นบนไม่มีระเบียงหรือกันสาด	2	-	-	-	1	-	-	-
ชั้นบนมีระเบียงหรือกันสาด	-	1	4	5	-	2	3	6
ชั้นล่าง	-	1	4	5	-	2	3	6
ผนังเอียง	-	-	-	-	1	2	3	4

ระดับความเหมาะสมในการใช้งาน ต่ำสุด = 6 และสูงสุด = 1

หมายเหตุ: ในช่วงเดือนเมษายน – พฤษภาคม เส้นทางดวงอาทิตย์อ่อนเหนือ - ได้เล็กน้อยเกือบตั้งฉาก

ตารางที่ 5.2

การประยุกต์ใช้ผนังกระจกใสทางทิศเหนือ และระดับความเหมาะสม

การใช้งาน	ทิศเหนือ							
								
	ไม่มีพื้น	พื้นดำ	พื้น อลูมิเนียม พอยล์	พื้นขาว	ไม่มีพื้น	พื้นดำ	พื้น อลูมิเนียม พอยล์	พื้นขาว
ชั้นบนไม่มีระเบียงหรือ กันสาด	1	-	-	-	2	-	-	-
ชั้นบนมีระเบียงหรือ กันสาด	-	2	4	6	-	1	3	5
ชั้นล่าง	-	4	2	1	-	4	3	2
ผนังเฉียง	-	-	-	-	1	2	3	4

ระดับความเหมาะสมในการใช้งาน ต่ำสุด = 6 และสูงสุด = 1

หมายเหตุ: ในช่วงเดือนเมษายน – พฤษภาคม เส้นทางดวงอาทิตย์อ้อมเหนือ - ได้เล็กน้อยเกือบตั้งฉาก

ภาพที่ 5.1

การใช้สีภายในเพื่อปรับปรุงความส่องสว่าง



5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การประยุกต์ใช้หรือออกแบบผนังกระจกเอียงเพื่อหลบแสงตรงจากดวงอาทิตย์ ควรมีการศึกษาสภาพแวดล้อมบริเวณรอบอาคาร เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์อิทธิพลรังสีจากสภาพแวดล้อมต่อผนังของอาคาร
2. การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการทดลองโดยจำกัดช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล ทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่ครอบคลุมทั้งปี ดังนั้น ควรทำการทดลองโดยเพิ่มในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์อ้อมเหนือและอ้อมใต้มากที่สุด ได้แก่ เดือนมิถุนายนและเดือนธันวาคม
3. จากการทดลองและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผนังกระจกเอียงต่อการถ่ายเทความร้อนเมื่อเทียบกับผนังกระจกตั้งฉาก ควรเพิ่มการศึกษาในองศาเอียงอื่น ๆ เพิ่มเพื่อสรุปประสิทธิภาพในการเอียงผนังหลบแสงตรงดวงอาทิตย์ได้มากขึ้น
4. การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีการทดลองส่วนหนึ่งที่ใช้โปรแกรมจำลองในการสร้างข้อมูล ดังนั้น ควรมีการทดสอบกับสภาวะจริงเพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับการใช้งาน
5. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในแง่การใช้งานร่วมกับแสงประดิษฐ์ภายในอาคารร่วมกับการใช้แสงธรรมชาติ และมีการวิเคราะห์ทางด้านพลังงานภายในอาคารเพิ่มเติม