

การตอบสนองเชิงอุณหภูมิของอาคาร กรณีศึกษาเปรียบเทียบการก่อสร้าง
อาคารด้วยคอนกรีตมวลเบาและคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของวัสดุเหลือทิ้ง
**Comparison of Thermal Response of the Building Case study Buildings
with Lightweight Concrete and with Concrete Block Containing Wastes.**

อิวิวัส บุญดา,¹ วิจิตรา สิงห์หิรัญนุสรณ์,²

Atiwas Bunda,¹ Wichitra Singhirunnusorn²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาการตอบสนองเชิงอุณหภูมิของอาคาร โดยเริ่มจากการหาอัตราส่วนคอนกรีตบล็อกที่เหมาะสมของวัสดุเหลือทิ้ง 2 ชนิด แบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์และพลาสติก EVA ขนาด 0.5 cm เพื่อใช้ในการแทนที่ทรายในอัตราส่วนร้อยละโดยปริมาตรคือ 25, 30 และ 40 โดยจะใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน 0.50 เพื่อใช้หาอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานที่เหมาะสมที่สุด เท่ากับ อัตราส่วน ร้อยละ 40 เวลาในการบ่มที่ 14 วัน ค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุดของคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมพลาสติก EVA เท่ากับ 38.11 kg/cm^2 และ ค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุดของคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมพลาสติก เท่ากับ 71.24 kg/cm^2 นำคอนกรีตที่ได้สร้างเซลล์ทดลอง ขนาด $1.5 \times 1.5 \times 1.5 \text{ cm}$ ผึ่งที่ศตวันตกและทิศใต้ ใช้คอนกรีตมวลเบาที่มีส่วนผสมของ EVA ส่วน ผึ่งที่ศตวันออกและทิศเหนือ ใช้คอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ร่วมกับการปลูกพืชไม้ระแนง เซลล์ทดลองเป็นแบบระบบปิด ไม่มีหน้าต่าง ประตู ทำการทดสอบการตอบสนองเชิงอุณหภูมิ 7 วัน ช่วงที่ร้อนที่สุดอยู่ในช่วง 16.00-18.00 อุณหภูมิสูงสุด ทิศตะวันตก 38.25 องศาเซลเซียส ต่ำสุดคือทิศเหนือ 36.84 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่างกันถึง 1.39 องศาเซลเซียส และสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเซลล์ทดลอง 5.05 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาเดียวกัน และพบว่าทิศตะวันตกและทิศใต้มีการสะสมความร้อนไว้มากกว่าอุณหภูมิภายนอกตลอดเวลา การออกแบบอาคารโดยการหันทิศร่วมกับการใช้คอนกรีตบล็อกแบบผสมผสาน กับการปลูกพืชไม้ระแนงมีส่วนช่วยในการกรองรังสีดวงอาทิตย์และลดความร้อนให้กรอบอาคารได้ด้วยวิธีการระเหยน้ำ และเมื่อกรอบอาคารมีอุณหภูมิต่ำก็ทำให้ช่วยลดอุณหภูมิภายในได้

คำสำคัญ: คอนกรีตมวลเบา ปูนปลาสเตอร์ คอนกรีตบล็อก วัสดุเหลือทิ้ง

¹นิสิตปริญญาโท, ² อาจารย์, สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
จังหวัดมหาสารคาม 44000 ประเทศไทย

¹Graduate Student, ²Lecturer, Environmental Technology Program, Faculty of Environment and Resource Studies,
Mahasarakham University, Maha Sarakham 44000, Thailand, Email: atiwas15@hotmail.com,
Email: wichitra.s@msu.ac.th; swichitra@gmail.com

Abstract

This study aims to study the thermal response of the building. Start by finding the ratio of concrete blocks of suitable waste two types of mold plaster and EVA plastic measuring 0.5 cm in order to replace the sand in a ratio by volume percentage was 25, 30 and 40 in the ratio of water to binder. 0.50 for a ratio of water to binder optimal ratio of 40 percent at incubation time of 14 days, the bundle compressive strength of the concrete block mix EVA plastic was 38.11 kg / cm² and the bundle compression peak. concrete block plaster mixture of 71.24 kg / cm² take concrete measures 1.5x1.5x1.5 cm test cell wall to the west and south. Use a mixture of EVA lightweight concrete wall on the east and north. Concrete block with a mixture of plaster with lath crops. Experimental cell is a closed system No windows, doors, Thermal response test 7 days during the hottest temperature in the range of 16.00 to 18.00 38.25 degrees west of north, 36.84 degrees Celsius minimum temperature difference of 1.39 ° C higher than the outside temperature. cell experiments, 5.05 ° C in the same period. And the west and south, with the outside temperature heat over time. Designed by building facing a concrete block with a holistic approach. Strip cropping contributes to filter the sun's rays and reduce heat to evaporate water and building frame by frame building on a low temperature, it reduces the internal temperature..

Keywords: Lightweight concrete, plaster, Concrete Block, waste material.

บทนำ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยต่อเนื่องจากโครงการวิจัยเรื่อง “คุณสมบัติการอนุรักษ์พลังงานของคอนกรีตมวลเบาที่มีส่วนประกอบของวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมรองเท้า” ซึ่งได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจากกองทุนฯ ในปีงบประมาณ 2554 โดยการวิจัยในครั้งนี้ได้ต่อยอดสิ่งที่พบจากการวิจัยด้านคุณสมบัติด้านอนุรักษ์พลังงานของคอนกรีตมวลเบาที่มีส่วนประกอบของของพลาสติก (Ethylene Vinyl Acetate) EVA ซึ่งเป็นของเหลือใช้จากอุตสาหกรรมรองเท้า¹ ในการนี้ การวิจัยตามโครงการนี้ได้บูรณาการ ศาสตร์ด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมกับการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน โดยมุ่งหาแนวทางในการนำวัสดุเหลือทิ้งจำนวนมากที่ก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ประโยชน์และส่งผลดีต่อการใช้พลังงานในอาคาร การวิจัยได้ศึกษาการนำวัสดุดังกล่าวไปใช้ในงานก่อสร้างอาคาร การวิจัยครั้งนี้

ได้ต่อยอดผลที่ได้จากการศึกษาคอนกรีตมวลเบาจากวัสดุเหลือทิ้งของโครงการที่เคยดำเนินการวิจัยมาแล้วในกลุ่มวิจัยเดียวกัน ซึ่งนอกจากคอนกรีตมวลเบาที่มีส่วนประกอบของพลาสติก EVA แล้ว การศึกษายังได้นำคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของวัสดุปูนปลาสเตอร์เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเซรามิก ซึ่งเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม นำมาประยุกต์ในการทดสอบการตอบสนองของความร้อนของอาคารที่ก่อสร้างด้วยคอนกรีตที่มีส่วนประกอบของวัสดุเหลือทิ้งทั้งสองประเภท ผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปสู่การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนในการผลิตคอนกรีตบล็อก และส่งเสริมให้ชุมชนได้ผลิตเป็นอุตสาหกรรมครัวเรือนโดยอาศัยวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงาน

จากวิกฤติปัญหาโลกร้อนทำให้ปัจจุบันประชาชนหันมาให้ความสำคัญกับการประหยัดพลังงานมากขึ้น ทำให้ในอนาคตแนวโน้มของการ

ออกแบบอาคารมุ่งเน้นไปที่อาคารอนุรักษ์พลังงาน หรืออาคารเขียวกันมากขึ้น ซึ่งปัจจัยที่จะทำให้อาคารมีการประหยัดพลังงานหรือประหยัดทรัพยากร ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยไม่ว่าจะเป็นการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมบริเวณรอบอาคาร ให้ร่มรื่น เย็นสบาย การเลือกรูปทรงอาคาร และการใช้ประโยชน์จากปัจจัยธรรมชาติให้เกิดการประหยัดพลังงาน การเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง รวมถึงการใช้ระบบและอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง ซึ่งการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร คือการผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด การอนุรักษ์พลังงานนอกจากจะช่วยลดปริมาณการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในกิจการแล้ว ยังจะช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากแหล่งที่ใช้และผลิตพลังงานด้วย

การลดใช้พลังงานเป็นสิ่งสำคัญที่สุดแนวทางหนึ่งในการลดใช้พลังงานของอาคาร คือการเลือกใช้วัสดุที่ก่อสร้างอาคารที่มีประสิทธิภาพการนำความร้อนต่ำ (Thermal conductivity) จะส่งผลให้ลดการสะสมความร้อนภายในอาคาร และจะนำไปสู่การลดการใช้พลังงานขณะใช้อาคารได้ ผนังอาคารเป็นส่วนหนึ่งของเปลือกอาคารที่ได้รับอิทธิพลความร้อนจากดวงอาทิตย์ผ่านเข้าสู่อาคาร โดยได้รับความร้อนที่เกิดจากอุณหภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมภายนอกที่สูงขึ้น การลดอุณหภูมิให้กับผนังอาคารโดยการใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนและการใช้การระเหยของน้ำ เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะลดอุณหภูมิที่สูงขึ้นของผนัง ซึ่งจะส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารลดต่ำลงได้

คุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนจากของเหลือทิ้งหรือ ของเสียจากอุตสาหกรรมรองเท้า โดยเฉพาะพลาสติกชนิด EVA ซึ่งใช้เป็นวัสดุ

สำคัญในการทำพื้นรองเท้าและส่วนประกอบต่างๆ ของรองเท้า วัสดุเหลือใช้ดังกล่าวเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากและถูกกำจัดโดยการเผาทำลาย หรือทิ้งสู่สถานที่ฝังกลบขยะ ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม การพัฒนาการผลิตคอนกรีตมวลเบาจากการนำวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมรองเท้า มาเป็นส่วนผสมในฐานะวัสดุฉนวน (Insulator) ร่วมกับวัสดุประสานอื่นๆในการผลิตคอนกรีตมวลเบา เพื่อจะให้พลาสติกมวลเบา EVA ทำให้เกิดโพรงอากาศ แต่ก็ส่งผลกระทบต่อทำให้คุณสมบัติการทนไฟมีค่าลดลง ความแข็งแรงลดลง และการรับกำลังอัดลดลง แต่ก็จะมีผลทำให้คอนกรีตมวลเบาที่มีความเป็นฉนวนในการกันความร้อนและมีน้ำหนักเบา

ปัจจุบันพบว่าปริมาณปูนปลาสเตอร์ที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเซรามิกมีปริมาณสูงถึง 38,000 ตันต่อปี² วัสดุที่มีคุณสมบัติการดูดการคายน้ำที่นำมาใช้ประโยชน์รวมกับการทำระแนงไม้เพื่อปลูกไม้เรื้อย ได้มีการศึกษาการใช้ประโยชน์จาก Working mold ที่เสื่อมสภาพของอุตสาหกรรมเซรามิก เพื่อนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมก่อสร้างได้³ และทำให้หลายประเทศตระหนักถึงผลเสียที่จะเกิดต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีมาตรการเพื่อให้มีการนำกลับมาใช้ใหม่ แทนการถมที่⁴ นำปูนปลาสเตอร์เหลือทิ้งมาผสมเพื่อผลิตคอนกรีตบล็อก เพื่อเป็นการนำกลับมาใช้ใหม่ในการผลิตคอนกรีตบล็อก เป็นการช่วยลดปริมาณการทิ้งปูนปลาสเตอร์ของแบบพิมพ์และนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบวัสดุใหม่หรือวัสดุทดแทน เนื่องจากปูนปลาสเตอร์มีความแข็งแรง รวมถึงมีรูปทรงมาก จึงสามารถดูดซับน้ำได้ดี

จากการนำวัสดุเหลือทิ้งโดยคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาจากวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมรองเท้าและอุตสาหกรรมเซรามิกนั้น มีผลทำให้เกิดการลดพลังงาน 2 ลักษณะขึ้นได้แก่ พลังงานสะสมรวม (Embodied Energy) และพลังงานที่ใช้ขณะใช้อาคาร (Operating Energy) โดย จากคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาน้ำหนักเบา นั้นสามารถลดโครงสร้างของตัวอาคารลงได้ และเป็นส่วนทำให้สามารถลดพลังงานสะสมรวม (Embodied Energy) เป็นต้น ในส่วนของพลังงานที่ใช้ขณะใช้อาคาร (Operating Energy) คือ พลังงานที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานภายในอาคาร โดยจากคุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อนและการทำความเย็นด้วยวิธีระเหยน้ำจะทำให้ลดอุณหภูมิภายในตัวอาคาร และการถ่ายเทความร้อน ทำให้เกิดการประหยัดพลังงานในตัวอาคารลงได้

การใช้คอนกรีตมวลเบาในการก่อสร้างได้มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ด้วยมีคุณสมบัติเด่นในด้านน้ำหนักเบา คุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน กันเสียง มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน การนำวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมต่างๆ มาเป็นส่วนประกอบในการผลิตคอนกรีตมวลเบาหรืออิฐ การศึกษาเหล่านี้ก็ถือว่าเป็นวิธีการที่มีการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ อย่างไรก็ตาม การศึกษาในอดีตได้คำนึงถึงการขึ้นรูป คุณสมบัติทางกายภาพ แต่ยังขาดการศึกษาความสามารถในการประหยัดพลังงาน

นอกจากนั้นการวิจัยนี้ยังมุ่งเน้นที่จะศึกษาเกี่ยวกับการทำความเย็นด้วยวิธีธรรมชาติ (passive cooling system) โดยมีการใช้การหันทิศทางของอาคารและการใช้ระแนงไม้เลื้อยเป็นการทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยน้ำซึ่งใช้เฉพาะ

กับผนังด้านที่สร้างขึ้นจากคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ และใช้คอนกรีตมวลเบาที่มีคุณสมบัติการเป็นฉนวนที่สร้างขึ้นจากคอนกรีตมวลเบาที่มีส่วนผสมจากพลาสติก EVA เป็นส่วนช่วยลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคาร ซึ่งส่งผลต่อการลดลงของพลังงานสะสมรวม (Embodied Energy) และพลังงานที่ใช้ขณะใช้อาคาร (Operating Energy) และศึกษาการตอบสนองเชิงอุณหภูมิกของเปลือกอาคาร ซึ่งเปรียบเทียบกับผนังอาคารที่สร้างจากคอนกรีตมวลเบาและคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของวัสดุเหลือทิ้ง ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยนอกจากจะเป็นการพัฒนาวัสดุสำหรับอาคารที่ลดการใช้พลังงานแล้ว การนำวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ยังเป็นการช่วยลดพลังงานที่ใช้และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ตามมาจากระบวนการกำจัดอีกทางหนึ่งดังแสดงใน Figure 1 ของกรอบการวิจัยการศึกษา

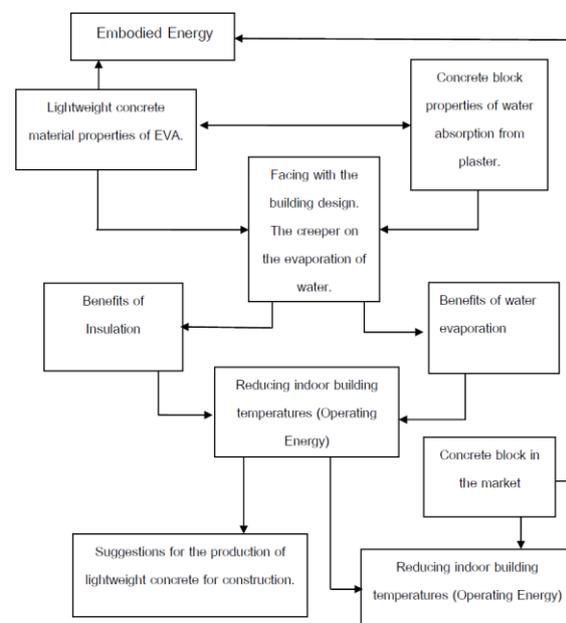


Figure 1 Research framework.

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาเกี่ยวกับการทำ ความเย็นด้วยวิธีธรรมชาติ โดยใช้การหันทิศของ อาคาร และการใช้ไม้เลื้อยเป็นการทำความเย็น โดยการระเหยน้ำ และใช้คอนกรีตมวลเบาที่มี คุณสมบัติการเป็นฉนวน ช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร และนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้แทนทรายตามอัตราส่วนที่เหมาะสมมาเป็นส่วนผสม ของคอนกรีตเพื่อสร้างเซลล์ทดลอง ขนาดของ คอนกรีต 20 cm x 30 cm.x 7.5 cm

วิธีการศึกษาจะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของคอนกรีตที่ ต่างชนิดกันที่มีส่วนผสมของวัสดุเหลือทิ้ง

เตรียมส่วนผสมคอนกรีตบล็อกที่มี ส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ และ EVA ขนาด 0.5 cm แสดงไว้ใน Figure 2 ตามอัตราส่วนที่กำหนด ดัง Table 1 ผสมส่วนผสมทั้งหมดในแต่ละ อัตราส่วนเข้าด้วยกันโดยใช้เครื่องผสม ตาม อัตราส่วนน้ำ/วัสดุประสาน (w/c) เท่ากับ 0.5 ซึ่ง สอดคล้องกับ ทฤษฎีที่ อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุ ประสานต่ำสุดอยู่ที่ 0.42 ที่ทำปฏิกิริยาไฮเดรชันอย่าง สมบูรณ์แต่ในความเป็นจริงแล้วทำปฏิกิริยา กันอย่างไม่สมบูรณ์ เมื่อส่วนผสมเริ่มแข็งตัว (ประมาณ 24 ชั่วโมง)แสดงตาม Figure 3 นำ คอนกรีตบล็อกตัวอย่างมาบ่มต่อโดยการห่อหุ้ม ด้วยพลาสติกระยะเวลาการบ่ม 7, 14 และ 28 วัน แล้วนำไปอบในตู้อบความร้อน Hot air oven อุณหภูมิ 105 °C เวลา 24 ชั่วโมง ทำการทดสอบ คุณสมบัติทางกายภาพของคอนกรีตบล็อกเพื่อ เลือกราค่าอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน (W/C) ที่ เหมาะสม คอนกรีตบล็อกที่จะนำไปทดสอบเป็น แบบหล่อทรงกระบอกขนาด 20 ซม.x 30 ซม. ดัง Figure 3 โดยทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดด้วยเครื่อง ทดสอบเอนกประสงค์ (Universal Testing Machine) ทำงานด้วยระบบ Hydraulic และ ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์แสดงไว้ใน Figure 4 โดยเลือกจากค่ากำลังรับแรงอัดที่ดีที่สุด เพื่อนำไป

อ้างอิงในการหล่อคอนกรีตบล็อกสำหรับการ ทดลองในขั้นต่อไป



Figure 2 Waste Material



Figure 3 Concrete blocks manufacturing



Figure 4 Compressive strength test

Table 1 Testing compositions in percentage of concrete blocks with Plaster and EVA sizes of 0.5 cm.

The ratio of the material	sand	cement	lime	gypsum	water to cement (w/c)	
plaster	25	25	30	10	10	0.5
	30	20				
	40	10				
EVA	25	25	30	10	10	0.5
	30	20				
	40	10				

2. ทดสอบการตอบสนองเชิงอุณหภูมิที่ได้จากการสร้างเซลล์ทดลองโดยเปรียบเทียบระหว่างผนังที่สร้างด้วยคอนกรีตมวลเบาและคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของวัสดุเหลือทิ้งนำคอนกรีตบล็อกที่ผลิตขึ้น สร้างเซลล์ทดลองเพื่อใช้ในการทดสอบการตอบสนองเชิงอุณหภูมิ เพื่อให้การทดสอบใกล้เคียงกับบ้านจริง ซึ่งในการทดสอบจะทำการทดสอบแบบปิด โดยการปิดประตูหน้าต่างในการทดสอบ ค่าที่ได้จะเป็นค่าการทดสอบเซลล์ทดลอง ผนังของเซลล์ทดลองด้านทิศตะวันออกและทิศเหนือ สร้างด้วยคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมด้วยปูนปลาสเตอร์จากอุตสาหกรรมเซรามิก และมีการทำระแนงไม้เพื่อปลูกไม้เลื้อย ระยะห่างจากผนัง 10 เซนติเมตร ขนาดเซลล์ทดสอบ (1.5 m x 1.5 m x 1.5m) แสดงใน Figure 5 เพื่อใช้ประโยชน์จากการรดน้ำของพืช ทำให้ผนังที่สร้างด้วยคอนกรีตบล็อกมีการระเหยน้ำตลอดทั้งวัน ส่วนผนังด้านทิศใต้ และทิศตะวันตกสร้างด้วยคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของพลาสติก EVA ที่มีคุณสมบัติการเป็นฉนวนสามารถป้องกันรังสีความร้อนได้ดี และยังสามารถทำให้ช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคารได้ โดยการระเหยของน้ำ ดังแสดงในทำการติดตั้งเครื่อง Data Logger ในวันที่ 7-13 พฤษภาคม 2557 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เขตพื้นที่ในเมือง (ม. เก่า)

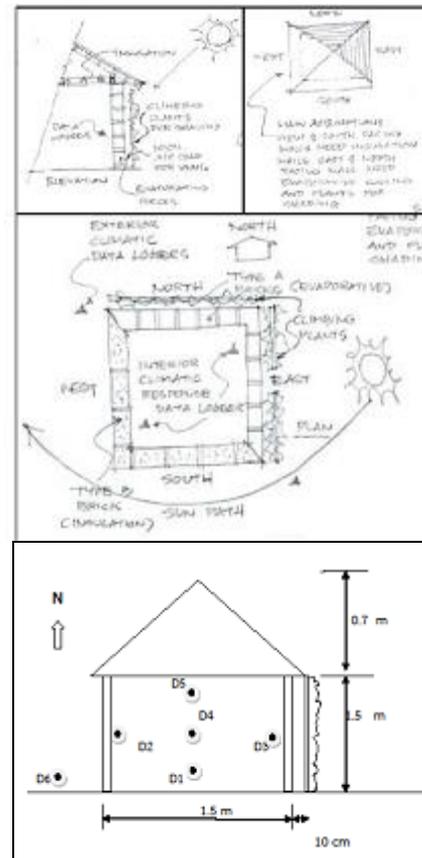


Figure 5 Top view and side view of test buildings with location of thermocouples

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้ทดสอบคอนกรีตบล็อกที่มีปูนปลาสเตอร์ของแบบพิมพ์เซรามิกเป็นส่วนผสมและคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของพลาสติก EVA จากอุตสาหกรรมร่องเท้าเป็นส่วนผสมในการนี้ผู้วิจัยได้นำแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์และพลาสติก EVA ที่เหลือทิ้งมาย่อยให้ได้ขนาด 0.5 cm เพื่อใช้ในการแทนที่ทราย โดยจะใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน 0.50 เพื่อใช้หาอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานที่เหมาะสมที่สุด เท่ากับอัตราส่วน ร้อยละ 40 เวลาในการบ่มที่ 14 วันของส่วนผสมทั้งสองชนิดวัสดุเหลือทิ้งดังแสดงใน Table 2 ซึ่งใช้ CB คือ Concrete Block ค่าการรับแรงอัดสูงสุดของคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมพลาสติก EVA เท่ากับ 38.11 kg/cm^2 ซึ่งผ่านมาตรฐาน (20 kg/cm^2) และ ค่าการรับแรงอัด

สูงสุดของคอนกรีตบล็อกที่ส่วนผสมพลาสติกเทอร์เทากับ 71.24 kg/cm^2 ซึ่งผ่านมาตรฐาน (70 kg/cm^2) โดยนำอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานที่เหมาะสมที่สุดไปใช้อ้างอิงในการสร้างคอนกรีตบล็อกเพื่อสร้างก้อนสี่เหลี่ยมและนำมาสร้างเซลล์ทดลองต่อไป

Table 2 Compressive test results

Materials and replacement ratio (%)	Compressive test results kg/cm^2			average	standard
	CB 1	CB 2	CB 3		
EVA 25	39.85	32.63	33.87	35.45	>20 kg/cm^2
EVA 30	29.39	30.14	29.64	29.72	
EVA 40	38.11	28.15	24.66	30.3	
Plaster 25	63.76	58.78	75.72	66.08	>70 kg/cm^2
Plaster 30	46.08	37.86	40.1	41.34	
Plaster 40	71.24	46.83	62.02	60.03	

ศึกษาการตอบสนองเชิงอุณหภูมิ

นำคอนกรีตบล็อกที่ผลิตขึ้น สร้างเซลล์ทดลองเพื่อใช้ในการทดสอบการตอบสนองเชิงอุณหภูมิ เพื่อให้การทดสอบใกล้เคียงกับบ้านจริง ผลการทดลองของการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในเซลล์ทดลองที่เปรียบเทียบของแต่ละทิศทางดังแสดงใน Table 3 จะแสดงเป็นค่าเฉลี่ยในแต่ละวันและช่วงเวลาแบ่งออกเป็น 4 ช่วง ดังนี้ ช่วงเช้า กลางวัน บ่าย และกลางคืน พบว่าอุณหภูมิเริ่มต้นในช่วงเช้าอุณหภูมิในทิศตะวันตกสูงสุดและสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก รองลงมาคือ ทิศใต้ กลางเซลล์ ทิศตะวันออก และ ทิศเหนือ ตามลำดับ อุณหภูมิที่สูงที่สุดของวันที่ 1 อยู่ในช่วงเวลา 16:00- 18:00 เป็นช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดมากถึง 33.12 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ในทิศตะวันตก รองลงมาคือ ทิศใต้ กลางเซลล์ ตะวันออก และ ทิศเหนือต่ำสุด 32.08 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แต่อุณหภูมิจะห่างกันไม่มากนัก แต่อุณหภูมิภายในเซลล์จะสูงกว่าภายนอก ในการทดสอบเชิงอุณหภูมิตั้งนี้ พบว่า วันที่ 3 ของการทดลองหรือวันที่ 9 พฤษภาคม 2557 มีฝนตกในช่วงเวลา

14.45 – 18.00 โดยประมาณ จึงทำให้มีอุณหภูมิต่ำที่สุดในช่วง 16:00- 18:00 ของการทดลองทั้งหมด คือ 31.56 องศาเซลเซียส ของทิศเหนือ แต่อุณหภูมียังน้อยกว่าทิศตะวันตกในช่วงเวลาเดียวกันถึง 1.95 องศาเซลเซียส และในการทดสอบเชิงอุณหภูมิตั้งนี้ มีวันที่อุณหภูมิสูงที่สุดในวันที่ 11 พฤษภาคม 2557 พบว่าช่วงเวลาที่อุณหภูมิที่สูงที่สุดอยู่ในช่วงเดียวกัน คือ ทิศตะวันตก 38.25 องศาเซลเซียส ต่ำสุดคือทิศเหนือ 36.84 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่างกันถึง 1.39 องศาเซลเซียส และสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเซลล์ทดลอง 5.05 องศาเซลเซียส

จากผลการทดสอบการตอบสนองเชิงอุณหภูมิของอาคารพบว่า การออกแบบโดยการหันทิศมีส่วนในการกำหนดให้กรอบอาคารสัมพันธ์กับรังสีดวงอาทิตย์ ร่วมกับการปลูกพืชไม้ระแนงที่มีส่วนช่วยในการกรองแสงรังสีดวงอาทิตย์ การระเหยน้ำของพืช ในทิศตะวันออก และทิศเหนือ ร่วมกับการใช้คอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของพลาสติกเทอร์ที่มีคุณสมบัติการคายระเหยน้ำได้ดี ซึ่งทิศทางดังกล่าวเป็นทิศที่ได้รับแสงในช่วงเช้าที่มีอุณหภูมิที่ไม่สูงมากในระหว่างวัน อีกทั้งยังสามารถช่วยทำความเย็นด้วยวิธีธรรมชาติได้อีกด้วยคือ การระบายความร้อนด้วยการระเหยของผนังด้านทิศตะวันออกและทิศเหนือ ตามทฤษฎีคือการการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นไออย่างช้าๆ ซึ่งสามารถเกิดได้เฉพาะผิวหน้าและเกิดได้ทุกๆ อุณหภูมิ หรือเมื่อผนังมีความเย็นก็จะไม่ส่งผลให้กรอบอาคารร้อนเพิ่มขึ้นนั่นเองและในทางกลับกันจึงทำให้อุณหภูมิที่สูงภายในอาคารลดลงได้อีกด้วย ทิศตะวันตกและทิศใต้เป็นทิศที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด เนื่องจากคอนกรีตมวลเบาที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนป้องกันความ

ร้อนเข้าสู่อาคารแต่พอมีความร้อนเข้าสู่อาคารก็ป้องกันความร้อนออกสู่ภายนอกเช่นกัน และเป็นทิศที่ได้รับแสงแดดในช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงตลอดวัน จากการสังเกตอุณหภูมิของผนังที่มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเนื่องจากเซลล์ทดลองที่สร้างขึ้นมีขนาดเล็ก และเป็นระบบปิดไม่มี ประตูหน้าต่าง เพดานใช้โฟมหนาที่มีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนเป็นอย่างดี และมีผลทำให้มีการสะสมความร้อนสังเกตได้จากอุณหภูมิกายในเซลล์ทดลองจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก เพราะไม่มีการถ่ายเทอากาศ มีแต่การคายความร้อนของกรอบอาคารเองและการคายระเหยของพืชระแนงของผนังทิศเหนือและทิศตะวันออก

Table 3 Test the temperature of each wall.

year/month/day	Average time	South	west	East	center	North	external
2014-05-07	06:00-09:00	29.02	28.24	28.72	29.96	28.08	28.88
	10:00-15:00	30.53667	30.49667	29.97667	30.45167	29.66167	29.935
	16:00-18:00	33.12667	33.21333	32.66	32.85333	32.08667	29.3
	19:00-05:00	27.41727	27.40091	27.23182	27.25909	26.966	26.15167
2014-05-08	06:00-09:00	25.47	25.335	25.225	25.375	25.295	27.3475
	10:00-15:00	31.89333	31.59	30.76	31.63167	30.86167	32.07167
	16:00-18:00	35.25	35.34667	34.68	34.95333	34.18667	31.01
	19:00-05:00	29.03545	29.06836	28.84818	28.95	33.312	27.09909
2014-05-09	06:00-09:00	26.3025	26.2375	26.1325	26.2675	25.9325	29.15
	10:00-15:00	33.512	32.21556	32.03	32.27111	31.56833	32.253
	16:00-18:00	31.69444	31.66111	31.52222	31.32778	30.73333	26.53889
	19:00-05:00	25.89545	25.8803	25.79242	25.79242	25.61364	25.47727
2014-05-10	06:00-09:00	25.42917	25.32083	25.29167	25.3625	25.10417	28.94167
	10:00-15:00	31.35636	31.04968	30.96683	31.13167	30.61992	33.00627
	16:00-18:00	35.94444	36.48333	36.37778	36.82222	35.231	32.76111
	19:00-05:00	30.09242	30.1697	30.00152	29.92727	29.71515	28.80909
2014-05-11	06:00-09:00	27.69167	27.55	27.51667	27.5625	27.34583	30.1875
	10:00-15:00	34.06389	33.75833	33.63611	33.79444	33.09444	33.88333
	16:00-18:00	37.89444	38.25556	37.39444	37.63333	36.84444	33.20556
	19:00-05:00	31.38636	31.42121	31.23939	31.18485	30.94545	29.66212
2014-05-12	06:00-09:00	28.47708	28.4	28.175	28.26875	28.12292	30.5875
	10:00-15:00	34.28667	33.84167	33.19444	33.71667	33.65566	34.38096
	16:00-18:00	32.53124	38.29444	37.43333	37.84444	37.43333	32.38333
	19:00-05:00	30.24697	30.22879	30.15	30.12879	29.79545	27.88788
2014-05-13	06:00-09:00	27.375	27.25417	27.05	27.12917	26.98333	30.11667
	10:00-15:00	33.02222	32.6	32.39444	32.61389	32.28889	31.61111
	16:00-18:00	32.42778	32.18889	32.02222	32.08333	31.6	29.54444
	19:00-05:00	27.94242	27.86909	27.87879	27.81818	27.55152	26.34545

สรุปผล

แบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์และพลาสติก EVA ที่เหลือทิ้งขนาด 0.5 cm เพื่อใช้ในการแทนที่ทรายในอัตราส่วนร้อยละ 40 โดยปริมาตร โดยจะใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 เวลาในการบ่มที่ 14 ค่าการรับแรงอัดสูงสุดของคอนกรีตบล็อกที่ส่วนผสมพลาสติก EVA เท่ากับ 38.11 kg/cm² และ ค่าการรับแรงอัดสูงสุดของคอนกรีตบล็อกที่ส่วนผสมปลาสเตอร์ เท่ากับ 71.24 kg/cm²

จากการทดสอบเชิงอุณหภูมิภาพพบว่า อุณหภูมิช่วงที่ร้อนที่สุดอยู่ในช่วง 16.00-18.00 อุณหภูมิสูงสุด ทิศตะวันตก 38.25 องศาเซลเซียส ต่ำสุดคือทิศเหนือ 36.84 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่างกันถึง 1.39 องศาเซลเซียส และสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเซลล์ทดลอง 5.05 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาเดียวกัน

การออกแบบอาคารโดยการหันทิศร่วมกับการใช้คอนกรีตบล็อกแบบผสมผสาน กับการปลูกพืชไม้ระแนงมีส่วนช่วยในการกรองรังสีดวงอาทิตย์และลดความร้อนให้กรอบอาคารได้ด้วยการระเหยน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2557 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

1. จิรวุฑ รัตนเรืองฤทธิ์, ดร.วิจิตรา สิงห์หิรัญนุสรณ์, และ รศ.ดร.นพดล สหชัยเสรี. คุณสมบัติการอนุรักษ์พลังงานของคอนกรีตมวลเบาที่มีส่วนประกอบของวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมรองเท้าในฐานะส่วนผสมฉนวน.

- ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ; 2556.
2. กรมโรงงานอุตสาหกรรม. ข้อมูลวัสดุเหลือทิ้ง
จากโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิก. สำนัก
บริหารจัดการกากอุตสาหกรรม: 2551.
 3. เกரியศักดิ์ เขียวมัน, การศึกษาการใช้
ประโยชน์จาก working mold ที่เสื่อมสภาพ,
การแสดงศิลปะเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ. ครั้งที่
13, 2549.
 4. ลดา พันธุ์สุขุมธนา. ปูนปลาสเตอร์กับการนำ
กลับมาใช้. วารสารเซรามิก. 2552; 34-35
 5. ปริญญา จินประเสริฐ และ ชัย จาตุรพิทักษ์
กุล. ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และคอนกรีต.
พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สมาคมคอนกรีต
แห่งประเทศไทย.