ประสิทธิภาพวัสดุและการเว้นช่องว่างเพื่อการลดความร้อนด้วยระแนงแนวนอน

The Efficiency of Materials and Space for Heat Gain Reducing in Horizontal Lathing

สันติภาพ เพียนอก* และ ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์**

Suntipap Pearnok and Chumnan Boonyaputthipong

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาถึงการลดความร้อนเข้าสู่อาคารด้วยการใช้ระแนงบังแดดแนวนอน โดยวิธีการศึกษาภายใต้สภาวะจริง ด้วยหุ่นจำลองที่มีผนังทดสอบเป็นผนังทึบไม่มีช่องเปิด ติดตั้งแผงกันแดดโดยใช้ระแนงหน้ากว้าง 3 นิ้ว ติดตั้งห่างผนัง 0.30 เมตร หันหน้าไปทางทิศใต้ การศึกษาที่ 1 เปรียบเทียบการติดตั้งระแนง ไม้จริง ไฟเบอร์ซีเมนต์ คอมโพสิทไม้ผสม พลาสติค และแผ่นอลูมิเนียมพับ โดยใช้ระยะเว้นช่อง 1 นิ้ว ผลคือ ระแนงแผ่นอลูมิเนียมพับลดความร้อนได้มากที่สุด รองลงมาคือ ไฟเบอร์ซีเมนต์ คอมโพสิทไม้ผสมพลาสติค และไม้จริง ตามลำดับ การศึกษาที่ 2 เปรียบเทียบสีและพื้นผิวระแนงแผ่นอลูมิเนียมพับ 3 ชนิด คือ อบสีขาว ทาสีขาวด้าน และไม่ทำสี ผลคือ ระแนงอบสีขาวมีอุณหภูมิผิวต่ำที่สุด ต่ำกว่าระแนงทาสีขาว 0.4 °C และต่ำกว่าระแนงไม่ทำสี 3.5 °C การศึกษาที่ 3 เปรียบเทียบการติดตั้งระแนง แบบไม่เว้นช่อง เว้นช่อง 1/2 นิ้ว 1 นิ้ว และ 1 1/2 นิ้ว ผลคือ แบบมีการเว้นช่องทั้ง 3 ตัวอย่างมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน มีอุณหภูมิต่ำกว่าแบบไม่เว้นช่อง 0.6-1.0 °C การศึกษาที่ 4 เปรียบเทียบการติดตั้งระแนง เว้นช่อง 1 นิ้ว 2 นิ้ว 3 นิ้ว และ 4 นิ้ว ผลคือ การติดตั้งระแนงแบบเว้นช่องทั้งหมดมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน อุณหภูมิต่ำกว่าแบบไม่มีระแนง 1.0-1.4 °C การติดตั้งแบบเว้นช่อง 2 นิ้ว สามารถป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีที่สุด แสดงให้เห็นว่า การใช้ระแนงวัสดุทึบแสง สามารถลดความร้อนเข้าสู่อาคารผ่านผนังทึบได้ โดยมีประสิทธิภาพต่างกันตามคุณสมบัติวัสดุ การใช้สีโทนอ่อนและผิวมันวาว จะทำให้ป้องกันความร้อนได้ดี การติดตั้งทุกระยะเว้นช่องสามารถลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ การติดตั้งแบบไม่เว้นช่องจะทำให้ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนต่ำกว่าแบบเว้นช่องว่าง ระยะเว้นช่องที่เหมาะสมคือ 1/2-4 นิ้ว เนื่องจากสามารถลดความร้อนได้ใกล้เคียงกัน สามารถปรับใช้ได้ตามความเหมาะสมในด้านอื่นๆ และรูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับการศึกษานี้ คือ ระแนงแผ่นอลูมิเนียมพับสีขาวเคลือบผิวมัน ระยะการเว้นช่อง 2 นิ้ว

---

* นักศึกษาหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Email: suntipap@kkumail.com

** อาจารย์ประจำคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ABSTRACT

The purpose of this research study is experiment heat-gain reduction methods with horizontal lathing in real situations by using models. It was 3 inch lathed, mounted 0.30 meter from models wall and turned to the South. In the first study, the models were compared with four types of materials (i.e. woods, fiber cement, composite wood & plastic, and aluminum sheet). The study results showed that the aluminum sheet had the highest efficiency followed by fiber cement, composite wood & plastic, and woods. In the second study, the color and surfaces of three types of aluminum sheet lath (i.e. glossy white, matt white, and nature aluminium anodise) were compared. The study results demonstrated that the glossy white lath's surface had the lowest temperature. It lower than the matt white 0.4 °C, and lower than nature aluminium anodise 3.2-3.5 °C. In the third study, the models with four types of lathing (e.g. no spacing, 1/2 inch, 1 inch, and 1 1/2 inch spacing) were compared. The models with spacing laths were parallel, they had the lower temperature than models with no spacing 0.6-1.0 °C. In the forth study, the wall with four types of lathing (e.g. 1 inch, 2 inch, 3 inch, and 4 inch spacing) were compared. The models with spacing laths were parallel, the 2 inches spacing had the highest heat-gain reduction. The study results demonstrated that the lathing models with opaque materials could reduce heat gain. However, the efficiency of each type of materials was different. Light and glossy colors had good heat-gain reduction. Spacing shoud be between 1/2-4 inch. The 2 inch spacing of the glossy white aluminum sheet lathing board had the highest performance.

คำสำคัญ: ระแนงบังแดด อุปกรณ์บังแดด อาคาร
Keywords: Lathing, Shading Device, Building

บทนำ

สถานการณ์การใช้พลังงานในปัจจุบัน มีความต้องการในการใช้งานเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ขณะที่พลังงานหลัก คือ พลังงานจากฟอสซิล กำลังลดลงอย่างรวดเร็ว และมีแนวโน้มว่าจะหมดไป ขณะเดียวกัน มลพิษจากการใช้พลังงานฟอสซิลทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนขึ้น จึงมีกระแสการลดการใช้พลังงานขึ้น ประเทศไทยมีการใช้พลังงานในอาคารถึงร้อยละ 15.1 ของการใช้พลังงานทั้งหมด (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551) และในการใช้พลังงานในอาคารนี้ ร้อยละ 50-60 ถูกใช้ไปกับการปรับสภาวะอากาศในอาคาร เนื่องจากประเทศไทยมีที่ตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร มีสภาพภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้น อุณหภูมิอากาศโดยทั่วไปจะสูงกว่าสภาวะสบาย (Comfort Zone) เกือบตลอดทั้งปี จึงไม่ต้องการให้ความร้อนเข้าสู่อาคารเพิ่มอีก

การใช้ระแนงเพื่อการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร เป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับความนิยม โดยสามารถออกแบบและประยุกต์ใช้ได้อย่างกลมกลืนกับอาคารรูปแบบต่างๆ การใช้ระแนงทำให้เปลือกอาคารสามารถกันแสงแดดและระบายอากาศได้ ซึ่งเหมาะสมกับภูมิอากาศร้อนชื้นที่ต้องการป้องกันแสงแดดและการระบายอากาศเพื่อนำความชื้นออกจากอาคาร รูปแบบการติดตั้งที่ได้รับความนิยมคือ ระแนงแนวนอน ที่สามารถพบได้ทั่วไป ในอดีตวัสดุที่นิยมใช้ทำระแนง

คือ ไม้ ซึ่งเคยหาได้ง่ายและใช้งานได้ดีในช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่ปัจจุบันไม้จริงคุณภาพดีหาได้ยากและมีราคาแพง อีกทั้งการใช้ไม้จริงต้องมีการแต่งผิวก่อนใช้งาน มีตาไม้และเกิดการบิดงอทำให้เกิดปัญหาหลังการติดตั้งได้ง่าย สีและพื้นผิวระแนงใช้ตามแนวคิดด้านความงามของผู้ออกแบบ และการเว้นช่องว่างระหว่างระแนงโดยมากจะเว้นช่องตามความสวยงามของรูปด้านอาคารโดยขาดการศึกษาเรื่องการป้องกันความร้อนโดยรวมให้กับอาคาร

ในปัจจุบันมีวัสดุใหม่ๆ เกิดขึ้นมากมาย ซึ่งนำมาใช้เป็นระแนงได้ดี และผลิตหน้าตัดเพื่อเป็นระแนงสำเร็จรูป โดยเฉพาะ เช่น อลูมิเนียม และไม้สังเคราะห์ต่างๆ ที่มีจำหน่ายอย่างแพร่หลาย เช่น ไฟเบอร์ซีเมนต์ และคอมโพสิท ไม้พลาสติค ซึ่งสามารถหาซื้อได้ง่าย ใช้งานได้เหมือนไม้ มีมาตรฐานในการผลิตและไม่ต้องแต่งผิว ทำให้สะดวกในการติดตั้งมากขึ้น ทำให้สามารถเลือกใช้วัสดุได้หลายชนิด และทำให้เกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของวัสดุเหล่านั้น ว่าวัสดุชนิดใดสามารถป้องกันความร้อนได้ดีที่สุด รวมทั้งคำถามเกี่ยวกับรายละเอียดในการติดตั้งอื่นๆ ได้แก่ สีและพื้นผิวของระแนง ระยะการเว้นช่องว่างระหว่างระแนง ว่าระยะการเว้นช่องว่างเท่าใดที่เหมาะสมในการติดตั้งระแนงแนวนอน เพื่อการป้องกันความร้อนให้กับอาคาร

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการใช้วัสดุระแนงที่ต่างกัน เพื่อติดตั้งเป็นระแนงกันแดด การใช้สีและพื้นผิวของระแนง และระยะห่างของช่องระแนงที่เหมาะสมสำหรับการป้องกันความร้อน โดยมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องคือ รังสีจากดวงอาทิตย์ การแลกเปลี่ยนความร้อนบนผิวโลก การโคจรของดวงอาทิตย์ การถ่ายเทความร้อน ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเท ความร้อน สีและพื้นผิว การให้ร่มเงาอาคาร การออกแบบอุปกรณ์บังแดด

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า การให้ร่มเงาอาคารสามารถลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารได้ การออกแบบแผงบังแดดทำได้หลายรูปแบบ และมีวิธีคำนวณองศาการบังแดดได้อย่างแม่นยำ การใช้แผงบังแดดแต่ละรูปแบบให้ผลที่ต่างกัน การให้ร่มเงาผนังทึบโดยใช้ผ้าใบแขวนลงจากชายคาบางส่วน ลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้น้อยกว่าการให้ร่มเงาทั้งผนัง (สิริวรินทร์, 2545) ซึ่งการออกแบบแผงบังแดดที่สามารถระบายอากาศได้ดี จะช่วยให้การไหลเวียนของอากาศภายในอาคารดีขึ้น โดยที่ยังมีองศาการบังแดดในช่วงเวลาที่ต้องการได้ (วรากร, 2547) ทั้งนี้สีของแผงกันแดดก็มีผลต่อการป้องกันความร้อน โดยสีภายนอกสีอ่อนจะมีอิทธิพลมากที่สุด ซึ่งมากกว่าชนิดของเนื้อวัสดุ (อรุณศักดิ์, 2555) สำหรับแผงบังแดดในแนวตั้งควรมีระยะห่างจากผนังมากกว่า 0.30-0.50 เมตร และมีการระบายอากาศระหว่างแผงบังแดดและผนังได้ แผงบังแดดแบบเกล็ดที่มีการเว้นช่องระบายอากาศสามารถลดความร้อนได้ดีกว่าแบบทึบ ส่วนเกล็ดระแนงที่มีขนาดเล็กจะสามารถลดความร้อนได้ดีกว่าระแนงหน้าตัดขนาดใหญ่ (พิสันต์, 2549) สำหรับการออกแบบแผงบังแดด สามารถออกแบบและดูผลได้โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp ซึ่งจะได้ผลที่แม่นยำสามารถนำไปใช้งานได้ (ยิ่งสวัสดิ์, 2552) นอกจากนี้ การใช้ภูมิทัศน์ในการลดความร้อนก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ซึ่งการให้ร่มเงาผนังโดยการปลูกต้นไม้ที่ดีที่สุดคือ ปลูกให้พุ่มใบชิดติดกันเป็นแนวขนานผนัง (Hoyano, 1988) ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลที่ได้ดังกล่าวมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการทดลองสำหรับการศึกษา

วิธีการทดลอง

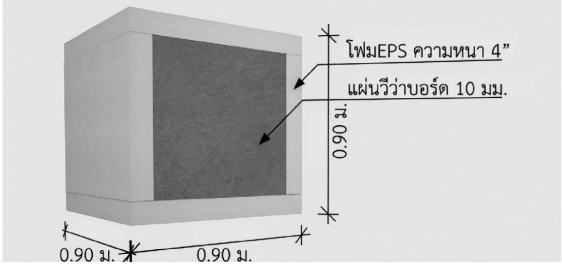
การศึกษานี้ต้องการทดสอบเปรียบเทียบหาวัสดุและรูปแบบการติดตั้งระแนงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยศึกษาวัสดุทดลองต่างๆเมื่อทาสีขาว เพื่อศึกษากรณีที่วัสดุแต่ละชนิดสามารถป้องกันความร้อนได้ดีที่สุด (อรุณศักดิ์, 2555) แล้วจึงศึกษาเรื่องสีและพื้นผิวธรรมชาติของวัสดุเปรียบเทียบกับการใช้สีขาว จากนั้นจึงศึกษาระยะการเว้นช่องว่างที่เหมาะสมจากวัสดุที่ได้จากการทดลองขั้นต้น

โดยมีการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ที่มีผู้เคยศึกษาไว้แล้ว ศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้อง แล้วจึงทำการออกแบบการทดลอง โดยการทดลองมี 4 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 การทดลองหาวัสดุระแนงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนดีที่สุด ช่วงที่ 2 นำวัสดุที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลองในช่วงที่ 1 มาศึกษาอิทธิพลของโทนสีและความมันวาว ช่วงที่ 3 นำวัสดุเดียวกันนี้มาทดสอบหาระยะการเว้นช่องว่างระแนงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนที่ดีที่สุด เปรียบเทียบแบบไม่มีระแนง แบบติดตั้งระแนงไม่เว้นช่อง แบบติดตั้งระแนงเว้นช่อง 1/2 นิ้ว 1 นิ้ว และ 1 1/2 นิ้ว ช่วงที่ 4 เปรียบเทียบแบบไม่มีระแนง แบบติดตั้งระแนงเว้นช่อง 1 นิ้ว 2 นิ้ว 3 นิ้ว และ 4 นิ้ว เมื่อเก็บผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองทั้งหมดแล้ว จึงสรุปผลการวิจัย และศึกษาการนำไปใช้

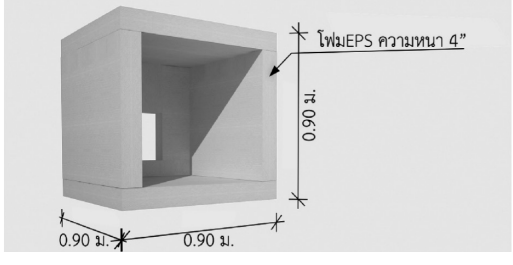
ออกแบบการทดลอง

วัสดุผนังทดสอบ ใช้แผ่นพาร์ทิเคิลซีเมนต์บอนด์ (Cement Bonded Particle Board) หรือวีว่าบอร์ด (Viva Board) ความหนา 10 มม. เป็นตัวแปรควบคุม แทนผนังภายนอกอาคารแบบผนังเบา วัสดุฉนวนใช้โฟมอีพีเอส (Expandable Polystyrene หรือโฟมสำหรับเครื่องเขียนและงานก่อสร้าง) ชนิดความหนาแน่นสูง หนา 4 นิ้ว เพื่อป้องกันความร้อนจากด้านอื่นๆของกล่อง ยึดติดและอุดรอยต่อด้วยซิลิโคนสีขาวโดยรอบกล่อง ดังแสดงในภาพที่ 1

กล่องเก็บอุณหภูมิอากาศ ใช้กล่องโฟมอีพีเอส ทั้ง 5 ด้านเพื่อป้องกันการแผ่รังสีจากพื้นผิวโดยรอบ ขนาดเท่ากันกับกล่องทดลองหลัก ด้านหน้าเปิดโล่ง ด้านหลังเจาะช่องขนาด 0.30x0.30 เมตร เพื่อการระบายอากาศ ระดับสูงจากขอบล่าง 0.20 เมตรจากขอบล่างของกล่อง ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะและกล่องทดลองที่ใช้ในการวิจัย

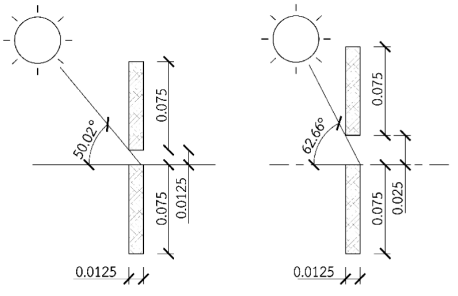


ภาพที่ 2 แสดงกล่องเก็บอุณหภูมิอากาศ

การทดลองนี้ จะศึกษากรณีที่ผนังหันไปทางทิศใต้ โดยใช้พิกัดที่ตั้งของ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น และเวลาของประเทศไทยในการคำนวณหามุมกระทำของดวงอาทิตย์

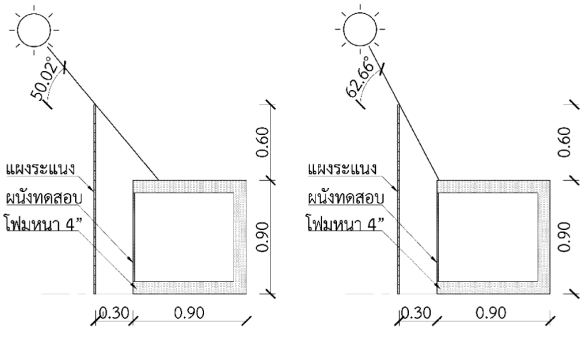
การหาระยะเว้นช่องระยะที่ 1 ใช้เกณฑ์ที่ต้องการให้บังแสงแดดได้ทั้งหมด ในเวลา 12.00 น.ของ วันที่ 21 ธันวาคม ที่ดวงอาทิตย์โคจรลงมาทางทิศใต้สุด เพื่อป้องกันดวงอาทิตย์ที่มีองศามุมกระทำ (Altitude) 50.01° (Tregenza, 1993) ทำให้ได้ระยะที่สามารถบังแดดได้คือ 1/2 นิ้ว เป็นค่าลงตัวเพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง ที่สามารถบังแดดได้ 45° น้อยกว่ามุมกระทำที่ 50.01° จึงเพียงพอต่อการบังแดด ดังแสดงในภาพที่ 3

การหาระยะเว้นช่องระยะที่ 2 ใช้เกณฑ์ที่ต้องการให้บังแดดได้ ในเวลา 12.00 น. ของ วันที่ 21 กุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ต้องทำการทดลองและเก็บผลการทดลองเสร็จเรียบร้อย และหากเกินจากนี้ ดวงอาทิตย์จะโคจรทำมุมสูงขึ้นจนไม่เหมาะกับการทดสอบการให้ร่มเงาผนังทางทิศใต้ ที่มีองศามุมกระทำที่ได้จากการคำนวณ 62.66 ° (Tregenza, 1993) ทำให้ได้ระยะที่สามารถบังแสงแดดได้คือ 1 นิ้ว เป็นค่าลงตัวเพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง ที่สามารถบังแดดได้ 63° เพียงพอต่อการบังแดดในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 3



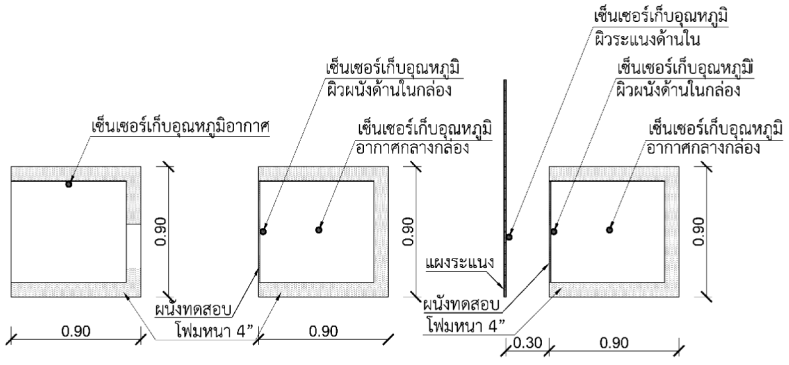
ภาพที่ 3 แสดงรูปตัดการเว้นช่องระแนง 1/2 นิ้ว และ 1 นิ้ว เพื่อป้องกันแสงแดดเดือนธันวาคมและกุมภาพันธ์

ในการศึกษาต้องการบังแดดให้ผนังทดสอบ บนกล่องหน้ากว้าง 0.90x0.90 เมตร โดยมีระยะห่างระหว่างผนังทดสอบกับแผงระแนง 0.30 เมตร (พิสันต์, 2549) และสามารถระบายอากาศได้ทุกทิศทาง แผงบังแดดต้องให้ร่มเงากล่องทดลองได้ตั้งแต่วันที่ 21 ธันวาคม ถึงวันที่ 21 กุมภาพันธ์ มุมที่ต้องการป้องกันคือ มุมกระทำ 62.66° (Tregenza, 1993) แผงระแนงจึงต้องมีความสูงกว่ากล่องทดลอง 0.60 เมตร ความสูงรวมแผงระแนง 1.50 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 4 จึงออกแบบแผงระแนงให้มีขนาด 1.50x1.50 เมตร เพื่อให้เท่ากับระยะยาวสุด ของวัสดุระแนงคอมโพสิทไม้พลาสติคที่มีจำหน่าย ที่ 1.50 เมตร และมีด้านข้างกว้างกว่ากล่องทดลองด้านละ 0.30 เมตร

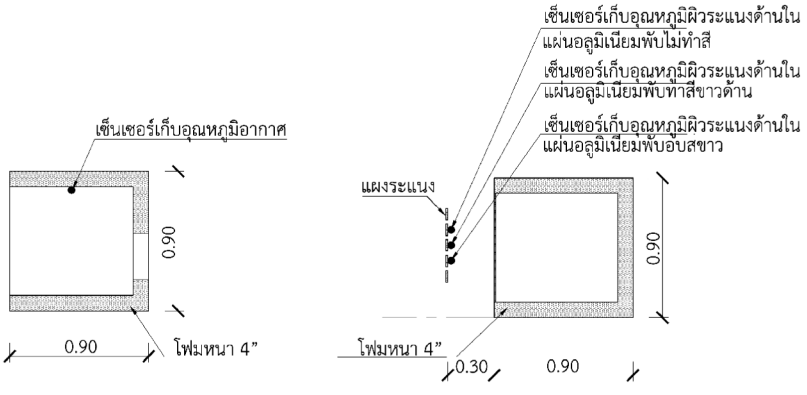


ภาพที่ 4 แสดงรูปตัดความสูงของแผงระแนงที่สามารถให้ร่มเงาผนังทดสอบได้ในเดือนธันวาคมและกุมภาพันธ์

ตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์ ในการทดลองเปรียบเทียบวัสดุระแนง การเว้นช่อง 0-1 1/2 นิ้ว และการเว้นช่อง 1-4 นิ้ว มีตำแหน่งที่ต้องการทราบอุณหภูมิดังแสดงในภาพที่ 5 และการเปรียบเทียบสีและพื้นผิวดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 5 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์ในกล่องทดลองแต่ละแบบ



ภาพที่ 6 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์ในการทดลองเปรียบเทียบสีและพื้นผิว

ทดลองและเก็บข้อมูล

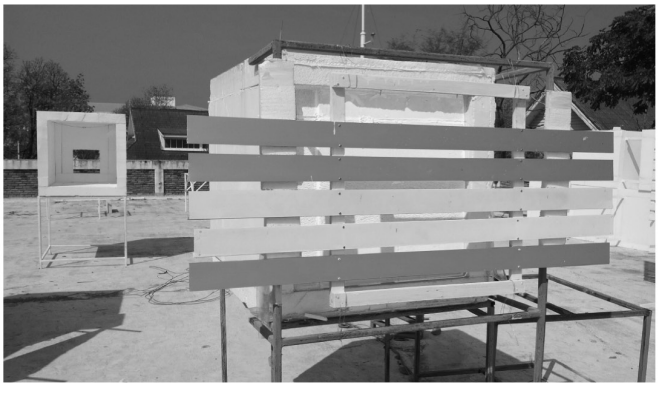
1) การทดลองเปรียบเทียบวัสดุระแนง

ชุดการทดลองประกอบด้วยกล่องทดลองจำนวน 5 กล่อง ได้แก่ กล่องทดลองแบบไม่ติดตั้งระแนง ติดตั้งระแนงไม้จริง ระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ ระแนงคอมโพสิทไม้และพลาสติค และแผ่นอลูมิเนียมพับ ติดตั้งระแนงแบบเว้นช่อง 1 นิ้ว และกล่องเก็บอุณหภูมิอากาศอีก 1 กล่อง วางบนขาตั้งสูง 0.80 เมตร หันหน้าไปทางทิศใต้ เก็บข้อมูลอุณหภูมิเป็นเวลา 3 วัน เลือกใช้ 2 วัน ดังแสดงในภาพที่ 7

ภาพที่ 7 แสดงการทดลองช่วงที่ 1 ทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติวัสดุ

2) การทดลองเปรียบเทียบอิทธิพลของสีต่ออุณหภูมิผิวระแนงอลูมิเนียม

ใช้กล่องทดลอง 1 กล่อง ติดตั้งระแนงแผ่นอลูมิเนียมพับขนาด 3 นิ้ว x 1/2 นิ้ว ไม่ทำสี ทาสีขาวด้าน และอบสีขาว ระยะเว้นช่อง 1 นิ้ว ด้านบนและด้านล่างติดตั้งระแนงอลูมิเนียมไม่ทำสีหน้าตัดเท่ากัน ระยะเว้นช่อง 1 นิ้ว ด้านบน 1 ชิ้น ด้านล่าง 1 ชิ้น เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศ จากกล่องเก็บอุณหภูมิอากาศอีก 1 กล่อง วางบนขาตั้งสูง 0.80 เมตร หันหน้าไปทางทิศใต้ เก็บข้อมูลอุณหภูมิเป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดงการทดลองช่วงที่ 1 ทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของสีและพื้นผิวที่มีผลต่ออุณหภูมิ

3) การทดลองเปรียบเทียบการเว้นช่องว่างระแนง 0-1 1/2 นิ้ว

ชุดการทดลองประกอบด้วยกล่องทดลองจำนวน 5 กล่อง ได้แก่ แบบไม่ติดตั้งระแนง ติดตั้งระแนงแผ่นอลูมิเนียมพับระยะการเว้นช่องต่างๆ ดังนี้ การติดตั้งแบบไม่เว้นช่อง ระยะการเว้นช่อง 1/2 นิ้ว 1 นิ้ว 1 1/2 นิ้ว และกล่องเก็บอุณหภูมิอากาศ 1 กล่อง วางบนขาตั้งสูง 0.80 เมตร หันหน้าไปทางทิศใต้ เก็บข้อมูลอุณหภูมิเป็นเวลา 2 วัน ดังแสดงในภาพที่ 9

ภาพที่ 9 แสดงการทดลองช่วงที่ 3 การทดลองเพื่อศึกษาระยะการเว้นช่องที่เหมาะสมครั้งที่ 1

4) การทดลองเปรียบเทียบการเว้นช่องว่างระแนง 1-4 นิ้ว

เนื่องจากผลตามการทดลองในช่วงที่ 3 ผลที่ได้ เป็นระยะ 1 1/2 นิ้ว ซึ่งเป็นระยะสุดท้ายในการทดลอง ทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่า เป็นระยะการเว้นช่องที่ดีที่สุด ทำให้ต้องทำการทดลองเพิ่มเติม และเห็นได้ชัดเจนว่า การติดตั้งระแนงแบบไม่เว้นช่อง จะทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนลดลงจากแบบมีการเว้นช่องทุกระยะ จึงตัดการติดตั้งระแนงแบบไม่เว้นช่องออกจากการทดลองช่วงที่ 4 และให้ระยะ 1 นิ้ว ซึ่งมีในทั้งในการทดลองช่วงที่ 3 และการทดลองช่วงที่ 4 เป็นตัวแปรเชื่อมโยงเปรียบเทียบ โดยกำหนดตัวแปรต้น เริ่มจากระยะเว้นช่อง 1 นิ้ว และเพิ่มขึ้นกรณีละ 1 นิ้ว ได้เป็นระยะเว้นช่อง 1 นิ้ว 2 นิ้ว 3 นิ้ว และ 4 นิ้วตามลำดับดังแสดงในภาพที่ 10

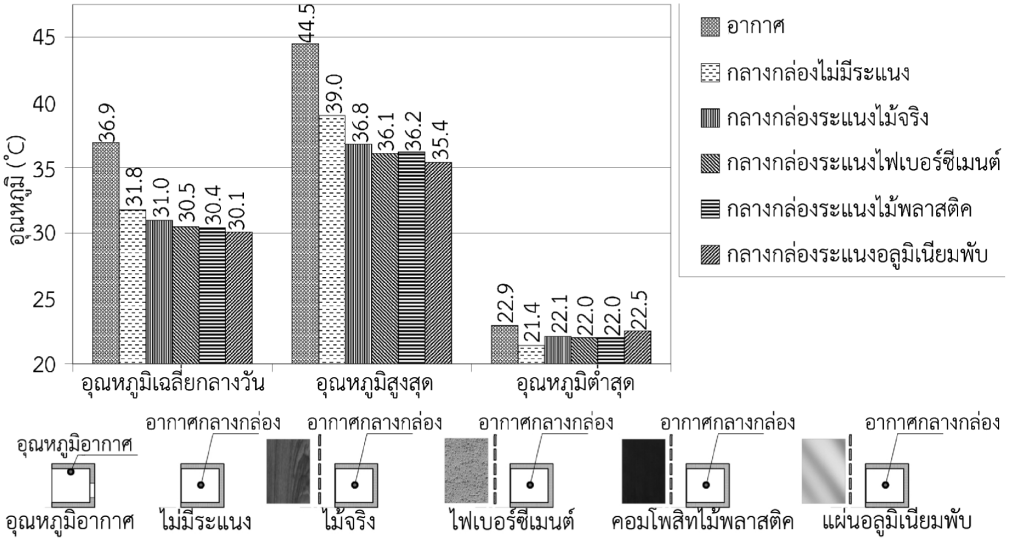
ภาพที่ 10 แสดงการทดลองช่วงที่ 4 การทดลองเพื่อหาระยะการเว้นช่องที่เหมาะสมครั้งที่ 2

ผลการทดลอง

แสดงผลการศึกษาจากการทดลองที่แบ่งเป็น 4 ช่วง ได้แก่ การทดลองเปรียบเทียบวัสดุระแนง การเปรียบเทียบอิทธิพลของสีและพื้นผิวต่ออุณหภูมิผิวระแนง การทดลองเปรียบเทียบการเว้นช่อง 0-1 1/2 นิ้ว และการทดลองเปรียบเทียบการเว้นช่องระแนง 1-4 นิ้ว แสดงผลโดยแผนภูมิแบบเส้นแสดงอุณหภูมิแต่ละจุดตามช่วงเวลา แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยเวลากลางวันและกลางคืน เพื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร

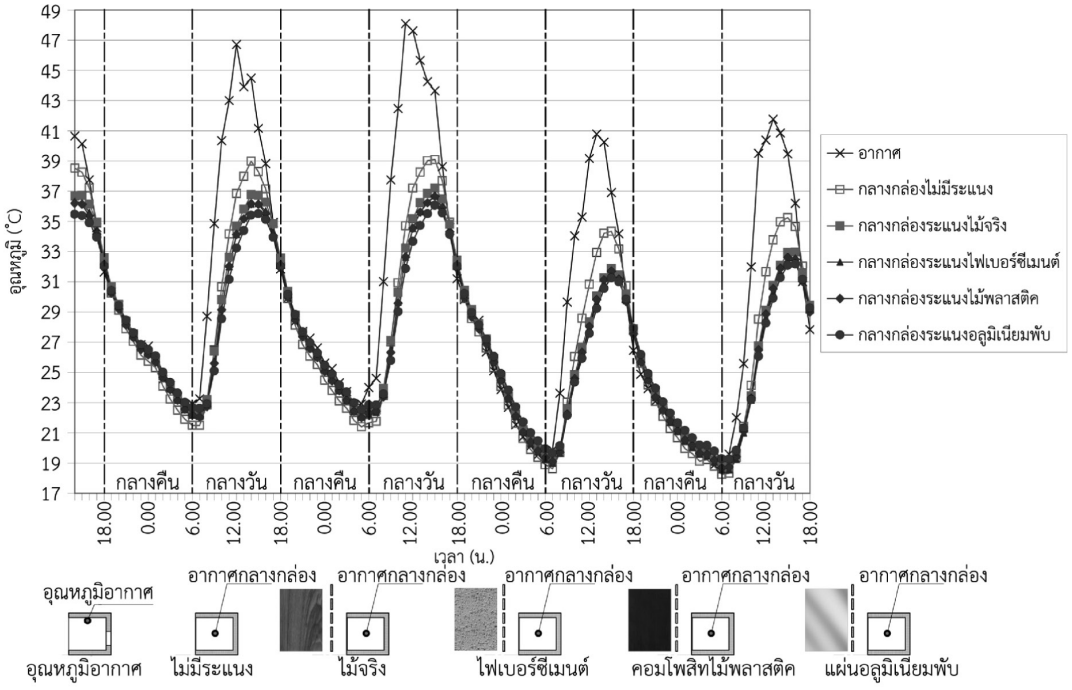
1) ผลการทดลองเปรียบเทียบวัสดุระแนง

จากตัวอย่างวัสดุระแนง 4 ชนิด ได้แก่ ไม่มีระแนง และติดตั้งระแนงไม้จริง ระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ ระแนงคอมโพสิทไม้พลาสติค และระแนงแผ่นอลูมิเนียมพับ ผลดังแสดงในภาพที่ 11 และภาพที่ 12



ภาพที่ 11 แสดงผลอุณหภูมิอากาศกลางกล่องทดลอง การทดลองเปรียบเทียบวัสดุระแนง

- ในเวลากลางวันกล่องทดลองที่ไม่มีระแนง มีอุณหภูมิอากาศกลางกล่องทดลองสูงที่สุด
- ในเวลากลางวันอุณหภูมิของอากาศกลางกล่อง ของกล่องที่ติดตั้งระแนงแผ่นอลูมิเนียมพับมีอุณหภูมิต่ำที่สุด โดยช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำกว่ากล่องที่ติดตั้ง ระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ และกล่องที่ติดตั้งระแนงคอมโพสิทไม้ผสมพลาสติค 0.7-0.8 °C ต่ำกว่ากล่องที่ติดตั้ง ระแนงไม้จริง 1.2 °C และต่ำกว่าแบบไม่มีระแนง 3.6 °C ดังแสดงในภาพที่ 12
- ในเวลากลางคืนผลที่ได้ไม่แตกต่างกัน

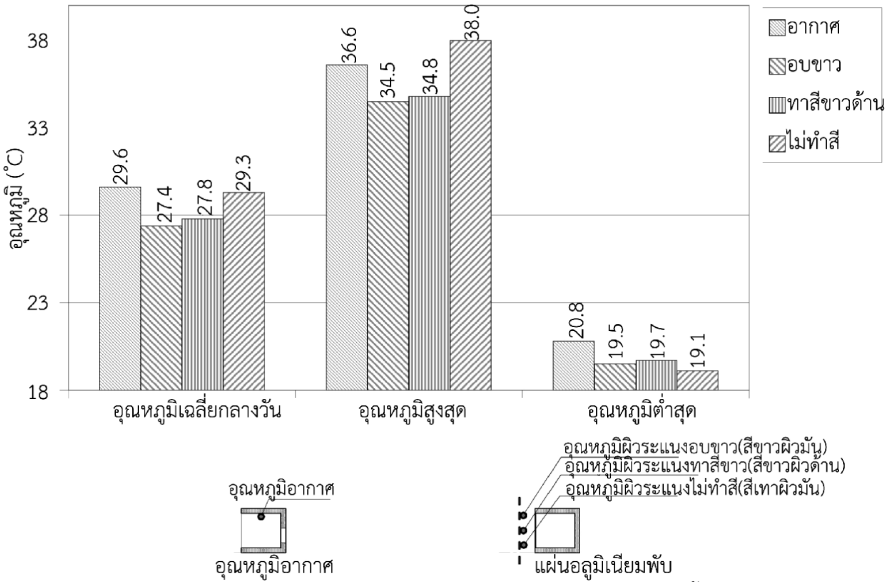


ภาพที่ 12 แสดงผลอุณหภูมิผิวผนังด้านในกล่องทดลอง การทดลองเปรียบเทียบวัสดุระแนง

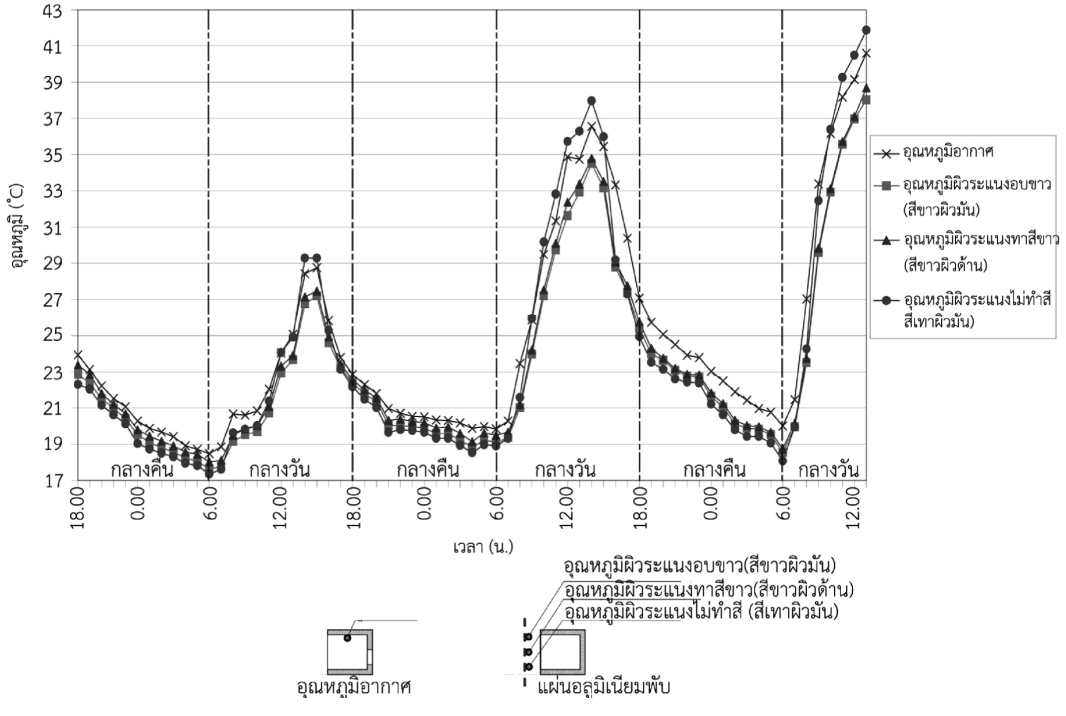
2) การทดลองเปรียบเทียบอิทธิพลของสีต่ออุณหภูมิผิวระแนงอลูมิเนียม

การทดสอบสีและพื้นผิวของวัสดุระแนงอลูมิเนียม 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ระแนงอลูมิเนียมอบสีขาว (สีขาวผิวมันวาว) ระแนงอลูมิเนียมทาสีขาวด้าน ระแนงอลูมิเนียมไม่ทำสี (สีเทาผิวมันวาว) จากการศึกษาเปรียบเทียบวัสดุระแนง ที่อุณหภูมิผิวระแนง จะแปรผันตรงกับอุณหภูมิผิวผนังด้านใน และอุณหภูมิอากาศกลางกล่อง การศึกษานี้จึงเน้นเฉพาะอุณหภูมิผิวระแนงด้านใน ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังแสดงในภาพที่ 13 และภาพที่ 14

- ในเวลากลางวัน อุณหภูมิผิวระแนงด้านในของระแนงแผ่นอลูมิเนียมพับอบสีขาว ซึ่งมีสีอ่อนและพื้นผิวมันวาว มีอุณหภูมิผิวระแนงต่ำที่สุด ในกลุ่มตัวอย่างที่ 34.5 °C ในช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงสุดของวัน ต่ำกว่าแบบทาสีขาวด้าน 0.3 °C และแบบไม่ทำสี 3.5 °C อันดับ 2 คือ ระแนงแผ่นอลูมิเนียมพับทาสีขาวด้าน ที่มีสีอ่อนและมีผิวด้าน อุณหภูมิเฉลี่ยผิวระแนงต่ำที่สุด ที่ 27.8 °C และอุณหภูมิผิวที่สูงที่สุดคือ ระแนงแผ่นอลูมิเนียมพับไม่ทำสี ซึ่งเป็นผิวโลหะมีสีเทา และผิวมันวาว อุณหภูมิ 38.0 °C ดังแสดงในภาพที่ 14
- อุณหภูมิผิวระแนงอลูมิเนียมแบบอบสีขาว ต่ำกว่าแบบทาสีขาวด้าน 0.3 °C แสดงให้เห็นว่าพื้นผิวที่มันวาว สามารถลดความร้อนมากกว่าพื้นผิวด้าน แต่ถือว่าใกล้เคียงกันเมื่อเทียบกับอิทธิพลของโทนสี
- ในเวลากลางคืนผลที่ได้ไม่แตกต่างกัน



ภาพที่ 13 แสดงผลอุณหภูมิ การทดลองเปรียบเทียบสีและพื้นผิว

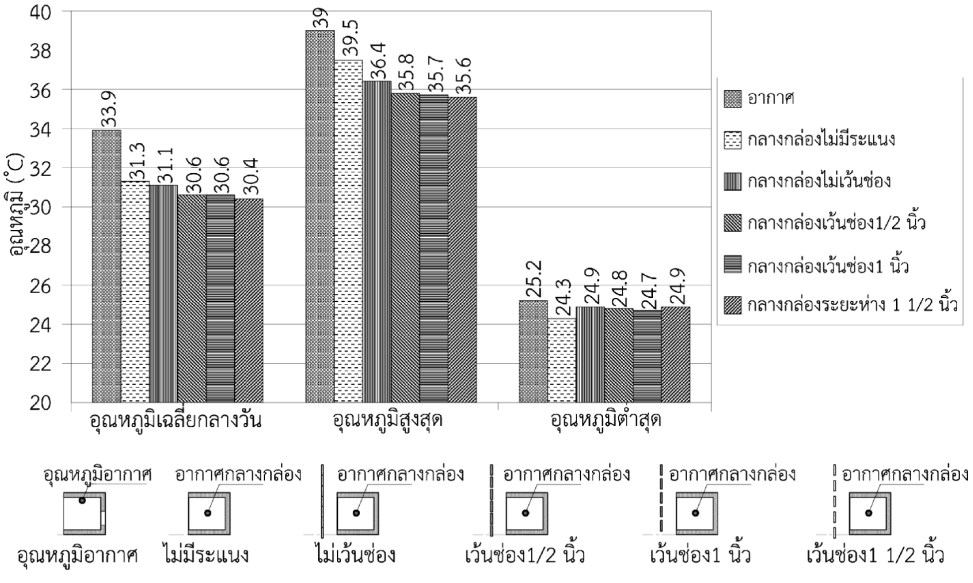


ภาพที่ 14 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบอิทธิพลของสีและพื้นผิวต่ออุณหภูมิผิวระแนงอลูมิเนียม

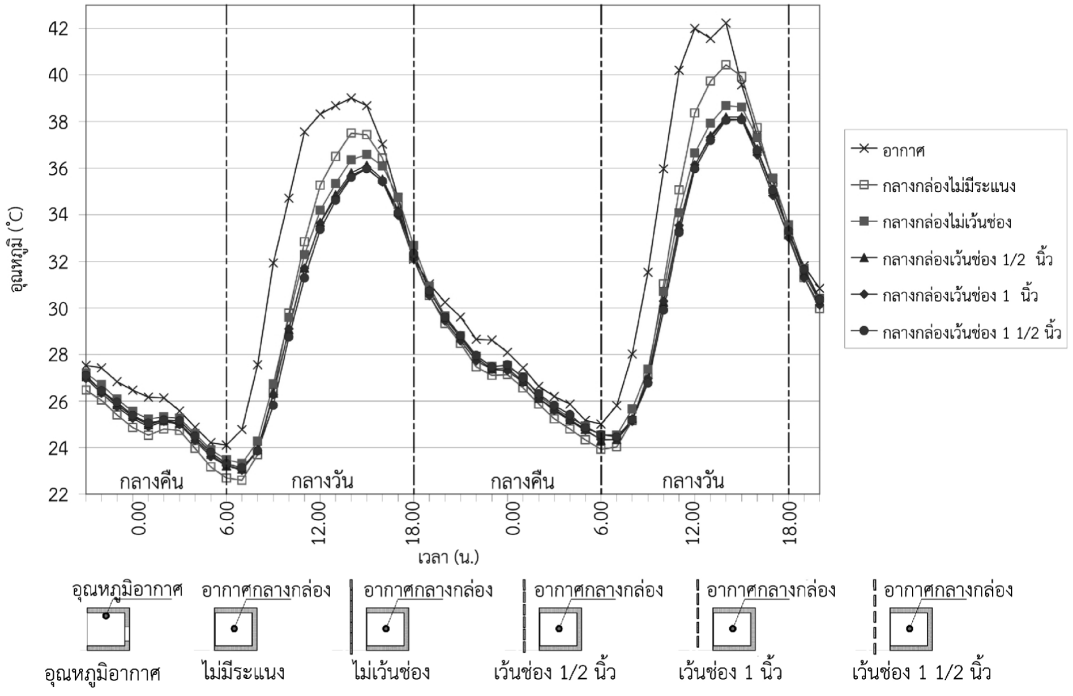
3) การทดลองเปรียบเทียบการเว้นช่องว่างระแนง 0-1 1/2 นิ้ว

เป็นการทดลองโดยนำผลจากการศึกษาหาวัสดุระแนงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน โดยวัสดุที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือ ระแนงแผ่นอลูมิเนียมพับ มาศึกษาต่อเนื่องในด้านระยะการเว้นช่องที่เหมาะสมในการป้องกันความร้อน ระยะที่ทำการศึกษาในการทดลองนี้คือ การติดตั้งแบบไม่เว้นช่อง เว้นช่อง 1/2 นิ้ว เว้นช่อง 1 นิ้ว และเว้นช่อง 1 1/2 นิ้ว ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังแสดงในภาพที่ 15 และภาพที่ 16

- ในเวลากลางวัน อุณหภูมิแบบไม่มีระแนงมีอุณหภูมิสูงสุด ที่อุณหภูมิ 37.5 °C
- การติดตั้งระแนงแบบไม่เว้นช่อง มีอุณหภูมิสูงเป็นอันดับ 2 มีอุณหภูมิสูงสุดถึง 36.4 °C
- การติดตั้งระแนงแบบเว้นช่อง 1/2 นิ้ว เว้นช่อง 1 นิ้ว และเว้นช่อง 1 1/2 นิ้ว อุณหภูมิเฉลี่ยอากาศกลางกล่องทดลองใกล้เคียงกัน ที่ 30.4-30.6 °C และในเวลากลางคืนผลที่ได้ไม่แตกต่างกัน



ภาพที่ 15 แสดงผลอุณหภูมิ การทดลองเปรียบเทียบการเว้นช่อง 0-1 1/2 นิ้ว

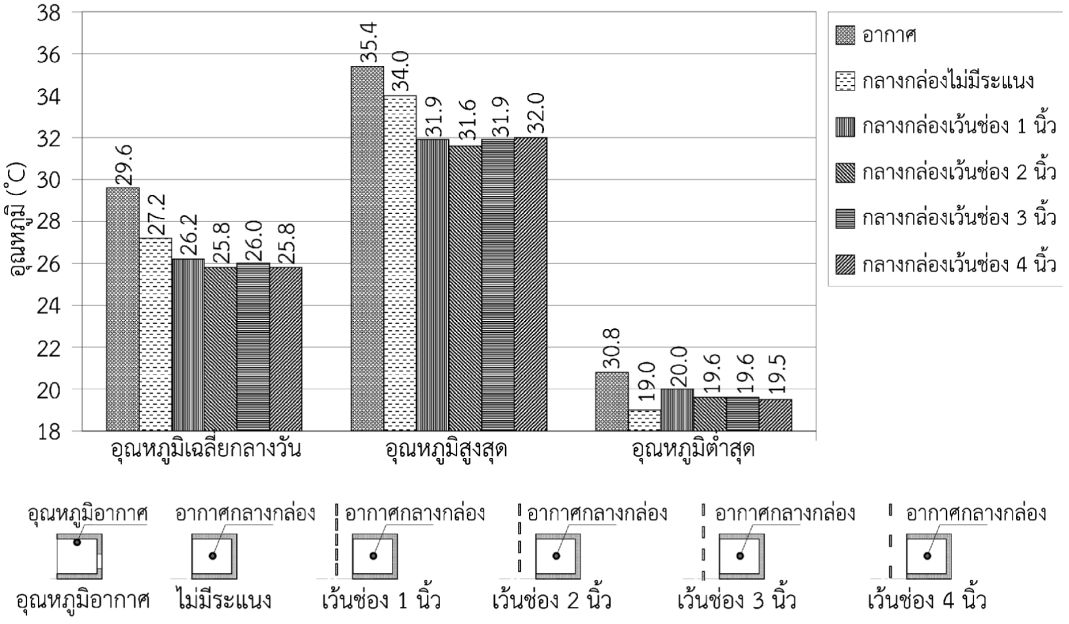


ภาพที่ 16 แสดงผลอุณหภูมิอากาศกลางกล่องทดลอง การทดลองเปรียบเทียบการเว้นช่องว่างระแนง 0-1 1/2 นิ้ว

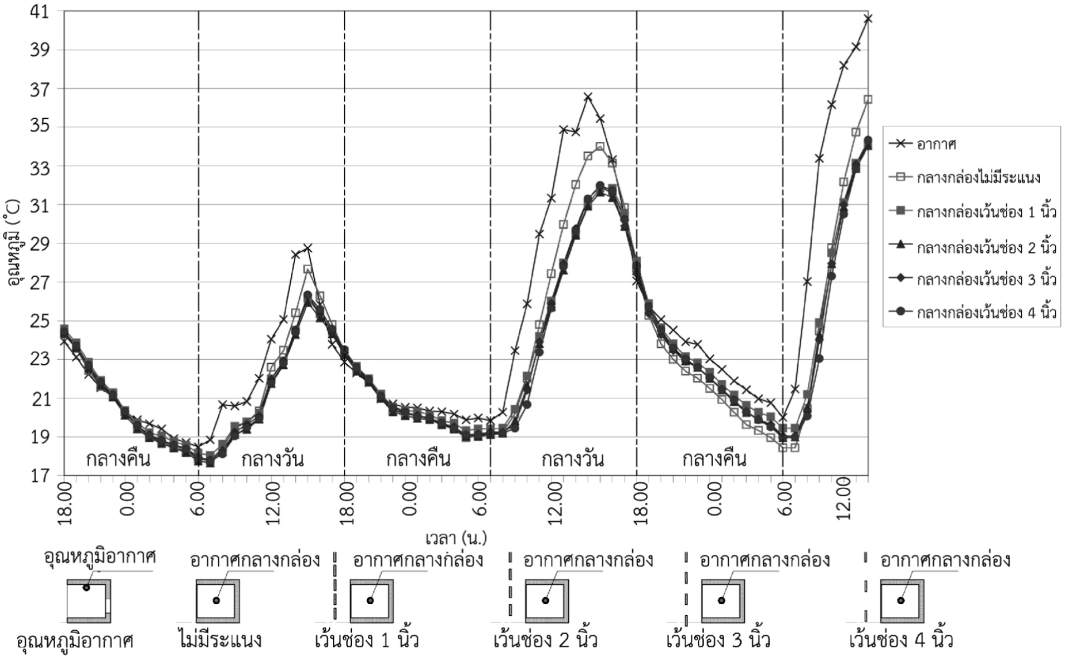
4) การทดลองเปรียบเทียบการเว้นช่องว่างระแนง 1-4 นิ้ว

เป็นการทดลองโดยนำผลจากการศึกษาหาวัสดุระแนง และการเว้นช่องว่างระแนง 0-1 1/2 นิ้วในการป้องกันความร้อนมาทดลองต่อเนื่อง โดยวัสดุที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือ ระแนงแผ่นอลูมิเนียมพับ มาศึกษาต่อเนื่องในด้านระยะการเว้นช่องที่มากกว่า 1 1/2 นิ้ว เพื่อหาระยะที่ดีที่สุดในการป้องกันความร้อน โดยมีระยะเว้นช่อง 1 นิ้ว เป็นตัวแปรกลางที่มีทั้งในการทดลองที่ 3 และการทดลองในช่วงที่ 4 เพื่อเป็นระยะอ้างอิงเปรียบเทียบระหว่างการทดลองทั้ง 2 ช่วง ระยะที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบในการทดลองนี้คือ การติดตั้งแบบเว้นช่อง 1 นิ้ว เว้นช่อง 2 นิ้ว เว้นช่อง 3 นิ้ว และเว้นช่อง 4 นิ้ว ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังแสดงในภาพที่ 17 และภาพที่ 18

- ในเวลากลางวัน อุณหภูมิเฉลี่ยแบบไม่มีระแนงมีอุณหภูมิสูงสุด ที่อุณหภูมิ 29.6 °C และมีอุณหภูมิสูงสุดตามช่วงเวลาที่ 34.0 °C
- การเว้นช่องระยะ 1 นิ้ว 2 นิ้ว 3 นิ้ว และ 4 นิ้ว มีอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศกลางกล่องทดลองใกล้เคียงกันที่อุณหภูมิ 25.8-26.2 °C ต่ำกว่าแบบไม่มีระแนง 1.0-1.4 °C อุณหภูมิอากาศกลางกล่องสูงสุดตามช่วงเวลา 31.6-31.9 °C ต่ำกว่า แบบไม่มีระแนง 2.0-2.4 °C
- เมื่อพิจารณาโดยละเอียด อุณหภูมิอากาศกลางกล่องตามช่วงเวลาสูงสุด การเว้นช่อง 2 นิ้วจะมีอุณหภูมิต่ำ ที่สุดที่ 31.6 °C และมีแนวโน้มที่อุณหภูมิจะสูงขึ้นเมื่อระยะการเว้นช่องมากกว่า 2 นิ้ว การเว้นช่อง 3 นิ้ว และ 4 นิ้ว คือ 31.9 °C และ 32.0 °C ตามลำดับ สูงกว่าระยะ 2 นิ้ว 0.3 °C และ 0.4 °C ตามลำดับ
- ในเวลากลางคืนผลที่ได้ไม่แตกต่างกัน



ภาพที่ 17 แสดงผลอุณหภูมิ การทดลองเปรียบเทียบการเว้นช่อง 1-4 นิ้ว



ภาพที่ 18 แสดงอุณหภูมิกลางกล่องทดลอง การเปรียบเทียบการเว้นช่องว่างระแนง 1-4 นิ้ว

วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

การใช้แผงระแนงบังแดด สามารถลดความร้อนเข้าสู่อาคารผ่านผนังทึบได้ ไม่ว่าจะใช้วัสดุระแนงทึบแสงชนิดใด โดยวัสดุระแนงที่ต่างกัน มีความสามารถในการป้องกันความร้อนให้แก่อาคารที่ต่างกัน ซึ่งเกิดขึ้นจากการดูดซับและการสะท้อนรังสีอาทิตย์ การแผ่รังสีความร้อน ความเป็นฉนวน และความจุความร้อนที่ต่างกันของเนื้อและพื้นผิวของวัสดุต่างชนิด ในการทดลองนี้ ระแนงแผ่นอลูมิเนียมพับ มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนสูงสุด

ในกรณีที่เป็นวัสดุชนิดเดียวกันแต่พื้นผิวหรือสีต่างกัน ผลกระทบที่เกิดขึ้นคือ กรณีที่ใช้สีอ่อนกว่าจะมีอุณหภูมิผิวที่ต่ำกว่าสีเทาของระแนงอลูมิเนียมธรรมชาติ 3.5 °C และกรณีโทนสีเดียวกัน พื้นผิวที่เรียบมันวาวมีอุณหภูมิผิวต่ำกว่าผิวด้าน 0.4 °C ซึ่งถือว่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าอิทธิพลของพื้นผิวจะน้อยมากเมื่อเทียบกับอิทธิพลของโทนสี

นอกจากนี้การติดตั้งระแนงบังแดดไม่ว่าจะมีการเว้นช่องว่างหรือไม่ สามารถลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารได้ และการเว้นช่อง 1/2 - 4 นิ้ว จะทำให้ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนสูงขึ้นเมื่อเทียบกับแบบไม่เว้นช่อง เนื่องจากแบบเว้นช่องระบายอากาศได้ดีกว่า อุณหภูมิอากาศกลางกล่องทดลองที่มีการติดตั้งระแนงแบบเว้นช่อง 1/2 นิ้ว ไปจนถึง 4 นิ้ว มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาอย่างละเอียด ระยะการเว้นช่องในการติดตั้งระแนงบังแดดที่เหมาะสมที่สุดในการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร คือระยะ 2 นิ้ว และมีแนวโน้มที่อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น 0.5 °C เมื่อระยะเว้นช่องในการติดตั้งกว้างขึ้นถึง 4 นิ้วหรือแคบลงเหลือ 1/2 นิ้ว

การนำไปใช้

การติดตั้งระแนงแนวนอนให้กับอาคาร สามารถลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ วัสดุที่ต่างกัน จะมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนที่ต่างกัน วัสดุระแนงที่สามารถป้องกันความร้อนได้ดีที่สุดคือ แผ่นอลูมิเนียมพับ ไฟเบอร์ซีเมนต์ คอมโพสิทไม้พลาสติค และไม้จริงตามลำดับ แต่ด้วยราคาวัสดุที่ต่างกัน โดยที่ราคา แผ่นอลูมิเนียมพับ ไฟเบอร์-ซีเมนต์ คอมโพสิทไม้พลาสติค มีราคาเป็นร้อยละ 73 , 27 และ 33 ของไม้ตามลำดับ เป็นราคาที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก ด้วยประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนที่ไม่แตกต่างกันมากนัก หากต้องการจำกัดงบประมาณ อาจเลือกใช้ระแนงไฟเบอร์ซีเมนต์ได้ หากมีข้อจำกัดเรื่องน้ำหนักหรือต้องการประสิทธิภาพสูงที่สุด อาจเลือกใช้ระแนง อลูมิเนียมพับ ซึ่งจะสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมของประเภทงาน และงบประมาณที่มีได้

การติดตั้งระแนงบังแดดควรมีการเว้นช่องว่างระแนง เพราะการติดตั้งระแนงแบบไม่เว้นช่องจะทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารลดลง และใช้งบประมาณมากขึ้น การติดตั้งระแนงบังแดดแบบมีการเว้นช่อง 1/2 นิ้ว ถึง 4 นิ้ว มีประสิทธิภาพในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารใกล้เคียงกัน และระยะที่มีประสิทธิภาพที่สุด คือ ระยะ 2 นิ้ว หากด้วยเหตุปัจจัยอื่นที่อาจทำให้ต้องมีระยะต่างออกไป อาจลดระยะลงได้แต่ไม่ควรน้อยกว่า 1/2 นิ้ว และ อาจเพิ่มระยะขึ้นได้แต่ไม่ควรเกิน 4 นิ้ว

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2551. **เอกสารเผยแพร่แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน**. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

พิสันต์ ไตรติลานันท์. 2549. **การออกแบบแผงบังแดดให้ผนังอาคารสูงไม่เกิน 8 ชั้น**. ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. สถาปัตยกรรมเขตร้อน. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล. 2552. **การวิเคราะห์การบังแดดและแสงธรรมชาติ โดยใช้โปรแกรมการออกแบบหุ่นจำลอง 3 มิติ- Google SketchUp**. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 5, 19 เมษายน- 1 พฤษภาคม 2552, มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก.

วรากร สงวนทรัพย์. 2547. **การออกแบบอุปกรณ์บังแดดและตำแหน่งช่องเปิด เพื่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ของอาคารพักอาศัยประเภทห้องชุดในเขตกรุงเทพมหานคร**. ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. สถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สิริวรินทร์ เพชรรัตน์. 2545. **อิทธิพลของการบังเงาต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบ**. ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ. ธนบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อรุณศักดิ์ ด่อนดี. 2555. **การศึกษาเปรียบเทียบวัสดุและสีของอุปกรณ์บังแดดที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร**. สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

Hoyano, A. 1988. **Climatological Uses of Plants for Solar Control and the Effects on the Thermal Environment of a Building**. Energy and Buildings 11: 181-189.

Tregenza, T. and Sharple, S. 1993. **Daylight Algorithms**. Sheffifld: School of Architectural Studies University of Sheffield.