

ผนังอาคารจากขวดแก้วขนาดเล็กรีไซเคิล Building walls from recycled glass bottle block

ยingsawad ไซยะกุล และ วรงค์กร สมบัติธีระ
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ถนนมิตรภาพ อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002 โทร 0-4336-2046 โทรสาร 0-4336-2047 E-mail: cyings@kku.ac.th

Yingsawad Chaiyakul and Warongkorn Sombatteera
Faculty of Architecture, Khon Kaen University
Mittraphap Highway, Khon Kaen, 40002 Thailand Tel. 0-4336 -046 Fax. 0-4336-2047 E-mail: cyings@kku.ac.th

บทคัดย่อ

ขวดแก้วถือว่าเป็นบรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้เป็นอย่างมากในปัจจุบัน แต่เมื่อเหลือทิ้งจากการใช้ขวดแก้วเหล่านี้จะกลายเป็นขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ หากสามารถนำมากลับมาใช้ได้อย่างเหมาะสมโดยนำคุณสมบัติของแก้วในด้านความเป็นวัสดุโปร่งแสงและความคงทนมาใช้ จะช่วยลดการใช้พลังงานในการนำกลับไปหลอมเป็นแก้วใหม่ และเพิ่มประโยชน์ให้กับขวดแก้วที่เหลือทิ้งเหล่านั้น บล็อกแก้วเป็นวัสดุอาคารที่มีคุณสมบัติโปร่งแสง มีการนำมาใช้เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณแสงธรรมชาติในอาคาร การนำขวดแก้วเหลือทิ้งมาประกอบเพื่อผลิตบล็อกที่ทำจากขวดแก้วจึงมีความน่าสนใจ บทความนี้นำเสนอการออกแบบผลิตภัณฑ์บล็อกขวดแก้วเพื่อใช้ในการก่อสร้างผนังอาคาร และนำเสนอวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของผนังบล็อกขวดแก้วในด้านการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่อาคารและการส่งผ่านแสงสว่าง ผลการศึกษาพบว่าการผลิตบล็อกขวดแก้วมีขั้นตอนที่ง่ายและมีราคาต้นทุนโดยเปรียบเทียบต่อตารางเมตรที่ถูกกว่าบล็อกแก้วถึง 2 เท่า อย่างไรก็ตามผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่ภายในพบว่า บล็อกขวดแก้วมีการต้านทานความร้อนใกล้เคียงกับผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบสองด้าน และการส่งผ่านแสงสว่างพบว่าบล็อกขวดแก้วสีใสและบล็อกขวดแก้วสีขามีค่าการส่งผ่านแสงสว่างที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับบล็อกแก้ว

Abstract

A glass bottle is a very popular product for packaging presently since the transparency of itself shows the product inside and glass also tolerates chemical reaction. However, glass bottle cannot be disintegrated easily other than it is reproduced by melting and remolding for a new bottle. Thus reuse of refused glass bottles in a proper way is to use its characteristics of transparency and its durability to make a new material. A glass-

block is a building material for constructing a wall. The glass-block wall promotes daylight in building. Thus reuse of refused glass bottle to make a glass-bottle block is of this study. This paper presents a method of producing a refused glass-bottle block for using it as a building wall material. It also presents methods of studying comparative walls in the heat and light transferring properties. The study showed that the method of making a bottle-glass block is simple and can be done in a community. The block has a half cost per square meter of a commercial glass block. However thermal transfer patterns of the glass-bottle block are similar to the patterns of brick wall with stucco. The transmission factor of the clear glass-bottle block and tint glass-bottle block are low comparing with the transmission factor of the glass block.

คำสำคัญ : รีไซเคิล, บล็อกแก้ว, บล็อกขวดแก้ว, ผนังอาคาร

Keywords : Recycle, Glass Block, Glass-Bottle Block, Building wall

1. บทนำ

ปัญหาด้านขยะส่งผลกระทบต่อวิกฤตการณ์ด้านสิ่งแวดล้อม การนำวัสดุที่ใช้แล้วหรือเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่เป็นการลดการสูญเสียพลังงานในผลิตวัสดุหรือลดพลังงานในขั้นตอนของการกำจัดขยะเหล่านั้น ซึ่งขวดแก้วเป็นบรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้เป็นอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากคุณสมบัติความใสทำให้มองเห็นสินค้าภายใน และคุณสมบัติด้านอื่นๆที่เหมาะสมในการบรรจุผลิตภัณฑ์ แต่เมื่อเหลือทิ้งจากการใช้ขวดแก้วเหล่านี้จะกลายเป็นขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ นอกจากวิธีการหลอมเหลวและขึ้นรูปกลับมาใช้ใหม่ซึ่งต้องใช้พลังงานในกระบวนการดังกล่าว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเอาวัสดุเหลือใช้รวมถึงขยะมาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่าเช่น งานวิจัยเรื่องฝ้าขยะ (Refused Ceiling) [1] ได้ทำการติดตั้งขยะและวัสดุเหลือใช้หลากหลายประเภทลงบนฝ้าเพดานยิปซัมขนาด 9 มม. ทดลองวัดอุณหภูมิใต้แผ่นฝ้าเพดานแบบต่างๆ ช่วยให้ทราบว่า การนำเอาวัสดุที่มีลักษณะเป็นโพรง มาใช้ติดตั้งกับวัสดุอาคารเพื่อการป้องกันความร้อนสามารถช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคารได้ หรือ การนำวัสดุเหลือใช้มาทำ Solar Cooker เพื่อเพิ่มมูลค่าและประโยชน์ให้กับวัสดุที่เหลือทิ้ง [2] นอกจากนี้ยังมีการนำเอาวัสดุเหลือใช้ประเภทขวดแก้วไปใช้เป็นวัสดุหลักในการก่อสร้าง ดังเช่น วัดป่ามหาเจดีย์แก้ว (วัดล้านขวด) อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ เป็นวัดที่มีศาสนสถานและสิ่งก่อสร้างในบริเวณวัดประดับตกแต่งด้วยขวดแก้วจำนวนมากช่วยสร้างเอกลักษณ์ให้กับสถานที่และลดต้นทุนค่าก่อสร้างลงได้

การศึกษาที่จึงเป็นการประยุกต์ใช้ขวดแก้วเหลือทิ้งอย่างเหมาะสมโดยนำคุณสมบัติของแก้วในด้านความเป็นวัสดุโปร่งแสงมาใช้เป็นส่วนประกอบของวัสดุโปร่งแสงเช่นเดียวกับบล็อกแก้วซึ่งใช้เพื่อนำแสงธรรมชาติจากภายนอกเข้าสู่อาคารช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง การนำขวดแก้วเหลือทิ้งมาประกอบเพื่อผลิตบล็อกที่ทำจากขวดแก้วจึงมีความน่าสนใจและจากรูปทรงของขวดแก้วที่มีลักษณะเป็นโพรงอากาศภายใน จึงอาจมีความสามารถในการเป็นฉนวนกันความร้อนได้อีกทางหนึ่ง

2. การคัดเลือกขวดแก้วและการทำบล็อก

ขวดแก้วที่มีในท้องตลาดมีรูปทรงและขนาดที่หลากหลายตามผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ในแต่ละชนิด จากการสำรวจโดยการสอบถามร้านรับซื้อวัสดุเหลือใช้พบว่าขวดแก้วที่มีขนาดเล็กที่เป็นขยะในปริมาณมากได้แก่ ขวดเครื่องดื่มชูกำลัง ขวดโซดา และขวดซุ๊ปไก่สกัด[3] เมื่อพิจารณาถึงขนาดและรูปทรงของขวดทั้งสามประเภทโดยใช้การประกอบปากขวดแก้วเข้าด้วยกันเนื่องจากในการทำบล็อกขวดแก้วต้องป้องกันไม่ให้มอร์ตาร์ไหลเข้าไปภายในขวดดังแสดงในภาพที่ 1 เมื่อขวดแก้วสองใบถูกประสานเป็นชิ้นเดียวกันพบว่า ขนาดของขวดซุ๊ปไก่สกัดมีความกว้างเมื่อประกบกันเท่ากับ 12 ซม. ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับความหนาของอิฐมอญ หรือ อิฐมวลเบาเมื่อฉาบปูนทั้งสองด้าน ดังนั้นในการศึกษาที่จึงนำขวดซุ๊ปไก่สกัดมาศึกษาเพื่อทำบล็อกขวดแก้ว



ก.



ข.



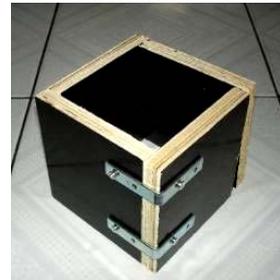
ค.

ภาพที่ 1 ก. ขวดเครื่องดื่มชูกำลังเมื่อนำมาประกบกันยาว 20 ซม. ; ข. ขวดซุ๊ปไก่สกัดประกบกันยาว 12 ซม.; และ ค.ขวดโซดา เมื่อนำมาประกบกันยาว 30 ซม.

การทำบล็อกขวดแก้วนำขวดมาประกบและยึดด้วยกาวยอเนกประสงค์เพื่อให้คงรูปอยู่ได้และพันทับด้วยเทปพันสายไฟเพื่อป้องกันความชื้นเข้าไปภายในขวดแสดงในภาพที่ 2 จากนั้นจะนำขวดแก้วที่ประกบกันแล้วมาเรียงในบล็อกไม้ัดขนาด 11.5 x 11.5 x 12 ซม. แสดงรายละเอียดในภาพที่ 3 และ 4



ภาพที่ 2 แสดงการประกบขวดแก้ว



ภาพที่ 3 แบบหล่อบล็อกขวดแก้วและการวางขวดแก้วในแบบหล่อ

เทมอร์ตาร์ที่ผสมจากปูนซีเมนต์และทราย ในอัตราส่วน ปูน 1 ส่วน ต่อทราย 2 ส่วนคลุกส่วนผสมให้เข้ากัน เติมน้ำ 1 ส่วนเพื่อให้มีความเหนียวที่เหมาะสม ลงในแม่แบบใช้ไม้ขนาดเล็กช่วยกระทุ้งให้มอร์ตาร์ไหลทั่วถึงกันแบบและใช้ไม้เคาะให้เกิดการสั่นสะเทือนช่วยให้ไหลได้ทั่วถึงยิ่งขึ้น แสดงในภาพที่ 4 ทั้งบล็อกขวดแก้วไว้และแกะแบบหล่อเมื่อผ่านไป 1 วัน โดยใช้กระดาษทรายขัดผิวบล็อกและเช็ดกันขวดแก้วให้สะอาด หลังจากนั้นทิ้งไว้ 14 วัน ก่อนการนำไปทดสอบในการศึกษาต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 4 แสดงแม่แบบหล่อคอนกรีตหลังจากเทมอร์ตาร์จนเต็มแม่แบบ

จากการทดลองทำบล็อกขวดแก้ว พบว่ามีขั้นตอนที่สะดวกและอุปกรณ์วัสดุที่ต้องการไม่ยุ่งยากต่อการผลิต ค่าวัสดุต่อก้อนอยู่ที่ 8.50 บาท (ราคาขวดซุ๊ปไก่สกัด 4 บาท) โดยใช้เวลาประมาณ 2 วันใน

การถอดแบบ และทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ก่อนการนำไปใช้งาน



ภาพที่ 5 แสดงบล็อกขวดแก้วเมื่อแล้วเสร็จ

3. การทดสอบประสิทธิภาพการส่งผ่านความร้อนและแสงสว่าง

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเปรียบเทียบบล็อกขวดแก้วที่ทำขึ้นกับวัสดุที่ใช้ทำผนังอื่นๆ การศึกษาหนึ่งจึงทำการเปรียบเทียบ (1)บล็อกขวดแก้วที่ทำจากขวดซูปเปอร์เกรด; (2)บล็อกขวดแก้วจากขวดน้ำผลไม้สกัดที่มีสีชา;(3)บล็อกแก้ว; และ(4)อิฐมอญฉาบปูนเรียบ 2 ด้าน

การทดสอบทำโดยนำบล็อกขวดแก้วที่ได้มาก่อผนังที่ขนาด 60 x 60 ซม. ติดตั้งกับกล่องทดสอบ ขนาด 90 x 90 x 100 ซม. ที่สร้างด้วยไม้ัดหนา 4 มม. ภายในด้วยฉนวนโพลีสไตรีนโฟมหนา 6 นิ้ว ติดตั้งผนังทดสอบไว้ด้านหนึ่งโดยอีกด้านจะทำช่องที่สามารถเปิด ปิดได้เพื่อความสะดวกในการใส่อุปกรณ์ทดลอง ติดตั้งสูงจากพื้น 90 ซม. เพื่อควบคุมอุณหภูมิความร้อนที่แผ่จากพื้น ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การติดตั้งกล่องทดลองที่ทำการศึกษเปรียบเทียบ

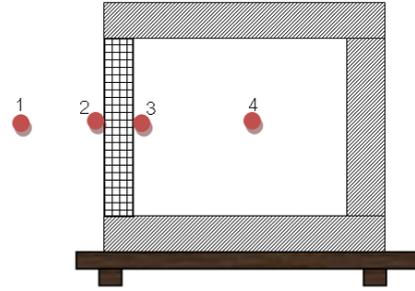
3.1 วิธีการทดลองด้านการส่งผ่านความร้อน

การทดสอบเปรียบเทียบเรื่องการส่งความร้อนทำการวัดและเก็บข้อมูลอุณหภูมิด้วย เครื่องมือ Fluke Hydra Logger และสายวัดอุณหภูมิ Thermocouple Type J รุ่น Omega 204-44 ทำการทดลองที่อาคารฟิสิกส์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กล่องทดลอง 4 กล่อง ติดตั้งหัววัดอุณหภูมิ 4 จุดตามตำแหน่งในภาพที่ 7 เพื่อเก็บข้อมูล (1)อุณหภูมิอากาศ; (2)อุณหภูมิผิวผนังภายนอกกล่อง; (3) อุณหภูมิผิวภายในกล่อง และ (4)อุณหภูมิอากาศกลางกล่องทดลอง โดยทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 3 วัน ระหว่างวันที่ 31 ธ.ค. 52- 2 ม.ค. 53

3.2 วิธีการทดลองด้านการส่งผ่านของแสง

การทดสอบการส่งผ่านของแสงของบล็อกขวดแก้วจะใช้เครื่องวัดแสง (Lux meter) เพื่อหาค่าการส่งผ่านของแสง (Transmittance) โดยทำการวัดบริเวณผิวภายนอกและภายในกล่องทดลอง ในตำแหน่งที่ 2 และ 3 ในภาพที่ 7 เพื่อวัดปริมาณแสงสว่างที่ส่งผ่านขวดแก้วและนำ

ค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าการส่งผ่านของแสงของบล็อกขวดแก้ว และ บล็อกแก้ว เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านการส่งผ่านแสงสว่าง



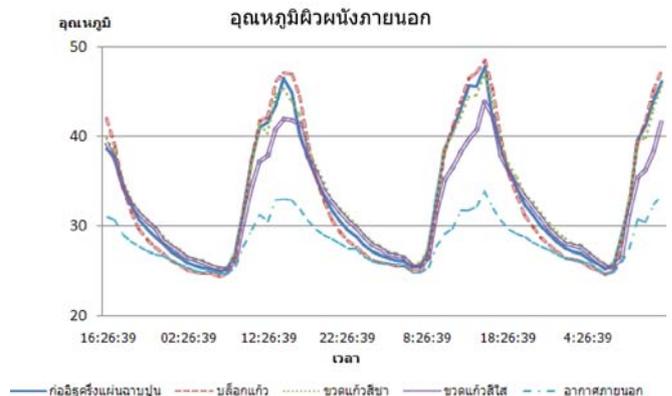
ภาพที่ 7 แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งหัววัดอุณหภูมิ

4. ผลการศึกษา

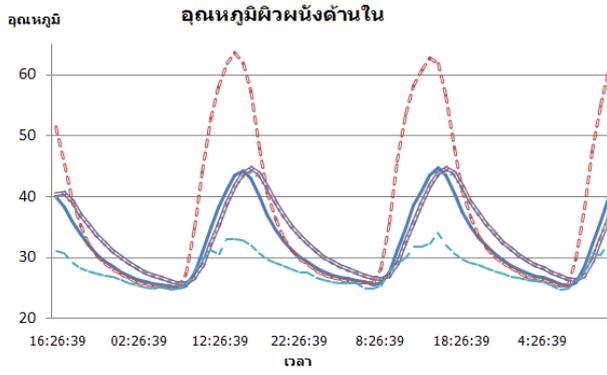
บล็อกขวดแก้วที่ผลิตจากขวดขนาดเล็กที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็นแนวทางในการนำวัสดุเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่เพื่อลดพลังงานในการกำจัดหรือการหลอมขวดเหล่านี้มาใช้ใหม่ บล็อกขวดแก้วมีราคาต่อตรม.ต่ำ 643 บาทต่อตร.ม. เมื่อเปรียบเทียบกับบล็อกแก้วที่ใช้ในการก่อสร้างผนังอาคารซึ่งมีราคาประมาณ 1,250 บาทต่อตร.ม.และมีขั้นตอนในการผลิตไม่ยุ่งยากสามารถทำได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องจักรหรือเทคโนโลยีที่ซับซ้อน

4.1 การส่งผ่านความร้อน

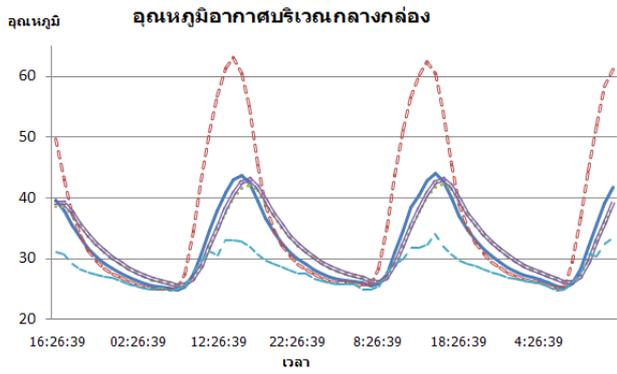
การทดสอบคุณสมบัติของบล็อกขวดแก้วพบว่า ค่าการต้านทานความร้อนของผนังบล็อกขวดแก้วนั้นจะมีช่วงของการหน่วงความร้อนที่แตกต่างจากผนังบล็อกแก้วเนื่องจากมวลของวัสดุที่แตกต่างกัน และผนังบล็อกแก้วส่งผ่านปริมาณความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้มากกว่าเนื่องจากปริมาณแสงอาทิตย์ที่เข้าสู่ภายในกล่องทำให้อุณหภูมิภายในมีอุณหภูมิขึ้นรวดเร็ว กรณีผนังบล็อกขวดแก้วจะมีปริมาณความร้อนเข้าสู่ภายในใกล้เคียงกับผนังอิฐมอญฉาบปูนเรียบซึ่งจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าผนังบล็อกแก้วอย่างมาก ในช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิภายในของผนังบล็อกแก้วจะต่ำที่สุด ตามด้วยผนังอิฐมอญฉาบปูนเรียบ และผนังบล็อกขวดแก้ว ตามลำดับ โดยอุณหภูมิภายในของกล่องทดลองที่ติดตั้งด้วยบล็อกขวดแก้วทั้งสองสีมีค่าใกล้เคียงกัน แต่อุณหภูมิผิวของบล็อกขวดแก้วสีใสมีค่าต่ำที่สุด



ภาพที่ 8 อุณหภูมิผิวผนังภายนอกกล่องทดลอง



ภาพที่ 9 อุณหภูมิผิวผนังภายในกล่องทดลอง



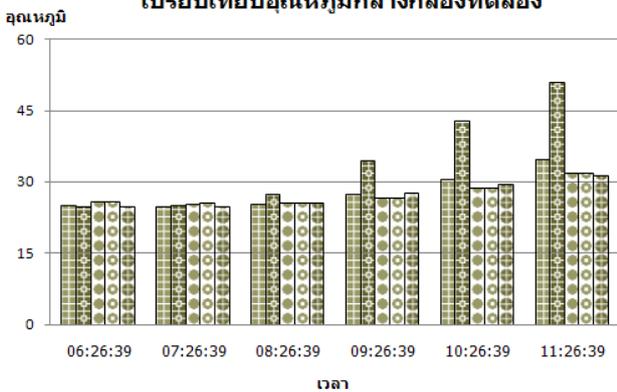
ภาพที่ 10 อุณหภูมิอากาศกลางกล่องทดลอง

การวิเคราะห์อุณหภูมิภายในกล่องทดลองทั้งสี่โดยใช้ข้อมูลของวันที่สองของการทดลอง พบว่า

4.1.1 ช่วงเวลาก่อนเที่ยงวัน

เมื่อผนังทดสอบได้รับแสงและความร้อนจากดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาเช้าความร้อนจะเริ่มสะสมที่ตัววัสดุและถ่ายเทสู่ภายใน อุณหภูมิอากาศของผนังบล็อกแก้วจะเพิ่มขึ้นสูงอย่างรวดเร็วกว่าผนังชนิดอื่นจากปัจจัยทางด้านมวลและการส่องผ่านของแสงรองลงมาคือผนังก่ออิฐและผนังบล็อกขวดแก้วทั้งสองชนิดที่มีอุณหภูมิอากาศภายในใกล้เคียงกัน

เปรียบเทียบอุณหภูมิกลางกล่องทดลอง

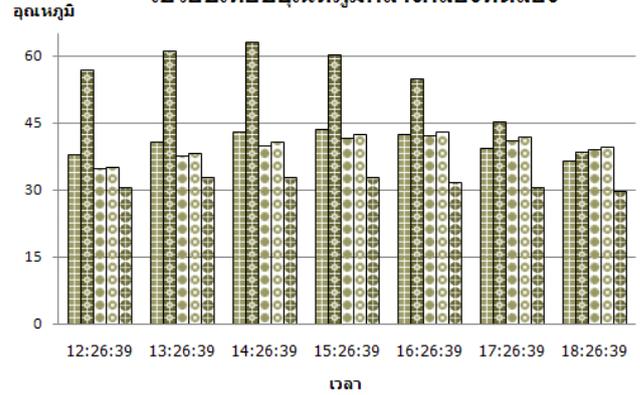


ภาพที่ 11 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิกลางกล่องของผนังทดสอบทั้ง 4 ชนิดช่วงเวลาก่อนเที่ยงวัน

4.1.2 ในช่วงเวลาหลังเที่ยงวัน

ช่วงเวลาลงเที่ยงวัน อุณหภูมิอากาศภายนอกจะสูงที่สุดในเวลา 14.26 น. อุณหภูมิอากาศภายในกล่องผนังบล็อกแก้วมีอุณหภูมิสูงมากเนื่องพลังงานความร้อนเข้าสู่ภายในกล่องได้มาก โดยอุณหภูมิกลางกล่องจะเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเวลาที่แสงอาทิตย์ส่องผ่านเข้ามาลดลงในช่วงเย็น ผนังขวดแก้วสีใสและสีขาวเมื่อเปรียบเทียบกับผนังก่ออิฐผล การศึกษาพบว่าอุณหภูมิอากาศภายในน้อยกว่าผนังก่ออิฐประมาณ 2 - 3 °C ในช่วงเวลา 12.26 น.– 16.26 น. และเริ่มมีอุณหภูมิอากาศภายในมากกว่าผนังก่ออิฐประมาณ 2 - 3 °C ในช่วงเวลา 17.26น.– 18.26 น

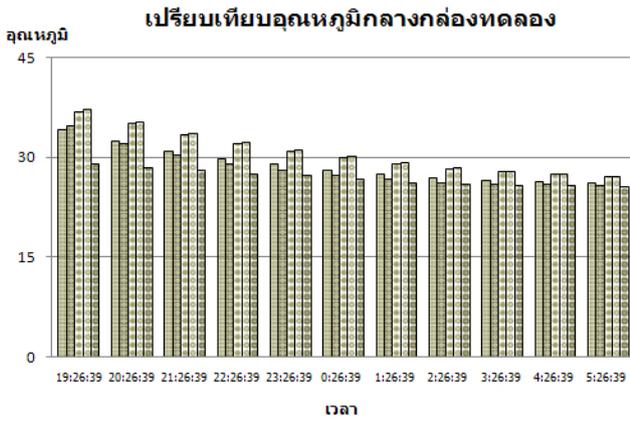
เปรียบเทียบอุณหภูมิกลางกล่องทดลอง



ภาพที่ 12 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิกลางกล่องของผนังทดสอบทั้ง 4 ชนิดช่วงเวลาหลังเที่ยงวัน

4.1.3 ในช่วงเวลากลางคืน

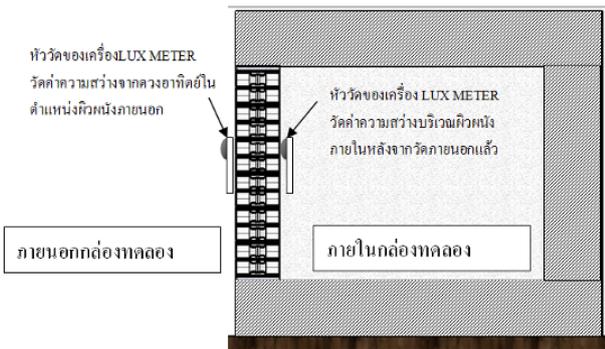
ในช่วงเวลากลางคืนเป็นช่วงที่อุณหภูมิอากาศภายนอกลดต่ำลงและไม่มีอิทธิพลความร้อนจากดวงอาทิตย์ ภายในกล่องทดลองมีความร้อนสะสมไว้แตกต่างกันตามปริมาณความร้อนที่ได้รับ ผนังบล็อกแก้วและผนังก่ออิฐมีอุณหภูมิที่ลดต่ำลงใกล้เคียงกันซึ่งต่างจากผนังขวดแก้วทั้ง 2 ชนิดซึ่งมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันและสูงกว่าผนังบล็อกแก้วและผนังก่ออิฐประมาณ 1-3 °C จะเห็นได้ว่าผนังบล็อกขวดแก้วจะมีความร้อนสะสมอยู่ในกล่องในช่วงเวลากลางคืนที่สูงกว่าผนังชนิดอื่นเนื่องจากความเป็นโพรงอากาศของขวดแก้วโปร่งแสงผนวกกับปูนทรายที่บดแสงช่วยกักเก็บความร้อนที่สะสมจากการส่องผ่านของแสงอาทิตย์ที่มีผลมาจากช่วงกลางวันซึ่งผลจากสีของขวดแก้วทำให้อุณหภูมิอากาศภายในของขวดแก้วสีขาน้อยกว่าผนังขวดแก้วสีใสเพียงเล็กน้อย



ก่อก่ออิฐครึ่งแผ่นจบบน บล็อกแก้ว ขวดแก้วสีชา ขวดแก้วสีใส อากาศภายนอก
 ภาพที่ 13 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิกลางวันกลางกลองของ
 ผนังทดสอบทั้ง 4 ชนิดช่วงเวลากลางคืน

4.2 การส่องผ่านของแสง

ทำการวัดค่าแสงด้วยเครื่องวัดแสง ในเวลา 13.00 น. ซึ่งมีสภาพ
 ท้องฟ้าโปร่ง โดยวัดค่าความสว่าง (Global Illuminance) ที่ผนังขวด
 แก้วภายนอกกลองทดลองและวัดค่าความสว่างที่ด้านในผนังขวดแก้ว
 ภายในกลองทดลองดังแสดงในภาพที่ 14 จำนวน 5 ครั้ง เพื่อหา
 ค่าเฉลี่ยการส่องผ่านของแสงสว่าง (τ_g) [4] โดยจุดที่ทำการวัดคือ
 บริเวณขวดแก้วของบล็อกขวดแก้ว



ภาพที่ 14 แสดงวิธีการวัดค่าความสว่างที่ผิวผนังเพื่อหาค่าการ
 ส่องผ่านของก้อนวัสดุ

นำค่าที่วัดได้ทั้ง 5 ชุด มาหาค่าเฉลี่ยได้ค่าการส่องผ่านผนังขวด
 แก้วสีใสและสีชา 3.74% และ 0.31% ตามลำดับ แต่เนื่องจากผนังบล็อก
 ขวดแก้ว 1 บล็อก มีทั้งส่วนที่เป็นวัสดุโปร่งแสงและส่วนทึบแสง
 เพราะฉะนั้นการคิดค่าการส่องผ่านของผนังบล็อกขวดแก้วนั้นจำเป็นที่
 จะต้องคำนึงถึงในส่วนทึบแสงดังกล่าว โดยคำนวณค่าการส่องผ่านของ
 บล็อกขวดแก้วจากสมการด้านล่าง

$$\frac{\tau_g \cdot A_g}{A_b} \quad (1)$$

เมื่อ τ_g คือ ค่าการส่องผ่านแสงของขวดแก้ว
 A_g คือ พื้นที่ของขวดแก้ว
 A_b คือ พื้นที่ของบล็อกขวดแก้ว

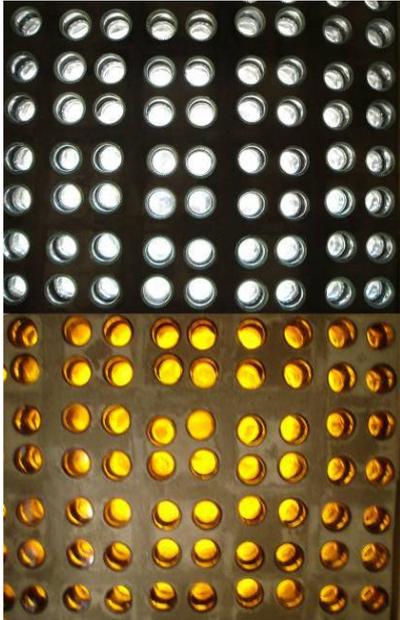
เมื่อขนาดของบล็อกแก้วเท่ากับ 10x10 ซม. มีพื้นที่เท่ากับ 100
 ตร.ซม. และขนาดพื้นที่ขวดแก้วในบล็อกขวดแก้ว 4 ขวดมีค่าเท่ากับ
 64 ตร.ซม. ดังนั้นค่าการส่องผ่านของบล็อกขวดแก้วสีใสและสีชา (เมื่อ
 คิดรวมพื้นที่ทึบแสง) มีค่า 2.4% และ 0.2% ตามลำดับ

5. อภิปรายผลและสรุปผลการศึกษา

เมื่อพิจารณาจากต้นทุนการผลิตบล็อกพบว่า การนำขวดแก้ว
 เหลือทิ้งมาใช้ผลิตบล็อกมีความน่าสนใจในการพัฒนาต่อเป็น
 อุตสาหกรรมการก่อสร้าง เนื่องจากมีต้นทุนที่ต่ำและมีปริมาณขวดที่
 เหลือทิ้งจากการบริโภคเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามผลประสิทธิภาพ
 ทางด้านการต้านทานความร้อนใกล้เคียงกับผนังก่ออิฐฉาบปูนโดยมี
 ความต้านทานความร้อนที่เพิ่มสูงขึ้นจากอิฐฉาบปูน แต่ในเวลากลางคืน
 ความร้อนจะถ่ายเทผ่านบล็อกขวดแก้วได้น้อยกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนและ
 บล็อกแก้วเมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิอากาศบริเวณกลางกลองทดลองทั้ง 4
 ประเภทพบว่า มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิผิวผนังภายในกลองทดลองด้วย
 ข้อจำกัดทางด้านขนาดของกลองทดลองที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นอุณหภูมิ
 อากาศบริเวณกลางกลองจึงอาจมีความคลาดเคลื่อนหากพิจารณาใน
 พื้นที่ห้องใช้งานจริง การศึกษาเพิ่มเติมโดยการติดตั้งทดสอบในห้อง
 ขนาดจริง หรือเพิ่มขนาดของกลองทดลอง จะทำให้ผลการศึกษามี
 ความแม่นยำมากขึ้น

ประสิทธิภาพการส่องผ่านแสงสว่างของบล็อกขวดแก้วสีใสและสี
 ชาที่จะส่องผ่านแสงธรรมชาติสู่ภายในอาคารพบว่า บล็อกขวดแก้วไม่ได้มี
 คุณสมบัติในการส่องผ่านแสงสว่างที่ดี การนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ใน
 การส่องผ่านแสงธรรมชาติเหมือนบล็อกแก้วอาจมีข้อจำกัดในการใช้งาน
 หากใช้ในปริมาณพื้นที่ที่เท่ากัน หากมีความจำเป็นต้องใช้ต้องเพิ่ม
 ปริมาณบล็อกเพื่อให้แสงส่องผ่านเข้ามาได้ บล็อกขวดแก้วจึงเหมาะ
 กับการใช้ในส่วนของการประดับตกแต่งอาคาร ซึ่งสามารถสร้างรูปแบบ
 ของผนังที่น่าสนใจที่แตกต่างจากบล็อกแก้ว โดยการให้แสงส่องผ่าน
 เพื่อสร้างรูปแบบผนังตามความต้องการของผู้ออกแบบ ดังแสดงในภาพ
 ที่ 15

การศึกษาที่ใช้ขวดแก้วขนาดอื่นๆ มาใช้ในการสร้างบล็อก หรือ
 ใช้เป็นส่วนหนึ่งในการทำผนัง อาจให้ผลการศึกษที่แตกต่างเหมาะสม
 ในการนำมาใช้มากกว่าขวดแก้วขนาดเล็ก เช่น การนำขวดเครื่องดื่มชูก
 กำลัง หรือขวดโซดาที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยเรียงในแนวนอนเพื่อให้
 ความหนาของผนังใกล้เคียงกับผนังอิฐฉาบปูน และเพิ่มขนาดของบล็อกให้
 ใหญ่ขึ้น อาจเพิ่มประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงให้กับบล็อกขวด
 แก้วได้ การศึกษานี้มีประโยชน์แก่ผู้สนใจในการนำแนวทางการศึกษานี้
 ไปผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำสิ่งเหลือทิ้งมาเพิ่มประโยชน์ และ
 เป็นตัวอย่างให้กับผู้ที่สร้างอาคารที่มีต้นทุนต่ำ เช่น การนำไปใช้
 ร่วมกับการสร้างบ้านดิน เป็นต้น หรือ การทำให้อาคารมีรูปแบบที่
 น่าสนใจ เช่น อุโบสถของวัดป่ามหาเจติย์แก้ว (วัดล้านขวด) จังหวัด
 ศรีสะเกษ



ภาพที่ 15 แสดงแสงที่ส่องผ่านตู้ภายในของผนังขวดแก้วสีชาและผนังขวดแก้วสีใส

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ทดลองและสถานที่ในการศึกษา และทุนสนับสนุนในการนำเสนอบทความในการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 6

เอกสารอ้างอิง

1. ประพันธ์พงศ์ จงปติยัตต์. ฟ้าขะยะ. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547
2. ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล. Solar Cooker โดยแนวคิด 3R- Reducing/ Re-using/ Recycling. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 5, หน้า 26. มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก, 2552.
3. พิชัย ศรีมันตะ. กรีนทีมีรีไซเคิล จ.ขอนแก่น สัมภาษณ์
4. IESNA, IESNA Lighting Handbook. 9th ed. HB-9-00. New York: IESNA, 2003.