# บทที่ 5

# บทสรุป

งานวิจัยนี้มีแนวคิดในการพัฒนาอิฐมวลเบาเพื่อลดความร้อนเข้าสู่ตัวบ้าน โดยการนำ PCM มาเป็นส่วนประกอบ ซึ่ง PCM จะทำหน้าที่สะสมความร้อน/หน่วงความร้อนในเวลากลางวัน และคายความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมในเวลากลางคืน โดยทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ มอก. 1505 - 2541 เพื่อคัดเลือกสัดส่วนที่เหมาะสม หลังจากนั้นทำการผลิตอิฐมวลเบาที่มีส่วนผสมของ PCM ในกระบวนการผลิตจริง และนำอิฐดังกล่าวมาสร้างบ้านจำลองเพื่อทำการทดสอบในสภาวะภูมิอากาศจริงของประเทศไทย ตั้งแต่เวลา 6.00-6.00 น. ของวันถัดไป ซึ่งในฤดูร้อนทำการทดสอบที่ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ย 537.89 วัตต์ต่อตารางเมตร ความเร็วลมเฉลี่ย 1.08 เมตรต่อวินาที และอุณหภูมิอากาศแวดล้อมเฉลี่ย 30.26 องศาเซลเซียส ในฤดูฝนทำการจำลองโดยสเปย์น้ำตั้งแต่เวลา 6.00-18.00 น. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30-35 มิลลิเมตร ความเร็วลมเฉลี่ย 1.06 เมตรต่อวินาที และอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมเฉลี่ย 27.07 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นในบ้านทดสอบเพื่อให้ได้วัสดุประกอบอาคารที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย

**สมบัติทางกายภาพของอิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM**

การผลิตอิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM ได้ศึกษาการทดสอบสมบัติทางกายภาพของอิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM พบว่า ค่าต้านทานแรงอัดและค่าต้านทานแรงดัดแปรผกผันกับปริมาณ PCM ที่เพิ่มขึ้น โดยเมื่ออัตราส่วนผสมของ PCM เพิ่มมากขึ้นทำให้ค่าต้านทานแรงอัดและค่าต้านทานแรงดัดมีค่าลดลง เมื่อพิจารณาตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ มอก.1505-2541 พบว่า สัดส่วนที่ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก) โดยมีค่าต้านทานแรงอัดสูงสุด คือ size 3-7 มีค่า 4.91 $N/mm^2$ size 5-5 มีค่า 4.60 $N/mm^2$ และ size 7-3 มีค่า 4.70 $N/mm^2$

นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบการหน่วงความร้อนของอิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM พบว่า ขนาด size 3-7 มีความแตกต่างของอุณหภูมิผนังด้านนอกและด้านใน และความแตกต่างของอุณหภูมิผนังด้านนอกและภายในห้องมากกว่า size 5-5 และ size 7-3 ตามลำดับ เนื่องจากชั้นของปูนก่อผสมกับ PCM มีความหนาแน่นสูงกว่าชั้นของอิฐมวลเบา และอยู่ใกล้แหล่งความร้อนมากกว่าจึงทำหน้าที่ดูดซับความร้อนไว้ส่วนหนึ่ง และความร้อนส่วนที่เหลือถูกถ่ายเทเข้ามาในชั้นของอิฐมวล

เบาที่ตำแหน่งห่างจากผนังด้านในเท่ากับ 7.0 เซนติเมตร ซึ่งช่วยป้องกันความร้อนได้มากกว่าตำแหน่งห่างจากผนังด้านใน 5.0 และ 3.0 เซนติเมตร

**สภาวะใช้งานจริงในฤดูร้อนและจำลองสภาวะภูมิอากาศในฤดูฝน**

การทดสอบในสภาวะการใช้งานจริงในบ้านทดสอบทั้งหมด 2 หลัง ประกอบด้วย อิฐมวลเบา และอิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM การเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ฤดูร้อนและฤดูฝน (จำลองสเปย์น้ำโดยใช้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30-35 มิลลิเมตร ในช่วงกลางวันตั้งแต่เวลา 6.00 – 18.00 น. รวม 12 ชั่วโมง) โดยทำการทดสอบตั้งแต่เวลา 6.00-6.00 น. ของวันถัดไป

การทดสอบฤดูร้อน ระหว่างวันที่ 21-23 พฤษภาคม 2554 ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ย 537.89 วัตต์ต่อตารางเมตร และอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยตลอดทั้งวัน 30.26 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลากลางวันสภาวะอากาศสิ่งแวดล้อมอุณหภูมิจะมีค่าผันแปรขึ้นลงระหว่าง 34-40 องศาเซลเซียส อิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM มีการป้องกันความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ตัวบ้านได้ดี ส่งผลให้อุณหภูมิภายในบ้านทดสอบต่ำกว่าอิฐมวลเบาประมาณ 1-2 องศาเซลเซียส จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิผนังภายในและภายนอกพบว่า อิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM มีความแตกต่าง 8-9 องศาเซลเซียส และอิฐมวลเบามีความแตกต่าง 7-8 องศาเซลเซียส ส่วนในช่วงกลางคืนสภาวะอากาศสิ่งแวดล้อมมีค่าลดลง โดยอุณหภูมิต่ำสุดในรอบวันอยู่ระหว่าง 25-27 องศาเซลเซียส ทำให้ อิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM มีการคายความร้อนที่สะสมในตอนกลางวันออกในเวลากลางคืนสู่ทั้งสภาวะอากาศภายนอกและภายในเท่ากับปริมาณที่ดูดซับไว้ ซึ่งทำให้อุณหภูมิของอิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM มีค่าสูงกว่าอิฐมวลเบา

การทดสอบฤดูฝน (จำลอง) ระหว่างวันที่ 26-28 พ.ค. 2554 อุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยตลอดทั้งวัน 27.07 องศาเซลเซียส ช่วงกลางวันสภาวะอากาศภายนอกมีค่าเพิ่มขึ้นทำให้อุณหภูมิภายในบ้านอิฐมวลเบามีค่าสูงกว่าอิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิผนังภายในและภายนอกพบว่า อิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM มีความแตกต่าง 7-8 องศาเซลเซียส และอิฐมวลเบามีความแตกต่าง 6-7 องศาเซลเซียส และในช่วงกลางคืนสภาวะอากาศสิ่งแวดล้อมมีค่าลดลงทำให้อุณหภูมิภายในบ้านลดลงโดยอุณหภูมิภายในของอิฐมวลเบาต่ำกว่าอิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM ในส่วนของความชื้นสัมบูรณ์ภายในบ้านทดสอบอิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM มีค่าต่ำกว่าอิฐมวลเบา และอากาศแวดล้อม ส่งผลให้บ้านทดสอบอิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศน้อยลงไปด้วย ส่วนในช่วงเวลากลางคืนความชื้นสัมบูรณ์ของบ้านทดสอบทั้ง 2 หลัง และอากาศแวดล้อมมีค่าใกล้เคียงกัน

**ความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์**

การคำนวณภาระทำความเย็นจากบ้านอยู่อาศัย 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 294 ตารางเมตร 3 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ 1 ห้องรับแขก 1 ห้องครัว และ 1 โรงจอดรถ มีพื้นที่ผนัง 400 ตารางเมตร โดยเปรียบเทียบผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM พบว่า บ้านที่สร้างจากผนังอิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM มีภาระทำความเย็นลดลงประมาณ 16.83 % ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 ปี ลดลง 2,376.24 บาท คิดเป็น 19.88 % และในส่วนของค่าวัสดุก่อสร้างในส่วนของผนังบ้านขนาด 400 ตารางเมตร พบว่า บ้านที่สร้างจากผนังอิฐมวลเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM มีค่าวัสดุก่อสร้างสูงกว่าผนังอิฐมวลเบาประมาณ 4.07 %

**ข้อเสนอแนะ**

1. งานวิจัยนี้ทำการผสม PCM เข้ากับปูนก่อในสัดส่วนต่างๆ ดังนั้นหากมีการนำส่วนผสมอื่นๆ มาผสมเพิ่มหรือใช้แทนปูนก่อจะช่วยเพิ่มค่าต้านทานแรงอัดมากขึ้น

2. งานวิจัยนี้นำอิฐมวลเบา G4 มาผลิตเป็นอิฐมวเบาที่มีส่วนประกอบของ PCM ทำให้มีต้นทุนสูง ดังนั้นหากมีการนำเอาบล๊อกฮาร์ดแค็บซึ่งเป็นบล๊อกที่อยู่ในชั้นฐานของการรองรับบล๊อกชั้นแรกหลังผ่านการตัดขนาดมาใช้ในการผลิตจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้

3. ควรมีการศึกษาและติดตามการใช้งานในสภาพแบบร้อนชื้นของประเทศไทยอย่างต่อเนื่องในรอบ 1 ปี เพื่อดูความเหมาะสมของการนำมาใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ