

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผนังหล่อในที่คอนกรีตมวลเบาเซลลูโลส



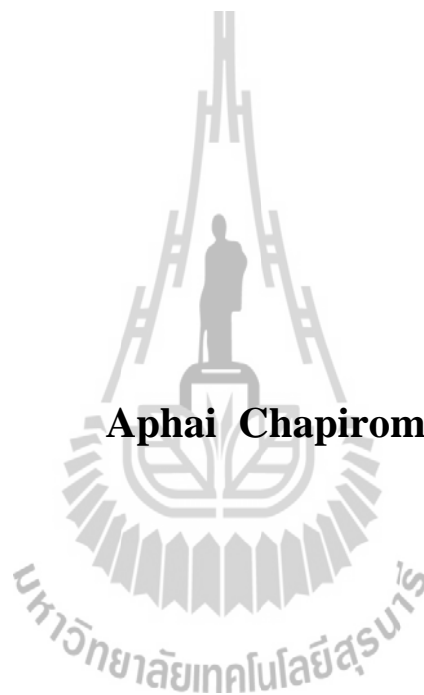
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2557

**A STUDY OF PHYSICAL PROPERTIES OF CAST-IN-  
PLACE CELLULAR LIGHTWEIGHT  
CONCRETE WALL**



**Aphai Chapirom**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Degree of Master of Engineering in Civil Engineering**

**Suranaree University of Technology**

**Academic Year 2014**

## การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผนังหล่อในที่คอนกรีตมวลเบาเซลลูโลส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นักวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---

(ศ. ดร.สุขสันต์ หอพิบูลสุข)

ประธานกรรมการ

---

(ผศ. ดร.ธีรวัฒน์ สิ้นศิริ)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

---

(ผศ. ดร.มงคล จิรวรรณเดช)

กรรมการ

---

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิ้มปีจางค์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรม

---

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

อภิษฎ์ ชากิรมย์ : การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผนังหล่อในที่คอนกรีตมวลเบา  
เซลลูโลส (A STUDY OF PHYSICAL PROPERTIES OF CAST-IN-PLACE CELLULAR  
LIGHTWEIGHT CONCRETE WALL) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.  
ธีรวัฒน์ ลินศิริ, 147 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผนังหล่อในที่คอนกรีตมวลเบาเซลลูโลสประเภทไม่รับน้ำหนักที่มีความหนาแน่นแห้งเท่ากับ 800 กก./ลบ.ม. ผนังดังกล่าวผลิตขึ้นจากน้ำยาเพิ่มฟอง SUT และมีอัตราความชื้นลด (อัตราส่วนระหว่างความสูงกับความหนาประสิทธิผล) เท่ากับ 16 งานวิจัยนี้ประกอบด้วยการทดสอบก่อนตัวอย่างของลูกบาศก์คอนกรีตมวลเบา SUT และคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ การทดสอบก่อนตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา SUT ประกอบด้วยกำลังอัด ความหนาแน่นแห้ง และการดูดซึมน้ำ การทดสอบผนังมวลเบาประกอบด้วยกำลังอัดและการถ่ายเทความร้อน ผลทดสอบของผนังมวลเบาหล่อในที่นำมาเปรียบเทียบกับผนังมวลเบาที่ก่อด้วยคอนกรีตมวลเบาชนิดหนึ่งที่มีขายในท้องตลาด และผนังมวลเบาที่ก่อด้วยคอนกรีตมวลเบา SUT ผลการวิจัยพบว่าก่อนตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา SUT มีกำลังอัดที่อายุบ่ม 28 วัน เท่ากับ 10.89 กก./ตร.ซม. ความหนาแน่นแห้งเท่ากับ 818 กก./ลบ.ม. และอัตราการดูดซึมน้ำเท่ากับร้อยละ 17.52 ผนังมวลเบาที่ก่อด้วยคอนกรีตมวลเบา SUT ผนังอิฐมวลเบาที่ก่อด้วยคอนกรีตมวลเบาชนิดหนึ่งที่มีขายในท้องตลาด และผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้สูงสุดเท่ากับ 1,184.1 1,602.7 และ 2,207.5 กิโลกรัม ตามลำดับ ผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ที่มีการดูดความร้อนน้อยกว่าผนังมวลเบาที่ก่อด้วยคอนกรีตมวลเบา SUT และผนังมวลเบาที่ก่อด้วยคอนกรีตมวลเบาชนิดหนึ่งที่มีขายในท้องตลาด ตามลำดับ ผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ และผนังมวลเบาที่ก่อด้วยคอนกรีตมวลเบา SUT มีต้นทุนการผลิตและก่อสร้างใกล้เคียงกัน แต่มีต้นทุนต่ำกว่าผนังมวลเบาที่ก่อด้วยคอนกรีตมวลเบาชนิดหนึ่งที่มีขายในท้องตลาด

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา  
ปีการศึกษา 2557

ลายมือชื่อนักศึกษา \_\_\_\_\_  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา \_\_\_\_\_

APHAI CHAPIROM : A STUDY OF PHYSICAL PROPERTIES OF CAST-  
IN-PLACE CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE WALL. THESIS  
ADVISOR : ASST. PROF. THEERAWAT SINSIRI, Ph.D., 147 PP.

CAST IN PLACE/CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE/PHYSICAL  
PROPERTIES/CAST IN PLACE

The purpose of this research is to study physical properties of a cast-in-place cellular lightweight concrete wall having a dry unit weight of  $800 \text{ kg/m}^3$ . The lightweight concrete wall was manufactured using SUT foaming agent. The slenderness ratio of tested wall (ratio of height to effective width) was 16. This research consists of laboratory tests on SUT lightweight concrete cube samples and cast in place lightweight concrete walls. The laboratory tests on cube samples included unconfined compressive strength, dry density, and water absorption. The laboratory tests on the test cast in place lightweight concrete wall included compressive strength and heat transfer. The results of the tests on cast in place lightweight concrete wall were compared with those on masonry walls using SUT concrete blocks and commercial concrete blocks. The results showed that the SUT concrete cube sample had 28-day compressive strength of 10.89 ksc, dry density of  $818 \text{ kg/m}^3$  and the water absorption of 17.52%. The maximum load capacities on the lightweight walls were 1,184.1, 1,602.7, and 2,207.5 kg for the masonry wall using SUT concrete blocks, masonry wall using commercial concrete blocks and cast in place lightweight concrete wall, respectively. The cast in place lightweight concrete wall had lower heat absorption than the cast in place lightweight concrete wall and the

masonry wall using commercial concrete blocks, respectively. The manufacturing and construction cost of the cast in place lightweight concrete wall and the masonry wall using SUT blocks is essentially the same but lower than that of the masonry wall using commercial concrete blocks.



School of Civil Engineering

Academic Year 2014

Student's Signature \_\_\_\_\_

Advisor's Signature \_\_\_\_\_

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณบุคคลและคณะบุคคลต่อไปนี้ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยเหลือเป็นอย่างดีทั้งในด้านวิชาการและด้านเทคนิคการดำเนินงานวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรวัฒน์ สิ้นศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สั่งสอน ให้ความรู้ คำปรึกษา ตรวจสอบวิทยานิพนธ์และบทความวิจัยระดับประเทศจนสำเร็จ

ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันต์ หอพิบูลสุข ประธานกรรมการ ที่ได้ให้คำชี้แนะการนำเสนอ และตรวจสอบวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มงคล จิรวัชระเดช ที่ได้ชี้แนะแนวทางขอบเขตการวิจัย และตรวจสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณบริษัทอินฟินิตี้เฮาส์ ที่ให้ใช้พื้นที่ในการทดสอบ และเงินทุนในการวิจัย ขอขอบคุณบุคลากรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความสะดวกใช้สถานที่ เครื่องมือห้องปฏิบัติการต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติ มิตร ครอบครัวยุติธรรมและผู้เขียนและบุคคลที่ไม่ได้กล่าวถึง ที่เป็นกำลังใจให้ผู้เขียนด้วยดีเสมอ ท้ายสุดนี้ผู้เขียนขอขอบคุณดีทั้งหมดของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ส่งมอบให้ทุกท่านดังกล่าว จงประสบแต่ความสุข ความเจริญ ตลอดไป

อภิษฎ์ ชาภิรมย์

# สารบัญ

หน้า

|  |          |
|--|----------|
| บทคัดย่อ (ภาษาไทย)                                 | ก        |
| บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)                              | ข        |
| กิตติกรรมประกาศ                                    | ง        |
| สารบัญ   | จ        |
| สารบัญตาราง  | ฉ        |
| สารบัญรูป  | ฉ        |
| คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ                          | ๗        |
| <b>บทที่</b>                                       |          |
| <b>1 บทนำ</b>                                      | <b>1</b> |
| 1.1 หลักการและเหตุผล                               | 1        |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย                        | 2        |
| 1.3 ขอบเขตงานวิจัย                                 | 2        |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ                      | 3        |
| 1.5 แผนการดำเนินงาน                                | 3        |
| <b>2 ปรัชญ์นั้วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> | <b>5</b> |
| 2.1 คอนกรีตมวลเบา                                  | 5        |
| 2.2 การจำแนกชนิดคอนกรีตมวลเบา                      | 5        |
| 2.2.1 คอนกรีตมวลเบาตามหน่วยน้ำหนัก                 | 5        |
| 2.2.2 คอนกรีตมวลเบาที่ใช้วัสดุผสมเบา               | 5        |
| 2.2.3 คอนกรีตมวลเบาที่ใช้สารเคมี                   | 6        |
| 2.3 ประเภทของคอนกรีตมวลเบา                         | 7        |
| 2.4 คุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาเซลลูโลส              | 8        |
| 2.4.1 หน่วยน้ำหนัก                                 | 8        |
| 2.4.2 กำลังรับแรงอัด                               | 11       |



## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.4.3 | การดูดซึมน้ำ   | 11 |
| 2.4.4 | การหดตัวแห้ง   | 12 |
| 2.4.5 | ฉนวนกันความร้อน                                      | 12 |
| 2.4.6 | การทนไฟ  | 13 |
| 2.5   | วัสดุผสมคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส                     | 13 |
| 2.6   | การผลิตคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส                      | 14 |
| 2.6.1 | เครื่องผลิตโฟมคอนกรีตมวลเบา                          | 15 |
| 2.6.2 | วัตถุดิบและเครื่องมือที่ใช้ผลิตคอนกรีตมวลเบา         | 16 |
| 2.6.3 | ขั้นตอนการผลิตคอนกรีตมวลเบาด้วยโฟมฟองอากาศ           | 17 |
| 2.7   | งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                                | 18 |
| 2.8   | ข้อสรุปจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                      | 25 |
| 3     | วิธีการดำเนินการวิจัย                                | 26 |
| 3.1   | วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย            | 27 |
| 3.1.1 | วัสดุที่ใช้ทดสอบ                                     | 27 |
| 3.1.2 | เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย                           | 29 |
| 3.2   | ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย                               | 34 |
| 3.2.1 | อัตราส่วนความชะงืด                                   | 34 |
| 3.2.2 | การก่อผนัง   | 34 |
| 3.2.3 | การฉาบผนัง   | 35 |
| 3.3   | วิธีการทดสอบและตัดส่วนผสม                            | 35 |
| 3.3.1 | การทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่าง                | 35 |
| 3.3.2 | การทดสอบความหนาแน่นแห้ง                              | 35 |
| 3.3.3 | การทดสอบการดูดซึมน้ำ                                 | 35 |
| 3.3.4 | การทดสอบขนาด   | 36 |
| 3.3.5 | การทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง | 36 |
| 3.3.6 | การทดสอบการถ่ายเทความร้อน                            | 36 |
| 3.3.7 | ตัดส่วนผสม   | 37 |

## สารบัญ (ต่อ)

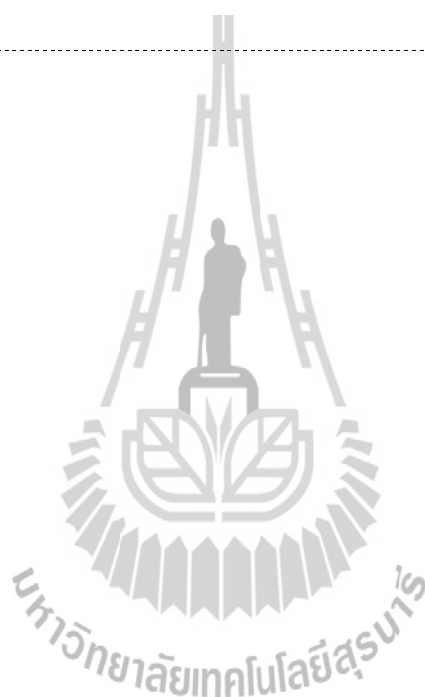
หน้า

|   |    |
|---|----|
| <b>4 ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล</b>                  | 38 |
| 4.1 บทนำ  | 38 |
| 4.2 คุณสมบัติคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า                 | 38 |
| 4.2.1 ผลการทดสอบการรับแรงกด                           | 38 |
| 4.2.2 ผลการทดสอบความหนาแน่นแห้ง                       | 40 |
| 4.2.3 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ                          | 41 |
| 4.2.4 ผลการทดสอบขนาดของอิฐมวลเบา                      | 41 |
| 4.3 คุณสมบัติผนังอิฐมวลเบาและผนังหล่อในที่แบบเซลลูล่า | 42 |
| 4.3.1 ผลการทดสอบการรับแรงกดของผนัง                    | 42 |
| 4.3.2 ผลการทดสอบการรับแรงกดของอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่า    | 45 |
| 4.3.3 ผลการทดสอบการถ่ายเทความร้อนของผนัง              | 45 |
| 4.4 เปรียบเทียบต้นทุนของผนังแต่ละประเภทที่ทำการทดสอบ  | 49 |
| <b>5 สรุปผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล</b>              | 52 |
| 5.1 สรุปผลการทดสอบในงานวิจัย                          | 52 |
| 5.2 สรุปคุณสมบัติคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า             | 52 |
| 5.2.1 สรุปผลการทดสอบการรับแรงกด                       | 52 |
| 5.2.2 สรุปผลการทดสอบความหนาแน่นแห้ง                   | 53 |
| 5.2.3 สรุปผลการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ                 | 53 |
| 5.2.4 สรุปผลการทดสอบการวัดขนาด                        | 53 |
| 5.3 สรุปคุณสมบัติผนังคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า         | 53 |
| 5.3.1 สรุปผลการทดสอบการรับแรงกดผนัง                   | 53 |
| 5.3.2 สรุปผลการทดสอบการรับแรงกดก้อนอิฐ                | 53 |
| 5.3.3 สรุปผลการถ่ายเทความร้อนของผนัง                  | 53 |
| 5.4 สรุปการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต                   | 54 |
| 5.5 ข้อเสนอแนะ  | 54 |
| รายการอ้างอิง   | 55 |

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

|                      |  |     |
|----------------------|--|-----|
| ภาคผนวก              |  |     |
| ภาคผนวก ก.           | การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย.....             | 58  |
| ภาคผนวก ข.           | ผลการทดสอบของการวิจัย.....                                 | 81  |
| ภาคผนวก ค.           | บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา..... | 137 |
| ประวัติผู้เขียน..... |  | 147 |



## สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า   |
|----------|--|
| 4.1      | ต้นทุนวัสดุก่อนนึ่งคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส..... 50                            |
| 4.2      | ต้นทุนการก่อสร้างงานก่อนนึ่งคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส..... 50                   |
| ก.1      | การออกแบบสัดส่วนผสมคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส 800 กก./ลบ.ม. .... 75              |
| ก.2      | การออกแบบสัดส่วนผสมคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส 900 กก./ลบ.ม. .... 76              |
| ก.3      | การออกแบบสัดส่วนผสมคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส 1000 กก./ลบ.ม. .... 77             |
| ก.4      | การออกแบบสัดส่วนผสมคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส 1200 กก./ลบ.ม. .... 78             |
| ก.5      | การออกแบบสัดส่วนผสมคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส 1400 กก./ลบ.ม. .... 79             |
| ก.6      | การออกแบบสัดส่วนผสมผนังหล่อในที่คอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส 800 กก./ลบ.ม. .... 80 |
| ข.1      | ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ระยะเวลา 7 วัน..... 82              |
| ข.2      | ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ระยะเวลา 28 วัน..... 83             |
| ข.3      | ผลการทดสอบความหนาแน่นแห้งที่ระยะเวลา 7 วัน..... 84                             |
| ข.4      | ผลการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำที่ระยะเวลา 7 วัน..... 85                           |
| ข.5      | ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง มาก่อเป็นผนัง A1..... 86                 |
| ข.6      | ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง มาก่อเป็นผนัง A2..... 88                 |
| ข.7      | ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง มาก่อเป็นผนัง A3..... 90                 |
| ข.8      | ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด มาก่อเป็นผนัง A1..... 92           |
| ข.9      | ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด มาก่อเป็นผนัง A2..... 94           |
| ข.10     | ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด มาก่อเป็นผนัง A3..... 96           |
| ข.11     | ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง A1..... 98              |
| ข.12     | ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง A2.....99               |
| ข.13     | ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง A3.....100              |
| ข.14     | ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังอิฐมวลเบาในท้องตลาดA1..... 101                  |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| ข.15 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังอิฐมวลเบาในท้องตลาด A1.....    | 102  |
| ข.16 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังอิฐมวลเบาในท้องตลาด A1.....    | 103  |
| ข.17 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ A1..... | 104  |
| ข.18 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ A2..... | 105  |
| ข.19 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ A3..... | 106  |
| ข.20 การวัดอุณหภูมิภายนอก House1.....                              | 107  |
| ข.21 การวัดอุณหภูมิภายนอก House2.....                              | 108  |
| ข.22 การวัดอุณหภูมิภายนอก House2.....                              | 109  |
| ข.23 การวัดอุณหภูมิภายใน House1.....                               | 110  |
| ข.24 การวัดอุณหภูมิภายใน House2.....                               | 111  |
| ข.25 การวัดอุณหภูมิภายใน House3.....                               | 112  |
| ข.26 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House1 วันที่ 3 ตุลาคม .....   | 113  |
| ข.27 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House2 วันที่ 3 ตุลาคม .....   | 114  |
| ข.28 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House3 วันที่ 3 ตุลาคม .....   | 115  |
| ข.29 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House1 วันที่ 4 ตุลาคม .....   | 116  |
| ข.30 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House2 วันที่ 4 ตุลาคม .....   | 117  |
| ข.31 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House3 วันที่ 4 ตุลาคม .....   | 118  |
| ข.32 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House1 วันที่ 5 ตุลาคม .....   | 119  |
| ข.33 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House2 วันที่ 5 ตุลาคม .....   | 120  |
| ข.34 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House3 วันที่ 5 ตุลาคม .....   | 121  |
| ข.35 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House1 วันที่ 6 ตุลาคม .....   | 122  |
| ข.36 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House2 วันที่ 6 ตุลาคม .....   | 123  |
| ข.37 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House3 วันที่ 6 ตุลาคม .....   | 124  |
| ข.38 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House1 วันที่ 7 ตุลาคม .....   | 125  |
| ข.39 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House2 วันที่ 7 ตุลาคม .....   | 126  |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| ข.40 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House3 วันที่ 7 ตุลาคม .....            | 127  |
| ข.41 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House1 วันที่ 8 ตุลาคม .....            | 128  |
| ข.42 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House2 วันที่ 8 ตุลาคม .....            | 129  |
| ข.43 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House3 วันที่ 8 ตุลาคม .....            | 130  |
| ข.44 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House1 วันที่ 9 ตุลาคม .....            | 131  |
| ข.45 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House2 วันที่ 9 ตุลาคม .....            | 132  |
| ข.46 การวัดอุณหภูมิผนังภายใน-ภายนอก House3 วันที่ 9 ตุลาคม .....            | 133  |
| ข.47 ต้นทุนการผลิตอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเองอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์.....        | 134  |
| ข.48 ต้นทุนการผลิตผนังคอนกรีตมวลเบาแบบหล่อในที่ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์..... | 135  |
| ข.49 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนอิฐมวลเบาผลิตขึ้นเอง.....               | 136  |
| ข.50 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนผนังอิฐมวลเบาในท้องตลาด.....            | 136  |



## สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า   |
|--------|--|
| 2.1    | ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแห้งและปริมาณน้ำยากักฟองอากาศ..... 10    |
| 2.2    | ความสัมพันธ์ระหว่างค่าหน่วยน้ำหนักแห้งและสัดส่วนปูนซีเมนต์ขาว..... 10  |
| 2.3    | ตัวอย่างของฟองอากาศที่เกิดจากเครื่องผลิตโฟมคอนกรีตมวลเบา..... 15       |
| 2.4    | เครื่องกำเนิดโฟม (Foam generator)..... 16                              |
| 2.5    | การต่อป้ลมเข้ากับเครื่องกำเนิดโฟม(Foam generator)คอนกรีตมวลเบา..... 18 |
| 2.6    | ชุดทดสอบแสดงการทดสอบผนังคอนกรีตบล็อกประสาน..... 20                     |
| 2.7    | ความสัมพันธ์ระหว่างการหดตัวแห้งกับอายุของคอนกรีต..... 21               |
| 2.8    | ชุดทดสอบผนังคอนกรีตเบาแบบชั้นเดียว..... 23                             |
| 2.9    | ชุดทดสอบผนังคอนกรีตเบาแบบสองชั้น..... 23                               |
| 2.10   | ชุดทดลองแรงกดอัดในแนวแกนกับความเครียดในแนวแกน..... 24                  |
| 3.1    | แผนผังการดำเนินงานวิจัย..... 26  |
| 3.2    | ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และทรายแม่น้ำ..... 27                  |
| 3.3    | ตัวอย่างอิฐที่ผลิตขึ้นเองขนาด 20x60x7.5 เซนติเมตร..... 28              |
| 3.4    | ตัวอย่างอิฐที่จำหน่ายในท้องตลาดขนาด 20x60x7.5 เซนติเมตร..... 28        |
| 3.5    | สารเพิ่มฟองSUTสูตร 2..... 29   |
| 3.6    | สร้างบ้านจำลองขนาด กว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร..... 29                     |
| 3.7    | ชุดแบบหล่ออิฐมวลเบาแบบ CLC ขนาด 20x60x120 เซนติเมตร..... 31            |
| 3.8    | ชุดแบบหล่อผนังในที่ขนาด180x120x7.5 เซนติเมตร..... 31                   |
| 3.9    | ชุดเครื่องตัดอิฐมวลเบา..... 32   |
| 3.10   | ชุดเครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด Compression machine 10 T..... 32         |
| 3.11   | แท่งทดสอบกำลังอัดของผนัง..... 33                                       |
| 3.12   | เครื่องผสมปูนซีเมนต์..... 33   |
| 3.13   | ชุดเครื่องวัดอุณหภูมิ (Digital thermometer)..... 34                    |

## สารบัญรูป (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 3.14 ลักษณะการก่อกำเนิดอิฐมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ผลิตขึ้นเองและจำหน่ายในท้องตลาด..... | 37   |
| 4.1 ผลการทดสอบการรับแรงกดที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน.....                              | 39   |
| 4.2 ผลการทดสอบการรับแรงกดที่ระยะเวลาการบ่ม 28 วัน.....                             | 39   |
| 4.3 ผลการทดสอบความหนาแน่นแห้งที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน.....                          | 40   |
| 4.4 ผลการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน.....                        | 41   |
| 4.5 ผลการทดสอบแรงอัดของตัวอย่างผนัง.....   | 43   |
| 4.6 ตัวอย่างรอยแตกของผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง.....                              | 43   |
| 4.7 ตัวอย่างรอยแตกของผนังอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด.....                        | 44   |
| 4.8 ตัวอย่างรอยแตกของผนังคอนกรีตมวลเบาแบบหล่อในที่.....                            | 44   |
| 4.9 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกและภายในตัวอย่างจำลองบ้านพักอาศัย.....          | 46   |
| 4.10 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยผิวภายนอกตัวอย่างจำลองบ้านพักอาศัย.....              | 47   |
| 4.11 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยผิวภายในตัวอย่างจำลองบ้านพักอาศัย.....               | 48   |
| 4.12 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยผิวภายนอกและภายในตัวอย่างจำลองบ้านพักอาศัย.....      | 49   |
| ก.1 ลักษณะแรงต้านต่อการแตกด้านข้าง (Confining Stress).....                         | 59   |
| ก.2 เครื่องทดสอบแรงอัด (Compression Machine).....                                  | 60   |
| ก.3 แบบหล่อรูปทรงลูกบาศก์.....   | 60   |
| ก.4 เครื่องชั่งดิจิตอล.....  | 61   |
| ก.5 เครื่องทดสอบลงมาสัมผัสกับผิวด้านบนของแท่งตัวอย่างทดสอบ.....                    | 61   |
| ก.6 เครื่องอัดไฮดรอลิกยี่ห้อ Hi-Power.....   | 62   |
| ก.7 การติดตั้งเครื่องอัดเข้ากับ loading frame.....                                 | 63   |
| ก.8 เครื่อง Digital thermometer.....   | 65   |
| ก.9 เทอร์โมคัปเปิ้ล หัววัดอุณหภูมิ (Thermocouple).....                             | 65   |
| ก.10 แปลนตัวอย่างบ้านจำลอง.....  | 66   |
| ก.11 รูปตัด A ตัวอย่างบ้านจำลอง.....   | 66   |
| ก.12 ด้านนอก-ใน ตัวอย่างบ้านจำลองและตำแหน่งวัดอุณหภูมิ.....                        | 67   |



## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

|                     |   |   |
|---------------------|---|---|
| CLC                 | = | Cellular Lightweight Concrete             |
| AAC                 | = | Autoclaved Aerated Concrete               |
| ACI                 | = | American Concrete Institute               |
| ASTM                | = | American Society for Testing and Material |
| CSH                 | = | Calcium Silicate Hydrate                  |
| CAH                 | = | Calcium Aluminate Hydrate                 |
| CA(OH) <sub>2</sub> | = | Calcium hydroxide                         |
| kg/m <sup>3</sup>   | = | กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร                   |
| psi                 | = | ปอนด์ต่อตารางนิ้ว                         |
| TIS                 | = | Thai Industrial Standard                  |
| W/B                 | = | อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน โดยน้ำหนัก     |
| กก./ลบ.ม.           | = | กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร                   |
| กก./ตร.ซม.          | = | กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร                 |
| ว.ส.ท               | = | วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย                 |
| มอก.                | = | มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม                |

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านอุตสาหกรรมการก่อสร้างอาคาร ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะงานผนังที่เป็นส่วนหนึ่งของงานก่อสร้างอาคารในปัจจุบัน และมีหลายรูปแบบ อาทิ ผนังอิฐมวลเบา ผนังอิฐบล็อก ผนังอิฐมวลเบา ผนังคอนกรีตชนิดหล่อในที่ และผนังคอนกรีตชนิดหล่อสำเร็จรูป สำหรับผนังอาคารภายนอก ทำหน้าที่คอยปกป้องตัวอาคารจากความเปลี่ยนแปลงของอากาศร้อนหนาว แดด ลม ฝน จากภายนอก ส่วนผนังภายในทำหน้าที่ แบ่งส่วนใช้สอยต่างๆ ภายในอาคาร ให้เป็นสัดส่วนตามการใช้สอย และระบบผนังในอาคารสามารถแยกประเภทตามการรับน้ำหนัก เป็น 2 ประเภท คือผนังรับน้ำหนัก และผนังไม่รับน้ำหนัก

ผนังรับน้ำหนัก คือ ผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งจะมีทั้งแบบที่สร้างโดยการหล่อผนังในสถานที่ก่อสร้างกับโครงสร้างอื่น ๆ และแบบสำเร็จรูปโดยที่ผนังสำเร็จรูปจะผลิตด้วยวิธีใดขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของผู้ผลิตหรือผู้ก่อสร้างแต่ละราย ซึ่งจะประกอบขึ้นจากโรงงานที่มีการควบคุมคุณภาพการผลิต ผนังที่ไม่ได้รับน้ำหนัก ส่วนมากเป็นผนังก่อด้วยอิฐ หรืออาจใช้เป็นแผ่นยิปซัมบอร์ดก็ได้ แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าไปมาก ทำให้มีผนังเกิดขึ้นหลากหลายแบบมากขึ้น เช่น ผนังหิน บล็อกอิฐแก้ว นอกจากนี้ก็ยังมีผนังที่เป็นผนังกระจกที่นิยมใช้กันมากในตึกสูง ในสภาวะการก่อสร้างปัจจุบันได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานภายในอาคารมีบทบาทต่อการก่อสร้างในปัจจุบันมาก อัตราค่าจ้างแรงงานมีแนวโน้มจะปรับตัวสูงขึ้นตามนโยบายของรัฐบาลทำให้อัตราต้นทุนการก่อสร้างเพิ่มมากขึ้น และการรณรงค์รักษาสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ผู้ประกอบการต้องปรับปรุงรูปแบบการบริหารงานก่อสร้างทั้งระบบ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาวะดังกล่าว งานผนังส่วนใหญ่ต้องใช้แรงงานที่มีฝีมือ แต่ปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่มีฝีมือกับค่าจ้างที่มีแนวโน้มสูงขึ้น (ชาติชาย สุภักควนิช, 2554) และความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการความรวดเร็วในการก่อสร้าง ล้วนเป็นปัจจัยที่ต้องนำเทคโนโลยีการก่อสร้างด้านผนังมาวิเคราะห์ถึงประโยชน์สูงสุดในการเลือกใช้ผนังให้เหมาะสมกับงาน

จากเหตุผลและปัญหาดังกล่าว ทำให้มีแนวคิดที่จะศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผนังหล่อในที่คอนกรีตมวลเบาเซลลูโลส (A STUDY PHYSICAL PROPERTIES OF CAST-IN-PLACE CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE WALL) เป็นประเภทผนังที่ไม่ได้รับน้ำหนัก เพราะคุณสมบัติเด่นของคอนกรีตมวลเบา ที่มีความหนาแน่นต่ำ น้ำหนักเบา การนำความร้อนต่ำ ทนไฟได้ดี เป็นต้น คุณสมบัติดังกล่าวทำให้งานวิจัยนี้สนใจที่จะนำคอนกรีตมวลเบามาใช้เป็นวัสดุในการทำผนังชนิดหล่อในที่ (Cast in place) เพื่อต้องการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐาน ด้านความสามารถรับกำลังอัด การดูดซึมน้ำ การถ่ายเทความร้อน และเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย กับผนังอิฐมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ผลิตขึ้นเอง และผนังอิฐมวลเบาแบบเซลลูโลสที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อเป็นทางเลือกของผนังยุคใหม่ในอนาคต

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส ตามสัดส่วนที่กำหนดและประเมินผลกำลังรับแรงอัด ความหนาแน่นแห้ง การดูดซึมน้ำ และการวัดขนาด

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติ ผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง ผนังอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด และผนังคอนกรีตมวลเบาแบบหล่อในที่ เปรียบเทียบการรับแรงกด และการถ่ายเทความร้อนของผนังดังกล่าว

1.2.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต ของผนังตามข้อ 1.2.2

## 1.3 ขอบเขตงานวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตงานวิจัยมีรายละเอียดพอสรุปได้ดังนี้

1.3.1 ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1

1.3.2 ใช้ทรายละเอียดแม่น้ำจากจังหวัดนครราชสีมา กัดขนาดตามมาตรฐาน ASTM C33

1.3.3 ใช้สารเพิ่มฟอง SUT สูตร 2 เจือจางกับน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 40 โดยน้ำหนัก ผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่าเครื่องกำเนิดโฟม (Foam generator) ซึ่งโฟมมีความหนาแน่น 65 กก./ลบ.ม. ก่อนนำไปผสมลงในมอร์ตาร์สด ตามมาตรฐาน ASTM C796-97

1.3.4 ผนังหล่อในที่และผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง ออกแบบส่วนผสมคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส ให้มีความหนาแน่นแห้ง 800 กก./ลบ.ม. อัตราผสมน้ำต่อซีเมนต์ที่ 0.58 และค่าความดันของลมในเครื่องกำเนิดโฟมอัตรา 6 กก./ตร.ซม.

1.3.5 ตัวอย่างอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง และอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด ที่จะนำมาถือเป็นผนังทดสอบ กำหนดขนาด ความกว้าง 60 เซนติเมตร ความสูง 20 เซนติเมตร และความหนา 7.5 เซนติเมตร ประเภทชนิดคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า

1.3.6 ตัวอย่างผนังที่นำมาทดสอบกำหนดอัตราความชื้นระหว่างความสูงกับความหนา ประสิทธิภาพ เท่ากับ 16 ตามมาตรฐาน ว.ส.ท. 1005-18

1.3.7 ทดสอบคุณสมบัติทางด้านความสามารถในการรับแรงอัดของผนังที่อายุ 7 วัน

1.3.8 การศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของผนังหล่อในที่ด้วยคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่าเป็นผนังไม่ได้รับน้ำหนัก

1.3.9 คอนกรีตมวลเบาที่ใช้ทดสอบเป็นวัสดุผนังหล่อในที่ ขนาด กว้าง 180 เซนติเมตร สูง 120 เซนติเมตร หนา 7.5 เซนติเมตร ใช้วิธีการผลิตคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า

1.3.10 การทดสอบการถ่ายเทความร้อน สร้างตัวอย่างจำลองบ้านพักอาศัยแบบย้อยส่วน ขนาด กว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร จำนวน 3 หลัง โดยใช้ผนังตามข้อ 1.2.2 โดยทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิทุกชั่วโมง ตั้งแต่วันที่ 3 ตุลาคม ถึง วันที่ 9 ตุลาคม 2557 ช่วงเวลา 08.00-24.00 น.

1.3.11 อิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาดเป็นแบบเซลลูล่า

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติของผนังหล่อในที่ เป็นแนวทางการตัดสินใจในการเลือกใช้ผนังหล่อสำเร็จรูปเพื่อแทนผนังประเภทอื่น ๆ

1.4.2 ทราบถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายของผนังหล่อในที่ ผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง และผนังอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด เพื่อประเมินค่าใช้จ่ายการก่อสร้างและใช้ประกอบแนวทางการตัดสินใจเลือกใช้ผนังแต่ละประเภท

1.4.3 สามารถนำผนังหล่อในที่ไปใช้ได้เหมาะสม และใช้งานได้จริง

## 1.5 แผนการดำเนินงาน

แผนการทำวิทยานิพนธ์มีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1.5.1 ค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 จัดทำโครงร่างวิทยานิพนธ์และสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์

1.5.3 จัดหาวัสดุ อุปกรณ์และเตรียมตัวอย่างการทดสอบ

1.5.4 ทำการทดสอบและรวบรวมผลการทดสอบ

- 1.5.5 ทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบผลการทดสอบของข้อมูลที่ได้และสรุปผล
- 1.5.6 เขียนรายงานวิทยานิพนธ์และจัดทำรูปเล่ม
- 1.5.7 นำเสนอผลงาน สอบวิทยานิพนธ์และแก้ไขวิทยานิพนธ์



## บทที่ 2

### ปรีทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 คอนกรีตมวลเบา (Lightweight Concrete)

คอนกรีตมวลเบา หมายถึง คอนกรีตที่มีหน่วยน้ำหนักเบากว่าคอนกรีตธรรมดา ซึ่งคอนกรีตธรรมดาที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบันมีหน่วยน้ำหนักอยู่ที่ประมาณ 2,200-2,600 กก./ลบ.ม. คอนกรีตมวลเบาสามารถทำได้โดยการใส่หรือแทนที่วัสดุที่มีความหนาแน่นสูงด้วยวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำหรือมีความพรุนสูง หรือ การแทนที่เนื้อคอนกรีตบางส่วนด้วยฟองอากาศ (ปิติ สุคนธ์ สุขกุล, 2555) ผลึกภัณฑ์คอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุก่อสร้างยุคใหม่ที่มุ่งเน้นให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากการนำไปใช้งานทุกด้านด้วยคุณสมบัติพิเศษ คือ วัสดุมีน้ำหนักเบา ทนไฟ ป้องกันความร้อน ป้องกันเสียง ตัดแต่งเข้ารูปง่าย ทำงานได้รวดเร็ว พื้นที่ก่อสร้างสะอาด ขนาดก้อนใช้งานง่าย ลดระยะเวลาในการก่อสร้างและลดต้นทุนโครงสร้าง

#### 2.2 การจำแนกชนิดคอนกรีตมวลเบา

##### 2.2.1 คอนกรีตมวลเบาตามหน่วยน้ำหนัก

1) คอนกรีตมวลเบาชนิดเป็นฉนวน (insulating lightweight concrete) มีค่าหน่วยน้ำหนักตั้งแต่ 315 ถึง 1,100 กก./ลบ.ม. และมีค่ากำลังอัดที่อายุ 28 วัน ระหว่าง 7 ถึง 70 กก./ตร.ซม.

2) คอนกรีตมวลเบาชนิดเป็นโครงสร้าง (structural lightweight concrete) มีค่าหน่วยน้ำหนักตั้งแต่ 1,400 ถึง 1,800 กก./ลบ.ม. และมีค่ากำลังอัดที่อายุ 28 วัน ไม่ต่ำกว่า 170 กก./ตร.ซม.

3) คอนกรีตชนิดกึ่งมวลเบา (semi - lightweight concrete) มีค่าหน่วยน้ำหนักตั้งแต่ 1,800 ถึง 2,050 กก./ลบ.ม. และมีค่ากำลังอัดไม่ต่ำกว่า 220 กก./ตร.ซม. โดยส่วนใหญ่จะนำมาทำเป็นคอนกรีตบล็อกสำหรับกำแพงรั้ว และใช้เป็นวัสดุทนไฟ

##### 2.2.2 คอนกรีตมวลเบาที่ใช้วัสดุผสมเบา

วัสดุมวลรวมเบาที่ใช้ทั่วไปเป็นวัสดุผสมใน คอนกรีตมวลเบาที่มีลักษณะที่สำคัญคือ มีความพรุนสูง ทำให้ความถ่วงจำเพาะมีค่าต่ำวัสดุผสมนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ วัสดุผสมที่ได้จากธรรมชาติและวัสดุที่ทำเทียมขึ้น

1) วัสดุผสมที่ได้จากธรรมชาติ (natural aggregates) ได้แก่ หินพูน (pumice) และ หินละลายชนิดเบา (scoria) ได้จากวัสดุทับถมจากลาวาภูเขาไฟโดยนำมาผ่านกระบวนการบดและ จัดขนาดโครงสร้างภายในของหินพูนมีโพรงยาวจำนวนมากและมีสีขาวเทาแกมน้ำเงิน โดยมี สารเจือปนเป็นรอยดำสีน้ำตาล ไม่เปราะง่ายดูดซึมน้ำได้มากและมีการหดตัวมากมีหน่วยน้ำหนัก ตั้งแต่ 470 ถึง 870 กก./ลบ.ม. คอนกรีตเบาที่ทำจากหินพูนนี้จะมีหน่วยน้ำหนักประมาณ 710 ถึง 1,420 กก./ลบ.ม. มีค่ากำลังอัดต่ำประมาณ 50 กก./ตร.ซม. ส่วนหินละลายชนิดเบาหนักคล้ายคลึงกับ หินพูนแต่เป็นลาวาที่มีโครงสร้างภายในใหญ่กว่าและมีรูปร่างไม่สม่ำเสมอมากกว่าและเมื่อนำมา ทำเป็นวัสดุผสมในคอนกรีตมวลเบาจะมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับหินพูน

2) วัสดุผสมที่ทำเทียมขึ้น (artificial aggregates) เป็นวัสดุที่ได้จากปฏิบัติการทาง ความร้อนของวัสดุต่าง ๆ เช่น เวอร์มิคิวไลท์ (vermiculite) ซึ่งเป็นสารประกอบอลูมิเนียมซิลิเกต (ไมกา) ที่มีน้ำประกอบอยู่หรือเป็นพวกดิน

### 2.2.3 คอนกรีตมวลเบาที่ใช้สารเคมี

ทำโดยใช้ผงต่างโลหะ (alkaline metal) ผสม เช่น ผงอลูมิเนียม (aluminum powder) ซึ่งเป็นสารผสมเพิ่มชนิดทำให้เกิดก๊าซ (gas-forming admixture) ใช้ผงอลูมิเนียมประมาณ 0.005 ถึง 0.02 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ผงอลูมิเนียมที่ผสมลงไปทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนซึ่งเป็น ผลจากการทำปฏิกิริยากับอัลคาไลไฮดรอกไซด์ที่อยู่ในซีเมนต์เพสต์ไฮโดรเจนกลายเป็นฟองอากาศ เล็ก ๆ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1 ถึง 1 มิลลิเมตร อยู่ในเนื้อคอนกรีตทำให้คอนกรีตพองตัวฟูขึ้นมี ปริมาตรเพิ่มขึ้นกว่าเดิมหลายเท่าและเมื่อคอนกรีตแข็งตัวจะกลายเป็นคอนกรีตที่มีรูเล็ก ๆ อยู่ข้างใน มากมาย คอนกรีตที่ได้เรียกว่า โฟมคอนกรีต (aerated or foam concrete) โฟมคอนกรีตอาจผลิตโดย ไม่มีทรายผสมอยู่ก็ได้โฟมคอนกรีตที่ไม่มีทรายผสมจะเบากว่าน้ำถึงสามเท่า คือ มีหน่วยน้ำหนัก เพียง 200 ถึง 300 กก./ลบ.ม. ประโยชน์ใช้ทำฉนวนกันความร้อน แต่หากมีทรายผสมด้วยจะหนัก 500 ถึง 1,100 กก./ลบ.ม. นอกจากนี้อาจมีการใช้ผงสังกะสี (zinc powder) หรือไฮโดรเจนเพอออกไซด์ (hydrogen peroxide) ก็ได้ (วินิต ช่อวิเชียร, 2544) ปัจจุบันได้มีการทำขึ้นส่วนคอนกรีตมวล เบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ (autoclave aerated concrete) สำหรับงานก่อสร้างภายในประเทศ ไทยเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมประเภทนี้จึงมีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขึ้นโดย สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือ มอก. (Thai Industrial Standard, TIS) โดยได้มี ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2411 (พ.ศ.2541) ออกตามความในมาตรา 15 แห่ง พระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่องกำหนดมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ โดยรัฐมนตรีว่าการ กระทรวงอุตสาหกรรม ประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบา

แบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ มาตรฐานเลขที่ มอก. 1505-2541 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดรายละเอียดของชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ ซึ่งเป็นวัสดุก่อผนังมวลเบาโดยมีฟองอากาศกระจายอย่างสม่ำเสมอภายในเนื้อคอนกรีตและอบด้วยไอน้ำโดยกำหนดชั้นคุณภาพและชนิดขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนวัสดุและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการการบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การเก็บคอนกรีตมวลเบาการชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินแต่การทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้ครอบคลุมเฉพาะผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศกระจายอย่างสม่ำเสมอในเนื้อคอนกรีต และอบในเตาอบไอน้ำและไม่เสริมเหล็กเพียงเท่านั้นชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำตามความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ เรียกว่า “คอนกรีตมวลเบา” หมายถึง คอนกรีตที่มีมวลเบากว่าคอนกรีตทั่วไปที่มีขนาดเดียวกันโดยมีฟองอากาศเล็ก ๆ แทรกกระจายในเนื้อคอนกรีตอย่างสม่ำเสมอ ทำให้แข็งด้วยการอบไอน้ำและไม่เสริมเหล็กเหมาะสำหรับใช้ก่อผนังด้วยวิธีก่อคอนกรีตมวลเบาตาม มอก. 1505-2541 สามารถแบ่งชั้นคุณภาพและชนิดของคอนกรีตมวลเบาตามความต้านแรงอัดออกเป็น 4 ชั้นคุณภาพ และแบ่งตามความหนาแน่นเชิงปริมาตร ออกเป็น 7 ชนิด โดยชั้นคุณภาพและชนิดของคอนกรีตมวลเบาที่มีความสัมพันธ์

จากข้อมูลตามมาตรฐาน มอก. 1505-2541 แสดงให้เห็นว่ามีการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเฉพาะที่เป็นคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ ส่วนคอนกรีตมวลเบา หรือคอนกรีตบล็อกมวลเบาชนิดอื่นยังไม่มีการรับรอง อาจจะเป็นผลเนื่องมาจากคอนกรีตมวลเบาชนิดอื่นยังไม่มีการศึกษาอย่างจริงจัง แต่ในอนาคตอาจมีการรับรองประเภทอื่นเพิ่มขึ้น คอนกรีตมวลเบาที่ทำขึ้นจากวัสดุผสมต่าง ๆ กัน จะมีค่าหน่วยน้ำหนักต่างกันมากซึ่งอาจมีหน่วยน้ำหนักตั้งแต่ 300 ถึง 1,850 กก./ลบ.ม. และมีค่ากำลังอัดตั้งแต่ 3 ถึง 400 กก./ตร.ซม. ค่ากำลังอัดขึ้นอยู่กับหน่วยน้ำหนักของคอนกรีต ถ้าหน่วยน้ำหนักสูงกำลังอัดก็สูงด้วย ปริมาณของปูนซีเมนต์ที่ใช้ก็มีส่วนต่อกำลังอัดของคอนกรีตเช่นกัน กล่าวคือ ถ้าต้องการกำลังอัด 210 กก./ตร.ซม. จะต้องใช้ปูนซีเมนต์ 235 ถึง 400 กิโลกรัมต่อคอนกรีตหนึ่งลูกบาศก์เมตร หรือถ้าต้องการกำลังอัด 310 กก./ตร.ซม. ต้องใช้ปูนซีเมนต์ 300 ถึง 490 กก./ลบ.ม.

### 2.3 ประเภทของคอนกรีตมวลเบา

คอนกรีตมวลเบา มีมากมายหลายประเภท หากมองเพียงภายนอกอาจแทบไม่แตกต่างกัน แต่แท้จริงแล้ว คอนกรีตมวลเบาที่ใช้วัสดุดิบและกระบวนการผลิตที่ต่างกันจะทำให้คุณสมบัติของอิฐมวลเบาแตกต่างกันด้วย คอนกรีตมวลเบาโดยทั่วไปอาจแบ่งตามกระบวนการผลิตได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้



### 2.3.1. ระบบที่ไม่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง (Non-Autoclaved System)

ประเภทที่ 1 ใช้วัสดุเบาที่มากกว่ามาตรฐาน เช่น จีลี้อย จีเจ้า ซานอ้อย หรือเม็ดโพร ทำให้คอนกรีตมีน้ำหนักที่เบาขึ้น แต่จะมีอายุการใช้งานที่สั้นเสื่อมสภาพได้เร็วและหากเกิดไฟไหม้สารเหล่านี้อาจเป็นพิษต่อผู้อยู่อาศัย

ประเภทที่ 2 ใช้สารเคมี (circular lightweight concrete :CLC) เพื่อให้เนื้อคอนกรีตฟู และทำให้แข็งตัวคอนกรีตประเภทนี้จะมีการหดตัวมากกว่า ทำให้ปูนฉาบแตกร้าวได้ง่ายไม่ค่อยแข็งแรงคอนกรีตที่ไม่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูงนี้ส่วนใหญ่เนื้อผลิตภัณฑ์มักจะมีสีเป็น สีปูนซีเมนต์ ต่างจากคอนกรีตที่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูงซึ่งจะมีเนื้อผลิตภัณฑ์เป็นผลิตภัณฑ์สีขาว

### 2.3.2. ระบบอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง (autoclaved aerated concrete : AAC)

ประเภทที่ 1 Lime Base ใช้ปูนขาว ซึ่งควบคุมคุณภาพได้ยาก มาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตทำให้คุณภาพคอนกรีตที่ได้ไม่ค่อยสม่ำเสมอมีการดูดซึมน้ำมากกว่าปกติ

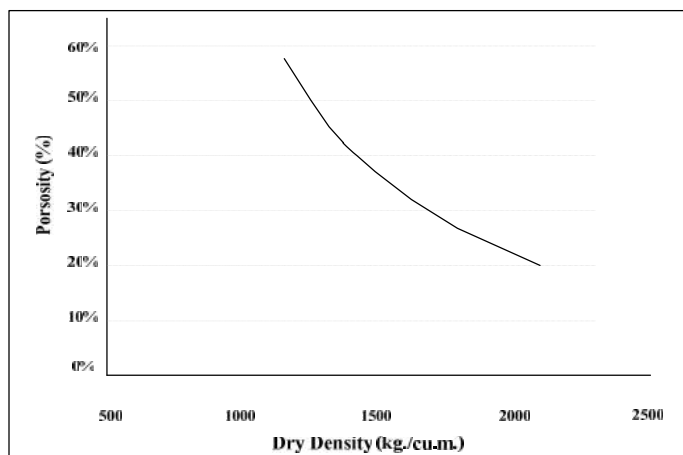
ประเภทที่ 2 Cement Base ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเป็นระบบที่นอกจากจะช่วยให้คอนกรีตมีคุณภาพได้มาตรฐานสม่ำเสมอแล้วยังช่วยให้เกิดการตกผลึก (calcium Silicate) ในเนื้อคอนกรีตทำให้คอนกรีตมีความแข็งแรง ทนทาน กว่า การผลิตในระบบอื่นมาก

## 2.4 คุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส

คอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส มีความสามารถในการเทและบ่มสามารถที่จะนำไปใช้งานได้หลากหลาย การผลิตที่ง่ายและสะดวกโดยการเพิ่มฟองอากาศผสมกับปูนซีเมนต์ เถ้าลอย และทราย ฟองอากาศผลิตมาจากน้ำยาแบบเข้มข้นมีประสิทธิภาพสูง และปริมาณการใช้งานจำนวนน้อยภายในถังผลิตนั้นจะประกอบไปด้วยน้ำยาที่เข้มข้นและน้ำ ที่นำมาผสมเข้าด้วยกันที่ความดันสูงตามกำหนด ฟองอากาศจะถูกปล่อยออกมาจากหัวจ่าย จะมีความละเอียด คงทน ไม่ยุบตัวระหว่างการผสมและบ่ม นำเอาไปผลิตคอนกรีตมวลเบา ซึ่งจะทำให้มีคุณสมบัติเด่นๆ ดังต่อไปนี้ (ปิติ สุคนทรสุขกุล, 2555)

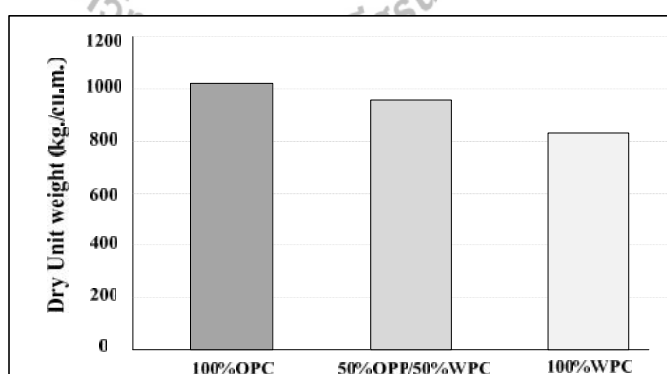
2.4.1 หน่วยน้ำหนัก โดยทั่วไปคอนกรีตมวลเบาเซลลูโลสจะมีหน่วยน้ำหนักอยู่ที่ประมาณ 800-1500 กก./ลบ.ม.ทั้งนี้ หน่วยน้ำหนักที่ได้ขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น สัดส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ชนิดของปูนซีเมนต์ ปริมาณน้ำยากักฟองอากาศ วัสดุผสมเพิ่ม ปริมาณและลักษณะของฟองอากาศ เป็นต้นในแง่ของสัดส่วนน้ำต่อซีเมนต์ โดยทั่วไป สำหรับคอนกรีตที่มีสัดส่วนน้ำต่อซีเมนต์สูง

ปริมาณน้ำที่มีในคอนกรีตจะมีปริมาณมากเกินไปที่จะทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ให้หมดไป ดังนั้นหลังจากการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันแล้ว จะมีน้ำส่วนหนึ่งที่เหลืออยู่ภายในเนื้อคอนกรีต ซึ่งน้ำที่เหลือจากกระบวนการไฮเดรชันเหล่านี้ เมื่อเวลาผ่านไปจะระเหยออกไปและกลายเป็นช่องว่างหรือรูพรุนภายในเนื้อคอนกรีตในกรณีของคอนกรีตมวลเบาชนิดเติมฟองอากาศ ผลกระทบของปริมาณน้ำก็จะคล้ายกับในส่วนของคอนกรีตธรรมดาเช่นกัน ดังนั้นนอกเหนือจากในเรื่องของฟองอากาศที่เกิดขึ้นในช่วงของกระบวนการผลิต (ที่ผู้ผลิตตั้งใจให้เกิดขึ้น) คอนกรีตที่มีสัดส่วนน้ำต่อซีเมนต์สูงกว่าก็จะมีปริมาตรฟองอากาศขนาดใหญ่เพิ่มเติมเข้าไป อันเนื่องมาจากปริมาณที่น้ำเหลือจากปฏิกิริยาไฮเดรชันเหมือนกับคอนกรีตธรรมดาเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบอีกว่าประสิทธิภาพการเกิดฟองของน้ำยากักฟองอากาศส่วนมากก็มักจะแปรผันกับปริมาณน้ำที่ผสมเข้าไปเช่นกัน โดยพบว่าที่สัดส่วนปริมาณน้ำยาที่เท่ากัน คอนกรีตที่มีสัดส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่สูงจะมีปริมาตรฟองมากกว่าคอนกรีตที่มีสัดส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ต่ำ เนื่องจากน้ำยาปฏิกิริยากับน้ำได้ดีที่ขึ้นและเกิดฟองอากาศมากขึ้นในส่วนของคอนกรีตมวลเบาเซลลูลาร์ที่เกิดจากการใช้ปฏิกิริยาเคมีของอลูมิเนียมออกไซด์นั้นพบว่า การเกิดฟองก๊าซไฮโดรเจนนั้นได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำเช่นกัน เนื่องจากน้ำเป็นส่วนหนึ่งของการเกิดปฏิกิริยาเคมีดังได้กล่าวมาในช่วงต้น การมีน้ำที่ไม่พอเพียงจะทำให้การเกิดก๊าซไฮโดรเจนน้อยเกินไป การมีน้ำที่มากเกินไปก็จะทำให้ฟองก๊าซที่เกิดขึ้นแตกเสียหายง่าย ซึ่งทั้งสองกรณีต่างก็มีผลทำให้ปริมาณฟองอากาศน้อยและความหนาแน่นสูงขึ้น ดังนั้นการเลือกสัดส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นการผลิตคอนกรีตมวลเบาชนิดเซลลูลาร์เพื่อให้ได้ความหนาแน่นตามที่ต้องการ โดยทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงกระบวนการผลิตเป็นปัจจัยหลักเช่นกันสำหรับในส่วนของปริมาณน้ำยากักฟองอากาศ โดยทั่วไป สัดส่วนปริมาณที่นิยมใช้กันคือตั้งแต่ 0.20 % แต่ไม่เกิน 0.60 % โดยน้ำหนักซีเมนต์ (ควรอ้างอิงจากข้อกำหนดของผู้ผลิตแต่รายไป) ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำยากักฟองอากาศปริมาณสูงและหน่วยน้ำหนักแห้งของคอนกรีตเป็นไปในลักษณะที่ผกผันกัน (รูปที่ 2.1) โดยคอนกรีตมวลเบาจะมีหน่วยน้ำหนักลดลงตามสัดส่วนปริมาณน้ำยาที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองเพิ่มเติมพบว่าที่ปริมาณน้ำยามากกว่า 1 % นั้น แนวโน้มของหน่วยน้ำหนักจะเริ่มคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงหรือลดลงน้อยมาก นอกจากนี้ ปริมาณฟองที่เกิดมากเกินไป ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดตกตะกอนหรือการแยกตัวของมวลรวมละเอียด



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแห้งและปริมาณน้ำยากักฟองอากาศ  
(ปีติ สุคนธสุขกุล, 2555)

ชนิดของปูนซีเมนต์ก็มีผลต่อหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตมวลเบาชนิดเซลลูลาร์เช่นกัน โดยข้อมูลที่ได้จากการทดลองดังแสดงในรูปที่ 2.2 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักแห้งและประเภทของปูนซีเมนต์ที่ใช้ โดยเปรียบเทียบคอนกรีตมวลเบาที่ผลิตโดยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปกติและปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ขาว (ที่ปริมาณน้ำยา 0.60 %) เมื่อมีการแทนที่ปูนซีเมนต์ปกติด้วยปูนซีเมนต์ขาวหน่วยน้ำหนักแห้งของคอนกรีตมวลเบาจะมีค่าลดลงตามสัดส่วนของปูนซีเมนต์ขาวที่เพิ่มขึ้น การลดลงนี้น่าจะมีผลมาจากปริมาณของออกไซด์เหล็กที่ต่ำกว่าของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ขาวเมื่อเทียบกับซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าหน่วยน้ำหนักแห้งและสัดส่วนปูนซีเมนต์ขาว  
(ปีติ สุคนธสุขกุล, 2555)

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตและค่าเปอร์เซ็นต์ความพรุนของคอนกรีตมวลเบา พบว่าค่าความหนาแน่นแห้งที่ลดลงเกิดจากการมีปริมาณ ฟองอากาศที่เพิ่มมากขึ้นลักษณะของฟองอากาศเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตชนิดเซลลูลาร์ เนื่องจากคอนกรีตชนิดนี้มีองค์ประกอบฟองอากาศในปริมาณที่สูงมาก คอนกรีตมวลเบาที่ดีควรมีฟองอากาศที่ลักษณะกลม ขนาดเท่า ๆ กัน และกระจายตัวอยู่ทั่วไปในเนื้อคอนกรีตอย่างสม่ำเสมอ ฟองอากาศที่กลมจะมีความเสถียรมากกว่ารูปร่างอื่นและไม่แตกง่าย ทำให้คอนกรีตมีหน่วยน้ำหนักที่ต่ำ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการมีฟองอากาศที่มีขนาดใหญ่จำนวนมากก็ส่งผลทำให้ความหนาแน่นต่ำลงมาก แต่จะส่งผลกระทบต่อค่ากำลังแรงอัด

#### 2.4.2 กำลังรับแรงอัด

ในส่วนของกำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาเซลลูลาร์พบว่ามีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลกระทบต่อค่ากำลังแรงอัด ยกตัวอย่างเช่น สัดส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ปริมาณและลักษณะของฟองอากาศ ความหนาแน่น ความชื้น วิธีการบ่ม วิธีการทำฟองอากาศ เป็นต้นคอนกรีตมวลเบาเซลลูลาร์ที่มีสัดส่วนของปริมาณฟองอากาศขนาดใหญ่จะมีความหนาแน่นของผนังของฟองอากาศที่บาง และมีความแข็งแรงน้อยกว่าคอนกรีตที่มีปริมาณฟองอากาศขนาดเล็ก ซึ่งส่งผลให้กำลังรับแรงอัดมีค่าลดลงในส่วนความหนาแน่นซึ่งแปรผกผันกับปริมาณฟองอากาศในเนื้อคอนกรีต พบว่าปริมาณฟองอากาศที่เพิ่มขึ้นทำให้ความหนาแน่นแห้งลดลง ซึ่งค่าความหนาแน่นที่ลดลงก็ส่งผลให้ค่ากำลังรับแรงอัด และค่าโมดูลัสยืดหยุ่นลดลง ตามลำดับลักษณะการบ่มมีผลต่อค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาเซลลูลาร์ โดยคอนกรีตที่บ่มด้วยความร้อนและความดัน (Autoclaved Curing) จะมีค่ากำลังอัดที่สูงกว่าคอนกรีตที่บ่มธรรมดาสาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของสารประกอบในกลุ่มของโทเบอโมไรท์ จำพวกแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต นอกจากนี้เรื่องของระยะเวลาการบ่มพบว่ามีผลต่อค่ากำลังอัดเช่นกัน ช่วงเวลาและความดันที่เหมาะสมสำหรับการบ่ม ตั้งแต่ 8 ถึง 16 ชั่วโมง และความดันตั้งแต่ 4 ถึง 16 MPa

#### 2.4.3 การดูดซึมน้ำ

การที่คอนกรีตมวลเบาชนิดเซลลูลาร์มีปริมาณฟองอากาศที่สูงนั้น ทำให้คอนกรีตชนิดนี้มีปฏิสัมพันธ์กับน้ำค่อนข้างมาก โดยการเคลื่อนที่ของน้ำในคอนกรีตเซลลูลาร์สามารถเกิดขึ้นได้ 2 ทาง คือ การแพร่กระจาย และการดูดซับผ่านช่องว่างแคปิลารี โดยการแพร่กระจายจะเกิดขึ้นในสถานะที่อากาศมีความชื้นสูง โดยความชื้นจะแพร่กระจายเข้าสู่เนื้อในของคอนกรีตผ่านทางช่องว่างที่อยู่บนพื้นผิวด้านนอก การดูดซับจะเกิดขึ้นในกรณีคอนกรีตมีการสัมผัสกับน้ำสำหรับค่าเปอร์เซ็นต์การดูดในคอนกรีตมวลเบาเซลลูลาร์ที่ได้จากการผสมสารกักฟองอากาศนั้น โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าความหนาแน่นที่ลดลง คอนกรีตทั่วไปจะ

มีค่าการดูดซึมน้ำไม่เกิน 10 % ภายใต้อุณหภูมิและความดันชั้นบรรยากาศการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาจะมีค่าสูงกว่าคอนกรีตธรรมดาเล็กน้อยและเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นที่ลดลงอย่างไรก็ตาม ผลจากทดสอบภายหลังการต้มในน้ำพบว่าการวัดค่าดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาเซลลูโลสมีค่าสูงขึ้นกว่าคอนกรีตธรรมดาอย่างเห็นได้ชัด โดยคอนกรีตมวลเบาที่มีค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำหลังการต้มอยู่ประมาณ 15-30 % ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตมวลเบาที่มีปริมาตรของรูพรุนที่ซึมผ่านได้ในสัดส่วนที่สูงกว่าของคอนกรีตธรรมดา แต่เนื่องจากรูพรุนที่ซึมผ่านได้นี้มีขนาดที่ค่อนข้างเล็ก ทำให้น้ำไม่สามารถที่จะซึมผ่านไปได้ด้วยความกดดันบรรยากาศปกติ จำเป็นต้องใช้ความร้อนเข้าช่วย

#### 2.4.4 การหดตัวแห้ง

การหดตัวแห้งมีสาเหตุมาจากการสูญเสียน้ำในเนื้อคอนกรีต ซึ่งพบว่าคอนกรีตมวลเบาส่วนใหญ่จะมีค่าการหดตัวแห้งที่สูงกว่าคอนกรีตธรรมดา เนื่องจากการมีรูพรุนและความชื้นภายในที่ค่อนข้างสูง มีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลกระทบต่อค่าการหดตัวแห้งของคอนกรีตมวลเบาเซลลูโลส ในกรณีของสัดส่วนปูนขาวต่อปูนซีเมนต์นั้น พบว่าคอนกรีตมวลเบาเซลลูโลสที่มีการผสมปูนขาวร่วมด้วยจะมีค่าการหดตัวแห้งที่ต่ำกว่าคอนกรีตมวลเบาที่ไม่ได้ผสมปูนขาว เนื่องจากปูนขาวบางส่วนที่ไม่เกิดปฏิกิริยาทำหน้าที่เหมือนมวลรวมละเอียดที่ก่อให้เกิดการยึดรั้งภายในและลดการหดตัวได้ในระดับหนึ่ง ส่วนขนาดของฟองอากาศนั้น คอนกรีตมวลเบาที่มีฟองอากาศขนาดเล็กในสัดส่วนที่สูงจะมีการหดตัวแห้งที่สูงกว่าคอนกรีตมวลเบาที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่จำนวนมาก นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะของการบ่มก็มีผลต่อการหดตัวแห้งเช่นกัน โดยคอนกรีตมวลเบาที่บ่มด้วยอุณหภูมิและความดันสูง จะมีค่าการหดตัวแห้งที่ต่ำกว่าคอนกรีตมวลเบาที่บ่มอากาศที่อุณหภูมิปกติ สาเหตุของการลดลงส่วนหนึ่งน่าจะมาจากการฟอร์มตัวผลึกจำพวกโทเบอเมอไรท์ ซึ่งเกิดจากกระบวนการบ่มด้วยความร้อนและความดัน โดยการบ่มดังกล่าวจะทำให้ซีเมนต์เจล แปลงสภาพไปเป็นผลึก ซึ่งการเพิ่มของผลึกดังกล่าวนอกจากจะทำให้ค่าหดตัวลดลงถึง 25-35 % แล้ว ยังทำให้ค่ากำลังอัดเพิ่มสูงขึ้น ดังที่ได้กล่าวมาแล้วเช่นกัน

#### 2.4.5 คุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อน

คุณสมบัติการนำอุณหภูมิของคอนกรีตมวลเบาแปรผัน โดยตรงกับปริมาตรฟองอากาศภายในเนื้อคอนกรีต ไม่ว่าจะฟองอากาศนั้นจะเกิดโดยวิธีใดก็ตาม อย่างไรก็ตาม พบว่าการที่คอนกรีตมวลเบาชนิดเซลลูโลสมีความพรุนสูง ทำให้มันมีคุณสมบัติการเป็นฉนวนที่ดีกว่าคอนกรีตธรรมดาอย่างมาก คอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นต่ำจะมีปริมาตรของรูพรุนที่สูงกว่าคอนกรีตที่มีความหนาแน่นสูง ทำให้สามารถส่งผ่านความร้อนได้ช้ากว่า เนื่องจากความร้อนเคลื่อนที่ได้ดีกว่าในวัสดุที่มีความหนาแน่นสูง ดังนั้น จึงให้หมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ค่อนข้างต่ำนอกจากรูพรุนแล้วความชื้นก็เป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การนำอุณหภูมิ

เช่นกัน โดยพบว่าทุกๆ 1% ของความชื้นที่เพิ่มทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำอุณหภูมิเพิ่มขึ้นประมาณ 42 %

#### 2.4.6 การทนไฟ

โดยทั่วไป การทนไฟของคอนกรีตมวลเบาชนิดเซลลูลาร์นั้นจะดีกว่าคอนกรีตธรรมดา โดยภายใต้อุณหภูมิที่สูงนั้นคอนกรีตมวลเบาจะมีอัตราการส่งผ่านอุณหภูมิต่ำกว่า รวมถึงการมีอัตราการสูญเสียกำลังที่ต่ำกว่า เนื่องจากการมีที่มันมีความเป็นเนื้อเดียวกันที่สูงกว่า คอนกรีตธรรมดา โดยคอนกรีตธรรมดามีคุณสมบัติการเป็นเนื้อเดียวกันต่ำเพราะประกอบไปด้วยมวลรวมและซีเมนต์เฟสท์ ภายใต้ความร้อนที่สูง อัตราการขยายตัวภายในของวัสดุแต่ละชนิดที่ไม่เท่ากันจะทำให้คอนกรีตเกิดความเค้นภายในที่นำไปสู่การแตกร้าวและสูญเสียกำลังรับน้ำหนัก

### 2.5 วัสดุผสมของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า

#### 2.5.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

ปูนซีเมนต์ เป็นผลผลิตขั้นต้นที่ได้จากการบดปูนเม็ด ซึ่งเป็นผลึกที่เกิดจากการเผาส่วนผสมต่างๆ (หินปูน หรือปูนขาว กับดินเหนียว หรือดินดาล) จนรวมตัวผสมกันสุกพอดี มีส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ คัลเซียมและอลูมิเนียมซิลิเกต ปูนซีเมนต์ที่กล่าวนี้จะหมายถึงปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ซึ่งเป็น ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก (Hydraulic Cement) ที่เมื่อผสมกับน้ำตามส่วนแล้วสามารถก่อตัวและแข็งตัวในน้ำได้ เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับส่วนประกอบของปูนซีเมนต์นั้น การทำปฏิกิริยาดังกล่าวเรียกว่าปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration) อัตราการก่อตัวและแข็งตัวตลอดจนปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นอยู่กับความละเอียดและส่วนประกอบของผงปูน ความแข็งแรงและความทนทานเมื่อแข็งตัวแล้ว ขึ้นอยู่กับสัดส่วนการผสมและการให้ความชื้นในขณะเริ่มแข็งตัว สมาคมทดสอบวัสดุอเมริกัน (ASTM C 150) และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(ม.อ.ก.15) แบ่งปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ออกเป็น 5 ประเภท คือ

ประเภทหนึ่ง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (Ordinary Portland Cement) สำหรับใช้ในการทำคอนกรีตที่ไม่ต้องการคุณภาพพิเศษกว่าธรรมดา และสำหรับใช้ในงานก่อสร้างปกติทั่วไป

ประเภทสอง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดัดแปลง (Modified Portland Cement) สำหรับใช้ในการทำคอนกรีตที่เกิดความร้อนและทนซัลเฟตได้ปานกลาง

ประเภทสาม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แข็งแรงเร็ว (High-early Strength Portland Cement) หรือที่เรียกว่าซูเปอร์ซีเมนต์ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทนี้ให้กำลังรับแรงสูงในระยะแรก เร็วกว่าปูนซีเมนต์ประเภทหนึ่ง มีเนื้อเป็นผงละเอียดกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา

ผลิตโดยการเปลี่ยน สัดส่วนผสม โดยการเติมสารอื่น โดยการบดให้ละเอียดยิ่งขึ้น หรือโดยการเผาให้ดีขึ้น มีประโยชน์ สำหรับทำคอนกรีตที่ต้องการจะใช้งานเร็ว หรือรีบแบบเร็ว

ประเภทที่ ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทเกิดความร้อนต่ำ (Low-Heat Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ที่ให้ความร้อนต่ำสุด อัตราการเกิดกำลังของคอนกรีตเป็นไปอย่างช้า ๆ

ประเภทที่ ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ทนซัลเฟตได้สูง (Sulfate-Resistant Portland Cement) เป็น ปูนซีเมนต์ชนิดต้านทานซัลเฟตได้สูงกว่าปูนซีเมนต์ประเภทอื่น ๆ

สำหรับปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ที่ใช้ในการทำคอนกรีตมวลเบา ส่วนมากจะใช้ปูนซีเมนต์ประเภทที่หนึ่งในการผลิตเป็นคอนกรีตมวลเบา

### 2.5.2 ทราย

ทรายเป็นวัสดุผสมละเอียดมีขนาดไม่เล็กกว่า 4.5 มม. หรือสามารถลอดผ่านตะแกรงร่อนมาตรฐานเบอร์ 4 แต่ทั้งนี้ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 0.07 มม. หรือค้ำตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 200 วัสดุผสมที่เล็กกว่านี้เรียกว่าฝุ่น (Silt หรือ Clay) ทรายเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งมีทั้งทรายที่เกิดขึ้นเองบนบก เรียกว่าทรายบก ที่เกิดจากลำธาร แม่น้ำ เรียกว่าทรายแม่น้ำ ที่เกิดจากทะเล เรียกว่าทรายน้ำเค็ม

### 2.5.3 น้ำ

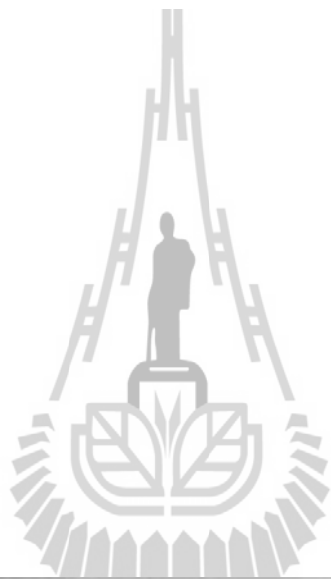
ปูนขาว เป็นวัสดุที่ได้จากการเผาหินปูน (แคลเซียมคาร์บอเนต) โดยใช้ความร้อนสูงจะได้เป็นปูนสุก (แคลเซียมออกไซด์ หรือ CaO หรือ lime) เมื่อเย็นตัวลงแล้วพรมน้ำให้ชุ่มปูนสุกจะทำปฏิกิริยากับน้ำได้เป็น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ส่วนที่เป็นผงแห้งได้เป็น ปูนขาว และส่วนที่เป็นสารแขวนลอยคือ น้ำปูนใส (Milk of lime)

## 2.6 การผลิตคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า

วิธีการทำอิฐคอนกรีตมวลเบา ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับอิฐคอนกรีตมวลเบาในท้องตลาดตามร้านวัสดุก่อสร้างทั่วไปเพียงแต่มีวิธีการในการผลิตที่ต่างกันในระบบ CLC การวิจัยอาจจะทำให้เกิดธุรกิจที่หลากหลายกระจายไปตามท้องถิ่นที่วัสดุก่อสร้างราคาแพงเข้าไม่ถึง ปกติในท้องตลาดที่เราเห็นจะเป็นอิฐคอนกรีตมวลเบาชนิด AAC มีกรรมวิธีการผลิตค่อนข้างซับซ้อนประกอบด้วยปูนขาว ทราย ปูนซีเมนต์ วัสดุปอชโซลาน และสารผสมเพิ่มเพื่อการขยายตัวของคอนกรีตชนิดนี้ต้องผ่านการบ่มในเตาหนึ่งภายใต้ไอน้ำแรงดันสูง (high-pressed-steam) เพื่อทำให้โครงสร้างซีเมนต์เพสต์มีความแข็งแรงคงทนแต่การที่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงต้องทำเป็น โรงงานขนาดใหญ่แตกต่างจากอิฐคอนกรีตมวลเบา







ได้ ต่อเนื่องตลอดเวลา โดยให้ปั๊มลม ตัดการทำงานที่ประมาณ 9 bar การใช้ การเก็บ การบำรุงรักษา ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต

### 2.6.3 ขั้นตอนการผลิตคอนกรีตเบา ด้วยโฟมฟองอากาศ

1) การเตรียมการ เตรียมน้ำสะอาดที่เตรียมไว้ จำนวน 40 ลิตรแล้วเทลงในถังพลาสติกแบ่งน้ำยาผสมเพิ่มคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสเทลงในเหยือกพลาสติก จำนวน 1 ลิตร เสร็จแล้วค่อยๆเทน้ำยาผสมเพิ่มคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสจากเหยือกลงในถังน้ำขณะเดียวกันก็ใช้เหยือกกวนช้าๆ ไม่ให้มีฟองอากาศเพื่อให้มั่นใจว่าน้ำยาผสมเพิ่มคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสละลายหมด

2) การเตรียมโฟมฟองอากาศตั้งถึงผลิตโฟมฟองอากาศตามตำแหน่งที่ต้องการ หากไม่มั่นใจว่าถึงสะอาดหรือไม่ ให้ปิดวาล์วทุกตัวยกเว้นที่กรวยเปิดฝาปิดขึ้นแล้วเทน้ำสะอาดลงในกรวยห้าม ใช้ผงซักฟอกหรือน้ำยาทำความสะอาดใด ๆ ผสมลงไปหลังจากเทน้ำลงไปประมาณ สัก 10 ลิตรก็ปิดวาล์วที่กรวยเสร็จแล้วใส่ลมเข้าไปพอประมาณจากนั้นก็เปิดวาล์วระบายข้างล่าง เพื่อให้ น้ำล้างถัง ระบายออกจน หมด ไม่มีฟองค้างอยู่จากนั้น ก็ใช้ลม ไล่ระบาย สิ่งนี้อาจตกค้างออกไป โฟมฟองอากาศจะมีคุณภาพดี ที่สุด จะต้องทำ การรักษาระดับความดันคงที่ อยู่ที่ 4-5 กก./ลบ.ม. เมื่อความดันคงที่สามารถเปิดให้ โฟมฟองอากาศไหลออกมาได้

3) การเตรียมคอนกรีตสดให้ทำการเลือกส่วนผสมคอนกรีตมวลเบาที่ต้องการ จาก “อัตราส่วนผสมการทำคอนกรีตมวลเบา” ผสมปูน หรือ ปูนทราย ตามอัตราส่วน

4) การผสมทำคอนกรีตมวลเบา ค่อย ๆ เติมโฟมฟองอากาศที่ได้จากข้อ 2 ลงในคอนกรีตสดที่ได้จากข้อ 3 ผสมคอนกรีตสด กับ โฟมฟองอากาศ

5) การเทคอนกรีตมวลเบาการเทคอนกรีตมวลเบาทำเหมือนกับคอนกรีตปกติ โดยใช้การตักหรือปั๊มคอนกรีตมวลเบา คอนกรีตมวลเบามีความสามารถในการเทได้ดีกว่าคอนกรีตธรรมดาโดยไม่ต้องใช้เครื่องสั่น และสามารถที่เทได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน

6) การแกะแบบคอนกรีตมวลเบาควรปล่อยให้คอนกรีตมวลเบา แข็งตัวก่อนไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง ก็สามารถทำการแกะแบบได้

7) การบ่มคอนกรีตมวลเบาควรทำการบ่มความชื้นให้คอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นประมาณ 1,000 กก./ลบ.ม. ขึ้นไป เป็นเวลาติดต่อกันไม่น้อยกว่า 3 วัน โดยการฉีดพ่นน้ำ หรือการใช้วัสดุเปียกชื้นคลุม



นิตยร์ตี คอเลาะ (2552) ได้ทำการศึกษาวัสดุมวลเบาที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมก่อสร้าง (Light materials used in Construction Industry) จากการศึกษาดังกล่าวพบว่าอุตสาหกรรมด้านผนัง ได้มีการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาพัฒนาเป็นอย่างมาก อิฐมวลเบา ถือว่าเป็นนวัตกรรมใหม่ สำหรับวัสดุการก่อสร้างที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในการนำมาใช้แทนผนังอิฐมอญหรืออิฐแดง เนื่องจากอิฐมวลเบามีคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างจากอิฐชนิดอื่นๆ อาทิ การดูดซึมน้ำน้อยกว่าอิฐมอญ 4 เท่า การป้องกันความร้อนได้ดีกว่าอิฐมอญ 6-8 เท่า และ มีความคงทน ไม่ติดไฟ สามารถทนไฟ ได้ถึง 1,100 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง กันเสียงได้ดี ปัจจุบันราคาอิฐมวลเบา ตารางเมตรละ 200-430 บาท ค่าวัสดุบวกค่าแรงงานต่อตารางเมตร อิฐมวลเบา ขนาดความหนา 10 ซม. ราคาเฉลี่ย ประมาณ 360-400 บาท ส่วนอิฐมอญก่อ 2 ชั้น ( เว้นช่องว่างตรงกลาง ) ราคา ประมาณ 400 - 420 บาท/ตรม.

สุเมธ สัตต์ควัฒนา (2553) ได้ทำการศึกษาการวัดคุณสมบัติต่าง ๆ ของคอนกรีตมวลเบา ระบบ CLC จากค่าความหนาแน่นของคอนกรีต จากการศึกษาดังกล่าวพบว่าคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC เป็นการผลิตโดยใช้น้ำยาเคมีแล้วทำให้เกิดฟองอากาศแล้วนำไปผสมกับซีเมนต์และน้ำ ตามอัตราส่วนต่าง ๆ โดยทดสอบความหนาแน่นอยู่ในช่วง 600-1800 กก./ลบ.ม. อัตราส่วนต่อน้ำ 0.4 , 0.5 , 0.6 และ 0.65 จากการทดลองสรุปได้ว่า กำลังรับแรงอัด (Compressive Strength) จะแปรผันตามค่าความหนาแน่นเมื่อค่าความหนาแน่นลดลงค่ากำลังอัดก็จะมีค่าลดลงเช่นเดียวกันโดยค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบา จะอยู่ในช่วง 20-350 กก./ตร.ซม. อัตราการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ค่าอัตราการดูดซึมน้ำจะแปรผกผันกับความหนาแน่น เนื่องจากคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นน้อยจะมีช่องอากาศมากทำให้อัตราการดูดซึมน้ำได้ดีกว่าตัวอย่างที่มีความหนาแน่นมาก โดยมีค่าอัตราการดูดซึมน้ำระหว่าง 14 – 33 เปอร์เซ็นต์ อัตราการหดตัว (Autogeneous Shrinkage) ค่าการหดตัวแปรผกผันตามค่าความหนาแน่น คอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นน้อย จะมีช่องว่างทำให้เกิดการหดตัวมากกว่าตัวอย่างที่มีค่าความหนาแน่นน้อย การนำความร้อน (Thermal Conductivity) พบว่าค่าการนำความร้อนแปรผกผันกับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เนื่องจากตัวอย่างที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์มาก จะมีช่องว่างมากกว่าตัวอย่างที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์น้อย ทำให้การดูดซับความร้อนไว้ได้ดีกว่า

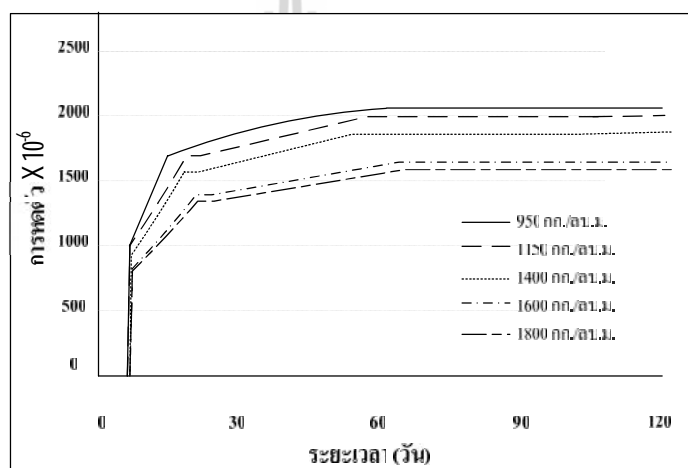
ชีวลักษณ์ พงษ์บุรณกิจ และ ตระกูล อร่ามรักษ์ ( 2548 ) ได้ทำการศึกษาการตรวจสอบการรับแรงกดตามแนวแกนของผนังคอนกรีตบล็อกประสาน จากการศึกษาพบว่า คอนกรีตบล็อกประสานได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นผนังรับน้ำหนักบรรทุกของอาคารเพื่อลดราคาค่าก่อสร้างของอาคารที่ผ่านมามีการใช้งานผนังคอนกรีตบล็อกประสานอย่างแพร่หลายทั้ง ๆ ที่คุณสมบัติในการรับแรงของผนังชนิดนี้ยังไม่ปรากฏแน่ชัดในมาตรฐานใด ๆ ไม่นานมานี้ได้มีการศึกษาเพื่อ



© 2015 by the author

ความสามารถทำงานได้ดีขึ้น เป็นผลให้ปฏิกิริยาไฮเดรชันเกิดได้ดีขึ้น ทำให้คุณสมบัติโดยรวมของคอนกรีตรวมทั้งกำลังรับแรงอัดดีขึ้นด้วย

ความสัมพันธ์ระหว่างการหดตัวแห้งกับอายุของคอนกรีตมวลเบา แสดงในรูปที่ 2.7 ที่อายุ 120 วันการหดตัวแห้งของคอนกรีตมีค่าเท่ากับ 2,080, 2,020, 1,780, 1,570 และ 1,490 ไมโครสเตรน ที่หน่วยน้ำหนักคอนกรีต 950, 1,200, 1,400, 1,600 และ 1,800 กก./ม.<sup>3</sup> ตามลำดับ การหดตัวของคอนกรีตมวลเบาจะลดลงเมื่อหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตเพิ่มขึ้น การหดตัวของคอนกรีตมวลเบาจะแปรผกผันกับหน่วยน้ำหนักของคอนกรีต คือ เมื่อหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตเพิ่มขึ้นจะ การหดตัวจะน้อยลง และการหดตัวจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่ออายุตัวอย่างมากกว่า 60 วัน



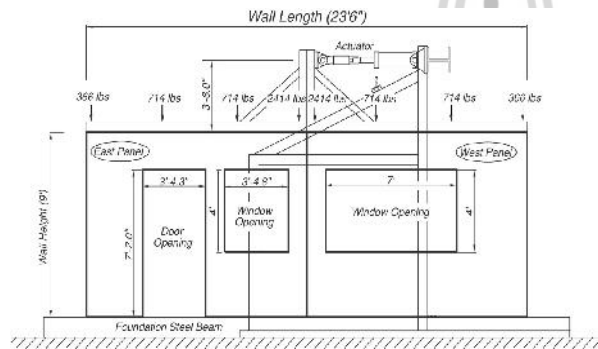
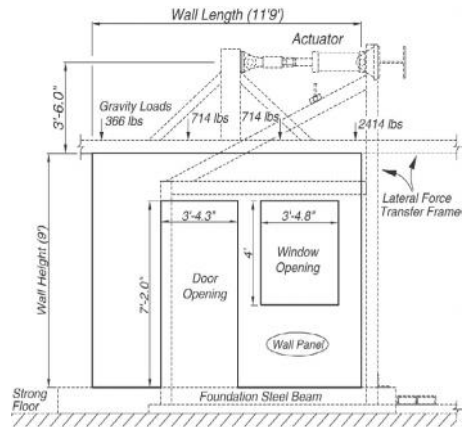
รูปที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างการหดตัวแห้งกับอายุของคอนกรีต (กฤษณ์ กิ่ง ไม้ และ ปริญญา จินดาประเสริฐ, 2553)

คำทิ จิตชัยภูมิ (2557) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและโครงสร้างจุลภาคของคอนกรีตมวลเบาเซลลูโลสผสมเถ้าลอย ซีโอไลต์ธรรมชาติ และนาโนซิลิกา พบว่า CLC ที่ใช้ส่วนผสม NS ให้กำลังรับแรงอัดสูงกว่าส่วนผสม FA หรือ NZ และส่วนผสมที่ใช้ NZ มีกำลังรับแรงอัดสูงกว่าส่วนผสม FA เล็กน้อย ซึ่งการแทนที่ OPC ด้วย NS ในปริมาณ 1wt% ที่ w/b = 0.7 ให้กำลังรับแรงอัดสูงสุด โดยกำลังรับแรงอัดจะลดลงตามปริมาณความพรุนรวมที่เพิ่มขึ้น และ CLC ที่มีกำลังรับแรงอัดค่อนข้างสูงมักมีขนาดโพรงเฉลี่ยที่เล็ก การแทนที่ OPC ด้วยวัสดุพอซโซลานทำให้ความพรุนรวม และขนาดช่องว่างอากาศลดลง แต่ความพรุนคาปิลลารี และ ความพรุนเจลของ CLC เพิ่มขึ้นตามระดับปริมาณการแทนที่ และ w/b ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งความพรุนคาปิลลารีที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลกระทบต่อทำให้ CLC มีการดูดซึมน้ำที่เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณความพรุนรวมที่เพิ่มขึ้นส่งผลดีทำให้ค่า

สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของ CLC ลดลงโดยคอนกรีตที่ผสม NZ มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำสุด และความพรุนเจลที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้อัตราการหดตัวแห้งของ CLC เพิ่มขึ้นตามระดับปริมาณการแทนที่ อย่างไรก็ตามการประสานร่วมกันของวัสดุปอซโซลานที่ใช้ในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้ลดระยะเวลาการก่อตัว ลดปริมาณความพรุนรวม และลดขนาดช่องว่างของซีเมนต์เพสต์ ส่วนความทนทานของ CLC เมื่อแช่ในสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต พบว่าอัตราการขยายตัวของแท่งตัวอย่างลดลงตามระดับปริมาณการแทนที่ด้วยวัสดุปอซโซลานที่เพิ่มขึ้นและ w/b ที่ลดลง โดย CLC ที่ผสม NS ในปริมาณ 3wt % ที่ w/b = 0.6 มีอัตราการขยายตัวต่ำสุด ซึ่งผลกระทบเหล่านี้ขึ้นอยู่กับ อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุยึดประสาน ปริมาณฟองอากาศ และประเภท หรือระดับปริมาณการแทนที่ของวัสดุปอซโซลาน

Husain Al-Khaiat and Naseer Haque (1999) ได้ทำการศึกษากำลังและความคงทนของคอนกรีตมวลเบาเทียบกับคอนกรีตทั่วไป จากการทดสอบในการบ่มคอนกรีตเบาและคอนกรีตทั่วไป ในสถานะแช่น้ำตลอดเวลา แช่น้ำ 1, 3, 7 วัน แล้วนำมาทดสอบการรับกำลังอัด แรงดึง การดูดซึมน้ำ พบว่าการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตทั่วไปในสถานะแช่น้ำตลอดเวลาจะสูงกว่าคอนกรีตเบา แต่ในสถานะที่แช่น้ำ 1, 3, 7 วัน คอนกรีตเบาจะสูงกว่าคอนกรีตทั่วไป แรงดึง ในสถานะแช่น้ำตลอดเวลา และสถานะที่แช่น้ำ 1, 3, 7 วัน คอนกรีตทั่วไปจะรับแรงดึงได้มากกว่าคอนกรีตเบา การดูดซึมน้ำ พบว่าในสถานะการแช่น้ำตลอดเวลา คอนกรีตเบาในส่วนผสม LWC35 (ส่วนผสมที่ออกแบบกำลังรับแรงอัด 35 เอ็มพีเอ) จะมีการดูดซึมน้ำมากกว่าคอนกรีตทั่วไป และคอนกรีตเบาที่ส่วนผสม LWC50

Y.H. Chai and John D. Andersonb (2005) ได้ทำการศึกษา การตอบสนองต่อแรงสั่นสะเทือนของผนังคอนกรีตเบาภายในห้อง จากการทดสอบได้นำตัวอย่างผนังของห้องเรียนในรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา นำมาทดสอบการรับแรงการสั่นสะเทือนด้านข้าง ผนังคอนกรีตมวลเบากำหนดความหนาแน่นที่ 1900 กก./ลบ.ม ความสามารถรับแรงอัด 350 กก./ลบ.ม ภายในผนังใส่เหล็กขนาด 12 mm จำนวน 4 เส้น โดยแบ่งการทดสอบผนังเป็นแบบผนังชั้นเดียว และผนังสองชั้น ตามรูปที่ 2.8 ,2.9 ตามลำดับ



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี





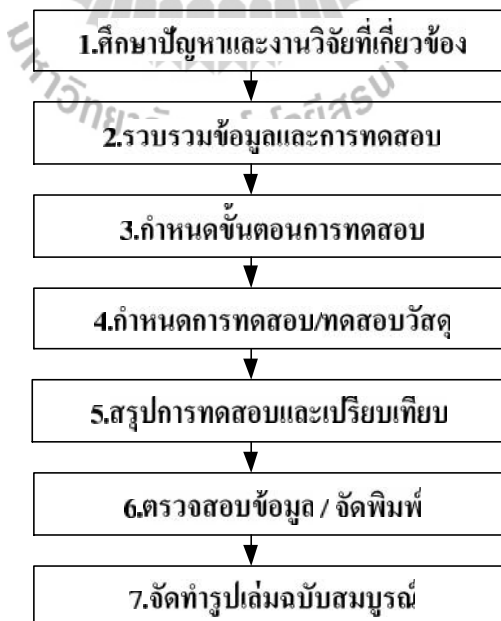
De Rose and Morris (1999) พบว่าปริมาณของการหดตัวแห้งมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นด้วยการเพิ่มขึ้นของปริมาณ โฟมด้วยการลดความหนาแน่นของคอนกรีต และด้วยการมีอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

Chindaprasirt and Rattanasak (2011) รายงานว่าการหดตัวแห้งนั้นสามารถลดลงได้ด้วยการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยการใส่เถ้าลอยและทรายในส่วนผสมและลดอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ w/c ประมาณ 0.5 สารเพิ่มฟองจำพวก Glycol ยังได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อลดการหดตัวแห้งของโฟมคอนกรีต ดังนั้นสารดังกล่าวก่อนที่จะถูกนำมาใช้ให้แน่ใจว่าสามารถเติมเต็มโพรงหรือช่องว่าง (cavity) อย่างสมบูรณ์ได้ นอกจากนี้ De Rose and Morris (1999) พบว่าการหดตัวมักจะเกิดขึ้นภายในช่วงอายุไม่เกิน 28 วันหรืออยู่ในช่วงของการหล่อ (casting)

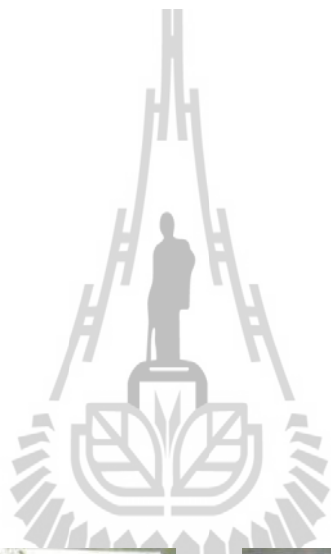
## 2.8 ข้อ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

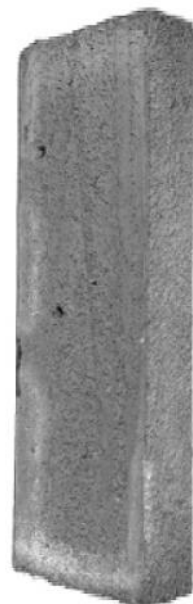
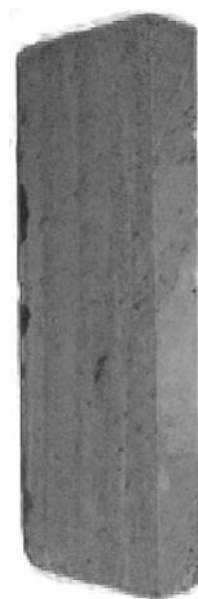
จากที่กล่าวมาทั้งหมดในตอนต้นสามารถสรุปในท้ายบทนี้ได้ว่า การก่อสร้างผนังในปัจจุบันนี้ใช้อิฐมวลเบาแบบ CLC และ AAC เป็นวัสดุในการทำผนังเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากอิฐมวลเบามีคุณสมบัติที่ดี อาทิ วัสดุมีน้ำหนักเบา ทนไฟ ป้องกันความร้อน ป้องกันเสียง ติดตั้งเข้ารูปง่าย ทำงานได้รวดเร็ว เป็นต้น ในการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ จะมีผลทดสอบอิฐมวลเบาแบบเป็นก้อนเท่านั้น แต่เมื่อเรานำมาก่อเรียงกันเป็นผนังจะพบว่าไม่มีงานวิจัยใดเลยที่จะศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของผนังดังกล่าว ส่วนใหญ่จะผลงานวิจัยเกี่ยวกับผนังอิฐบล็อก การวิจัยครั้งนี้จึงได้มีความสนใจในการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของผนังหล่อในที่ ผนังอิฐมวลเบาแบบ CLC ที่ผลิตขึ้นเองและที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยจะทดสอบคุณสมบัติด้านการรับกำลังอัด การดูดซึมน้ำ และการถ่ายเทความร้อน

จากการศึกษาปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 พบว่าผนังที่ไม่รับกำลังที่ใช้ในปัจจุบันทั่วไป มีผนังหลายรูปแบบ เช่น ผนังอิฐมวลเบาแบบ CLC ผนังอิฐมวลเบาแบบ AAC เป็นต้น ส่วนใหญ่มีผลการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ เฉพาะอิฐที่นำมาถือเป็นผนัง อาทิ การทดสอบกำลังรับแรงอัด ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ และการถ่ายเทความร้อน แสดงไว้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้กับผู้ที่ต้องการเลือกใช้อิฐ นำมาถือเป็นผนังเพื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติดังกล่าวก่อนตัดสินใจเลือกใช้ ในการทำวิจัยครั้งนี้จะทดสอบเกี่ยวกับการนำคอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาหล่อเป็นผนังในที่ผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง และผนังอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาดมาก่อนเป็นผนังใช้งานจริง ตามสัดส่วน ขนาด ที่กำหนด โดยทำการศึกษาคูณสมบัติพื้นฐานของผนังต่าง ๆ ด้านการรับกำลังอัด การดูดซึมน้ำ และการถ่ายเทความร้อน แล้วนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติดังกล่าว และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างผนังแต่ละประเภทที่ได้ทดสอบ เพื่อเสนอไว้ให้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจเลือกใช้ผนังต่อไปตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงานวิจัย







1) ปัมลมที่ใช้เป็นปัมลมที่ใช้งานทั่ว ๆ ไปแต่มอเตอร์ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 2 แรงม้าและหรือมีความสามารถที่จะจ่ายลมให้คงที่สม่ำเสมอขนาดไม่ต่ำกว่า 4-5 bar ให้แก่ถังผลิตโฟมได้ต่อเนื่องตลอดเวลา โดยให้ปัมลมตัดการทำงานที่ประมาณ 6 bar

2) ชุดเครื่องกำเนิดโฟม (Foam generator)

3) เครื่องทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต

4) ตาชั่งดิจิตอล

5) แบบหล่อก้อนตัวอย่างทดสอบขนาด 15x15x15 เซนติเมตร แบบหล่ออิฐมวลเบาแบบ CLC ขนาด 20x60x120 เซนติเมตร (สามารถผลิตได้แบบหล่อละ 16 ก้อน) และแบบหล่อผนังในที่ ขนาด 180x120x7.5 เซนติเมตร ตามรูปที่ 3.7 – 3.8

6) ชุดเครื่องตัดอิฐมวลเบา ตามรูปที่ 3.9

7) ภาชนะใส่น้ำ

8) ชุดเครื่องทดสอบกำลังรับอัดอัดแบบ Hydraulic ยี่ห้อ Hi-Power ซึ่งมีแรงดันปลอดภัย 10,000 กก. ตามรูปที่ 3.10

9) ไม้บรรทัด

10) ชุดเครื่องมือสำหรับก่อ ฉาบ

11) แท่งทดสอบกำลังอัดของผนัง ขนาดกว้าง 250 เซนติเมตร สูง 200 เซนติเมตร สามารถรับแรงดันปลอดภัยได้ไม่เกิน 8000 กก. ตามรูปที่ 3.11

12) เครื่องผสมปูนซีเมนต์ ตามรูปที่ 3.12

13) ตู้อบไฟฟ้าแบบปรับอุณหภูมิ

14) ตู้อบความร้อนสูง

15) ชุดเครื่องวัดอุณหภูมิ (Digital thermometer) ตามรูปที่ 3.13

16) กระบะพลาสติกผสมปูน

17) อ่างแช่น้ำ

18) พลาสติกใสสำหรับบ่มคอนกรีต











### 3.2.3

ผนังก่ออิฐฉาบปูน นั้น เป็นผนังที่ใช้อิฐก่อขึ้นมา และฉาบทับด้วยปูน เพื่อความเรียบร้อย สำหรับการก่ออิฐในผนัง เพื่อเวลาฉาบปูน จะได้ยึดเกาะ ผิวคอนกรีตได้แน่นหนา ก่อนฉาบปูนก็ควร ทำความสะอาดผนัง ด้วยไม้กวาด หรือลมเป่า ให้เศษ หรือฝุ่นปูน หลุดออกเสียก่อน และทำการรดน้ำให้ชุ่มเสีย ทิ้งไว้ซักครึ่งนาทีก่อน ให้อิฐคุณน้ำให้เต็มที ป้องกันไม่ให้อิฐ คุณน้ำไปจากปูน อันจะก่อให้เกิดการแตกร้าวของผนังได้สำหรับงานผนังก่ออิฐ การวิจัยครั้งนี้ใช้ ปูนฉาบสำเร็จรูปยี่ห้อ ทีพีไอ M 210 กำหนดอัตราส่วนผสม ปูนฉาบที่พีไอ M 210 กับน้ำสะอาด 3.5 ต่อ 1 โดยปริมาตร ที่ใช้สำหรับงานฉาบผนังอิฐมวลเบา โดยเฉพาะใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร รวมทั้งสามารถใช้สำหรับงานฉาบผนังอิฐมวลเบา หรือคอนกรีตบล็อก ได้อีกด้วย การฉาบผนังให้ใช้ตามหลักมาตรฐานการฉาบผนังคอนกรีตมวลเบาทั่วไป ตามภาคผนวก ข

## 3.3 วิธีการทดสอบและสัดส่วนผสม

### 3.3.1 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่าง

หล่อก้อนตัวอย่างลูกบาศก์มาตรฐานของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่าขนาด 150x150x150 มิลลิเมตร ควบคุมอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C) เท่ากับ 0.58 ที่ความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตเท่ากับ 800 900 1,000 1,200 และ 1,400 กก./ลบ.ม. จำนวน 10 ตัวอย่าง ที่มีอายุบ่ม 7 และ 28 วัน หลังการหล่อได้ 24 ชั่วโมง ทำการถอดตัวอย่างออกจากแบบหล่อและนำตัวอย่างคอนกรีตมวลเบาเซลลูล่าไปบ่มด้วยการแช่น้ำและตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อทดสอบกำลังอัดที่อายุ 7 และ 28 วัน วิธีการทดสอบทำตาม มอก.2601-2556 ตามภาคผนวก ก

### 3.3.2 การทดสอบความหนาแน่นแห้ง

การทดสอบหาค่าความหนาแน่นแห้ง (dry density) ของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่าทำได้โดยการนำก้อนตัวอย่างทรงลูกบาศก์มาตรฐาน ขนาด 150x150x150 มิลลิเมตร จำนวน 5 ตัวอย่าง ที่มีอายุบ่ม 28 วัน เข้าตู้อบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 110±5 °C จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักและวัดขนาดเพื่อหาปริมาตร ซึ่งความหนาแน่นคืออัตราส่วนระหว่างมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรมีหน่วยเป็น กก./ลบ.ม. วิธีการทดสอบทำตาม มอก.2601-2556 ตามภาคผนวก ก

### 3.3.3

การทดสอบการดูดซึมน้ำ (water absorption) ของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า โดยการนำก้อนตัวอย่างทรงลูกบาศก์มาตรฐาน ขนาด 150x150x150 มิลลิเมตร จำนวน 5 ตัวอย่าง ที่มีอายุการบ่ม 28 วัน เข้าตู้อบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 110±5 °C จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนัก แล้วนำมาแช่น้ำ 24 ชั่วโมง วิธีการทดสอบทำตาม มอก.2601-2556 ตามภาคผนวก ก

### 3.3.4

การทดสอบขนาด ของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า โดยการนำอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่าที่ผลิตขึ้นเอง และที่จำหน่ายในท้องตลาด ก้อนตัวอย่าง ขนาด 200x600x75 มิลลิเมตร จำนวน 54 ตัวอย่าง ที่มีอายุการบ่ม 7 วัน มาทำการวัดความกว้าง ความยาว และความหนา วิธีการทดสอบทำตาม มอก.2601-2556 ตามภาคผนวก ก

### 3.3.5

ที่ผลิตขึ้นเอง จำหน่ายใน

ท้องตลาด ผนังหล่อในที่ ก้อน แบบเซลลูล่า

ปริซึมคอนกรีตอิฐมวลเบา คือ วัสดุประกอบที่ถูกสร้างมาจากอิฐมวลเบาที่เชื่อมติดกันอย่างน้อย 3 ก้อนด้วยวัสดุก่อโดยชั้นกลางจะเต็มก้อนชั้นล่างและชั้นบนจะมีขนาดครึ่งก้อน ส่วนผนังหล่อในที่ การทดสอบกำลังรับแรงอัดให้เทียบเคียงกับผนังคอนกรีตอิฐมวลเบา การทดสอบกำลังรับแรงกดอัดของปริซึมคอนกรีตอิฐมวลเบาจะให้ค่าที่ได้จากการทดสอบที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริงมากกว่าการทดสอบกำลังรับแรงกดอัดของก้อนอิฐมวลเบา การทดสอบกำลังรับแรงอัดของปริซึมคอนกรีตอิฐมวลเบา มีวัตถุประสงค์เพื่อหาลำดับรับแรงอัดของปริซึมคอนกรีตอิฐมวลเบาโดยใช้เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบโดยนำอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่าที่ผลิตขึ้นเอง และจำหน่ายในท้องตลาด มาก่อแบบปริซึม และผนังหล่อในที่คอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า ขนาดกว้าง 120 เซนติเมตร สูง 180 เซนติเมตร หนา 7.5 เซนติเมตร จำนวน 3 ตัวอย่าง ตามรูปที่ 3.14 และทำการทดสอบกำลังอัดของก้อนอิฐที่ผลิตขึ้นเองและจำหน่ายในท้องตลาด จำนวน 3 ตัวอย่าง วิธีการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E447-92b ตามภาคผนวก ก

### 3.3.6 การทดสอบการถ่ายเทความร้อน

การทดสอบการถ่ายเทความร้อน ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ ได้ให้ค่าการถ่ายเทความร้อนในอาคารได้ดังนี้ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร หรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ

- 1) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร ทั้งอาคารใหม่และอาคารเก่า จะต้องไม่เกิน 25 วัตต์ต่อตารางเมตรของหลังคา
- 2) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร หรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศจะต้องมีค่าดังต่อไปนี้
  - (ก) สำหรับอาคารใหม่ ไม่เกินกว่า 45 วัตต์ต่อตารางเมตรของผนังด้านนอก
  - (ข) สำหรับอาคารเก่า ไม่เกินกว่า 55 วัตต์ต่อตารางเมตรของผนังด้านนอก
- 3) การคิดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร หรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ ให้คำนวณจากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตามจุดที่กำหนดของพื้นที่ของผนังด้าน

นอกแต่ละด้านรวมกัน (weighted average) หรือส่วนของผนังด้านในแต่ละด้านรวมกันของส่วน  
ของอาคารที่มีการปรับอากาศ การทดสอบการถ่ายเทความร้อนได้สร้างบ้านจำลองขนาด กว้าง 2  
เมตร ยาว 2 เมตร จำนวน 3 หลัง โดยใช้วัสดุกรุผนังดังนี้ ผนังอิฐมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ผลิตขึ้นเอง  
ผนังอิฐมวลเบาแบบเซลลูโลสที่มีจำหน่ายในท้องตลาด และผนังหล่อในที่ด้วยคอนกรีตมวลเบาแบบ  
เซลลูโลส อย่างละ 1 ตัวอย่าง โดยทำการทดสอบช่วงระยะเวลา 7 วัน ตั้งแต่เวลา 08.00-24.00 น. วันที่  
3 ตุลาคม 2557 ถึง วันที่ 9 ตุลาคม 2557 ตามวิธีการทดสอบ ตามภาคผนวก ก

### 3.3.7 สัดส่วนผสม

สัดส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาที่ความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตเท่ากับ 800  
900 1,000 1,200 และ 1,400 กก./ลบ.ม. อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C) เท่ากับ 0.58 ตามตารางร่างที่  
ก.1-ก.6 ส่วนสัดส่วนการผสมอิฐมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ผลิตขึ้นเอง และผนังหล่อในที่คอนกรีต  
มวลเบาแบบเซลลูโลสใช้สัดส่วนความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตเท่ากับ 800 กก./ลบ.ม. การทดสอบ  
การถ่ายเทความร้อนให้ใช้สัดส่วนความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตเท่ากับ 800 กก./ลบ.ม.



รูปที่ 3.14 ลักษณะการก่อผนังอิฐมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ผลิตขึ้นเองและจำหน่ายในท้องตลาด

## ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

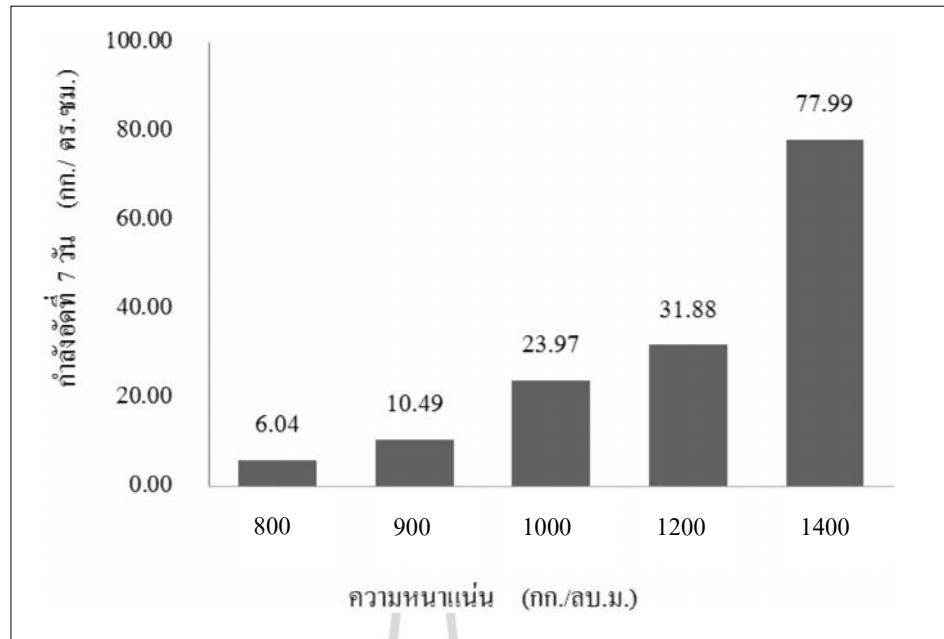
### 4.1

คอนกรีตมวลเบาเซลลูโลสในงานวิจัยนี้เป็นการนำสารเพิ่มฟองชนิดสังเคราะห์มาทำให้เป็นฟองโฟมก่อนผสมลงบนคอนกรีตสดโดยนำมาผลิตเป็นอิฐมวลเบาและผนังหล่อในที่แบบเซลลูโลส โดยได้ทำการทดสอบแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรก ศึกษาคุณสมบัติคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส โดยทำการหล่อตัวอย่างตามสัดส่วนที่กำหนดและทดสอบตามมาตรฐาน มอก.2601-2556 ได้ทำการทดสอบกำลังรับแรงอัด ความหนาแน่นแห้ง การดูดซึมน้ำ และการวัดขนาด ส่วนที่สอง ศึกษาคุณสมบัติผนังอิฐมวลเบาและผนังหล่อในที่ ได้ทำการทดสอบการรับแรงกด การถ่ายเทความร้อนของผนังที่ก่อด้วย อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง อิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด และผนังที่หล่อในที่แบบเซลลูโลส เปรียบเทียบต้นทุน ของผนังแต่ละประเภทที่ทำการทดสอบ จากผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

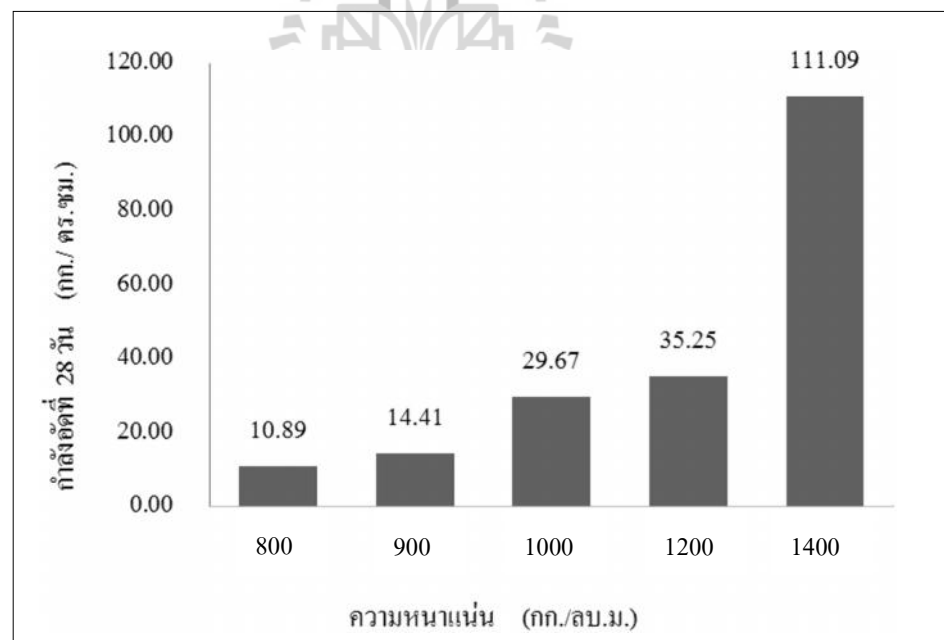
### 4.2 คุณสมบัติคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส

#### 4.2.1

จากการทดสอบการรับแรงกดของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสได้แบ่งการทดสอบเป็น 2 ช่วงเวลา ช่วงแรกที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน ช่วงที่สองระยะเวลาการบ่ม 28 วัน กำหนดอัตราน้ำต่อซีเมนต์ที่ 0.58 และอัตราซีเมนต์ต่อทรายที่ 1 ต่อ 2 ส่วน ดังแสดงตามตารางที่ ข. 1 ,ข.2 และดังแสดงดังในรูปที่ 4.1 - 4.2



รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบการรับแรงกดที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน



รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบการรับแรงกดที่ระยะเวลาการบ่ม 28 วัน



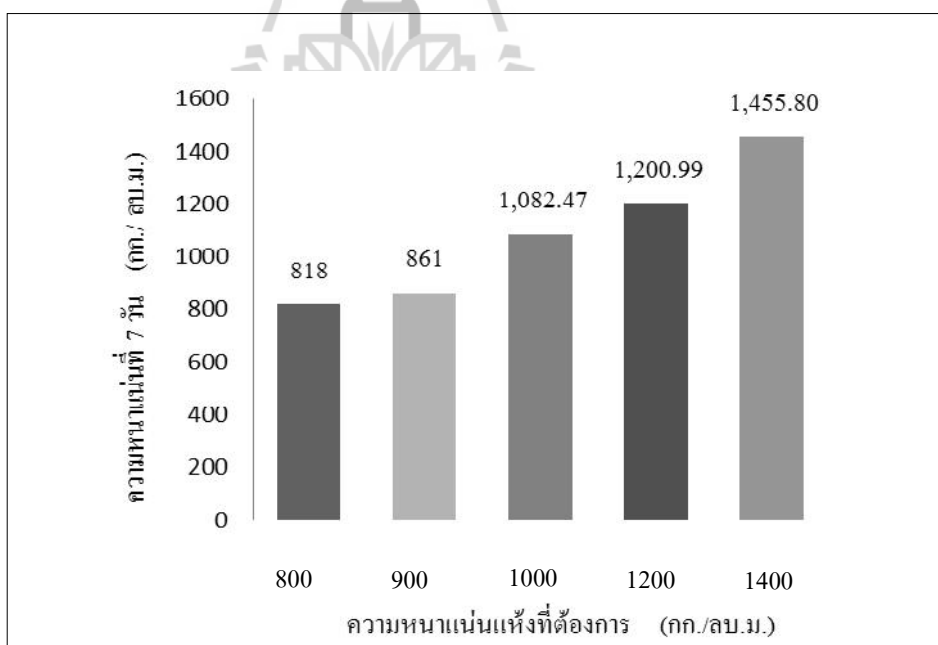
จากรูปที่ 4.1 พบว่าการรับแรงกดของคอนกรีตมวลเบาที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน ตัวอย่างที่ความหนาแน่นที่ 800 ,900 ,1000 ,1200 และ 1400 กก./ลบ.ม. สามารถรับแรงกดได้ 6.04 , 10.49, 23.97 ,31.88 และ 77.99 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ

จากรูปที่ 4.2 พบว่าการรับแรงกดของคอนกรีตมวลเบาที่ระยะเวลาการบ่ม 28 วัน ตัวอย่างที่ความหนาแน่นที่ 800 ,900 ,1000 ,1200 และ 1400 กก./ลบ.ม. สามารถรับแรงกดได้ 10.89 ,14.41, 29.67 ,35.25 และ 111.09 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ

จากรูปที่ 4.1 และ 4.2 จะพบว่าความหนาแน่นสูงขึ้นไปจะส่งผลให้การรับแรงกดของคอนกรีตมวลเบาที่มีแนวโน้มสูงขึ้น และระยะเวลาการบ่มทดสอบที่ 7 วัน กับ 28 วัน พบว่าระยะเวลาการบ่มที่ทดสอบนานขึ้นจะมีแนวโน้มการพัฒนากำลังรับแรงกดได้มากกว่าระยะเวลาที่น้อยกว่า

## 4.2.2 ผลการทดสอบความหนาแน่นแห้ง

จากการทดสอบความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่าได้ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน กำหนดอัตราน้ำต่อซีเมนต์ที่ 0.58 และอัตราซีเมนต์ต่อทรายที่ 1 ต่อ 2 ส่วน ดังแสดงตามตารางที่ ข.3 และดังแสดงดังในรูปที่ 4.3

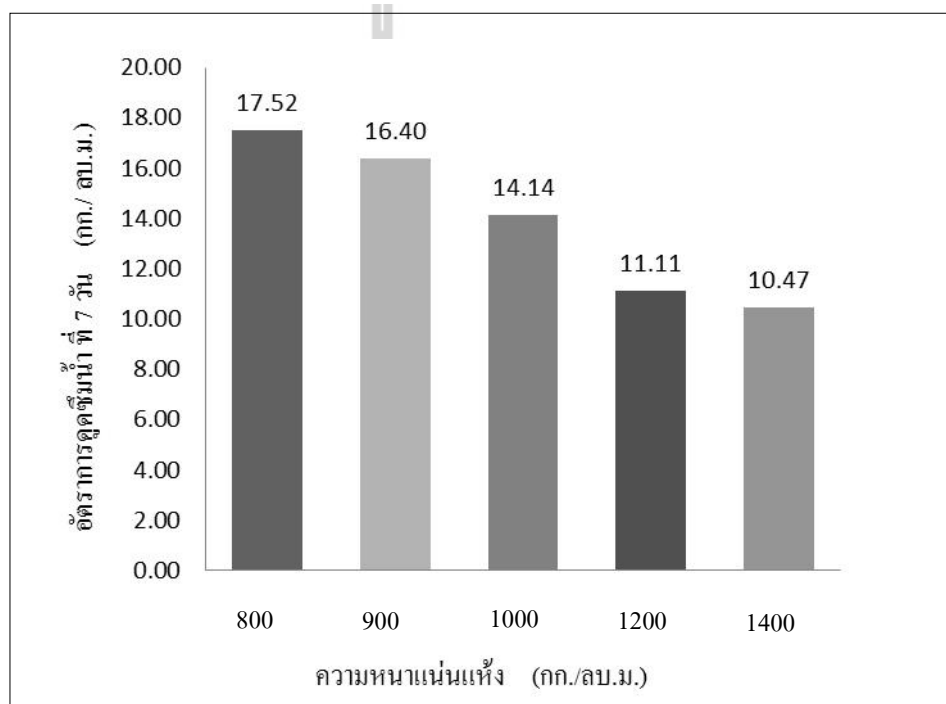


รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบความหนาแน่นแห้งที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน

จากรูปที่ 4.3 พบว่าความหนาแน่นแห้งที่ต้องการเปรียบเทียบกับผลการทดสอบพบว่า ความหนาแน่นแห้งที่ต้องการ 800 ,900 ,1000 ,1200 และ1400 กก./ลบ.ม. เมื่อนำมาทดสอบมีค่าความหนาแน่นแห้งที่ 818 ,861 ,1082.47 ,1200.89 และ1455.80 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ

#### 4.2.3

จากการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่าในการบ่มระยะเวลา 7 วัน กำหนดอัตราน้ำต่อซีเมนต์ที่ 0.58 และอัตราซีเมนต์ต่อทรายที่ 1 ต่อ 2 ส่วน ดังแสดงตามตารางที่ ข.4 และดังแสดงดังในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน

จากรูปที่ 4.4 พบว่าอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบา ตามความหนาแน่นแห้ง 800, 900 ,1000 ,1200 และ1400 กก./ลบ.ม. เมื่อนำมาทดสอบมีอัตราการดูดซึมน้ำร้อยละที่ 17.52 ,16.40, 14.14 ,11.11 และ10.47 ตามลำดับ

จากการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบา จะพบได้ว่าเมื่อความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตมวลเบาสูงขึ้น อัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาจะลดลง

#### 4.2.4

จากการทดสอบขนาด มิติ ของอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง และจำหน่ายในท้องตลาด แบบเซลลูโลส อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเองใช้เวลาในการบ่มระยะเวลา 7 วัน กำหนดอัตราน้ำต่อซีเมนต์ ที่ 0.58 และอัตราซีเมนต์ต่อทรายที่ 1 ต่อ 2 ส่วน และความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม. และให้ค่า ความคลาดเคลื่อนของขนาดตามมาตรฐาน มอก.2601-2556 ที่ให้ ความสูงคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน  $\pm 4$  มิลลิเมตร ความยาวคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน  $\pm 5$  มิลลิเมตร และความหนาคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน  $\pm 3$  มิลลิเมตร ดังแสดงตามตารางที่ ข.5 - ข.10

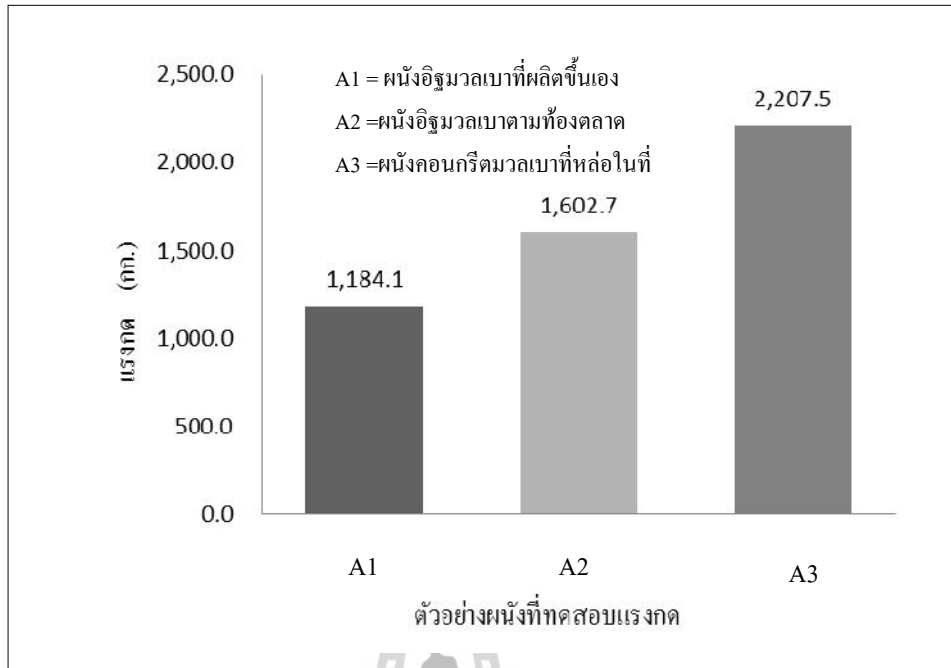
อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเองที่กำหนดขนาด กว้าง 200 มิลลิเมตร ยาว 600 มิลลิเมตร และหนา 75 มิลลิเมตร จากผลการทดสอบขนาดพบว่า ขนาดของอิฐที่ผลิตขึ้นเองมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่เกินมาตรฐานกำหนด

อิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด ที่กำหนดขนาด กว้าง 200 มิลลิเมตร ยาว 600 มิลลิเมตร และหนา 73 มิลลิเมตร จากผลการทดสอบขนาดพบว่า ขนาดของอิฐที่จำหน่ายในท้องตลาด มีค่าความคลาดเคลื่อนที่เกินกว่ามาตรฐานกำหนด

## 4.3 คุณสมบัติผนังอิฐมวลเบาและผนังหล่อในที่ แบบเซลลูโลส

### 4.3.1

จากการทดสอบการรับแรงกดของผนังที่ก่อด้วยอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง ผนังอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด และผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ แบบเซลลูโลส อิฐที่นำมาให้ใช้ในการก่อผนังให้เป็นไปตามข้อ 4.2.4 และผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ กำหนดอัตราน้ำต่อซีเมนต์ที่ 0.58 และอัตราซีเมนต์ต่อทรายที่ 1 ต่อ 2 ส่วน ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม. ดังแสดงตามตารางที่ ข.11 - ข.16 และดังแสดงดังในรูปที่ 4.5





จากรูปที่ 4.6 พบว่าผนังที่ก่อด้วยอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเองที่นำมาทดสอบจะมีพฤติกรรมการวิบัติอันเนื่องมาจากกำลังของวัสดุ โดยมีการโค้งตัวทางด้านข้างน้อยมาก การวิบัติของผนังมีลักษณะเป็นการแตกร้าวแบบเฉือนทแยง(Diagonal shear failure) รอยแตกร้าวที่เอียงทำมุมประมาณ 50-80 องศาับแนวดิ่ง มีรอยแตกร้าวกระจายไปทั่วผนัง ตามตารางที่ ข.11 – ข.13

จากรูปที่ 4.7 พบว่าผนังที่ก่อด้วยอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาดที่นำมาทดสอบจะมีพฤติกรรมการวิบัติอันเนื่องมาจากกำลังของวัสดุ โดยมีการโค้งตัวทางด้านข้างน้อยมาก การวิบัติของผนังมีลักษณะเป็นการแตกร้าวแบบเฉือนทแยง(Diagonal shear failure) รอยแตกร้าวที่เอียงทำมุมประมาณ 30 – 45 องศาับแนวดิ่ง มีรอยแตกร้าวกระจายไปทั่วผนัง ตามตารางที่ ข.14 – ข.16

จากรูปที่ 4.8 พบว่าผนังคอนกรีตมวลเบาแบบหล่อในที่ นำมาทดสอบจะมีพฤติกรรมการวิบัติอันเนื่องมาจากกำลังของวัสดุ การวิบัติของผนังมีลักษณะเป็นการแตกร้าวแบบเฉือนทแยง(Diagonal shear failure) รอยแตกร้าวที่เอียงทำมุมประมาณ 70 – 80 องศาับแนวดิ่ง มีรอยแตกร้าวกระจายไปทั่วผนัง และช่วงบนของผนังจะมีการโค้งตัวและแยกออกจากผนังด้านล่าง ตามตารางที่ ข.17 – ข.19

### 4.3.2

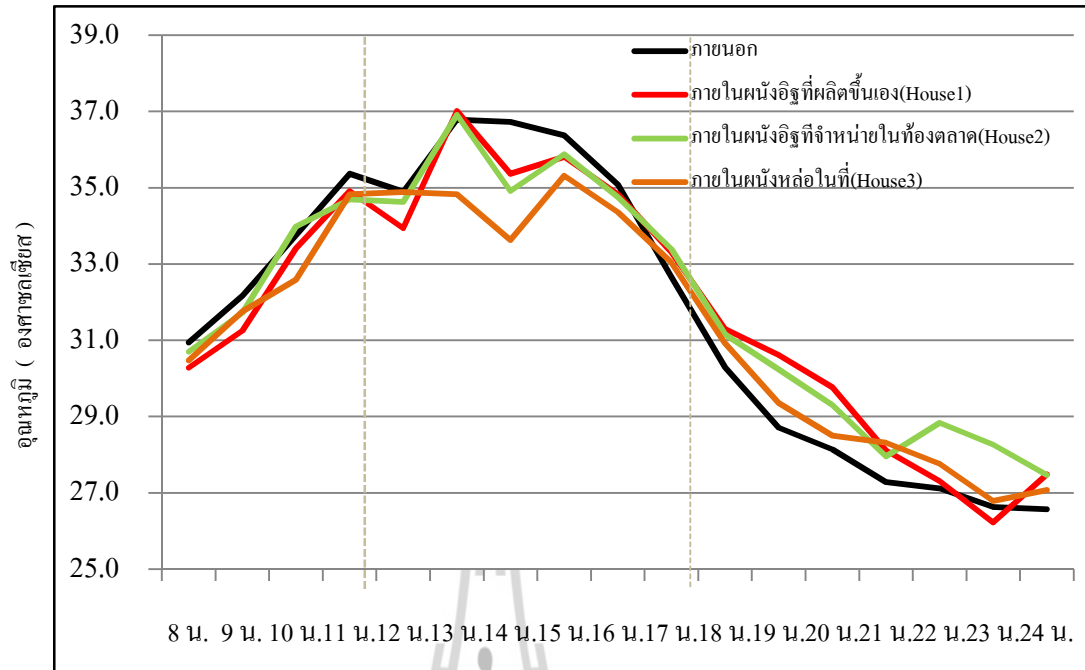
#### ารรับแรงกดของอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่า

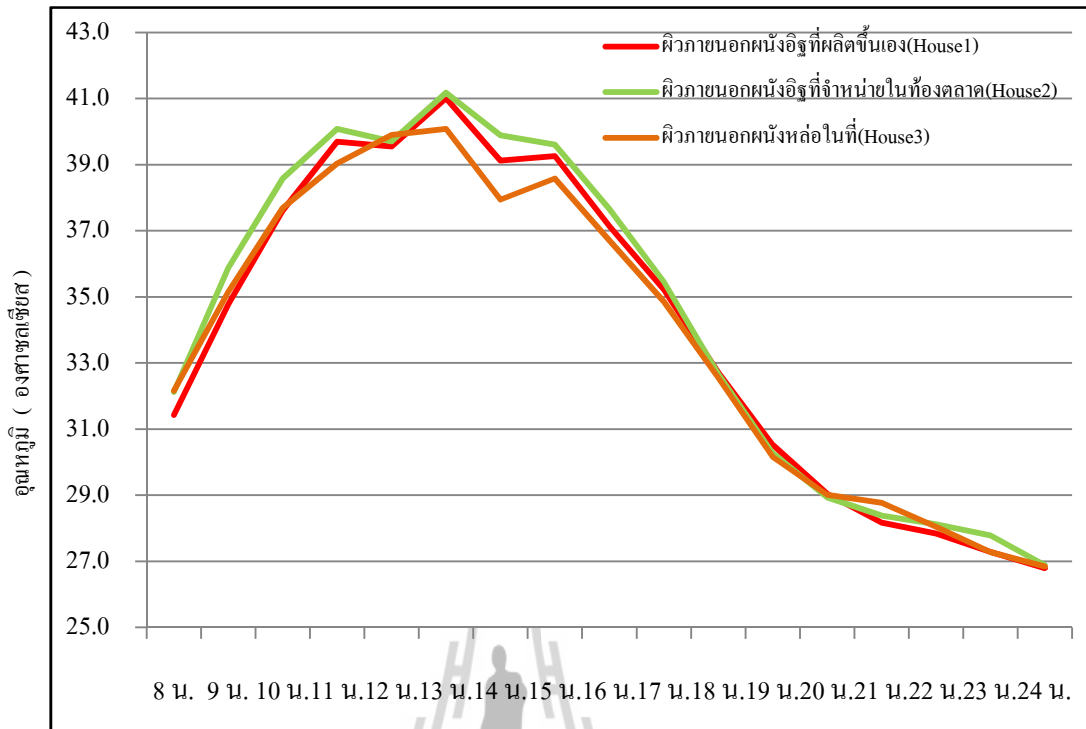
จากการทดสอบการรับแรงกดของอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง ผนังอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด พบว่าอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเองขนาด 20x60x7.5 เซนติเมตร เมื่อนำมาทดสอบการรับแรงอัด สามารถรับแรงอัดเฉลี่ย เท่ากับ 946 กก.และอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด ขนาด 20x60x7.5 เซนติเมตร เมื่อนำมาทดสอบการรับแรงอัด สามารถรับแรงอัดเฉลี่ย เท่ากับ 1,150 กก. ดังแสดงตามตารางที่ ข.49 - ข.50

### 4.3.3

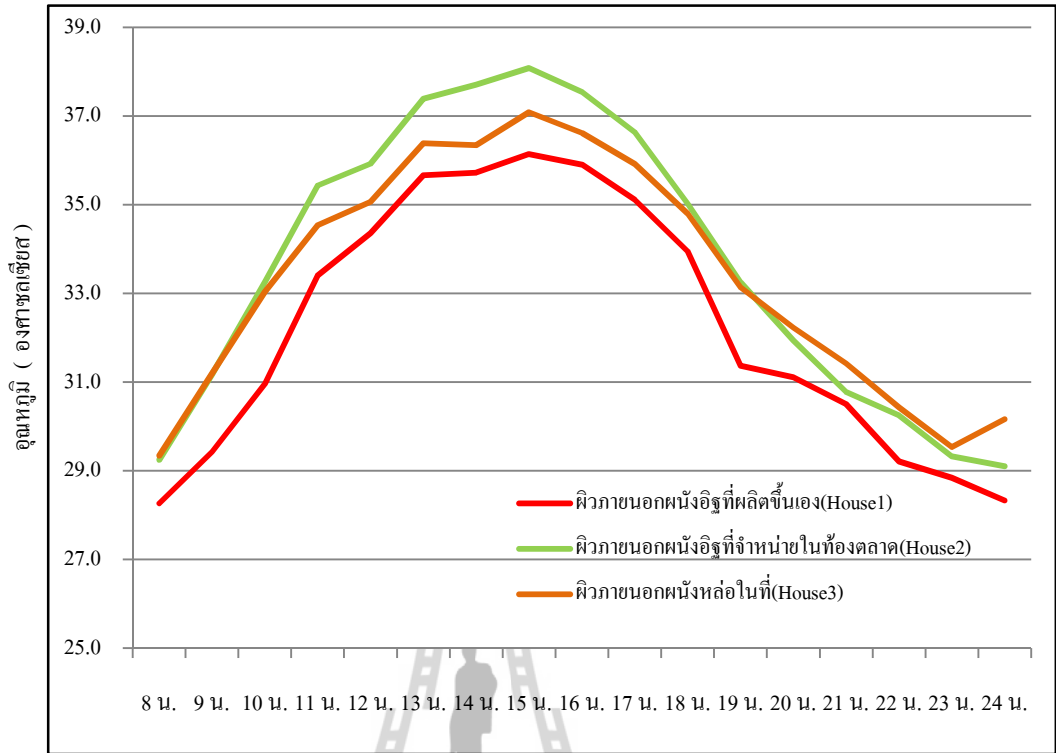
#### ผลการทดสอบการถ่ายเทความร้อนของผนัง

จากการทดสอบการถ่ายเทความร้อนของตัวอย่างจำลองบ้านพักอาศัย ที่ผนังก่อด้วย ผนังที่ก่อด้วยอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง ผนังอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด และผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ แบบเซลลูล่า โดยได้ทำการทดสอบการวัดอุณหภูมิแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งวัดอุณหภูมิภายนอกและภายใน ส่วนที่สองวัดอุณหภูมิผิวที่ถูทั้งภายนอกและภายใน ผลการทดลองได้บันทึกอุณหภูมิทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00 – 24.00 น. สามารถแบ่งเวลาออกเป็น 3 ช่วงเวลา ช่วงเช้า เวลา 08.00-11.00 น. ช่วงบ่าย เวลา 12.00-17.00 น. และช่วงค่ำ 18.00-24.00 น. ดังแสดงตามตารางที่ ข.20 - ข.46 และแสดงดังในรูปที่ 4.9



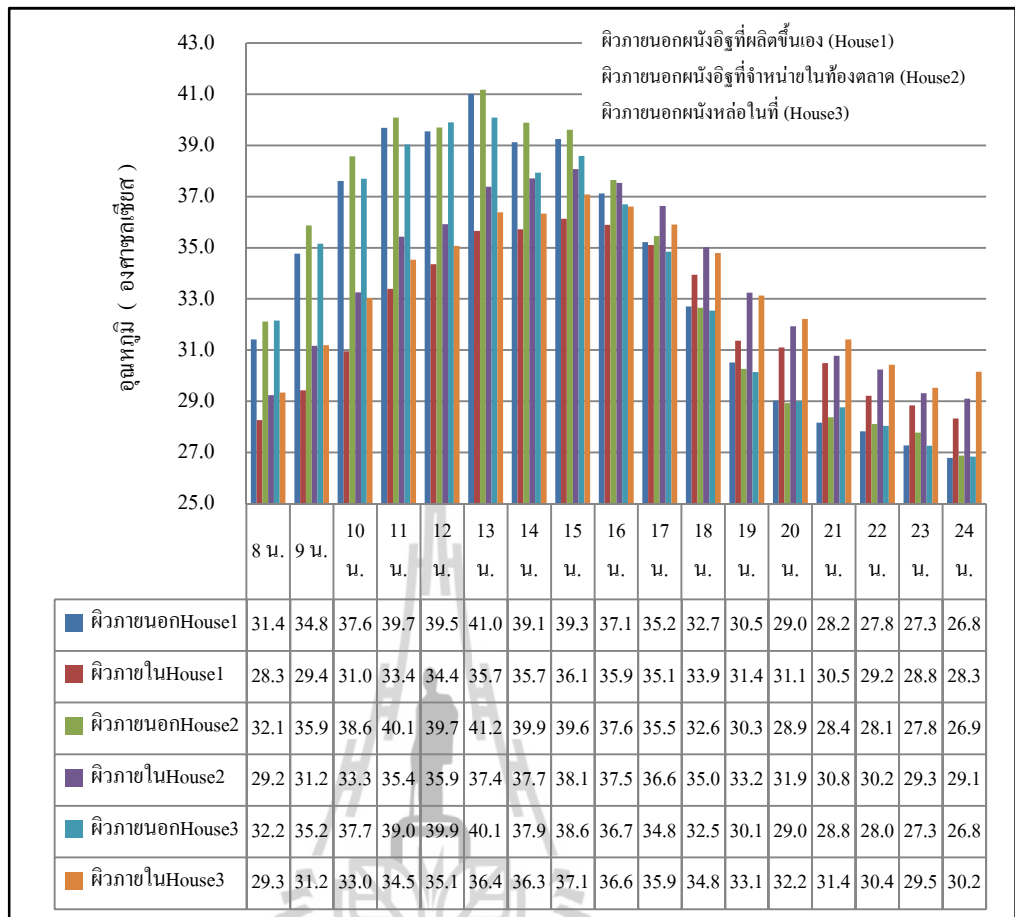






เวลาวัดอุณหภูมิ





ตารางที่ 4.1 ต้นทุนวัสดุก่อนผนังคอนกรีตมวลเบา แบบเซลลูโลส ของอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง ที่จำหน่ายในท้องตลาด และหล่อในที่

| ค่าใช้จ่ายของวัสดุผนัง          | อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง | อิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด | ผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| ต้นทุนอิฐ<br>(บาทต่อก้อน)       | 12.73                   | 21*                           |                            |
| ต้นทุนผนัง<br>(บาทต่อตารางเมตร) | 106.04                  | 174.93                        | 105.93                     |

หมายเหตุ : \* ราคาที่ซื้ออิฐในท้องตลาดมาทำการวิจัย ณ.ร้านค้าในจังหวัดชัยภูมิ

จากตารางที่ 4.1 พบว่าราคาอิฐมวลเบาแบบเซลลูโลส ที่ผลิตขึ้นเองมีราคาต้นทุนที่ 12.73 บาทต่อก้อน ส่วนที่จำหน่ายในท้องตลาดมีราคา 21 บาท จะพบว่าอิฐที่ผลิตขึ้นเองจะมีราคาถูกกว่าอิฐที่จำหน่ายในท้องตลาดถึง 8.27 บาทต่อก้อน

ตารางที่ 4.2 ต้นทุนการก่อสร้างงานก่อนผนังคอนกรีตมวลเบา แบบเซลลูโลส ของอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง ที่จำหน่ายในท้องตลาด และหล่อในที่

| ค่าใช้จ่ายการก่อสร้างผนัง                                  | อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง | อิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด | ผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ |
|--|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1. วัสดุที่นำมาใช้เป็นผนัง<br>(บาทต่อตารางเมตร)            | 106.04                  | 174.93                        | 105.93                     |
| 2. ค่าปูนก่อสำเร็จรูป<br>(บาทต่อตารางเมตร)                 | 7.5                     | 7.5                           | -                          |
| 3. ค่าแรงในการก่อสร้างผนัง<br>(บาทต่อตารางเมตร)            | 55                      | 55                            | -                          |
| รวมค่าใช้จ่ายวัสดุ แรงงานก่อสร้างผนัง<br>(บาทต่อตารางเมตร) | 168.54                  | 237.43                        | 185.93*                    |

หมายเหตุ : \* ราคานี้รวมแบบหล่อและค่าแรงในการติดตั้งผนัง

จากตารางที่ 4.2 พบว่าต้นทุนของงานก่อผนังของ อิฐมวลเบาแบบเซลลูล่า ที่ผลิตขึ้นเองมีราคาต้นทุนที่ 168.54 บาทต่อตารางเมตร อิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาดมีราคาต้นทุนที่ 273.43 บาทต่อตารางเมตร และผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ราคาต้นทุนที่ 185.93 บาทต่อตารางเมตร จะเห็นว่าผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่จะมีต้นทุนใน ใกล้เคียงผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง และถูกกว่าที่จำหน่ายในท้องตลาด



## สรุปผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเพื่อศึกษาความสามารถการรับกำลังอัด การดูดซึมน้ำ และการถ่ายเทความร้อน ของผนังหล่อในที่ ผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง และผนังอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด ชนิดคอนกรีตมวลเบาเซลลูโลส และเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของผนังดังกล่าว จากผลการศึกษาพบข้อสรุปที่สำคัญดังนี้

### 5.1

คอนกรีตมวลเบาเซลลูโลสในงานวิจัยนี้เป็นการนำสารเพิ่มฟองชนิดสังเคราะห์มาทำให้เป็นฟองโฟมก่อนผสมลงบนคอนกรีตสดโดยนำมาผลิตเป็นอิฐมวลเบาและผนังหล่อในที่แบบเซลลูโลส โดยได้ทำการทดสอบแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรก ศึกษาคุณสมบัติคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส โดยทำการหล่อตัวอย่างตามสัดส่วนที่กำหนดและทดสอบตามมาตรฐาน มอก.2601-2556 ได้ทำการทดสอบกำลังรับแรงอัด ความหนาแน่นแห้ง การดูดซึมน้ำ และการวัดขนาด ส่วนที่สอง ศึกษาคุณสมบัติผนังอิฐมวลเบาและผนังหล่อในที่ ได้ทำการทดสอบการรับแรงกด การถ่ายเทความร้อนของผนังที่ก่อด้วย อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง อิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด และผนังที่หล่อในที่แบบเซลลูโลส เปรียบเทียบต้นทุน ของผนังแต่ละประเภทที่ทำการทดสอบ จากผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

### 5.2 สรุปคุณสมบัติคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส

#### 5.2.1

จากผลการทดสอบการรับแรงกดของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสได้แบ่งการทดสอบเป็น 2 ช่วงเวลา ช่วงแรกที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน ช่วงที่สองระยะเวลาการบ่ม 28 วัน กำหนดอัตราน้ำต่อซีเมนต์ที่ 0.58 และอัตราซีเมนต์ต่อทรายที่ 1 ต่อ 2 ส่วน ตัวอย่างทดสอบอายุที่ 7 , 28 วัน ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม. สามารถรับแรงกดได้ 6.04 กก./ตร.ซม. และ 10.89 กก./ตร.ซม. และพบว่าความหนาแน่นสูงขึ้นจะส่งผลให้การรับแรงกดของคอนกรีตมวลเบาที่มีแนวโน้มสูงขึ้น และระยะเวลาการบ่มทดสอบที่ 7 วัน กับ 28 วัน พบว่าระยะเวลาการบ่มที่ทดสอบนานขึ้นจะ

มีแนวโน้มการพัฒนากำลังรับแรงกดได้มากกว่าระยะเวลาที่น้อยกว่า

### 5.2.2 สรุปผลการทดสอบความหนาแน่นแห้ง

จากผลการทดสอบความหนาแน่นแห้งที่ต้องการ 800 กก./ลบ.ม. ผลการทดสอบได้ความหนาแน่นแห้งที่ 818 กก./ลบ.ม. ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานตาม มอก.2601-2556 ที่มีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 50 กก./ลบ.ม. ถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว

### 5.2.3

จากผลการทดสอบความหนาแน่นแห้งที่ต้องการ 800 กก./ลบ.ม. พบว่ามีอัตราการดูดซึมน้ำอยู่ที่ร้อยละ 17.52 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานตาม มอก.2601-2556 ที่มีค่าอัตราการดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 25 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว และเมื่อมีความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตมวลเบาสูงขึ้น อัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาจะลดลง

### 5.2.4

จากผลการทดสอบการวัดขนาดของอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเองและที่จำหน่ายในท้องตลาด ผลการทดสอบขนาดพบว่า ขนาดของอิฐที่ผลิตขึ้นเองมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่เกินมาตรฐานกำหนดอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด ผลการทดสอบขนาดพบว่า ขนาดของอิฐที่จำหน่ายในท้องตลาด มีค่าความคลาดเคลื่อนที่เกินกว่ามาตรฐานกำหนด

## 5.3 สรุปคุณสมบัติผนังคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส

### 5.3.1

จากผลการทดสอบการรับแรงกดของผนังที่ก่อด้วยอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง ผนังอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด และผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ สรุปได้ว่าผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ สามารถรับแรงกดได้มากกว่า ผนังอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด และผนังที่ก่อด้วยอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง ตามลำดับ

### 5.3.2

จากผลการทดสอบการรับแรงกดของอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง ผนังอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด สรุปได้ว่าอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด สามารถรับแรงกดได้มากกว่าผนังที่ก่อด้วยอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง

### 5.3.3 สรุปผลการถ่ายเทความร้อนของผนัง

1) จากผลการทดสอบการวัดอุณหภูมิภายนอกและภายใน ของตัวอย่างจำลองบ้านพักอาศัย ทั้ง 3 ตัวอย่าง สรุปได้ว่า ช่วงเช้า ช่วงบ่าย ช่วงค่ำ ตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุด้วยผนัง

คอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ มีแนวโน้มอุณหภูมิภายในตัวอย่างบ้านจำลองมีอุณหภูมิต่ำกว่า ผนังที่ก่อด้วยอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง และผนังที่ก่อด้วยอิฐที่จำหน่ายในท้องตลาด ตามลำดับ

2) จากผลการทดสอบการวัดอุณหภูมิผิวภายนอกและภายใน ผนังที่กรุของตัวอย่างจำลองบ้านพักอาศัย ทั้ง 3 ตัวอย่าง สรุปได้ว่า ผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ มีแนวโน้มลดความร้อนจากภายนอกน้อยกว่าผนังที่ก่อด้วยอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง ผนังที่ก่อด้วยอิฐที่จำหน่ายในท้องตลาดตามลำดับ และผนังที่ก่อด้วยอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง มีแนวโน้มที่คายความร้อนจากภายในออกสู่ภายนอกได้ดีกว่า ผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ ผนังที่ก่อด้วยอิฐที่จำหน่ายในท้องตลาดตามลำดับ

#### 5.4 สรุปการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต

จากการเปรียบเทียบต้นทุนของงานก่อผนังของ อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง อิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด และผนังคอนกรีตมวลเบาแบบหล่อในที่ ต่อหนึ่งตารางเมตร สรุปได้ว่าผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่จะมีต้นทุนในการผลิตใกล้เคียง ผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง และต่ำกว่า ผนังอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด ประมาณร้อยละ 22

#### 5.5 ข้อเสนอแนะ

- 5.5.1 ควรศึกษาอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ที่อัตราส่วนต่าง ๆ
- 5.5.2 ควรศึกษาการพัฒนากำลังรับแรงกดของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่าให้สูงขึ้น
- 5.5.3 ควรศึกษาการถ่ายเทความร้อนในช่วงเวลาต่าง ๆ
- 5.5.4 ควรศึกษาการหดตัวแห้งของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่าที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ที่อัตราส่วนต่าง ๆ

## อ้างอิง

กรมบัญชีกลาง. (2550). **ราคาค่าวัสดุและแรงงาน**. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 25 มิถุนายน 2555.

ได้จาก: [http://www.gprocurement.go.th/wps/portal/index\\_EGP](http://www.gprocurement.go.th/wps/portal/index_EGP)

กฤษณ์ กิ่งโก้ และ ปริญญา จินดาประเสริฐ (2553).คุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูโลสผสมสารซูเปอร์พลาสติกไซเซอร์.

### 11 จังหวัดขอนแก่น PMO399-PMO407.

คำภี จิตชัยภูมิ (2557).การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและโครงสร้างจุลภาคของคอนกรีตมวลเบาเซลลูโลสผสมเถ้าลอย ซีโอไลต์ธรรมชาติ และนาโนซิลิกา. วิทยานิพนธ์วิศวกรรม

ชาติชาย สุภักควณิช (2554). ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน. (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม

2554. จาก : <http://www.thainanohouse.com/articles.html>

ชีวลักษณ์ พงษ์บุรณกิจ และ ตระกูล อร่ามรักษ์ ( 2548 ).การศึกษาการตรวจสอบการรับแรงกดตามแนวแกนของผนังคอนกรีตบล็อกประสาน.การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ

### 10 จังหวัดชลบุรี วันที่ 2-4 พฤษภาคม.

นิศย์รดี คอเล้าะ (2552). วัสดุมวลเบาที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมก่อสร้าง.

นกรินทร์ . ปีที่ 1, ฉบับที่ 3, หน้า 48-62.

บริษัท ควอลิตี้คอนสตรัคชั่นโปรดักส์ จำกัด (2537). คุณสมบัติของอิฐมวลเบา. (ออนไลน์).

สืบค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2557. จาก: <http://www.qcon.co.th/products/property.php>

ประเสริฐ ดำรงชัย (2550). **วัสดุก่อสร้าง**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

ปิติ สุขนครสุขกุล (2555). .ศูนย์ผลิตตำราเรียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

พระนครเหนือ. กรุงเทพฯ.

มนัส อนุศิริ (2549).

. ซีเอ็ดยูเคชั่น.

กรุงเทพฯ.

วินิต ช่อวิเชียร (2544).

. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์

กรุงเทพฯ.



สิทธิชัย เลิศวิชัย (2546). พฤติกรรมทางกลของผนังคอนกรีตบล็อกเสริมเหล็กแบบ ไร่ปูนก่อภายใต้แรงกดอัดและแรงดัด. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย

สุเมธ สัตหัตพัฒนา (2553). ทำการศึกษาการวัดคุณสมบัติต่าง ๆ ของคอนกรีตมวลเบาระบบ CLC จากค่าความหนาแน่นของคอนกรีต .การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี 5 จังหวัดนครราชสีมา วันที่ 20-22 ตุลาคม 2552 MAT261-MAT266.

AS 3700-1998, Australian Standard. **Masonry Structure**, Standard Australia International Ltd., Australia.

ASTM C90-96, Standard specification for loadbearing concrete masonry units. **Annual Book of ASTM Standard**, 04.05, American Society for Testing and Materials, Philadelphia.

ASTM C140-96, Standard test method of sampling and testing concrete masonry units. **Annual Book of ASTM Standard**, 04.05, American Society for Testing Materials, Philadelphia.

ASTM C143-96, Standard test method for slump of hydraulic cement concrete. **Annual Book of ASTM Standard**, 04.02, American Society for Testing and Materials, Philadelphia.

ASTM C1019-89a, Standard test method of sampling and testing grout. **Annual Book of ASTM Standard**, 04.05, American Society for Testing and Materials, Philadelphia.

ASTM E447-92b, Standard test method for compressive strength of masonry prisms . **Annual Book of ASTM Standard**, 04.05, American Society for Testing and Materials, Philadelphia

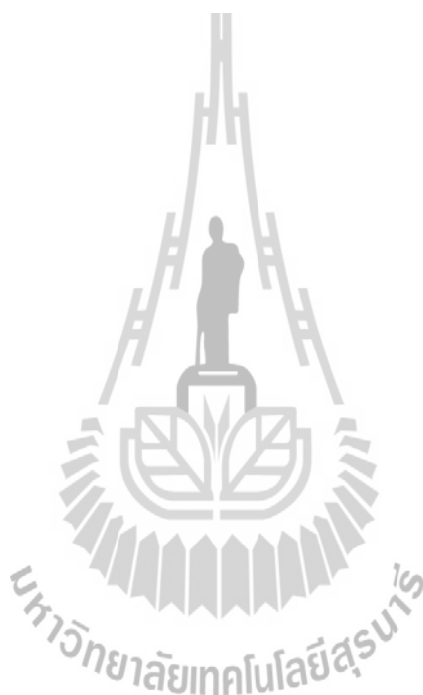
Chindaprasirt, P., and Rattanasak, U. (2011). Shrinkage behavior of structural foam lightweight concrete containing glycol compounds and fly ash. **Materials and Design**. 32(2): 723–727.

De Rose and Morris (1999). The influence of the mix design on the properties of micro-cellular concrete. **Thomas Telford Publishing**. R. K. D. a. N. A. Henderson.

Husain Al-Khaiat and Naseer Haque 1999. **Strength and durability of lightweight and normal weight concrete**. Journal of Materials in Civil Engineering, Vol.11, No. 3, August, 1999. ASCE, ISSN 0899-1561/99/0003-0231– 0235 Paper No. 18091.

Marzahn (1992). **Dry Stacked Masonry-Present Scenario**. Paripex - Indian journal of research Volume 2 , Issue 4 ,April 2013. ISSN - 2250-1991.

- Soon-Ching Ng, Kaw-Sai Low และ Ngee-Heng Tioh 2011. Newspaper sandwiched aerated lightweight concrete wall panels—Thermal inertia, transient thermal behavior and surface temperature prediction. *Energy and Buildings* 43 (2011) 1636–1645.
- Y.H. Chai and John D. Andersonb 2005. Seismic response of perforated lightweight aggregate concrete wall panels for low-rise modular classrooms .*Engineering Structures* 27 (2005) 593–604.



วิธีการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# 1. การทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีต และก้อนอิฐ (COMPRESSION STRENGTH TEST OF CONCRETE)

## 1.1

กำลังอัดของคอนกรีต เป็นคุณสมบัติสำคัญที่คอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว ซึ่งหากมิได้มีการกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น จะถือว่าผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตที่อายุ 28 วันเป็นเกณฑ์การทดสอบทำการหล่อก้อนตัวอย่างคอนกรีตมาตรฐานแบ่งออกเป็น 2 มาตรฐาน คือ

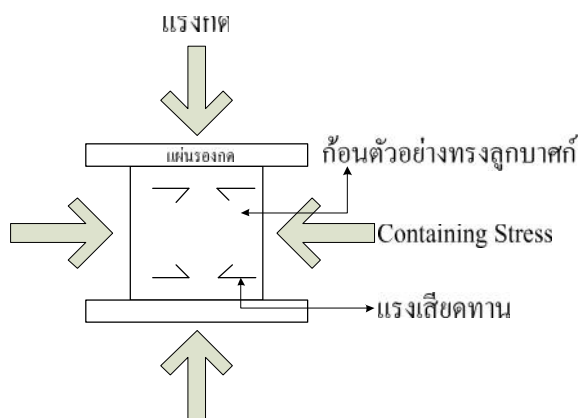
1. รูปทรงลูกบาศก์ ตามมาตรฐานอังกฤษ BS 1881: Part 3 ขนาดที่ใช้คือ 15×15×15 ซม.

2. รูปทรงกระบอก ตามมาตรฐานอเมริกัน ASTM C 192 ขนาดที่ใช้คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 30 ซม.

กำลังอัดของคอนกรีตทั้ง 2 รูปทรงนี้ จะให้ค่ากำลังอัดที่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่าจะใช้ส่วนผสมเดียวกันทำการบ่มภายใต้สภาวะเดียวกันและทดสอบที่อายุเท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจาก

1. องค์ประกอบเรื่องความชะลูด กล่าวคือ รูปทรงกระบอกมีสัดส่วนความสูงต่อความกว้าง (Slenderness Ratio) มากกว่ารูปทรงลูกบาศก์ ซึ่งอัตราส่วนความชะลูดดังกล่าว ส่งผลให้กำลังอัดรูปทรงกระบอกต่ำกว่ารูปทรงลูกบาศก์

2. ขณะที่กดก้อนตัวอย่าง ก้อนตัวอย่างจะแตกออกด้านข้าง ทำให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างผิวของก้อนตัวอย่างกับแผ่นรองกด แรงเสียดทานดังกล่าว จะก่อให้เกิดแรงต้านทานต่อการแตกด้านข้างของก้อนตัวอย่างที่เรียกว่า Confining Stress ดังรูปที่ ก.1 โดยค่า Confining Stress นี้จะมีค่ามากถ้าผิวสัมผัสของก้อนตัวอย่างกับเครื่องกดมีค่ามาก ดังนั้นผลการทดสอบกำลังอัดรูปทรงลูกบาศก์ จึงมีค่า Confining Stress สูงกว่ารูปทรงกระบอก Materials Testing Laboratory 158



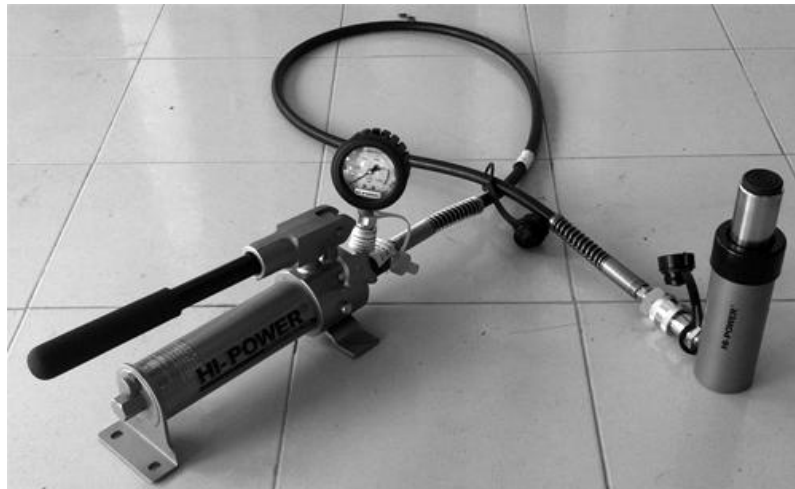
รูปที่ ก.1 ลักษณะแรงต้านต่อการแตกด้านข้าง (Confining Stress)



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี







## 2.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อทราบถึงพฤติกรรมกำลังรับแรงกดอัดในแนวแกน กำลังรับแรงกดอัดในแนวแกน ลักษณะการวิบัติภายใต้ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัยซึ่งได้แก่ อัตราส่วนความชะลูดของผนัง การก่อ การฉาบ

## 2.2 มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

มาตรฐาน ASTM E447-92b

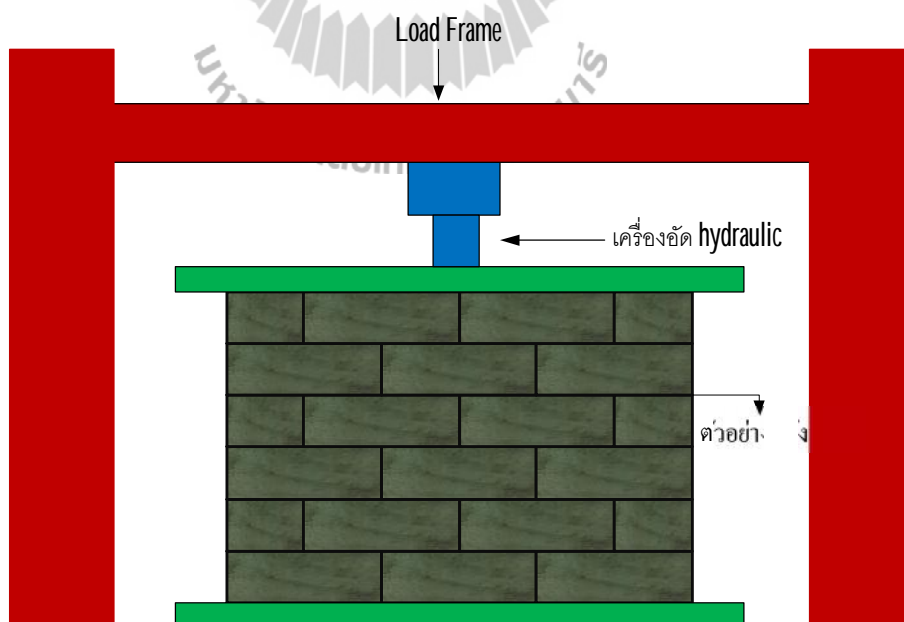
## 2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1. ชุดแทนเหล็ก loading frame ติดตั้งเครื่องอัด hydraulic
2. เครื่องอัด hydraulic ยี่ห้อ ENERPACTM

## 2.4

วิธีการทดสอบกำลังรับแรงกดอัดของผนังคอนกรีตมวลเบาที่หล่อในที่และผนังอิฐมวลเบาแบบ CLC และ AAC มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำผนังตัวอย่างที่ได้ทำการก่อสร้างตามข้อที่ 3.4.2 เข้ากับ loading frame โดยมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ โดยวางแผ่นเหล็กรับแรงแบกทานขนาด 150 x 150 x 15 มิลลิเมตรที่ตำแหน่งหัวกดทดสอบเพื่อเป็นการกระจายแรงกดอัดให้สม่ำเสมอ ตามรูปที่ ก.7



รูปที่ ก.7 การติดตั้งเครื่องอัดเข้ากับ loading frame



2. ให้แรงกด จนกระทั่งมีรอยแตกของผนัง พร้อมทำเครื่องหมายการแตกร้าวแล้วอ่านค่าแรง ณ จุดที่เกิดการแตกร้าว ทำไปจึงกระทั่งผนังเกิดการวิบัติโดยค่าของแรงมีค่าลดลง บันทึกผลการทดลอง

### 3. การทดสอบการถ่ายเทความร้อนของผนังอิฐมวลเบาและผนังหล่อในที่ เซลลูล่า (HEAT TRANSFER TEST OF CAST IN PLACE BY CELLULAR LIGHT WEIGHT)

การถ่ายเทความร้อน โดยทั่วไปมี 3 แบบ

#### 1. การถ่ายเทความร้อนแบบการนำ (Heat Transfer by Conduction)

เป็นการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านตัวกลาง เช่น การถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง หรือกำแพง เป็นต้น ซึ่งความร้อนจะไหลออกจากที่ ๆ มีอุณหภูมิสูงไปยังที่ ๆ มีอุณหภูมิต่ำกว่าโดยค่าสภาพการนำความร้อนของวัสดุต่าง ๆ ได้แสดงในตารางที่ 2.9

#### 2. การถ่ายเทความร้อนแบบการพา (Heat Transfer by Convection)

เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยความร้อนนั้นถูกพาไปโดยตัวกลาง เช่น ภายในอาคาร ความร้อนจะผ่านผนังเข้ามาโดยการนำจากผิวผนังด้านในจะร้อนขึ้นทำให้อากาศรอบ ๆ กำแพงด้านในร้อนขึ้นแล้วลอยตัวสูงขึ้น จะหมุนเวียนกับอากาศตรงกลางห้องซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าจะเกิดการถ่ายเทความร้อนแบบการพา ถ้าเราไม่ติดเครื่องปรับอากาศในที่สุดห้องจะร้อน

#### 3. การถ่ายเทความร้อนแบบการแผ่รังสี (Heat Transfer by Radiation)

เป็นการถ่ายเทความร้อนแบบที่ไม่ต้องผ่านตัวกลางใด ๆ ทั้งสิ้น เช่น ความร้อนจากดวงอาทิตย์มายังโลกโดยผ่านสุญญากาศ ความร้อนที่ได้รับมาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์

### 3.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

เปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนจากอุณหภูมิภายนอกเข้าสู่ภายในจากบ้านตัวอย่างของผนังอิฐมวลเบาและผนังหล่อในที่

### 3.2 มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

มาตรฐานอ้างอิงงานวิจัย Soon-Ching Ng, Kaw-Sai Low (2011)

### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1. เครื่อง Digital thermometer เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการอ่านค่าอุณหภูมิของบ้านตัวอย่างที่ทำการทดลองแต่ละหลัง ตามรูปที่ ก.8

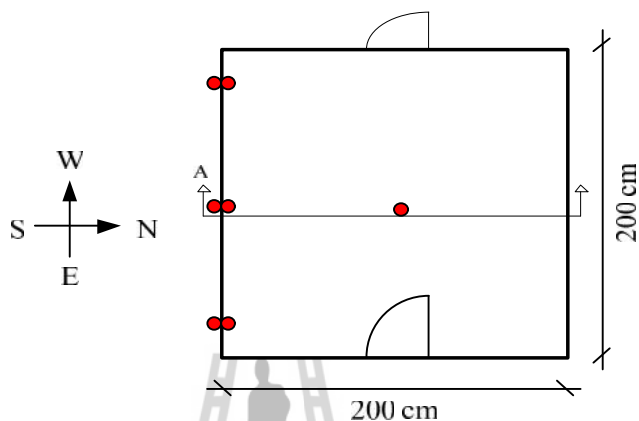


DE-3003

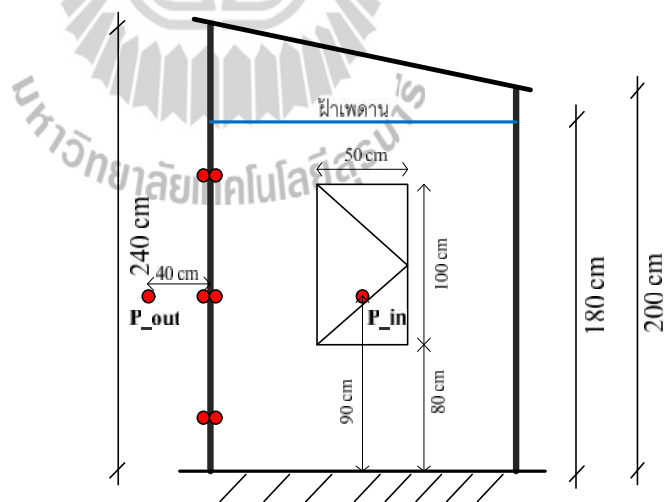
DE-3004



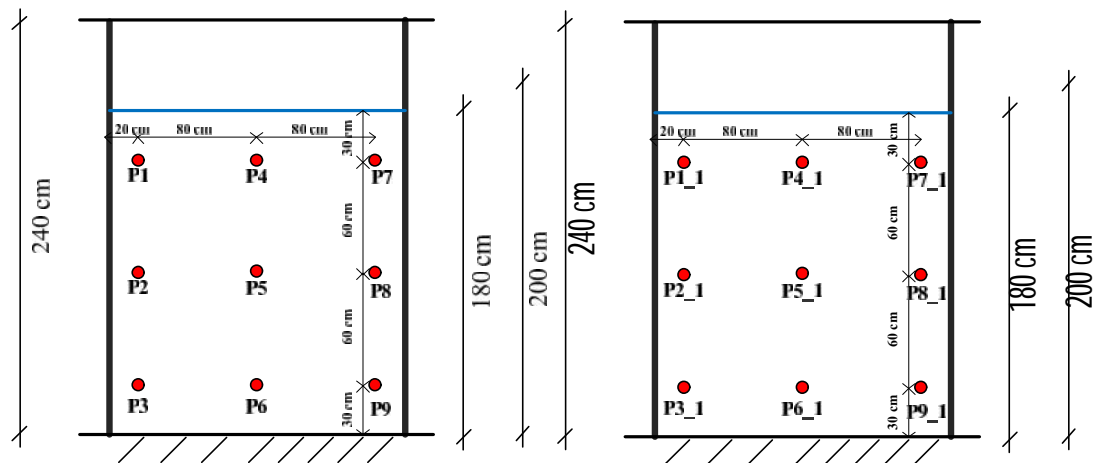
1. ก่อสร้างบ้านตัวอย่างโดยจำลองบ้านซึ่งย่อมาตราส่วนเล็กกว่าบ้านพักอาศัยของจริง ประมาณ 20% มีขนาดพื้นที่ห้อง  $2 \times 2 \text{ m}^2$  จำนวน 3 หลัง ผิวผนังฉาบปูนเรียบหนา 2 mm ทั้งภายนอกและภายใน มีประตูทางเข้า 1 บาน หน้าต่างบานเปิดเดี่ยว 1 บาน หลังคามุงด้วย กระเบื้องลอนคู่ตามท้องตลาด ภายในห้องติดตั้งฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 mm โครงเคร่าแขวนที่บาร์ ตามรูปที่ ก.10-ก.12



รูปที่ ก.10 แพลนตัวอย่างบ้านจำลอง



รูปที่ ก.11 รูปตัด A ตัวอย่างบ้านจำลอง



ก.ตำแหน่งวัดอุณหภูมิด้านนอก

ข.ตำแหน่งวัดอุณหภูมิด้านใน

รูปที่ ก.12 ด้านนอก-ใน ตัวอย่างบ้านจำลองและตำแหน่งวัดอุณหภูมิ P1-P27

## 2.การวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ดังนี้

1. ผิวผนังภายนอกตัวอย่างบ้านจำลอง ณ ตำแหน่ง P1-P27
2. ผิวผนังภายในตัวอย่างบ้านจำลอง ณ ตำแหน่ง P1\_1-P27\_1
3. ภายในตัวอย่างบ้านจำลอง ณ ตำแหน่ง P\_in
4. ภายนอกตัวอย่างบ้านจำลอง ณ ตำแหน่ง P\_out

3.การบันทึกข้อมูล โดยการวัดอุณหภูมิแล้วอ่านค่าแต่ละตำแหน่งตามข้อ 2 ทำการวัดอุณหภูมิทุก ๆ ชั่วโมง ตลอด 15 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08:00 น. ไปจนถึง 24:00 น. ของวัน ทำซ้ำเป็นจำนวน 1 อาทิตย์ พร้อมบันทึกผลอุณหภูมิ ทั้ง 3 ตัวอย่างบ้านจำลอง

4. .2601-2556

### มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

#### 1.ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดรายละเอียดของคอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเติมฟองอากาศสำหรับผนังที่ออกแบบไม่รับน้ำหนัก

## 2.

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ดังต่อไปนี้

2.1 คอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเดิมฟองอากาศ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “คอนกรีตบล็อกมวลเบา” หมายถึง คอนกรีตบล็อกที่มีมวลเบากว่าคอนกรีตบล็อกที่มีขนาดเดียวกัน มีฟองอากาศเล็กๆ แทรกกระจายใน เนื้อคอนกรีตอย่างสม่ำเสมอ ฟองอากาศเกิดจากการใช้ สารก่อฟอง ที่ขอบด้านข้างอาจทำเป็นร่อง ผิวหน้าอาจทำเป็นผิวรอยหวี หรือผิวร่องเหมาะสำหรับ ใช้ก่อผนัง

2.2 ผิวรอยหวี (Combed finish) หมายถึง ผิวหน้าของคอนกรีตมวลเบาซึ่งทำเป็นรอยขูดหรือแนวที่ค่อนข้างขนานกัน

2.3 ผิวร่อง (Scared finish) หมายถึง ผิวหน้าของคอนกรีตมวลเบาซึ่งทำเป็นร่อง

## 3.

3.1 คอนกรีตบล็อกมวลเบาแบ่งตามความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้งออกเป็น 8 ชนิด ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชนิดของคอนกรีตบล็อกมวลเบา(ข้อ3.1)

| ชนิด | ความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้งเฉลี่ย ( $\text{kg/m}^3$ ) |
|------|--|
| C6   | 501 ถึง 600  |
| C7   | 601 ถึง 700  |
| C8   | 701 ถึง 800  |
| C9   | 801 ถึง 900  |
| C10  | 901 ถึง 1 000  |
| C12  | 1 001 ถึง 1 200  |
| C14  | 1 201 ถึง 1 400  |
| C16  | 1 401 ถึง 1 600  |

## 4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

ขนาดของคอนกรีตบล็อกมวลเบาให้เป็นไปตามตารางที่ 2 โดยความสูงคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน  $\pm 4$  mm ความยาวคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน  $\pm 5$  mm และความหนาคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน  $\pm 3$  mm การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.1

ตารางที่ 2 ขนาดของคอนกรีตบล็อกมวลเบา (ข้อ 4.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

| ความสูง | ความยาว | ความหนา                             |
|---------|---------|-------------------------------------|
| 200     | 300     | ให้เป็นไปตามที่ผู้ทำระบุนิว้ที่ฉลาก |
|         | 400     |                                     |
|         | 500     |                                     |
|         | 600     |                                     |

## 5.

### 5.1 วัสดุ

5.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตาม มอก.15 เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ

5.1.2 มวลผสมต้องเป็นวัสดุซิลิกา หรือทรายควอตซ์ หรือตะกรันจากเตาถลุงแบบฟ่นลม หรือเถ้าถ่านหินหรือวัสดุอื่นใดที่ไม่มีสาร เช่น โคลน ฝุ่น สารอินทรีย์ ในปริมาณที่อาจเป็นผลเสียต่อคุณภาพของคอนกรีตบล็อกมวลเบา

5.1.3 สารก่อฟอง ต้องเป็นวัสดุทำให้เกิดฟองอากาศที่มีความเสถียร และควบคุมเวลาแข็งตัว โดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของคอนกรีตบล็อกมวลเบา

5.1.4 สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต (ถ้ามี)ต้องเป็นสารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต ตาม มอก.733

### 5.2 การทำ

คอนกรีตบล็อกมวลเบาต้องทำโดยผสมส่วนผสมตามที่ระบุในข้อ 5.1.1 และข้อ 5.1.2 เข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอจากนั้นเติมน้ำจำนวนที่เหมาะสม สารก่อฟอง และสารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต (ถ้ามี)ให้มีฟองอากาศกระจายอย่างสม่ำเสมอ แล้วเทลงในแบบ

## 6. คุณลักษณะที่ต้องการ

### 6.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องไม่แตก ไม่ร้าว ไม่บิดเบี้ยว ไม่แอ่นตัว และไม่มีตำหนิที่เป็นผลเสียต่อการใช้งาน การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

#### 6.2 ความหนาแน่นเชิงปริมาตร

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.2 แล้ว คอนกรีตบล็อกมวลเบาต้องมีความหนาแน่นเชิงปริมาตรเฉลี่ยตามตารางที่ 1 โดยคอนกรีตบล็อกมวลเบาแต่ละก้อนจะมีค่าแตกต่างจากที่กำหนดไม่เกิน  $\pm 50 \text{ kg/m}^3$

#### 6.3 ความต้านแรงอัด

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.3 แล้ว คอนกรีตบล็อกมวลเบาต้องมีความต้านแรงอัดที่อายุ 28d เป็นไปตาม ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกมวลเบา (ข้อ 6.3)

| ชนิด | ความต้านแรงอัด ไม่น้อยกว่า<br>MP (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|--|
| C6   |  |
| C7   | 2.0 (20.4)   |
| C8   |  |
| C9   |  |
| C10  | 2.5 (25.5)   |
| C12  |  |
| C14  | 5.0 (51.0)   |
| C16  |  |

#### 6.4 อัตราการดูดซึมน้ำ

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.4 แล้ว อัตราการดูดซึมน้ำต้องเป็นไปตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 อัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบดล็อกมวลเบา (ข้อ6.4)

| ชนิด | อัตราการดูดซึมน้ำ ไม่มากกว่า<br>% (เศษส่วนโดยมวล) |
|------|---|
| C6   | 25  |
| C7   |   |
| C8   |   |
| C9   | 23  |
| C10  |   |
| C12  |   |
| C14  | 20  |
| C16  |   |

## 7.

7.1 เมื่อจะนำคอนกรีตบดล็อกมวลเบาออกจำหน่าย ผู้ทำต้องจัดเรียงคอนกรีตบดล็อกมวลเบาบนแผงรองรับที่ เหมาะสม มีการป้องกันขอบไม่ให้แตกบิ่นเสียหายต่อการใช้งานทั้งในการเก็บรักษาและขนส่ง

## 8.

8.1 ที่คอนกรีตบดล็อกมวลเบาทุกๆ 50 ก้อน อย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย และชัดเจน

- 1) ชนิด
- 2) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

8.2 ที่ภาชนะบรรจุคอนกรีตบดล็อกมวลเบา อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้

- 1) ชนิด
- 2) ความยาว ความกว้าง ความหนา เป็นมิลลิเมตร
- 3) เดือน ปีที่ทำ
- 4) จำนวนที่บรรจุในหีบห่อ



5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

8.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศด้วย ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

## 10. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

### 10.1 ขนาด

#### 10.1.1 เครื่องมือ

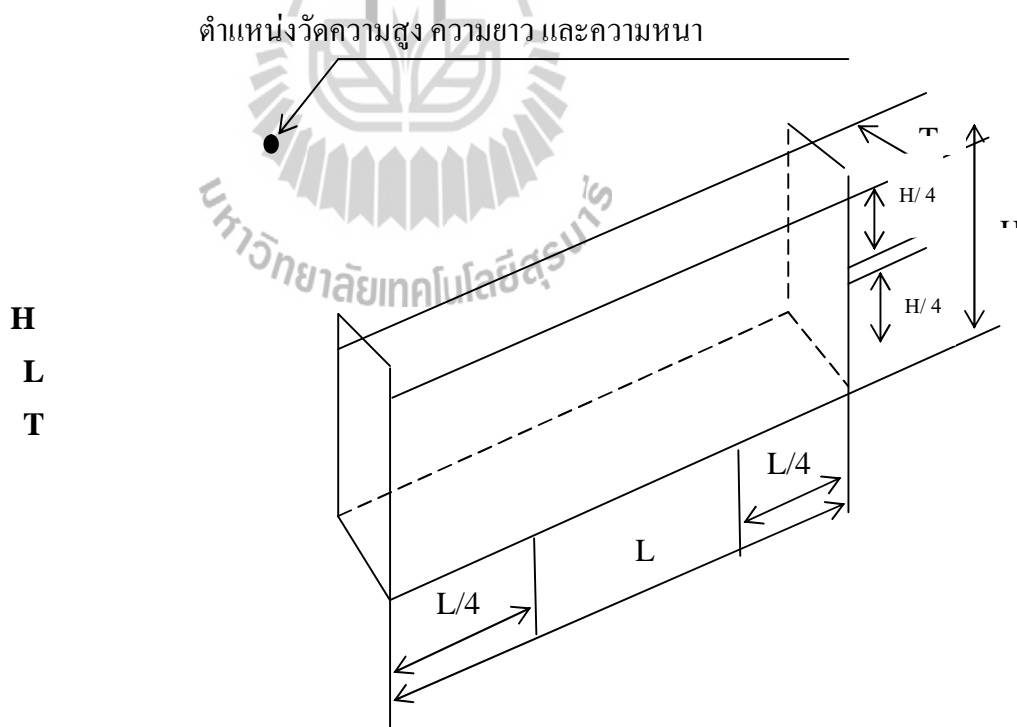
10.1.1.1 เครื่องวัดที่วัดละเอียดถึง 1 mm

10.1.1.2 เวอร์เนียที่วัดได้ถึง 200 mm

#### 10.1.2 วิธีทดสอบ

##### 10.1.2.1 ความกว้างและความยาว

ใช้เครื่องวัดตามข้อ 10.1.1.1 วัดความกว้างและความยาวของตัวอย่าง โดยวัดที่ตำแหน่งห่างจากขอบเป็นระยะหนึ่งในสี่ของด้านนั้น ๆ ดังรูปที่ 1



### 10.1.2.2 ความหนา

ใช้เวอร์เนียวัดความหนาของตัวอย่างที่ตำแหน่งห่างจากขอบด้านยาวของตัวอย่างเป็นระยะหนึ่งในสี่ของความยาว คูณรูปที่ 1

### 10.1.3 การรายงานผล

ให้รายงาน ค่าความสูง ความยาว และความหนาของตัวอย่างแต่ละก้อน

## 10.2 ความหนาแน่นเชิงปริมาตร

### 10.2.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

หล่อชิ้นทดสอบให้มีขนาด 150 mm x 150 mm x 150 mm โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน  $\pm 1$ mm

### 10.2.2 เครื่องมือ

10.2.2.1 เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1mm

10.2.2.2 เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1 g

10.2.2.3 ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่  $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$

### 10.2.3 วิธีทดสอบ

ให้วัดปริมาตรและชั่งน้ำหนักของชิ้นทดสอบหลังอบในตู้อบที่อุณหภูมิ  $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 24h

### 10.2.4 การรายงานผล

ให้รายงานค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้งของชิ้นทดสอบแต่ละค่าและค่าเฉลี่ยจากสูตร

$$p = \frac{m}{v}$$

เมื่อ  $p$  คือ ความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้ง เป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

$m$  คือ มวลของชิ้นทดสอบหลังอบในตู้อบ เป็นกิโลกรัม

$v$  คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ เป็นลูกบาศก์เมตร

## 10.3 ความต้านแรงอัด

### 10.3.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

หล่อชิ้นทดสอบให้มีขนาด 150 mm x 150 mm x 150 mm โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน  $\pm 1$ mm

### 10.3.2 เครื่องมือ

10.3.2.1 เครื่องวัดได้ละเอียดถึง 1 mm

10.3.2.2 เครื่องกดที่อ่านได้ละเอียดถึง 100N และสามารถควบคุมอัตราเพิ่มแรงอัดได้ระหว่าง 0.05 ถึง 0.20N/mm<sup>2</sup>/s

### 10.3.3 วิธีทดสอบ

10.3.3.1 ให้กดขึ้นทดสอบด้วยวิธีตามที่ระบุใน มอก.109 จนได้ค่าแรงอัดสูงสุดเมื่อขึ้นทดสอบแตกเสียหาย

## 10.4 อัตราการดูดซึมน้ำ

### 10.4.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

หล่อชิ้นทดสอบให้มีขนาด 150mm x 150mm x 150mm โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน  $\pm 1$ mm

### 10.4.2 เครื่องมือ

10.4.2.1 เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1mm

10.4.2.2 เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1g

10.4.2.3 ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่  $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$

### 10.4.3 วิธีทดสอบ

10.4.3.1 อบชิ้นทดสอบในตู้อบให้แห้งจนได้มวลคงที่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24h ที่อุณหภูมิ  $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$  ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4h

10.4.3.2 แช่ชิ้นทดสอบตามข้อ 10.4.3.1 ในน้ำสะอาดให้ท่วมเป็นเวลา 24h แล้วยกออก ใช้ผ้าชุมน้ำเช็ด ที่ผิวที่ละก้อนแล้วชั่งใหม่ให้เสร็จภายใน 3 min มวลที่ชั่งได้นี้ถือเป็นมวลชิ้นทดสอบเมื่อเปียก กรณีชิ้นทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 4 ให้ทำการทดสอบซ้ำตั้งแต่ 10.4.3.1 โดยใช้ชิ้นทดสอบเดิมกับน้ำกลั่นอีก 1 ครั้ง

### 10.4.4 วิธีคำนวณและการรายงานผล

#### 10.4.4.1 การคำนวณหาอัตราการดูดซึมน้ำ

$$A = \frac{(m_2 - m_1) \times 100}{m_1}$$

เมื่อ A คือ อัตราการดูดซึมน้ำ เป็นร้อยละ (เศษส่วนโดยมวล)

$m_1$  คือ มวลของชิ้นทดสอบเมื่อแห้ง เป็นกรัม

$m_2$  คือ มวลของชิ้นทดสอบเมื่อเปียก เป็นกรัม

ตารางที่ ก.1 การออกแบบสัดส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ที่ 0.58 และความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.

Designation: ASTM C 796 - 97

|                                |         |             |     |           |             |
|--------------------------------|---------|-------------|-----|-----------|-------------|
| กำหนดอัตราส่วน ซีเมนต์ต่อทราย  | ซีเมนต์ | <u>1.00</u> | ต่อ | ทราย      | <u>2.00</u> |
| กำหนดอัตราส่วน ซีเมนต์ต่อน้ำ   | W/B     | 0.58        |     |           |             |
| กำหนดความหนาแน่นที่ต้องการ     |         | 800         |     | กก./ลบ.ม. |             |
| กำหนดความหนาแน่นของสารสร้างโฟม |         | 65          |     | กก./ลบ.ม. |             |
| อัตราน้ำยาSUT V2 ต่อน้ำ        | 1:      | 40          |     | ลิตร      |             |

วัสดุสำหรับผสมคอนกรีตมวลเบาแบบ CL

|         |        |        |      |        |         |
|---------|--------|--------|------|--------|---------|
| ซีเมนต์ | ถ.พ. = | 3.15   | ทราย | ถ.พ. = | 2.65    |
| ซีเมนต์ | =      | 266.5  | กก.  | ทราย   | = 533   |
| น้ำ     | =      | 154.57 | กก.  | อากาศ  | = 0.752 |
|         |        |        |      |        | ลบ.ม.   |

น้ำยาสร้างโฟม = 1.193 ลิตร

น้ำยาสร้างโฟมสุทธิ = 47.706 ลิตร

ปริมาณฟองโฟมหลังผสม = 48.9 กก.

เพราะฉะนั้นน้ำหนักของคอนกรีต = 954.07 กก.

ปริมาณของคอนกรีตทั้งหมด = 0.440 ลบ.ม.

ดังนั้นน้ำหนักของคอนกรีตสดต่อปริมาณ 1 ลิตร = 2.167 กก.

สรุปรายการคำนวณส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาแบบ CLC

| ปริมาตร | ซีเมนต์ | ทราย  | น้ำ   | โฟม   | นน. เปียก                      | นน. แห้ง |
|---------|---------|-------|-------|-------|--------------------------------|----------|
| 1       | 266.5   | 533   | 104   | 1.193 | 952.88                         | 799.50   |
| 0.16    | 42.64   | 85.28 | 16.72 | 0.191 | 0.953                          | 0.800    |
| ลบ.ม.   | กก.     | กก.   | ลิตร  | ลิตร  | น้ำหนักต่อปริมาตร<br>กก./ลบ.ม. |          |

\* ปริมาณคอนกรีต 0.16 ลบ.ม. สามารถเทใส่ในแบบหล่อตามรูปที่ 3.5 ในการผลิตอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่า ได้จำนวน 16 ก้อนต่อ 1 แบบหล่อ

ตารางที่ ก.2 การออกแบบสัดส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า อัตราส่วนน้ำต่อ

ซีเมนต์ ที่ 0.58 และความหนาแน่น 900 กก./ลบ.ม.

Designation: ASTM C 796 - 97

|                                   |         |      |     |           |      |
|-----------------------------------|---------|------|-----|-----------|------|
| กำหนดอัตราส่วน ซีเมนต์ต่อทราย     | ซีเมนต์ | 1.00 | ต่อ | ทราย      | 2.00 |
| กำหนดอัตราส่วน ซีเมนต์ต่อน้ำ      | W/B     | 0.58 |     |           |      |
| กำหนดความหนาแน่นที่ต้องการ        |         | 900  |     | กก./ลบ.ม. |      |
| กำหนดความหนาแน่นของสารสร้างฟองโฟม |         | 65   |     | กก./ลบ.ม. |      |
| อัตราน้ำยา SUT V2 ต่อน้ำ          | 1:      | 40   |     | ลิตร      |      |

วัสดุสำหรับผสมคอนกรีตมวลเบาแบบ CLC

|         |        |      |      |        |      |       |       |
|---------|--------|------|------|--------|------|-------|-------|
| ซีเมนต์ | ถ.พ. = | 3.15 | ทราย | ถ.พ. = | 2.65 |       |       |
| ซีเมนต์ | =      | 300  | กก.  | ทราย   | =    | 600   | กก.   |
| น้ำ     | =      | 174  | กก.  | อากาศ  | =    | 0.698 | ลบ.ม. |

น้ำยาสร้างโฟม = 1.106 ลิตร

น้ำยาสร้างโฟมสุทธิ = 44.243 ลิตร

ปริมาณฟองโฟมหลังผสม = 45.3 กก.

เพราะฉะนั้นน้ำหนักของคอนกรีต

ทั้งหมด = 1074.00 กก.

ปริมาณของคอนกรีตทั้งหมด 0.496 ลบ.ม.

ดังนั้นน้ำหนักของคอนกรีตสดต่อปริมาณ 1 ลิตร = 2.167 กก.

สรุปรายการคำนวณส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาแบบ CLC

| ปริมาตร | ซีเมนต์ | ทราย  | น้ำ   | โฟม   | นน. เปียก                  | นน. แห้ง |
|---------|---------|-------|-------|-------|----------------------------|----------|
| 1       | 300     | 600   | 128   | 1.106 | 1072.89                    | 900.00   |
| 0.16    | 48.00   | 96.00 | 20.41 | 0.177 | 1.073                      | 0.900    |
| ลบ.ม.   | กก.     | กก.   | ลิตร  | ลิตร  | น้ำหนักต่อปริมาตรกก./ลบ.ม. |          |

\* ปริมาณคอนกรีต 0.16 ลบ.ม. สามารถเทได้ในแบบหล่อตามรูปที่ 3.5 ในการผลิตอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่า ได้จำนวน 16 ก้อนต่อ 1 แบบหล่อ

ตารางที่ ก.3 การออกแบบสัดส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ที่ 0.58 และความหนาแน่น 1000 กก./ลบ.ม.

Designation: ASTM C 796 - 97

|                                |         |             |     |           |             |
|--------------------------------|---------|-------------|-----|-----------|-------------|
| กำหนดอัตราส่วน ซีเมนต์ต่อทราย  | ซีเมนต์ | <u>1.00</u> | ต่อ | ทราย      | <u>2.00</u> |
| กำหนดอัตราส่วน ซีเมนต์ต่อน้ำ   | W/B     | 0.58        |     |           |             |
| กำหนดความหนาแน่นที่ต้องการ     |         | 1000        |     | กก./ลบ.ม. |             |
| กำหนดความหนาแน่นของสารสร้างโฟม |         | 65          |     | กก./ลบ.ม. |             |
| อัตราน้ำยาSUT V2 ต่อน้ำ        | 1:      | 40          |     | ลิตร      |             |

วัสดุสำหรับผสมคอนกรีตมวลเบาแบบ CLC

|         |        |          |      |        |          |
|---------|--------|----------|------|--------|----------|
| ซีเมนต์ | ถ.พ. = | 3.15     | ทราย | ถ.พ. = | 2.65     |
| ซีเมนต์ | =      | 333.26   | กก.  | ทราย   | = 666.51 |
| น้ำ     | =      | 193.2879 | กก.  | อากาศ  | = 0.642  |
|         |        |          |      |        | ลบ.ม.    |

น้ำยาสร้างโฟม = 1.019 ลิตร

น้ำยาสร้างโฟมสุทธิ = 40.741 ลิตร

ปริมาณฟองโฟมหลังผสม = 41.8 กก.

เพราะฉะนั้นน้ำหนักของคอนกรีต = 1193.05 กก.

ปริมาณของคอนกรีตทั้งหมด = 0.551 ลบ.ม.

ดังนั้นน้ำหนักของคอนกรีตต่อปริมาณ 1 ลิตร = 2.167 กก.

สรุปรายการคำนวณส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาแบบ CLC

| ปริมาตร | ซีเมนต์ | ทราย   | น้ำ   | โฟม   | นน. เปียก                      | นน. แห้ง      |
|---------|---------|--------|-------|-------|--------------------------------|---------------|
| 1       | 333.255 | 666.51 | 151   | 1.019 | <u>1192.03</u>                 | <u>999.77</u> |
| 0.16    | 53.32   | 106.64 | 24.08 | 0.163 | <u>1.192</u>                   | <u>1.000</u>  |
| ลบ.ม.   | กก.     | กก.    | ลิตร  | ลิตร  | น้ำหนักต่อปริมาตร<br>กก./ลบ.ม. |               |

\* ปริมาณคอนกรีต 0.16 ลบ.ม. สามารถเทใส่ในแบบหล่อตามรูปที่ 3.5 ในการผลิตอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่า ได้จำนวน 16 ก้อนต่อ 1 แบบหล่อ

ตารางที่ ก.4 การออกแบบสัดส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ที่ 0.58 และความหนาแน่น 1200 กก./ลบ.ม.

Designation: ASTM C 796 - 97

|                                |         |             |     |           |             |
|--------------------------------|---------|-------------|-----|-----------|-------------|
| กำหนดอัตราส่วน ซีเมนต์ต่อทราย  | ซีเมนต์ | <u>1.00</u> | ต่อ | ทราย      | <u>2.00</u> |
| กำหนดอัตราส่วน ซีเมนต์ต่อน้ำ   | W/B     | 0.58        |     |           |             |
| กำหนดความหนาแน่นที่ต้องการ     |         | 1200        |     | กก./ลบ.ม. |             |
| กำหนดความหนาแน่นของสารสร้างโฟม |         | 65          |     | กก./ลบ.ม. |             |
| อัตราน้ำยาSUT V2 ต่อน้ำ        | 1:      | 40          |     | ลิตร      |             |

วัสดุสำหรับผสมคอนกรีตมวลเบาแบบ CLC

|         |        |      |      |        |         |
|---------|--------|------|------|--------|---------|
| ซีเมนต์ | ถ.พ. = | 3.15 | ทราย | ถ.พ. = | 2.65    |
| ซีเมนต์ | =      | 400  | กก.  | ทราย   | = 800   |
| น้ำ     | =      | 232  | กก.  | อากาศ  | = 0.532 |
|         |        |      |      |        | ลบ.ม.   |

น้ำยาสร้างโฟม = 0.844 ลิตร

น้ำยาสร้างโฟมสุทธิ = 33.766 ลิตร

ปริมาณฟองโฟมหลังผสม = 34.6 กก.

เพราะฉะนั้นน้ำหนักคอนกรีต = 1432.00 กก.

ปริมาณของคอนกรีตทั้งหมด = 0.661 ลบ.ม.

ดังนั้นน้ำหนักของคอนกรีตสดต่อปริมาณ 1 ลิตร = 2.167 กก.

สรุปรายการคำนวณส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาแบบ CLC

| ปริมาตร | ซีเมนต์ | ทราย   | น้ำ   | โฟม   | นน. เปียก                  | นน. แห้ง |
|---------|---------|--------|-------|-------|----------------------------|----------|
| 1       | 400     | 800    | 197   | 0.844 | 1431.16                    | 1200.00  |
| 0.16    | 64.00   | 128.00 | 31.45 | 0.135 | 1.431                      | 1.200    |
| ลบ.ม.   | กก.     | กก.    | ลิตร  | ลิตร  | น้ำหนักต่อปริมาตรกก./ลบ.ม. |          |

\* ปริมาณคอนกรีต 0.16 ลบ.ม. สามารถเทได้ในแบบหล่อตามรูปที่ 3.5 ในการผลิตอิฐมวลเบา แบบเซลลูล่า ได้จำนวน 16 ก้อนต่อ 1 แบบหล่อ

ตารางที่ ก.5 การออกแบบสัดส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ที่ 0.58 และความหนาแน่น 1400 กก./ลบ.ม.

Designation: ASTM C 796 - 97

|                                |         |             |     |           |             |
|--------------------------------|---------|-------------|-----|-----------|-------------|
| กำหนดอัตราส่วน ซีเมนต์ต่อทราย  | ซีเมนต์ | <u>1.00</u> | ต่อ | ทราย      | <u>2.00</u> |
| กำหนดอัตราส่วน ซีเมนต์ต่อน้ำ   | W/B     | 0.58        |     |           |             |
| กำหนดความหนาแน่นที่ต้องการ     |         | 1400        |     | กก./ลบ.ม. |             |
| กำหนดความหนาแน่นของสารสร้างโฟม |         | 65          |     | กก./ลบ.ม. |             |
| อัตราน้ำยาSUT V2 ต่อน้ำ        | 1:      | 40          |     | ลิตร      |             |

วัสดุสำหรับผสมคอนกรีตมวลเบาแบบ CLC

|         |        |         |      |        |      |       |       |
|---------|--------|---------|------|--------|------|-------|-------|
| ซีเมนต์ | ถ.พ. = | 3.15    | ทราย | ถ.พ. = | 2.65 |       |       |
| ซีเมนต์ | =      | 466.55  | กก.  | ทราย   | =    | 933.1 | กก.   |
| น้ำ     | =      | 270.599 | กก.  | อากาศ  | =    | 0.422 | ลบ.ม. |

น้ำยาสร้างโฟม = 0.669 ลิตร

น้ำยาสร้างโฟมสุทธิ = 26.774 ลิตร

ปริมาณโฟมหลังผสม = 27.4 กก.

เพราะฉะนั้นน้ำหนักของคอนกรีต = 1670.25 กก.

ปริมาณของคอนกรีตทั้งหมด = 0.771 ลบ.ม.

ดังนั้นน้ำหนักของคอนกรีตสดต่อปริมาณ 1 ลิตร = 2.167 กก.

สรุปรายการคำนวณส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาแบบ CLC

| ปริมาตร | ซีเมนต์ | ทราย   | น้ำ   | โฟม   | นน. เปียก                  | นน. แห้ง       |
|---------|---------|--------|-------|-------|----------------------------|----------------|
| 1       | 466.55  | 933.1  | 242   | 0.669 | <u>1669.58</u>             | <u>1399.65</u> |
| 0.16    | 74.65   | 149.30 | 38.80 | 0.107 | <u>1.670</u>               | <u>1.400</u>   |
| ลบ.ม.   | กก.     | กก.    | ลิตร  | ลิตร  | น้ำหนักต่อปริมาตรกก./ลบ.ม. |                |

\* ปริมาณคอนกรีต 0.16 ลบ.ม. สามารถเทได้ในแบบหล่อตามรูปที่ 3.5 ในการผลิตอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่า ได้จำนวน 16 ก้อนต่อ 1 แบบหล่อ



ตารางที่ ก.6 การออกแบบสัดส่วนผสมผนังหล่อในที่ของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า ที่ความหนา 7.5 ซม. อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ที่ 0.58 และความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.

Designation: ASTM C 796 - 97

|                                |         |             |     |           |             |
|--------------------------------|---------|-------------|-----|-----------|-------------|
| กำหนดอัตราส่วน ซีเมนต์ต่อทราย  | ซีเมนต์ | <u>1.00</u> | ต่อ | ทราย      | <u>2.00</u> |
| กำหนดอัตราส่วน ซีเมนต์ต่อน้ำ   | W/B     | 0.58        |     |           |             |
| กำหนดความหนาแน่นที่ต้องการ     |         | 800         |     | กก./ลบ.ม. |             |
| กำหนดความหนาแน่นของสารสร้างโฟม |         | 65          |     | กก./ลบ.ม. |             |
| อัตราน้ำยา SUT V2 ต่อน้ำ       | 1:      | 40          |     | ลิตร      |             |

วัสดุสำหรับผสมคอนกรีตมวลเบาแบบ CLC

|         |        |        |      |        |         |
|---------|--------|--------|------|--------|---------|
| ซีเมนต์ | ถ.พ. = | 3.15   | ทราย | ถ.พ. = | 2.65    |
| ซีเมนต์ | =      | 266.5  | กก.  | ทราย   | = 533   |
| น้ำ     | =      | 154.57 | กก.  | อากาศ  | = 0.752 |

น้ำยาสร้างโฟม = 1.193 ลิตร

น้ำยาสร้างโฟมสุทธิ = 47.706 ลิตร

ปริมาณโฟมหลังผสม = 48.9 กก.

เพราะฉะนั้นน้ำหนักของคอนกรีต = 954.07 กก.

ปริมาณของคอนกรีตทั้งหมด = 0.440 ลบ.ม.

ดังนั้นน้ำหนักของคอนกรีตสดต่อปริมาณ 1 ลิตร = 2.167 กก.

สรุปรายการคำนวณส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาแบบ CLC

| ปริมาตร | ซีเมนต์ | ทราย   | น้ำ   | โฟม   | นน. เปียก                  | นน. แห้ง      |
|---------|---------|--------|-------|-------|----------------------------|---------------|
| 1       | 266.5   | 533    | 104   | 1.193 | <u>952.88</u>              | <u>799.50</u> |
| 0.19    | 50.64   | 101.27 | 19.85 | 0.227 | <u>0.953</u>               | <u>0.800</u>  |
| ลบ.ม.   | กก.     | กก.    | ลิตร  | ลิตร  | น้ำหนักต่อปริมาตรกก./ลบ.ม. |               |

\* ปริมาณคอนกรีต 0.19 ลบ.ม. สามารถเทใส่ในแบบหล่อตามรูปที่ 3.6 ในการผลิตผนัง ที่ความหนาที่ 7.5 เซนติเมตร ได้จำนวน 2.16 ตารางเมตร ต่อ 1 แบบหล่อ



ตารางที่ ข.1 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ระยะเวลา 7 วัน

ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 15 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 17/08/57 อายุ 7 วัน

| ที่  | นน.ก่อน<br>ทดสอบ<br>(กิโลกรัม) | ขนาดตัวอย่าง (เมตร) |      |      | ความ<br>หนาแน่น<br>กก./ลบ.ม. | แรงที่กด<br>(กิโลกรัม) | พื้นที่รับแรง<br>(ตาราง<br>เซนติเมตร) | กำลังอัด<br>(กก./ตร.ซม.) |
|--|--------------------------------|---------------------|------|------|------------------------------|------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
|  |                                | กว้าง               | ลึก  | สูง  |                              |                        |                                       |                          |
| 1  | 3.16                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 936.30                       | 1310                   | 225                                   | 5.82                     |
| 2  | 3.16                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 936.30                       | 1390                   | 225                                   | 6.18                     |
| 3  | 3.16                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 936.30                       | 1380                   | 225                                   | 6.13                     |
| ค่าเฉลี่ย (ที่ความหนาแน่นเปียก 951.68 กก./ลบ.ม)  |                                |                     |      |      | 702.22                       |                        |                                       | <b>6.04</b>              |
| 4  | 3.32                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 983.70                       | 2,290.00               | 225                                   | 10.18                    |
| 5  | 3.28                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 971.85                       | 2,190.00               | 225                                   | 9.73                     |
| 6  | 3.34                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 989.63                       | 2,600.00               | 225                                   | 11.56                    |
| ค่าเฉลี่ย (ที่ความหนาแน่นเปียก 1071.79 กก./ลบ.ม) |                                |                     |      |      | 736.30                       |                        |                                       | <b>10.49</b>             |
| 7  | 3.94                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1167.41                      | 5,280.00               | 225                                   | 23.47                    |
| 8  | 4.10                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1214.81                      | 5,480.00               | 225                                   | 24.36                    |
| 9  | 3.96                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1173.33                      | 5,420.00               | 225                                   | 24.09                    |
| ค่าเฉลี่ย (ที่ความหนาแน่นเปียก 1190.10 กก./ลบ.ม) |                                |                     |      |      | 888.89                       |                        |                                       | <b>23.97</b>             |
| 10   | 4.36                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1291.85                      | 6,660.00               | 225                                   | 29.60                    |
| 11   | 4.38                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1297.78                      | 7,220.00               | 225                                   | 32.09                    |
| 12   | 4.30                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1274.07                      | 7,640.00               | 225                                   | 33.96                    |
| ค่าเฉลี่ย (ที่ความหนาแน่นเปียก 1430.31 กก./ลบ.ม) |                                |                     |      |      | 965.93                       |                        |                                       | <b>31.88</b>             |
| 13   | 5.32                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1576.30                      | 17,700.00              | 225                                   | 78.67                    |
| 14   | 5.30                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1570.37                      | 17,210.00              | 225                                   | 76.49                    |
| 15   | 5.30                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1570.37                      | 17,730.00              | 225                                   | 78.80                    |
| ค่าเฉลี่ย (ที่ความหนาแน่นเปียก 1668.73 กก./ลบ.ม) |                                |                     |      |      | 1179.26                      |                        |                                       | <b>77.99</b>             |

ตารางที่ ข.2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ระยะเวลา 28 วัน

ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 15 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 17/08/57 อายุ 28 วัน

| ที่  | นน.ก่อน<br>ทดสอบ<br>(กิโลกรัม) | ขนาดตัวอย่าง (เมตร) |      |      | ความ<br>หนาแน่น<br>กก./ลบ.ม. | แรงที่กด<br>(กิโลกรัม) | พื้นที่รับแรง<br>(ตาราง<br>เซนติเมตร) | กำลังอัด<br>(กก./ตร.ซม.) |
|--|--------------------------------|---------------------|------|------|------------------------------|------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
|  |                                | กว้าง               | ลึก  | สูง  |                              |                        |                                       |                          |
| 1  | 3.14                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 930.37                       | 2,300.00               | 225                                   | 10.22                    |
| 2  | 3.14                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 930.37                       | 2,450.00               | 225                                   | 10.89                    |
| 3  | 3.14                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 930.37                       | 2,600.00               | 225                                   | 11.56                    |
| ค่าเฉลี่ย (ที่ความหนาแน่นเปียก 951.68 กก./ลบ.ม)  |                                |                     |      |      | 930.37                       |                        |                                       | <b>10.89</b>             |
| 4  | 3.26                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 965.93                       | 2,910.00               | 225                                   | 12.93                    |
| 5  | 3.30                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 977.78                       | 3,190.00               | 225                                   | 14.18                    |
| 6  | 3.36                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 995.56                       | 3,630.00               | 225                                   | 16.13                    |
| ค่าเฉลี่ย (ที่ความหนาแน่นเปียก 1071.79 กก./ลบ.ม) |                                |                     |      |      | 979.75                       |                        |                                       | <b>14.41</b>             |
| 7  | 3.84                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1137.78                      | 5,260.00               | 225                                   | 23.38                    |
| 8  | 3.88                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1149.63                      | 6,920.00               | 226                                   | 30.62                    |
| 9  | 4.04                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1197.04                      | 7,880.00               | 225                                   | 35.02                    |
| ค่าเฉลี่ย (ที่ความหนาแน่นเปียก 1190.10 กก./ลบ.ม) |                                |                     |      |      | 1161.48                      |                        |                                       | <b>29.67</b>             |
| 10   | 4.36                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1291.85                      | 7,570.00               | 225                                   | 33.64                    |
| 11   | 4.38                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1297.78                      | 7,810.00               | 225                                   | 34.71                    |
| 12   | 4.40                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1303.70                      | 8,450.00               | 226                                   | 37.39                    |
| ค่าเฉลี่ย (ที่ความหนาแน่นเปียก 1430.31 กก./ลบ.ม) |                                |                     |      |      | 1297.78                      |                        |                                       | <b>35.25</b>             |
| 13   | 5.30                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1570.37                      | 24,000.00              | 225                                   | 106.67                   |
| 14   | 5.32                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1576.30                      | 25,780.00              | 225                                   | 114.58                   |
| 15   | 5.32                           | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1576.30                      | 25,320.00              | 226                                   | 112.04                   |
| ค่าเฉลี่ย (ที่ความหนาแน่นเปียก 1668.73 กก./ลบ.ม) |                                |                     |      |      | 1574.32                      |                        |                                       | <b>111.09</b>            |

ตารางที่ ข.3 ผลการทดสอบความหนาแน่นแห้ง ที่ระยะเวลา 7 วัน

ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 15 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 14/08/57 อายุ 7 วัน

| ที่       | ความหนาแน่นเปียก<br>kg/m <sup>3</sup> | นน.ก่อนอบ<br>(กิโลกรัม) | ขนาดตัวอย่าง (เมตร) |      |      | นน.หลังอบ<br>(กิโลกรัม) | ความหนาแน่นแห้ง<br>kg/m <sup>3</sup> | หมายเหตุ          |
|-----------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------|------|------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------|
|           |                                       |                         | กว้าง               | ลึก  | สูง  |                         |                                      |                   |
| 1         | 952                                   | 3.2                     | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 2.74                    | 812                                  | หนาแน่นแห้ง       |
| 2         | 952                                   | 3.2                     | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 2.76                    | 818                                  | ไว้ที่ 800        |
| 3         | 952                                   | 3.22                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 2.78                    | 824                                  | kg/m <sup>3</sup> |
| ค่าเฉลี่ย |                                       |                         | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 2.76                    | <b>818</b>                           |                   |
| 4         | 1071                                  | 3.34                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 2.88                    | 853                                  | หนาแน่นแห้ง       |
| 5         | 1071                                  | 3.35                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 2.90                    | 859                                  | ไว้ที่ 900        |
| 6         | 1071                                  | 3.40                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 2.94                    | 871                                  | kg/m <sup>3</sup> |
| ค่าเฉลี่ย |                                       |                         | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 1.74                    | <b>861</b>                           |                   |
| 7         | 1190                                  | 4.10                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 3.66                    | 1084                                 | หนาแน่นแห้ง       |
| 8         | 1190                                  | 4.10                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 3.66                    | 1084                                 | ไว้ที่ 1000       |
| 9         | 1190                                  | 4.10                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 3.64                    | 1079                                 | kg/m <sup>3</sup> |
| ค่าเฉลี่ย |                                       |                         | 0.09                | 0.09 | 0.09 | 3.65                    | <b>1,082.47</b>                      |                   |
| 10        | 1430                                  | 4.40                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 4.12                    | 1221                                 | หนาแน่นแห้ง       |
| 11        | 1430                                  | 4.40                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 4.12                    | 1221                                 | ไว้ที่ 1200       |
| 12        | 1430                                  | 4.40                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 3.92                    | 1161                                 | kg/m <sup>3</sup> |
| ค่าเฉลี่ย |                                       |                         | 0.09                | 0.09 | 0.09 | 4.05                    | <b>1,200.99</b>                      |                   |
| 13        | 1668                                  | 5.02                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 4.84                    | 1434                                 | หนาแน่นแห้ง       |
| 14        | 1668                                  | 5.03                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 4.92                    | 1458                                 | ไว้ที่ 1400       |
| 15        | 1668                                  | 5.00                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 4.98                    | 1476                                 | kg/m <sup>3</sup> |
| ค่าเฉลี่ย |                                       |                         | 0.09                | 0.09 | 0.09 | 4.91                    | <b>1,455.80</b>                      |                   |

ตารางที่ ข.4 ผลการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ ที่ระยะเวลา 7 วัน

ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 15 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 14/08/57 อายุ 7 วัน

| ที่       | ความหนาแน่นเปียก<br>kg/m <sup>3</sup> | นน.ก่อนอบ<br>(กิโลกรัม) | ขนาดตัวอย่าง (เมตร) |      |      | นน.หลังอบ<br>(กิโลกรัม) | นน.หลังแช่น้ำ<br>24 ชม.(กิโลกรัม) | อัตราการดูดซึมน้ำ ร้อยละ |
|-----------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------|------|------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
|           |                                       |                         | กว้าง               | ลึก  | สูง  |                         |                                   |                          |
| 1         | 952                                   | 3.2                     | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 2.74                    | 3.25                              | 18.61                    |
| 2         | 952                                   | 3.2                     | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 2.76                    | 3.23                              | 17.03                    |
| 3         | 952                                   | 3.22                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 2.78                    | 3.25                              | 16.91                    |
| ค่าเฉลี่ย |                                       |                         | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 2.76                    | 3.24                              | 17.52                    |
| 4         | 1071                                  | 3.34                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 2.88                    | 3.35                              | 16.32                    |
| 5         | 1071                                  | 3.35                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 2.90                    | 3.40                              | 17.24                    |
| 6         | 1071                                  | 3.40                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 2.94                    | 3.40                              | 15.65                    |
| ค่าเฉลี่ย |                                       |                         | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 2.91                    | 3.38                              | 16.40                    |
| 7         | 1190                                  | 4.10                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 3.66                    | 4.16                              | 13.66                    |
| 8         | 1190                                  | 3.90                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 3.58                    | 4.14                              | 15.64                    |
| 9         | 1190                                  | 4.10                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 3.66                    | 4.14                              | 13.11                    |
| ค่าเฉลี่ย |                                       |                         | 0.09                | 0.09 | 0.09 | 3.63                    | 4.15                              | 14.14                    |
| 10        | 1430                                  | 4.40                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 4.12                    | 4.55                              | 10.44                    |
| 11        | 1430                                  | 4.40                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 4.05                    | 4.50                              | 11.11                    |
| 12        | 1430                                  | 4.50                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 4.16                    | 4.65                              | 11.78                    |
| ค่าเฉลี่ย |                                       |                         | 0.09                | 0.09 | 0.09 | 4.11                    | 4.57                              | 11.11                    |
| 13        | 1668                                  | 5.03                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 4.92                    | 5.45                              | 10.77                    |
| 14        | 1668                                  | 5.00                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 4.98                    | 5.50                              | 10.44                    |
| 15        | 1668                                  | 5.10                    | 0.15                | 0.15 | 0.15 | 4.90                    | 5.40                              | 10.20                    |
| ค่าเฉลี่ย |                                       |                         | 0.09                | 0.09 | 0.09 | 4.93                    | 5.45                              | 10.47                    |

ตารางที่ ข.5 ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง มาก่อเป็นผนัง

ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556

ข้อกำหนดของชั้นตัวอย่าง W/C = 0.58 อัตราส่วนซีเมนต์ต่อทราย 1:2

นำอิฐมวลเบาที่ทดสอบมาก่อผนังเป็น ผนังตัวอย่างที่ A1 ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม.

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 18 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 19/08/57 อายุ 7 วัน

| ที่    | นน.แห้ง<br>(กก.) | ขนาดตัวอย่าง (มิลลิเมตร) และตำแหน่งการวัดระยะ |         |        |          |          |         | ความหนาแน่น<br>แห้ง<br>กก./ลบ.ม. | หมายเหตุ |
|--------|------------------|---|---------|--------|----------|----------|---------|----------------------------------|----------|
|        |                  | สูง   |         | ยาว    |          | หนา      |         |                                  |          |
|        |                  | ซ้าย L/4                                      | ขวา L/4 | บน L/4 | ล่าง L/4 | ซ้าย L/4 | ขวา L/4 |                                  |          |
| 1      | 8.30             | 200   | 200     | 603    | 603      | 75       | 75      | 917.63                           |          |
| เฉลี่ย |                  | 200.00  |         | 603    |          | 75       |         |                                  |          |
| 2      | 8.35             | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 924.70                           |          |
| เฉลี่ย |                  | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 3      | 8.30             | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 919.16                           |          |
| เฉลี่ย |                  | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 4      | 8.35             | 200   | 200     | 600    | 600      | 75       | 75      | 927.78                           |          |
| เฉลี่ย |                  | 200.00  |         | 600    |          | 75       |         |                                  |          |
| 5      | 8.30             | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 919.16                           |          |
| เฉลี่ย |                  | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 6      | 8.35             | 200   | 200     | 601    | 601      | 75       | 75      | 926.23                           |          |
| เฉลี่ย |                  | 200.00  |         | 601    |          | 75       |         |                                  |          |
| 7      | 8.35             | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 924.70                           |          |
| เฉลี่ย |                  | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 8      | 8.35             | 200   | 200     | 600    | 600      | 75       | 75      | 927.78                           |          |
| เฉลี่ย |                  | 200.00  |         | 600    |          | 75       |         |                                  |          |
| 9      | 8.35             | 200   | 200     | 600    | 600      | 75       | 75      | 927.78                           |          |
| เฉลี่ย |                  | 200.00  |         | 600    |          | 75       |         |                                  |          |

ตารางที่ ข.5 ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง มาก่อเป็นผนัง

ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556

นำอิฐมวลเบาที่ทดสอบมาก่อผนังเป็น ผนังตัวอย่างที่ A1 ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม.

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 18 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 19/08/57 อายุ 7 วัน (ต่อ)

| ที่                                  | นน.แห้ง<br>(กก.) | ขนาดตัวอย่าง (มิลลิเมตร) และตำแหน่งการวัดระยะ |         |        |          |          |         | ความหนาแน่น<br>แห้ง<br>กก./ลบ.ม. | หมายเหตุ |
|--------------------------------------|------------------|---|---------|--------|----------|----------|---------|----------------------------------|----------|
|                                      |                  | สูง   |         | ยาว    |          | หนา      |         |                                  |          |
|                                      |                  | ซ้าย L/4                                      | ขวา L/4 | บน L/4 | ล่าง L/4 | ซ้าย L/4 | ขวา L/4 |                                  |          |
| 10                                   | 8.35             | 200   | 200     | 600    | 600      | 75       | 75      | 927.78                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 600    |          | 75       |         |                                  |          |
| 11                                   | 8.35             | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 924.70                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 12                                   | 8.45             | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 935.77                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 13                                   | 8.40             | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 930.23                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 14                                   | 8.40             | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 930.23                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 15                                   | 8.30             | 200   | 200     | 603    | 603      | 75       | 75      | 917.63                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 603    |          | 75       |         |                                  |          |
| 16                                   | 8.30             | 200   | 200     | 602    | 602      | 74       | 74      | 931.58                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 602    |          | 74       |         |                                  |          |
| 17                                   | 8.30             | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 919.16                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 18                                   | 8.35             | 200   | 200     | 600    | 600      | 75       | 75      | 927.78                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 600    |          | 75       |         |                                  |          |
| เฉลี่ยความหนาแน่นแห้งของอิฐมวลเบา A1 |                  |   |         |        |          |          |         | 925.54                           |          |



ตารางที่ ข.6 ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง มาก่อเป็นผนัง

ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556

ข้อกำหนดของชั้นตัวอย่าง W/C = 0.58 อัตราส่วนซีเมนต์ต่อทราย 1:2

นำอิฐมวลเบาที่ทดสอบมาก่อผนังเป็น ผนังตัวอย่างที่ A2 ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม.

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 18 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 19/08/57 อายุ 7 วัน

| ที่    | นน.<br>แห้ง<br>(กก.) | ขนาดตัวอย่าง (มิลลิเมตร) และตำแหน่งการวัดระยะ |         |        |          |          |         | ความหนาแน่น<br>แห้ง<br>กก./ลบ.ม. | หมายเหตุ |
|--------|----------------------|---|---------|--------|----------|----------|---------|----------------------------------|----------|
|        |                      | สูง   |         | ยาว    |          | หนา      |         |                                  |          |
|        |                      | ซ้าย L/4                                      | ขวา L/4 | บน L/4 | ล่าง L/4 | ซ้าย L/4 | ขวา L/4 |                                  |          |
| 1      | 8.10                 | 200   | 200     | 600    | 600      | 75       | 75      | 900.00                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 600    |          | 75       |         |                                  |          |
| 2      | 7.50                 | 200   | 200     | 600    | 600      | 74       | 74      | 844.59                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 600    |          | 74       |         |                                  |          |
| 3      | 7.95                 | 200   | 200     | 601    | 601      | 75       | 75      | 881.86                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 601    |          | 75       |         |                                  |          |
| 4      | 8.15                 | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 902.55                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 5      | 7.95                 | 200   | 200     | 601    | 601      | 75       | 75      | 881.86                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 601    |          | 75       |         |                                  |          |
| 6      | 7.65                 | 200   | 200     | 601    | 601      | 75       | 75      | 848.59                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 601    |          | 75       |         |                                  |          |
| 7      | 7.65                 | 200   | 200     | 601    | 601      | 75       | 75      | 848.59                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 601    |          | 75       |         |                                  |          |
| 8      | 8.10                 | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 897.01                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 9      | 8.10                 | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 897.01                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |

ตารางที่ ข.6 ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง มาก่อเป็นผนัง

ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556

นำอิฐมวลเบาที่ทดสอบมาก่อผนังเป็น ผนังตัวอย่างที่ A2 ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม.

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 18 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 19/08/57 อายุ 7 วัน (ต่อ)

| ที่                                  | นน.แห้ง<br>(กก.) | ขนาดตัวอย่าง (มิลลิเมตร) และตำแหน่งการวัดระยะ |         |        |          |          |         | ความหนาแน่น<br>แห้ง<br>กก./ลบ.ม. | หมายเหตุ |
|--------------------------------------|------------------|---|---------|--------|----------|----------|---------|----------------------------------|----------|
|                                      |                  | สูง   |         | ยาว    |          | หนา      |         |                                  |          |
|                                      |                  | ซ้าย L/4                                      | ขวา L/4 | บน L/4 | ล่าง L/4 | ซ้าย L/4 | ขวา L/4 |                                  |          |
| 10                                   | 7.95             | 200   | 200     | 604    | 604      | 75       | 75      | 877.48                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 604    |          | 75       |         |                                  |          |
| 11                                   | 7.65             | 200   | 200     | 601    | 601      | 75       | 75      | 848.59                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 601    |          | 75       |         |                                  |          |
| 12                                   | 7.95             | 200   | 200     | 603    | 603      | 75       | 75      | 878.94                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 603    |          | 75       |         |                                  |          |
| 13                                   | 8.00             | 200   | 200     | 604    | 604      | 75       | 75      | 883.00                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 604    |          | 75       |         |                                  |          |
| 14                                   | 7.95             | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 880.40                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 15                                   | 7.95             | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 880.40                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 16                                   | 8.00             | 200   | 200     | 602    | 602      | 74       | 74      | 897.91                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 602    |          | 74       |         |                                  |          |
| 17                                   | 8.15             | 200   | 200     | 603    | 603      | 75       | 75      | 901.05                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 603    |          | 75       |         |                                  |          |
| 18                                   | 8.20             | 200   | 200     | 600    | 600      | 75       | 75      | 911.11                           |          |
| เฉลี่ย                               |                  | 200.00  |         | 600    |          | 75       |         |                                  |          |
| เฉลี่ยความหนาแน่นแห้งของอิฐมวลเบา A2 |                  |   |         |        |          |          |         | 881.16                           |          |

ตารางที่ ข.7 ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง มาก่อเป็นผนัง

ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556

ข้อกำหนดของชั้นตัวอย่าง W/C = 0.58 อัตราส่วนซีเมนต์ต่อทราย 1:2

นำอิฐมวลเบาที่ทดสอบมาก่อผนังเป็น ผนังตัวอย่างที่ A3 ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม.

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 18 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 19/08/57 อายุ 7 วัน

| ที่    | นน.<br>แห้ง<br>(กก.) | ขนาดตัวอย่าง (มิลลิเมตร) และตำแหน่งการวัดระยะ |         |        |          |          |         | ความหนาแน่น<br>แห้ง<br>กก./ลบ.ม. | หมายเหตุ |
|--------|----------------------|---|---------|--------|----------|----------|---------|----------------------------------|----------|
|        |                      | สูง   |         | ยาว    |          | หนา      |         |                                  |          |
|        |                      | ซ้าย L/4                                      | ขวา L/4 | บน L/4 | ล่าง L/4 | ซ้าย L/4 | ขวา L/4 |                                  |          |
| 1      | 8.55                 | 200   | 200     | 601    | 601      | 75       | 75      | 948.42                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 601    |          | 75       |         |                                  |          |
| 2      | 8.65                 | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 957.92                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 3      | 8.70                 | 200   | 200     | 601    | 601      | 75       | 75      | 965.06                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 601    |          | 75       |         |                                  |          |
| 4      | 8.50                 | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 941.31                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 5      | 8.70                 | 200   | 200     | 600    | 600      | 75       | 75      | 966.67                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 600    |          | 75       |         |                                  |          |
| 6      | 8.40                 | 200   | 200     | 600    | 600      | 75       | 75      | 933.33                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 600    |          | 75       |         |                                  |          |
| 7      | 8.35                 | 200   | 200     | 604    | 604      | 75       | 75      | 921.63                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 604    |          | 75       |         |                                  |          |
| 8      | 8.45                 | 200   | 200     | 601    | 601      | 75       | 75      | 937.33                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 601    |          | 75       |         |                                  |          |
| 9      | 8.35                 | 200   | 200     | 601    | 601      | 75       | 75      | 926.23                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 200.00  |         | 601    |          | 75       |         |                                  |          |

ตารางที่ ข.7 ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง มาก่อเป็นผนัง

ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556

นำอิฐมวลเบาที่ทดสอบมาก่อผนังเป็น ผนังตัวอย่างที่ A3 ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม.

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 18 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 19/08/57 อายุ 7 วัน (ต่อ)

| ที่                                  | นน.<br>แห้ง<br>(กก.) | ขนาดตัวอย่าง (มิลลิเมตร) และตำแหน่งการวัดระยะ |         |        |          |          |         | ความหนาแน่น<br>แห้ง<br>กก./ลบ.ม. | หมายเหตุ |
|--------------------------------------|----------------------|---|---------|--------|----------|----------|---------|----------------------------------|----------|
|                                      |                      | สูง   |         | ยาว    |          | หนา      |         |                                  |          |
|                                      |                      | ซ้าย L/4                                      | ขวา L/4 | บน L/4 | ล่าง L/4 | ซ้าย L/4 | ขวา L/4 |                                  |          |
| 10                                   | 8.35                 | 200   | 200     | 601    | 601      | 75       | 75      | 926.33                           |          |
| เฉลี่ย                               |                      | 200.00  |         | 601    |          | 75       |         |                                  |          |
| 11                                   | 8.75                 | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 968.99                           |          |
| เฉลี่ย                               |                      | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 12                                   | 8.30                 | 200   | 200     | 605    | 605      | 75       | 75      | 914.60                           |          |
| เฉลี่ย                               |                      | 200.00  |         | 605    |          | 75       |         |                                  |          |
| 13                                   | 8.30                 | 200   | 200     | 603    | 603      | 75       | 75      | 917.63                           |          |
| เฉลี่ย                               |                      | 200.00  |         | 603    |          | 75       |         |                                  |          |
| 14                                   | 8.30                 | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 919.16                           |          |
| เฉลี่ย                               |                      | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 15                                   | 8.30                 | 200   | 200     | 603    | 603      | 75       | 75      | 917.63                           |          |
| เฉลี่ย                               |                      | 200.00  |         | 603    |          | 75       |         |                                  |          |
| 16                                   | 8.45                 | 200   | 200     | 602    | 602      | 74       | 74      | 948.42                           |          |
| เฉลี่ย                               |                      | 200.00  |         | 602    |          | 74       |         |                                  |          |
| 17                                   | 8.25                 | 200   | 200     | 602    | 602      | 75       | 75      | 913.62                           |          |
| เฉลี่ย                               |                      | 200.00  |         | 602    |          | 75       |         |                                  |          |
| 18                                   | 8.30                 | 200   | 200     | 603    | 603      | 75       | 75      | 917.63                           |          |
| เฉลี่ย                               |                      | 200.00  |         | 603    |          | 75       |         |                                  |          |
| เฉลี่ยความหนาแน่นแห้งของอิฐมวลเบา A3 |                      |   |         |        |          |          |         | 935.66                           |          |

ตารางที่ ข.8 ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่กำหนดในท้องตลาด มาก่อเป็นผนัง

ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556

ข้อกำหนดของชั้นตัวอย่าง W/C = 0.50 อัตราส่วนซีเมนต์ต่อทราย 1:1.15

นำอิฐมวลเบาที่ทดสอบมาก่อผนังเป็น ผนังตัวอย่างที่ A1 ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม.

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 18 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 19/08/57 อายุ 120 วัน

| ที่    | น.แห่ง (กก.) | ขนาดตัวอย่าง (มิลลิเมตร) และตำแหน่งการวัดระยะ |         |        |          |          |         | ความหนาแน่นแห่ง กก./ลบ.ม. | หมายเหตุ |
|--------|--------------|---|---------|--------|----------|----------|---------|---------------------------|----------|
|        |              | สูง   |         | ยาว    |          | หนา      |         |                           |          |
|        |              | ซ้าย L/4                                      | ขวา L/4 | บน L/4 | ล่าง L/4 | ซ้าย L/4 | ขวา L/4 |                           |          |
| 1      | 7.45         | 205   | 206     | 598    | 598      | 73       | 73      | 830.46                    |          |
| เฉลี่ย |              | 205.50  |         | 598    |          | 73       |         |                           |          |
| 2      | 7.55         | 205   | 206     | 598    | 598      | 73       | 73      | 841.61                    |          |
| เฉลี่ย |              | 205.50  |         | 598    |          | 73       |         |                           |          |
| 3      | 6.90         | 204   | 204     | 595    | 595      | 73       | 73      | 778.72                    |          |
| เฉลี่ย |              | 204.00  |         | 595    |          | 73       |         |                           |          |
| 4      | 6.9          | 204   | 204     | 598    | 598      | 73       | 73      | 774.81                    |          |
| เฉลี่ย |              | 204.00  |         | 598    |          | 73       |         |                           |          |
| 5      | 7.40         | 205   | 205     | 600    | 600      | 73       | 73      | 824.15                    |          |
| เฉลี่ย |              | 205.00  |         | 600    |          | 73       |         |                           |          |
| 6      | 7.40         | 205   | 205     | 597    | 597      | 73       | 73      | 828.29                    |          |
| เฉลี่ย |              | 205.00  |         | 597    |          | 73       |         |                           |          |
| 7      | 7.25         | 205   | 205     | 600    | 600      | 73       | 73      | 807.44                    |          |
| เฉลี่ย |              | 205.00  |         | 600    |          | 73       |         |                           |          |
| 8      | 7.40         | 205   | 205     | 599    | 599      | 73       | 73      | 825.52                    |          |
| เฉลี่ย |              | 205.00  |         | 599    |          | 73       |         |                           |          |
| 9      | 6.95         | 202   | 204     | 595    | 595      | 73       | 73      | 788.22                    |          |
| เฉลี่ย |              | 203.00  |         | 595    |          | 73       |         |                           |          |

ตารางที่ ข.8 ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด มาก่อเป็นผนัง

ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556

นำอิฐมวลเบาที่ทดสอบมาก่อผนังเป็น ผนังตัวอย่างที่ A1 ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม.

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 18 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 19/08/57 อายุ 120 วัน (ต่อ)

| ที่                                  | น.น.แห้ง<br>(กิโลกรัม) | ขนาดตัวอย่าง (มิลลิเมตร) และตำแหน่งการวัดระยะ |         |        |          |          |         | ความหนาแน่น<br>แห้ง<br>กก./ลบ.ม. | หมายเหตุ |
|--------------------------------------|------------------------|---|---------|--------|----------|----------|---------|----------------------------------|----------|
|                                      |                        | สูง   |         | ยาว    |          | หนา      |         |                                  |          |
|                                      |                        | ซ้าย L/4                                      | ขวา L/4 | บน L/4 | ล่าง L/4 | ซ้าย L/4 | ขวา L/4 |                                  |          |
| 10                                   | 6.90                   | 205   | 205     | 600    | 600      | 73       | 73      | 768.46                           |          |
| เฉลี่ย                               |                        | 205.00  |         | 600    |          | 73       |         |                                  |          |
| 11                                   | 7.40                   | 205   | 205     | 595    | 595      | 73       | 73      | 831.07                           |          |
| เฉลี่ย                               |                        | 205.00  |         | 595    |          | 73       |         |                                  |          |
| 12                                   | 7.40                   | 205   | 205     | 600    | 600      | 73       | 73      | 824.15                           |          |
| เฉลี่ย                               |                        | 205.00  |         | 600    |          | 73       |         |                                  |          |
| 13                                   | 7.35                   | 205   | 205     | 600    | 600      | 73       | 73      | 818.58                           |          |
| เฉลี่ย                               |                        | 205.00  |         | 600    |          | 73       |         |                                  |          |
| 14                                   | 7.40                   | 205   | 205     | 600    | 600      | 73       | 73      | 824.15                           |          |
| เฉลี่ย                               |                        | 205.00  |         | 600    |          | 73       |         |                                  |          |
| 15                                   | 7.30                   | 205   | 205     | 600    | 600      | 73       | 73      | 813.01                           |          |
| เฉลี่ย                               |                        | 205.00  |         | 600    |          | 73       |         |                                  |          |
| 16                                   | 7.30                   | 202   | 202     | 599    | 599      | 73       | 73      | 826.46                           |          |
| เฉลี่ย                               |                        | 202.00  |         | 599    |          | 73       |         |                                  |          |
| 17                                   | 7.35                   | 204   | 204     | 595    | 595      | 73       | 73      | 829.50                           |          |
| เฉลี่ย                               |                        | 204.00  |         | 595    |          | 73       |         |                                  |          |
| 18                                   | 7.15                   | 200   | 200     | 598    | 598      | 73       | 73      | 818.94                           |          |
| เฉลี่ย                               |                        | 200.00  |         | 598    |          | 73       |         |                                  |          |
| เฉลี่ยความหนาแน่นแห้งของอิฐมวลเบา A1 |                        |   |         |        |          |          |         | 814.08                           |          |

ตารางที่ ข.9 ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่กำหนดในท้องตลาด มาก่อเป็นผนัง

ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556

ข้อกำหนดของชั้นตัวอย่าง W/C = 0.50 อัตราส่วนซีเมนต์ต่อทราย 1:1.15

นำอิฐมวลเบาที่ทดสอบมาก่อผนังเป็น ผนังตัวอย่างที่ A2 ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม.

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 18 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 19/08/57 อายุ 120 วัน

| ที่    | นน.<br>แห้ง<br>(กก.) | ขนาดตัวอย่าง (มิลลิเมตร) และตำแหน่งการวัดระยะ |         |        |          |          |         | ความหนาแน่น<br>แห้ง<br>กก./ลบ.ม. | หมายเหตุ |
|--------|----------------------|---|---------|--------|----------|----------|---------|----------------------------------|----------|
|        |                      | สูง   |         | ยาว    |          | หนา      |         |                                  |          |
|        |                      | ซ้าย L/4                                      | ขวา L/4 | บน L/4 | ล่าง L/4 | ซ้าย L/4 | ขวา L/4 |                                  |          |
| 1      | 7.25                 | 205   | 205     | 599    | 599      | 73       | 73      | 808.79                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 205.00  |         | 599    |          | 73       |         |                                  |          |
| 2      | 6.95                 | 205   | 205     | 595    | 595      | 73       | 73      | 780.53                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 205.00  |         | 595    |          | 73       |         |                                  |          |
| 3      | 7.15                 | 205   | 205     | 600    | 600      | 73       | 73      | 796.30                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 205.00  |         | 600    |          | 73       |         |                                  |          |
| 4      | 7.50                 | 205   | 205     | 600    | 600      | 73       | 73      | 835.28                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 205.00  |         | 600    |          | 73       |         |                                  |          |
| 5      | 7.15                 | 204   | 204     | 595    | 600      | 72       | 72      | 814.71                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 204.00  |         | 598    |          | 72       |         |                                  |          |
| 6      | 7.00                 | 205   | 205     | 596    | 596      | 73       | 73      | 784.83                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 205.00  |         | 596    |          | 73       |         |                                  |          |
| 7      | 7.20                 | 205   | 205     | 595    | 595      | 73       | 73      | 808.61                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 205.00  |         | 595    |          | 73       |         |                                  |          |
| 8      | 7.15                 | 205   | 205     | 595    | 595      | 73       | 73      | 802.99                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 205.00  |         | 595    |          | 73       |         |                                  |          |
| 9      | 7.20                 | 205   | 205     | 596    | 596      | 73       | 73      | 807.25                           |          |
| เฉลี่ย |                      | 205.00  |         | 596    |          | 73       |         |                                  |          |

ตารางที่ ข.9 ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง มาก่อเป็นผนัง

ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556

นำอิฐมวลเบาที่ทดสอบมาก่อผนังเป็น ผนังตัวอย่างที่ A2 ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม.

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 18 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 19/08/57 อายุ 120 วัน (ต่อ)

| ที่                                      | น.น.แห่ง<br>(กก.) | ขนาดตัวอย่าง (มิลลิเมตร) และตำแหน่งการวัดระยะ |         |        |          |          |         | ความหนาแน่น<br>แห่ง<br>กก./ลบ.ม. | หมายเหตุ |
|--|-------------------|---|---------|--------|----------|----------|---------|----------------------------------|----------|
|  |                   | สูง   |         | ยาว    |          | หนา      |         |                                  |          |
|  |                   | ซ้าย L/4                                      | ขวา L/4 | บน L/4 | ล่าง L/4 | ซ้าย L/4 | ขวา L/4 |                                  |          |
| 10                                       | 6.95              | 205   | 205     | 595    | 595      | 73       | 73      | 780.53                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                   | 205.00  |         | 595    |          | 73       |         |                                  |          |
| 11                                       | 7.15              | 203   | 205     | 596    | 596      | 73       | 73      | 805.58                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                   | 204.00  |         | 596    |          | 73       |         |                                  |          |
| 12                                       | 7.20              | 205   | 205     | 595    | 595      | 73       | 73      | 808.61                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                   | 205.00  |         | 595    |          | 73       |         |                                  |          |
| 13                                       | 7.05              | 205   | 205     | 595    | 595      | 73       | 73      | 791.76                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                   | 205.00  |         | 595    |          | 73       |         |                                  |          |
| 14                                       | 7.05              | 205   | 203     | 595    | 595      | 73       | 73      | 795.64                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                   | 204.00  |         | 595    |          | 73       |         |                                  |          |
| 15                                       | 6.95              | 205   | 205     | 596    | 60       | 73       | 73      | 1415.91                          |          |
| เฉลี่ย                                   |                   | 205.00  |         | 328    |          | 73       |         |                                  |          |
| 16                                       | 6.95              | 205   | 205     | 596    | 596      | 73       | 73      | 779.22                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                   | 205.00  |         | 596    |          | 73       |         |                                  |          |
| 17                                       | 7.15              | 205   | 205     | 597    | 597      | 73       | 73      | 800.30                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                   | 205.00  |         | 597    |          | 73       |         |                                  |          |
| 18                                       | 7.20              | 205   | 205     | 597    | 597      | 72       | 72      | 817.09                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                   | 205.00  |         | 597    |          | 72       |         |                                  |          |
| เฉลี่ยความหนาแน่นแห่งของอิฐมวลเบา SUT_A2 |                   |   |         |        |          |          |         | 835.22                           |          |



ตารางที่ ข.10 ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด มาก่อเป็นผนัง

ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556

ข้อกำหนดของชั้นตัวอย่าง W/C = 0.50 อัตราส่วนซีเมนต์ต่อทราย 1:1.15

นำอิฐมวลเบาที่ทดสอบมาก่อผนังเป็น ผนังตัวอย่างที่ A3 ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม.

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 18 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 19/08/57 อายุ 120 วัน (ต่อ)

| ที่ | นน.แห้ง<br>(กก.) | ขนาดตัวอย่าง (มิลลิเมตร) และตำแหน่งการวัดระยะ |         |        |          |          |         | ความหนาแน่น<br>แห้ง<br>กก./ลบ.ม. | หมายเหตุ |
|-----|------------------|---|---------|--------|----------|----------|---------|----------------------------------|----------|
|     |                  | สูง   |         | ยาว    |          | หนา      |         |                                  |          |
|     |                  | ซ้าย L/4                                      | ขวา L/4 | บน L/4 | ล่าง L/4 | ซ้าย L/4 | ขวา L/4 |                                  |          |
| 1   | 7.20             | 205   | 205     | 595    | 595      | 73       | 73      | 808.61                           |          |
|     | เฉลี่ย           | 205.00  |         | 595    |          | 73       |         |                                  |          |
| 2   | 7.15             | 205   | 205     | 595    | 595      | 73       | 73      | 802.99                           |          |
|     | เฉลี่ย           | 205.00  |         | 595    |          | 73       |         |                                  |          |
| 3   | 7.30             | 204   | 204     | 595    | 595      | 73       | 73      | 823.86                           |          |
|     | เฉลี่ย           | 204.00  |         | 595    |          | 73       |         |                                  |          |
| 4   | 7.15             | 208   | 205     | 597    | 597      | 73       | 73      | 794.49                           |          |
|     | เฉลี่ย           | 206.50  |         | 597    |          | 73       |         |                                  |          |
| 5   | 6.85             | 202   | 202     | 597    | 597      | 73       | 73      | 778.11                           |          |
|     | เฉลี่ย           | 202.00  |         | 597    |          | 73       |         |                                  |          |
| 6   | 7.00             | 203   | 205     | 598    | 598      | 73       | 73      | 786.04                           |          |
|     | เฉลี่ย           | 204.00  |         | 598    |          | 73       |         |                                  |          |
| 7   | 7.20             | 205   | 205     | 598    | 598      | 73       | 73      | 804.55                           |          |
|     | เฉลี่ย           | 205.00  |         | 598    |          | 73       |         |                                  |          |
| 8   | 7.10             | 204   | 204     | 597    | 597      | 73       | 73      | 798.60                           |          |
|     | เฉลี่ย           | 204.00  |         | 597    |          | 73       |         |                                  |          |
| 9   | 7.20             | 205   | 205     | 600    | 600      | 73       | 73      | 801.87                           |          |
|     | เฉลี่ย           | 205.00  |         | 600    |          | 73       |         |                                  |          |

ตารางที่ ข.10 ผลการทดสอบขนาดอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด มาก่อเป็นผนัง  
 ชื่อตัวอย่างทดสอบ คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC มาตรฐานการทดสอบ มอก.2601-2556  
 นำอิฐมวลเบาที่ทดสอบมาก่อผนังเป็น ผนังตัวอย่างที่ A3 ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม.  
 จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 18 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 19/08/57 อายุ 120 วัน (ต่อ)

| ที่                                      | นน.แห้ง<br>(กก.) | ขนาดตัวอย่าง (มิลลิเมตร) และตำแหน่งการวัดระยะ |         |        |          |          |         | ความหนาแน่น<br>แห้ง<br>กก./ลบ.ม. | หมายเหตุ |
|--|------------------|---|---------|--------|----------|----------|---------|----------------------------------|----------|
|  |                  | สูง   |         | ยาว    |          | หนา      |         |                                  |          |
|  |                  | ซ้าย L/4                                      | ขวา L/4 | บน L/4 | ล่าง L/4 | ซ้าย L/4 | ขวา L/4 |                                  |          |
| 10                                       | 7.20             | 205   | 205     | 598    | 600      | 73       | 73      | 803.21                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                  | 205.00  |         | 599    |          | 73       |         |                                  |          |
| 11                                       | 7.20             | 205   | 205     | 599    | 599      | 73       | 73      | 803.21                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                  | 205.00  |         | 599    |          | 73       |         |                                  |          |
| 12                                       | 7.10             | 205   | 205     | 595    | 595      | 73       | 73      | 797.38                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                  | 205.00  |         | 595    |          | 73       |         |                                  |          |
| 13                                       | 7.05             | 205   | 205     | 597    | 597      | 73       | 73      | 789.11                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                  | 205.00  |         | 597    |          | 73       |         |                                  |          |
| 14                                       | 7.10             | 205   | 205     | 600    | 600      | 73       | 73      | 790.73                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                  | 205.00  |         | 600    |          | 73       |         |                                  |          |
| 15                                       | 7.15             | 205   | 205     | 597    | 597      | 73       | 73      | 800.30                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                  | 205.00  |         | 597    |          | 73       |         |                                  |          |
| 16                                       | 7.25             | 205   | 205     | 595    | 600      | 73       | 73      | 810.82                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                  | 205.00  |         | 598    |          | 73       |         |                                  |          |
| 17                                       | 7.05             | 205   | 205     | 60     | 597      | 73       | 73      | 1434.09                          |          |
| เฉลี่ย                                   |                  | 205.00  |         | 329    |          | 73       |         |                                  |          |
| 18                                       | 7.25             | 205   | 205     | 597    | 600      | 73       | 73      | 809.46                           |          |
| เฉลี่ย                                   |                  | 205.00  |         | 599    |          | 73       |         |                                  |          |
| เฉลี่ยความหนาแน่นแห้งของอิฐมวลเบา SUT_A3 |                  |   |         |        |          |          |         | 835.41                           |          |

ตารางที่ ข.11 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง

ชื่อตัวอย่างทดสอบ ผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง A1 วันที่ทดสอบ 20/08/57

ความหนาแน่นเฉลี่ยของอิฐมวลเบาที่ก่อเป็นผนัง เท่ากับ 925.54 กก./ลบ.ม.

ขนาดตัวอย่างที่ทดสอบ กว้าง 181.5 เซนติเมตร สูง 118 เซนติเมตร หนา 7.5 เซนติเมตร

| ที่ | แรงที่เกิด (kg) | ลักษณะรอยแตกของผนัง                              | รูปภาพที่ |
|-----|-----------------|--|-----------|
| 1   | 1,011.98        | เริ่มมีการรอยแตกที่มุมของผนัง                    | A1_1      |
| 2   | 1,374.87        | มีรอยแตกตามมุมผนังเพิ่ม/แตกตรงกลางของบล็อก       | A1_2      |
| 3   | 1,647.03        | มีรอยแตกตามมุมผนังเพิ่ม/แตกตรงกลางของบล็อก       | A1_3      |
| 4   | 2,009.91        | มีรอยแตกที่อิฐมากขึ้น ผนังเริ่มโก่งตัวและพังถล่ม | A1_4      |



รูปภาพที่ A1\_1



รูปภาพที่ A1\_2



รูปภาพที่ A1\_3



รูปภาพที่ A1\_4

ตารางที่ ข.12 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง  
 ชื่อตัวอย่างทดสอบ ผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง A2 วันที่ทดสอบ 21/08/57  
 ความหนาแน่นเฉลี่ยของอิฐมวลเบาที่ก่อเป็นผนัง เท่ากับ 881.16 กก./ลบ.ม.  
 ขนาดตัวอย่างที่ทดสอบ กว้าง 181 เซนติเมตร สูง 122 เซนติเมตร หนา 7.5 เซนติเมตร

| ที่ | แรงที่กด (kg) | ลักษณะรอยแตกของผนัง                        | รูปภาพที่ |
|-----|---------------|--|-----------|
| 1   | 1,088.64      | เริ่มมีการรอยแตกที่มุมของผนัง              | A2_1      |
| 2   | 1,179.36      | มีรอยแตกตามมุมผนังเพิ่ม/แตกตรงกลางของบล็อก | A2_2      |
| 3   | 1,270.08      | มีรอยแตกที่อิฐมากขึ้น ผนังเริ่มโก่งตัว     | A2_3      |
| 4   | 1,270.08      | มีรอยแตก ผนังเริ่มโก่งตัวและพังถล่ม        | A2_4      |



รูปภาพที่ A2\_1



รูปภาพที่ A2\_2



รูปภาพที่ A2\_3



รูปภาพที่ A2\_4

ตารางที่ ข.13 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง

ชื่อตัวอย่างทดสอบ ผนังอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง A3 วันที่ทดสอบ 22/08/57

ความหนาแน่นเฉลี่ยของอิฐมวลเบาที่ก่อเป็นผนัง เท่ากับ 935.66 กก./ลบ.ม.

ขนาดตัวอย่างที่ทดสอบ กว้าง 181 เซนติเมตร สูง 122 เซนติเมตร หนา 7.5 เซนติเมตร

| ที่ | แรงที่กด (kg) | ลักษณะรอยแตกของผนัง                        | รูปภาพที่ |
|-----|---------------|--|-----------|
| 1   | 1,451.52      | เริ่มมีการรอยแตกที่มุมของผนัง              | A3_1      |
| 2   | 1,542.24      | มีรอยแตกตามมุมผนังเพิ่ม/แตกตรงกลางของบล็อก | A3_2      |
| 3   | 1,632.96      | มีรอยแตกที่อิฐมากขึ้น ผนังเริ่มโก่งตัว     | A3_3      |
| 4   | 1,632.96      | มีรอยแตก ผนังเริ่มโก่งตัวและพังถล่ม        | A3_4      |



รูปภาพที่ A3\_1



รูปภาพที่ A3\_2



รูปภาพที่ A3\_3



รูปภาพที่ A3\_4

ตารางที่ ข.14 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังอิฐมวลเบาในท้องตลาด

ชื่อตัวอย่างทดสอบ ผนังอิฐมวลเบาในท้องตลาดที่ A1 วันที่ทดสอบ 23/08/57

ความหนาแน่นเฉลี่ยของอิฐมวลเบาที่ก่อเป็นผนัง เท่ากับ 814.08 กก./ลบ.ม.

ขนาดตัวอย่างที่ทดสอบ กว้าง 181 เซนติเมตร สูง 122.5 เซนติเมตร หนา 7.3 เซนติเมตร

| ที่ | แรงที่กด (kg) | ลักษณะรอยแตกของผนัง                        | รูปภาพที่ |
|-----|---------------|--|-----------|
| 1   | 1,632.96      | เริ่มมีการรอยแตกที่มุมของผนัง กึ่งกลางอิฐ  | A1_1      |
| 2   | 1,814.40      | มีรอยแตกตามมุมผนังเพิ่ม/แตกตรงกลางของบล็อก | A1_2      |
| 3   | 2,177.29      | มีรอยแตกตามมุมผนังเพิ่ม/แตกตรงกลางของบล็อก | A1_3      |
| 4   | 3,265.93      | มีรอยแตกที่อิฐมากขึ้น                      | A1_4      |



รูปภาพที่ A1\_1



รูปภาพที่ A1\_2



รูปภาพที่ A1\_3



รูปภาพที่ A1\_4



ตารางที่ ข.15 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังอิฐมวลเบาในห้องทดลอง

ชื่อตัวอย่างทดสอบ ผนังอิฐมวลเบาในห้องทดลองที่ A2 วันที่ทดสอบ 24/08/57

ความหนาแน่นเฉลี่ยของอิฐมวลเบาที่ก่อเป็นผนัง เท่ากับ 835.22 กก./ลบ.ม.

ขนาดตัวอย่างที่ทดสอบ กว้าง 180 เซนติเมตร สูง 122 เซนติเมตร หนา 7.3 เซนติเมตร

| ที่ | แรงที่กด (kg) | ลักษณะรอยแตกของผนัง                        | รูปภาพที่ |
|-----|---------------|--|-----------|
| 1   | 1,542.24      | เริ่มมีการรอยแตกที่มุมของผนัง กึ่งกลางอิฐ  | A2_1      |
| 2   | 2,358.73      | มีรอยแตกตามมุมผนังเพิ่ม/แตกตรงกลางของบล็อก | A2_2      |
| 3   | 2,449.45      | มีรอยแตกตามมุมผนังเพิ่ม/แตกตรงกลางของบล็อก | A2_3      |
| 4   | 2,721.61      | มีรอยแตกที่อิฐมากขึ้น                      | A2_4      |



รูปภาพที่ A2\_1



รูปภาพที่ A2\_2



รูปภาพที่ A2\_3



รูปภาพที่ A2\_4

ตารางที่ ข.16 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังอิฐมวลเบาในห้องทดลอง

ชื่อตัวอย่างทดสอบ ผนังอิฐมวลเบาในห้องทดลองที่ A3 วันที่ทดสอบ 25/08/57

ความหนาแน่นเฉลี่ยของอิฐมวลเบาที่ก่อเป็นผนัง เท่ากับ 834.41 กก./ลบ.ม.

ขนาดตัวอย่างที่ทดสอบ กว้าง 181.5 เซนติเมตร สูง 118 เซนติเมตร หนา 7.5 เซนติเมตร

| ที่ | แรงที่เกิด (kg) | ลักษณะรอยแตกของผนัง                        | รูปภาพที่ |
|-----|-----------------|--|-----------|
| 1   | 1,632.96        | เริ่มมีการรอยแตกที่มุมของผนัง              | A3_1      |
| 2   | 1,814.40        | มีรอยแตกตามมุมผนังเพิ่ม/แตกตรงกลางของบล็อก | A3_2      |
| 3   | 1,995.85        | มีรอยแตกที่อิฐมากขึ้น                      | A3_3      |
| 4   | 2,721.61        | มีรอยแตก ผนังเริ่มโก่งตัวและพังถล่ม        | A3_4      |



รูปภาพที่ A3\_1



รูปภาพที่ A3\_2



รูปภาพที่ A3\_3



รูปภาพที่ A3\_4



ตารางที่ ข.17 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่

ชื่อตัวอย่างทดสอบ ผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ A1 วันที่ทดสอบ 26/08/57

ข้อกำหนดของชิ้นตัวอย่าง W/C = 0.58 density 800 kg/m<sup>3</sup> อัตราส่วนซีเมนต์ต่อทราย 1:2

ขนาดตัวอย่างที่ทดสอบ กว้าง 181 เซนติเมตร สูง 122.5 เซนติเมตร หนา 7.3 เซนติเมตร

| ที่ | แรงที่เกิด (kg) | ลักษณะรอยแตกของผนัง                      | รูปภาพที่ |
|-----|-----------------|--|-----------|
| 1   | 2,086.57        | เริ่มมีการรอยแตกที่มุมของผนัง แบบแนวทแยง | A1_1      |
| 2   | 2,177.29        | มีรอยแตก ผนังเริ่ม โกงตัวและพังถล่ม      | A1_2      |



รูปภาพที่ A1\_1



รูปภาพที่ A1\_2

ตารางที่ ข.18 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่

ชื่อตัวอย่างทดสอบ ผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ A2 วันที่ทดสอบ 29/08/57

ข้อกำหนดของชิ้นตัวอย่าง W/C = 0.58 density 800 kg/m<sup>3</sup> อัตราส่วนซีเมนต์ต่อทราย 1:2

ขนาดตัวอย่างที่ทดสอบ กว้าง 181 เซนติเมตร สูง 122.5 เซนติเมตร หนา 7.3 เซนติเมตร

| ที่ | แรงที่กด (kg) | ลักษณะรอยแตกของผนัง                        | รูปภาพที่ |
|-----|---------------|--|-----------|
| 1   | 2,177.29      | เริ่มมีการรอยแตกที่มุมของผนัง กึ่งกลางอิฐ  | A2_1      |
| 2   | 2,358.73      | มีรอยแตกตามมุมผนังเพิ่ม/แตกตรงกลางของบล็อก | A2_2      |
| 3   | 2,449.45      | ผนังมีรอยแตกที่อิฐมากขึ้น                  | A2_3      |



รูปภาพที่ A2\_1



รูปภาพที่ A2\_2



รูปภาพที่ A2\_3

ตารางที่ ข.19 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่

ชื่อตัวอย่างทดสอบ ผนังคอนกรีตมวลเบาหล่อในที่ A3 วันที่ทดสอบ 2/09/57

ข้อกำหนดของชั้นตัวอย่าง W/C = 0.58 density 800 kg/m<sup>3</sup> อัตราส่วนซีเมนต์ต่อทราย 1:2

ขนาดตัวอย่างที่ทดสอบ กว้าง 181 เซนติเมตร สูง 122.5 เซนติเมตร หนา 7.3 เซนติเมตร

| ที่ | แรงที่กด (kg) | ลักษณะรอยแตกของผนัง                        | รูปภาพที่ |
|-----|---------------|--|-----------|
| 1   | 2,358.73      | เริ่มมีการรอยแตกที่มุมของผนัง              | A3_1      |
| 2   | 2,630.89      | มีรอยแตกตามมุมผนังเพิ่ม/แตกตรงกลางของบล็อก | A3_2      |
| 3   | 2,721.61      | มีรอยแตกที่อิฐมากขึ้น                      | A3_3      |



รูปภาพที่ A3\_1



รูปภาพที่ A3\_2



รูปภาพที่ A3\_3

ตารางที่ ข.20 การวัดอุณหภูมิภายนอก ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง(House1) ณ วันที่ 3-9 ตุลาคม 2557

| เวลา  | วันที่วัดอุณหภูมิภายนอก (องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      | ความชื้นสัมพัทธ์ |     |     |     |     |     |     |     |        |
|-------|--|------|------|------|------|------|------|------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
|       | (นาฬิกา)                               | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | เฉลี่ย           | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | เฉลี่ย |
| 08.00 | 34.1                                   | 33.8 | 31.3 | 27.2 | 27.5 | 31.8 | 30.9 | 30.9 | 30.9             | 59% | 83% | 64% | 72% | 60% | 72% | 71% | 69%    |
| 09.00 | 34.9                                   | 36.3 | 31.3 | 28.4 | 30.9 | 31.5 | 31.9 | 32.2 | 32.2             | 35% | 65% | 70% | 73% | 56% | 68% | 69% | 62%    |
| 10.00 | 35.6                                   | 38.9 | 34.4 | 28.0 | 33.3 | 32.1 | 34.0 | 33.8 | 33.8             | 59% | 61% | 66% | 75% | 55% | 62% | 64% | 63%    |
| 11.00 | 35.3                                   | 39.6 | 36.9 | 33.0 | 34.0 | 33.7 | 35.1 | 35.4 | 35.4             | 60% | 46% | 63% | 65% | 54% | 59% | 67% | 59%    |
| 12.00 | 36.2                                   | 39.0 | 34.1 | 33.0 | 34.1 | 33.5 | 34.4 | 34.9 | 34.9             | 58% | 47% | 61% | 66% | 50% | 61% | 77% | 60%    |
| 13.00 | 43.3                                   | 40.7 | 36.0 | 31.0 | 36.6 | 35.4 | 34.5 | 36.8 | 36.8             | 37% | 47% | 60% | 60% | 51% | 63% | 75% | 56%    |
| 14.00 | 36.6                                   | 44.6 | 39.8 | 31.1 | 35.0 | 35.4 | 34.6 | 36.7 | 36.7             | 42% | 45% | 58% | 61% | 56% | 69% | 76% | 58%    |
| 15.00 | 41.5                                   | 39.3 | 39.9 | 31.3 | 34.4 | 34.5 | 33.7 | 36.4 | 36.4             | 37% | 43% | 59% | 65% | 44% | 56% | 73% | 54%    |
| 16.00 | 37.5                                   | 39.9 | 38.8 | 29.3 | 35.0 | 32.9 | 32.2 | 35.1 | 35.1             | 49% | 47% | 55% | 69% | 54% | 50% | 60% | 55%    |
| 17.00 | 38.6                                   | 34.6 | 33.3 | 28.0 | 30.0 | 30.1 | 34.0 | 32.7 | 32.7             | 56% | 52% | 62% | 65% | 60% | 57% | 59% | 59%    |
| 18.00 | 30.7                                   | 30.9 | 30.8 | 27.6 | 28.1 | 30.5 | 33.4 | 30.3 | 30.3             | 63% | 63% | 63% | 67% | 69% | 65% | 55% | 64%    |
| 19.00 | 29.2                                   | 30.3 | 29.6 | 27.2 | 28.6 | 26.9 | 29.2 | 28.7 | 28.7             | 77% | 68% | 71% | 73% | 70% | 62% | 55% | 68%    |
| 20.00 | 27.6                                   | 31.2 | 28.7 | 27.1 | 27.9 | 27.0 | 27.5 | 28.1 | 28.1             | 68% | 68% | 70% | 64% | 62% | 61% | 57% | 64%    |
| 21.00 | 28.5                                   | 29.6 | 26.7 | 25.2 | 27.7 | 27.3 | 26.0 | 27.3 | 27.3             | 67% | 69% | 85% | 90% | 77% | 77% | 57% | 75%    |
| 22.00 | 27.9                                   | 26.6 | 28.0 | 26.4 | 27.7 | 27.4 | 25.8 | 27.1 | 27.1             | 72% | 85% | 81% | 80% | 74% | 70% | 69% | 76%    |
| 23.00 | 25.4                                   | 26.6 | 26.0 | 25.9 | 28.9 | 26.0 | 27.6 | 26.6 | 26.6             | 91% | 89% | 75% | 76% | 74% | 74% | 78% | 80%    |
| 24.00 | 26.0                                   | 26.6 | 25.9 | 26.1 | 28.8 | 27.2 | 25.4 | 26.6 | 26.6             | 83% | 86% | 73% | 75% | 73% | 71% | 59% | 74%    |

ตารางที่ ข.21 การวัดอุณหภูมิภายนอกของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วยอิฐมวลเบา

ที่จำหน่ายในท้องตลาด(House2) ณ วันที่ 3-9 ตุลาคม 2557

| เวลา  | วันที่วัดอุณหภูมิภายนอก (องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |        | ความชื้นสัมพัทธ์ |     |     |     |     |     |     |        |
|-------|--|------|------|------|------|------|------|--------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
|       | 3                                      | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | เฉลี่ย | 3                | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | เฉลี่ย |
| 08.00 | 34.1                                   | 33.8 | 31.3 | 27.2 | 27.5 | 31.8 | 30.9 | 30.9   | 59%              | 83% | 64% | 72% | 60% | 72% | 71% | 69%    |
| 09.00 | 34.8                                   | 36.3 | 31.3 | 28.4 | 30.9 | 31.5 | 31.9 | 32.2   | 35%              | 65% | 70% | 73% | 56% | 68% | 69% | 62%    |
| 10.00 | 35.6                                   | 28.9 | 33.4 | 28.0 | 33.3 | 32.1 | 34.0 | 32.2   | 59%              | 51% | 66% | 75% | 55% | 62% | 64% | 62%    |
| 11.00 | 35.3                                   | 39.9 | 36.9 | 33.0 | 34.0 | 33.7 | 35.0 | 35.4   | 60%              | 46% | 63% | 65% | 54% | 59% | 67% | 59%    |
| 12.00 | 36.2                                   | 39.0 | 34.1 | 33.0 | 34.1 | 33.5 | 34.4 | 34.9   | 58%              | 47% | 61% | 66% | 50% | 61% | 72% | 59%    |
| 13.00 | 43.3                                   | 40.7 | 36.0 | 31.0 | 36.0 | 35.4 | 34.5 | 36.7   | 37%              | 47% | 60% | 60% | 51% | 63% | 75% | 56%    |
| 14.00 | 36.6                                   | 44.8 | 39.8 | 31.1 | 35.0 | 35.4 | 34.6 | 36.8   | 47%              | 45% | 58% | 61% | 56% | 69% | 76% | 59%    |
| 15.00 | 41.5                                   | 39.3 | 39.9 | 31.3 | 34.4 | 34.5 | 33.7 | 36.4   | 37%              | 43% | 51% | 65% | 44% | 56% | 73% | 53%    |
| 16.00 | 37.3                                   | 39.9 | 38.8 | 29.3 | 35.0 | 32.9 | 32.2 | 35.1   | 42%              | 47% | 55% | 69% | 54% | 50% | 60% | 54%    |
| 17.00 | 34.6                                   | 34.6 | 33.3 | 28.0 | 30.0 | 30.1 | 34.0 | 32.1   | 56%              | 52% | 62% | 65% | 60% | 57% | 59% | 59%    |
| 18.00 | 30.7                                   | 30.9 | 30.4 | 27.6 | 28.1 | 30.5 | 33.4 | 30.2   | 63%              | 63% | 63% | 67% | 69% | 65% | 55% | 64%    |
| 19.00 | 29.2                                   | 30.3 | 29.6 | 27.2 | 28.6 | 26.9 | 29.8 | 28.8   | 77%              | 68% | 71% | 73% | 70% | 62% | 55% | 68%    |
| 20.00 | 27.6                                   | 31.2 | 29.1 | 27.1 | 27.9 | 27.0 | 27.5 | 28.2   | 68%              | 68% | 70% | 64% | 52% | 61% | 57% | 63%    |
| 21.00 | 28.5                                   | 29.6 | 26.7 | 25.2 | 27.7 | 27.3 | 26.0 | 27.3   | 67%              | 69% | 85% | 80% | 77% | 77% | 77% | 76%    |
| 22.00 | 27.9                                   | 26.6 | 28.0 | 26.4 | 27.7 | 27.4 | 28.8 | 27.5   | 72%              | 85% | 81% | 80% | 74% | 70% | 69% | 76%    |
| 23.00 | 25.4                                   | 26.6 | 26.9 | 25.9 | 28.9 | 26.0 | 27.0 | 26.7   | 91%              | 89% | 76% | 76% | 74% | 72% | 78% | 79%    |
| 24.00 | 26.0                                   | 26.6 | 25.9 | 26.1 | 28.8 | 27.2 | 25.4 | 26.6   | 83%              | 86% | 78% | 75% | 73% | 61% | 59% | 74%    |

ตารางที่ ข.22 การวัดอุณหภูมิภายนอก ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

มวลเบาที่หล่อในที่(House3) ณ วันที่ 3-9 ตุลาคม 2557

| เวลา  | วันที่วัดอุณหภูมิภายนอก (องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      | ความชื้นสัมพัทธ์ |     |     |     |     |     |     |     |        |
|-------|--|------|------|------|------|------|------|------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
|       | (นาฬิกา)                               | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | เฉลี่ย           | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | เฉลี่ย |
| 08.00 |  | 34.1 | 33.8 | 31.3 | 27.2 | 27.5 | 31.8 | 30.9 | 30.9             | 59% | 83% | 64% | 72% | 60% | 72% | 71% | 69%    |
| 09.00 |  | 34.9 | 36.3 | 31.3 | 28.4 | 30.9 | 31.5 | 31.9 | 32.2             | 35% | 65% | 70% | 73% | 56% | 68% | 69% | 62%    |
| 10.00 |  | 35.6 | 38.9 | 33.4 | 28.0 | 33.3 | 32.1 | 34.0 | 33.6             | 59% | 61% | 66% | 75% | 55% | 62% | 64% | 63%    |
| 11.00 |  | 35.3 | 39.6 | 36.9 | 33.0 | 34.0 | 33.7 | 35.1 | 35.4             | 60% | 46% | 63% | 65% | 54% | 59% | 67% | 59%    |
| 12.00 |  | 36.2 | 39.6 | 34.1 | 33.0 | 34.1 | 33.5 | 34.4 | 35.0             | 58% | 47% | 61% | 66% | 50% | 61% | 72% | 59%    |
| 13.00 |  | 43.3 | 40.7 | 36.0 | 31.0 | 36.0 | 35.4 | 34.5 | 36.7             | 37% | 47% | 60% | 60% | 51% | 63% | 75% | 56%    |
| 14.00 |  | 36.6 | 44.6 | 39.8 | 31.1 | 35.0 | 35.4 | 34.6 | 36.7             | 42% | 45% | 68% | 66% | 56% | 69% | 74% | 60%    |
| 15.00 |  | 41.5 | 39.3 | 39.3 | 31.3 | 34.4 | 34.5 | 33.7 | 36.3             | 37% | 43% | 51% | 65% | 44% | 56% | 73% | 53%    |
| 16.00 |  | 37.3 | 39.9 | 38.8 | 29.3 | 35.0 | 32.9 | 32.2 | 35.1             | 49% | 47% | 55% | 69% | 54% | 54% | 66% | 56%    |
| 17.00 |  | 38.6 | 34.6 | 33.3 | 28.0 | 30.0 | 30.1 | 34.0 | 32.7             | 56% | 52% | 62% | 65% | 60% | 57% | 59% | 59%    |
| 18.00 |  | 30.7 | 30.9 | 30.8 | 27.6 | 28.1 | 30.5 | 33.4 | 30.3             | 63% | 63% | 63% | 67% | 69% | 65% | 55% | 64%    |
| 19.00 |  | 29.2 | 30.3 | 29.6 | 27.2 | 28.6 | 26.9 | 29.2 | 28.7             | 77% | 68% | 71% | 73% | 70% | 62% | 55% | 68%    |
| 20.00 |  | 27.6 | 31.2 | 29.1 | 27.1 | 27.9 | 27.0 | 27.5 | 28.2             | 68% | 68% | 70% | 64% | 62% | 61% | 57% | 64%    |
| 21.00 |  | 28.5 | 29.6 | 26.7 | 25.2 | 27.7 | 27.3 | 26.0 | 27.3             | 67% | 69% | 85% | 80% | 77% | 77% | 57% | 73%    |
| 22.00 |  | 27.9 | 26.6 | 28.0 | 26.4 | 27.7 | 27.4 | 25.8 | 27.1             | 72% | 85% | 81% | 80% | 74% | 70% | 69% | 76%    |
| 23.00 |  | 25.4 | 26.6 | 26.9 | 25.9 | 28.9 | 26.0 | 27.0 | 26.7             | 91% | 89% | 75% | 76% | 74% | 74% | 78% | 80%    |
| 24.00 |  | 26.0 | 26.6 | 25.9 | 26.7 | 28.8 | 27.2 | 25.4 | 26.7             | 83% | 86% | 73% | 75% | 73% | 71% | 59% | 74%    |

ตารางที่ ข.23 การวัดอุณหภูมิภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย  
อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง(House1) ณ วันที่ 3-9 ตุลาคม 2557

| เวลา<br>(นาฬิกา) | วันที่วัดอุณหภูมิภายใน (องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |        | ความชื้นสัมพัทธ์ |     |     |     |     |     |     |        |
|------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|--------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
|                  | 3                                     | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | เฉลี่ย | 3                | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | เฉลี่ย |
| 08.00            | 33.6                                  | 30.5 | 32.1 | 27.2 | 26.7 | 31.8 | 30.1 | 30.3   | 62%              | 80% | 68% | 78% | 62% | 62% | 60% | 67%    |
| 09.00            | 33.8                                  | 33.5 | 31.5 | 27.9 | 30.3 | 30.4 | 31.4 | 31.3   | 55%              | 69% | 70% | 78% | 63% | 64% | 69% | 67%    |
| 10.00            | 33.8                                  | 36.2 | 35.6 | 28.5 | 31.5 | 35.0 | 33.3 | 33.4   | 58%              | 69% | 69% | 74% | 56% | 67% | 68% | 66%    |
| 11.00            | 35.2                                  | 39.2 | 37.2 | 31.6 | 31.1 | 35.5 | 34.6 | 34.9   | 58%              | 57% | 57% | 62% | 52% | 62% | 72% | 60%    |
| 12.00            | 35.7                                  | 37.8 | 33.1 | 30.9 | 33.8 | 32.5 | 33.8 | 33.9   | 56%              | 58% | 57% | 70% | 51% | 64% | 74% | 61%    |
| 13.00            | 36.6                                  | 38.6 | 36.7 | 32.6 | 33.9 | 36.1 | 44.6 | 37.0   | 50%              | 52% | 58% | 62% | 49% | 59% | 73% | 58%    |
| 14.00            | 36.3                                  | 38.2 | 36.5 | 31.0 | 34.1 | 37.0 | 34.5 | 35.4   | 55%              | 56% | 58% | 74% | 42% | 53% | 76% | 59%    |
| 15.00            | 37.1                                  | 40.1 | 37.3 | 31.6 | 34.4 | 34.5 | 35.7 | 35.8   | 59%              | 58% | 50% | 62% | 44% | 40% | 71% | 55%    |
| 16.00            | 37.2                                  | 37.5 | 35.9 | 30.3 | 35.7 | 32.5 | 34.7 | 34.8   | 66%              | 59% | 60% | 66% | 53% | 50% | 64% | 60%    |
| 17.00            | 35.6                                  | 35.8 | 34.3 | 29.6 | 32.9 | 30.6 | 34.4 | 33.3   | 62%              | 67% | 68% | 70% | 50% | 48% | 62% | 61%    |
| 18.00            | 33.1                                  | 34.1 | 32.0 | 28.5 | 26.4 | 31.6 | 33.4 | 31.3   | 74%              | 72% | 72% | 74% | 76% | 74% | 59% | 72%    |
| 19.00            | 31.6                                  | 32.1 | 30.9 | 28.4 | 30.8 | 29.5 | 31.0 | 30.6   | 79%              | 74% | 74% | 71% | 69% | 69% | 69% | 72%    |
| 20.00            | 30.3                                  | 31.2 | 30.1 | 27.7 | 30.7 | 29.7 | 28.7 | 29.8   | 80%              | 80% | 79% | 72% | 70% | 60% | 63% | 72%    |
| 21.00            | 29.3                                  | 30.5 | 29.0 | 26.9 | 27.9 | 28.2 | 25.0 | 28.1   | 79%              | 81% | 85% | 80% | 77% | 79% | 60% | 77%    |
| 22.00            | 28.9                                  | 29.0 | 29.8 | 20.8 | 26.5 | 28.4 | 27.8 | 27.3   | 92%              | 85% | 80% | 79% | 75% | 71% | 58% | 77%    |
| 23.00            | 27.7                                  | 28.5 | 29.0 | 20.7 | 20.5 | 28.2 | 29.0 | 26.2   | 96%              | 89% | 79% | 78% | 74% | 74% | 77% | 81%    |
| 24.00            | 27.4                                  | 28.5 | 28.5 | 26.5 | 26.2 | 29.0 | 26.3 | 27.5   | 80%              | 89% | 75% | 75% | 71% | 72% | 63% | 75%    |

ตารางที่ ข.24 การวัดอุณหภูมิ ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วยอิฐมวลเบาที่  
จำหน่ายในท้องตลาด(House2) ณ วันที่ 3-9 ตุลาคม 2557

| เวลา<br>(นาฬิกา) | วันที่วัดอุณหภูมิภายใน (องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |        | ความชื้นสัมพัทธ์ |     |     |     |     |     |     |        |
|------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|--------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
|                  | 3                                     | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | เฉลี่ย | 3                | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | เฉลี่ย |
| 08.00            | 33.8                                  | 30.5 | 31.2 | 27.2 | 28.2 | 30.9 | 33.1 | 30.7   | 60%              | 81% | 70% | 78% | 65% | 66% | 64% | 69%    |
| 09.00            | 35.5                                  | 33.1 | 33.8 | 27.7 | 30.6 | 29.9 | 31.5 | 31.7   | 36%              | 77% | 72% | 78% | 58% | 61% | 69% | 64%    |
| 10.00            | 34.5                                  | 37.3 | 36.1 | 30.2 | 31.7 | 34.9 | 33.2 | 34.0   | 63%              | 69% | 63% | 70% | 56% | 58% | 70% | 64%    |
| 11.00            | 35.3                                  | 36.1 | 37.6 | 31.7 | 33.5 | 34.2 | 34.5 | 34.7   | 65%              | 70% | 48% | 66% | 53% | 63% | 72% | 62%    |
| 12.00            | 35.9                                  | 35.5 | 36.5 | 31.5 | 34.4 | 35.0 | 33.6 | 34.6   | 66%              | 66% | 58% | 59% | 53% | 61% | 76% | 63%    |
| 13.00            | 36.4                                  | 39.6 | 37.1 | 36.5 | 36.9 | 37.2 | 34.7 | 36.9   | 53%              | 59% | 60% | 53% | 50% | 59% | 75% | 58%    |
| 14.00            | 36.4                                  | 36.7 | 36.7 | 31.2 | 34.0 | 34.0 | 35.4 | 34.9   | 61%              | 67% | 58% | 70% | 51% | 57% | 73% | 62%    |
| 15.00            | 36.9                                  | 40.2 | 37.3 | 31.4 | 35.2 | 34.2 | 36.0 | 35.9   | 59%              | 59% | 61% | 62% | 54% | 50% | 69% | 59%    |
| 16.00            | 36.8                                  | 38.0 | 36.0 | 30.6 | 33.5 | 33.3 | 35.1 | 34.8   | 68%              | 59% | 64% | 69% | 55% | 51% | 63% | 61%    |
| 17.00            | 34.6                                  | 35.9 | 34.3 | 29.8 | 33.2 | 31.7 | 34.3 | 33.4   | 62%              | 57% | 68% | 78% | 57% | 53% | 59% | 62%    |
| 18.00            | 32.5                                  | 33.1 | 32.3 | 28.5 | 26.4 | 32.3 | 33.0 | 31.2   | 88%              | 77% | 78% | 74% | 70% | 66% | 58% | 73%    |
| 19.00            | 31.4                                  | 32.0 | 31.3 | 28.4 | 30.9 | 27.2 | 30.5 | 30.2   | 83%              | 80% | 78% | 74% | 70% | 59% | 55% | 71%    |
| 20.00            | 30.0                                  | 31.1 | 30.0 | 27.7 | 30.4 | 27.8 | 28.1 | 29.3   | 85%              | 83% | 81% | 74% | 71% | 71% | 57% | 75%    |
| 21.00            | 29.1                                  | 31.0 | 29.0 | 26.7 | 26.1 | 27.8 | 26.0 | 28.0   | 83%              | 86% | 86% | 80% | 77% | 77% | 59% | 78%    |
| 22.00            | 28.5                                  | 29.0 | 29.0 | 29.9 | 29.6 | 27.9 | 28.0 | 28.8   | 82%              | 88% | 82% | 77% | 74% | 75% | 57% | 76%    |
| 23.00            | 27.7                                  | 28.5 | 28.4 | 27.1 | 29.8 | 29.4 | 27.0 | 28.3   | 92%              | 90% | 70% | 76% | 73% | 71% | 61% | 76%    |
| 24.00            | 28.1                                  | 28.6 | 28.0 | 26.6 | 26.4 | 28.2 | 26.4 | 27.5   | 88%              | 90% | 64% | 74% | 71% | 73% | 58% | 74%    |



ตารางที่ ข.25 การวัดอุณหภูมิ ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วยผนัง  
คอนกรีตมวลเบาที่หล่อในที่(House3) ณ วันที่ 3-9 ตุลาคม 2557

| เวลา<br>(นาฬิกา) | วันที่วัดอุณหภูมิภายใน (องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |        | ความชื้นสัมพัทธ์ |     |     |     |     |     |     |        |
|------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|--------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
|                  | 3                                     | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | เฉลี่ย | 3                | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | เฉลี่ย |
| 08.00            | 33.2                                  | 31.4 | 32.3 | 27.6 | 27.4 | 30.5 | 30.9 | 30.5   | 67%              | 82% | 81% | 83% | 69% | 68% | 64% | 73%    |
| 09.00            | 34.5                                  | 33.1 | 35.0 | 27.6 | 30.5 | 30.0 | 31.6 | 31.8   | 38%              | 79% | 77% | 82% | 62% | 63% | 61% | 66%    |
| 10.00            | 34.4                                  | 37.1 | 32.1 | 27.2 | 32.6 | 31.4 | 33.3 | 32.6   | 63%              | 76% | 63% | 77% | 56% | 58% | 66% | 66%    |
| 11.00            | 38.9                                  | 36.0 | 36.5 | 30.3 | 33.3 | 33.5 | 35.3 | 34.8   | 69%              | 76% | 59% | 67% | 56% | 60% | 70% | 65%    |
| 12.00            | 36.3                                  | 36.1 | 37.2 | 32.2 | 33.4 | 35.1 | 33.9 | 34.9   | 63%              | 64% | 61% | 60% | 55% | 57% | 72% | 62%    |
| 13.00            | 36.0                                  | 39.0 | 36.6 | 30.7 | 34.5 | 32.9 | 34.1 | 34.8   | 50%              | 64% | 66% | 63% | 47% | 63% | 75% | 61%    |
| 14.00            | 36.0                                  | 37.8 | 36.7 | 30.9 | 30.0 | 29.0 | 35.0 | 33.6   | 61%              | 78% | 68% | 79% | 53% | 58% | 73% | 67%    |
| 15.00            | 36.5                                  | 38.8 | 36.8 | 31.7 | 34.0 | 34.2 | 35.2 | 35.3   | 61%              | 63% | 70% | 66% | 48% | 46% | 64% | 60%    |
| 16.00            | 36.3                                  | 37.6 | 35.1 | 29.8 | 33.8 | 32.9 | 35.0 | 34.4   | 66%              | 61% | 67% | 69% | 59% | 56% | 61% | 63%    |
| 17.00            | 33.1                                  | 35.7 | 34.0 | 29.8 | 32.5 | 33.0 | 33.2 | 33.0   | 56%              | 59% | 73% | 79% | 60% | 57% | 56% | 63%    |
| 18.00            | 32.0                                  | 32.8 | 31.7 | 28.5 | 26.3 | 31.9 | 33.2 | 30.9   | 82%              | 78% | 82% | 75% | 69% | 65% | 59% | 73%    |
| 19.00            | 31.2                                  | 31.9 | 31.4 | 24.2 | 30.3 | 27.7 | 28.8 | 29.4   | 84%              | 81% | 80% | 75% | 71% | 49% | 56% | 71%    |
| 20.00            | 29.8                                  | 29.1 | 29.8 | 27.5 | 30.5 | 25.6 | 27.2 | 28.5   | 86%              | 86% | 82% | 75% | 72% | 58% | 57% | 74%    |
| 21.00            | 29.1                                  | 30.1 | 29.1 | 27.0 | 26.4 | 28.3 | 28.2 | 28.3   | 84%              | 84% | 89% | 80% | 76% | 74% | 54% | 77%    |
| 22.00            | 28.5                                  | 29.1 | 29.9 | 26.9 | 26.4 | 28.5 | 25.0 | 27.8   | 84%              | 90% | 83% | 77% | 74% | 71% | 69% | 78%    |
| 23.00            | 27.8                                  | 28.6 | 29.8 | 26.7 | 26.4 | 21.0 | 27.2 | 26.8   | 95%              | 93% | 80% | 76% | 71% | 73% | 67% | 79%    |
| 24.00            | 28.2                                  | 28.5 | 29.0 | 26.4 | 26.0 | 27.4 | 24.0 | 27.1   | 89%              | 92% | 79% | 75% | 70% | 76% | 77% | 80%    |

ตารางที่ ข.26 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย  
อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง(House1) ณ วันที่ 3 ตุลาคม 2557

| เวลา<br>(นาฬิกา) | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                  | P1                                     | P2   | P3   | P4   | P5   | P6   | P7   | P8   | P9   | P1_1                                  | P2_1 | P3_1 | P4_1 | P5_1 | P6_1 | P7_1 | P8_1 | P9_1 |
| 08.00            | 36.2                                   | 36.3 | 35.8 | 35.9 | 36.2 | 36.2 | 37.0 | 37.2 | 37.2 | 30.6                                  | 30.2 | 30.1 | 31.0 | 31.0 | 31.3 | 31.3 | 31.3 | 31.0 |
| 09.00            | 40.7                                   | 41.1 | 44.3 | 41.3 | 43.1 | 43.0 | 41.4 | 43.0 | 43.7 | 34.5                                  | 32.1 | 32.3 | 32.7 | 33.5 | 32.5 | 33.7 | 32.9 | 32.8 |
| 10.00            | 44.3                                   | 43.2 | 45.3 | 41.3 | 43.3 | 44.7 | 40.4 | 43.7 | 44.3 | 34.5                                  | 33.4 | 33.3 | 24.4 | 33.9 | 33.8 | 34.6 | 34.5 | 33.9 |
| 11.00            | 43.3                                   | 43.3 | 43.6 | 43.2 | 42.1 | 42.6 | 42.5 | 43.1 | 44.7 | 36.2                                  | 35.5 | 35.3 | 36.2 | 35.4 | 35.2 | 36.5 | 36.2 | 35.2 |
| 12.00            | 44.7                                   | 44.9 | 44.1 | 40.3 | 46.3 | 46.3 | 42.7 | 44.1 | 44.1 | 36.5                                  | 35.9 | 35.9 | 35.8 | 36.2 | 35.8 | 36.6 | 36.7 | 36.3 |
| 13.00            | 41.7                                   | 45.0 | 47.1 | 40.8 | 46.5 | 46.5 | 41.3 | 45.3 | 45.0 | 38.2                                  | 37.9 | 36.6 | 38.9 | 37.9 | 37.4 | 38.3 | 38.1 | 37.8 |
| 14.00            | 40.1                                   | 44.0 | 44.6 | 39.9 | 43.5 | 43.7 | 40.3 | 40.5 | 43.5 | 38.8                                  | 38.4 | 37.8 | 38.8 | 38.2 | 37.2 | 38.8 | 38.6 | 37.4 |
| 15.00            | 39.4                                   | 42.2 | 43.6 | 39.2 | 43.3 | 42.9 | 39.5 | 41.9 | 42.4 | 38.8                                  | 38.8 | 37.7 | 38.6 | 38.5 | 37.5 | 38.4 | 38.4 | 37.3 |
| 16.00            | 38.9                                   | 40.3 | 40.9 | 37.7 | 40.0 | 40.1 | 38.4 | 38.4 | 39.6 | 38.5                                  | 38.6 | 37.8 | 37.9 | 38.0 | 37.1 | 38.7 | 37.8 | 37.1 |
| 17.00            | 36.5                                   | 37.6 | 36.5 | 36.1 | 36.8 | 36.5 | 35.9 | 36.8 | 36.8 | 38.4                                  | 38.3 | 36.6 | 37.1 | 37.2 | 36.2 | 36.9 | 31.2 | 36.3 |
| 18.00            | 33.7                                   | 34.1 | 33.3 | 32.9 | 33.1 | 33.2 | 33.0 | 33.3 | 33.0 | 36.8                                  | 36.0 | 34.8 | 35.0 | 34.9 | 33.9 | 35.1 | 35.3 | 34.3 |
| 19.00            | 32.4                                   | 32.6 | 31.7 | 31.5 | 31.5 | 31.2 | 31.8 | 31.8 | 31.5 | 35.4                                  | 35.4 | 34.0 | 33.9 | 34.0 | 33.1 | 34.0 | 34.2 | 33.3 |
| 20.00            | 31.0                                   | 31.1 | 30.1 | 30.1 | 29.9 | 29.7 | 30.1 | 30.3 | 30.0 | 33.5                                  | 33.5 | 32.3 | 32.1 | 31.8 | 31.7 | 32.5 | 32.5 | 31.9 |
| 21.00            | 29.8                                   | 29.8 | 29.1 | 29.1 | 29.0 | 28.9 | 29.3 | 29.3 | 29.1 | 31.2                                  | 32.0 | 31.3 | 30.7 | 31.0 | 30.6 | 31.2 | 31.2 | 30.9 |
| 22.00            | 28.8                                   | 28.9 | 28.4 | 28.3 | 28.3 | 28.2 | 28.5 | 28.5 | 28.3 | 30.9                                  | 30.9 | 30.4 | 29.8 | 30.0 | 29.9 | 30.2 | 30.4 | 30.1 |
| 23.00            | 27.8                                   | 28.2 | 27.5 | 27.4 | 27.4 | 27.4 | 27.4 | 27.7 | 27.5 | 29.6                                  | 29.7 | 29.4 | 28.9 | 29.1 | 29.1 | 29.3 | 29.4 | 29.2 |
| 24.00            | 27.5                                   | 27.6 | 27.3 | 27.1 | 27.1 | 27.1 | 27.2 | 27.3 | 27.2 | 28.7                                  | 28.9 | 28.6 | 28.2 | 28.4 | 28.4 | 28.8 | 28.8 | 28.4 |

ตารางที่ ข.27 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย  
อิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด(House2) ณ วันที่ 3 ตุลาคม 2557

| เวลา     | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านนอก(องศาเซลเซียส) |         |         |         |         |         |         |         |         | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านใน(องศาเซลเซียส) |           |           |           |           |           |           |           |           |
|----------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| (นาฬิกา) | P1<br>0                                    | P1<br>1 | P1<br>2 | P1<br>3 | P1<br>4 | P1<br>5 | P1<br>6 | P1<br>7 | P1<br>8 | P10<br>_1                                 | P11<br>_1 | P12<br>_1 | P13<br>_1 | P14<br>_1 | P15<br>_1 | P16<br>_1 | P17<br>_1 | P18<br>_1 |
| 08.00    | 38.2                                       | 38.0    | 38.4    | 38.0    | 39.2    | 41.2    | 38.7    | 37.9    | 39.5    | 30.2                                      | 30.0      | 30.2      | 30.0      | 31.3      | 33.7      | 30.2      | 29.8      | 31.9      |
| 09.00    | 41.9                                       | 43.7    | 42.7    | 44.3    | 43.7    | 43.9    | 44.4    | 44.4    | 44.6    | 33.4                                      | 33.3      | 33.2      | 34.0      | 33.3      | 33.0      | 34.4      | 32.2      | 33.1      |
| 10.00    | 42.2                                       | 44.6    | 43.7    | 43.3    | 44.3    | 44.1    | 41.6    | 43.3    | 43.7    | 34.8                                      | 34.3      | 33.4      | 35.2      | 34.1      | 34.0      | 35.5      | 34.5      | 34.3      |
| 11.00    | 42.9                                       | 45.8    | 42.6    | 42.4    | 43.6    | 43.8    | 43.1    | 43.9    | 41.9    | 36.4                                      | 36.3      | 35.3      | 37.0      | 35.4      | 35.8      | 37.3      | 36.3      | 35.3      |
| 12.00    | 41.6                                       | 47.6    | 45.6    | 43.9    | 47.2    | 44.8    | 45.6    | 46.0    | 46.9    | 37.1                                      | 37.1      | 36.1      | 37.3      | 36.3      | 36.1      | 37.7      | 36.2      | 36.7      |
| 13.00    | 41.3                                       | 46.5    | 45.5    | 41.8    | 46.1    | 45.5    | 41.9    | 46.1    | 45.7    | 38.4                                      | 38.8      | 37.9      | 37.2      | 38.5      | 37.9      | 39.6      | 38.9      | 38.1      |
| 14.00    | 43.1                                       | 49.5    | 44.6    | 41.1    | 44.4    | 43.1    | 40.1    | 43.1    | 44.1    | 38.9                                      | 38.9      | 38.1      | 38.9      | 38.5      | 38.1      | 39.9      | 38.7      | 38.1      |
| 15.00    | 43.6                                       | 43.8    | 43.3    | 40.2    | 43.5    | 43.2    | 40.2    | 43.2    | 43.4    | 39.4                                      | 39.0      | 38.6      | 39.0      | 38.9      | 37.9      | 40.0      | 39.9      | 38.6      |
| 16.00    | 39.8                                       | 39.8    | 40.3    | 38.5    | 40.8    | 40.0    | 37.9    | 39.9    | 40.0    | 39.9                                      | 39.1      | 37.9      | 37.9      | 37.9      | 37.2      | 37.9      | 37.1      | 37.1      |
| 17.00    | 37.6                                       | 37.3    | 37.7    | 36.7    | 36.8    | 36.7    | 36.4    | 37.2    | 36.6    | 38.3                                      | 37.3      | 36.8      | 37.1      | 36.9      | 36.0      | 34.1      | 36.9      | 36.0      |
| 18.00    | 33.9                                       | 33.5    | 33.6    | 32.8    | 32.8    | 32.8    | 32.8    | 33.8    | 33.0    | 33.3                                      | 35.3      | 34.9      | 34.7      | 34.5      | 33.8      | 34.8      | 35.1      | 34.0      |
| 19.00    | 32.5                                       | 31.9    | 31.7    | 31.2    | 31.3    | 31.3    | 31.2    | 31.6    | 31.6    | 34.5                                      | 33.8      | 33.8      | 33.2      | 33.2      | 33.7      | 33.4      | 33.7      | 32.9      |
| 20.00    | 30.9                                       | 30.3    | 30.5    | 29.7    | 29.7    | 29.8    | 29.8    | 30.1    | 30.2    | 32.7                                      | 32.3      | 32.2      | 31.5      | 31.6      | 31.4      | 31.8      | 31.9      | 31.5      |
| 21.00    | 29.5                                       | 29.2    | 29.1    | 28.6    | 28.7    | 28.9    | 28.7    | 29.0    | 29.0    | 31.1                                      | 30.9      | 30.0      | 31.0      | 30.3      | 30.3      | 30.3      | 30.5      | 30.8      |
| 22.00    | 28.6                                       | 28.4    | 28.5    | 27.8    | 27.9    | 28.1    | 27.9    | 28.1    | 28.3    | 30.0                                      | 30.2      | 30.1      | 29.3      | 29.5      | 29.5      | 29.6      | 29.9      | 29.7      |
| 23.00    | 29.7                                       | 29.6    | 29.7    | 26.9    | 27.2    | 27.5    | 27.1    | 27.5    | 27.5    | 28.8                                      | 29.1      | 29.1      | 28.5      | 28.6      | 28.7      | 28.6      | 28.9      | 28.8      |
| 24.00    | 27.2                                       | 27.2    | 27.2    | 26.8    | 26.8    | 27.4    | 26.9    | 27.1    | 27.2    | 28.2                                      | 28.5      | 28.5      | 28.0      | 28.1      | 28.3      | 28.1      | 28.3      | 28.3      |

ตารางที่ ข.28 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย  
ผนัง คอนกรีตมวลเบาที่หล่อในที่(House3) ณ วันที่ 3 ตุลาคม 2557

| เวลา     | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| (นาฬิกา) | P1   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P19                                       | P20  | P21  | P22  | P23  | P24  | P25  | P26  | P27  |
|          | 9  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | _1  | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   |
| 08.00    | 39.4                                       | 38.0 | 38.6 | 38.7 | 39.9 | 41.2 | 38.7 | 37.9 | 39.8 | 30.3                                      | 28.8 | 30.2 | 30.0 | 30.8 | 31.7 | 31.4 | 30.2 | 29.4 |
| 09.00    | 43.9                                       | 43.0 | 41.9 | 41.1 | 42.9 | 40.3 | 42.3 | 43.0 | 41.5 | 33.0                                      | 32.7 | 32.4 | 33.4 | 32.4 | 31.3 | 33.0 | 32.0 | 32.3 |
| 10.00    | 42.3                                       | 41.8 | 41.0 | 40.0 | 41.3 | 38.5 | 41.3 | 41.9 | 40.2 | 34.5                                      | 33.9 | 33.7 | 43.3 | 33.7 | 32.6 | 34.4 | 34.0 | 33.4 |
| 11.00    | 42.9                                       | 41.9 | 40.5 | 40.3 | 41.5 | 40.2 | 41.6 | 43.4 | 42.4 | 36.2                                      | 35.4 | 34.5 | 36.1 | 35.1 | 34.8 | 36.0 | 35.3 | 35.1 |
| 12.00    | 45.1                                       | 45.0 | 42.5 | 43.5 | 45.5 | 43.7 | 45.8 | 46.0 | 43.6 | 37.0                                      | 36.2 | 35.6 | 36.8 | 35.8 | 35.4 | 37.0 | 36.2 | 35.6 |
| 13.00    | 41.6                                       | 43.1 | 42.9 | 42.1 | 44.4 | 43.9 | 43.8 | 45.1 | 43.5 | 38.9                                      | 38.4 | 37.6 | 38.9 | 37.5 | 36.7 | 38.5 | 37.2 | 36.7 |
| 14.00    | 42.7                                       | 41.6 | 41.6 | 40.5 | 40.5 | 40.5 | 39.5 | 41.5 | 40.6 | 38.1                                      | 38.0 | 37.5 | 38.3 | 37.3 | 36.3 | 38.3 | 37.3 | 36.6 |
| 15.00    | 42.6                                       | 41.2 | 42.6 | 39.6 | 41.1 | 41.2 | 36.9 | 41.8 | 40.2 | 39.1                                      | 38.8 | 37.8 | 38.8 | 38.0 | 38.8 | 38.5 | 38.0 | 36.5 |
| 16.00    | 39.9                                       | 39.9 | 38.9 | 37.5 | 38.4 | 39.1 | 38.1 | 38.6 | 38.1 | 38.5                                      | 38.2 | 37.3 | 37.8 | 37.5 | 36.4 | 37.5 | 37.3 | 36.3 |
| 17.00    | 37.3                                       | 36.6 | 36.8 | 36.0 | 36.1 | 36.2 | 36.3 | 36.4 | 35.8 | 37.1                                      | 36.9 | 35.8 | 36.2 | 36.2 | 35.2 | 36.4 | 36.0 | 35.3 |
| 18.00    | 33.5                                       | 33.1 | 33.4 | 32.7 | 32.5 | 32.8 | 33.0 | 32.7 | 32.5 | 35.2                                      | 35.2 | 34.9 | 34.6 | 34.6 | 34.0 | 35.0 | 34.8 | 34.0 |
| 19.00    | 32.0                                       | 31.7 | 32.0 | 31.6 | 31.0 | 31.5 | 31.7 | 31.4 | 31.3 | 34.3                                      | 33.8 | 33.4 | 33.3 | 33.3 | 32.9 | 33.8 | 33.6 | 32.9 |
| 20.00    | 30.4                                       | 30.3 | 30.6 | 30.2 | 29.8 | 30.1 | 30.4 | 30.2 | 30.0 | 32.4                                      | 32.1 | 31.8 | 31.8 | 32.1 | 31.8 | 32.4 | 32.2 | 31.8 |
| 21.00    | 29.3                                       | 29.1 | 29.2 | 28.9 | 28.8 | 29.0 | 29.2 | 29.1 | 29.0 | 31.1                                      | 31.0 | 31.4 | 30.6 | 30.9 | 30.7 | 31.2 | 31.0 | 30.8 |
| 22.00    | 28.4                                       | 28.4 | 28.5 | 28.2 | 28.2 | 28.4 | 28.5 | 28.4 | 28.3 | 30.2                                      | 30.2 | 30.2 | 29.6 | 30.1 | 30.1 | 30.3 | 30.3 | 30.1 |
| 23.00    | 27.5                                       | 27.6 | 27.9 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 28.9                                      | 29.1 | 29.1 | 28.8 | 29.2 | 29.1 | 29.3 | 29.3 | 29.2 |
| 24.00    | 27.1                                       | 27.1 | 27.4 | 27.1 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 27.4 | 27.3 | 28.5                                      | 28.6 | 28.7 | 28.3 | 28.5 | 28.8 | 28.8 | 28.8 | 28.8 |

ตารางที่ ข.29 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย  
อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง(House1) ณ วันที่ 4 ตุลาคม 2557

| เวลา  | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       | P1                                     | P2   | P3   | P4   | P5   | P6   | P7   | P8   | P9   | P1_1                                  | P2_1 | P3_1 | P4_1 | P5_1 | P6_1 | P7_1 | P8_1 | P9_1 |
| 08.00 | 33.8                                   | 33.9 | 35.5 | 33.2 | 33.5 | 34.2 | 33.1 | 34.3 | 35.3 | 27.8                                  | 27.5 | 27.8 | 27.9 | 27.6 | 28.0 | 27.6 | 27.6 | 27.8 |
| 09.00 | 39.3                                   | 39.3 | 40.8 | 38.4 | 39.6 | 41.1 | 38.8 | 39.9 | 40.2 | 31.2                                  | 30.4 | 31.3 | 31.0 | 30.2 | 31.1 | 31.1 | 31.2 | 31.0 |
| 10.00 | 43.1                                   | 42.9 | 45.8 | 42.9 | 44.1 | 44.5 | 44.2 | 44.3 | 44.9 | 34.2                                  | 32.9 | 32.9 | 33.8 | 33.5 | 33.5 | 34.5 | 33.8 | 33.5 |
| 11.00 | 44.3                                   | 44.9 | 46.2 | 44.1 | 45.7 | 46.1 | 44.0 | 45.8 | 45.1 | 36.9                                  | 35.9 | 35.9 | 37.0 | 36.1 | 36.2 | 36.8 | 36.2 | 36.1 |
| 12.00 | 41.9                                   | 43.8 | 45.9 | 41.7 | 45.9 | 46.0 | 43.8 | 44.6 | 43.8 | 37.1                                  | 37.6 | 36.7 | 37.5 | 36.5 | 36.5 | 37.5 | 36.5 | 36.3 |
| 13.00 | 42.3                                   | 45.6 | 47.3 | 42.5 | 46.1 | 47.3 | 42.8 | 45.9 | 42.6 | 38.7                                  | 38.5 | 38.6 | 38.8 | 37.9 | 38.6 | 39.1 | 38.8 | 37.7 |
| 14.00 | 40.2                                   | 44.1 | 44.4 | 40.2 | 43.2 | 43.4 | 40.7 | 43.6 | 43.6 | 38.6                                  | 38.3 | 37.4 | 38.3 | 37.9 | 37.5 | 38.4 | 38.2 | 37.7 |
| 15.00 | 41.9                                   | 43.2 | 44.4 | 40.5 | 44.1 | 44.0 | 41.1 | 44.5 | 44.9 | 39.5                                  | 39.1 | 38.1 | 39.6 | 38.8 | 38.2 | 39.6 | 39.1 | 38.0 |
| 16.00 | 36.7                                   | 39.0 | 40.5 | 38.7 | 40.7 | 40.3 | 37.2 | 40.8 | 41.3 | 38.9                                  | 38.7 | 37.7 | 37.3 | 37.1 | 38.1 | 38.5 | 38.4 | 37.5 |
| 17.00 | 37.3                                   | 37.7 | 38.0 | 36.7 | 37.2 | 36.8 | 37.2 | 37.9 | 37.7 | 38.7                                  | 38.3 | 37.2 | 37.8 | 37.7 | 36.6 | 37.3 | 37.9 | 36.8 |
| 18.00 | 33.9                                   | 34.6 | 33.7 | 33.7 | 33.8 | 32.9 | 33.9 | 34.0 | 33.7 | 36.9                                  | 37.0 | 35.6 | 35.9 | 35.7 | 34.9 | 36.0 | 36.2 | 35.1 |
| 19.00 | 32.8                                   | 33.2 | 32.5 | 32.3 | 32.3 | 31.9 | 32.4 | 32.5 | 32.3 | 35.6                                  | 35.6 | 34.2 | 34.4 | 34.1 | 33.5 | 34.6 | 34.7 | 33.9 |
| 20.00 | 31.9                                   | 32.0 | 31.3 | 31.1 | 31.1 | 30.9 | 30.4 | 31.5 | 31.0 | 34.0                                  | 34.1 | 33.2 | 33.3 | 33.3 | 32.5 | 33.3 | 33.5 | 32.9 |
| 21.00 | 30.6                                   | 30.6 | 30.1 | 30.1 | 30.0 | 29.8 | 30.3 | 30.3 | 30.3 | 32.4                                  | 32.7 | 32.0 | 31.8 | 31.8 | 31.5 | 32.1 | 32.2 | 31.8 |
| 22.00 | 28.8                                   | 29.1 | 28.6 | 28.5 | 28.5 | 28.5 | 28.7 | 28.8 | 28.6 | 30.8                                  | 31.1 | 30.0 | 30.1 | 30.2 | 30.0 | 30.4 | 30.5 | 30.4 |
| 23.00 | 28.3                                   | 28.6 | 28.0 | 28.1 | 28.1 | 27.9 | 28.1 | 28.4 | 28.2 | 29.8                                  | 30.3 | 29.9 | 29.4 | 29.7 | 29.5 | 29.9 | 29.7 | 29.7 |
| 24.00 | 28.1                                   | 28.3 | 28.1 | 28.0 | 28.0 | 28.0 | 28.0 | 28.3 | 28.1 | 29.9                                  | 29.8 | 29.4 | 29.2 | 29.4 | 29.2 | 29.7 | 29.7 | 29.6 |

ตารางที่ ข.30 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

อิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด(House2) ณ วันที่ 4 ตุลาคม 2557

| เวลา     | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | P1   | P1   | P1   | P1   | P1   | P1   | P1   | P1   | P1   | P10                                       | P11  | P12  | P13  | P14  | P15  | P16  | P17  | P18  |
| (นาฬิกา) | 0  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | _1  | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   |
| 08.00    | 34.6                                       | 36.7 | 35.6 | 35.8 | 35.9 | 35.5 | 35.9 | 36.0 | 36.2 | 28.7                                      | 28.1 | 28.1 | 28.4 | 28.5 | 28.1 | 28.4 | 28.7 | 28.1 |
| 09.00    | 39.7                                       | 40.2 | 40.6 | 40.5 | 41.0 | 40.9 | 40.4 | 39.9 | 40.2 | 31.3                                      | 31.3 | 34.4 | 32.1 | 31.3 | 31.3 | 32.5 | 31.5 | 31.5 |
| 10.00    | 45.8                                       | 45.6 | 45.0 | 44.2 | 42.6 | 44.2 | 40.1 | 42.6 | 43.9 | 34.8                                      | 34.5 | 33.9 | 35.2 | 34.7 | 35.2 | 35.2 | 34.7 | 34.6 |
| 11.00    | 42.6                                       | 44.6 | 42.6 | 42.6 | 43.1 | 44.3 | 42.9 | 40.3 | 39.3 | 37.0                                      | 36.6 | 35.8 | 37.7 | 33.5 | 36.3 | 37.9 | 36.7 | 36.3 |
| 12.00    | 40.6                                       | 43.3 | 40.6 | 39.6 | 42.8 | 42.7 | 42.6 | 43.0 | 41.6 | 37.5                                      | 36.5 | 36.3 | 38.1 | 37.1 | 36.5 | 38.6 | 37.2 | 36.8 |
| 13.00    | 42.1                                       | 47.4 | 45.0 | 43.2 | 47.4 | 47.2 | 42.4 | 47.6 | 47.7 | 39.0                                      | 39.0 | 38.3 | 39.0 | 38.6 | 38.3 | 39.9 | 39.4 | 38.9 |
| 14.00    | 44.0                                       | 43.1 | 41.0 | 40.7 | 42.0 | 42.3 | 40.9 | 42.9 | 41.9 | 38.7                                      | 39.1 | 38.1 | 38.8 | 38.8 | 38.4 | 38.8 | 38.5 | 37.9 |
| 15.00    | 42.7                                       | 43.8 | 43.3 | 39.6 | 41.2 | 41.2 | 43.3 | 44.3 | 42.9 | 39.8                                      | 39.7 | 39.1 | 39.8 | 39.5 | 38.9 | 39.9 | 39.5 | 38.7 |
| 16.00    | 40.1                                       | 40.1 | 41.1 | 38.8 | 41.2 | 41.3 | 39.7 | 41.5 | 41.2 | 39.7                                      | 39.4 | 38.6 | 38.6 | 38.7 | 37.8 | 39.0 | 38.8 | 38.0 |
| 17.00    | 38.2                                       | 38.4 | 38.3 | 37.7 | 37.8 | 37.7 | 37.4 | 38.2 | 37.9 | 38.7                                      | 38.2 | 37.7 | 37.3 | 37.5 | 36.6 | 37.7 | 37.9 | 36.8 |
| 18.00    | 34.6                                       | 34.2 | 34.0 | 33.1 | 33.5 | 33.5 | 33.5 | 33.7 | 33.7 | 36.6                                      | 36.1 | 36.4 | 35.4 | 35.1 | 34.4 | 35.6 | 35.5 | 34.7 |
| 19.00    | 32.8                                       | 32.7 | 32.2 | 31.8 | 32.8 | 31.7 | 32.1 | 32.4 | 32.1 | 34.7                                      | 34.3 | 34.7 | 34.9 | 33.8 | 33.2 | 34.1 | 34.3 | 33.5 |
| 20.00    | 31.6                                       | 31.4 | 31.3 | 30.8 | 30.8 | 30.8 | 30.8 | 31.2 | 30.9 | 33.3                                      | 33.2 | 33.7 | 32.6 | 32.6 | 32.3 | 32.7 | 33.0 | 32.6 |
| 21.00    | 30.3                                       | 30.2 | 30.1 | 29.7 | 29.7 | 29.7 | 29.7 | 29.7 | 29.7 | 31.8                                      | 31.8 | 31.5 | 31.2 | 31.3 | 31.2 | 31.5 | 31.8 | 31.5 |
| 22.00    | 28.9                                       | 28.8 | 28.9 | 28.3 | 28.5 | 28.7 | 28.3 | 28.6 | 28.6 | 30.2                                      | 30.2 | 30.2 | 29.8 | 30.1 | 29.8 | 30.0 | 30.4 | 30.7 |
| 23.00    | 28.4                                       | 28.3 | 28.4 | 27.9 | 27.9 | 28.1 | 27.9 | 28.2 | 28.4 | 29.4                                      | 29.7 | 29.4 | 29.1 | 29.0 | 29.4 | 29.3 | 29.4 | 29.4 |
| 24.00    | 28.3                                       | 28.2 | 28.1 | 27.9 | 27.9 | 28.2 | 27.9 | 28.2 | 28.1 | 29.3                                      | 29.3 | 29.5 | 29.1 | 28.9 | 29.2 | 29.1 | 29.4 | 29.3 |

ตารางที่ ข.31 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

ผนังคอนกรีตมวลเบาที่หล่อในที่(House3) ณ วันที่ 4 ตุลาคม 2557

| เวลา<br>(นาฬิกา) | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |       |      |      |      |
|------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
|                  | P1                                     | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P19                                   | P20  | P21  | P22  | P23  | P24_1 | P25  | P26  | P27  |
|                  | 9                                      | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | _1                                    | _1   | _1   | _1   | _1   | P24_1 | _1   | _1   | _1   |
| 08.00            | 35.6                                   | 35.4 | 35.0 | 34.0 | 35.7 | 34.7 | 35.5 | 36.5 | 36.1 | 29.0                                  | 28.5 | 29.7 | 28.7 | 28.4 | 28.2  | 28.5 | 28.4 | 28.4 |
| 09.00            | 38.9                                   | 38.9 | 39.0 | 38.6 | 39.9 | 38.9 | 38.9 | 41.6 | 40.4 | 31.6                                  | 31.3 | 31.0 | 31.6 | 31.1 | 31.0  | 31.6 | 31.2 | 31.2 |
| 10.00            | 44.0                                   | 43.1 | 41.3 | 41.7 | 42.0 | 43.0 | 41.8 | 42.8 | 41.0 | 34.9                                  | 34.8 | 34.8 | 34.6 | 34.4 | 33.9  | 34.8 | 34.2 | 33.9 |
| 11.00            | 42.4                                   | 42.6 | 42.0 | 40.9 | 43.0 | 42.7 | 40.9 | 43.0 | 41.7 | 36.6                                  | 35.7 | 36.3 | 36.5 | 35.2 | 34.4  | 36.4 | 35.2 | 35.3 |
| 12.00            | 41.7                                   | 42.0 | 41.4 | 40.9 | 42.0 | 41.6 | 42.5 | 42.3 | 41.6 | 36.8                                  | 36.1 | 35.2 | 36.8 | 35.1 | 34.9  | 37.1 | 36.8 | 36.3 |
| 13.00            | 45.1                                   | 44.2 | 44.6 | 42.4 | 42.6 | 43.7 | 42.1 | 45.2 | 44.5 | 38.6                                  | 37.8 | 38.9 | 38.8 | 37.5 | 37.1  | 38.8 | 37.5 | 37.4 |
| 14.00            | 41.6                                   | 41.2 | 41.3 | 41.9 | 41.1 | 41.1 | 40.4 | 41.2 | 40.6 | 38.2                                  | 38.2 | 37.7 | 38.2 | 36.7 | 36.3  | 38.2 | 37.7 | 37.1 |
| 15.00            | 41.8                                   | 42.7 | 41.5 | 40.1 | 41.1 | 42.7 | 40.4 | 42.7 | 41.8 | 39.0                                  | 38.6 | 38.6 | 38.5 | 37.7 | 37.1  | 38.5 | 37.9 | 37.2 |
| 16.00            | 41.0                                   | 40.3 | 40.2 | 39.1 | 39.3 | 39.9 | 39.3 | 39.3 | 38.9 | 39.0                                  | 38.5 | 37.9 | 38.1 | 37.7 | 36.9  | 38.2 | 37.7 | 37.1 |
| 17.00            | 37.9                                   | 37.4 | 37.4 | 36.9 | 36.7 | 37.0 | 37.3 | 37.2 | 36.6 | 38.2                                  | 37.6 | 37.0 | 37.4 | 36.8 | 36.1  | 37.5 | 36.9 | 36.1 |
| 18.00            | 34.1                                   | 33.8 | 34.1 | 33.7 | 33.3 | 33.5 | 33.7 | 33.4 | 33.2 | 36.2                                  | 35.9 | 35.4 | 35.6 | 35.4 | 34.6  | 35.8 | 35.5 | 34.6 |
| 19.00            | 32.5                                   | 32.5 | 32.6 | 32.5 | 32.2 | 31.5 | 32.4 | 32.3 | 31.8 | 34.7                                  | 34.2 | 33.8 | 34.1 | 34.0 | 33.6  | 34.6 | 34.3 | 33.7 |
| 20.00            | 31.4                                   | 31.3 | 31.4 | 31.2 | 30.9 | 30.7 | 31.3 | 31.0 | 30.9 | 33.3                                  | 33.0 | 32.9 | 32.8 | 32.9 | 32.5  | 33.5 | 33.2 | 32.6 |
| 21.00            | 30.4                                   | 30.2 | 30.3 | 30.1 | 30.0 | 30.1 | 30.3 | 30.1 | 30.0 | 31.8                                  | 32.0 | 31.7 | 31.7 | 31.7 | 31.7  | 32.3 | 32.1 | 31.8 |
| 22.00            | 28.9                                   | 28.8 | 29.1 | 28.8 | 28.7 | 28.7 | 29.2 | 29.0 | 28.8 | 30.6                                  | 30.5 | 30.5 | 30.4 | 30.5 | 30.6  | 30.8 | 30.9 | 30.5 |
| 23.00            | 28.1                                   | 28.3 | 28.5 | 28.3 | 28.2 | 28.3 | 28.6 | 28.5 | 28.4 | 29.7                                  | 29.8 | 29.8 | 29.5 | 29.7 | 29.7  | 30.1 | 30.0 | 29.9 |
| 24.00            | 28.1                                   | 28.2 | 28.4 | 28.2 | 28.2 | 28.2 | 28.3 | 28.4 | 28.3 | 29.4                                  | 29.4 | 29.7 | 29.3 | 29.6 | 29.7  | 29.6 | 29.9 | 29.8 |

ตารางที่ ข.32 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง(House1) ณ วันที่ 5 ตุลาคม 2557

| เวลา  | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       | P1                                     | P2   | P3   | P4   | P5   | P6   | P7   | P8   | P9   | P1_1                                  | P2_1 | P3_1 | P4_1 | P5_1 | P6_1 | P7_1 | P8_1 | P9_1 |
| 08.00 | 33.6                                   | 33.7 | 35.1 | 33.5 | 34.1 | 33.1 | 35.1 | 34.3 | 34.5 | 28.1                                  | 28.7 | 28.4 | 28.7 | 28.4 | 28.1 | 28.2 | 28.4 | 28.7 |
| 09.00 | 35.9                                   | 34.0 | 36.3 | 35.5 | 36.0 | 37.0 | 35.2 | 36.0 | 36.9 | 30.1                                  | 29.4 | 29.7 | 30.1 | 29.9 | 30.3 | 30.2 | 29.7 | 29.9 |
| 10.00 | 38.2                                   | 39.4 | 42.5 | 37.7 | 40.5 | 42.8 | 39.0 | 41.5 | 42.2 | 32.9                                  | 32.0 | 32.4 | 32.9 | 32.7 | 32.8 | 32.9 | 32.6 | 32.7 |
| 11.00 | 38.3                                   | 40.6 | 42.5 | 40.2 | 40.2 | 41.6 | 40.9 | 42.5 | 43.4 | 35.1                                  | 34.6 | 34.7 | 35.2 | 34.8 | 35.0 | 35.1 | 35.1 | 35.0 |
| 12.00 | 43.3                                   | 43.9 | 40.3 | 41.9 | 40.3 | 44.8 | 42.1 | 40.9 | 42.8 | 36.4                                  | 36.0 | 35.5 | 36.4 | 36.0 | 35.8 | 36.3 | 36.2 | 35.9 |
| 13.00 | 40.5                                   | 41.5 | 44.5 | 39.9 | 42.9 | 44.9 | 41.9 | 42.1 | 41.5 | 37.4                                  | 36.7 | 36.3 | 37.4 | 37.0 | 36.6 | 37.2 | 37.0 | 36.7 |
| 14.00 | 38.0                                   | 42.1 | 43.5 | 39.5 | 41.9 | 41.2 | 39.4 | 41.8 | 41.8 | 37.4                                  | 37.2 | 36.5 | 37.5 | 37.2 | 36.7 | 37.5 | 37.5 | 36.8 |
| 15.00 | 40.4                                   | 40.4 | 41.4 | 39.0 | 39.6 | 40.9 | 38.8 | 40.5 | 41.4 | 37.5                                  | 37.5 | 36.7 | 37.8 | 37.3 | 36.3 | 37.4 | 37.4 | 36.7 |
| 16.00 | 37.6                                   | 37.9 | 37.9 | 37.8 | 37.9 | 39.1 | 37.8 | 38.8 | 37.3 | 37.5                                  | 37.5 | 36.7 | 37.3 | 37.5 | 36.5 | 37.1 | 37.2 | 36.6 |
| 17.00 | 33.2                                   | 36.3 | 36.0 | 35.4 | 36.2 | 36.0 | 35.5 | 36.1 | 35.6 | 37.0                                  | 37.1 | 36.2 | 36.4 | 36.1 | 35.4 | 36.0 | 36.4 | 35.6 |
| 18.00 | 32.9                                   | 33.3 | 32.0 | 32.2 | 32.4 | 31.9 | 32.4 | 32.6 | 32.1 | 35.4                                  | 35.4 | 34.4 | 34.4 | 34.5 | 33.8 | 34.6 | 34.7 | 34.1 |
| 19.00 | 32.2                                   | 32.6 | 31.9 | 31.7 | 31.7 | 31.5 | 31.8 | 31.9 | 31.5 | 34.9                                  | 35.0 | 39.9 | 33.6 | 32.9 | 32.8 | 33.8 | 34.1 | 32.9 |
| 20.00 | 30.2                                   | 30.4 | 29.9 | 29.6 | 29.6 | 29.5 | 29.6 | 30.0 | 29.9 | 32.4                                  | 32.4 | 31.8 | 31.5 | 31.5 | 31.1 | 31.5 | 31.7 | 31.4 |
| 21.00 | 28.2                                   | 28.8 | 28.6 | 28.1 | 28.1 | 28.4 | 28.3 | 28.6 | 28.6 | 30.6                                  | 30.8 | 30.5 | 29.9 | 30.2 | 29.9 | 30.2 | 30.3 | 30.1 |
| 22.00 | 29.0                                   | 29.1 | 28.8 | 28.5 | 28.6 | 28.6 | 28.7 | 28.9 | 28.8 | 30.5                                  | 30.7 | 30.3 | 29.9 | 30.1 | 30.1 | 29.9 | 30.4 | 30.3 |
| 23.00 | 28.6                                   | 28.5 | 27.5 | 27.6 | 27.7 | 27.5 | 27.7 | 27.6 | 27.5 | 30.4                                  | 30.6 | 33.0 | 30.1 | 33.0 | 32.1 | 29.9 | 30.1 | 30.1 |
| 24.00 | 22.1                                   | 21.0 | 25.7 | 28.1 | 25.2 | 28.5 | 29.0 | 21.2 | 23.2 | 29.9                                  | 29.0 | 29.8 | 29.7 | 29.9 | 29.7 | 29.8 | 29.0 | 29.5 |



ตารางที่ ข.33 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

อิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด(House2) ณ วันที่ 5 ตุลาคม 2557

| เวลา     | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านนอก(องศาเซลเซียส) |          |          |          |          |          |          |          |          | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านใน(องศาเซลเซียส) |          |          |          |          |          |          |          |          |
|----------|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|          | P1   | P1       | P1       | P1       | P1       | P1       | P1       | P1       | P1       | P10                                       | P11      | P12      | P13      | P14      | P15      | P16      | P17      | P18      |
| (นาฬิกา) | 0  | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | _1  | _1       | _1       | _1       | _1       | _1       | _1       | _1       | _1       |
| 08.00    | 33<br>.2                                   | 34<br>.1 | 33<br>.4 | 34<br>.2 | 34<br>.0 | 34<br>.3 | 34<br>.3 | 33<br>.5 | 33<br>.7 | 28.<br>8                                  | 28.<br>2 | 28.<br>5 | 28.<br>8 | 28.<br>6 | 29.<br>2 | 28.<br>5 | 28.<br>4 | 28.<br>5 |
| 09.00    | 36<br>.6                                   | 37<br>.8 | 38<br>.8 | 39<br>.1 | 38<br>.5 | 38<br>.9 | 38<br>.8 | 38<br>.7 | 38<br>.4 | 30.<br>7                                  | 30.<br>7 | 31.<br>1 | 31.<br>1 | 30.<br>7 | 30.<br>7 | 31.<br>1 | 30.<br>6 | 30.<br>6 |
| 10.00    | 40<br>.7                                   | 39<br>.7 | 40<br>.8 | 38<br>.8 | 42<br>.3 | 43<br>.5 | 40<br>.3 | 42<br>.4 | 43<br>.1 | 33.<br>7                                  | 33.<br>7 | 33.<br>3 | 33.<br>5 | 33.<br>9 | 33.<br>5 | 34.<br>2 | 33.<br>4 | 33.<br>5 |
| 11.00    | 43<br>.4                                   | 45<br>.8 | 44<br>.3 | 42<br>.8 | 42<br>.5 | 42<br>.8 | 44<br>.0 | 44<br>.0 | 43<br>.0 | 35.<br>8                                  | 35.<br>6 | 35.<br>0 | 36.<br>3 | 35.<br>6 | 36.<br>5 | 36.<br>3 | 35.<br>7 | 35.<br>4 |
| 12.00    | 41<br>.2                                   | 45<br>.0 | 42<br>.0 | 42<br>.3 | 43<br>.7 | 43<br>.4 | 43<br>.5 | 43<br>.8 | 44<br>.6 | 36.<br>6                                  | 36.<br>5 | 35.<br>8 | 37.<br>2 | 36.<br>5 | 36.<br>1 | 37.<br>4 | 36.<br>1 | 36.<br>1 |
| 13.00    | 41<br>.2                                   | 45<br>.1 | 41<br>.9 | 41<br>.5 | 45<br>.8 | 44<br>.6 | 41<br>.9 | 44<br>.0 | 44<br>.2 | 37.<br>7                                  | 37.<br>7 | 37.<br>0 | 38.<br>4 | 37.<br>4 | 37.<br>1 | 38.<br>5 | 37.<br>2 | 37.<br>2 |
| 14.00    | 41<br>.8                                   | 42<br>.8 | 41<br>.8 | 40<br>.1 | 42<br>.3 | 41<br>.8 | 40<br>.4 | 41<br>.8 | 42<br>.1 | 37.<br>9                                  | 38.<br>0 | 37.<br>3 | 38.<br>0 | 37.<br>7 | 37.<br>3 | 38.<br>1 | 37.<br>9 | 37.<br>6 |
| 15.00    | 41<br>.1                                   | 42<br>.1 | 41<br>.4 | 39<br>.9 | 40<br>.7 | 41<br>.3 | 39<br>.9 | 41<br>.1 | 41<br>.3 | 38.<br>1                                  | 37.<br>3 | 37.<br>9 | 38.<br>3 | 37.<br>9 | 37.<br>0 | 37.<br>9 | 37.<br>8 | 37.<br>3 |
| 16.00    | 39<br>.1                                   | 39<br>.1 | 38<br>.8 | 38<br>.4 | 39<br>.1 | 39<br>.2 | 37<br>.9 | 39<br>.8 | 39<br>.0 | 38.<br>0                                  | 38.<br>0 | 37.<br>2 | 37.<br>4 | 37.<br>4 | 36.<br>8 | 37.<br>3 | 37.<br>4 | 36.<br>7 |
| 17.00    | 36<br>.4                                   | 36<br>.4 | 36<br>.3 | 35<br>.9 | 35<br>.9 | 35<br>.9 | 35<br>.5 | 36<br>.0 | 35<br>.9 | 37.<br>1                                  | 36.<br>9 | 36.<br>7 | 36.<br>1 | 36.<br>1 | 35.<br>5 | 36.<br>1 | 36.<br>3 | 36.<br>5 |
| 18.00    | 32<br>.7                                   | 32<br>.9 | 32<br>.6 | 31<br>.9 | 32<br>.1 | 32<br>.2 | 32<br>.0 | 32<br>.3 | 32<br>.2 | 34.<br>9                                  | 34.<br>9 | 34.<br>1 | 34.<br>1 | 34.<br>1 | 33.<br>6 | 34.<br>3 | 34.<br>4 | 34.<br>9 |
| 19.00    | 32<br>.6                                   | 32<br>.4 | 32<br>.2 | 31<br>.6 | 31<br>.6 | 31<br>.6 | 31<br>.5 | 31<br>.9 | 31<br>.8 | 34.<br>5                                  | 34.<br>2 | 34.<br>9 | 33.<br>6 | 33.<br>6 | 33.<br>2 | 33.<br>6 | 33.<br>6 | 33.<br>4 |
| 20.00    | 30<br>.0                                   | 30<br>.3 | 30<br>.3 | 29<br>.6 | 29<br>.7 | 29<br>.9 | 29<br>.6 | 29<br>.8 | 29<br>.8 | 31.<br>9                                  | 32.<br>0 | 31.<br>5 | 31.<br>3 | 31.<br>4 | 31.<br>2 | 31.<br>4 | 31.<br>8 | 31.<br>4 |
| 21.00    | 28<br>.4                                   | 28<br>.9 | 28<br>.9 | 28<br>.4 | 28<br>.4 | 28<br>.6 | 28<br>.2 | 28<br>.6 | 28<br>.6 | 30.<br>3                                  | 30.<br>3 | 30.<br>0 | 29.<br>7 | 30.<br>0 | 29.<br>9 | 30.<br>0 | 29.<br>9 | 29.<br>9 |
| 22.00    | 29<br>.1                                   | 29<br>.1 | 29<br>.1 | 28<br>.7 | 28<br>.7 | 28<br>.9 | 28<br>.6 | 28<br>.9 | 29<br>.0 | 29.<br>8                                  | 30.<br>3 | 30.<br>1 | 29.<br>8 | 29.<br>9 | 30.<br>0 | 29.<br>9 | 29.<br>9 | 30.<br>1 |
| 23.00    | 29<br>.2                                   | 29<br>.2 | 29<br>.1 | 28<br>.5 | 28<br>.8 | 28<br>.4 | 28<br>.7 | 28<br>.5 | 28<br>.6 | 30.<br>1                                  | 29.<br>8 | 29.<br>9 | 21.<br>5 | 23.<br>2 | 28.<br>5 | 29.<br>4 | 29.<br>5 | 22.<br>2 |
| 24.00    | 28<br>.5                                   | 25<br>.4 | 25<br>.9 | 24<br>.5 | 23<br>.2 | 21<br>.4 | 25<br>.4 | 23<br>.5 | 27<br>.6 | 29.<br>4                                  | 29.<br>5 | 28.<br>4 | 28.<br>1 | 29.<br>4 | 26.<br>1 | 27.<br>2 | 27.<br>3 | 28.<br>2 |

ตารางที่ ข.34 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

ผนังคอนกรีตมวลเบาที่หล่อในที่(House3) ณ วันที่ 5 ตุลาคม 2557

| เวลา     | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | P1   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P19                                       | P20  | P21  | P22  | P23  | P24  | P25  | P26  | P27  |
| (นาฬิกา) | 9  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | _1  | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   |
| 08.00    | 34.2                                       | 33.2 | 34.1 | 33.3 | 34.3 | 33.7 | 34.5 | 34.3 | 34.3 | 29.0                                      | 29.0 | 29.0 | 28.6 | 28.7 | 28.5 | 28.6 | 28.9 | 28.5 |
| 09.00    | 37.6                                       | 37.6 | 37.5 | 37.9 | 38.2 | 37.9 | 38.5 | 39.4 | 38.8 | 31.3                                      | 30.9 | 30.8 | 30.8 | 30.8 | 30.4 | 30.8 | 30.3 | 30.5 |
| 10.00    | 41.0                                       | 41.3 | 40.1 | 40.3 | 41.7 | 40.4 | 40.9 | 42.2 | 39.2 | 33.6                                      | 32.2 | 33.0 | 33.5 | 33.8 | 32.2 | 33.6 | 32.9 | 33.1 |
| 11.00    | 41.8                                       | 41.2 | 40.7 | 42.0 | 41.1 | 43.2 | 43.2 | 42.6 | 41.5 | 35.9                                      | 35.3 | 34.9 | 35.9 | 35.9 | 34.5 | 35.4 | 34.9 | 34.4 |
| 12.00    | 44.7                                       | 43.6 | 42.9 | 42.4 | 44.4 | 43.3 | 43.7 | 44.3 | 43.1 | 36.4                                      | 38.5 | 35.5 | 36.4 | 35.3 | 34.6 | 36.3 | 35.8 | 35.3 |
| 13.00    | 42.1                                       | 41.9 | 41.1 | 39.9 | 42.9 | 41.5 | 42.2 | 42.6 | 41.1 | 37.3                                      | 36.5 | 36.5 | 37.4 | 36.4 | 35.6 | 37.3 | 36.3 | 36.1 |
| 14.00    | 39.3                                       | 41.0 | 40.8 | 39.9 | 40.4 | 41.0 | 41.1 | 41.3 | 40.2 | 37.3                                      | 36.9 | 37.5 | 37.4 | 36.5 | 35.8 | 37.3 | 36.6 | 36.0 |
| 15.00    | 41.0                                       | 40.6 | 40.6 | 38.8 | 39.9 | 40.9 | 40.2 | 40.2 | 38.3 | 37.6                                      | 37.2 | 36.9 | 37.3 | 36.7 | 37.2 | 37.2 | 36.7 | 36.1 |
| 16.00    | 39.3                                       | 38.4 | 37.7 | 37.3 | 37.8 | 37.8 | 36.8 | 37.4 | 36.6 | 37.2                                      | 36.9 | 36.5 | 36.6 | 36.1 | 35.6 | 36.7 | 36.0 | 35.5 |
| 17.00    | 36.1                                       | 35.7 | 35.8 | 35.3 | 34.9 | 35.2 | 35.5 | 35.2 | 34.9 | 36.6                                      | 35.6 | 35.6 | 35.7 | 35.3 | 34.8 | 36.0 | 35.5 | 34.9 |
| 18.00    | 36.6                                       | 35.6 | 35.6 | 35.7 | 31.6 | 32.1 | 32.2 | 32.1 | 32.0 | 33.8                                      | 34.1 | 34.0 | 33.9 | 34.0 | 33.5 | 34.4 | 34.2 | 33.6 |
| 19.00    | 31.8                                       | 31.9 | 31.0 | 31.9 | 31.6 | 31.7 | 31.8 | 31.7 | 31.6 | 33.3                                      | 33.9 | 33.5 | 33.2 | 33.4 | 33.2 | 33.2 | 33.8 | 33.3 |
| 20.00    | 29.9                                       | 29.9 | 29.9 | 29.9 | 29.8 | 29.9 | 30.1 | 29.9 | 29.9 | 31.9                                      | 31.8 | 31.7 | 31.6 | 31.6 | 36.4 | 36.7 | 31.8 | 31.5 |
| 21.00    | 28.7                                       | 28.6 | 28.7 | 28.8 | 28.7 | 28.8 | 28.7 | 28.8 | 28.5 | 30.2                                      | 30.1 | 30.3 | 29.9 | 29.9 | 30.1 | 30.6 | 30.4 | 30.3 |
| 22.00    | 29.0                                       | 29.1 | 29.1 | 29.0 | 29.0 | 29.0 | 29.1 | 29.1 | 29.0 | 30.0                                      | 30.3 | 30.4 | 30.1 | 30.3 | 30.3 | 30.4 | 30.6 | 30.4 |
| 23.00    | 28.5                                       | 29.1 | 28.4 | 24.2 | 25.1 | 23.2 | 28.3 | 21.2 | 22.4 | 39.8                                      | 29.1 | 29.1 | 20.1 | 23.2 | 28.5 | 25.1 | 23.2 | 24.1 |
| 24.00    | 27.2                                       | 23.2 | 24.2 | 23.1 | 25.4 | 26.0 | 23.2 | 21.0 | 24.0 | 38.5                                      | 37.4 | 36.1 | 34.5 | 34.2 | 38.1 | 35.7 | 25.1 | 21.0 |

ตารางที่ ข.35 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง(House1) ณ วันที่ 6 ตุลาคม 2557

| เวลา  | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       | P1                                     | P2   | P3   | P4   | P5   | P6   | P7   | P8   | P9   | P1_1                                  | P2_1 | P3_1 | P4_1 | P5_1 | P6_1 | P7_1 | P8_1 | P9_1 |
| 08.00 | 26.8                                   | 26.9 | 27.1 | 26.6 | 26.8 | 27.0 | 26.8 | 26.9 | 27.0 | 26.4                                  | 26.4 | 26.9 | 26.2 | 26.5 | 26.8 | 26.1 | 26.4 | 26.7 |
| 09.00 | 28.0                                   | 28.0 | 28.3 | 27.6 | 27.8 | 28.3 | 27.5 | 28.0 | 27.7 | 27.0                                  | 26.9 | 27.4 | 27.4 | 26.9 | 27.3 | 26.9 | 26.8 | 27.2 |
| 10.00 | 30.3                                   | 30.3 | 30.9 | 29.8 | 30.7 | 30.7 | 30.1 | 30.5 | 29.9 | 27.9                                  | 27.4 | 27.8 | 27.6 | 27.5 | 27.8 | 27.4 | 27.5 | 27.5 |
| 11.00 | 37.5                                   | 36.1 | 38.5 | 36.9 | 38.5 | 37.5 | 35.5 | 38.4 | 38.8 | 30.4                                  | 29.7 | 30.0 | 30.0 | 29.9 | 30.1 | 29.7 | 29.7 | 29.8 |
| 12.00 | 34.0                                   | 34.1 | 34.0 | 33.7 | 34.7 | 35.1 | 33.1 | 34.6 | 33.9 | 30.9                                  | 30.6 | 30.8 | 30.8 | 30.8 | 31.0 | 30.9 | 30.8 | 30.5 |
| 13.00 | 34.9                                   | 35.9 | 37.5 | 35.9 | 37.5 | 37.5 | 34.5 | 36.6 | 33.9 | 30.6                                  | 30.4 | 30.9 | 31.0 | 30.6 | 30.9 | 31.0 | 30.5 | 30.6 |
| 14.00 | 31.9                                   | 34.7 | 33.3 | 33.6 | 33.7 | 34.6 | 33.4 | 33.3 | 33.6 | 32.2                                  | 32.2 | 32.4 | 32.3 | 32.3 | 32.1 | 31.9 | 32.2 | 32.0 |
| 15.00 | 33.0                                   | 34.2 | 34.4 | 33.3 | 33.9 | 33.6 | 33.1 | 33.3 | 33.7 | 32.2                                  | 32.2 | 32.0 | 32.1 | 32.1 | 31.7 | 31.9 | 32.2 | 31.9 |
| 16.00 | 31.9                                   | 32.2 | 32.3 | 31.6 | 31.9 | 32.2 | 31.2 | 31.2 | 31.8 | 31.9                                  | 31.8 | 31.7 | 31.4 | 31.5 | 31.4 | 31.4 | 31.6 | 31.3 |
| 17.00 | 30.5                                   | 30.5 | 30.3 | 29.9 | 30.5 | 30.4 | 29.7 | 30.1 | 30.1 | 31.1                                  | 31.4 | 30.9 | 30.9 | 31.1 | 30.7 | 30.8 | 31.1 | 30.8 |
| 18.00 | 28.5                                   | 28.6 | 28.4 | 28.3 | 28.3 | 28.3 | 28.0 | 28.1 | 28.1 | 29.9                                  | 23.0 | 29.9 | 29.6 | 29.6 | 29.5 | 29.6 | 29.7 | 29.5 |
| 19.00 | 27.9                                   | 28.2 | 28.1 | 27.9 | 27.9 | 27.9 | 27.8 | 27.9 | 27.9 | 28.3                                  | 29.6 | 29.7 | 29.1 | 29.3 | 29.3 | 29.2 | 29.2 | 29.2 |
| 20.00 | 26.8                                   | 27.0 | 27.0 | 26.9 | 26.9 | 26.9 | 26.9 | 26.9 | 26.7 | 28.3                                  | 28.6 | 28.7 | 28.2 | 28.4 | 28.4 | 28.3 | 28.5 | 28.4 |
| 21.00 | 25.8                                   | 25.7 | 25.7 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 25.8 | 25.8 | 25.8 | 26.5                                  | 26.8 | 26.7 | 26.7 | 26.8 | 26.7 | 26.8 | 26.8 | 26.8 |
| 22.00 | 26.1                                   | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.1 | 26.1 | 26.1 | 26.9                                  | 27.0 | 27.2 | 27.2 | 27.1 | 27.2 | 27.2 | 27.3 | 27.2 |
| 23.00 | 26.0                                   | 25.1 | 25.1 | 26.2 | 26.0 | 25.9 | 25.9 | 25.6 | 25.1 | 26.7                                  | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 26.1 | 26.5 | 26.4 | 27.1 | 21.9 |
| 24.00 | 25.4                                   | 25.9 | 25.9 | 25.7 | 25.9 | 25.7 | 25.7 | 25.4 | 25.0 | 26.5                                  | 26.4 | 26.4 | 26.5 | 26.0 | 26.4 | 26.3 | 27.0 | 26.8 |

ตารางที่ ข.36 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

อิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด(House2) ณ วันที่ 6 ตุลาคม 2557

| เวลา     | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | P1   | P1   | P1   | P1   | P1   | P1   | P1   | P1   | P1   | P10                                       | P11  | P12  | P13  | P14  | P15  | P16  | P17  | P18  |
| (นาฬิกา) | 0  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | _1  | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   |
| 08.00    | 27.0                                       | 27.3 | 27.2 | 27.0 | 27.2 | 27.2 | 27.0 | 27.0 | 27.0 | 26.3                                      | 26.5 | 26.8 | 26.6 | 26.6 | 26.8 | 26.3 | 26.7 | 26.1 |
| 09.00    | 28.0                                       | 28.2 | 28.2 | 28.1 | 28.1 | 28.2 | 28.8 | 28.0 | 28.6 | 27.3                                      | 27.2 | 27.4 | 27.4 | 27.2 | 27.2 | 27.2 | 26.9 | 27.0 |
| 10.00    | 31.0                                       | 32.2 | 30.4 | 32.1 | 32.3 | 32.4 | 31.5 | 32.3 | 31.7 | 27.9                                      | 28.0 | 28.1 | 28.1 | 28.0 | 28.1 | 28.0 | 28.2 | 27.9 |
| 11.00    | 36.4                                       | 38.5 | 37.6 | 36.2 | 36.7 | 35.6 | 35.5 | 35.2 | 36.4 | 30.5                                      | 30.3 | 30.2 | 30.9 | 30.5 | 30.7 | 30.7 | 30.1 | 30.3 |
| 12.00    | 34.1                                       | 35.1 | 34.8 | 34.8 | 35.0 | 35.6 | 34.0 | 34.5 | 35.0 | 31.3                                      | 31.3 | 31.1 | 31.5 | 31.3 | 31.3 | 31.3 | 31.1 | 31.1 |
| 13.00    | 36.8                                       | 38.3 | 37.9 | 37.7 | 37.5 | 38.5 | 36.0 | 37.0 | 35.6 | 33.4                                      | 32.2 | 33.0 | 31.8 | 32.0 | 32.2 | 33.9 | 32.5 | 32.5 |
| 14.00    | 33.4                                       | 33.3 | 33.2 | 33.3 | 33.3 | 33.5 | 33.0 | 32.8 | 32.8 | 32.8                                      | 33.0 | 32.6 | 32.6 | 32.6 | 32.5 | 32.6 | 32.7 | 32.5 |
| 15.00    | 33.8                                       | 33.9 | 34.0 | 33.3 | 33.4 | 33.4 | 33.3 | 33.6 | 33.7 | 32.7                                      | 32.7 | 32.4 | 32.6 | 32.4 | 32.1 | 32.4 | 32.5 | 32.1 |
| 16.00    | 31.7                                       | 32.1 | 31.4 | 31.6 | 31.4 | 31.4 | 31.3 | 31.4 | 31.3 | 32.1                                      | 32.3 | 31.8 | 31.8 | 31.9 | 31.7 | 31.8 | 32.0 | 31.6 |
| 17.00    | 30.3                                       | 30.5 | 30.3 | 30.1 | 30.2 | 30.1 | 30.1 | 30.3 | 30.2 | 31.3                                      | 31.6 | 31.2 | 31.1 | 30.9 | 30.9 | 31.1 | 31.3 | 31.9 |
| 18.00    | 28.2                                       | 28.1 | 28.3 | 27.9 | 28.1 | 28.0 | 28.8 | 28.0 | 28.0 | 29.7                                      | 29.8 | 29.7 | 29.5 | 29.7 | 29.6 | 29.5 | 29.7 | 29.6 |
| 19.00    | 27.9                                       | 28.0 | 28.0 | 27.8 | 27.8 | 27.8 | 27.7 | 27.7 | 27.7 | 29.4                                      | 29.6 | 29.4 | 29.2 | 29.2 | 29.2 | 29.1 | 29.3 | 29.2 |
| 20.00    | 27.0                                       | 26.8 | 26.9 | 26.8 | 26.8 | 26.7 | 26.6 | 26.7 | 26.7 | 28.0                                      | 28.3 | 28.3 | 28.0 | 28.2 | 28.2 | 28.1 | 28.2 | 28.2 |
| 21.00    | 25.9                                       | 25.8 | 25.9 | 25.9 | 25.8 | 25.9 | 25.8 | 25.8 | 25.9 | 26.5                                      | 26.7 | 26.8 | 26.7 | 26.7 | 26.7 | 26.7 | 26.8 | 26.7 |
| 22.00    | 26.2                                       | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.1 | 26.1 | 26.0 | 26.1 | 26.1 | 26.7                                      | 26.8 | 27.1 | 27.0 | 27.0 | 27.0 | 27.0 | 27.0 | 27.0 |
| 23.00    | 25.9                                       | 26.0 | 26.0 | 25.5 | 26.7 | 26.0 | 25.4 | 25.9 | 25.9 | 26.4                                      | 26.4 | 27.0 | 26.0 | 26.0 | 27.0 | 26.5 | 26.0 | 26.9 |
| 24.00    | 25.8                                       | 25.9 | 25.9 | 25.4 | 26.6 | 25.9 | 25.3 | 25.8 | 25.8 | 26.3                                      | 26.3 | 26.9 | 26.0 | 25.9 | 26.9 | 25.9 | 25.9 | 25.9 |

ตารางที่ ข.37 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

ผนังคอนกรีตมวลเบาที่หล่อในที่(House3) ณ วันที่ 6 ตุลาคม 2557

| เวลา     | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | P1   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P19                                       | P20  | P21  | P22  | P23  | P24  | P25  | P26  | P27  |
| (นาฬิกา) | 9  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | _1  | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   |
| 08.00    | 27.0                                       | 27.0 | 27.0 | 26.7 | 27.1 | 27.0 | 27.1 | 27.1 | 27.0 | 26.5                                      | 26.5 | 26.8 | 26.4 | 26.5 | 26.8 | 26.3 | 26.6 | 26.8 |
| 09.00    | 27.9                                       | 27.5 | 27.5 | 27.3 | 27.7 | 27.1 | 27.5 | 27.7 | 26.9 | 26.9                                      | 26.9 | 26.7 | 26.9 | 27.0 | 26.6 | 26.6 | 26.6 |      |
| 10.00    | 33.2                                       | 33.2 | 32.8 | 32.8 | 34.1 | 33.2 | 33.3 | 33.3 | 32.3 | 28.3                                      | 28.0 | 28.4 | 28.0 | 28.0 | 27.6 | 27.6 | 27.6 |      |
| 11.00    | 35.0                                       | 35.5 | 34.9 | 33.4 | 34.2 | 34.5 | 35.2 | 35.2 | 34.3 | 29.9                                      | 29.9 | 29.1 | 29.7 | 29.8 | 29.1 | 29.4 | 28.8 | 29.3 |
| 12.00    | 36.4                                       | 35.9 | 34.5 | 35.0 | 36.0 | 35.0 | 36.1 | 36.2 | 34.9 | 31.3                                      | 30.9 | 30.8 | 31.0 | 30.4 | 30.1 | 30.7 | 30.2 | 30.0 |
| 13.00    | 35.6                                       | 34.8 | 35.0 | 33.0 | 34.1 | 34.1 | 34.6 | 34.9 | 34.4 | 32.2                                      | 31.9 | 34.7 | 32.2 | 31.5 | 31.0 | 31.6 | 31.1 | 30.9 |
| 14.00    | 33.1                                       | 32.6 | 32.8 | 32.5 | 32.4 | 32.5 | 32.6 | 32.6 | 32.2 | 32.1                                      | 31.8 | 31.8 | 32.0 | 32.1 | 31.2 | 31.1 | 31.9 | 31.0 |
| 15.00    | 33.7                                       | 33.6 | 33.5 | 33.0 | 32.9 | 33.0 | 33.0 | 32.8 | 31.8 | 32.1                                      | 31.8 | 31.7 | 31.9 | 31.5 | 31.3 | 31.7 | 31.1 | 31.4 |
| 16.00    | 31.2                                       | 31.0 | 30.8 | 30.6 | 30.3 | 30.5 | 30.9 | 30.4 | 30.3 | 31.3                                      | 31.2 | 30.9 | 31.1 | 31.0 | 30.8 | 31.1 | 30.9 | 30.6 |
| 17.00    | 30.0                                       | 29.8 | 29.9 | 29.5 | 29.3 | 29.7 | 29.9 | 29.7 | 29.5 | 31.1                                      | 30.8 | 30.8 | 30.7 | 30.5 | 30.4 | 30.8 | 30.6 | 30.3 |
| 18.00    | 28.0                                       | 28.0 | 28.0 | 28.0 | 27.8 | 27.9 | 28.0 | 27.9 | 27.7 | 29.4                                      | 29.5 | 29.5 | 29.3 | 29.4 | 29.3 | 29.4 | 29.4 | 29.3 |
| 19.00    | 27.8                                       | 27.8 | 27.8 | 27.8 | 27.7 | 27.7 | 27.8 | 27.7 | 27.7 | 29.2                                      | 29.2 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | 29.0 | 29.3 | 29.3 | 29.0 |
| 20.00    | 26.7                                       | 26.7 | 26.8 | 26.8 | 26.7 | 26.8 | 26.8 | 26.8 | 26.8 | 27.9                                      | 28.1 | 28.1 | 28.0 | 28.1 | 28.2 | 28.2 | 28.3 | 28.1 |
| 21.00    | 25.9                                       | 26.0 | 26.0 | 26.0 | 25.9 | 25.9 | 26.0 | 26.0 | 25.8 | 26.5                                      | 26.7 | 26.8 | 26.8 | 26.8 | 26.9 | 26.0 | 26.0 | 26.0 |
| 22.00    | 26.1                                       | 26.1 | 26.1 | 26.0 | 26.0 | 26.0 | 26.0 | 26.1 | 26.0 | 26.6                                      | 26.8 | 26.9 | 26.9 | 26.0 | 27.1 | 27.1 | 27.1 | 27.1 |
| 23.00    | 25.9                                       | 25.9 | 26.0 | 26.0 | 26.0 | 25.9 | 25.9 | 26.0 | 25.9 | 26.5                                      | 26.7 | 26.5 | 26.5 | 25.9 | 27.0 | 27.0 | 25.9 | 26.1 |
| 24.00    | 25.8                                       | 25.8 | 25.9 | 25.9 | 25.9 | 25.8 | 25.8 | 25.9 | 25.7 | 26.4                                      | 26.5 | 26.4 | 26.4 | 25.8 | 26.9 | 26.9 | 25.8 | 26.0 |

ตารางที่ ข.38 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง(House1) ณ วันที่ 7 ตุลาคม 2557

| เวลา  | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       | P1                                     | P2   | P3   | P4   | P5   | P6   | P7   | P8   | P9   | P1_1                                  | P2_1 | P3_1 | P4_1 | P5_1 | P6_1 | P7_1 | P8_1 | P9_1 |
| 08.00 | 26.4                                   | 26.4 | 26.5 | 26.4 | 26.4 | 26.5 | 26.3 | 26.7 | 26.6 | 25.9                                  | 25.7 | 26.1 | 25.8 | 25.8 | 26.0 | 25.6 | 25.8 | 25.9 |
| 09.00 | 31.3                                   | 31.6 | 32.0 | 30.7 | 32.4 | 32.1 | 30.1 | 31.6 | 32.1 | 28.3                                  | 27.6 | 27.5 | 27.4 | 27.3 | 27.6 | 27.6 | 27.2 | 27.2 |
| 10.00 | 34.4                                   | 33.9 | 35.0 | 34.6 | 36.4 | 36.5 | 35.0 | 35.8 | 36.7 | 30.2                                  | 29.5 | 29.7 | 20.3 | 29.5 | 29.9 | 20.3 | 29.6 | 29.3 |
| 11.00 | 35.8                                   | 34.5 | 36.0 | 35.8 | 37.0 | 37.9 | 36.9 | 37.9 | 37.9 | 32.6                                  | 31.6 | 31.6 | 32.1 | 31.9 | 31.9 | 32.0 | 31.8 | 31.6 |
| 12.00 | 35.7                                   | 38.0 | 39.1 | 39.1 | 39.8 | 37.3 | 35.4 | 35.5 | 37.9 | 32.1                                  | 39.9 | 32.0 | 32.4 | 32.0 | 32.1 | 32.5 | 32.5 | 32.9 |
| 13.00 | 39.9                                   | 38.8 | 41.4 | 40.1 | 39.9 | 41.9 | 40.3 | 40.1 | 41.9 | 35.4                                  | 35.5 | 34.9 | 35.2 | 34.9 | 34.9 | 34.7 | 34.9 | 34.7 |
| 14.00 | 38.5                                   | 40.2 | 41.5 | 38.5 | 41.2 | 41.9 | 38.8 | 40.2 | 39.2 | 35.5                                  | 35.4 | 35.0 | 35.6 | 35.3 | 35.0 | 35.1 | 35.4 | 34.8 |
| 15.00 | 37.7                                   | 39.7 | 40.4 | 36.8 | 39.8 | 40.4 | 36.3 | 38.9 | 39.9 | 36.0                                  | 35.9 | 35.4 | 35.7 | 35.6 | 35.2 | 35.3 | 35.6 | 35.1 |
| 16.00 | 36.3                                   | 37.5 | 37.5 | 35.6 | 36.8 | 36.3 | 33.2 | 36.2 | 36.5 | 35.7                                  | 35.5 | 35.0 | 35.0 | 35.1 | 34.8 | 34.8 | 35.0 | 34.6 |
| 17.00 | 30.4                                   | 35.1 | 35.1 | 34.2 | 34.8 | 34.6 | 33.7 | 34.2 | 34.5 | 35.3                                  | 35.3 | 34.6 | 34.6 | 34.7 | 34.1 | 34.3 | 34.4 | 34.1 |
| 18.00 | 30.7                                   | 31.1 | 30.6 | 30.4 | 30.4 | 30.4 | 30.4 | 30.5 | 30.5 | 33.6                                  | 33.6 | 32.8 | 32.4 | 32.6 | 32.2 | 32.6 | 32.9 | 32.2 |
| 19.00 | 30.6                                   | 31.0 | 30.4 | 30.3 | 30.2 | 30.1 | 30.3 | 30.5 | 30.3 | 33.3                                  | 33.2 | 32.7 | 32.3 | 32.4 | 32.6 | 32.6 | 32.3 | 32.4 |
| 20.00 | 29.1                                   | 29.3 | 29.1 | 28.9 | 29.1 | 28.9 | 29.2 | 29.2 | 28.9 | 30.9                                  | 31.3 | 31.2 | 30.9 | 31.0 | 30.9 | 31.0 | 31.1 | 31.0 |
| 21.00 | 28.1                                   | 28.4 | 27.9 | 27.8 | 28.0 | 27.9 | 27.9 | 28.1 | 27.8 | 29.8                                  | 30.0 | 29.9 | 29.5 | 29.7 | 29.7 | 29.8 | 29.9 | 29.9 |
| 22.00 | 27.5                                   | 28.0 | 27.9 | 27.5 | 27.7 | 27.7 | 27.7 | 27.8 | 27.8 | 29.4                                  | 29.5 | 29.3 | 29.2 | 29.2 | 29.2 | 29.3 | 29.5 | 29.5 |
| 23.00 | 27.4                                   | 27.9 | 27.8 | 27.4 | 27.4 | 27.6 | 27.6 | 27.7 | 27.7 | 29.3                                  | 29.4 | 29.3 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | 29.2 | 29.4 | 29.4 |
| 24.00 | 27.3                                   | 27.8 | 27.7 | 27.3 | 27.3 | 27.5 | 27.5 | 27.6 | 27.4 | 29.2                                  | 29.3 | 29.2 | 29.0 | 29.0 | 29.0 | 29.1 | 29.3 | 29.2 |

ตารางที่ ข.39 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

อิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด(House2) ณ วันที่ 7 ตุลาคม 2557

| เวลา     | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | P1   | P1   | P1   | P1   | P1   | P1   | P1   | P1   | P1   | P10                                       | P11  | P12  | P13  | P14  | P15  | P16  | P17  | P18  |
| (นาฬิกา) | 0  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | _1  | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   |
| 08.00    | 26.8                                       | 26.8 | 26.8 | 26.7 | 26.8 | 26.7 | 26.8 | 27.0 | 27.0 | 26.3                                      | 26.0 | 26.2 | 26.6 | 26.1 | 26.3 | 26.1 | 26.1 | 26.1 |
| 09.00    | 32.7                                       | 34.4 | 33.2 | 33.4 | 34.0 | 34.0 | 33.9 | 33.3 | 34.0 | 27.7                                      | 27.7 | 27.5 | 28.0 | 28.1 | 27.6 | 27.8 | 27.3 | 27.5 |
| 10.00    | 37.9                                       | 38.0 | 37.9 | 37.7 | 37.5 | 37.8 | 35.9 | 36.9 | 37.4 | 30.6                                      | 30.4 | 29.9 | 30.6 | 30.2 | 30.1 | 30.6 | 30.4 | 30.3 |
| 11.00    | 38.8                                       | 37.2 | 38.9 | 38.0 | 39.6 | 37.1 | 39.5 | 39.9 | 38.9 | 33.0                                      | 32.7 | 33.0 | 33.3 | 32.9 | 32.7 | 33.0 | 32.7 | 32.6 |
| 12.00    | 41.0                                       | 36.2 | 41.0 | 33.9 | 38.8 | 40.5 | 40.4 | 40.7 | 41.9 | 34.2                                      | 34.3 | 33.5 | 34.9 | 32.2 | 33.0 | 33.5 | 33.4 | 33.5 |
| 13.00    | 38.0                                       | 41.1 | 41.3 | 39.5 | 41.1 | 41.9 | 40.1 | 41.2 | 42.0 | 35.3                                      | 35.6 | 35.0 | 35.6 | 35.3 | 34.9 | 35.6 | 35.4 | 35.5 |
| 14.00    | 38.5                                       | 40.4 | 40.4 | 38.4 | 39.4 | 38.9 | 38.4 | 38.4 | 38.2 | 35.9                                      | 36.4 | 36.5 | 36.2 | 35.9 | 35.5 | 36.0 | 35.8 | 35.4 |
| 15.00    | 37.7                                       | 39.3 | 39.0 | 37.7 | 39.1 | 39.7 | 37.6 | 39.4 | 39.7 | 36.3                                      | 35.5 | 35.9 | 35.6 | 36.1 | 36.1 | 35.5 | 36.1 | 36.1 |
| 16.00    | 36.9                                       | 37.3 | 37.3 | 35.8 | 36.6 | 36.9 | 35.7 | 37.0 | 37.0 | 36.1                                      | 36.1 | 35.5 | 35.5 | 35.5 | 35.0 | 35.3 | 35.5 | 35.5 |
| 17.00    | 35.0                                       | 34.9 | 35.1 | 34.1 | 34.6 | 34.7 | 34.2 | 34.5 | 34.4 | 35.7                                      | 35.5 | 34.8 | 34.7 | 34.7 | 34.3 | 34.8 | 34.9 | 34.3 |
| 18.00    | 31.0                                       | 31.1 | 31.2 | 30.3 | 30.3 | 30.4 | 30.3 | 30.6 | 30.7 | 32.9                                      | 33.2 | 32.8 | 32.9 | 32.9 | 32.4 | 32.6 | 33.0 | 32.7 |
| 19.00    | 31.1                                       | 30.8 | 30.8 | 30.1 | 30.2 | 30.0 | 30.1 | 30.3 | 30.3 | 32.6                                      | 32.9 | 32.7 | 32.9 | 32.9 | 32.9 | 32.9 | 32.4 | 32.2 |
| 20.00    | 29.4                                       | 29.6 | 29.4 | 29.0 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | 29.4 | 29.2 | 31.6                                      | 31.5 | 31.2 | 30.9 | 31.2 | 31.0 | 30.9 | 31.2 | 31.1 |
| 21.00    | 28.2                                       | 28.7 | 28.5 | 28.1 | 28.2 | 28.2 | 28.1 | 28.3 | 28.3 | 29.4                                      | 30.0 | 29.9 | 29.6 | 29.7 | 29.7 | 29.8 | 29.9 | 29.8 |
| 22.00    | 27.5                                       | 28.3 | 28.3 | 27.8 | 28.0 | 28.1 | 27.9 | 28.0 | 27.9 | 28.5                                      | 29.1 | 29.2 | 29.3 | 29.4 | 29.4 | 29.4 | 29.5 | 29.5 |
| 23.00    | 28.4                                       | 28.2 | 28.2 | 27.6 | 27.9 | 28.0 | 27.8 | 29.9 | 27.8 | 28.4                                      | 29.0 | 29.1 | 29.2 | 29.3 | 29.3 | 29.3 | 29.4 | 29.4 |
| 24.00    | 28.3                                       | 28.2 | 28.3 | 27.5 | 27.8 | 27.9 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 28.3                                      | 29.0 | 29.0 | 28.1 | 29.2 | 29.2 | 29.2 | 29.3 | 29.0 |

ตารางที่ ข.40 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

ผนังคอนกรีตมวลเบาที่หล่อในที่(House3) ณ วันที่ 7 ตุลาคม 2557

| เวลา     | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | P1   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P19                                       | P20  | P21  | P22  | P23  | P24  | P25  | P26  | P27  |
| (นาฬิกา) | 9  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | _1  | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   |
| 08.00    | 27.7                                       | 27.3 | 27.5 | 27.7 | 27.7 | 27.7 | 27.6 | 27.6 | 27.6 | 26.3                                      | 26.1 | 26.1 | 26.0 | 26.3 | 26.3 | 26.1 | 26.0 | 26.1 |
| 09.00    | 33.6                                       | 33.6 | 33.0 | 32.2 | 33.6 | 33.2 | 34.3 | 35.2 | 34.4 | 28.1                                      | 28.1 | 28.1 | 27.7 | 27.5 | 27.7 | 27.6 | 27.3 | 27.9 |
| 10.00    | 36.5                                       | 36.0 | 36.0 | 35.5 | 36.2 | 37.2 | 36.0 | 36.6 | 36.0 | 31.0                                      | 30.1 | 30.1 | 30.3 | 29.6 | 29.2 | 30.0 | 29.6 | 29.4 |
| 11.00    | 39.9                                       | 36.6 | 36.7 | 38.0 | 37.5 | 38.9 | 37.7 | 39.4 | 38.8 | 33.1                                      | 32.5 | 32.4 | 32.7 | 31.9 | 31.2 | 32.0 | 31.5 | 31.6 |
| 12.00    | 38.6                                       | 38.9 | 39.3 | 37.0 | 39.0 | 38.0 | 39.0 | 38.9 | 36.8 | 33.7                                      | 33.3 | 33.3 | 33.3 | 32.7 | 32.7 | 33.2 | 32.6 | 32.3 |
| 13.00    | 39.4                                       | 39.9 | 41.3 | 39.9 | 40.5 | 40.8 | 41.5 | 41.1 | 40.3 | 35.0                                      | 34.4 | 34.3 | 34.9 | 33.6 | 33.2 | 34.4 | 33.9 | 33.5 |
| 14.00    | 36.4                                       | 37.2 | 37.6 | 36.7 | 36.9 | 37.0 | 37.7 | 37.3 | 36.4 | 35.0                                      | 34.9 | 34.3 | 35.3 | 34.3 | 33.6 | 35.3 | 34.0 | 33.8 |
| 15.00    | 37.4                                       | 38.9 | 39.2 | 37.2 | 38.5 | 38.5 | 37.5 | 38.5 | 37.5 | 35.5                                      | 35.2 | 34.9 | 35.4 | 34.6 | 34.0 | 35.2 | 34.7 | 34.0 |
| 16.00    | 37.1                                       | 36.6 | 36.6 | 35.8 | 36.0 | 36.4 | 35.7 | 36.0 | 35.3 | 35.4                                      | 35.0 | 34.9 | 34.8 | 34.2 | 34.4 | 34.8 | 34.3 | 33.8 |
| 17.00    | 34.4                                       | 34.2 | 34.3 | 33.8 | 33.4 | 33.8 | 33.9 | 33.5 | 33.3 | 35.1                                      | 34.6 | 34.3 | 34.3 | 33.9 | 33.4 | 34.4 | 33.9 | 33.3 |
| 18.00    | 30.6                                       | 30.8 | 31.1 | 30.7 | 30.6 | 30.4 | 30.4 | 30.6 | 30.5 | 33.0                                      | 33.0 | 32.9 | 32.5 | 32.4 | 32.2 | 32.8 | 32.5 | 32.2 |
| 19.00    | 30.2                                       | 30.3 | 30.5 | 30.2 | 29.9 | 30.1 | 30.1 | 29.9 | 29.8 | 32.1                                      | 32.3 | 32.1 | 32.0 | 32.1 | 31.9 | 32.3 | 32.3 | 31.9 |
| 20.00    | 29.6                                       | 29.7 | 29.7 | 29.1 | 29.3 | 29.1 | 29.3 | 29.7 | 29.1 | 30.8                                      | 31.4 | 31.1 | 30.3 | 31.2 | 31.0 | 31.4 | 31.4 | 31.1 |
| 21.00    | 28.4                                       | 28.5 | 28.5 | 28.0 | 28.3 | 28.2 | 28.1 | 28.4 | 28.2 | 29.6                                      | 29.8 | 29.7 | 29.7 | 29.8 | 29.8 | 29.9 | 30.0 | 29.8 |
| 22.00    | 28.3                                       | 28.5 | 28.5 | 28.0 | 28.2 | 28.2 | 28.2 | 28.4 | 28.3 | 29.6                                      | 29.7 | 29.5 | 29.5 | 29.6 | 29.6 | 29.6 | 29.8 | 29.7 |
| 23.00    | 28.2                                       | 28.4 | 28.4 | 28.4 | 28.1 | 28.2 | 28.2 | 28.3 | 28.2 | 29.4                                      | 29.7 | 29.7 | 29.7 | 29.5 | 29.5 | 29.5 | 29.7 | 29.6 |
| 24.00    | 28.1                                       | 28.3 | 28.3 | 27.6 | 28.0 | 28.0 | 28.1 | 28.2 | 28.0 | 29.2                                      | 29.6 | 29.6 | 29.7 | 29.4 | 29.4 | 29.4 | 29.0 | 29.5 |



ตารางที่ ข.41 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง(House1) ณ วันที่ 8 ตุลาคม 2557

| เวลา  | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       | P1                                     | P2   | P3   | P4   | P5   | P6   | P7   | P8   | P9   | P1_1                                  | P2_1 | P3_1 | P4_1 | P5_1 | P6_1 | P7_1 | P8_1 | P9_1 |
| 08.00 | 31.9                                   | 31.9 | 32.1 | 31.6 | 32.5 | 33.2 | 32.2 | 31.2 | 32.7 | 38.0                                  | 38.5 | 28.5 | 29.1 | 29.1 | 27.8 | 28.3 | 26.0 | 29.5 |
| 09.00 | 34.9                                   | 34.8 | 34.5 | 35.9 | 35.0 | 35.7 | 34.9 | 34.1 | 33.9 | 25.9                                  | 28.7 | 29.9 | 29.3 | 29.2 | 30.0 | 29.0 | 29.2 | 29.2 |
| 10.00 | 34.7                                   | 36.0 | 36.0 | 36.6 | 37.1 | 38.3 | 34.3 | 36.7 | 36.8 | 31.6                                  | 31.8 | 31.6 | 31.5 | 37.0 | 32.3 | 32.0 | 32.2 | 32.0 |
| 11.00 | 36.4                                   | 36.5 | 37.5 | 36.9 | 34.9 | 36.9 | 35.7 | 36.1 | 36.1 | 32.6                                  | 32.7 | 32.9 | 32.9 | 32.9 | 32.9 | 32.9 | 32.1 | 32.3 |
| 12.00 | 37.1                                   | 36.2 | 35.4 | 35.4 | 35.4 | 35.4 | 33.4 | 34.5 | 35.4 | 32.0                                  | 35.2 | 36.3 | 33.4 | 36.0 | 30.6 | 39.0 | 34.7 | 32.3 |
| 13.00 | 39.4                                   | 37.6 | 38.2 | 36.0 | 39.4 | 38.7 | 37.6 | 39.4 | 39.0 | 35.0                                  | 36.2 | 37.0 | 34.3 | 36.2 | 39.0 | 37.2 | 36.4 | 35.0 |
| 14.00 | 33.3                                   | 34.2 | 35.0 | 35.4 | 36.4 | 34.0 | 34.2 | 33.0 | 34.4 | 32.8                                  | 32.9 | 32.7 | 33.5 | 34.0 | 39.3 | 34.5 | 32.9 | 34.0 |
| 15.00 | 37.0                                   | 37.4 | 37.1 | 36.2 | 36.6 | 36.7 | 35.3 | 36.4 | 36.5 | 35.4                                  | 35.3 | 34.7 | 35.2 | 35.0 | 34.5 | 35.1 | 35.2 | 34.6 |
| 16.00 | 38.2                                   | 37.7 | 37.8 | 37.0 | 37.6 | 37.4 | 36.6 | 37.4 | 37.2 | 35.6                                  | 35.5 | 34.9 | 35.0 | 35.2 | 34.5 | 35.1 | 35.3 | 34.7 |
| 17.00 | 35.3                                   | 35.2 | 34.7 | 34.4 | 34.6 | 34.3 | 34.5 | 34.8 | 34.8 | 35.3                                  | 35.2 | 34.3 | 34.1 | 34.5 | 34.2 | 34.3 | 34.7 | 34.0 |
| 18.00 | 34.9                                   | 34.8 | 34.3 | 34.2 | 34.4 | 34.6 | 34.1 | 34.1 | 34.4 | 35.1                                  | 35.1 | 34.5 | 34.5 | 34.5 | 33.9 | 34.4 | 34.3 | 34.0 |
| 19.00 | 27.8                                   | 28.3 | 27.5 | 27.3 | 27.5 | 27.3 | 27.7 | 27.4 | 27.6 | 30.3                                  | 30.5 | 30.0 | 29.2 | 29.7 | 29.5 | 29.5 | 29.8 | 29.7 |
| 20.00 | 26.2                                   | 26.5 | 26.5 | 26.4 | 26.1 | 26.5 | 26.4 | 26.4 | 26.1 | 28.6                                  | 28.9 | 29.1 | 29.8 | 29.2 | 29.4 | 29.1 | 29.4 | 29.4 |
| 21.00 | 26.7                                   | 26.6 | 26.6 | 26.4 | 26.1 | 26.0 | 25.4 | 26.0 | 25.4 | 28.8                                  | 29.8 | 29.0 | 29.8 | 27.2 | 29.8 | 28.4 | 29.8 | 29.6 |
| 22.00 | 26.1                                   | 26.5 | 26.8 | 26.7 | 26.8 | 26.5 | 26.1 | 26.2 | 26.1 | 29.8                                  | 28.1 | 29.8 | 27.2 | 24.9 | 29.1 | 28.6 | 29.7 | 29.4 |
| 23.00 | 26.3                                   | 26.5 | 26.8 | 26.3 | 26.8 | 26.1 | 26.4 | 26.0 | 26.2 | 28.1                                  | 29.0 | 26.3 | 29.6 | 28.4 | 27.9 | 28.1 | 27.8 | 28.6 |
| 24.00 | 26.0                                   | 26.1 | 26.5 | 25.9 | 26.1 | 26.4 | 26.9 | 26.7 | 26.5 | 27.0                                  | 28.1 | 29.0 | 29.8 | 29.3 | 27.6 | 28.6 | 29.8 | 28.1 |

ตารางที่ ข.42 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

อิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด(House2) ณ วันที่ 8 ตุลาคม 2557

| เวลา     | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านนอก(องศาเซลเซียส) |    |    |    |    |    |    |    |    | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านใน(องศาเซลเซียส) |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------|--|----|----|----|----|----|----|----|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|          | P1   | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P10                                       | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 |
| (นาฬิกา) | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | _1  | _1  | _1  | _1  | _1  | _1  | _1  | _1  | _1  |
| 08.00    | 32   | 32 | 32 | 32 | 33 | 32 | 32 | 32 | 32 | 28.                                       | 29. | 29. | 28. | 28. | 28. | 28. | 28. | 28. |
|          | .1   | .1 | .6 | .4 | .8 | .9 | .9 | .4 | .8 | 2   | 1   | 1   | 2   | 2   | 5   | 1   | 0   | 3   |
| 09.00    | 34   | 38 | 35 | 35 | 34 | 34 | 34 | 34 | 36 | 33.                                       | 30. | 30. | 30. | 33. | 30. | 30. | 30. | 30. |
|          | .2   | .1 | .5 | .2 | .6 | .7 | .7 | .5 | .9 | 0   | 5   | 1   | 3   | 0   | 3   | 5   | 2   | 2   |
| 10.00    | 37   | 34 | 37 | 36 | 39 | 38 | 37 | 39 | 39 | 32.                                       | 32. | 32. | 32. | 32. | 32. | 32. | 32. | 32. |
|          | .0   | .5 | .9 | .0 | .1 | .3 | .9 | .0 | .2 | 1   | 7   | 0   | 7   | 1   | 4   | 9   | 3   | 8   |
| 11.00    | 37   | 37 | 35 | 38 | 37 | 38 | 38 | 39 | 36 | 34.                                       | 34. | 34. | 34. | 33. | 33. | 34. | 34. | 34. |
|          | .2   | .7 | .5 | .0 | .6 | .0 | .8 | .6 | .4 | 0   | 5   | 0   | 2   | 6   | 7   | 0   | 2   | 0   |
| 12.00    | 32   | 33 | 34 | 37 | 36 | 34 | 32 | 34 | 36 | 35.                                       | 32. | 32. | 34. | 32. | 37. | 33. | 32. | 34. |
|          | .2   | .0 | .2 | .0 | .1 | .0 | .3 | .0 | .1 | 2   | 6   | 0   | 1   | 6   | 0   | 1   | 0   | 1   |
| 13.00    | 37   | 34 | 39 | 34 | 33 | 32 | 34 | 38 | 32 | 32.                                       | 34. | 34. | 36. | 34. | 35. | 34. | 33. | 37. |
|          | .0   | .1 | .2 | .0 | .4 | .1 | .1 | .4 | .2 | 1   | 2   | 1   | 0   | 2   | 2   | 0   | 2   | 5   |
| 14.00    | 37   | 39 | 38 | 39 | 39 | 40 | 40 | 39 | 33 | 34.                                       | 33. | 34. | 34. | 34. | 34. | 39. | 34. | 34. |
|          | .5   | .8 | .5 | .9 | .4 | .0 | .6 | .7 | .4 | 7   | 8   | 0   | 6   | 6   | 2   | 2   | 5   | 2   |
| 15.00    | 38   | 37 | 38 | 37 | 37 | 37 | 37 | 38 | 37 | 36.                                       | 36. | 35. | 36. | 35. | 35. | 35. | 35. | 35. |
|          | .3   | .9 | .0 | .0 | .6 | .7 | .5 | .4 | .7 | 4   | 4   | 4   | 0   | 8   | 2   | 8   | 9   | 2   |
| 16.00    | 37   | 38 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 36.                                       | 36. | 35. | 35. | 35. | 34. | 35. | 35. | 34. |
|          | .5   | .2 | .6 | .7 | .5 | .1 | .6 | .7 | .1 | 0   | 0   | 2   | 6   | 4   | 9   | 7   | 6   | 9   |
| 17.00    | 35   | 35 | 35 | 33 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 35.                                       | 35. | 34. | 34. | 34. | 34. | 34. | 35. | 34. |
|          | .4   | .1 | .2 | .2 | .3 | .2 | .5 | .2 | .6 | 2   | 3   | 5   | 8   | 8   | 0   | 9   | 0   | 0   |
| 18.00    | 34   | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 33 | 34.                                       | 35. | 34. | 34. | 34. | 34. | 34. | 34. | 34. |
|          | .9   | .9 | .7 | .8 | .3 | .0 | .3 | .7 | .9 | 6   | 2   | 5   | 6   | 3   | 0   | 7   | 7   | 1   |
| 19.00    | 27   | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 28.                                       | 29. | 29. | 28. | 28. | 29. | 28. | 29. | 28. |
|          | .8   | .6 | .6 | .0 | .1 | .2 | .0 | .3 | .2 | 9   | 3   | 3   | 4   | 9   | 0   | 6   | 2   | 5   |
| 20.00    | 26   | 27 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 28.                                       | 28. | 28. | 28. | 28. | 28. | 28. | 28. | 28. |
|          | .8   | .3 | .9 | .4 | .2 | .4 | .3 | .5 | .3 | 2   | 6   | 8   | 1   | 0   | 4   | 2   | 5   | 3   |
| 21.00    | 28   | 27 | 28 | 29 | 27 | 27 | 27 | 28 | 27 | 29.                                       | 29. | 29. | 26. | 29. | 29. | 29. | 29. | 29. |
|          | .6   | .4 | .0 | .1 | .1 | .4 | .7 | .9 | .1 | 1   | 8   | 6   | 4   | 2   | 1   | 2   | 1   | 0   |
| 22.00    | 28   | 28 | 28 | 27 | 28 | 28 | 27 | 27 | 27 | 28.                                       | 29. | 29. | 28. | 29. | 29. | 29. | 28. | 29. |
|          | .4   | .3 | .2 | .7 | .0 | .4 | .4 | .1 | .0 | 0   | 0   | 6   | 0   | 1   | 3   | 3   | 7   | 0   |
| 23.00    | 28   | 28 | 28 | 28 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 29.                                       | 29. | 28. | 29. | 29. | 29. | 29. | 29. | 28. |
|          | .2   | .6 | .0 | .7 | .1 | .1 | .5 | .8 | .9 | 1   | 0   | 7   | 3   | 1   | 3   | 0   | 4   | 7   |
| 24.00    | 27   | 29 | 27 | 27 | 27 | 27 | 28 | 27 | 27 | 28.                                       | 29. | 28. | 29. | 29. | 28. | 29. | 29. | 28. |
|          | .1   | .6 | .3 | .2 | .3 | .1 | .0 | .1 | .2 | 9   | 0   | 0   | 1   | 0   | 4   | 3   | 0   | 3   |

ตารางที่ ข.43 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

ผนังคอนกรีตมวลเบาที่หล่อในที่(House3) ณ วันที่ 8 ตุลาคม 2557

| เวลา     | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านนอก(องศาเซลเซียส) |    |    |    |    |    |    |    |    | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวด้านใน(องศาเซลเซียส) |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------|--|----|----|----|----|----|----|----|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|          | P1   | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P19                                       | P20 | P21 | P22 | P23 | P24 | P25 | P26 | P27 |
| (นาฬิกา) | 9  | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | _1  | _1  | _1  | _1  | _1  | _1  | _1  | _1  | _1  |
| 08.00    | 32   | 32 | 32 | 32 | 33 | 32 | 33 | 34 | 32 | 28.                                       | 29. | 29. | 28. | 28. | 33. | 28. | 28. | 28. |
|          | .1   | .5 | .7 | .1 | .1 | .5 | .0 | .4 | .8 | 6   | 0   | 0   | 3   | 5   | 0   | 4   | 0   | 0   |
| 09.00    | 34   | 34 | 33 | 34 | 34 | 33 | 34 | 34 | 34 | 29.                                       | 30. | 39. | 39. | 29. | 29. | 30. | 32. | 39. |
|          | .6   | .8 | .1 | .0 | .4 | .4 | .1 | .4 | .4 | 7   | 2   | 5   | 6   | 6   | 5   | 1   | 8   | 2   |
| 10.00    | 37   | 35 | 35 | 36 | 36 | 35 | 36 | 36 | 36 | 32.                                       | 32. | 32. | 32. | 31. | 31. | 31. | 31. | 31. |
|          | .4   | .5 | .3 | .2 | .5 | .5 | .6 | .3 | .1 | 1   | 1   | 0   | 1   | 6   | 1   | 8   | 9   | 2   |
| 11.00    | 36   | 37 | 36 | 37 | 36 | 36 | 37 | 37 | 33 | 33.                                       | 33. | 32. | 33. | 33. | 32. | 33. | 33. | 33. |
|          | .2   | .2 | .5 | .2 | .6 | .2 | .6 | .6 | .4 | 5   | 0   | 4   | 6   | 1   | 2   | 5   | 0   | 0   |
| 12.00    | 37   | 39 | 38 | 39 | 27 | 27 | 40 | 39 | 39 | 34.                                       | 33. | 34. | 34. | 24. | 34. | 34. | 24. | 24. |
|          | .1   | .8 | .4 | .8 | .9 | .9 | .5 | .6 | .5 | 8   | 6   | 1   | 5   | 5   | 1   | 1   | 4   | 1   |
| 13.00    | 36   | 34 | 39 | 39 | 27 | 27 | 40 | 39 | 39 | 34.                                       | 33. | 34. | 34. | 34. | 34. | 34. | 34. | 24. |
|          | .9   | .0 | .7 | .7 | .8 | .8 | .4 | .5 | .4 | 7   | 5   | 0   | 4   | 4   | 0   | 0   | 3   | 0   |
| 14.00    | 36   | 33 | 39 | 39 | 27 | 27 | 20 | 39 | 39 | 34.                                       | 33. | 34. | 34. | 34. | 34. | 38. | 24. | 24. |
|          | .8   | .9 | .0 | .6 | .6 | .6 | .3 | .4 | .3 | 6   | 4   | 0   | 3   | 3   | 0   | 9   | 2   | 0   |
| 15.00    | 36   | 36 | 37 | 36 | 36 | 36 | 36 | 37 | 37 | 35.                                       | 35. | 35. | 35. | 34. | 34. | 35. | 34. | 34. |
|          | .0   | .5 | .2 | .5 | .4 | .7 | .7 | .0 | .1 | 8   | 6   | 0   | 3   | 8   | 1   | 5   | 9   | 4   |
| 16.00    | 37   | 37 | 36 | 36 | 36 | 36 | 35 | 36 | 35 | 35.                                       | 35. | 36. | 34. | 34. | 33. | 34. | 34. | 33. |
|          | .0   | .9 | .7 | .9 | .1 | .0 | .7 | .3 | .6 | 1   | 0   | 6   | 6   | 2   | 4   | 7   | 3   | 6   |
| 17.00    | 34   | 34 | 34 | 34 | 33 | 34 | 34 | 33 | 34 | 34.                                       | 34. | 34. | 33. | 33. | 33. | 33. | 33. | 33. |
|          | .1   | .3 | .4 | .2 | .9 | .9 | .1 | .0 | .4 | 4   | 3   | 1   | 5   | 7   | 0   | 8   | 8   | 2   |
| 18.00    | 34   | 34 | 33 | 34 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 34.                                       | 34. | 34. | 34. | 33. | 33. | 34. | 33. | 32. |
|          | .1   | .0 | .9 | .0 | .3 | .6 | .2 | .6 | .1 | 7   | 3   | 0   | 0   | 6   | 1   | 2   | 8   | 9   |
| 19.00    | 27   | 27 | 27 | 26 | 26 | 27 | 27 | 26 | 26 | 29.                                       | 29. | 28. | 28. | 28. | 28. | 29. | 29. | 28. |
|          | .2   | .1 | .4 | .6 | .5 | .0 | .3 | .9 | .9 | 1   | 0   | 8   | 4   | 8   | 8   | 3   | 1   | 9   |
| 20.00    | 26   | 25 | 20 | 26 | 26 | 25 | 26 | 26 | 25 | 28.                                       | 28. | 28. | 28. | 29. | 29. | 28. | 29. | 28. |
|          | .1   | .7 | .6 | .5 | .4 | .3 | .1 | .1 | .9 | 3   | 4   | 1   | 7   | 0   | 0   | 9   | 2   | 8   |
| 21.00    | 28   | 28 | 27 | 29 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 29.                                       | 29. | 29. | 29. | 29. | 29. | 29. | 29. | 29. |
|          | .1   | .2 | .6 | .1 | .6 | .3 | .9 | .7 | .9 | 9   | 4   | 7   | 0   | 1   | 3   | 8   | 6   | 3   |
| 22.00    | 27   | 28 | 27 | 28 | 27 | 27 | 27 | 28 | 27 | 29.                                       | 29. | 28. | 29. | 29. | 29. | 29. | 29. | 29. |
|          | .0   | .3 | .8 | .1 | .7 | .5 | .9 | .1 | .7 | 0   | 1   | 7   | 3   | 1   | 0   | 1   | 3   | 4   |
| 23.00    | 27   | 27 | 28 | 27 | 27 | 27 | 28 | 27 | 27 | 29.                                       | 29. | 28. | 29. | 29. | 29. | 29. | 28. | 29. |
|          | .5   | .8 | .0 | .7 | .0 | .4 | .9 | .2 | .4 | 0   | 8   | 4   | 3   | 2   | 2   | 2   | 7   | 1   |
| 24.00    | 27   | 27 | 27 | 27 | 28 | 27 | 27 | 27 | 27 | 29.                                       | 29. | 29. | 29. | 29. | 28. | 29. | 29. | 28. |
|          | .0   | .3 | .8 | .3 | .5 | .3 | .7 | .3 | .0 | 2   | 6   | 0   | 1   | 9   | 3   | 1   | 0   | 7   |

ตารางที่ ข.44 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

อิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง(House1) ณ วันที่ 9 ตุลาคม 2557

| เวลา  | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       | P1                                     | P2   | P3   | P4   | P5   | P6   | P7   | P8   | P9   | P1_1                                  | P2_1 | P3_1 | P4_1 | P5_1 | P6_1 | P7_1 | P8_1 | P9_1 |
| 08.00 | 29.1                                   | 29.0 | 29.7 | 29.0 | 29.8 | 30.0 | 29.1 | 29.7 | 33.0 | 27.7                                  | 27.4 | 28.1 | 27.9 | 28.5 | 28.3 | 27.7 | 28.0 | 27.9 |
| 09.00 | 30.5                                   | 30.7 | 31.6 | 30.7 | 31.0 | 34.1 | 30.4 | 30.4 | 30.8 | 28.4                                  | 28.6 | 29.3 | 28.3 | 28.2 | 29.0 | 28.1 | 28.7 | 28.5 |
| 10.00 | 32.7                                   | 33.1 | 33.3 | 33.1 | 34.1 | 34.2 | 32.9 | 33.8 | 33.3 | 30.3                                  | 29.6 | 29.8 | 29.8 | 29.5 | 30.2 | 29.8 | 29.8 | 29.7 |
| 11.00 | 38.2                                   | 37.2 | 39.3 | 37.9 | 34.8 | 38.3 | 38.0 | 38.9 | 38.6 | 30.3                                  | 32.1 | 32.4 | 32.6 | 32.5 | 33.3 | 32.5 | 32.2 | 32.1 |
| 12.00 | 39.2                                   | 38.3 | 39.4 | 38.1 | 39.7 | 39.6 | 39.4 | 39.8 | 39.7 | 32.4                                  | 33.1 | 32.5 | 32.7 | 32.6 | 33.2 | 34.6 | 32.1 | 33.8 |
| 13.00 | 40.1                                   | 40.2 | 41.4 | 41.0 | 41.3 | 42.0 | 40.2 | 40.9 | 41.3 | 34.6                                  | 34.2 | 33.8 | 35.0 | 34.4 | 34.0 | 34.6 | 34.4 | 33.8 |
| 14.00 | 40.0                                   | 40.0 | 40.0 | 39.3 | 40.5 | 40.0 | 40.0 | 40.1 | 40.2 | 35.7                                  | 35.1 | 34.5 | 35.9 | 35.2 | 34.7 | 35.4 | 35.2 | 34.6 |
| 15.00 | 40.3                                   | 41.1 | 41.2 | 40.1 | 41.3 | 40.9 | 40.1 | 40.8 | 40.1 | 36.6                                  | 36.2 | 35.5 | 36.6 | 36.2 | 35.6 | 36.4 | 36.3 | 35.5 |
| 16.00 | 38.0                                   | 34.4 | 38.0 | 37.2 | 38.6 | 37.4 | 37.6 | 38.5 | 38.3 | 36.9                                  | 39.6 | 35.7 | 36.5 | 36.2 | 35.5 | 36.4 | 36.3 | 35.5 |
| 17.00 | 39.0                                   | 35.1 | 38.2 | 38.0 | 37.2 | 38.3 | 39.0 | 38.1 | 38.4 | 36.0                                  | 38.5 | 35.0 | 34.5 | 34.8 | 36.4 | 35.0 | 34.1 | 33.6 |
| 18.00 | 36.5                                   | 36.6 | 36.5 | 35.7 | 36.4 | 35.8 | 36.0 | 36.2 | 35.9 | 36.6                                  | 36.6 | 35.5 | 36.0 | 35.9 | 35.1 | 35.7 | 35.9 | 35.2 |
| 19.00 | 39.0                                   | 31.5 | 30.9 | 30.8 | 30.6 | 30.3 | 30.3 | 30.4 | 30.1 | 33.1                                  | 32.8 | 32.4 | 32.0 | 33.2 | 32.1 | 32.3 | 32.1 | 32.0 |
| 20.00 | 30.1                                   | 30.2 | 29.8 | 27.4 | 29.5 | 29.5 | 29.9 | 30.1 | 29.6 | 31.9                                  | 32.0 | 31.7 | 31.7 | 31.7 | 31.1 | 31.5 | 31.6 | 31.7 |
| 21.00 | 32.2                                   | 32.1 | 28.7 | 26.1 | 28.3 | 27.6 | 29.8 | 32.0 | 27.6 | 32.0                                  | 39.1 | 35.6 | 31.7 | 33.9 | 34.5 | 34.6 | 33.2 | 34.8 |
| 22.00 | 31.0                                   | 30.6 | 29.7 | 25.4 | 28.2 | 28.0 | 29.8 | 25.6 | 29.0 | 29.8                                  | 28.7 | 27.6 | 29.0 | 27.4 | 28.0 | 29.1 | 28.6 | 28.7 |
| 23.00 | 29.4                                   | 28.1 | 28.7 | 26.5 | 28.0 | 28.1 | 29.9 | 25.6 | 25.1 | 26.1                                  | 27.3 | 28.5 | 29.4 | 27.2 | 28.6 | 29.7 | 28.6 | 29.1 |
| 24.00 | 26.0                                   | 27.3 | 28.9 | 28.1 | 28.6 | 27.0 | 28.0 | 29.0 | 27.5 | 25.5                                  | 26.4 | 23.9 | 26.1 | 28.7 | 29.0 | 25.4 | 28.2 | 25.1 |

ตารางที่ ข.45 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย

อิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด(House2) ณ วันที่ 9 ตุลาคม 2557

| เวลา<br>(นาฬิกา) | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายนอก(องศาเซลเซียส) |         |         |         |         |         |         |         |         | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายใน(องศาเซลเซียส) |           |           |           |           |       |           |           |           |
|------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|
|                  | P1<br>0                                | P1<br>1 | P1<br>2 | P1<br>3 | P1<br>4 | P1<br>5 | P1<br>6 | P1<br>7 | P1<br>8 | P10<br>_1                             | P11<br>_1 | P12<br>_1 | P13<br>_1 | P14<br>_1 | P15_1 | P16<br>_1 | P17<br>_1 | P18<br>_1 |
| 08.00            | 29.5                                   | 30.0    | 29.6    | 30.1    | 29.6    | 29.7    | 29.9    | 29.8    | 30.1    | 28.3                                  | 28.3      | 28.5      | 28.5      | 27.9      | 28.4  | 28.0      | 27.8      | 28.4      |
| 09.00            | 30.8                                   | 31.5    | 31.0    | 31.6    | 31.5    | 31.7    | 32.0    | 32.1    | 31.8    | 28.1                                  | 28.1      | 28.4      | 28.8      | 29.0      | 28.7  | 28.6      | 29.0      | 28.6      |
| 10.00            | 34.5                                   | 34.9    | 35.0    | 35.5    | 34.3    | 34.8    | 34.5    | 34.7    | 33.9    | 30.2                                  | 39.6      | 30.4      | 30.3      | 29.9      | 30.0  | 30.0      | 29.6      | 29.7      |
| 11.00            | 37.5                                   | 38.2    | 38.4    | 38.4    | 38.9    | 38.2    | 38.7    | 38.9    | 38.1    | 33.3                                  | 34.3      | 33.1      | 37.3      | 33.2      | 32.7  | 33.5      | 32.6      | 32.5      |
| 12.00            | 38.6                                   | 39.0    | 38.1    | 38.6    | 39.8    | 38.1    | 39.8    | 38.9    | 38.7    | 32.1                                  | 35.6      | 32.0      | 38.3      | 33.1      | 32.8  | 33.6      | 32.7      | 32.4      |
| 13.00            | 41.0                                   | 42.7    | 42.1    | 41.4    | 42.6    | 42.0    | 41.9    | 41.8    | 42.1    | 35.4                                  | 35.2      | 34.6      | 35.7      | 35.0      | 34.5  | 35.8      | 35.1      | 34.6      |
| 14.00            | 41.0                                   | 42.0    | 40.9    | 41.0    | 40.3    | 40.8    | 40.8    | 40.0    | 40.8    | 36.5                                  | 36.2      | 35.4      | 36.8      | 36.2      | 35.5  | 36.8      | 36.2      | 35.4      |
| 15.00            | 41.4                                   | 41.1    | 41.1    | 41.0    | 41.0    | 40.9    | 40.2    | 40.3    | 41.0    | 37.6                                  | 37.3      | 36.3      | 37.6      | 36.9      | 36.2  | 37.6      | 37.0      | 36.1      |
| 16.00            | 39.5                                   | 39.7    | 38.4    | 38.2    | 38.3    | 38.4    | 37.9    | 38.5    | 38.4    | 37.2                                  | 37.3      | 36.1      | 37.1      | 36.6      | 35.8  | 37.2      | 36.9      | 35.9      |
| 17.00            | 39.1                                   | 39.1    | 37.0    | 39.2    | 37.0    | 38.9    | 36.4    | 38.1    | 35.7    | 36.2                                  | 35.5      | 37.8      | 36.1      | 36.7      | 36.8  | 35.0      | 35.9      | 34.7      |
| 18.00            | 37.1                                   | 36.4    | 35.9    | 36.1    | 35.8    | 35.8    | 36.1    | 36.6    | 35.7    | 36.3                                  | 35.6      | 35.2      | 35.6      | 35.1      | 34.8  | 35.2      | 35.3      | 34.8      |
| 19.00            | 30.5                                   | 30.5    | 30.9    | 30.5    | 30.6    | 30.2    | 30.6    | 30.9    | 30.3    | 32.9                                  | 32.9      | 31.9      | 32.2      | 32.4      | 31.6  | 32.0      | 32.5      | 31.6      |
| 20.00            | 29.8                                   | 29.9    | 20.2    | 29.6    | 29.7    | 30.3    | 30.1    | 30.0    | 30.0    | 31.3                                  | 31.5      | 31.4      | 31.1      | 31.9      | 31.9  | 31.1      | 31.3      | 31.9      |
| 21.00            | 29.7                                   | 28.0    | 28.4    | 29.8    | 29.3    | 28.4    | 29.9    | 29.6    | 29.7    | 30.6                                  | 32.3      | 29.8      | 29.9      | 30.6      | 30.1  | 29.8      | 29.8      | 29.8      |
| 22.00            | 27.8                                   | 28.6    | 28.3    | 29.0    | 29.4    | 34.9    | 29.7    | 26.0    | 28.9    | 29.8                                  | 29.7      | 28.7      | 26.0      | 29.2      | 28.6  | 29.8      | 29.7      | 29.8      |
| 23.00            | 27.1                                   | 26.3    | 25.1    | 28.0    | 28.7    | 25.6    | 28.4    | 28.4    | 29.0    | 28.6                                  | 27.4      | 29.2      | 28.0      | 28.5      | 27.6  | 26.5      | 25.9      | 28.0      |
| 24.00            | 26.0                                   | 25.4    | 25.3    | 29.1    | 27.0    | 25.4    | 27.4    | 26.7    | 28.0    | 26.0                                  | 27.2      | 25.4      | 28.7      | 25.4      | 25.5  | 26.6      | 28.0      | 26.7      |

ตารางที่ ข.46 การวัดอุณหภูมิผิวหนังภายนอก-ภายใน ของตัวอย่างบ้านจำลองที่กรุผนังด้วย  
ผนังคอนกรีตมวลเบาที่หล่อในที่(House3) ณ วันที่ 9 ตุลาคม 2557

| เวลา     | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายนอก(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายใน(องศาเซลเซียส) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| (นาฬิกา) | P1                                     | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P2   | P19                                   | P20  | P21  | P22  | P23  | P24  | P25  | P26  | P27  |
|          | 9                                      | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | _1                                    | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   | _1   |
| 08.00    | 29.3                                   | 29.9 | 29.2 | 28.5 | 28.9 | 29.0 | 29.2 | 29.3 | 29.1 | 27.7                                  | 29.2 | 28.6 | 28.7 | 28.3 | 28.5 | 27.7 | 28.7 | 27.7 |
| 09.00    | 31.1                                   | 30.6 | 31.9 | 30.3 | 30.4 | 30.9 | 31.2 | 31.4 | 31.1 | 28.3                                  | 28.2 | 28.5 | 28.3 | 28.0 | 28.2 | 28.8 | 27.8 | 28.0 |
| 10.00    | 34.6                                   | 34.7 | 33.4 | 33.3 | 33.9 | 33.8 | 35.2 | 35.5 | 34.5 | 35.2                                  | 29.6 | 28.7 | 30.4 | 29.5 | 39.4 | 29.1 | 29.6 | 29.1 |
| 11.00    | 39.2                                   | 39.5 | 37.3 | 37.0 | 38.2 | 37.7 | 38.4 | 38.8 | 37.6 | 33.0                                  | 32.4 | 32.1 | 32.5 | 33.3 | 32.0 | 32.3 | 32.0 | 32.0 |
| 12.00    | 39.6                                   | 38.7 | 38.5 | 39.1 | 39.4 | 36.0 | 38.9 | 39.4 | 38.6 | 33.1                                  | 39.5 | 32.1 | 32.4 | 33.0 | 32.2 | 32.3 | 32.0 | 38.1 |
| 13.00    | 41.8                                   | 41.3 | 41.1 | 40.0 | 40.3 | 40.0 | 40.6 | 40.6 | 39.0 | 35.0                                  | 34.4 | 33.8 | 35.0 | 33.7 | 33.0 | 34.6 | 33.7 | 33.3 |
| 14.00    | 40.8                                   | 40.1 | 39.6 | 39.4 | 39.5 | 39.5 | 39.2 | 39.5 | 38.0 | 35.8                                  | 35.2 | 34.6 | 35.7 | 34.7 | 33.6 | 35.3 | 34.4 | 34.0 |
| 15.00    | 40.8                                   | 40.5 | 40.0 | 39.4 | 39.3 | 39.2 | 40.1 | 39.6 | 38.7 | 36.6                                  | 36.0 | 35.4 | 36.6 | 35.5 | 34.5 | 36.5 | 35.5 | 34.7 |
| 16.00    | 38.9                                   | 38.2 | 37.7 | 37.5 | 37.3 | 37.4 | 37.2 | 36.7 | 36.6 | 36.8                                  | 36.2 | 35.5 | 36.4 | 35.3 | 34.5 | 36.2 | 35.4 | 34.6 |
| 17.00    | 38.6                                   | 37.2 | 38.6 | 38.1 | 36.0 | 37.4 | 36.2 | 38.9 | 35.8 | 35.6                                  | 36.2 | 34.0 | 35.4 | 37.0 | 33.8 | 34.7 | 35.1 | 36.2 |
| 18.00    | 36.9                                   | 35.7 | 35.4 | 35.4 | 34.8 | 34.6 | 35.2 | 34.8 | 34.5 | 36.2                                  | 35.7 | 34.8 | 35.6 | 35.5 | 34.1 | 36.0 | 35.0 | 34.2 |
| 19.00    | 31.2                                   | 31.1 | 30.3 | 30.9 | 30.2 | 30.6 | 30.8 | 30.5 | 30.4 | 32.5                                  | 32.7 | 32.2 | 32.5 | 32.3 | 31.9 | 32.8 | 32.7 | 32.2 |
| 20.00    | 30.9                                   | 30.1 | 30.2 | 30.5 | 29.4 | 30.0 | 30.4 | 30.2 | 30.1 | 31.7                                  | 35.1 | 31.3 | 31.2 | 31.2 | 31.6 | 31.8 | 31.5 | 31.1 |
| 21.00    | 30.0                                   | 39.8 | 29.8 | 29.8 | 29.7 | 29.9 | 29.7 | 27.9 | 29.6 | 30.1                                  | 30.0 | 33.2 | 30.9 | 34.9 | 37.4 | 35.4 | 34.5 | 34.8 |
| 22.00    | 29.6                                   | 26.8 | 28.6 | 28.9 | 26.2 | 27.3 | 25.8 | 27.8 | 29.4 | 29.8                                  | 28.9 | 27.6 | 29.4 | 28.7 | 25.4 | 29.1 | 29.6 | 29.8 |
| 23.00    | 27.0                                   | 29.3 | 28.1 | 28.0 | 28.6 | 25.5 | 28.0 | 27.4 | 25.6 | 26.0                                  | 28.7 | 28.0 | 28.8 | 28.8 | 28.9 | 27.3 | 29.7 | 28.8 |
| 24.00    | 26.0                                   | 26.1 | 28.9 | 25.3 | 29.1 | 25.9 | 27.4 | 28.1 | 25.0 | 25.0                                  | 28.9 | 26.0 | 25.4 | 29.0 | 27.1 | 25.6 | 29.5 | 27.0 |

ตารางที่ ข.47 ต้นทุนการผลิตอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเองอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ที่ 0.58 และความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.

#### กำหนดค่าวัสดุพื้นฐาน

|                               |      |     |                           |     |     |
|-------------------------------|------|-----|---------------------------|-----|-----|
| ซีเมนต์ ราคา ต่อ 50 กก.       | 125  | บาท | ทราย ราคา ต่อลบ.ม.        | 500 | บาท |
| น้ำผสม ราคา ต่อลบ.ม           | 10.2 | บาท | ค่าแรงผลิต ต่อลบ.ม.       | 200 | บาท |
| ค่าสิ้นเปลืองอื่น ๆ ต่อ ลบ.ม. | 35   | บาท | น้ำยาสร้างโฟม ราคาต่อลิตร | 100 | บาท |

(ราคาที่ใช้เป็นราคาอ้างอิง จาก กรมบัญชีกลาง ปี 2555)

#### สรุปค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อ 1 แบบหล่อ ความหนาแน่นที่ 800 .ต่อลบ.

|   |       |      |               |        |     |
|---|-------|------|---------------|--------|-----|
| ใช้ ซีเมนต์   | 42.64 | กก.  | ราคาวัสดุ     | 106.60 | บาท |
| ใช้ ทราย  | 85.28 | กก.  | ราคาวัสดุ     | 30.46  | บาท |
| ใช้ น้ำผสม  | 16.72 | กก.  | ราคาวัสดุ     | 0.17   | บาท |
| ใช้ น้ำยาสร้างโฟม                                   | 0.19  | กก.  | ราคาวัสดุ     | 19.08  | บาท |
| ปริมาณการผลิต                                       | 0.16  | ลบ.ม | ค่าแรงงาน     | 32.00  | บาท |
| ปริมาณการผลิต                                       | 0.16  | ลบ.ม | ค่าสิ้นเปลือง | 5.60   | บาท |
| สรุปค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ต่อ 0.16 ลบ.ม. รวม           |       |      |               | 193.91 | บาท |
| ค่าความเสียหายจากการผลิต 5 %                        |       |      |               | 9.70   | บาท |
| สรุปค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ต่อ 0.16 ลบ.ม. สุทธิทั้งสิ้น |       |      |               | 203.61 | บาท |
| สรุปค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ต่อ ก้อน สุทธิทั้งสิ้น       |       |      |               | 12.73  | บาท |

หมายเหตุ แบบหล่อ 1 แบบหล่อ สามารถผลิตอิฐได้ 16 ก้อน โดยใช้ปริมาณคอนกรีตที่ 0.16 ลบ.ม.

ตารางที่ ข.48 ต้นทุนการผลิตผนังคอนกรีตมวลเบาแบบหล่อในที่ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ที่ 0.58 และความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.

#### กำหนดค่าวัสดุพื้นฐาน

|                               |      |     |                           |     |     |
|-------------------------------|------|-----|---------------------------|-----|-----|
| ซีเมนต์ ราคา ต่อ 50 กก.       | 125  | บาท | ทราย ราคา ต่อลบ.ม.        | 500 | บาท |
| น้ำผสม ราคา ต่อลบ.ม           | 10.2 | บาท | ค่าแรงผลิต ต่อลบ.ม.       | 150 | บาท |
| ค่าสิ้นเปลืองอื่น ๆ ต่อ ลบ.ม. | 20   | บาท | น้ำยาสร้างโฟม ราคาต่อลิตร | 100 | บาท |

(ราคาที่ใช้เป็นราคาอ้างอิง จาก กรมบัญชีกลาง ปี 2555)

สรุปค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อ 1 แบบหล่อ ความหนาแน่นที่ 800 .ต่อลบ.

|   |        |      |               |        |           |
|---|--------|------|---------------|--------|-----------|
| ใช้ ซีเมนต์   | 50.64  | กก.  | ราคาวัสดุ     | 126.59 | บาท       |
| ใช้ ทราย  | 101.27 | กก.  | ราคาวัสดุ     | 36.17  | บาท       |
| ใช้ น้ำผสม  | 19.85  | กก.  | ราคาวัสดุ     | 0.20   | บาท       |
| ใช้ น้ำยาสร้างโฟม                                       | 0.23   | กก.  | ราคาวัสดุ     | 22.66  | บาท       |
| ปริมาณการผลิต   | 0.19   | ลบ.ม | ค่าแรงงาน     | 28.50  | บาท       |
| ปริมาณการผลิต   | 0.19   | ลบ.ม | ค่าสิ้นเปลือง | 3.80   | บาท       |
| สรุปค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ต่อ 0.19 ลบ.ม. รวม               |        |      |               | 217.92 | บาท       |
| ค่าความเสียหายจากการผลิต 2 %                            |        |      |               | 10.90  | บาท       |
| สรุปค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ต่อ 0.19 ลบ.ม. สุทธิทั้งสิ้น     |        |      |               | 228.81 | บาท       |
| จำนวนพื้นที่เทหล่อในที่ (1.2 x 1.8 m) ที่ความหนา 7.5 cm |        |      |               | 2.16   | ตารางเมตร |
| สรุปค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ต่อ ตารางเมตร                    |        |      |               | 105.93 | บาท       |
| ค่าแบบหล่อ 1 ตารางเมตร                                  |        |      |               | 80.00  | บาท       |
| รวมค่าวัสดุและแบบหล่อ ต่อ ตารางเมตร สุทธิทั้งสิ้น       |        |      |               | 185.93 | บาท       |

หมายเหตุ แบบหล่อ 1 แบบหล่อ สามารถผลิตผนังหล่อได้ 2.16 ตารางเมตร โดยใช้ปริมาณ คอนกรีตมวลเบาที่ 0.19 ลบ.ม.



ตารางที่ ข.49 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนอิฐมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง คอนกรีตมวลเบา  
ที่ระยะเวลา 7 วัน

ชื่อตัวอย่างทดสอบ อิฐที่ผลิตขึ้นเอง มาตรฐานการทดสอบ มอก.58-2530

ข้อกำหนดของชั้นตัวอย่าง W/C = 0.58 อัตราส่วนซีเมนต์ต่อทราย 1:2

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 3 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 17/10/57 อายุ 7 วัน

| ที่   | นน.ก่อนทดสอบ<br>(กิโลกรัม) | ขนาดตัวอย่าง (เมตร) |       |     | ความ<br>หนาแน่น<br>กก./ลบ.<br>ม. | แรงที่กด<br>(กิโลกรัม) | พื้นที่รับแรง<br>(ตารางเซนติเมตร) | กำลังอัด<br>(กก./ตร.ซม.) |
|---|----------------------------|---------------------|-------|-----|----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
|   |                            | หนา                 | กว้าง | สูง |                                  |                        |                                   |                          |
| 1   | 8.35                       | 0.075               | 0.6   | 0.2 | 927.78                           | 962                    | 450                               | 2.14                     |
| 2   | 8.60                       | 0.075               | 0.6   | 0.2 | 955.56                           | 993                    | 450                               | 2.21                     |
| 3   | 8.45                       | 0.075               | 0.6   | 0.2 | 938.89                           | 883                    | 450                               | 1.96                     |
| ค่าเฉลี่ย (ที่ความหนาแน่นเปียก 951.68 กก./ลบ.ม) |                            |                     |       |     | 940.74                           | 946.00                 |                                   | 2.10                     |

ตารางที่ ข.50 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนอิฐมวลเบาที่จำหน่ายในท้องตลาด  
คอนกรีตมวลเบาแบบ CLC

ชื่อตัวอย่างทดสอบ อิฐที่จำหน่ายในท้องตลาด มาตรฐานการทดสอบ มอก.58-2530

ข้อกำหนดของชั้นตัวอย่างอัตราส่วนซีเมนต์ต่อทราย

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ 3 ตัวอย่าง วันที่ทดสอบ 17/10/57 อายุ - วัน

| ที่   | นน.ก่อนทดสอบ<br>(กิโลกรัม) | ขนาดตัวอย่าง (เมตร) |       |     | ความ<br>หนาแน่น<br>กก./ลบ.ม. | แรงที่กด<br>(กิโลกรัม) | พื้นที่รับแรง<br>(ตารางเซนติเมตร) | กำลังอัด<br>(กก./ตร.ซม.) |
|---|----------------------------|---------------------|-------|-----|------------------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
|   |                            | หนา                 | กว้าง | สูง |                              |                        |                                   |                          |
| 1   | 7.20                       | 0.075               | 0.6   | 0.2 | 800.00                       | 1222                   | 450                               | 2.72                     |
| 2   | 7.10                       | 0.075               | 0.6   | 0.2 | 788.89                       | 1123                   | 450                               | 2.50                     |
| 3   | 7.25                       | 0.075               | 0.6   | 0.2 | 805.56                       | 1104                   | 450                               | 2.45                     |
| ค่าเฉลี่ย (ที่ความหนาแน่นเปียก 951.68 กก./ลบ.ม) |                            |                     |       |     | 798.15                       | 1149.67                |                                   | 2.55                     |

บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในขณะศึกษา



### ที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในขณะศึกษา

อภัย ชาภิรมย์, ชีรวัฒน์ สีนศิริ (2557). การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผนังหล่อในที่  
คอนกรีตมวลเบาเซลลูโลส, การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 10” 20-22 ตุลาคม  
2557 ณ โรงแรมดุสิต โฮมแลนด์ รีสอร์ท จังหวัดเชียงราย, 8 หน้า



การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผนังหล่อในที่คอนกรีตมวลเบาเซลลูล่า  
 A STUDY ON PHYSICAL PROPERTIES OF CAST-IN-PLACE  
 CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE WALL

อภัย ชาภิรมย์ (Aphai Chapirom)<sup>1</sup>

ธีรวัฒน์ สินศิริ (Theerawat Sinsiri)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

สุรนารี จังหวัดนครราชสีมา 30000 อีเมลล์ : aphai2010@gmail.com

<sup>2</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

สุรนารี จังหวัดนครราชสีมา 30000 อีเมลล์ : sinsiri@g.sut.ac.th

**บทคัดย่อ :** การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผนังหล่อในที่คอนกรีตมวลเบาเซลลูล่า เป็นผนังไม่รับน้ำหนักที่ความหนาแน่นแห้งเท่ากับ 800 กก./ม.<sup>3</sup> ผนังตัวอย่างในการทดสอบกำหนดอัตราความชะดูระหว่างความสูงกับความหนาประสิทธิภาพ เท่ากับ 16 ตามมาตรฐาน ว.ส.ท. 1005-18 โดยทดสอบการหาคุณสมบัติพื้นฐานของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่าและกำลังอัดของตัวอย่าง ผนังหล่อในที่ ผนังอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่าที่ผลิตเอง และในท้องตลาดพบว่าคุณสมบัติพื้นฐานของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า ความหนาแน่นมากสามารถรับกำลังอัดได้ดี และความหนาแน่นน้อยอัตราการดูดซึมน้ำมากกว่าความหนาแน่นสูง การทดสอบกำลังรับแรงอัดของผนังหล่อในที่สามารถรับกำลังได้ดีสูงกว่าและค่าใช้จ่ายการผลิตถูกกว่า ผนังตัวอย่างอื่น

**ABSTRACT :** This research aims to study the physical properties of the concrete walls cast in Cellular. The wall is not load bearing dry density of 800 kg. / m<sup>3</sup>, wall samples to test the rate of intertwining between the height and the thickness of 16 standard EIT effectiveness by testing for 1005-18. the basic properties of concrete and compressive strength of the sample. Cast-in-the-wall Lightweight brick wall produced. And brick walls in the market. The basic properties of concrete Cellular. Density can get better compression. And low water absorption rate than high density. Testing the compressive strength of the wall in the cast are well above the cost of production is cheaper. Other examples walls

**KEYWORDS :** Cast in place, Cellular lightweight concrete wall, CLC of cast in place

## 1. บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านอุตสาหกรรม การก่อสร้างอาคาร ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะงานผนังที่เป็นส่วนหนึ่งของงานก่อสร้างอาคารในปัจจุบัน และมีหลายรูปแบบ อาทิ ผนังอิฐมวลเบา ผนังอิฐบล็อก ผนังอิฐมวลเบา ผนังคอนกรีตหล่อในที่ และผนังคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป สำหรับผนังอาคารภายนอกทำหน้าที่คอยปกป้องตัวอาคารจากความเปลี่ยนแปลงของอากาศร้อนหนาว แดด ลม ฝน จากภายนอก ส่วนผนังภายในทำหน้าที่แบ่งส่วนใช้สอยต่างๆ ภายในอาคาร ให้เป็นสัดส่วนตามการใช้สอย และระบบผนังในอาคารสามารถแยกประเภทตามการรับน้ำหนัก เป็น 2 ประเภท คือผนังรับน้ำหนัก และผนังไม่รับน้ำหนักผนังรับน้ำหนัก คือ ผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งจะมีทั้งแบบที่สร้างโดยการหล่อผนังในสถานที่ก่อสร้างกับโครงสร้างอื่นๆ และแบบสำเร็จรูป โดยที่ผนังสำเร็จรูปจะผลิตด้วยวิธีใดขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของผู้ผลิตหรือผู้ก่อสร้างแต่ละราย ซึ่งจะประกอบขึ้นจากโรงงานที่มีการควบคุมคุณภาพการผลิต ผนังที่ไม่ได้รับน้ำหนัก ส่วนมากเป็นผนังกั้นด้วยอิฐหรืออาจใช้เป็น แผ่นยิปซัมบอร์ดก็ได้ แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าไปมากทำให้มีผนังเกิดขึ้นหลากหลายแบบมากขึ้น เช่น ผนังหิน บล็อกอิฐแก้ว นอกจากนี้ก็ยังมี

ผนังที่เป็นผนังกระจกนิยมนำใช้กันมากในตึกสูง ในสภาวะการก่อสร้างปัจจุบันได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานภายในอาคารมีบทบาทต่อการก่อสร้างในปัจจุบันมาก อัตราค่าจ้างแรงงานมีแนวโน้มจะปรับตัวสูงขึ้น ตามนโยบายของรัฐบาลทำให้อัตราต้นทุนการก่อสร้างเพิ่มมากขึ้น และการรณรงค์รักษาสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ผู้ประกอบการต้องปรับปรุงรูปแบบการบริหารงานก่อสร้างทั้งระบบ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาวะดังกล่าว งานผนังส่วนใหญ่ต้องใช้แรงงานที่มีฝีมือ แต่ปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่มีฝีมือกับค่าจ้างที่มีแนวโน้มสูงขึ้น และความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการความรวดเร็วในการก่อสร้าง ส่วนเป็นปัจจัยที่ต้องนำเทคโนโลยีการก่อสร้างด้านผนังมาวิเคราะห์ถึงประโยชน์สูงสุดในการเลือกใช้ผนัง ให้เหมาะสมกับงานนั้นๆ เป็นอย่างยิ่ง

จากเหตุผลและปัญหาดังกล่าว ทำให้มีแนวคิดที่จะการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผนังหล่อในที่คอนกรีตมวลเบาเซลล์ (A STUDY PHYSICAL PROPERTIES OF CAST-IN-PLACE CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE WALL) เป็นประเภทผนังที่ไม่ได้รับน้ำหนัก เพราะคุณสมบัติเด่นของคอนกรีตมวลเบา ที่มีความหนาแน่นต่ำ น้ำหนักเบา การนำความร้อนต่ำ ทนไฟได้ดี เป็นต้น คุณสมบัติดังกล่าวทำให้งานวิจัยนี้สนใจที่จะนำคอนกรีตมวลเบามาใช้เป็นวัสดุในการทำผนังหล่อในที่ (Cast in

place) ต้องการศึกษาคูณสมบัติพื้นฐาน ด้านความสามารถรับกำลังอัด และเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย กับผนังอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่าที่ผลิตเอง และผนังอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่าตามท้องตลาด เพื่อเป็นทางเลือกของผนังยุคใหม่ในอนาคต

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาคูณสมบัติพื้นฐาน และทดสอบความสามารถรับกำลังอัด ของผนังหล่อในที่ ผนังอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่าที่ผลิตเอง และผนังอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่าตามท้องตลาด และเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการทำผนังดังกล่าว

### 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

- 1) ปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมคอนกรีตเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (ตรานกอินทรี)
- 2) มวลรวมละเอียดที่ใช้ผสมคอนกรีตใช้ทรายแม่น้ำ
- 3) ปูนซีเมนต์ที่ใช้ก่อผนังแบบปูนกาวก่ออิฐมวลเบา
- 4) น้ำที่ใช้ผสมและบ่มคอนกรีตใช้ประปา
- 5) สารเพิ่มฟอง SUR สูตร 2 เจือองกับน้ำอัตราส่วน 1:40 โดยน้ำหนัก ผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่าเครื่องกำเนิดโฟม SUR (Foam generator) ตามมาตรฐาน ASTM C 796-97 ตามภาพที่ 1 และ 2
- 6) ผนังหล่อในที่

ผนังอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่าที่ผลิตเอง และในท้องตลาด ตามมาตรฐาน มอก.2601-2556 ชนิด C8 กำหนดขนาดอิฐให้มีความกว้าง 60 เซนติเมตร ความสูง 20 เซนติเมตร และความหนา 7.5 เซนติเมตร

7) ผนังที่หล่อในที่เป็นผนังไม่รับน้ำหนักผนังตัวอย่างในการทดสอบกำหนดอัตราความชะลูด ระหว่างความสูงกับความหนาประสิทธิผล เท่ากับ 16 ตามมาตรฐาน ว.ส.ท. 1005-18 ตามภาพที่ 6

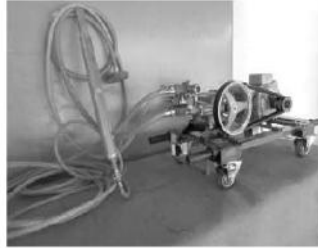
8) อัตราส่วนผสม w/c เท่ากับ 0.58 และค่าความดัน ของลมที่ความดัน 6 บาร์

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ผลการทดสอบคุณสมบัติ ของผนังหล่อในที่เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้ผนังดังกล่าว
- 2) ทราบถึงต้นทุนของผนังหล่อในที่ และผนังอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่าที่ผลิตเอง และในท้องตลาด
- 3) สามารถนำผนังหล่อในที่ ไปใช้ได้ อย่างเหมาะสม ใช้งานได้จริง



ภาพที่ 1 ตัวอย่างฟองโฟม SUR สูตร 2



ภาพที่ 2 เครื่องกำเนิดโฟม SUT (Foam generator)

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชีวลัด พงษ์บุรณกิจ และ ตระกูล อร่ามรักษ์ [1] ได้ทำการศึกษการตรวจสอบการรับแรงกดตามแนวแกนของผนังคอนกรีตบล็อกประสาน การศึกษานี้ได้นำการทดสอบผนังแบบ Full-scale และการวิเคราะห์แบบจำลองผนังตามวิธีไฟไนต์อีลิเมนต์ มาใช้ตรวจสอบแรงกดตามแนวแกนของผนังคอนกรีตบล็อกประสาน ผลการศึกษาพบว่าการวิเคราะห์แบบจำลองผนังตามวิธีไฟไนต์อีลิเมนต์ ให้ค่าแรงกดตามแนวแกนสอดคล้องกับผลการทดสอบแบบ Full-scale และสอดคล้องกับผลการคำนวณค่าแรงกดประลัย ด้วยสูตร Empirical

นิศย์ดี คอเลาะ [2] ได้ทำการศึกษาวัสดุมวลเบาที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมก่อสร้าง (Light materials used in Construction Industry) จากการศึกษาดังกล่าวพบว่าอุตสาหกรรมด้านผนังได้มีการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาพัฒนาเป็นอย่าง

มาก อิฐมวลเบา ถือว่าเป็นนวัตกรรมใหม่สำหรับวิศวกรก่อสร้างที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในการนำมาใช้แทนผนังอิฐมวลหรืออิฐแดงเนื่องจากอิฐมวลเบาที่มีคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างจากอิฐชนิดอื่นๆ อาทิ การดูดซึมน้ำน้อยกว่าอิฐมวล 4 เท่า การป้องกันความร้อนได้ดีกว่าอิฐมวล 6-8 เท่า และมีความคงทนไม่ติดไฟ สามารถทนไฟได้ถึง 1,100 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง กันเสียงได้ดี ปัจจุบันราคาอิฐมวลเบา ตารางเมตรละ 200-430 บาท ค่าวัสดุบวกค่าแรงงานต่อตารางเมตร อิฐมวลเบา ขนาดความหนา 10 ซม.ราคาเฉลี่ยประมาณ 360-400 บาท ส่วนอิฐมวลก่อ 2 ชั้น ( เว้นช่องว่างตรงกลาง ) ราคา ประมาณ 400 - 420 บาท/ตรม.

Marzahn [3] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงกดอัดในแนวแกนของ Dry-stacked masonry ซึ่งถูกก่อสร้างโดยไม่ใช้ปูนก่อแต่ใช้การอัดแรงแทน และ Mortar-jointed masonry ซึ่งเป็นผนังรูปแบบเดิมที่ถูกก่อสร้างกันโดยทั่วไป Marzahn ได้เสนอว่าการที่ไม่มีปูนก่อนั้นเป็นผลดีต่อกำลังรับแรงกดอัดในแนวแกนของผนังเนื่องจากไม่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างคอนกรีตบล็อกและปูนก่อ

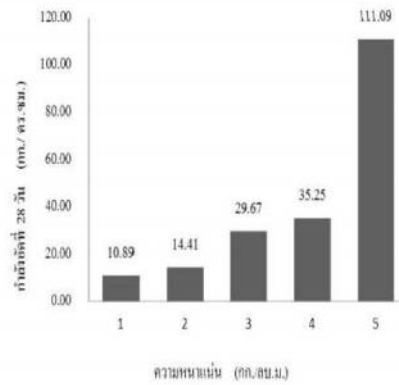
## 3. ผลการศึกษา

### 3.1 การทดสอบคุณสมบัติพื้นฐาน

การทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของคอนกรีตมวลเบาแบบ CLC โดยทำการทดสอบกำลังอัด ความหนาแน่น และอัตรา การดูดซึมน้ำ

1) การทดสอบกำลังอัด

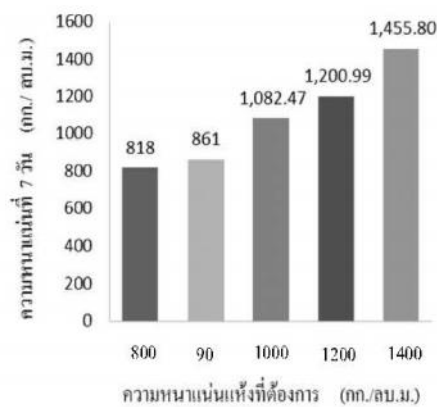
จากผลการวิจัยพบว่า ในการทดสอบความหนาแน่นที่ 800 900 1000 1200 และ 1400 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ กำลังอัดเฉลี่ย ตามภาพที่ 3 ที่อายุ 28 วัน



ภาพที่ 3 กำลังรับแรงอัดต่อความหนาแน่น

2) การทดสอบความหนาแน่นเชิง

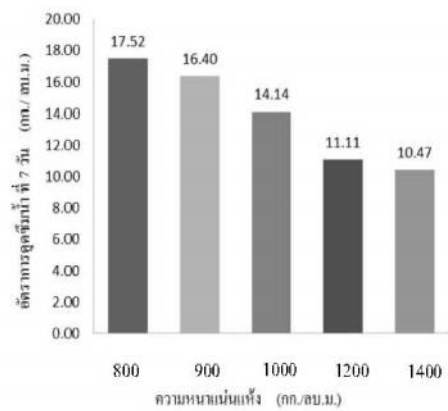
ปริมาตรจากผลการทดสอบความหนาแน่นเชิงปริมาณพบว่าความหนาแน่นที่กำหนดมีค่าใกล้เคียงความหนาแน่นแห้งตามมาตรฐานกำหนด = 50 ตามภาพที่ 4



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบความหนาแน่นที่กำหนดและแห้ง

3) การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ

จากผลการวิจัยพบว่า อัตราการดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น 800 มีอัตราการดูดซึมน้ำมากกว่าความหนาแน่นอื่น ๆ ตามภาพที่ 5



ภาพที่ 5 อัตราการดูดซึมน้ำต่อความหนาแน่น

3.2 การทดสอบคุณสมบัติการรับกำลังอัดของผนัง

1) การทดสอบกำลังอัดของผนังหล่อ

ในที่ จากผลการวิจัยได้ทดสอบความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม. โดยทำการทดสอบ ขนาดกว้าง 178 ซม. สูง 122 ซม. ลึก 7.5 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ค่าแรงกดอัดที่เกิดการแตกร้าว 2,177 กก. ลักษณะของการวิบัติจะเกิดแตกร้าวบริเวณด้านขอบของผนังเป็นแนวทแยง ตามภาพที่ 7





ภาพที่ 6 การทดสอบกำลังอัดของผนังหล่อในที่



ภาพที่ 7 การทดสอบกำลังอัดของผนังหล่อในที่

2) การทดสอบกำลังอัดของผนังอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่าที่ผลิตขึ้นเอง จากผลการวิจัยได้ทดสอบความหนาแน่นเฉลี่ย

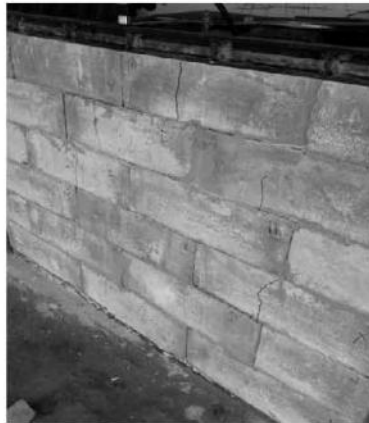
ของอิฐที่ก่อ 800 กก./ลบ.ม. ขนาดมิติอิฐที่ก่อตามมาตรฐานมอก. 2601-2556 โดยนำอิฐมาก่อผนังทดสอบ ขนาดกว้าง 180 ซม. สูง 120 ซม. ลึก 7.5 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ค่าแรงกดอัดที่เกิดการแตกร้าว 1,184.1 กก. ลักษณะของการวิบัติจะเกิดแตกร้าวบริเวณกึ่งกลางของอิฐก่อนแล้วของแตกร้าวบริเวณปูนก่อ ตามภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การทดสอบกำลังอัดของผนังอิฐผลิตเอง

3) การทดสอบกำลังอัดของผนังอิฐมวลเบาแบบเซลลูล่าในท้องตลาด จากผลการวิจัยได้ทดสอบความหนาแน่นที่เฉลี่ยของอิฐที่ก่อ 800 กก./ลบ.ม. ขนาดมิติอิฐที่ก่อตามมาตรฐานมอก. 2601-2556 โดยนำอิฐมาก่อผนังทดสอบ ขนาดกว้าง 180 ซม. สูง 120 ซม. ลึก 7.5 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ค่าแรงกดอัดที่เกิดการแตกร้าว 1,814.4 กก. ลักษณะของการวิบัติจะ

เกิดแตกร้าวบริเวณกึ่งกลางของอิฐก่อนแล้ว  
ของแตกร้าวบริเวณปูนก่อ ตามภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การทดสอบกำลังอัดของผนังอิฐ  
ในห้องตลาด

### 3.3 การเปรียบเทียบต้นทุนของผนังที่ ทดสอบ

จากการทดสอบผนังที่ผ่านมาได้ทำการ  
คำนวณหาต้นทุนของอิฐมวลเบาแบบ  
เซลลูโลสที่ผลิตขึ้นเอง และที่จำหน่ายใน  
ท้องตลาด ขนาด 20x60x7.5 เซนติเมตร  
ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ราคาต้นทุนของอิฐมวลเบา  
แบบเซลลูโลส

| ประเภทของ<br>อิฐมวลเบาแบบเซลลู<br>โลส | ราคาต่อ<br>ก้อน<br>(บาท) |
|---------------------------------------|--------------------------|
| ผลิตขึ้นเอง                           | 12.73                    |
| จำหน่ายในท้องตลาด                     | 23                       |

จากการทดสอบ โดยการนำอิฐแต่ละ  
ประเภทมาก่อเป็นผนังและผนังหล่อในที่ ขนาด  
120x180x7.5 เซนติเมตร สามารถหาต้นทุน  
เฉลี่ยของผนังต่าง ๆ ต่อตารางเมตร ตามตาราง  
ที่ 2

ตารางที่ 2 ราคาต้นทุนของอิฐมวลเบาแบบ  
เซลลูโลส

| ประเภทของผนังคอนกรีต<br>มวลเบาแบบเซลลูโลส | ราคาต่อ<br>ตรม.<br>(บาท) |
|---|--------------------------|
| ผนังอิฐผลิตขึ้นเอง                        | 168.54                   |
| ผนังอิฐจำหน่ายใน<br>ท้องตลาด              | 237.43                   |
| ผนังหล่อในที่                             | 185.93                   |

## 4. สรุปผลการศึกษา

1) ผลของการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐาน  
พบว่าอัตราความหนาแน่นที่ 800 และ  
1400 กก./ลบ.ม. สามารถรับกำลังอัดเฉลี่ยได้ที่  
10.89 และ 111.09 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ และ  
อัตราการดูดซึมน้ำความหนาแน่นที่ 800 และ  
1400 กก./ลบ.ม. สามารถดูดซึมน้ำได้ร้อยละ  
17.52 และ 10.47 สรุปได้ว่าความหนาแน่น  
น้อยสามารถรับกำลังรับแรงอัดได้น้อย และ  
ความหนาแน่นน้อยอัตราการดูดซึมน้ำจะ  
มากกว่าความหนาแน่นมาก

2) ผลของการศึกษาพบว่า ผนังหล่อในที่  
ผนังอิฐผลิตเอง และผนังอิฐในห้องตลาด มี  
ค่าแรงกดอัดที่เกิดการแตกร้าว เฉลี่ยที่ 2,177

1,184.1 และ 1,814.4 กก. ตามลำดับ ในด้านการรับแรงกดอัดผนังหล่อในที่มีความสามารถรับแรงกดอัดได้ดีกว่าผนังอิฐที่ผลิตเอง และผนังอิฐในท้องตลาดตามลำดับ

3) การเปรียบเทียบต้นทุนของผนังหล่อในที่ ผนังอิฐผลิตเอง และผนังอิฐในท้องตลาด สรุปได้ว่าผนังหล่อในที่ที่มีต้นทุนการผลิตรวมค่าวัสดุและค่าแรงงาน (ไม่รวมการตกแต่งผิว) ในการผลิตเท่ากับ 185.93 บาทต่อตารางเมตร ผนังอิฐที่ผลิตขึ้นเอง เท่ากับ 168.54 บาทต่อตารางเมตร และผนังอิฐในท้องตลาดเท่ากับ 237.43 บาทต่อตารางเมตร แสดงให้เห็นว่าต้นทุนในการผลิตผนังหล่อในที่และผนังอิฐที่ผลิตขึ้นเองจะมีต้นทุนที่ใกล้เคียงกัน และถูกกว่าผนังอิฐในท้องตลาด

#### กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี บริษัทอินฟินิตี้เฮาส์ จำกัด สถานที่สำหรับการทำวิจัย และการสนับสนุนทุนวิจัย

#### เอกสารอ้างอิง

[1] ชีवलัก พงษ์บุรณกิจ และ ตรีภูม อร่ามรักษ์, 2548. การศึกษาการตรวจสอบการรับแรงกดตามแนวแกนของผนังคอนกรีตบล็อกประสาน. การ

ประชุมวิชาการ วิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 10, จังหวัดชลบุรี.

[2] นิคย์รดี คอเลียะ, 2552. วัสดุมวลเบาที่ใช้ในงาน อุตสาหกรรมก่อสร้าง.วารสาร นราธิวาสราชชนกปริทัศน์, ปีที่ 1 ฉบับที่ 3 :48-62.

[3] Marzahn, 2013, April 4. Dry Stacked Masonry Present Scenario. Paripex – Indian journal of research : 2250-1991.

## ประวัติผู้เขียน

นายอภัย ชาภิรมย์ เกิดเมื่อวันที่ 4 มีนาคม พ.ศ. 2518 สถานที่เกิดจังหวัดสุราษฎร์ธานี ปัจจุบันอาศัยอยู่บ้านเลขที่ 73 หมู่ 11 ตำบลโพนทอง อำเภอเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ เริ่มเข้าศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น-ปลาย จากโรงเรียนพระแสงวิทยา จากนั้นในปี พ.ศ. 2536 ได้เข้าต่อในระดับปริญญาตรี จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช คณะครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในปี พ.ศ. 2544 ได้เข้าศึกษาในระดับปริญญาโท จากมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ในปี 2552 ได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี จากมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา (เกียรตินิยม อันดับ 1) หลังจากได้สำเร็จการศึกษาได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ระดับภาคีวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา และใบอนุญาตประกอบวิชาชีพช่างรังวัดเอกชน ในปี 2556 ได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทางด้านวิศวกรรมโครงสร้าง สาขาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ และมีผลงานวิจัยดั่งปรากฏรายละเอียดในภาคผนวก ก.

