

การศึกษาเปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างบ้านที่ใช้ผนังอิฐมอญกับผนังมวลเบา ด้านการถ่ายเทความร้อนและคุณสมบัติทางความร้อน Economical Comparative Analysis between House Built Using Red Clay Bricks Wall and Aerated Concrete Wall for Heat Transfers and Thermal Properties

กานต์ สุขสงญาติ* อิทธิพงศ์ ชัยสายัณห์** อำนาจ จันทนโกะพ้อ*** ปรีดา จันทวงษ์****
วิชาญ วิมานจันทร์***** และ พิชัย นามประกาย*****

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างบ้านจำลองทั้งสองหลังที่ใช้ผนังอิฐมอญกับผนังมวลเบาด้านการถ่ายเทความร้อนและปริมาณการใช้พลังงานของบ้านจำลอง การเปรียบเทียบโดยใช้บ้านจำลองมีผนัง 4 ด้าน แต่ละด้านมีขนาดพื้นที่เท่ากับ 1.0 ม² โดยมีขนาดปริมาตรเท่ากับ 1.0 ม³ ผนังมีความหนาเท่ากับ 10 ซม. ไม่ฉาบปูนและทาสีบนผนังทั้งภายในและภายนอก หลังคาเป็นกระเบื้องคอนกรีตสีขาวและเพดานยิปซัมมีคุณสมบัติเป็นฉนวนอย่างดีเพื่อป้องกันความร้อนจากใต้หลังคาและทำมุม 35° จากพื้นราบ โดยทำการทดสอบเฉพาะผนังด้านทิศใต้ของบ้านจำลองสองหลัง

ผลการศึกษาและทดสอบพบว่าห้องที่ติดตั้งผนังมวลเบามีอุณหภูมิอากาศภายในห้องต่ำกว่าบ้านที่ติดตั้งผนังอิฐมอญประมาณ 1-4°C และผนังมวลเบาสามารถลดค่าความร้อนที่ไหลผ่านผนังได้มากกว่าห้องที่ติดตั้งผนังอิฐมอญประมาณร้อยละ 52.2 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างบ้านจำลองที่สร้างด้วยผนังมวลเบาและผนังอิฐมอญซึ่งจะมีระยะเวลาการคืนทุน 0.243 ปี และ 0.31 ปี อัตราผลตอบแทนการลงทุนร้อยละ 50 และ 26 ต่อปี ดังนั้นจากผลการศึกษานี้จะพบว่าผนังมวลเบาสามารถลดความร้อนเข้าสู่ภายในห้องประหยัดพลังงานและคุ้มค่าสำหรับการลงทุน

คำสำคัญ: ผนังมวลเบา ผนังอิฐมอญ การอนุรักษ์พลังงาน

-
- * นักศึกษา สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเอเซียอาคเนย์
** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเซียอาคเนย์
*** อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเซียอาคเนย์
**** อาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
***** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
***** รองศาสตราจารย์ สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Abstract

This paper's goal is to study a comparative economic analysis between two house models having a red clay brick wall and an aerated concrete wall via the investigation of heat transfer and energy consumption of the house models. A comparison was conducted using two small houses having 4 side-walls of 1.0 m² area each or 1.0 m³ in volume. The wall thickness was 10 cm with no coat and no paint in both internal and external surfaces. The roof was made of white concrete tiles and the gypsum ceiling was well insulated in order to minimize a roof heat gain. The inclination of the roof was 35°. Only the south walls of the two houses models were tested.

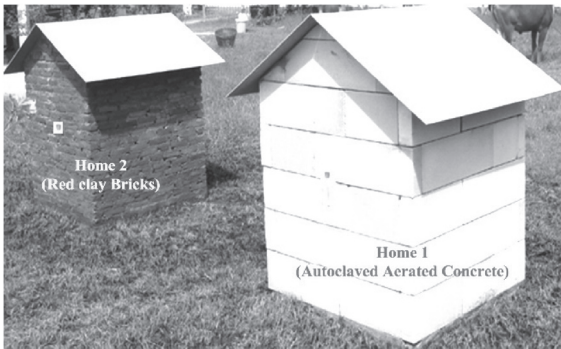
The experimental results revealed that indoor room temperature of the aerated-concrete-wall was less than that of red-clay-brick-wall room by about 1-4°C. Moreover, the aerated concrete wall could reduce a room heat gain more than the red clay brick wall can do by about 52.2%. According to the economic analysis between the aerated concrete wall and the red clay brick wall it was found that their payback periods are 0.243 and 0.31 years; rates of return are 50 and 26% per annum. It can be concluded that the aerated concrete wall can reduce well the heat gain to the room, save energy and is more appropriate for an investment.

Keywords : Aerated Concrete Wall, Red Clay Bricks Wall, Energy Conservation.

1. บทนำ

การออกแบบและสร้างบ้านพักอาศัยปัจจุบันนี้จะได้รับวัฒนธรรมจากประเทศแถบทวีปยุโรปดูทันสมัยสวยงาม ซึ่งจะมีลักษณะเป็นผนังทึบและวัสดุที่ใช้

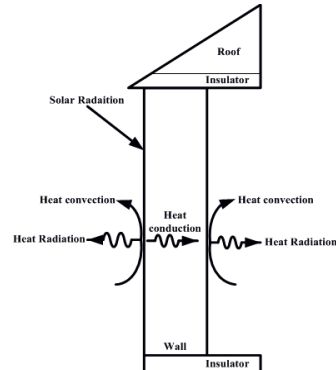
ก่อสร้างส่วนใหญ่จะสามารถหาซื้อได้โดยทั่วไป อีกทั้งสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้นซึ่งมีสภาพอากาศร้อนสลับฝนตลอดปี [1] ส่งผลให้เกิดปัญหาความร้อนที่สะสมในบ้านสมัยใหม่เป็นปัญหาสำคัญต่อความรู้สึกสบายทำให้ผู้อยู่อาศัย ดังนั้นการแก้ปัญหาโดยใช้ระบบปรับอากาศ เพื่อช่วยให้เกิดสภาวะความสบายทางความร้อน ส่งผลให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัยหรืออาคาร และสามารถแบ่งรายละเอียดต่าง ๆ ของการใช้ไฟฟ้าได้ดังนี้ [2] จากเครื่องปรับอากาศ 60% แสงสว่าง 20% และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ 20% จากปัญหาการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารหรือบ้านพักอาศัยทั้งทางตรงและทางอ้อมดังกล่าวที่เกิดขึ้นจาก หลังคา ผนังและส่วนประกอบโครงสร้างอื่นๆ ของบ้าน ต่อมาจึงได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อหา วิธีการประหยัดพลังงานกันอย่างแพร่หลาย ในประเทศได้มีการศึกษาลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติทางความร้อนของผนังมวลเบาแบบอบไอน้ำและไม่อบไอน้ำโดย Ungkoon et al [3], [4] จากการศึกษาทดลองพบว่าคุณสมบัติการนำความร้อน ความร้อนจำเพาะและความหนาแน่นของผนังแบบอบไอน้ำจะต่ำกว่าแบบไม่อบไอน้ำ และผนังแบบอบไอน้ำยังมีการจัดเรียงตัวของโครงสร้างผลึกของวัสดุดีกว่าแบบไม่อบไอน้ำ ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่า แบบอบไอน้ำมีคุณสมบัติการป้องกันความร้อนได้ดี และยังสามารถศึกษาสมรรถนะทางความร้อนของผนังคอนกรีตมวลเบาสภาวะอากาศปกติและอากาศชื้นและยังได้มีการทำการทดลองกับบ้านจำลองทั้ง 2 หลังที่มีขนาดพื้นที่ผนัง 4 ด้านเท่ากับ 2.4 ม. x 2.3 ม. ความหนาของผนังเท่ากับ 7.5 ซม. โดยทำการทดสอบบ้านจำลองที่จังหวัดสิงห์บุรี ผลการทดสอบจะพบว่าบ้านที่ใช้คอนกรีตมวลเบาแบบไม่อบไอน้ำจะมีอุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่าบ้านที่ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำ และความชื้นอากาศภายในของบ้านทั้งสองไม่แตกต่างกันมาก จากการทดลองนี้ยืนยันได้ถึงประสิทธิภาพที่ดีในด้านสมรรถนะทางความร้อนและสามารถลดความชื้นอากาศของคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำภายใต้สภาพอากาศแบบ



รูปที่ 1 บ้านจำลองทั้งสองหลังที่สร้างด้วยผนังมวลเบา (รูปขวามือ) กับผนังอิฐมวลฉนวน (รูปซ้ายมือ)

ร้อนขึ้น นอกจากนี้ได้มีการศึกษาภาระการทำความเย็นของบ้านพักอาศัยที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยประมาณ 155 ม² ตามแบบบ้านของบริษัทแลนด์เฮาส์จำกัด (มหาชน) ซึ่งสร้างด้วยวัสดุประหยัดพลังงานกับบ้านแบบเดียวกันแต่ใช้วัสดุก่อสร้างทั่วไป โดย Maneewan et al [5] พบว่าค่าภาระการทำความเย็นของบ้านที่สร้างจากวัสดุประหยัดพลังงานจะน้อยกว่าบ้านที่สร้างด้วยวัสดุทั่วไป และในต่างประเทศ Ogoli [6] ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อนจากห้องใต้หลังคา เพื่อช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในบ้าน พบว่าการติดตั้งแบบแบนราบดีที่สุด และยังได้มีการศึกษาผลกระทบสีของหลังคาและผนังที่ผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้าน พบว่าวัสดุชนิดเดียวกันที่มีสีเข้มจะดูดกลืนรังสีอาทิตย์ได้มากจึงทำให้เกิดสะสมและถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านมากกว่าสีจาง [7]-[9]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาเปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างบ้านที่ใช้ผนังอิฐมวลฉนวนกับผนังมวลเบาด้านการถ่ายเทความร้อนและคุณสมบัติทางความร้อน ทำการศึกษาทดสอบผนังทั้งสองชนิดโดยทำการติดตั้งผนังมวลเบาแบบบอบไอน้ำและผนังอิฐมวลกับบ้านจำลองทั้งสองที่มีขนาดเท่ากับ 1 ม³ (ดังแสดงในรูปที่ 1) ทำการทดสอบคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุและนำผลค่าการถ่ายความร้อนผ่านผนังด้านทิศใต้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์



รูปที่ 2 ความร้อนผ่านผนังเข้าสู่ภายในบ้านพักอาศัย

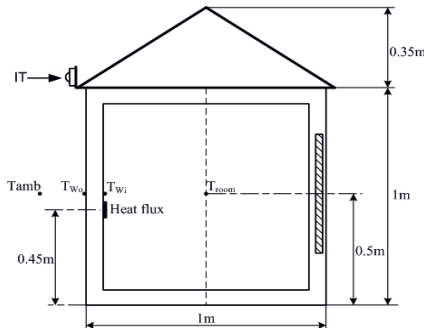
เพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าระหว่างบ้านที่ใช้ผนังมวลเบาแบบบอบไอน้ำ (Home1) กับผนังอิฐมวลฉนวน (Home 2)

2. ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนผนังของบ้าน

ความร้อนสามารถเข้าสู่ภายในบ้านพักอาศัยโดยมีหลักการดังนี้แสดงในรูปที่ 2 เมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบบนผนังของบ้านทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่ผิวภายนอกเกิดการสูญเสียความร้อนของผนังโดยการพาความร้อน การแผ่ความร้อนบางส่วนให้กับสิ่งแวดล้อม ความร้อนที่สะสมที่ผิวภายนอกจะถ่ายเทความร้อนผ่านความหนา ของผนังโดยการนำความร้อนสู่ผิวภายในทำให้เกิดการพาความร้อน การแผ่ความร้อนจากผนังด้านในไปตกกระทบกับวัสดุภายในบ้านเกิดการสะสมความร้อน ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นและถ่ายเทความร้อนโดยการพาให้กับอากาศภายในบ้านทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทำทดสอบบ้านจำลองสร้างขึ้น ณ สนามหญ้าหมู่บ้านวัดน้อยเจริญสุข อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ลักษณะของบ้านจำลองขนาดเล็กทั้งสองหลังมีขนาดเท่ากันโดยมีปริมาตรประมาณ 1 ม³ [10] สำหรับวัสดุที่ใช้สร้างได้แก่ผนังมวลเบา ผนังอิฐมวลฉนวนและส่วนประกอบอื่นๆ ของบ้านมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผนังของบ้านทั้งสี่ด้านแต่ละด้านมีขนาดพื้นที่เท่ากับ 1.0



รูปที่ 3 การติดตั้งเครื่องมือวัดสำหรับบ้านทดสอบ

ม² หลังการกระเบื้องแผ่นเรียบทำมุมประมาณ 35 องศาจากพื้นราบ เพดานใช้แผ่นยิปซัมและแผ่นสะท้อนความร้อนเป็นฉนวนป้องกันความร้อน จากห้องใต้หลังคาเข้าสู่บ้าน ประตูบ้านทดลองมีขนาดเท่ากับ 0.5 ม² (อยู่ทางด้านทิศเหนือของบ้านจำลอง)

บ้านทั้งสองหลัง จะการติดตั้งเครื่องมือวัดในตำแหน่งเดียวกันบนผนังด้านทิศใต้ จะบันทึกในเครื่องบันทึกข้อมูลระยะเวลาทุกๆ 30 นาที ด้วยเครื่องบันทึก Data recorder, Portable Hybrid Recorder (ยี่ห้อ YOKOGAWA รุ่น Model 3750 HR1300 ค่าคาดเคลื่อน $\pm 0.05\%$) และติดตั้งจุดวัดค่าอุณหภูมิโดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K (ค่าคาดเคลื่อน ± 0.5) จำนวน 4 จุด (T_{wo} , T_{wi} , T_{room} , T_{amb}) โดยที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมจะทำการติดตั้งอยู่ภายนอกบ้านบริเวณด้านทดสอบผนังของบ้านทั้งสอง ค่าความร้อนไหลผ่านผนังใช้เครื่องมือ Model Eko Heat Flow Meter รุ่น MF-180, ค่าคาดเคลื่อน $\pm 2\%$ และค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์วัดโดยไพราโนมิเตอร์ ยี่ห้อ Kipp & Zonen Pyranometer (ช่วงการวัด 1-1400 W/m² ค่าคาดเคลื่อน $\pm 5\%$) จำนวน 1 จุด สำหรับตำแหน่งวัดและติดตั้งเครื่องมือวัดดังรูปที่ 3 ทำการวัดอุณหภูมิและค่าความร้อนไหลผ่านผนัง โดยจะทำการเก็บข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมงตั้งแต่เวลา 24.00 น. ถึง 24.00 น. ของอีกวัน และทดลองภายในช่วงเดือนกรกฎาคม 2549 ถึงเดือนมกราคม 2550

3.1 การทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน

การทดสอบค่าคุณสมบัติทางความร้อนของเนื้อวัสดุซึ่งประกอบด้วยการนำความร้อน (Thermal Conductivity) และความร้อนจำเพาะ (Specific Heat Capacity) จากที่กล่าวมาค่าทางความร้อนจำเพาะของวัสดุทั้งสองชนิด จะทดสอบค่าการนำความร้อนตามมาตรฐาน JIS A 2618 ด้วยเครื่อง Thermal Conductivity Measurement (ANACON, INC, MODEL 88 K-FOTOR) และความร้อนจำเพาะด้วยเครื่อง DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETER (MODEL DSC 7) และทดสอบค่าการดูดกลืนความร้อนรังสีอาทิตย์ การแปลงรังสีที่ผิวของวัสดุโดยทำการทดสอบ ด้วยเครื่องทดสอบวัดค่ารังสี Spectrophotometer (Shimadzu UV-3100) และเครื่องทดสอบวัดค่าแปลงรังสี Emissometer (AE, Devices & Services Co.) ตามมาตรฐาน ASTM E891

3.2 การวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์

นำผลค่าความร้อนผ่านผนังจากการทดลองของบ้านหลังที่สองมาทำการวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อค่าระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period: PBP) ผลตอบแทนสุทธิ (Net Present Value: NPV) และอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) [11] จะใช้วิธีคำนวณได้จากสมการที่ (1) และ (2) ส่วนอัตราผลตอบแทนภายในสามารถหาได้จากสมการที่ (2) เมื่อหาอัตราดอกเบี้ยที่ทำให้ NPV = 0

ระยะเวลาคืนทุน

$$PBP = \frac{AO}{AS} \quad (1)$$

ผลตอบแทนสุทธิ

$$NPV = AO + AS \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \quad (2)$$

4. ผลการทดลอง

ผลการทดลองของบ้านจำลองทั้งสองหลังนี้ จะทำการวิเคราะห์ผลเน้นเฉพาะในช่วงตอนกลางวัน (6.00-18.00 น.) จะเป็นช่วงเวลาที่ผลต่อการใช้เครื่อง

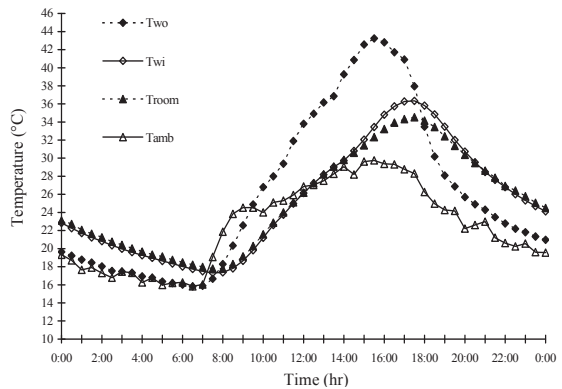
ทำความเย็นและปรับอากาศมากกว่าช่วงเวลากลางคืน (ไม่มีพลังงานแสงอาทิตย์)

4.1 ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของบ้าน

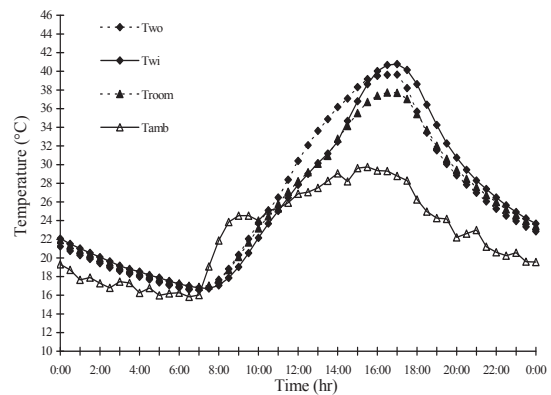
จากรูปที่ 4 และ 5 การเปลี่ยนแปลงรายชั่วโมงของอุณหภูมิบนผนังทั้งภายนอกและภายในของบ้านทั้งสอง อุณหภูมิของอากาศภายในบ้านและสิ่งแวดล้อม (14-15/01/07) การทดลองภายใต้สภาพอากาศปกติ (ฝนไม่ตก) จากช่วงเวลา 07.00-10.00 น พบว่าอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในบ้านทั้งสอง เนื่องจากอากาศภายนอกบ้านเกิดการเปลี่ยนแปลงและอากาศภายในบ้าน ยังมีความชื้นสะสมจึงทำให้อุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก จากช่วงเวลา 11.00-18.00 น. จะพบว่าอุณหภูมิของบ้านจำลองทั้งสองหลังสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเกิดการสะสมความร้อนของผนังของบ้าน จึงทำให้อุณหภูมิสูงกว่าและผลเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ผิวของผนังด้านในและด้านนอกของบ้านที่สร้างด้วยผนังคอนกรีตมวลเบาค่าอุณหภูมิแตกต่างกันประมาณ $1\sim 8^{\circ}\text{C}$ สูงกว่าบ้านที่ใช้ผนังอิฐมวลเบามีค่าประมาณ $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ และค่าอุณหภูมิแตกต่างกันระหว่างผนังภายในกับอุณหภูมิอากาศภายในของบ้านผนังคอนกรีตมวลเบา จากช่วงเวลา 13.00-18.00 น. มีค่าประมาณ $2\sim 10^{\circ}\text{C}$ จะสูงกว่าบ้านที่ใช้ผนังอิฐมวลเบซึ่งจะมีค่าอุณหภูมิแตกต่างกันประมาณ $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ จากทดลองจะพบว่าผนังคอนกรีตมวลเบามีประสิทธิภาพป้องกันความร้อนได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับผนังอิฐมวลเบและบ้านใช้ผนังอิฐมวลเบมีอุณหภูมิอากาศภายในสูงใกล้เคียงกันอุณหภูมิที่ผิวของผนังของบ้าน แสดงให้เห็นว่าบ้านใช้ผนังคอนกรีตก่ออิฐมวลเบจะมีค่าการนำความร้อนเข้าสู่ภายในมากกว่าบ้านที่ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบ

4.2 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายใน

ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในของบ้านจำลองทั้งสองหลังและอากาศแวดล้อม (รูปที่ 6) จากการศึกษาและทดลอง จะพบว่าในช่วงเวลากลางวัน

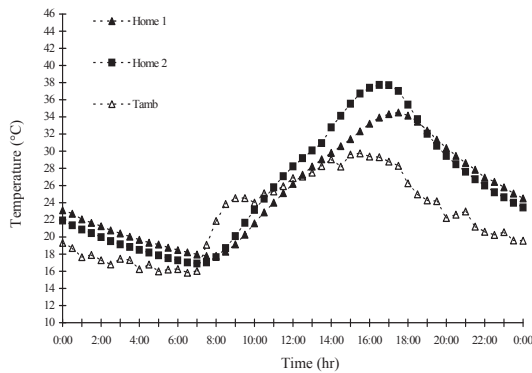


รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของบ้านที่สร้างด้วยผนังคอนกรีตมวลเบา (Home1)

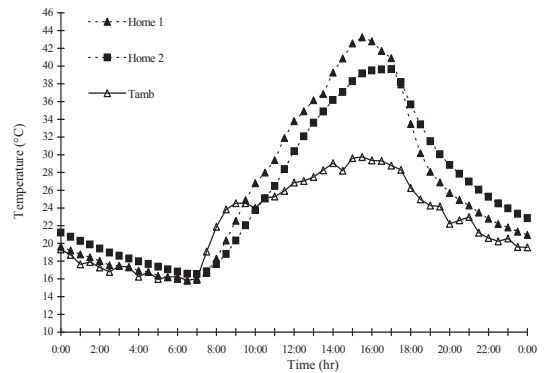


รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของบ้านที่สร้างด้วยผนังอิฐมวลเบ (Home2)

อุณหภูมิอากาศภายในบ้านที่สร้างด้วยอิฐมวลเบจะสูงกว่าบ้านที่สร้างด้วยคอนกรีตมวลเบาและสูงกว่าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม เนื่องจากผนังคอนกรีตมวลเบามีลักษณะโครงสร้างเป็นฟองอากาศที่มีรูพรุน จึงมีคุณสมบัติต้านทานความร้อนได้สูง และนำความร้อนได้ต่ำกว่าผนังอิฐมวลเบซึ่งมีคุณสมบัตินำความร้อนได้ดีและถ่ายเทความร้อนให้อากาศภายในบ้านได้ดีกว่า จึงส่งผลให้มีอุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่า ส่งผลต่อสภาวะความรู้สึกของผู้พักอาศัยทำให้ต้องใช้เครื่องระบายอากาศเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 6 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายใน



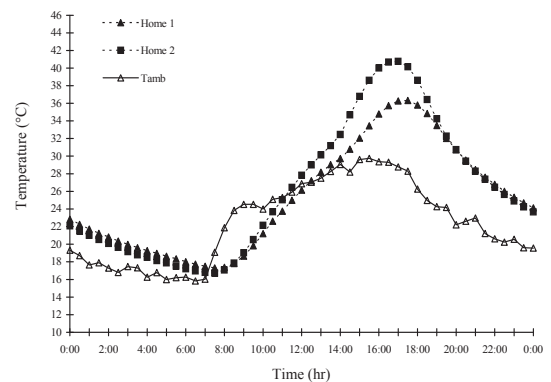
รูปที่ 7 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิบนผนังภายนอก

4.3 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิบนผนัง

จากรูปที่ 7 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิบนผนังภายนอกของบ้านจำลองทั้งสองหลัง จากการศึกษาจะพบว่าอุณหภูมิบนผนังภายนอกของผนังคอนกรีตมวลเบาสูงกว่าผนังอิฐมวลเบาและอากาศแวดล้อมประมาณ $5\sim 8^{\circ}\text{C}$ เนื่องจากเนื่องจากโครงสร้างของเนื้อวัสดุมีส่วนผสมของอลูมิเนียมส่งผลให้มีอุณหภูมิสูงกว่า ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิบนผนังภายในของบ้านจำลองทั้งสองหลัง (ดังรูปที่ 8) พบว่าอุณหภูมิบนผนังภายในของผนังอิฐมวลเบาสูงกว่าผนังมวลเบาและอุณหภูมิแวดล้อมประมาณ $2\sim 7^{\circ}\text{C}$ ซึ่งจากการศึกษาจะแสดงให้เห็นได้ว่าอิฐมวลเบามีค่าความหนาแน่นและการนำความร้อนสูงกว่าคอนกรีตมวลเบา เนื่องจากอิฐมวลเบาเนื้อภายในถูกอัดแน่นจากลักษณะเนื้อวัสดุดังกล่าว จึงจะสามารถนำความร้อนได้ดีกว่าคอนกรีตมวลเบา แสดงให้เห็นว่าคอนกรีตมวลเบามีคุณสมบัติป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้และคอนกรีตมวลเบามีคุณสมบัติในการสะสมความร้อนและความร้อนได้น้อยกว่าอิฐมวลเบา และอิฐมวลเบานำความร้อนหรือคายความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้ดีกว่าคอนกรีตมวลเบา

4.4 ผลเปรียบเทียบค่าความร้อนไหลผ่านผนัง

จากรูปที่ 9 ผลการเปรียบเทียบความร้อนที่ผ่านผนัง จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพในการกันความร้อนไหลผ่านผนังของคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำใน



รูปที่ 8 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิบนผนังภายใน

ขณะที่ความร้อนส่งผ่านผนังคอนกรีตมวลเบาซึ่งต่ำกว่าที่วัดได้จากผนังคอนกรีตก่ออิฐฉาบปูนประมาณร้อยละ 52.2 การลดค่าการส่งผ่านความร้อนที่ไหลผ่านผนังนั้นมีความสำคัญมาก ภายใต้สภาพภูมิอากาศแวดล้อมที่มีความชื้นสูงจะส่งผลต่อการนำความร้อน เมื่อเปรียบเทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูน จากทดลองภายใต้สภาวะปกติของบ้านทดลองจะพบว่าบ้านที่สร้างด้วยคอนกรีตมวลเบา มีคุณสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อนและป้องกันความชื้นแทรกซึมผ่านผนังได้ดีกว่าบ้านที่สร้างด้วยการก่ออิฐฉาบปูน จึงช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากพัดลมหรือเครื่องปรับอากาศได้อีกทางหนึ่ง

4.5 การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางความร้อน

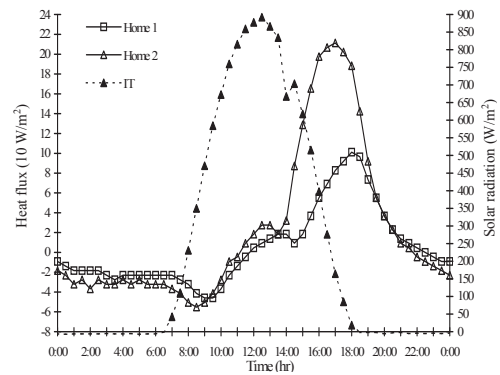
ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางความร้อนของคอนกรีตมวลเบา กับอิฐมวลเบา ในตารางที่ 1 [12] ตามมาตรฐานการทดสอบ JIS A 2618 และ ASTM E891 พบว่าอิฐมวลเบามีค่าการนำความร้อนสูงกว่าคอนกรีตมวลเบา เนื่องจากโครงสร้างของเนื้อวัสดุคอนกรีตมวลเบาจะมีลักษณะเป็นรูพรุนเป็นฟองอากาศกระจายแบบสม่ำเสมอแต่อิฐมวลเบาเนื้อภายในถูกอัดแน่นจากลักษณะเนื้อวัสดุตั้งกล่าวจึงทำให้คอนกรีตมวลเบามีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนเข้าสู่อาคาร จากการทดสอบค่าการดักกลืนความร้อนของอิฐมวลเบาส่งสูงกว่าคอนกรีตมวลเบา และค่าการเปล่งรังสีที่ผิวของคอนกรีตมวลเบต่ำกว่าอิฐมวลเบา เนื่องจากอิฐมวลเบามีคุณสมบัติในการสะสมความร้อนและนำความร้อนหรือคายความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้ดีกว่าคอนกรีตมวลเบา การเปรียบเทียบคุณสมบัติจากการทดสอบในตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าคอนกรีตมวลเบามีคุณสมบัติป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดี คอนกรีตมวลเบามีคุณสมบัติในการสะสมความร้อนขึ้นได้น้อยกว่าคอนกรีตอิฐมวล

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางความร้อน

	คอนกรีตมวลเบา	อิฐมวลเบา
Thermal Conductivity, (W/m.K)	0.087 -0.091	1.15
Specific Heat Capacity, (J/kg.K)	1,000	920
Solar Absorptance	37.6	77.0
Thermal Emittance	0.62	0.93

4.6 ประหยัดพลังงานจากการใช้เครื่องปรับอากาศ

ผลจากคุณสมบัติทางความร้อน (ตารางที่1) และค่าความร้อนที่ผ่านผนังของบ้านจำลองจากการทดลอง (รูปที่ 9) ในวันที่ทำการทดลองจะค่าความเข้มแสงรังสีอาทิตย์ 900 W/m² ตกกระทบบนผนังด้านทิศใต้ทำให้เกิดสะสมความร้อนและถ่ายเทผ่านความหนาของผนังเข้าสู่ภายในบ้านจำลองทั้งสองตลอดช่วงเวลากลางวัน จึงได้นำค่าความร้อนไหลผ่านผนังจากทดลองมาคำนวณเปลี่ยนความร้อนหน่วย W/m² ไปเป็นหน่วยไฟฟ้า kW-hr/m² และค่าการใช้ไฟฟ้าของบ้านจำลองจะ



รูปที่ 9 ผลการเปรียบเทียบค่าความร้อนไหลผ่านผนัง

พบว่า ผนังคอนกรีตมวลเบา (Home1) สามารถลดค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานหรือประหยัดพลังงานของแต่ละวันได้ถึงร้อยละ 66.34 ต่อพื้นที่ผนัง 1 ตารางเมตร (ดังแสดงในตารางที่ 2) และจากการเปรียบเทียบการประหยัดค่าไฟฟ้าของบ้านจำลองทั้งสองหลังพบว่า ผนังมวลเบาจะสามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าร้อยละ 50 จากบ้านจำลองที่ติดตั้งผนังอิฐมวลเบา (Home2) ดังนั้นจากการศึกษาและทดลองนี้จะพบว่าผนังคอนกรีตมวลเบามีคุณสมบัติป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าผนังอิฐมวลเบาและผนังคอนกรีตมวลเบาช่วยประหยัดพลังงาน

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการประหยัดค่าไฟฟ้า

ชนิดวัสดุผนัง	Home 1	Home 2
ค่าใช้จ่ายที่ใช้ไฟฟ้าต่อวัน (บาทต่อพื้นที่ผนัง 1 ม ²)	0.81	3.34
ประหยัดพลังงานไฟฟ้า ร้อยละต่อวัน	66.34	33.20

* อัตราค่าไฟฟ้า 2.18 บาท/หน่วย

4.7 ผลการเปรียบเทียบทางเศรษฐศาสตร์

จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์โดยนำค่าความร้อนไหลผ่านผนังจากทดลองมาคำนวณค่าไฟฟ้า (ดัง

แสดงตารางที่ 2) และคำนวณค่าใช้จ่ายของบ้านจำลอง รวมกับค่าติดตั้งค่าแรงงานและค่าอื่นๆ ทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ค่าใช้จ่ายจากพบว่าบ้านที่ติดตั้งผนังมวลเบาจะช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศได้มากกว่าบ้านที่ติดตั้งผนังอิฐมวลเบา และผนังมวลเบาจะสามารถคืนทุนได้ภายในเวลาประมาณ 0.243 ปี จะใช้เวลาน้อยกว่าผนังอิฐมวลเบา ผนังมวลเบาสามารถให้ผลตอบแทนสุทธิมากกว่าผนังอิฐมวลเบาร้อยละ 47.2 และอัตราผลตอบแทนภายในของผนังมวลเบาจะมีค่าสูงกว่าผนังอิฐมวลเบาร้อยละ 48 เนื่องจากในการลงทุนเริ่มต้นจะมีราคาแพงกว่าผนังอิฐมวลเบา แต่จะให้ผลกำไรจากการสามารถคืนทุนคืนเร็วกว่าผนังอิฐมวลเบา ดังแสดงตารางที่ 3 กล่าวได้ว่า การเลือกใช้ผนังมวลเบามาใช้เป็นผนังของบ้านจะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยประหยัดเงินค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบการปรับอากาศของผู้อยู่อาศัยในบ้าน และยังช่วยประหยัดพลังงาน

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์

ชนิดวัสดุผนัง	Home 1	Home 2
Ao (บาท)	90	60
As (บาท)	370.11	194.27
PBP (ปี)	0.243	0.31
NPV (บาท)	4010.95	2118.09
IRR (%)	50	26

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาและทดสอบสมรรถนะของผนังของบ้านจำลองขนาดเล็กทั้งสองหลัง โดยจะทำการทดสอบเฉพาะผนังด้านทิศใต้ ผนังของบ้านมีขนาดพื้นที่ประมาณ 1 ม² ผนังคอนกรีตมวลเบาสามารถป้องกันความร้อนไหลผ่านผนังได้เข้าสู่ภายในบ้านจำลองมากกว่าผนังอิฐมวลเบาร้อยละ 52.2 และอุณหภูมิของอากาศภายในบ้านของผนังมวลเบาจะต่ำกว่าผนังอิฐมวลเบาในช่วงเวลากลางวัน ผนังมวลเบาช่วยประหยัดพลังงานจากเครื่องปรับอากาศได้อีกทางหนึ่ง

จากการศึกษาคุณสมบัติจะพบว่าคอนกรีตมวลเบา มีคุณสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าผนังอิฐ และการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่าบ้านที่ติดตั้งผนังมวลเบาจะช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศได้มากกว่าและสามารถคืนทุนได้เร็วกว่าบ้านที่ติดตั้งผนังอิฐมวลเบา

เอกสารอ้างอิง

- [1] Khedari, J., et. Al., "Thailand Climatic zones," *Journal of Renewable Energy*, vol. 25, pp.267-280, 2001.
- [2] Chirattananon, S., et. al., "Daylight availability and models for global and diffuse horizontal illuminance and irradiance for Bangkok," *J. Renewable Energy*, vol. 26, pp. 69-89, 2002.
- [3] Ungkoon, Y., et. al., "Study of Microstructure and Thermal Properties of Autoclaved Aerated Concrete and Non-Autoclaved Aerated Concrete Walls," in *Proceeding of the 11th National Convection on Civil Engineering*, Merlin Beach Resort, Kathu, Phuket, Thailand, 20-22 April 2006.
- [4] Ungkoon, Y., et. al., "Study of Hygrothermal Performance of Autoclaved Aerated Concrete and Non-Autoclaved Aerated Concrete Walls under Hot Humid Climate of Thailand," in *Proceeding of the 11th National Convection on Civil Engineering*, Merlin Beach Resort, Kathu, Phuket, Thailand, 20-22 April 2006.
- [5] Maneewan, S., et. al., "Economical Comparative Analysis Between Houses Built Using Common and Energy conserving materials," *EGAT Journal*, vol. 2, pp. 36-45, 2003.
- [6] Ogoli, D. M., "Predicting Indoor Temperatures

- in Closed Building with High Thermal Mass,” *Journal of Energy and Buildings*, vol. 35 pp. 99-108, 2003.
- [7] Levinson, R., et. al., “Cool Tile-roofed Buildings with Near-infrared-reflective Non-white Coatings,” *Journal Building and Environment*, vol. 42 pp.2591-2605, 2007.
- [8] Cheng, V., et. al., “Effect of Envelope Colour and Thermal Mass on Indoor Temperature in Hot Humid Climate,” *Journal Solar Energy*, vol. 78, pp. 528-534, 2005.
- [9] Bansal, N. K., et. al., “Effect of Exterior Surface Colour on the Thermal Performance of Building,” *Journal Building and Environment*, vol. 27 pp. 31-37, 1992.
- [10] Chankrapoe, A., et al., “A Comparison between Thermal Properties and Analysis of Cost Glazed Walls,” *The Journal of Industrial Technology*, vol. 3, pp. 14-20, 2007.
- [11] Blank, T. L., et. al., *Engineering economy*, 4th edition, McGraw-Hill, London, 1998, 722p..
- [12] Ungkoon, Y., et. al., “A Comparison between Thermal, Physical and Mechanical Properties of Autoclaved Aerated Concrete Blocks and Commercial Construction Materials,” in *Proceeding of the Tenth National Convection on Civil Engineering*, Ambassador City, Jomtien, Chonburi, Thailand, MAT, 2-4 May 2005, pp.138-143.
- รายการสัญลักษณ์**
- | | |
|------------|---|
| AO | เงินลงทุนที่เพิ่มขึ้น, บาท |
| AAC | ผนังมวลเบาแบบอบไอน้ำ |
| AS | อัตราไฟฟ้าที่ประหยัดได้, บาท |
| IRR | อัตราผลตอบแทนภายใน, % |
| i | อัตราดอกเบี้ย, % |
| RB | ผนังอิฐมวลเบา |
| NPV | ผลการตอบแทนสุทธิ, บาท |
| Non-AAC | ผนังมวลเบาไม่อบไอน้ำ |
| PBP | ระยะเวลาคืนทุน, ปี |
| Heat flux | ค่าความร้อนส่งผ่าน, W/m ² |
| IT | ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์, W/m ² |
| T_{amb} | อุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม, °C |
| T_{room} | อุณหภูมิอากาศภายใน, °C |
| T_{wo} | อุณหภูมิบนผนังภายนอก, °C |
| T_{wi} | อุณหภูมิบนผนังภายใน, °C |
| Home 1 | บ้านที่สร้างด้วยผนังคอนกรีตมวลเบา |
| Home 2 | บ้านที่สร้างด้วยผนังอิฐมวลเบา |