

การศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการปรับอากาศ

ระหว่างผนังคอนกรีตมวลเบาชั้นเดียวและสองชั้น*

The Comparative Study of Cooling Loads for the Rooms with Single-pane and Double-pane Aerated Concrete Block Walls

พันธุ์ดา พุฒิไพบโรจน์**

บทคัดย่อ

ปัจจุบันได้มีผู้สนใจสร้างอาคารประหยัดพลังงานโดยใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้นมากขึ้น เพื่อเพิ่มค่าความต้านทานความร้อนที่เข้าสู่อาคารให้มากขึ้นกว่าใช้คอนกรีตมวลเบาชั้นเดียว ทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่เข้าสู่อาคารหรือค่า OTTV ลดลง แต่คอนกรีตมวลเบามีค่าการดูดซึมความชื้นสูง ดังนั้นจึงทำให้เกิดความไม่ชัดเจนถึงประสิทธิภาพเมื่อใช้กับอาคารปรับอากาศว่า ผลของการดูดซึมน้ำและความชื้นของคอนกรีตมวลเบาอาจทำให้อาคารที่ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้นใช้พลังงานมากกว่า เนื่องจากการสะสมความชื้นไว้ในตัวหรือในช่องว่างระหว่างผนังมากขึ้น

ในการศึกษาได้ทำการทดลองโดยใช้อาคารจริงควบคู่กับการจำลองโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ห้องขนาด 8 ตร.ม.จำนวน 2 ห้อง ซึ่งมีผนังภายนอกอาคารที่แตกต่างกันระหว่างคอนกรีตมวลเบาหนึ่งชั้นและสองชั้น จากผลการเก็บข้อมูลในช่วงที่อากาศมีความชื้นสูงและบางวันมีฝนตก พบว่าผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้นจะใช้พลังงานในการปรับอากาศน้อยกว่า 13.26% ในระหว่าง 9.00-18.00 น. และใช้น้อยกว่า 9.6% ในช่วงระหว่าง 21.00-6.00 น. และเมื่อเปรียบเทียบกับอาคารจำลองโดยโปรแกรม EnergyPlus พบว่าผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้นจะใช้พลังงานในการปรับอากาศน้อยกว่าทั้งกลางวันและกลางคืนเช่นกัน คือใช้พลังงานน้อยกว่า 3.87% สำหรับกลางวันและ 1.31% สำหรับกลางคืน

Abstract

Recently double-pane aerated concrete blocks are used increasingly in energy conscious buildings. This is to increase higher thermal resistance than that of the single-pane aerated concrete wall, in turn resulting in the lower value of the overall thermal transfer value (OTTV). However, the aerated concrete block is of low density material with high porosity. It has high moisture absorption. Thus when using as envelope for air-conditioning buildings, it is questionable that the effect of moisture transport through the double-pane wall may cause the higher cooling load. This is due to higher amount of moisture being trapped inside the wall cavity and the aerated block itself in comparison to using the single-pane wall.

* เพื่อเผยแพร่รายงานวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการปรับอากาศระหว่างผนังคอนกรีตมวลเบาหนึ่งชั้นและสองชั้น

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธุ์ดา พุฒิไพบโรจน์ อาจารย์ประจำภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วังท่าพระ ถนนหน้าพระลาน กรุงเทพฯ 10200 โทร 0-2221-5877 email: pantuda@yahoo.com

This study used two approaches, experiments in real building and computer simulation. The experiments were conducted by using two rooms, size 8 sq.m. The exterior wall of one room was constructed with single-pane aerated concrete blocks, while the other with double-pane blocks. The electricity consumptions of air-conditioners were recorded with watt-hour meters in rainy period with high relative humidity outside air. It was found that the double-pane block wall used 13.26% less electrical energy during daytime between 9.00-18.00 hr. and 9.6% less energy during nighttime 21.00-6.00 hr. The result from EnergyPlus also showed that the double-pane wall used less energy, and the percentages of energy savings were lower, 3.87% for daytime and 1.31% for nighttime.

ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันได้มีการนำคอนกรีตมวลเบามาใช้แทนที่วัสดุก่อชนิดอื่น เช่น อิฐมวลเบาและคอนกรีตบล็อกอย่างแพร่หลายมากขึ้น แม้ว่าจะมีราคาสูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อดีคือมีคุณสมบัติในการนำความร้อนที่ต่ำกว่า (ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของอิฐมวลเบา ประมาณ 1.154 - 1.211 วัตต์/ ม.^๒ซ ส่วนของคอนกรีตมวลเบาประมาณ 0.303 วัตต์/ ม.^๒ซ) (ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ, 2538: 1) นอกจากนี้ยังมีข้อดีอื่นๆ เช่น ขนาดก้อนใหญ่ น้ำหนักเบาสามารถก่อได้รวดเร็ว และยังมีคุณสมบัติที่ดีในด้านการกันไฟ กันเสียง และสามารถก่อสร้างได้ง่ายโดยช่างทั่วไป

ดังนั้นจึงพบว่าในการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานที่ต้องการการคำนวณ ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร (Overall Thermal Transfer Value, OTTV) ผู้ออกแบบอาคารหลายแห่งจึงพิจารณาใช้คอนกรีตมวลเบาเป็นทางเลือก เพราะสามารถจะทำให้ค่า OTTV ลดลงได้อย่างมาก ตัวอย่างเช่น ค่า OTTV ของผนังทึบซึ่งไม่มีหน้าต่างเลยที่ใช้อิฐมวลเบาชั้นเดียวจะมีค่า OTTV ประมาณ 45 วัตต์/ตร.ม. (คำนวณตามสูตรในกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน กฎกระทรวง พ.ศ.2538) แต่ถ้าใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาชั้นเดียว จะมีค่า OTTV 29 วัตต์/ตร.ม. และหากใช้คอนกรีตมวลเบาสองชั้นมีช่องว่างอากาศตรงกลาง ค่า OTTV จะยิ่งลดลงเหลือเพียงประมาณ 14 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์ตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 45 วัตต์/ตร.ม.อยู่มากพอสมควร จึงเป็นข้อดีที่ทำให้ผู้ออกแบบสามารถเพิ่มช่องหน้าต่างที่ผนังได้มากขึ้นเพื่อรับแสงธรรมชาติ และวิวทัศนียภาพนอก โดยที่ค่า OTTV ยังอยู่ในกรอบที่กฎหมายกำหนด และยังอาจใช้ประโยชน์จากช่องหน้าต่างเพื่อเปิดรับลมธรรมชาติได้ในเวลาที่ต้องการ ได้อีกด้วย

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในการตัดสินใจสร้างบ้านอนุรักษ์พลังงานดีเด่นประจำปี พ.ศ.2550 ซึ่งพิจารณาโดยใช้ค่า OTTV เป็นเกณฑ์อันหนึ่งจากเกณฑ์หลายๆข้อ ทำให้บ้านที่ได้รับรางวัลใน “ระดับดี” เป็นบ้านที่ใช้วัสดุผนังที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูงกว่าการใช้อิฐมวลเบาชั้นเดียว เช่น ใช้คอนกรีตมวลเบาหนึ่งชั้น หรือ อิฐมวลเบาสองชั้น และยังมีบ้านใน “ระดับดีเด่น” ที่ออกแบบโดยใช้คอนกรีตมวลเบาสองชั้นและมีช่องว่างอากาศตรงกลาง 10 ซม. รวมอยู่ด้วย (กระทรวงพลังงาน, 2551)

อย่างไรก็ตามแม้ว่าคอนกรีตมวลเบาจะมีคุณสมบัติในการนำความร้อนที่ต่ำ ทำให้ค่า OTTV ที่ได้ต่ำลง แต่เป็นวัสดุที่มีข้อด้อยในเรื่องการดูดซึมน้ำค่อนข้างสูง (ประมาณ 30%) จึงมักเป็นเหตุให้เกิดข้อสงสัยแก่ผู้ออกแบบถึงประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นจริงเมื่อผนังถูกฝน โอกาสที่น้ำฝนจะแทรกซึมผ่านผนัง และเพิ่มความชื้นในเนื้อวัสดุ จะเพิ่มภาระในการทำความเย็นให้กับระบบปรับอากาศหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด เพราะเป็นการระความร้อนที่อยู่ในรูปของความชื้นแฝง และประเทศไทยมีฝนตกชุกในหลายพื้นที่

ดังจะเห็นได้ว่าได้มีการแสดงความเห็นในเรื่องนี้ต่อสาธารณชนผ่านสื่อสิ่งพิมพ์ (ไทยรัฐ, 16 ก.พ. 2551:7) (ไทยรัฐ, 23 ก.พ. 2551: 7) ถึงความไม่เหมาะสมของการใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้นว่า จะเกิดปัญหาในการใช้งานจริงเพราะน้ำฝนจะซึมผ่านผนังเข้าไปยังอยู่ในช่องว่างตรงกลาง ทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานมากขึ้นเปลืองพลังงาน ความเห็นดังกล่าวทำให้เกิดความสงสัยแก่ผู้ออกแบบ และเจ้าของอาคารจำนวนมากถึงความเหมาะสมในการใช้งานระหว่างคอนกรีตมวลเบาชั้นเดียวและสองชั้น อย่างไรก็ตามก็ยังไม่มีพบรายงานการวิจัยที่ศึกษาเปรียบเทียบผลด้านการใช้พลังงานในการปรับอากาศระหว่างวัสดุผนังทั้งสองแบบ และยืนยันว่าการใช้คอนกรีตมวลเบาสองชั้นจะสิ้นเปลืองพลังงานในการปรับอากาศมากกว่า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการปรับอากาศ ระหว่างการใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาหนึ่งชั้นและสองชั้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนทางวิชาการขึ้น ทำให้ผู้ออกแบบสามารถใช้เป็นแนวทางในเลือกวัสดุสำหรับออกแบบอาคารประหยัดพลังงานที่ปรับอากาศได้อย่างมั่นใจและเหมาะสมมากขึ้น

2. เพื่อศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนระหว่างการใช้คอนกรีตมวลเบาหนึ่งชั้นและสองชั้น

3. เพื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาระหว่างวิธีการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์กับผลที่เก็บได้จากอาคารจริง ว่ามีความใกล้เคียงกันเพียงใด เพื่อเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในด้านการเรียนการสอน และการวิจัยสำหรับงานอื่นๆ ที่จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

เพราะวิธีการศึกษาโดยใช้อาคารจริงนั้น มีข้อจำกัดเรื่องค่าใช้จ่ายที่สูง ในด้านการลงทุนก่อสร้างหน่วยทดลอง และอุปกรณ์ และยังมีผลยากลำบากในการหาสถานที่ซึ่งมีลักษณะตรงตามที่ต้องการ ในขณะที่การจำลองโดยใช้คอมพิวเตอร์ เสียค่าใช้จ่ายน้อยสามารถทำได้รวดเร็วกว่า แต่เป็นผลอาจไม่ถูกต้องได้ ถ้าการนำเข้าข้อมูลผิดพลาด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลของความชื้นที่มีต่อคุณสมบัติเชิงความร้อน (Thermal Performance) ของคอนกรีตมวลเบาเท่าที่พบส่วนใหญ่จะระบุว่า ความชื้นจะมีผลทำให้ค่าการนำความร้อนของคอนกรีตมวลเบาสูงขึ้น (N. Narayanan, 2000: 321-329) ความชื้นที่เพิ่มขึ้น 1% ของมวลสาร จะทำให้

ค่าการนำความร้อนเพิ่มขึ้นถึง 42% และงานวิจัยส่วนใหญ่จะศึกษาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองผล เช่น การศึกษาของ Gawin, Kosny และ Desjalais (Gawin, 2000) ซึ่งจำลองหาค่าความชื้นที่มีอยู่ในผนัง ที่มีความชื้นซึมผ่านในระดับที่แตกต่างกัน เนื่องจากการใช้สีทาผนังที่ตำแหน่งต่างกัน ก็อาจต่างนอก ทาด้านใน และไม่ทาเลย เมื่อได้ผลคำนวณความชื้นที่เกิดขึ้นที่ผนังเป็นรายเดือนโดยโปรแกรม HTMAR แล้ว ก็นำมาจำลองหาค่าพลังงานในการปรับอากาศด้วยโปรแกรม DOE 2.1E โดยเปรียบเทียบระหว่างผนังคอนกรีตมวลเบา กับผนังที่ใช้โครงคร่าว ทั้งคร่าวโลหะและคร่าวไม้ ซึ่งผนังทั้งหมดมีค่าความต้านทานความร้อนเท่ากัน พบว่าผนังคอนกรีตมวลเบาประหยัดพลังงานมากที่สุดทั้งประเภทอาคารพักอาศัยและอาคารพาณิชย์ ที่ตั้งอยู่ในซาคราเมนโต แคลิฟอร์เนีย โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนจะเห็นความแตกต่างชัดเจนมาก เพราะผนังมวลเบามีมวลสารมากกว่าจึงช่วยเสริมค่าความต้านทานความร้อน (“mass-enhanced” R-value)

การศึกษาของ Oak Ridge National Laboratory (ORNL) (AzPath, 2001) ซึ่งจำลองผลการประหยัดพลังงานของบ้านเดี่ยว โดยใช้โปรแกรม DOE2.1E เปรียบเทียบพลังงานระหว่างการใช้คอนกรีตมวลเบาและการใช้คอนกรีตบล็อก ผนังโครงคร่าวเหล็ก และผนังโครงคร่าวไม้ ในสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน 6 แห่งในสหรัฐอเมริกา คือ Phoenix, Atlanta, Denver, Miami, Minneapolis, และ Washington พบว่าบ้านที่ใช้คอนกรีตมวลเบาประหยัดพลังงานมากที่สุดในทุกแห่ง ซึ่งสนับสนุนประโยชน์ของคอนกรีตมวลเบาในเรื่องการเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์ในการต้านทานความร้อน (mass-enhanced R-value)

งานการศึกษาของ Karagiozis และ Salonvaara (Karagiozis, 2000) ซึ่งศึกษาแนวโน้มของการที่คอนกรีตมวลเบาขึ้นจะแห้ง (drying potential) ด้วยการจำลองโดยโปรแกรม LATENITE 3.0 สำหรับภูมิอากาศของ Miami ซึ่งร้อนชื้น พบว่าการควบคุมไอน้ำและตำแหน่งฉนวนมีผลต่อการแห้งของคอนกรีตมวลเบาอย่างมาก ถ้ามีการใช้แผ่นกันไอน้ำที่ผนังคอนกรีตมวลเบาฝั่งด้านในอาคาร จะทำให้ผนังระบายความชื้นได้ยาก แห้งช้า และการใช้ฉนวนโฟมโพลีสไตรีนติดที่ด้านนอกของคอนกรีตมวลเบาและฉาบปูนทับนั้น สามารถเพิ่มความต้านทานความร้อนได้ แต่ผนังจะระบายความชื้นที่มีอยู่ในตัวออกไปได้ยากมาก

งานวิจัยข้างต้นได้ชี้ให้เห็นว่า แม้จะมีอิทธิพลของความชื้นแทรกซึมในเนื้อคอนกรีตมวลเบา ส่งผลให้ค่าความต้านทานความร้อนของคอนกรีตมวลเบาลดลงจากสภาพเมื่อแห้ง แต่ที่ค่าความต้านทานเท่ากัน สามารถประหยัดพลังงานดีกว่าผนังหลายชนิด การแทรกซึมของความชื้นและระบายในคอนกรีตมวลเบา จะขึ้นกับการใช้วัสดุประกอบที่ผนัง เช่น การฉาบ ทาสี หรือใส่แผ่นกันไอน้ำ

ซึ่งจากการทบทวนงานวิจัยในอดีต ยังไม่พบการศึกษาที่ระบุว่า การใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้น ทำให้ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานลดลง เพราะระบายความชื้นที่สะสมไว้ยากขึ้น

วิธีดำเนินการศึกษา

ในการวิจัยนี้ได้ใช้ สองวิธีการควบคู่กัน คือ การทดลองเก็บข้อมูลวัดค่าการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นในอาคารจริงที่ใช้ผนังแตกต่างกันสองแบบ และ วิธีการจำลองหาค่าพลังงานในการปรับอากาศโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ EnergyPlus

ในการทดลองกับอาคารจริง ได้ใช้ห้องปรับอากาศสองห้อง มีขนาดห้องละ 8 ตร.ม. ตั้งอยู่ติดกันบนชั้นที่สองของอาคารทาวน์เฮาส์สูงสามชั้น ในกรุงเทพมหานคร

ห้องทั้งสองจะมีลักษณะโดยทั่วไปเหมือนกัน แต่มีผนังด้านที่ติดภายนอกแตกต่างกัน คือ ห้องหนึ่งใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาชั้นเดียวหนา 7.5 ซม. ฉาบปูนมวลเบาทั้งสองด้านหนาประมาณ 1.2 ซม. รวมความหนาผนังประมาณ 10 ซม. ส่วนอีกห้องหนึ่งเป็นผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้นใช้คอนกรีตมวลเบาหนา 7.5 ซม. มีช่องว่างอากาศ 5 ซม. ฉาบปูนด้านนอกและด้านในด้านละ 1.2 ซม. ห้องทั้งสองหันไปทางทิศตะวันตก คอนกรีตมวลเบาที่ใช้ในงานนี้เป็นชนิดอบไอน้ำ (Autoclaved Aerated Concrete, ACC) ส่วนผนังที่บัพที่ใช้วัสดุแตกต่างกันมีพื้นที่ 5 ตร.ม. และมีพื้นที่หน้าต่างห้องละ 1.4 ตร.ม.

ในการศึกษาได้พยายามควบคุมตัวแปรที่อาจมีผลต่อค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นให้มากที่สุด เช่น เครื่องปรับอากาศที่ใช้เป็นเครื่องปรับอากาศใหม่ ชนิดและยี่ห้อเดียวกัน ขนาดหน้าต่าง มู่ลี่ชนิดเดียวกันปิดกันแสงแดดไม่ให้ส่องเข้ามาภายในตลอดการทดลอง และควบคุมอุณหภูมิภายในห้องเมื่อใช้เครื่องปรับอากาศเท่ากับ 25 °ซ

จากนั้นได้วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการปรับอากาศ ด้วย watt-hour meter รวมทั้งเก็บข้อมูลอากาศภายนอกและภายใน



ภาพที่ 1 การทำผนังห้องทดลองด้วยผนังคอนกรีตมวลเบา 2 ชั้น



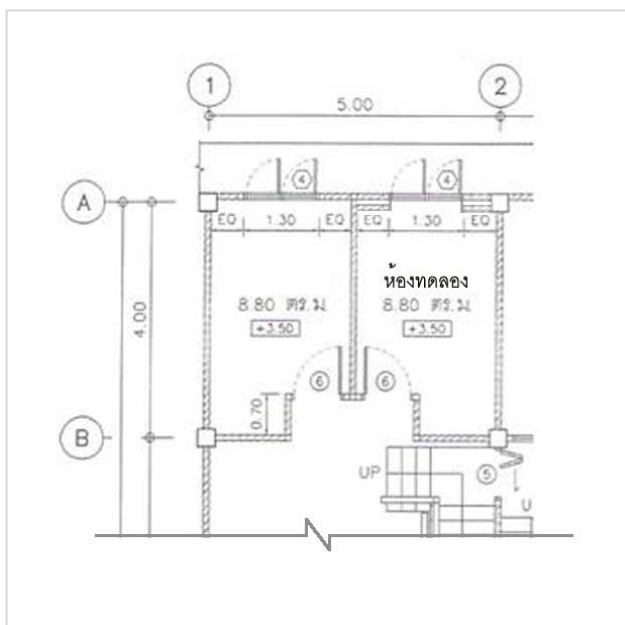
ภาพที่ 2 ผนังห้องทดลองคอนกรีตมวลเบา 1 ชั้น



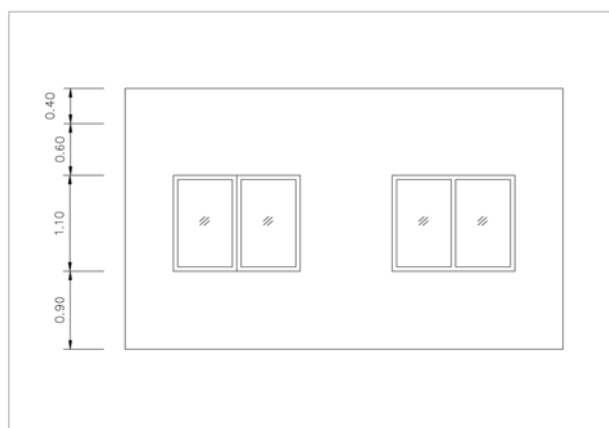
ภาพที่ 3 ภายนอกห้องทดลอง



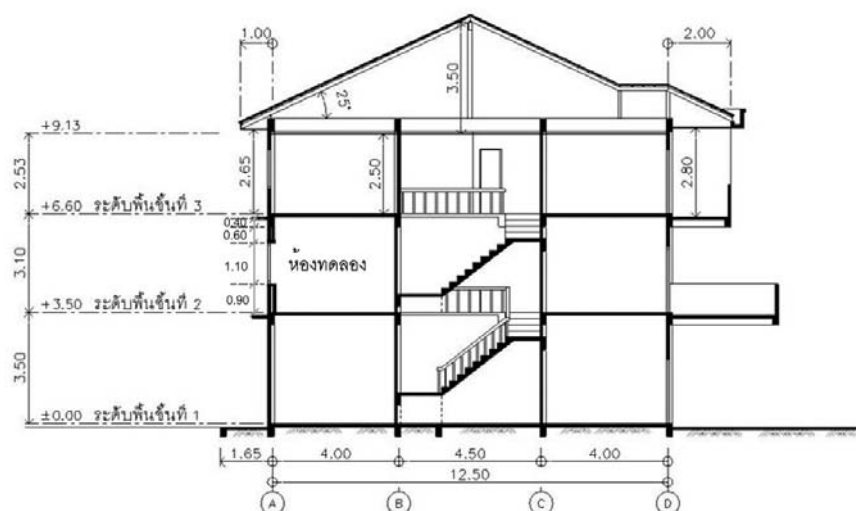
ภาพที่ 4 ภายในห้องทดลอง



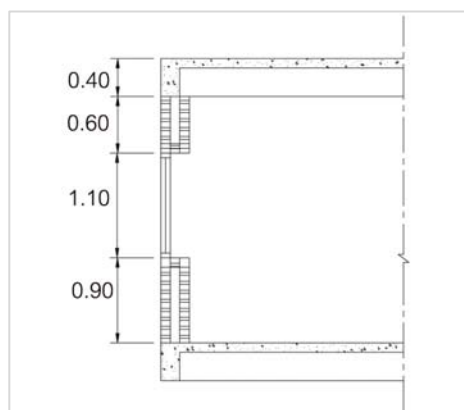
ภาพที่ 5 สภาพในห้องทดลอง



ภาพที่ 6 ด้านของห้องทดลอง



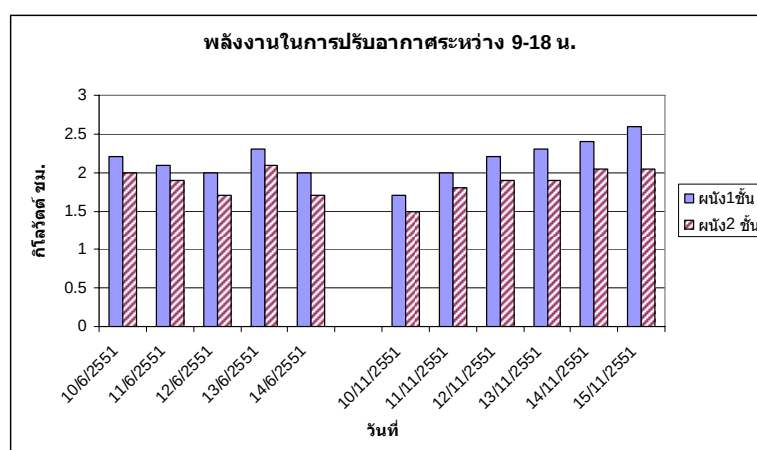
ภาพที่ 7 ด้านรวมของห้องทดลอง



ภาพที่ 8 ด้านขยายของห้องทดลอง

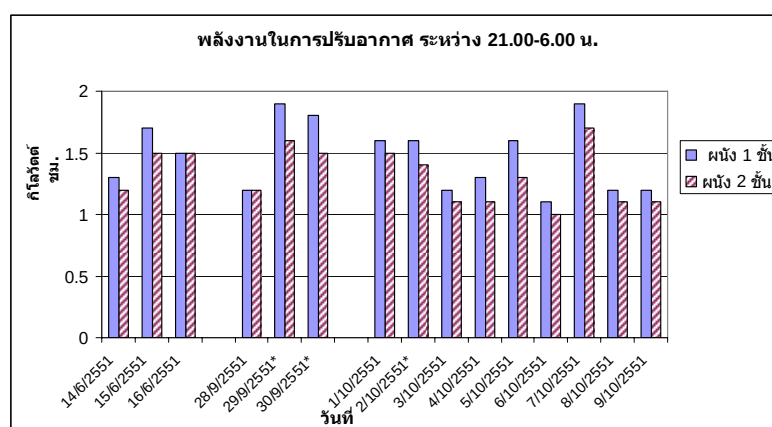
ผลจากการทดลอง

จากผลการทดลองโดยการเปิดเครื่องปรับอากาศในเวลากลางวันตั้งแต่เวลา 9.00-18.00 น. ในเดือนมิถุนายน 2551 เป็นเวลา 5 วัน และในเดือนตุลาคมของปีเดียวกัน 6 วัน พบว่าห้องที่ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้นจะใช้พลังงานในการปรับอากาศเฉลี่ยต่อชั่วโมง 0.21 kWh ส่วนห้องที่ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาชั้นเดียวจะใช้พลังงานเฉลี่ยต่อชั่วโมงประมาณ 0.25 kWh คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงเมื่อใช้ผนังมวลเบาสองชั้นประมาณ 13.26%



ภาพที่ 9 พลังงานในการปรับอากาศระหว่างผนังคอนกรีตมวลเบาหนึ่งชั้นและสองชั้นเวลากลางวันจากการเก็บข้อมูลรายวัน

ส่วนผลการทดลองเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศในเวลากลางคืนระหว่างเวลา 21.00 -6.00 น. โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน กันยายน ตุลาคม 2551 รวม 10 วัน พบว่าห้องที่ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้นและหนึ่งชั้นใช้พลังงานเฉลี่ยต่อชั่วโมง 0.16 kWh และ 0.177 kWh ตามลำดับ โดยคิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงเมื่อใช้ผนังสองชั้นประมาณ 9.6%

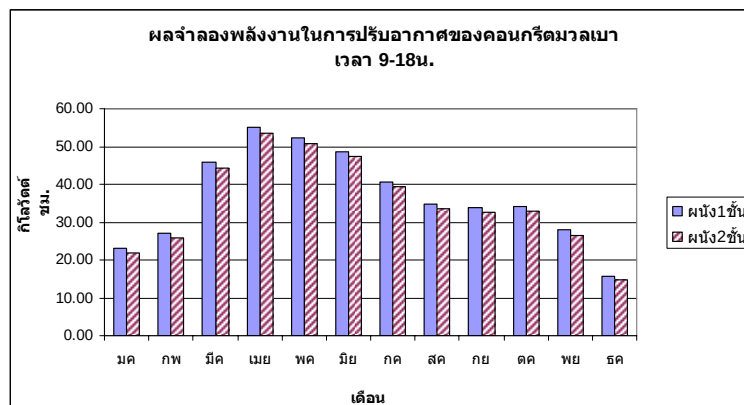


ภาพที่ 10 เปรียบเทียบพลังงานในการปรับอากาศในเวลากลางคืนระหว่างการใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้นและหนึ่งชั้น (คืนวันที่ 29, 30/9 และ 2/10 ฝนตกหนัก)

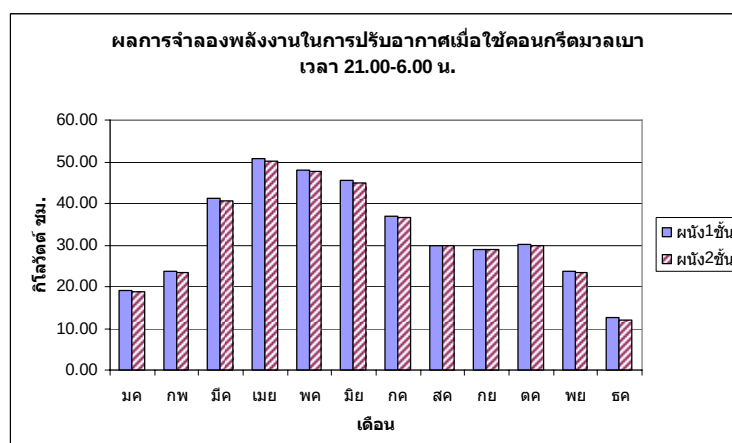
ผลการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์

จากการจำลองผลการใช้พลังงานโดยโปรแกรม EnergyPlus เพื่อเปรียบเทียบผลระหว่างสองวิธี พบว่าการใช้คอนกรีตมวลเบาสองชั้นจะประหยัดพลังงานในการปรับอากาศมากกว่าการใช้คอนกรีตมวลเบาชั้นเดียวเช่นกัน โดยคอนกรีตมวลเบาสองชั้นใช้พลังงานเฉลี่ยต่อชั่วโมง (เฉลี่ยตลอดทั้งปี) 0.129 kWh และห้องที่ใช้ผนังชั้นเดียวใช้พลังงานต่อชั่วโมง 0.134 kWh คิดเป็นพลังงานที่น้อยกว่าประมาณ 3.87%

ส่วนผลการจำลองในเวลากลางวันพบว่า คอนกรีตมวลเบาสองชั้นสามารถประหยัดพลังงานได้ค่อนข้างน้อย กล่าวคือ ผนังสองชั้นใช้พลังงานต่อชั่วโมง 0.118 kWh และผนังชั้นเดียวใช้พลังงาน 0.119 kWh คิดเป็นพลังงานในการปรับอากาศที่น้อยกว่าประมาณ 1.31%



ภาพที่ 11 พลังงานในการปรับอากาศระหว่างผนังคอนกรีตมวลเบาหนึ่งชั้นและสองชั้นเวลากลางวัน ตลอดปี



ภาพที่ 12 พลังงานในการปรับอากาศระหว่างผนังคอนกรีตมวลเบาหนึ่งชั้นและสองชั้นเวลากลางคืน ตลอดปี

ความคุ้มค่าในการลงทุน

ในการศึกษาได้ลองนำค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากอาคารจริง มาเปรียบเทียบกับราคาค่าก่อสร้างผนังสองชั้นที่เพิ่มขึ้น โดยคิดราคาค่าก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาชั้นเดียว (รวมค่าวัสดุและค่าแรง) 450 บาทต่อตร.ม. ผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้น 700 บาทต่อตร.ม. ค่าไฟฟ้ารวมค่า Ft และภาษีมูลค่าเพิ่มหน่วยละ 4 บาท ซึ่งพบว่าในกรณีที่ใช้งานในเวลากลางวัน จาก 9.00 – 18.00 น. ทุกวัน การทำผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้นจะคุ้มทุนในเวลาประมาณ 3.5 ปี แต่ถ้าใช้งานในเวลากลางคืนตั้งแต่ 21.00 – 6.00 น. ทุกวันจะคุ้มทุนในเวลา 5 ปี

อภิปรายผล

จากข้อมูลที่เก็บมาในช่วงปลายเดือนกันยายน และต้นเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตกหนักในตอนกลางคืน สังเกตว่าในคืนที่ฝนตกหนักห้องที่ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้นจะใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าห้องที่ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาชั้นเดียวชัดเจนมากกว่าคืนที่ไม่มีฝน คือห้องผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้นจะกินไฟต่ำกว่าประมาณ 0.3 kWh (ตั้งแต่เวลา 21.00-6.00 น.) ส่วนคืนที่ไม่มีฝนจะกินไฟต่ำกว่าประมาณ 0.1-0.2 kWh ซึ่งตัวเลขดังกล่าวขัดแย้งกับความเข้าใจที่มีการเผยแพร่ต่อสาธารณชนที่ว่า การใช้คอนกรีตมวลเบาสองชั้นจะสิ้นเปลืองพลังงานในการปรับอากาศมากกว่าการใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาชั้นเดียวเพราะมีความชื้นสะสมมากกว่า

ผลจากการจำลองพลังงานที่ใช้ด้วยคอมพิวเตอร์นั้นมีค่าต่ำกว่าที่เก็บได้โดยใช้ห้องจริง และมีความแตกต่างในเรื่องร้อยละของพลังงานที่สามารถประหยัดได้ ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลนำเข้าที่ไม่เหมือนกับสภาพจริงที่เดียว เช่น การใช้ไฟล์ข้อมูลสถิติภูมิอากาศกรุงเทพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจำลอง ซึ่งอาจจะคลาดเคลื่อนไปสภาพอากาศในวันที่เก็บข้อมูล และคุณสมบัติของสีจริงที่ใช้ทาผนัง ซึ่งมีผลต่อการยอมให้ความชื้นแทรกซึมผ่านผนัง

อนึ่งข้อผิดพลาดของการใช้คอนกรีตมวลเบานิคมอบไอน้ำ (Autoclaved Aerated Concrete) ที่มักพบในงานก่อสร้างคือ การนำเอาปูนฉาบธรรมดาสำหรับฉาบอิฐมอญมาใช้ โดยไม่ได้ใช้ปูนฉาบสำหรับคอนกรีตมวลเบา ดังนั้นจึงอาจเป็นไปได้ว่าจะเกิดปัญหาการแตกร้าวที่ปูนฉาบทำให้น้ำฝนและไอน้ำซึมเข้าสู่ผนังคอนกรีตมวลเบามากกว่าที่ควรเป็น

ดังนั้นสิ่งที่ผู้ออกแบบควรระวังคือ การเลือกใช้วัสดุอย่างถูกต้อง ปัจจุบันมีการจำหน่ายสีทาอาคารที่ช่วยด้านการซึมผ่านของน้ำหรือช่วยปกปิดรอยแตก ซึ่งผู้ออกแบบอาจจะนำมาใช้เพื่อช่วยเสริมในการป้องกันความชื้นซึมผ่านผนังอีกชั้นหนึ่ง แต่ในการทดลองนี้ผู้วิจัยใช้แต่เพียงสีอะคริลิกเกรดดีชนิดทาภายนอกเท่านั้น

ปัจจุบันมีการผลิตคอนกรีตมวลเบา ทั้งแบบ Autoclaved Aerated Concrete (AAC) และแบบ Cellular Lightweight Concrete (CLC) ซึ่งมีคุณสมบัติความแตกต่างกันทั้งค่าการดูดซึมน้ำ ค่าความหนาแน่น และค่าสัมประสิทธิ์ในการนำความร้อน ดังนั้นในการเลือกใช้ผู้ออกแบบจึงควรศึกษาข้อมูลด้านต่าง ๆ ของแต่ละผลิตภัณฑ์อย่างละเอียดด้วย

ผลของการประหยัดพลังงานดังกล่าวข้างต้น จากการวิจัยนี้เป็นค่าที่วัดได้ในสภาพของห้องเปล่าที่ไม่มีเฟอร์นิเจอร์ ไม่มีคนอยู่อาศัย ตลอดจนไม่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดความร้อนขณะปรับอากาศ และเป็นห้องที่อยู่ชั้นสองของอาคารสามชั้น ซึ่งไม่มีภาระความร้อนจากหลังคาด้านบน ส่วนผนังด้านข้างนั้นต่อเนื่องห้องที่ไม่มีการปรับอากาศ ดังนั้นตัวเลขอัตราประหยัดของการประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้นในสภาพที่มีคนใช้งาน มีการเปิดปิดประตูเข้าออกบ่อย อาจแตกต่างไปจากการศึกษานี้ แต่อย่างน้อยผลการวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นผลเปรียบเทียบระหว่างการใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้นและหนึ่งชั้น ที่เกิดขึ้นในอาคารจริง

นอกจากนี้ระยะเวลาคืนทุนตามการศึกษานี้ อาจจะไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารอื่นๆ ได้ เนื่องจากตัวแปรที่สำคัญในการคิดราคาอีกข้อหนึ่งคือ ราคาเอ็นรอบหน้าต่าง หากผนังมีพื้นที่หน้าต่างโดยรวมเท่ากัน แต่แบ่งออกเป็นบานเล็กหลายบาน อาจมีความยาวของเอ็นรอบหน้าต่างมากกว่าทำให้ราคาสูงกว่าการใช้หน้าต่างขนาดใหญ่และมีจำนวนช่องน้อยๆ อีกทั้งวิธีการทำเอ็นรอบหน้าต่างของผนังคอนกรีตมวลเบา อาจจะใช้เอ็นคอนกรีตมวลเบาสำเร็จรูป หรือ หล่อเอ็นคอนกรีตในที่ก็ได้ ซึ่งมีผลให้ราคาต่างกันพอสมควร สำหรับในงานนี้ได้ใช้วิธีการหล่อเอ็นคอนกรีตกับที่ซึ่งราคาถูกกว่า

อย่างไรก็ตามปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่ผู้ออกแบบไม่ควรมองข้ามคือ สัดส่วนระหว่างหน้าต่างต่อผนังที่ซึ่งมีผลต่อความร้อนรวมที่ผ่านกรอบอาคาร โดยสามารถทำให้การประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้นจริงในอาคารแต่ละแห่งได้ผลมากน้อยแตกต่างกันได้

สรุป

ผลการวัดจากอาคารจริงและการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์สอดคล้องกันว่า การใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาสองชั้นสามารถให้ผลดีในการประหยัดพลังงานในการปรับอากาศได้มากกว่าการใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาชั้นเดียวทั้งกลางวันและกลางคืนและแม้แต่ในสภาพที่มีความชื้นสูงและฝนตก ตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อค่าพลังงานในการปรับอากาศที่ประหยัดได้และราคาผนังซึ่งมีผลต่อการคิดความคุ้มค่าในการลงทุนนั้น มีใช้อยู่ที่ราคาของคอนกรีตมวลเบาเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นกับขนาดของช่องเปิดหน้าต่างและความยาวของเอ็นรอบหน้าต่างด้วย ซึ่งตัวอย่างในการศึกษานี้จัดได้ว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุน แต่หากออกแบบหน้าต่างให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ค่าพลังงานในการปรับอากาศที่ประหยัดได้อาจจะลดลงและราคาผนังรวมเอ็นรอบหน้าต่างจะเพิ่มขึ้น มีผลให้ระยะเวลาคืนทุนยาวออกไป

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กระทรวงพลังงาน. ผลการดำเนินงาน โครงการประกวดบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่นปี2550.

<http://www2.dede.go.th/new%2Dhomesafe/award50.pdf> Accessed 30 Sept 2008.

ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เรื่อง คำสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ค่าความแตกต่าง อุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง และค่าตัวประกอบรังสีดวงอาทิตย์ พ.ศ.2538 ออกตามความในพระราชบัญญัติอนุรักษ์พลังงาน 2535

แม่ทองต่อ พ่อประหยัด. ผนังสองชั้น...ใช้จะดี โดย หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ เสาร์ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2551, หน้า 7.

แม่ทองต่อ พ่อประหยัด. ชายคาบ้านเย็น โดย หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ. เสาร์ที่ 23 กุมภาพันธ์ 2551, หน้า 7.

ภาษาอังกฤษ

AzPATH. Autoclaved Aerated Concrete - An Overview. Research Series Report No. 02, Del E. Webb School of Construction, October 2001.

Available from <http://www.fulton.asu.edu/~hri/Documents/Reports/Report02.pdf> . Accessed May 2008.

Gawin, D. and Kosny, J. “Effect of Moisture on Thermal Performance and Energy Efficiency of Buildings with Lightweight Concrete Walls.” ACEEE Conference, August, 2000. Available from http://www.ornl.gov/sci/roofs+walls/staff/jan_biography/index.html. Accessed April 2008.

Karagiozis, A. N., Desjarlais, A. O., and Salonvaara, M., Integrated Hygrothermal Performance of Building Envelopes and Systems in Hot and Humid Climates, 2000 Hot and Humid Symposium, ESL-HH-00/05-23, San Antonio, TX, pp. 547 – 554, May 15 – 16, 2000. Available from http://www.ornl.gov/sci/roofs+walls/staff/Karagiozis_biography/index.html. Accessed April 2008.

N.Narayanan, and K. Ramamurthy. Structure and Properties of Aerated Concrete: a Review. Cement & Concrete Composites 22 (2000) 321-329. Available from <http://www.elesevier.com/locate/cemconcomp>. Accessed date 3 April 2008.

Salonvarra, M., Karagiozis, A. N., Pazera, M., and Miller, W., “Air Cavities Behind Claddings—What Have We Learned?” in *Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Buildings X*, proceedings of ASHRAE THERM X, Clearwater, FL, Dec. 2007. Available from http://www.ornl.gov/sci/roofs+walls/staff/Karagiozis_biography/index.html Accessed date June 2008.