

# การเพิ่มสมรรถนะเชิงอุณหภาพของหลังคา โดยใช้ผิวเคลือบสะท้อนความร้อน

ดร.พัฒนะ รักความสุข  
สายวิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะพลังงานและวัสดุ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

**บทนำ**  
**ห** ลังคาของอาคารเป็นส่วนที่ได้รับความนิยมโดยตรงจากรังสีอาทิตย์ตลอดทั้งวัน การเพิ่มสมรรถนะเชิงอุณหภาพของหลังคาด้วยการลดความร้อนที่ถ่ายเทผ่านหลังคา ช่วยส่งผลดีต่อการลดภาระการทำ ความเย็นในระบบปรับอากาศ การเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์ (Solar reflectance) และค่าการคายความร้อน (Thermal emissivity) สูงๆ เคลือบบนผิวของหลังคา เพื่อสะท้อนรังสีอาทิตย์เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงวิธีหนึ่งในการเพิ่มสมรรถนะเชิงอุณหภาพของหลังคา

“เซรามิกโค้ตติ้ง (Ceramic coating)” เป็นชื่อที่รู้จักกันดีในเชิงพาณิชย์ และมีใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทยในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา จัดเป็นผิวเคลือบสะท้อนความร้อน (Thermoreflective coating) ชนิดหนึ่ง รูปที่ 1 แสดงความเข้มของรังสีอาทิตย์ (Solar irradiance) ที่ Air mass 1.5 และ สมบัติในการ

สะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของผิวที่เคลือบด้วยเซรามิกโค้ตติ้ง ที่ความยาวคลื่นตั้งแต่ 190 นาโนเมตร ถึง 2100 นาโนเมตร จะสังเกตเห็นว่าผิวเคลือบเซรามิกโค้ตติ้งมีความสามารถในการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดีมากตลอดทั้งช่วงคลื่นของรังสีอาทิตย์โดยมีค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์ (Solar reflectance) ที่คำนวณตามวิธีมาตรฐาน JIS R3106 สูงถึง 93% นอกจากนี้ ผิวเคลือบเซรามิกโค้ตติ้งมีค่าการคายความร้อน (Thermal emissivity) สูงถึง 0.92<sup>1</sup> ซึ่งมีส่วนช่วยเสริมให้การระบายความร้อนจากหลังคาสู่ท้องฟ้าโดยการแผ่รังสี (Thermal radiation) มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

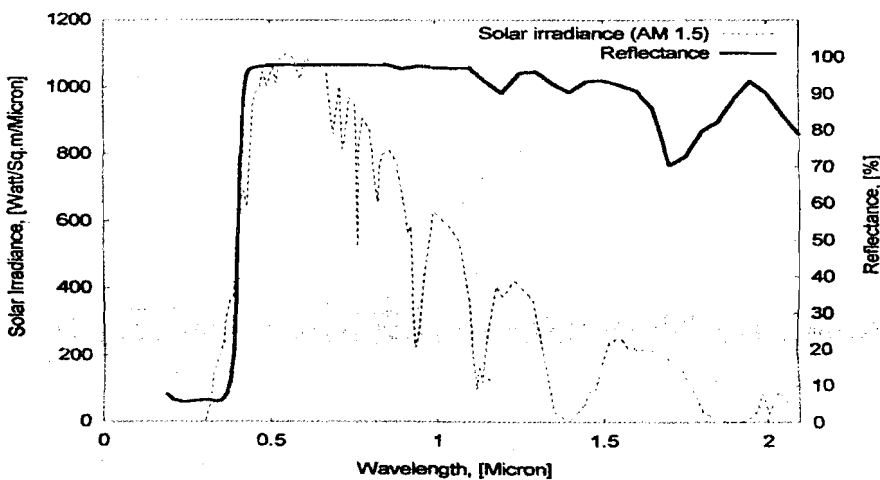
บทความนี้รายงานผลการศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิของหลังคา และการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของอาคารหลังหนึ่ง ในสภาวะก่อนและหลังการเคลือบผิวหลังคาด้วยเซรามิกโค้ตติ้งสีขาว ผลการศึกษานำไปประกอบการพิจารณาการใช้เซรามิกโค้ตติ้งเพื่อการประหยัดพลังงาน

## การดำเนินการทดสอบ

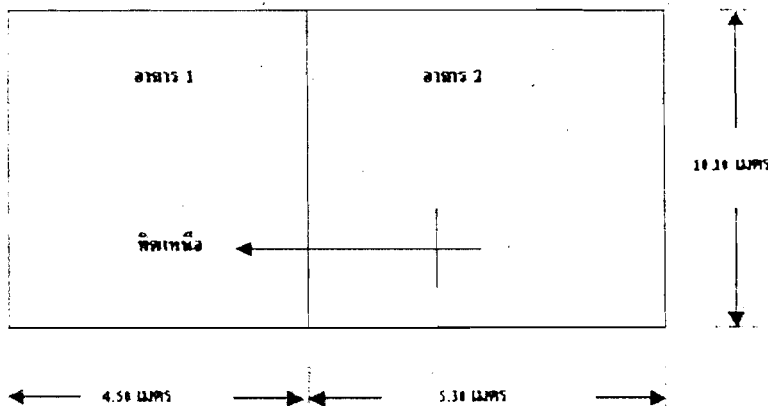
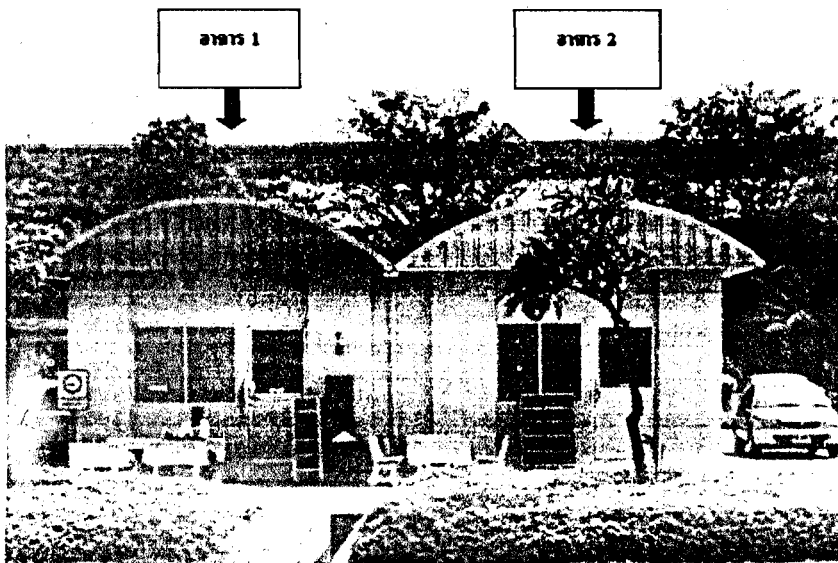
รูปที่ 2 แสดงภาพอาคารที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งเป็นอาคารรับอากาศชั้นเดียว 2 หลัง ที่สร้างติดกัน ซึ่งจะเรียกว่า อาคาร 1 และอาคาร 2 ตามลำดับ หลังคาของอาคารทั้งสองมีลักษณะเป็นหลังคาโค้ง ทำด้วยโลหะ (Zinc-Aluminum Metal Sheet) เพดานภายในอาคารสร้างด้วยแผ่นฉนวนยิปซัมหนา 9 มม วางบนโครงคร่าว T-Bar อาคารแต่ละหลังติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาด 35,300 Btu/hr จำนวน 2 เครื่อง

อาคาร 2 ถูกเลือกเป็นอาคารที่ใช้เพื่อทดสอบผลของเซรามิกโค้ตติ้ง โดยจะทำการวัดอุณหภูมิผิวหลังคาอุณหภูมิอากาศภายนอก และภายในอาคาร และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบปรับอากาศของอาคาร 2 ในสภาวะก่อนและหลังเคลือบผิวด้านนอกของหลังคาด้วยเซรามิกโค้ตติ้ง นอกจากนี้ เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างชัดเจนของอุณหภูมิผิวหลังคาที่เคลือบ และไม่เคลือบด้วยเซรามิกโค้ตติ้ง คณะผู้วิจัยได้ติดตั้งสายวัดอุณหภูมิได้ผิวหลังคาอาคาร 1 ซึ่งเป็นอาคารที่จะไม่มีการเคลือบหลังคาด้วยเซรามิกโค้ตติ้งตลอดช่วงที่ทำการศึกษา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกเป็นช่วงการเก็บข้อมูลสภาวะก่อนเคลือบหลังคาด้วยเซรามิกโค้ตติ้งตั้งแต่วันที่ 7 มีนาคม 2544 ถึง 16 มีนาคม 2544 และช่วงที่สองเป็นช่วงการเก็บข้อมูลสภาวะหลังการเคลือบหลังคา ตั้งแต่วันที่ 26 มีนาคม 2544 ถึง 1 เมษายน 2544

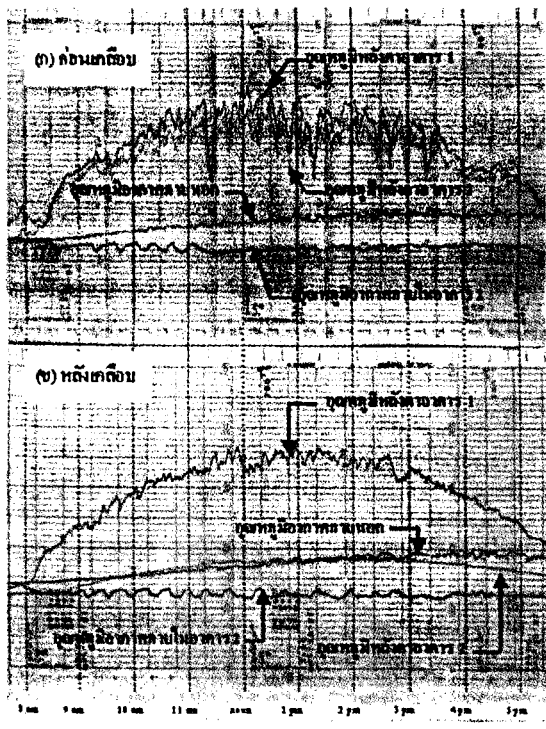
เนื่องจาก ข้อมูลที่จะนำมาเปรียบเทียบเพื่อแสดงอิทธิพลของเซรามิกโค้ตติ้งเป็นข้อมูลจากช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ดังนั้น เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบข้อมูลต่อกันได้ จึง



รูปที่ 1 ค่าสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของผิวเคลือบเซรามิกโค้ตติ้งสีขาวที่ความยาวคลื่นต่างๆ และค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์ที่ Air mass 1.5 สมบัติสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ



รูปที่ 2 อาคารที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 3 อุณหภูมิหลังคา อุณหภูมิอากาศภายใน และอุณหภูมิอากาศภายนอก ก่อน และหลังเคลื่อนด้วยเซรามิกโค้ดตั้ง

ข้อมูลรังสีอาทิตย์ที่ใช้ในการพิจารณาเป็นข้อมูลที่ได้จากการฟ

เลือกเฉพาะข้อมูลที่ได้จากวันที่มีปริมาณรังสีอาทิตย์ และอุณหภูมิอากาศใกล้เคียงกันมากที่สุด<sup>2</sup> ซึ่งได้แก่ วันที่ 16 มีนาคม 2544 และวันที่ 28 มีนาคม 2544 มาพิจารณาใช้เป็นข้อมูลตัวแทนของสภาวะก่อนและหลังการเคลือบผิวหลังคาอาคาร 2 ด้วยเซรามิกโค้ดตั้งตามลำดับ ผลการวัดอุณหภูมิผิวหลังคาอาคาร อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารและอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร 2 ทั้งสองวันดังกล่าว แสดงได้ดังรูปที่ 3 ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์และสรุปผล ดังจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

ผลการศึกษา

1. ผลของเซรามิกโค้ดตั้งต่ออุณหภูมิหลังคาจากรูปที่ 3(ก) จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิหลังคา ก่อนการเคลือบผิวด้วยเซรามิกโค้ดตั้งมีการแปรเปลี่ยนในรูปแบบเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์รังสีอาทิตย์ จากกล่าวได้ว่าอุณหภูมิหลังคาเป็นสัดส่วนกับฟลักซ์รังสีอาทิตย์ ก่อนการเคลือบ อุณหภูมิหลังคาอาคาร 1 สูงกว่า อุณหภูมิหลังคาอาคาร 2 โดยเฉลี่ยประมาณทั้งนี้ เนื่องจากอาคาร 1 สร้างก่อนอาคาร 2 ประมาณ 5 ปี อันเป็นผลให้การเสื่อมสภาพของผิวหลังคาอาคาร 1 มีมากกว่าอาคาร 2 ทั้งนี้ จะเห็นชัดจากความเป็นมันวาวของหลังคาอาคาร ณ สถานที่จริง

จากรูปที่ 3(ข) จะเห็นได้ว่าภายหลังการเคลือบหลังคาอาคาร 2 มีอุณหภูมิลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิผิวหลังคาอาคาร 1 ที่ไม่ได้เคลือบอย่างเห็นได้ชัดเจน อุณหภูมิสูงสุดของหลังคาอาคาร 2 ต่ำกว่าของอาคาร 1 ถึงประมาณ 36°C นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิหลังคาอาคาร 2 มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายนอก และในบางช่วงเวลากลับคือ ประมาณตั้งแต่ 14:00 น. ถึง 09:00 น. ของวันรุ่งขึ้น อุณหภูมิหลังคาอาคาร 2 มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ทั้งนี้ เป็นผลโดยตรงจากการที่เซรามิกโค้ดตั้งมีค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์ และค่าการคายความร้อนที่สูง ซึ่งจะช่วยสะท้อนความร้อนส่วนใหญ่

ที่ได้รับโดยตรงจากรังสีอาทิตย์ในช่วงเวลา กลางวัน พร้อมกับคายความร้อนที่สะสมอยู่ ในระบบหลังคาออกสู่ท้องฟ้าได้ดีโดยการแผ่ รังสี การที่อุณหภูมิหลังคาลดลงจะส่งผลดี ต่อการลดความร้อนที่ถ่ายเทผ่านหลังคาสู่ภายในอาคาร

2. ผลของเซรามิกโค๊ดติ่งต่อการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ

อุณหภูมิภายในอาคาร 2 มีการควบคุมไว้ที่ 25°C ด้วยเทอร์โมสแตท (Thermo stat) ที่ติดตั้งอยู่กับระบบปรับอากาศจากการตรวจสอบเบื้องต้นพบว่าเทอร์โมสแตทมีช่วงกว้างของฮิสเทอรีซิส (Hysteresis) ประมาณ 2°C กล่าวคือ เครื่องคอมเพรสเซอร์ (Compressor) ของระบบปรับอากาศเริ่ม และหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิอากาศภายในอาคารมีค่า 26°C และ 24°C ตามลำดับ ดังนั้น เส้นกราฟอุณหภูมิภายในอาคารสามารถใช้เป็นเครื่องชี้สถานะการทำงานของคอมเพรสเซอร์ได้

จากผลการวัดดังแสดงในรูปที่ 3(ก) และ 3(ข) สามารถนำมาเพื่อเปรียบเทียบสภาวะการทำงานของระบบปรับอากาศก่อน และหลังการเคลือบหลังคาอาคาร 2 ด้วยเซรามิกโค๊ดติ่ง จะเห็นได้ว่าภายหลังจากการเคลือบความถี่ในการเริ่ม-หยุดทำงานของคอมเพรสเซอร์มีมากขึ้น ซึ่งหมายความว่าจำนวนชั่วโมงการทำงานของคอมเพรสเซอร์ลดลง ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้า (Electrical energy,kWh) ที่ใช้กับระบบปรับอากาศของอาคาร 2 มีค่า 60.3 กิโลวัตต์-ชั่วโมงก่อนการเคลือบ และมีค่า 50.4 กิโลวัตต์-ชั่วโมงหลังการเคลือบ ซึ่งคิดเป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศลดลงจากเดิมร้อยละ 16.4

บทสรุป

จากสมบัติในการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตลอดย่านคลื่นของรังสีอาทิตย์ และการคายความร้อนก็มีค่าสูง ทำให้เซรามิกโค๊ดติ่งจัดเป็นวัสดุเคลือบผิวเพื่อสะท้อนความร้อน

ที่ชนิดหนึ่งและเหมาะแก่การนำมาใช้เพื่อลดความร้อนที่เข้าสู่อาคาร ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การใช้เซรามิกโค๊ดติ่งสามารถลดอุณหภูมิหลังคา โดยผลแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดของหลังคาระหว่างกรณีก่อนเคลือบและหลังเคลือบมีค่าประมาณ และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศลงได้ประมาณร้อยละ 16.4

กติกกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท แมททีเรียล อิงพลาย อินเตอร์เนชันแนล จำกัด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้ตัวอย่างเซรามิกโค๊ดติ่ง และช่วยดำเนินการติดตั้ง เครื่องมือวัดอุณหภูมิทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผศ.ดร.วิชัย ขามประกาย สายวิชาภาคโกลบอลพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ จีออราเออโรอิมูรัรังสีอาทิตย์มาประกอบการศึกษา

สภาวะแวดล้อมของบ้านกับการประหยัดพลังงาน

การปรับปรุงภายนอกตัวบ้าน สามารถทำได้ง่าย ๆ ดังนี้

- ปลุกต้นไม้ทรงสูงเพื่อบังแสงอาทิตย์ โดยที่จะต้องให้มีกระแลลมเย็นพัดผ่านได้พุ่มใบในความเร็วที่พอเหมาะเพื่อลดอุณหภูมิภายนอกใกล้บริเวณบ้าน และป้องกันลมร้อนพัดผ่านเข้าตัวบ้านมากเกินไป โดยควรปลุกต้นไม้ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก
- ควรเลือกชนิดต้นไม้ที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นร่มเงาที่มีอยู่ตามท้องถิ่น เช่นต้นปับ ต้นอินทนิล ต้นสัตบัน ต้นสุพรรณนิกา เป็นต้น เพื่อลดการให้ปุ๋ย ยฆ่าแมลง การดูแลรักษา เนื่องจากต้นไม้เหล่านี้มีความเคยชินกับสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศในประเทศไทยอยู่แล้ว
- นำหลักภูมิสถาปัตย์มาใช้ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมรอบๆ บริเวณบ้านให้เย็นสบายโดยการปลูกพืชคลุมดิน ปลูกหญ้า จัดแต่งสวน จัดทำน้ำตกจำลอง เป็นต้น
- ถมดินบริเวณรอบบ้านให้สูง เพื่อให้พื้นและผนังบางส่วนต่ำกว่าดิน ทำให้สามารถนำความเย็นจากดินมาใช้ และปลูกไม้พุ่มบริเวณริมผนังบ้าน
- ในกรณีที่มีพื้นที่จำกัด อาจจะไม่ปลุกต้นไม้ตัด หรือไม้เลื้อยตามระเบียงหรือรั้ว เพื่อลดลมร้อนพัดผ่านเข้าตัวบ้าน และลดความแรงของแสงแดดที่ส่องผิวอาคาร
- ทำรางน้ำและท่อระบายน้ำจากหลังคา หรือส่วนต่าง ๆ ภายในบ้านให้เหมาะสม เพื่อป้องกันความชื้นซึมเข้าไปในบ้าน หรืออาจจะทำท่อระบายน้ำที่ได้จากการซักล้างไปใช้รดน้ำต้นไม้
- ถ้าต้องการทำที่จอดรถ ควรทำที่จอดรถพร้อมหลังคาในด้านทิศตะวันออก หรือทิศตะวันตก เพื่อเป็นการช่วยลดความร้อนผ่านเข้ามาในตัวบ้านโดยตรง

