การศึกษาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของอิฐดินดิบผสมแกลบ

A STUDY OF MOISTURE BEHAVIOR OF ADOBE BRICK MIXED RICE HUSK

อรวรรณ บาระพรม

ORAWAN BARAPROM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2563

KMITL-2020-AR-M-002-021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY OF MOISTURE BEHAVIOR OF ADOBE BRICK MIXED RICE HUSK

ORAWAN BARAPROM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN TROPICAL ARCHITECTURE
FACULTY OF ARCHITECTURE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2020

KMITL-2020-AR-M-002-021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2020

FACULTY 0F ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของอิฐดินดิบผสมแกลบ

A STUDY OF MOISTURE BEHAVIOR OF ADOBE BRICK MIXED RICE HUSK

นักศึกษา นางสาวอรวรรณ บาระพรม

รหัสประจำตัว 60602040

ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ศุทธา ศรีเผด็จ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์วิวัฒน์	เตมียพันธ์	
รองศาสตราจารย์ศุทธา	ศรีเผด็จ	
รองศาสตราจารย์สุพัฒน์	บุณยฤทธิกิจ	
รองศาสตราจารย์ชนินทร์	ทิพโยภาส	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 18 ธันวาคม 2563

สถานที่สอบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อันธิกา สวัสดิ์ศรี)

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

วันที่ 8 **เดือน** ธันวาคม **พ.ศ.** 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของอิฐดินดิบผสมแกลบ
นักศึกษา นางสาวอรวรรณ บาระพรม
รหัสประจำตัว 60602040
ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ. 2563
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ศุทธา ศรีเผด็จ

บทคัดย่อ

บ้านดิน คือ อาคารที่ใช้ดินเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้าง ในประเทศไทยส่วนใหญ่นิยมก่อสร้างด้วยเทคนิคอิฐดินดิบ (Adobe Brick) ผสมแกลบ ปัญหาส่วนใหญ่ของบ้านดินที่พบคือ การเสื่อมสภาพของผนัง การผุกร่อนหลุดร่อน และการเกิดเชื้อราบนผนัง ซึ่งปัญหาดังกล่าวเกิดจากความชื้นภายในบ้านดินสูง โดยปัญหาจะเกิดที่บริเวณผนังที่เชื่อมต่อกับฐานราก จึงได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ทำการทดลองวิจัยหาค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอก-ภายในกล่องทดลอง และค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ที่ระดับฐานผนัง ที่ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ระดับความสูง 10 40 และ 70 cm. เพื่อหาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบและปริมาณค่าความชื้นที่เกิดขึ้นกับผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ จากการทดลองวิจัยพบว่า ในช่วงเวลา 14 .00 น. อุณหภูมิจะสูงที่สุดและค่าความชื้นสัมพัทธ์ก็จะต่ำสุดในช่วงเวลาเดียวกัน กล่าวคืออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีค่าแปรผกผันกัน และค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ พบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับความสูง 10 cm. จะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงที่สุด และที่ระดับความสูงขึ้นไป ค่าความชื้นสัมพัทธ์จะลดต่ำลงตามระดับ 40 และ 70 cm. สังเกตได้ว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์กับระดับความสูงของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบมีการแปรผกผันกัน และค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ระดับฐานผนังจะมีค่าความชื้นในวัสดุมากกว่าระดับที่ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบจะลดต่ำลงตามระดับความสูงของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ เมื่อเรียงตามระดับความสูงที่ 10 40 และ 70 cm. ตามลำดับแล้วค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบกับระดับความสูงของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบมีการแปรผกผันกัน และจากการเปรียบค่าความชื้นที่เกิดขึ้นกับผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ติดตั้งบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต สรุปได้ว่า ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนคอนกรีต และค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดมีค่าความชื้นในวัสดุต่ำกว่าค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานคอนกรีต

คำสำคัญ: บ้านดิน อิฐดินดิบผสมแกลบ ความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	A Study of Moisture Behavior of Adobe Brick Mixed Rice Husk
Student	Miss. Orawan Baraprom
Student ID	60602040
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Year	2020
Thesis Advisor	Assistant Professor Sutta Sripadaj

ABSTRACT

Earth house is a building that uses clay as the main material for construction. The most of earth house in Thailand are built by adobe brick mixed rick husk. Earth house has some problems with degeneration, cracking and mold walls because the wall inside has high moisture. Moisture in earth house is usually formed the wall near base of earth house. Form earth house problem mentioned, that is source for study of moisture behavior of adobe brick mixed rick husk, to be an information for prevention to solving earth house problems. From the problems of the aforementioned earth house Therefore, it led to the study of the humidity behavior of adobe brick mixed rick husk wall. Therefore, research experiments were carried out by measuring the temperature and humidity of air outside and inside the experimental box and the moisture content of adobe brick mixed rick husk, at the base level of adobe brick mixed rick husk wall and at levels 10, 40 and 70 cm. to determine the moisture behavior of adobe brick mixed rick husk and the moisture content of adobe brick mixed rick husk. From the research experiments it was found that in the time of 2 pm. The temperature is the highest and the relative humidity is the lowest during the same period. That is the temperature and relative humidity are inverse values and the relative humidity inside the experimental box installed with adobe brick mixed rick husk at 10 cm. is the highest relative humidity and at level up the relative humidity decreases at 40 and 70 cm. by levels. Observed that the relative humidity and the levels of adobe brick mixed rick husk wall are inversely variable. The moisture content of adobe brick mixed rick husk at the base level, the moisture content of the material is higher than other levels wall. The moisture content of adobe brick mixed rick husk decreases with levels of adobe brick mixed rick husk wall. Sort by level at 10 40 and 70 cm. respectively. By the moisture content of adobe brick mixed rick husk wall with

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the levels wall of adobe brick mixed rick husk are inversely variable. And from comparing the resulting moisture values adobe brick mixed rick husk installed on compressed soil base and concrete base. In conclusion, the relative humidity inside the experimental box installed adobe brick mixed rick husk wall on the base of compressed soil the relative humidity is higher than the relative humidity of inside the experimental box installed adobe brick mixed rick husk wall, on the concrete base. And the moisture content of the adobe brick mixed rick husk wall on the compressed soil is lower than the moisture content of the adobe brick mixed rick husk wall on the concrete base.

Keywords: Earth House, Adobe brick mixed rice husk, Moisture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พ่อ แม่ ครอบครัวและเพื่อนๆ พี่น้อง ที่คอยให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนทั้งกำลังแรงใจและแรงกาย จนข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่าน เพื่อนพี่น้อง สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน ตลอดจนเจ้าหน้าที่บุคคลากรคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้การศึกษา องค์ความรู้ ประสบการณ์มากมาย ให้การช่วยเหลือ อนุเคราะห์ต่าง ๆ ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางการศึกษาและการดำเนินชีวิต ด้วยความใส่ใจอย่างยิ่ง จนข้าพเจ้าสามารถดำเนินการศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี และขอบคุณตัวข้าพเจ้าเองที่มีพยายามจนสามารถก้าวผ่านและทำการวิจัยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้

ข้าพเจ้ามีความตั้งใจและหวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ที่ได้ศึกษาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของอิฐดินดิบผสมแกลบ จะให้ประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ ทั้งด้านการศึกษาและการนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างสูงสุด

นางสาวอรวรรณ บาระพรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....IV
สารบัญ.....V
สารบัญตาราง.....VIII
สารบัญรูป.....IX
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....5
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....5
1.4 วิธีการวิจัย.....6
1.5 ข้อจำกัดการวิจัย.....6
1.6 สมมติฐานการวิจัย.....6
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....7
1.8 คำศัพท์เฉพาะ.....7
1.9 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....8
บทที่ 2 ทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรม.....9
2.1 ความเป็นมาของบ้านดิน.....9
2.1.1 บ้านดินในอดีต.....9
2.1.2 บ้านดินในปัจจุบัน.....10
2.2 ปัญหาของบ้านดิน.....14
2.3 วัตถุดิบในการสร้างบ้านดิน.....19
2.3.1 ดินเหนียว.....19
2.3.2 ดินทราย.....20
2.3.3 ส่วนผสมที่เป็นเส้นใย.....21
2.3.4 ฐานรากบ้านดิน.....21
2.3.5 หลังคาบ้านดิน.....23
2.4 เทคนิควิธีการสร้างบ้านดิน.....24
2.4.1 การสร้างด้วยอิฐดินดิบ (Adobe).....24
2.4.2 การปั้นด้วยดินเหนียว (Cob).....28
2.4.3 การปั้นดินกับโครงไม้ (Wattle and daub).....29
2.4.4 การใช้เศษไม้หรือหิน (Cordwood or stone).....29
2.4.5 การก่อสร้างด้วยเทคนิคดินอัด (Rammed earth).....30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.6 การใช้กระสอบ (Earthen bag).....31
2.4.7 การใช้ฟางก่อฉาบด้วยดิน (Straw bale).....32
2.5 ทฤษฎีความชื้นที่เกี่ยวข้อง.....33
2.5.1 ความชื้น (Humidity).....33
2.5.2 ปัจจัยในการพิจารณาความชื้นในบรรยากาศ.....34
2.5.3 แหล่งที่มาของความชื้น (Moisture Sources).....35
2.5.4 การถ่ายเทความชื้นในวัสดุ.....36
2.5.5 ลักษณะที่มาของความชื้นที่ก่อให้เกิดความเสื่อมสภาพของผนัง.....38
2.5.6 การวัดค่าความชื้น.....44
2.6 กรอบแนวคิด.....45
บทที่ 3 การเตรียมวัสดุ สร้างเครื่องมือ และวิธีการทดลอง.....46
3.1 การสร้างเครื่องมือที่จะทดลอง.....46
3.1.1 ก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบ.....46
3.1.2 ขนาดและน้ำหนักของก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบ.....50
3.1.3 กล่องทดลอง.....53
3.2 วิธีการติดตั้งกล่องทดลองวิจัยและรูปแบบการทดลองวิจัย.....55
3.3 เครื่องมือและวิธีเก็บวัดผลการทดลอง.....60
3.3.1. เครื่อง Testo comfort 174H.....60
3.3.2 เครื่องมือ Humitest MC-100S.....63
3.4 รูปแบบตารางเก็บข้อมูลด้วยเครื่อง Testo comfort 174H.....65
3.4.1 รูปแบบตารางบันทึกค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ทั้ง 3 วัน.....65
3.4.2 รูปแบบตารางบันทึกค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต.....65
3.4.3 รูปแบบตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลองที่ระดับต่าง ๆ.....66
3.5 รูปแบบตารางเก็บข้อมูลเครื่อง Humitest MC-100S.....67
3.5.1 รูปแบบตารางบันทึกค่าความชื้นในวัสดุของอิฐดินดิบผสมแกลบ ซึ่งทำการตรวจวัดในในห้องปรับอากาศ.....67
3.5.2 รูปแบบตารางบันทึกค่าความชื้นในวัสดุบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต.....67
3.5.3 รูปแบบตารางค่าความชื้นในวัสดุที่ตำแหน่งและระดับต่าง ๆ.....68
บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลการทดลองวิจัย.....70
4.1 ผลของข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ของอากาศ.....70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.1 ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก-ภายในกล่องทดลองวิจัย.....71
4.1.2 ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในกล่องทดลองวิจัยบนฐานดินอัด.....73
4.1.3 ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกและภายในกล่องวิจัยทดลองบนฐานคอนกรีต.....75
4.1.4 ผลเปรียบเทียบของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและบนฐานคอนกรีต ที่ระดับต่าง ๆ.....77
4.2 ผลการเก็บข้อมูลค่าความชื้นในวัสดุ.....82
4.2.1 ผลความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ติดตั้งบนฐานดินอัด.....83
4.2.2 ผลความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ติดตั้งบนฐานคอนกรีต.....85
4.2.3 ผลเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับต่าง ๆ.....87
บทที่ 5 การวิเคราะห์ผลการทดลองวิจัย.....91
5.1 สรุปผลการศึกษาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่เกิดขึ้น.....91
5.2 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ที่ติดตั้งบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต.....92
5.3 ข้อเสนอแนะการศึกษาและแนวการป้องกันเพิ่มเติม.....93
บรรณานุกรม.....94
ภาคผนวก.....96
ประวัติผู้เขียน.....131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
3.1 แสดงคากำลังอัดของอิฐดินดิบ.....46
3.2 แสดงค่าความหนาแน่นของก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบที่นำมาทดลองวิจัย.....50
3.3 แสดงค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานดินอัด.....65
3.4 แสดงค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานคอนกรีต.....65
3.5 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานดินอัด.....66
3.6 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานคอนกรีต.....66
3.7 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับกึ่งกลาง.....66
3.8 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 10 เซนติเมตร.....66
3.9 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 40 เซนติเมตร.....67
3.10 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 70 เซนติเมตร.....67
3.11 แสดงค่าความชื้นในวัสดุของอิฐดินดิบผสมแกลบ ซึ่งทำการตรวจวัดในในห้องปรับอากาศ.....67
3.12 แสดงค่าความชื้นในเนื้อวัสดุ บนฐานดินอัด.....68
3.13 แสดงค่าความชื้นในเนื้อวัสดุ บนฐานคอนกรีต.....68
3.14 แสดงค่าความชื้นในเนื้อวัสดุ ที่ระดับฐานผนัง.....68
3.15 แสดงค่าความชื้นในเนื้อวัสดุผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ที่ระดับ 10 เซนติเมตร.....68
3.16 แสดงค่าความชื้นในเนื้อวัสดุผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ที่ระดับ 40 เซนติเมตร.....69
3.17 แสดงค่าความชื้นในเนื้อวัสดุผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ที่ระดับ 70 เซนติเมตร.....69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 ภายนอกบ้านดิน....1
1.2 ภายในบ้านดิน....2
1.3 ฐานบ้านดินที่เกิดความชื้นบริเวณฐานของบ้านดิน....3
1.4 ฐานบ้านดินที่เกิดน้ำท่วมขังบริเวณฐานของบ้านดิน....3
1.5 ผนังภายในบ้านดินที่เสื่อมสภาพ....4
1.6 ผนังบ้านดินที่แตกร้าวหลุดร่อน....4
1.7 แผนการดำเนินการวิจัย....7
2.1 อาคารห้องแถวดินดิบเก่าที่ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม....9
2.2 อาคารห้องแถวดินดิบเก่า ที่ชุมชนเก่าสิงห์ท่า จังหวัดยโสธร....10
2.3 อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก ก่อสร้างด้วยวิธีก่ออิฐดินดิบ....10
2.4 บ้านดินที่ใช้วัสดุธรรมชาติ....11
2.5 ภายนอกบ้านดินในปัจจุบัน....12
2.6 ภายในบ้านดินในปัจจุบัน....12
2.7 ภายในบ้านดินในปัจจุบัน....13
2.8 บริเวณพื้นที่ภายบอกบ้านดินในปัจจุบัน....13
2.9 บริเวณพื้นที่ภายบอกบ้านดินในปัจจุบัน....13
2.10 ผนังบ้านดินที่เสื่อมสภาพ....14
2.11 บ้านดินที่เกิดน้ำท่วมขังบริเวณฐานของบ้านดิน....15
2.12 ผนังบ้านดินที่เสื่อมสภาพเกิดการแตกร้าว....15
2.13 ผนังบ้านดินที่เสื่อมสภาพ....16
2.14 ผนังบ้านดินที่เสื่อมสภาพผนังหลุดร่อน....16
2.15 ผนังบ้านดินเกิดการแตกร้าวและเกิดเชื้อราบริเวณผนังที่เชื่อมต่อกับฐานบ้านดิน....17
2.16 ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผนังอาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก....18
2.17 ดินเหนียว....19
2.18 ทราย....20
2.19 แกลบและฟางข้าว....21
2.20 ฐานรากบ้านดินที่สร้างจากดิบดิบ....22
2.21 ฐานรากบ้านดินที่สร้างจากคอนกรีต....22
2.22 ฐานรากคอนกรีตของบ้านดิน....22
2.23 หลังคาบ้านดินที่มุงด้วยหญ้า....23
2.24 หลังคาบ้านดินที่มุงกระเบื้องลอนคู่....23
2.25 การตากก้อนอิฐดินดิบ....24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.26 แม่พิมพ์ไม้เพื่อทำเป็นแม่พิมพ์ดิน....25
2.27 บ่อสำหรับย่ำผสมดิน....25
2.28 ย่ำดินเพื่อผสมส่วนผสมทำอิฐดินดิบ....26
2.29 การนำดินที่ผสมแล้วอัดเข้าแม่พิมพ์ไม้....27
2.30 การตากก้อนอิฐดินดิบ....27
2.31 ก้อนอิฐดินดิบที่แห้งแล้วนำมาเรียงเก็บไว้....28
2.32 การปั้นผนังบ้านดิน....28
2.33 การปั้นดินกับโครงไม้ของบ้านดิน....29
2.34 การใช้เศษไม้หรือหินในการสร้างบ้านดิน....30
2.35 การก่อสร้างด้วยเทคนิคดินอัด....30
2.36 การก่อสร้างด้วยการใช้กระสอบ....31
2.37 การก่อสร้างด้วยการใช้กระสอบ....31
2.38 การใช้ฟางก่อฉาบด้วยดิน....32
2.39 การใช้ฟางก่อฉาบด้วยดิน....32
2.40 กราฟค่าเฉลี่ยของการดูดซับความชื้นของวัสดุ (Material-specific sorption)....37
2.41 ระดับความชื้นที่ก่อให้เกิดความเสียหายในผนังอิฐ....38
2.42 น้ำฝนที่ซึมเข้าภายในบ้านตามขอบหน้าต่าง....39
2.43 ความชื้นที่ไหลซึมไปสู่ผนัง (Infiltration)....39
2.44 ความชื้นที่กลั่นตัวจับอยู่บนผนัง (Condensation)....40
2.45 ความชื้นที่ขึ้นไปตามแรงดึงในรูพรุนของผนัง (Capillarity)....41
2.46 ลักษณะผนังที่เกิดความชื้นจากน้ำใต้ดินโดยแรงยกตัว....42
2.47 การเสื่อมสภาพของผนังอาคาร....43
2.48 กรอบแนวคิดของการวิจัย....45
3.1 ดินเหนียว ที่จะนำมาใช้ผลิตก้อนอิฐดินดิบ....47
3.2 ทราย ที่จะนำมาใช้ผลิตก้อนอิฐดินดิบ....47
3.3 แกลบ ที่จะนำมาใช้ผลิตก้อนอิฐดินดิบ....47
3.4 รูปแบบแม่พิมพ์ดินจากไม้....46
3.5 แม่พิมพ์ไม้ แต่ละช่อง ขนาด กว้าง 20 x ยาว 40 x สูง 10 เซนติเมตร....46
3.6 การละลายดินเหนียวกับน้ำผสม ทรายและแกลบ....48
3.7 การอัดส่วนผสมที่เข้ากันเรียบร้อยแล้วเข้าแม่พิมพ์ไม้ให้แน่น....49
3.8 ก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบที่พึ่งถอดแม่พิมพ์ไม้ออก....49
3.9 ก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบที่ตากแดด....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.10 การน้ำหนักก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบก้อนที่ 1.....50
3.11 การน้ำหนักก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบก้อนที่ 2.....51
3.12 การน้ำหนักก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบก้อนที่ 3.....51
3.13 การน้ำหนักก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบก้อนที่ 4.....51
3.14 ก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบ สภาวะควบคุมตัวแปรในห้องปรับอากาศ.....52
3.15 การตรวจวัดค่าความชื้นอิฐดินดิบผสมแกลบ สภาวะควบคุมตัวแปรในห้องปรับอากาศโดยเครื่องมือ Humitest MC-100S.....52
3.16 ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุที่ทำการควบคุมตัวแปรของก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบ ในสภาวะควบคุมความชื้นซึ่งทำการตรวจวัดในห้องปรับอากาศ.....53
3.17 รูปแบบกล่องทดลองและการติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ.....54
3.18 กล่องทดลองที่จะใช้ในการวิจัย.....54
3.19 ตำแหน่งสถานที่ในการทดลองวิจัย.....55
3.20 ลักษณะสถานที่ในการทดลองวิจัย.....55
3.21 กล่องทดลองและวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างติดตั้งกล่องทดลองในสถานที่การทดลองวิจัย.....56
3.22 การทำฐานพื้นดินเหนียวอัดพื้นที่ขนาด 1.50 X 1.50 เมตร เพื่อจำลองฐานบ้านดิน.....56
3.23 การประกอบโครงสร้างหลังคาที่จำลองสถานการณ์บ้านดิน.....57
3.24 กล่องทดลองที่ติดตั้งโครงสร้างหลังคาที่จำลองสถานการณ์บ้านดินบนฐานดินอัด.....57
3.25 การนำกล่องทดลองที่ติดตั้งโครงสร้างหลังคาที่จำลองสถานการณ์บ้านดินบนฐาน.....58
3.26 กล่องทดลองที่ติดตั้งหลังคากระเบื้องลอนคู่เพื่อจำลองสถานการณ์บ้านดิน.....58
3.27 กล่องทดลองที่ติดตั้งหลังคากระเบื้องลอนคู่เรียบร้อยแล้ว.....59
3.28 กล่องทดลองที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว.....59
3.29 กล่องทดลองที่จะติดตั้งก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบแล้ว.....60
3.30 เครื่องมือวัดผลการทดลอง Testo comfort 174H.....61
3.31 แสดงตำแหน่งวัดอุณหภูมิและความชื้น กล่องทดลองผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ.....62
3.32 การติดตั้งเครื่องมือ (Testo comfort 174H) ในกล่องทดลองทั้ง 2 กล่อง.....62
3.33 เครื่องมือวัดผลการทดลอง Humitest MC-100S.....63
3.34 แสดงตำแหน่งวัดค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ.....63
3.35 การวัดความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ.....64
3.36 การวัดความชื้นในเนื้อวัสดุ ที่ฐานพื้นกล่องทดลองวิจัย.....64
4.1 อุณหภูมิและความชื้นภายนอก-ภายในกล่องทดลองวิจัย ทั้ง 3 วัน.....70
4.2 กราฟอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายในกล่องทดลองบนฐานดินอัด ทั้ง 3 วัน...73
4.3.กราฟอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายในกล่องทดลองบนฐานคอนกรีตทั้ง 3 วัน75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.4 กราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับกึ่งกลาง.....77
4.5 กราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับ 10 เซนติเมตร.....78
4.6 กราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับ 40 เซนติเมตร.....79
4.7 กราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับ 70 เซนติเมตร.....80
4.8 กราฟผลความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ติดตั้งบนฐานดินอัด ทั้ง 3 วัน.....83
4.9 กราฟผลความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ติดตั้งบนฐานคอนกรีต ทั้ง 3 วัน.....85
4.10 กราฟผลเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตที่ระดับฐานผนัง.....87
4.10 กราฟผลเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตที่ระดับฐานผนัง.....87
4.11 กราฟผลเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตที่ที่ระดับ 10 เซนติเมตร.....88
4.1.2 กราฟผลเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตที่ระดับ 40 เซนติเมตร.....89
4.1.3 กราฟผลเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตที่ระดับ 70 เซนติเมตร.....90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บ้านดินคืออาคารที่ใช้ดินเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้าง สิทธิพงษ์ เพิ่มพิทักษ์ (2555) บ้านดินในประเทศไทยส่วนใหญ่นิยมก่อสร้างด้วยเทคนิคอิฐดินดิบ (Adobe Brick) เทคนิควิธีนี้จะนำดินเหนียวทราย มาผสมกับวัสดุเส้นใยธรรมชาติเพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรงในการยึดเกาะกันของเนื้อดิน ซึ่งวัสดุเส้นใยที่นำมาเป็นส่วนผสมบ้านดินในประเทศไทยส่วนมากจะใช้แกลบ จากการศึกษาของดวงนภา ศิลปะสาย(2546) ได้ศึกษาวิจัยสำรวจบ้านดินที่บ้านศรีฐาน อำเภอป่าติ้ว จังหวัดยโสธร พบว่าส่วนใหญ่บ้านดินที่ได้ทำการสำรวจจะก่อสร้างจากก้อนอิฐดินดิบที่ผสมแกลบ และจากการศึกษาของจิรัฐิติ์ บรรจงศิริ (2548) ที่ได้นำเอาอัตราส่วนผสมมาจากอาศรมวงศ์สนิท จังหวัดนครนายกที่ผลิตก้อนอิฐดินผสมแกลบแล้วทำการศึกษาต่อ นราธิป ทับทัน (2555) ได้ทำการทดสอบการรับแรงอิฐดินที่ผลิตจากดินผสมกับวัสดุเส้นใยในท้องถิ่นซึ่งได้ใช้แกลบมาผสม ส่วนฐานรากของบ้านดินนั้น สิทธิพงษ์ เพิ่มพิทักษ์ (2555) ได้กล่าวว่าฐานรากของบ้านดินจะใช้เป็นดินบดอัดแน่นหรือฐานรากที่เป็นคอนกรีต การก่อสร้างบ้านดินจะทำพื้นและฐานรากให้เรียบร้อยก่อนก่อผนังบ้านต่อไป

รูปที่ 1.1 ภายนอกบ้านดิน

ที่มา : https://www.forfur.com/media/idea/7448/7448_156085703610981952

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.2 ภายในบ้านดิน

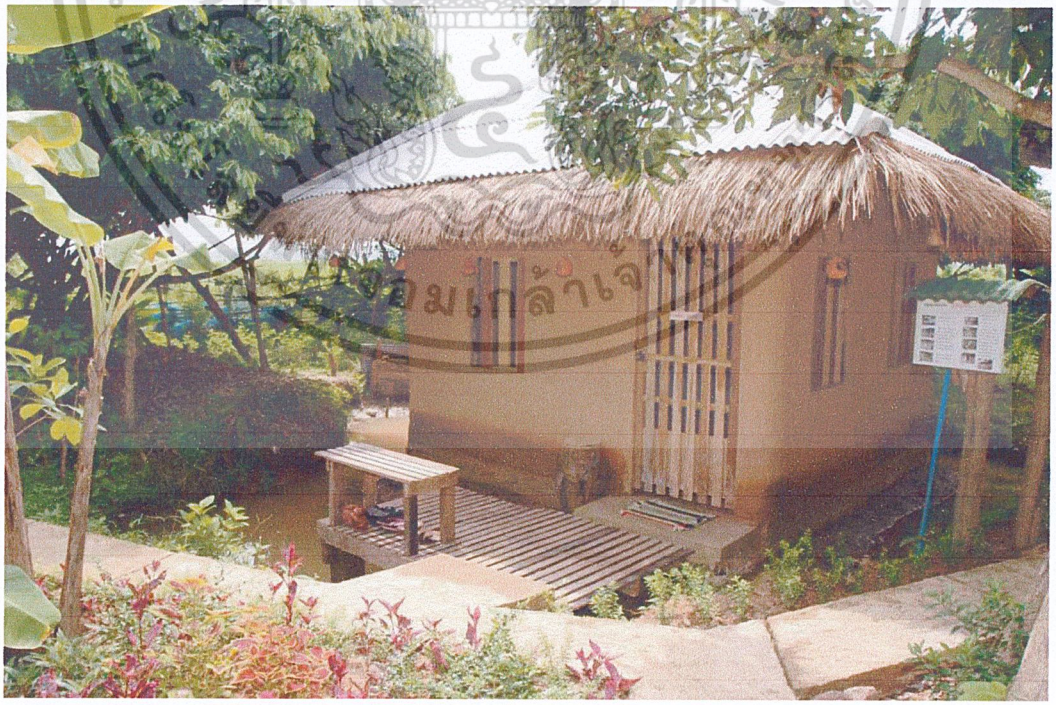
ที่มา : https://www.baanstyle.com/2017/01/clay-house-thailand/

และจากการการศึกษาของศุภชัย มนนามอญ และพรชัย เทพปัญญา (2557) ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพบ้านดินในท้องถิ่นชนบท พบว่าปัญญาของบ้านดินเมื่อเข้าไปอยู่อาศัย พบว่าเกิดความเสียหายจากการความเสื่อมสภาพของผนังบ้านดิน การหลุดร่วงแตกร้าว ผนังบ้านดินเกิดเชื้อรา เนื่องจากภายในผนังบ้านดินมีความชื้นสูง และผนังบ้านดินจะมีรูพรุนทำให้น้ำสามารถผ่านเข้าออกได้ มีแลกเปลี่ยนความชื้นกับอากาศตลอดเวลา สริน พินิจ (2558) ความชื้นที่เกิดขึ้นภายในเนื้อวัสดุส่งผลให้ผนังเสื่อมสภาพได้ อนัญญา โพธิประดิษฐ์ (2554) พฤติกรรมการเคลื่อนที่ของความชื้นและการสะสมของความชื้นในผนังอาคารนั้น ได้รับอิทธิพลทั้งจากแหล่งความชื้นซึ่งมาจากดินและความชื้นที่มาจากสภาพอากาศภายนอก เนื่องจากอากาศภายนอกมีความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูงอยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้การสะสมของความชื้นในผนังอาคารมีมาก การเชื่อมต่อผนังและฐานรากมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในวัสดุก่อผนังที่อยู่ด้านล่างมากกว่าผนังที่อยู่ด้านบน และแก้วกนก สุดจริง (2555) กล่าวว่าเนื่องด้วยประเทศไทยอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้นสภาพอากาศ ทั่วไปมีความชื้นสูงตลอดทั้งปี โดยระดับความชื้นเมื่อมีมากหรือน้อยเกินไป จะก่อให้เกิดผลกระทบทั้งด้านสุขภาพ เกิดปัญหาต่องานก่อสร้าง รวมถึงความรู้สึกในการอยู่อาศัยที่ไม่สบายตัวในด้านความชื้นกับสุขภาพ ความชื้นที่เหมาะสมต่อสุขภาพอยู่ในช่วง 30%-60% ซึ่งภายในอาคารหากความชื้นมีระดับที่ไม่เหมาะสมมีปริมาณความชื้นสูงเกินไปหรือน้อยเกินไป จะก่อให้เกิดและเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เชื้อรา และจะก่อให้เกิดโรคอาคารป่วยได้ง่ายๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.3 ฐานบ้านดินที่เกิดความชื้นบริเวณฐานของบ้านดิน

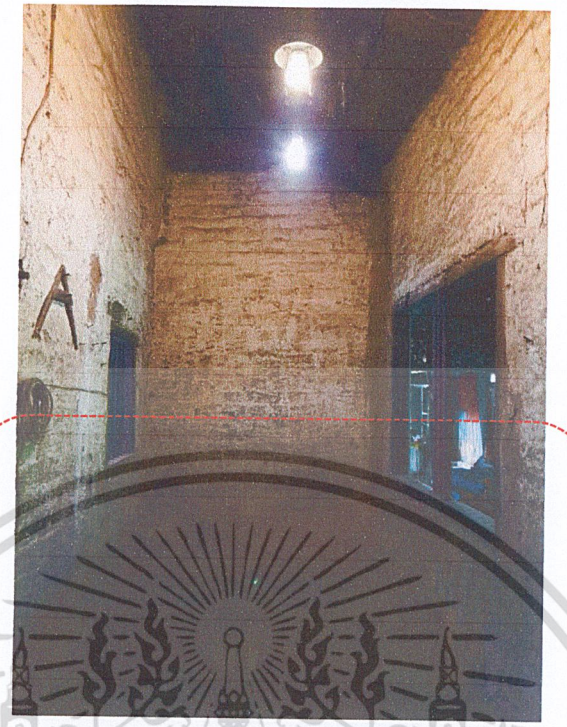
ที่มา : http://www.hamanan.com/tour/chaiyaphum/baandin.html



รูปที่ 1.4 ฐานบ้านดินที่เกิดน้ำท่วมขังบริเวณฐานของบ้านดิน

ที่มา : https://www.chiangmainews.co.th/page/archives/553661/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.5 ผนังภายในบ้านดินที่เสื่อมสภาพ

ที่มา : https://www.facebook.com/missareecoffeeshop/photos/pcb.10155440132961486/10155440132671486

รูปที่ 1.6 ผนังบ้านดินที่แตกร้าวหลุดร่อน

ที่มา : https://www.facebook.com/missareecoffeeshop/photos/pcb.10155440132961486/10155440132796486

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากปัญหาของบ้านดินที่ได้กล่าวมา ภายในบ้านดินมีความชื้นสูงส่งผลให้ผนังบ้านดินเสื่อมสภาพ ศุภชัย มนนามอญ และพรชัย เทพปัญญา (2557) ซึ่งปัจจุบันมีการแก้ไขปัญหาโดยการยกระดับฐานและทำพื้นคอนกรีต เพื่อหลีกเลี่ยงการเสื่อมสภาพของผนังบ้านดิน แต่ก็ยังประสบปัญหาเรื่องความชื้นที่ฐานและบริเวณผนังอยู่ จึงเป็นที่มาของการศึกษาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของผนังอิฐดินดิบที่มีส่วนผสมของแกลบ เพื่อหาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของผนังบ้านดินและหาปริมาณความชื้นภายในวัสดุของก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบที่ใช้ก่อสร้างผนังของบ้านดิน ซึ่งเป็นปัญหาหลักที่ทำความเสียหายและเสื่อมสภาพของผนังบ้านดิน เพื่อเป็นข้อมูลแนวทางการการศึกษาและแก้ปัญหาการปรับปรุงการก่อสร้างบ้านดินต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ

1.2.2 เปรียบเทียบปริมาณค่าความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ที่ติดตั้งบนฐานผนังดินอัดและฐานผนังคอนกรีต

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของบ้านดิน ขั้นตอนการก่อสร้างบ้านดินและศึกษาเทคนิคผนังอิฐดินดิบผสมแกลบโดยละเอียด

1.3.2 ศึกษาปัญหาของบ้านดิน ทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นจากความชื้นของบ้านดิน และปัญหาความชื้นที่เกิดขึ้นภายในอาคารที่ก่อสร้างด้วยดิน

1.3.3 จำลองสถานการณ์การของบ้านดินโดยติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบในกล่องทดลองเพื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นที่เกิดขึ้น แบ่งสถานการณ์เป็น 2 แบบ คือ ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ก่อสร้างบนฐานดินอัดและบนฐานคอนกรีต โดยพื้นหนา 20 เซนติเมตร

1.3.4 ศึกษาปริมาณความชื้นที่เกิดขึ้นจริงที่กล่องทดลองวิจัย ทั้งภายนอกและภายใน จากการเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดผลการทดลอง

1.3.5 ทำการทดลองวิจัยและเก็บข้อมูลในช่วงฤดูฝน และในสถานที่ที่ทำการทดลองวิจัยเท่านั้น (พื้นที่คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ) เพื่อกำหนดและควบคุมตัวแปร

1.3.6 ทำการตรวจวัดและเก็บข้อมูลวิจัย เป็นเวลา 3 วันเท่านั้น นำผลการทดลองที่ได้วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และสรุปผลการศึกษาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ก่อสร้างบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีการวิจัย

1.4.1 ศึกษาข้อมูลการผลิตอิฐดินดิบผสมแกลบ การก่อสร้างและปัญหาของบ้านดิน

1.4.2 ทำการผลิตอิฐดินดิบผสมแกลบ และจำลองบ้านดินโดยกล่องทดลองเพื่อควบคุมตัวแปร

1.4.3 ทำการติดตั้งกล่องทดลองและผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตในสถานที่และช่วงเวลาเดียวกัน

1.4.4 ติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดผลการทดลอง และเก็บข้อมูลการทดลอง

1.4.5 นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบผล

1.4.6 สรุปผลการทดลองเพื่อนำเสนอ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาความชื้นของบ้านดินต่อไป

1.5 ข้อจำกัดการวิจัย

1.5.1 ก้อนอิฐดินที่ใช้ในการวิจัย ผลิตที่จังหวัดมหาสารคาม (ใช้วัสดุในท้องถิ่น) ทำการทดลองวิจัยที่เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ เป็นพื้นที่กลางแจ้ง โดยกำหนดพื้นที่ที่วางกล่องทดลอง 2 แบบ คือบนฐานดินบดอัดและบนฐานคอนกรีตเสริมเหล็ก หนาจากพื้นดินเดิม 20 เซนติเมตร

1.5.2 การวิจัยนี้ เป็นการทดลองวิจัยและเก็บข้อมูลช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2563

1.5.3 กล่องทดลองที่ทำการวิจัย จำลองลักษณะของบ้านดินแบบปิดช่องเปิด ใน 1 หน่วย ทำจากโฟมหนา 10 เซนติเมตร โดยมีขนาด 90 x 90 x 90 เซนติเมตร โดยผนังกล่อง 1 ด้านที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบก่ออิฐดินดิบผสมแกลบแนวตั้งและฉาบรอยต่อด้วยดินผสมแกลบวัสดุเดียวกัน (ผสานรอยต่อระหว่างกล่องโฟมกับตัวก้อนอิฐดินดิบด้วยซิลิโคนสำเร็จรูป) และติดตั้งหลังคากระเบื้องลอนคู่ยื่นชายคา 50 เซนติเมตร

1.5.4 กล่องทดลองวิจัยเป็นระบบปิด ไม่มีการระบายอากาศเพื่อควบคุมตัวแปรในการเปรียบเทียบปริมาณความชื้นที่เกิดขึ้นภายในกล่องทดลอง

1.5.5 การทดลองวิจัยอยู่ในช่วงสถานกาณ์ฉุกเฉิน COVID-19 การตรวจวัดค่าความชุ่มชื้นในเนื้อวัสดุ ทำการตรวจวัดได้เฉพาะในช่วงเวลากลางวัน (08.00น.-17.00 น.) เท่านั้น เนื่องจากสถานที่ทดลองวิจัยอยู่ภายในหน่วยงานสถานศึกษาซึ่งเป็นพื้นที่บังคับตามประกาศการเข้าใช้อาคารหน่วยงานในสถานการณ์ฉุกเฉิน COVID-19 จึงไม่สามารถทำการตรวจวัดและเก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือในภาคปฏิบัตินอกเวลาเวลาทำการได้

1.6 สมมติฐานของการวิจัย

1.6.1 ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบริเวณที่เชื่อมต่อกับฐาน จะมีปริมาณความชื้นสูงกว่าตำแหน่งและระดับอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.2 ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ก่อสร้างบนฐานดินอัดจะมีปริมาณความชื้นสูงกว่าบ้านดินที่ก่อสร้างบนฐานคอนกรีต

1.6.3 การเกิดความชื้นของบ้านดิน จะเกิดจากบริเวณฐานขึ้นสู่ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 เพื่อหาเกิดความชื้นในบ้านดิน ซึ่งเป็นปัญหาหลักของบ้านดิน

1.7.2 เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือลดการเสื่อมสภาพของผนังบ้านดิน

1.7.3 นำข้อมูลไปประยุกต์เพื่อทำการก่อสร้างบ้านดินแบบผนังอิฐดินดิบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.8 คำศัพท์เฉพาะ

บ้านดิน อิฐดินดิบผสมแกลบ ความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.9 แผนการดำเนินการวิจัย

รูปที่ 1.7 แผนการดำเนินการวิจัย

ที่มา : ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

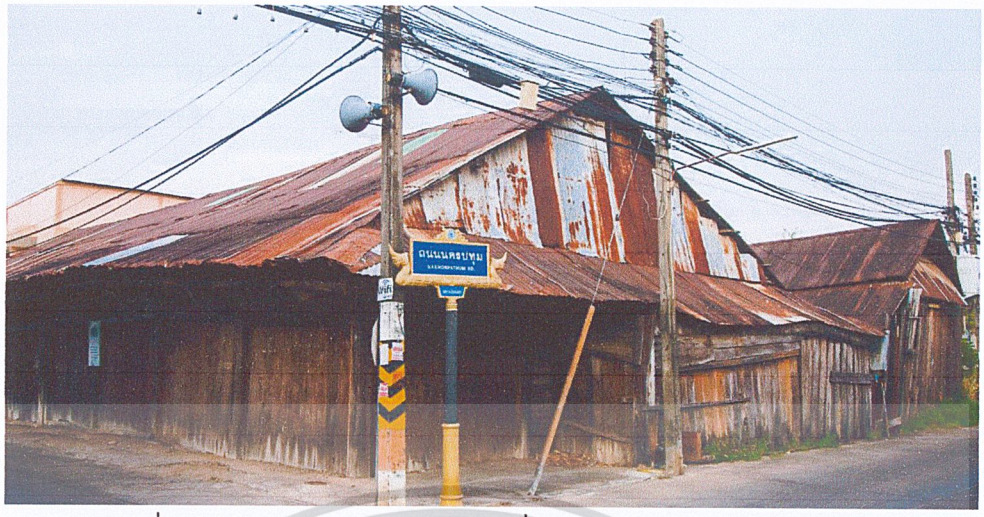
2.1 ความเป็นมาของบ้านดิน

2.1.1 บ้านดินในอดีต

ดวงนภา ศิลปะสาย (2546) อาคารบ้านเรือนสำหรับพักอาศัยของไทยในอดีตส่วนใหญ่จะสร้างแบบเรือนยกพื้นสูงเนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่มีฝนตกชุก ถ้าเป็นอาคารที่ก่อสร้างด้วยอิฐส่วนใหญ่จะเป็นอาคารทางศาสนา เนื่องจากต้องการความมั่นคงแข็งแรง ในสมัยรัชกาลที่ 3 กลุ่มคนจีนได้เริ่มเข้ามาตั้งรกรากในไทยรูปแบบของที่อยู่อาศัยจะก่อสร้างจากดิน ในสมัยรัชกาลที่ 5 ได้มีการให้กรรมสิทธิ์ที่ดินทำมาหากิน ทำให้เกิดย่านตลาด เกิดอาคารบ้านเรือนริมถนน รูปแบบสถาปัตยกรรมส่วนใหญ่จะเป็นห้องแถว โรงเรือนของคนจีนที่ทำมาค้าขายและพักอาศัย อาคารที่ก่อสร้างจะสร้างจากด้วย เทคนิคอิฐดินดิบ(Adobe) ที่มีขนาดความหนาประมาณ 22.5 x 40 x 80 เซนติเมตร การสร้างอาคารบ้านเรือนด้วยดินเป็นเอกลักษณ์ของคนจีนโดยแท้ การสร้างบ้านจากดินในไทยยังไม่เคยมีมาก่อน ในแถบภาคอีสานตอนใต้ ได้พบห้องแถวแบบจีนในหลายๆ แหล่ง ในกรุงเทพฯ สันนิษฐานเคยมีบ้านดินอยู่หลายแหล่ง เช่น ตรอกดินเยื้องกับศาลาว่าการกรุงเทพฯ และแถวๆโรงเรียนสตรีวิทยา แต่เนื่องจากสภาพอากาศของไทยที่มีฝนตกชุก ทำให้อาคารบ้านเรือนที่สร้างจากดินจึงมีอายุไม่ยืนยาว ส่งผลให้ไม่ได้รับความนิยมอีกต่อไป

รูปที่ 2.1 อาคารห้องแถวดินดิบเก่าที่ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
ที่มา: https://www.gotoknow.org/posts/623412

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 อาคารห้องแถวดินดิบเก่า ที่ชุมชนเก่าสิงห์ท่า จังหวัดยโสธร
ที่มา: https://www.gotoknow.org/posts/623412

2.1.2 บ้านดินในปัจจุบัน

ดวงนภา ศิลปะสาย (2546) ปัจจุบันกระแสเรื่องความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมและสังคมมีความขึ้น การอยู่อาศัยในบ้านที่พึ่งพึ่งธรรมชาติเป็นการช่วยยกระดับจิตใจของผู้อยู่อาศัย ให้เข้าใจและเห็นคุณค่าของธรรมชาติ ทำให้บ้านดินซึ่งถือว่าเป็นบ้านที่สร้างจากธรรมชาติกลับมาได้รับความนิยมอีกครั้ง กระแสบ้านดินในประเทศไทยเริ่มจาก นายโจน จันได ชาวนาและนักคิด ได้มีแนวคิดแสวงหาความยั่งยืนจึงได้มีการสร้างบ้านดินด้วยตัวเอง ที่หมู่บ้านศรีฐาน อำเภอป่าติ้ว จังหวัดยโสธร และการเผยแพร่ข้อมูลความรู้เรื่องบ้านดินในประเทศไทยเกิดขึ้นอย่างจริงจัง ที่ อาศรมวงศ์สนิท จังหวัดนครนายก เป็นชุมชน ที่มีแนวคิดใช้ชีวิตใกล้ชิดธรรมชาติ จากจุดนี้เองจึงทำให้บ้านดินรับความนิยมแพร่ไปทุก ๆ ภาคของประเทศไทย

รูปที่ 2.3 อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก ก่อสร้างด้วยวิธีก่ออิฐดินดิบ
ที่มา: อิทธิศักดิ์ ขวัญบุญจันทร์ (2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิทธิพงษ์ เพิ่มพิทักษ์ (2555 : 95) บ้านดิน คือ บ้านแบบธรรมชาติที่ใช้วัสดุหลักในการก่อสร้างคือดินเหนียวซึ่งสามารถหาได้ทั่วไปในท้องถิ่นต่าง ๆ นำมาผสมกับส่วนผสมที่เป็นเส้นใยเพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรงในการยึดเกาะกันของเนื้อดิน บ้านดินถือเป็นสถาปัตยกรรมที่มีการรบกวนธรรมชาติน้อยมาก เนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการก่อสร้างเป็นวัตถุดิบที่สามารถหาได้ในท้องถิ่นไม่มีขบวนการในการผลิตที่ยุ่งยากซับซ้อนหรือต้องใช้พลังงานจำนวนมหาศาล ทั้งเพื่อการผลิตวัตถุดิบและการขนส่งเพื่อการก่อสร้าง ในการก่อสร้างก็ไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานเฉพาะทางมากนัก บ้านดินจึงเป็นคำตอบที่ดีสำหรับคนที่อยากมีบ้านแต่มีข้อจำกัดในด้านทุนทรัพย์หรือไม่อยากรบกวนสภาพแวดล้อมเพราะใช้วัสดุที่หาได้จากธรรมชาติ

รูปที่ 2.4 บ้านดินที่ใช้วัสดุธรรมชาติ
ที่มา: http://jirayute.blogspot.com

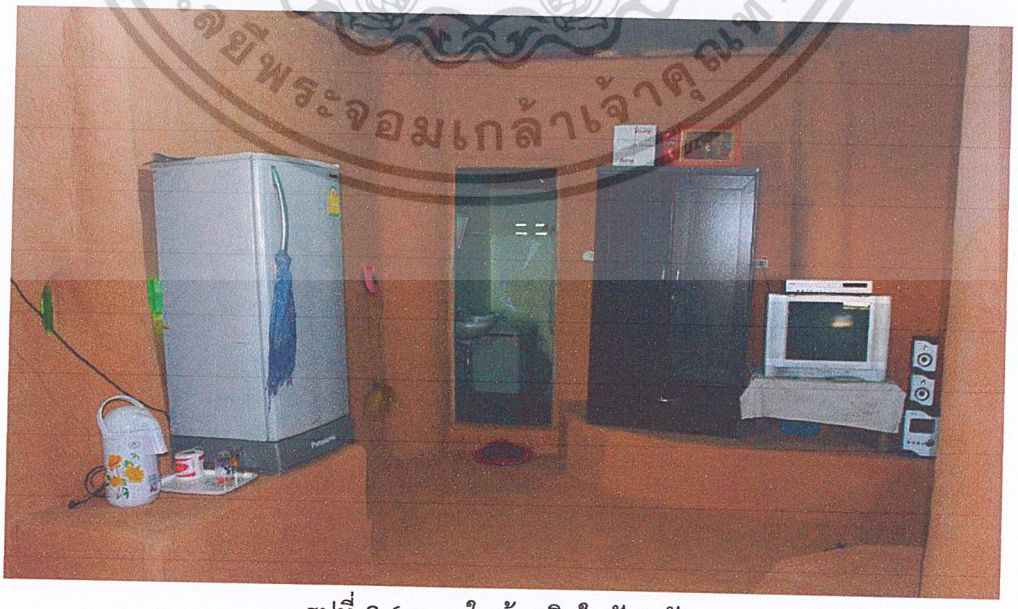
นราธิป ทับทัน (2556 : 84) อาคารที่ก่อสร้างจากดินในประเทศไทยมักใช้ดินเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างส่วนผนังของอาคารซึ่งคุณสมบัติของผนังดินจะมีความเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี เนื่องจาก ผนังดินมีความหนาและมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ (ค่าK) สิทธิพงษ์ เพิ่มพิทักษ์ (2555 : 95) และวิธีการก่อสร้างด้วยเทคนิคอิฐดินดิบ(Adobe) เป็นระบบที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในประเทศไทยโดยใช้ผนังอิฐดินดิบเป็นกำแพงรับน้ำหนักของโครงสร้างอาคาร ข้อดีของระบบนี้คือ สามารถทยอยทำอิฐดินดิบเก็บไว้จนได้ปริมาณที่เพียงพอสำหรับการก่อสร้างได้ตั้งแต่ก่อนเริ่มทำการก่อสร้างแต่ในการทำอิฐดินดิบนั้นจำเป็นต้องใช้พื้นที่และเวลาสำหรับการตากก้อนอิฐ นอกจากนั้นยังต้องมีการเตรียมพื้นที่สำหรับการเก็บรักษาก้อนอิฐอีกด้วย เช่น ดวงนภา ศิลปะสาย (2546) จากการสำรวจบ้านดินที่อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด เป็นอาคารที่พักอาศัยด้านหลังและค้าขายด้านหน้า สร้างโดยใช้ก้อนอิฐดินก่อกำแพง ก้อนอิฐดินทำด้วยดินเหนียวผสมน้ำคลุกฟางและแกลบคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นนำไปอัดลงในแบบพิมพ์ไม้ จะได้ก้อนอิฐดิน ลักษณะวิธีการทำก้อนอิฐดินนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นที่นิยมกันโดยทั่วไป จากการศึกษาบ้านดินกรณีศึกษาที่ทั้ง 7 หลัง พบว่าใช้เทคนิคการปลูกสร้างแบบก่อจากอิฐดินดิบ(Adobe) เนื่องจากก่อสร้างวิธีนี้เป็นการก่อสร้างที่ง่ายและเหมือนกับการก่ออิฐที่คุ้นเคยด้วยขนาดก้อนอิฐที่มีความหนามาก และส่วนผสมของดิน ฟาง แกลบ ทำให้ดินมีการยึดเกาะอย่างดี ทำให้ผนังบ้านสามารถรับน้ำหนักจากหลังคาโดยไม่ต้องมีเสา วิธีการก่อสร้างนี้เป็นที่นิยมใช้บ้านดินจะมีความแข็งแรงอยู่ได้ยาวนาน มีส่วนสำคัญที่การมีฐานรองรับบ้านไม่ให้แช่น้ำ ฐานรองรับบ้านมีเทพื้นบ้านด้วยคอนกรีต และมีชายคายื่นยาวออกมาเพื่อกันแดดและฝน เพื่อป้องผนังบ้านไม่ให้โดนฝนที่จะมาเซาะผนังโดยตรง จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมและวิจัยที่เกี่ยวข้องยังพบข้อด้อยและปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นของบ้านดินอีกด้วย

รูปที่ 2.5 ภายนอกบ้านดินในปัจจุบัน

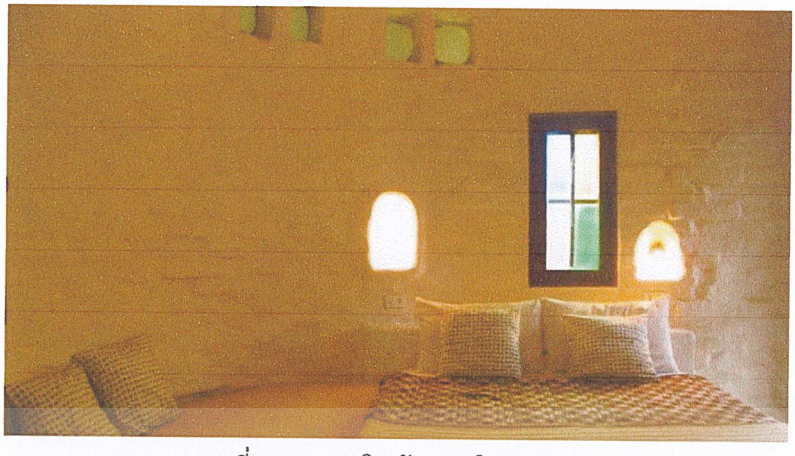
ที่มา: http://www.hamanan.com/tour/chaiyaphum/baandin.html



รูปที่ 2.6 ภายในบ้านดินในปัจจุบัน

ที่มา: http://www.hamanan.com/tour/chaiyaphum/baandin.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ภายในบ้านดินในปัจจุบัน

ที่มา: https://www.forfur.com/media/idea/7448/7448_1560857028918680389

รูปที่ 2.8 บริเวณพื้นที่ภายบอกบ้านดินในปัจจุบัน

ที่มา : https://decor.mthai.com/home-design/31412.html

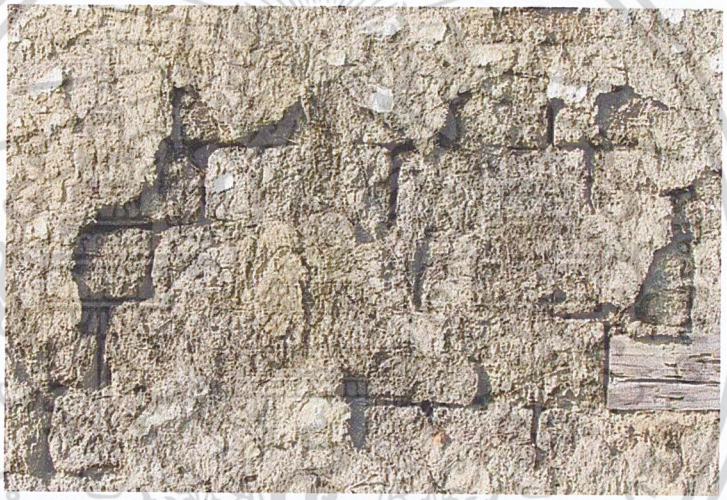
รูปที่ 2.9 บริเวณพื้นที่ภายบอกบ้านดินในปัจจุบัน

ที่มา : https://www.forfur.com/media/idea/7448/7448_1560857068202026869 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ปัญหาของบ้านดิน

ดวงนภา ศิลปะสาย (2546) ได้กล่าวว่าในกรุงเทพฯ สันนิษฐานว่ามีบ้านดินอยู่หลายแห่ง ตรอกดินที่อยู่เยื้องกับศาลาว่าการกรุงเทพมหานครในปัจจุบัน อีกหนึ่งที่บริเวณโรงเรียนสตรีวิทยา แต่เนื่องจากประเทศไทยมีฝนตกชุก อาคารที่ก่อสร้างจากดินจึงมีอายุการใช้งานไม่ยืนยาว ในช่วงฤดูฝนจะมีฝุ่นผงมากกว่าปกติ ผนังดินบางส่วนจะถูกน้ำฝนกัดเซาะ มีมดแมลงที่จะมาทำรัง แก้ปัญหาโดยการฉาบผนังเสริมเข้าที่ส่วนที่หลุดร่วง เทพื้นด้วยคอนกรีต เปลี่ยนหลังคาบ้านจากดินเป็นกระเบื้องลอนคู่ บ้านดินได้มีการฉาบผนังบ้านด้านนอกและผนังบางด้านเท่านั้น โดยไม่ได้ฉาบผนังภายในบ้าน ต่อมาภายหลังได้ทำการฉาบปูนภายในบ้าน สูงถึงระดับใต้วงกบล่างทั่วทั้งบ้าน เพื่อป้องกันมดและแมลงมาทำรังในช่วงฤดูฝน บ้านดินกรณีศึกษาบางหลังได้มีการปรับปรุงพื้นบ้านภายหลังจากเดิมซึ่งเป็นพื้นดิน มาเป็นพื้นคอนกรีตแทน เนื่องจากปัญหามดและแมลงขุดเจาะอาศัยที่พื้นบ้าน



รูปที่ 2.10 ผนังบ้านดินที่เสื่อมสภาพ

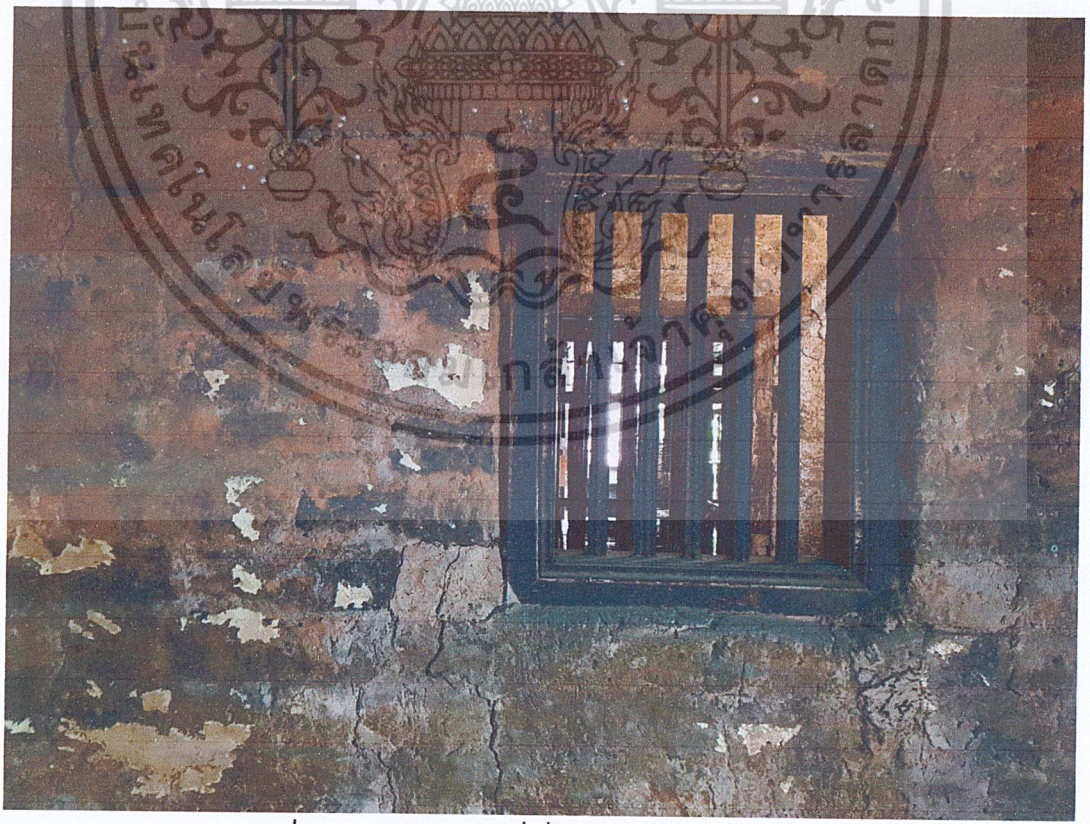
ที่มา: https://www.pixcove.com/wall-partition-textures-construction-backgrounds-old-ancient-structure-weathered-worn-adobe-plastered-background-cracked/

ศุภชัย มนนามอญ และ พรชัย เทพปัญญา (2557 : 68) การเลือกทำเลที่เหมาะสมในการก่อสร้างบ้านดิน ควรเป็นพื้นที่ที่น้ำท่วมไม่ถึง หรือไม่มีทางน้ำไหลผ่าน เพราะถ้ามีน้ำท่วม น้ำไหลผ่านผนังดินจะละลายจนทรุดตัวลงได้ วิธีการแก้ปัญหาทำเลที่ไม่เหมาะสม หรือมีน้ำท่วมถึงให้ทำการยกพื้นบ้านดินให้สูงขึ้นจากระดับดินเดิมประมาณ 1-2 เมตร จะยกด้วยการถมดิน หรือยกโครงสร้างพื้นขึ้นไปก็ได้เช่นกัน ปัญหาที่พบบ่อยจากบ้านดิน พบว่าปัญหาหลักมาจากเรื่องแมลงที่มาเจาะผนังดินเพื่อทำรัง และผนังร่อนเป็นจุดเล็ก ๆ จากน้ำฝนก็เป็นปัญหาที่พบบ่อย ซึ่งผลกระทบหลังจากพักอาศัยในบ้านดินนั้น พบว่าผนังบ้านดินมีการทนต่อน้ำกัดเซาะในระดับหนึ่ง เมื่อมีน้ำฝนตกกระทบเข้าที่ผนังทำให้เกิดการเป็นรูเล็กตามผนัง ผนังบ้านดินเกิดเชื้อรา ทำป้องกันได้ คือ ให้ยกพื้นสูงไว้อย่างน้อย 1-2 เมตร จากระดับพื้นดินเดิม เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำท่วม สัมผัสผิวผนังบ้านดินได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.11 บ้านดินที่เกิดน้ำท่วมขังบริเวณฐานของบ้านดิน

ที่มา : http://www.baandinthai.com/index.php/2015-06-29-06-44-25/18-2015-07-09-09-27-12



รูปที่ 2.12 ผนังบ้านดินที่เสื่อมสภาพเกิดการแตกร้าว

ที่มา : https://www.facebook.com/missareecoffeeshop/photos/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.13 ผนังบ้านดินที่เสื่อมสภาพ

ที่มา : https://www.facebook.com/missareecoffeeshop/photos/

รูปที่ 2.14 ผนังบ้านดินที่เสื่อมสภาพผนังหลุดร่อน

ที่มา : http://oknation.nationtv.tv/blog/print.php?id=562293

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ณภัทร ศรีวัฒนประยูรและคณะ (2552) จากการศึกษาพบว่าบ้านดินจะมีความชื้นค่อนข้างสูง การใช้งานอาคารประเภทนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการระบายอากาศที่ดี เพื่อลดความชื้นจากอาคารและเมื่อมีช่องเปิดมากความร้อนก็จะเข้ามาเนื่องจากดินเป็นวัสดุธรรมชาติที่มีการเสื่อมสภาพง่ายกว่าวัสดุก่อสร้างอื่นจึงต้องดูแลรักษาเป็นอย่างดี

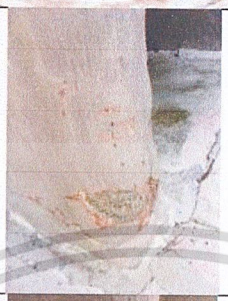
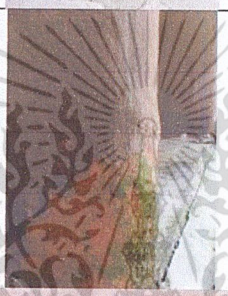
วิทยา วัชรไตรรงค์ (2545) การก่อสร้างบ้านจากดินมีข้อด้อยอยู่บ้าง คือในประเทศไทยที่มีฝนตกบ่อยต้องมีหลังคาที่สามารถป้องกันฝนได้ รวมถึงการเลือกที่ตั้งตัวบ้านเมื่อฝนตกต้องไม่มีน้ำขังบริเวณผนังรอบบ้าน การเลือกบริเวณทำอิฐดินดิบต้องไม่ไกลกับบริเวณก่อสร้างเพราะจะมีปัญหาด้านการเก็บรักษาก้อนอิฐดินและการขนย้ายระหว่างก่อสร้างตามมา

ดนัย นิลสกุล (2546) รูปแบบของอาคารโดยเฉพาะตึกแถวดินประเภทร้านค้าที่สร้างต่อ ๆ กันเป็นแถวทำให้ตึกดินมีความแตกต่างจากเรือนพื้นถิ่นนั้น พบว่าส่วนของปัญหาหลักๆ ที่เกิดขึ้นกับอาคารได้แก่การเสื่อมสภาพของวัสดุ มีสาเหตุจากหลายประการแต่อาคารที่ได้รับความเสียหายอย่างมาก ส่วนใหญ่จะเป็นอาคารที่ถูกปิดไม่ได้ใช้งาน เนื่องจากสภาพภายในอาคารมีความชื้นสูงส่งผลให้ผนังก่ออิฐดินดิบเสื่อมสภาพได้อย่างรวดเร็ว

รูปที่ 2.15 ผนังบ้านดินเกิดการแตกร้าวและเกิดเชื้อราบริเวณผนังที่เชื่อมต่อกับฐานบ้านดิน
ที่มา : https://www.chiangmainews.co.th/page/archives/553661/

อิทธิศักดิ์ ขวัญบุญจันทร์(2562 : 73) ลักษณะของความชื้นสัมพัทธ์ที่เกิดขึ้นภายในอาคารกรณีศึกษา อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก พบการชำรุดเสียหายของผนังอาคารที่ทำการศึกษาเกิดขึ้นที่บริเวณความสูงตั้งแต่ 0-40 เซนติเมตร จากการเก็บข้อมูลลักษณะความชื้นสัมพัทธ์และความชุ่มชื้นในวัสดุอาคาร พบว่าลักษณะของความชื้นที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับการชำรุดเสียหายของอาคารและพบว่าที่ตั้งของอาคารกรณีศึกษาไม่เหมาะสมสำหรับอาคาร เนื่องจากพื้นที่ตั้งเป็นพื้นที่ที่มีค่าความชื้นสูง ซึ่งทำให้เกิดการชำรุดเสียหายของตัวอาคาร หากอยากให้อาคารคงสภาพดีจำเป็นต้องมีการบำรุงและซ่อมแซมอาคารอยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่พบ	ภาพ	ตำแหน่งการเกิดปัญหา
ผนังแตกร้าว		ผนังภายนอกอาคารทุกทิศ บริเวณความสูงจากพื้นดิน 0-20 เซนติเมตร
ผนังแตกร้าวจนเกิดการผุพังการหลุดร่อน		ผนังภายนอกอาคารทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงเหนือ บริเวณความสูง 10-30 เซนติเมตร
ผนังแตกร้าวและพบการเจริญเติบโตของเชื้อรา		ผนังภายนอกอาคารทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ บริเวณความสูง 10-40 เซนติเมตร
เกิดเป็นฝุ่นผงหลุดร่วงภายในบริเวณริมผนังอาคาร		ริมผนังภายในอาคารรอบอาคาร บริเวณระดับพื้นห้อง

รูปที่ 2.16 ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผนังอาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก
ที่มา: อิทธิศักดิ์ ขวัญบุญจันทร์(2562 : 5)

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมและวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าในส่วนของปัญหาหลักๆ ที่เกิดขึ้นกับบ้านดิน ได้แก่การเสื่อมสภาพของผนังและพื้นของบ้านดิน ผลกระทบหลังจากพักอาศัยในบ้านดิน ผนังบ้านดินมีการทนต่อน้ำกัดเซาะในระดับหนึ่ง เมื่อมีน้ำฝนตกกระทบเข้าที่ผนัง ทำให้เกิดการเป็นรูเล็ก ๆ มีแมลงเจาะผนังบ้านดินมอดขึ้นไปกินและอาศัย พบความชื้นที่ผนังระดับที่เชื่อมต่อกับฐานบ้านมากที่สุด ผนังบ้านดินเกิดเชื้อราเมื่อสร้างบ้านแล้วเสร็จไปสักระยะหนึ่งจะเกิดราจะขึ้นที่ผนัง ทำป้องกันได้คือ ให้ยกพื้นสูงไว้อย่างน้อย 1-2 เมตร จากระดับพื้นดินเดิม เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำท่วมสัมผัสผิวผนังบ้านดิน การฉาบผนังบ้านดิน การยกพื้นฐานรากของบ้านดิน เทพื้นบ้านดินด้วยคอนกรีต การเลือกแหล่งที่ตั้งของบ้านดินเพื่อหลีกเลี่ยงแหล่งความชื้นที่อยู่ในบริเวณที่ตั้ง ซึ่งปัญหาเหล่านี้มีสาเหตุจากหลายประการ อาจเกิดจากสภาพภายในอาคารมีความชื้นสูงและภายนอกอาคาร ส่งผลให้พื้นบ้านและผนังอิฐดินดิบเสื่อมสภาพได้อย่างรวดเร็ว จึงได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปัญหาของบ้านดินต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วัตถุดิบในการสร้างบ้านดิน

ส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำอิฐดินดิบ แบ่งเป็น 3 ส่วน

2.3.1 ดินเหนียว

ดวงนภา ศิลปะสาย (2546 : 16) เป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างบ้านดิน เป็นดินที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้ก่อสร้างบ้านดิน หาได้ทั่วไปในทุกท้องถิ่นที่จะทำการสร้างแล้วยังมีคุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี แต่ดินเหนียวยังมีข้อจำกัดทางธรรมชาติคือ เมื่อโดนน้ำจะอ่อนตัวและเหนียวหนืด แต่เมื่อน้ำจะแห้งจะแข็งมาก ดินเหนียวจึงทำหน้าที่เป็นตัวเคลือบ และยึดอนุภาคของดินทรายและดินตะกอนเข้าไว้ด้วยกัน เมื่อดินเหนียวผสมกับน้ำจะรู้สึกลื่นมือ หากใช้นิ้วบีบแล้วคลายออกจะรู้สึกถึงแรงดึงเบาๆ ดินที่เตรียมไว้สำหรับสร้างบ้านดินเมื่อเปียกน้ำแล้วยังเหนียวติดกัน แสดงว่ามีดินเหนียวในส่วนผสมไม่มากพอ จึงต้องมีการผสมดินเหนียวกับวัสดุอื่น เช่น แกลบ ฟาง หรือวัสดุอื่น ๆ เพื่อช่วยให้เกิดการยึดเกาะและป้องกันการหดตัวของดินเหนียว จากคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมา การทดสอบดินเหนียวที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ก่อสร้างบ้านดินมีดังนี้

1) ปั้นดินเหนียวเป็นเส้นหรือท่อนแล้วจับด้านใดด้านนึงเอาไว้ ปล่อยอีกด้านหนึ่งให้ห้องลงมาตามแนวดิ่ง หากดินไม่ขาดหลุดออกจากกันสามารถนำมาใช้ได้

2) นำดินเหนียวมาปั้นเป็นก้อนแบน ๆ คล้ายคุกกี้แล้วนำไปตากแดด เมื่อแห้งแล้วลองหักดู ถ้าหักง่ายแสดงว่ามีทรายมากเกินไป ไม่ควรนำมาใช้ ถ้าหักยากแสดงว่ามีดินเหนียวในสัดส่วนพอดี นำมาใช้ได้ และถ้าหักยากจะทำให้บ้านแข็งแรงมากขึ้น แต่จะทำยากเพราะดินเหนียวเกินได้ การเติมทรายจะช่วยให้ทำงานง่ายขึ้นและช่วยลดรอยแตกร้าวเมื่อผนังบ้านดินแห้ง

ภาพที่ 2.17 รูปดินเหนียว

ที่มา: https://woraphan5539.wordpress.com/tag/สมบัติและประเภทของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ทราย

เป็นดินที่มีอนุภาคขนาดทรายเป็นองค์ประกอบอยู่มากกว่าอยู่ร้อยละ 85 เนื้อดินมีการเกาะตัวกันหลวมๆ มองเห็นเป็นเม็ดเดี่ยว ๆ ได้ ถ้าสัมผัสดินที่อยู่ในสภาพแห้งจะรู้สึกสากมือ เมื่อลองกำดินที่แห้งไว้ในอุ้งมือแล้วคลายมือออกดิน ก็จะแตกออกจากกันได้ แต่ถ้ากำดินที่อยู่ในสภาพชื้นจะสามารถทำให้เป็นก้อนหลวม ๆ ได้ เมื่อสัมผัสจะแตกออกจากกันทันที การทดสอบเพื่อดูสัดส่วนของทราย ดินตะกอน และดินเหนียว ทำได้ดังนี้ นำดินที่ร่อนแล้วใส่ลงในขวดแก้ว ราว 1 ใน 3 จากนั้นเติมน้ำลงไปจนเกือบเต็ม แล้วเขย่าให้เข้ากัน อาจเติมเกลือลงไปเพื่อเร่งการตกตะกอน ลำดับชั้นของการตกตะกอนมี 3 ชั้น ตามลำดับความหนัก โดยชั้นล่างสุดเป็นทราย ส่วนกลางเป็นดินตะกอน และชั้นบนสุดเป็นดินเหนียว ถ้ามีสัดส่วนของดินเหนียวตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นขึ้นไปควรเพิ่มทราย เพื่อลดการหดตัวของดินเหนียว ทรายสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.3.2.1 ทรายบก เกิดจากหินทรายที่แตกแยกชำรุดออกมา เป็นเม็ดทรายตามสภาพภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม และจะฝังจมอยู่ในพื้นดินเป็นนแห้ง ๆ ทรายชนิดนี้จะมีดิน ซากพืชและซากสัตว์ปะปนอยู่ด้วย ในการใช้งานจึงต้องนำทรายมาล้างแยกดินซากพืชและซากสัตว์ออกให้สะอาด ทรายจากทะเลทรายก็จัดเป็นทรายบกด้วย

2.3.2.2 ทรายแม่น้ำ ทรายชนิดนี้มีอยู่ทั่ว ๆ ไปในที่ราบลุ่มของแม่น้ำ ทรายชนิดนี้เกิดจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ โดยกระแสน้ำได้พัดพาทรายจากที่ต่าง ๆ มาตกตะกอนรวมกันในแหล่งที่ราบลุ่มที่เป็นที่รวมของทราย

ภาพที่ 2.18 ทราย

ที่มา: https://woraphan5539.wordpress.com/tag/สมบัติและประเภทของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ส่วนผสมที่เป็นเส้นใย

ส่วนผสมที่เป็นเส้นใย ที่มีความเหนียว โดยปกติจะใช้แกลบหรือฟางเส้นสั้นๆ (ถ้าเป็นส่วนผสมที่เป็นวัสดุธรรมชาติควรจะมีความสดและเหนียว) ส่วนผสมที่เป็นเส้นใยนี้จะช่วยยึดดินเข้าด้วยกัน ลดการแตกร้าวของอิฐดินดิบ และลดการชะล้างของน้ำฝนด้วย

รูปที่ 2.19 แกลบและฟางข้าว

ที่มา: https://puechkaset.com/แกลบ/แกลบ

https://pixabay.com/en/straw-hay-farm-rural-agriculture-457607

2.3.4 ฐานรากบ้านดิน

สิทธิพงษ์ เพิ่มพิทักษ์ (2555 : 96) ฐานของบ้านดินจะเป็นฐานลักษณะฐานแผ่ เพื่อการกระจายน้ำหนักจากผนังและองค์ประกอบของอาคารลงสู่พื้นดินที่ตั้งอาคารนั้นโดยตรง สำหรับฐานของอาคารนั้นสามารถใช้ดินบดอัดแน่นเป็นฐานหรือใช้พื้นและฐานบ้านเป็นคอนกรีตก็ได้ ดวงนภา ศิลปะสาย(2546) การยกพื้นบ้านด้วยการก่ออิฐให้สูงประมาณ 15-20 เซนติเมตรจากระดับดินเดิม จะช่วยป้องกันน้ำบริเวณฐานของผนังดินไม่ให้พังลงมา เนื่องจากน้ำกัด ป้องกันปลวก ป้องกันความชื้นที่จะขึ้นมาหาอิฐดินหรือน้ำท่วม ยกเว้นที่ถมใหม่ที่ยังไม่ผ่านฝนเลยหรือพื้นที่ที่เป็นดินเหนียวมาก ๆ เช่น บริเวณลุ่มน้ำต่าง ๆ จำเป็นต้องมีฐานใหญ่และลึกลงไปในดินด้วย เพราะที่ถมใหม่ดินจะยังไม่แน่นโอกาสทรุดจะมีมากและพื้นดินเหนียวดินจะขยายตัวและอ่อนนิ่มมากเมื่อเปียกน้ำและจะหดตัวอย่างมากเมื่อแห้ง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีฐานเหมือนบ้านทั่ว ๆ ไปการทำฐานบนพื้นที่ที่มีหินหรือทรายปนมาก ๆ ควรทำฐานเหนือดินโดยใช้ก้อนอิฐดินที่แห้งแล้วตั้งด้านข้างเรียงกันเป็นแบบ พิมพ์ แทนไม้แบบโดยให้ฐานกว้างอย่างน้อยเท่ากับความกว้างของอิฐที่จะก่อแล้วเทคอนกรีตเสริมเหล็กหรือเสริมไม้ไผ่ก็ได้ หรือจะใช้เศษคอนกรีตหรือก้อนหินมาก่อ ด้วยปูนทำเป็นฐานก็ได้ การก่อสร้างควรทำฐานให้เรียบร้อยก่อนเริ่มดำเนินการก่อผนังอาคารการก่อผนังอาคารเริ่มจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน การติดตั้งวงกบประตูหน้าต่างอาจจะทำในช่วงนี้เหรือเว้นช่องไว้ติดตั้งภายหลังก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.20 ฐานรากบ้านดินที่สร้างจากดินดิบ

ที่มา : http://oknation.nationtv.tv/blog/nuphong26/2009/09/01/entry-1

รูปที่ 2.21 ฐานรากบ้านดินที่สร้างจากคอนกรีต

http://malival.blogspot.com/2010/02/blog-post_9348.html

รูปที่ 2.22 ฐานรากคอนกรีตของบ้านดิน

ที่มา : https://www.wazzadu.com/article/1004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 หลังคาบ้านดิน

การทำหลังคา เมื่อทำผนังได้สูงตามต้องการแล้วให้ทำโครงหลังคาทับบนหลังของผนังบ้านได้เลย เมื่อก่อผนังอิฐดินดิบเสร็จใช้ไม้วางรอบผนังแล้วตีไม้ให้ติดกันทั้งหมดจากนั้นตีดั้งต่อขึ้น จากไม้ที่วางรอบผนัง เอาเส ขื่อและอกไก่ตีติดกับดั้งจากนั้นใส่จันทันทุกอย่างก็จะทำเหมือนบ้านปกติ เพียงแต่ก่อนที่จะมุงหลังคาให้เอาดินพอกไม้โครงหลังคาส่วนที่ติดกับกำแพง เป็นการยึดโครงหลังคาติดกับตัวบ้านโดยไม่ต้องตอกตะปู จากนั้นมุงหลังคาให้เสร็จเพื่อเพิ่มความแข็งแรงมากขึ้นใช้ลวดสอดมัดโครงหลังคาติดกับกำแพง จากนั้นใช้ดินฉาบฉาบทับเส้นลวด บ้านดินรับน้ำหนักได้มากกว่าบ้านธรรมดาหลายเท่าวัสดุที่ใช้ในการมุงหลังคาบ้านดิน จะใช้หญ้า สังกะสี กระเบื้อง หรือหลังคาดินก็ได้ แต่ต้องฉาบทับด้วยวัสดุที่กันน้ำได้ ในปัจจุบันนิยมก่อสร้างหลังคาโดยใช้โครงไม้จริง วัสดุมุงหลังคาหาได้ทั่วไปคือหลังคา กระเบื้องลอนคู่ เนื่องจากคงทนถาวรและไม่ต้องดูรักษามาก ราคาไม่แพงเกินไป (นิรนาม)

รูปที่ 2.23 หลังคาบ้านดินที่มุงด้วยหญ้า

ที่มา : http://www.naibann.com/build-a-home-soil-yourself-house/

รูปที่ 2.24 หลังคาบ้านดินที่มุงกระเบื้องลอนคู่

ที่มา : https://meesara.club/6042/54/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เทคนิควิธีการสร้างบ้านดิน

สิทธิพงษ์ เพิ่มพิทักษ์ (2555 : 95) บ้านดินจะมีลักษณะที่แตกต่างจากบ้านโดยทั่วไปกล่าวคือ วัสดุที่นำมาใช้จะใช้วัสดุที่มาจากธรรมชาติ คือ ดินเหนียว ทรายและวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ในการใช้ดินมาก่อสร้างบ้านดินนั้นสามารถกระทำได้หลายลักษณะทั้งการใช้ดินและวัสดุผสมเพียงอย่างเดียว การใช้ดินประกอบกับโครงสร้างอื่น การใช้ดินหมาด และการใช้ดินเป็นวัสดุฉาบบนวัสดุอื่น ซึ่งสามารถจำแนกวิธีการสร้างบ้านดินได้ 7 วิธีคือ

2.4.1 การสร้างด้วยอิฐดินดิบ (Adobe)

อิฐดินดิบ (Adobe) เป็นระบบที่ได้รับความนิยมเป็นมากที่สุดในประเทศไทยโดยใช้ผนังอิฐดินดิบเป็นกำแพงรับน้ำหนักของโครงสร้างอาคารข้อดีของระบบนี้คือ สามารถทยอยทำอิฐดินดิบเก็บไว้จนได้ปริมาณที่เพียงพอสำหรับการก่อสร้างได้ตั้งแต่ก่อนเริ่มทำการก่อสร้าง แต่ในการทำอิฐดินดิบนั้นจำเป็นต้องใช้พื้นที่และเวลาสำหรับการตากก้อนอิฐนอกจากนั้น ยังต้องมีการเตรียมพื้นที่สำหรับการเก็บรักษาก้อนอิฐอีกด้วย ในการทำอิฐดินดิบนั้นจะใช้ส่วนผสม 3 ส่วน คือ ดินเหนียว ทราย และวัสดุเส้นใยธรรมชาติโดยผสมส่วนผสมทั้งหมดในอัตราส่วน ดินเหนียว 1 ส่วน ทราย 1 ส่วน และแกลบหรือฟางเส้นสั้น (วัสดุเส้นใยธรรมชาติ) 1.5 ส่วน(ผู้ดูแลระบบ) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของดินที่นำมาใช้ผสมให้เข้ากันจากนั้นจึงนำมาขึ้นรูปเป็นก้อนอิฐดิน โดยทรายทำหน้าที่ในการป้องกันการหดตัวของวัสดุขณะที่วัสดุเส้นใยช่วยในการเสริมความแข็งแรงในการยึดเกาะในเนื้อวัสดุซึ่งเมื่อนำมารวมกันและตากให้แห้งแล้วสามารถทดสอบความเหมาะสมของส่วนผสมโดยการสังเกตจากการหดตัวของอิฐ หากอิฐมีการหดตัว หรือแตกร้าวมากให้เพิ่มทราย นอกจากนั้นยังสามารถทดสอบความแข็งแรงได้โดยการทิ้งอิฐให้ตกลงสู่พื้นดินแล้วสังเกตความเสียหายที่เกิดขึ้นกับก้อนอิฐถ้าไม่เสียหายมากนักถือว่าใช้ได้

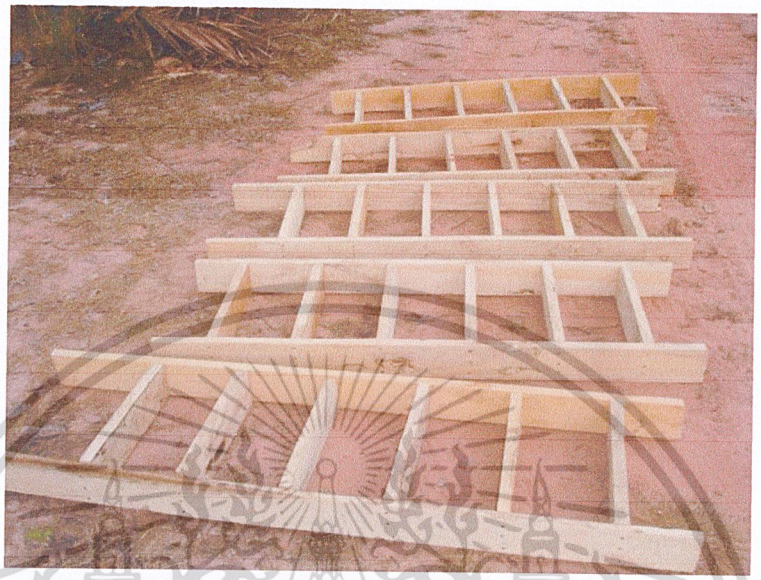
รูปที่ 2.25 การตากก้อนอิฐดินดิบ

ที่มา: https://tonsuk.wordpress.com/landscape-design/บ้านดินearthen-house

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนในการทำก้อนอิฐดินดิบ ณภัทร ศรีวัฒนประยูร และคณะ (2555)

1) เริ่มแรกสร้างแม่พิมพ์จากไม้เพื่อทำแม่พิมพ์ดิน ใช้ไม้แผ่นกระดานมาประกอบกันเป็นแม่พิมพ์เหมือนขั้นบันได ขนาดกว้างxยาวxสูง 20 x 30 x 10 เซนติเมตร



ภาพที่ 2.26 แม่พิมพ์ไม้เพื่อทำเป็นแม่พิมพ์ดิน
ที่มา: http://esan.life/?p=1850

2) เตรียมบ่อสำหรับย่ำดินโดยขุดหลุมลึกประมาณ 30 เซนติเมตร หรืออาจจะใช้กระสอบที่ใส่ทราย มากั้นเป็นขอบสูงขึ้นมาจากพื้น แล้วใช้ผ้าพลาสติกหนาหรือผ้ายางมาปูรองในบ่อย่ำ การใช้ผ้าใบจะช่วยให้ย่ำง่าย เพราะสามารถดึงผ้าใบในดินที่ใช้ให้ดินที่กองอยู่ขอบบ่อผสมกันได้ดีขึ้น ขนาดความกว้างของหลุมขึ้นอยู่กับจำนวนคนที่การทำบ่อให้กว้างแต่ตื้นจะช่วยทำให้เหนื่อยน้อยกว่าการทำบ่อที่ลึกแต่แคบ

รูปที่ 2.27 บ่อสำหรับย่ำผสมดิน
ที่มา: https://tonsuk.wordpress.com/landscape-design/บ้านดินearthen-house

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เติมน้ำในบ่อก่อนแล้วจึงใส่ดินเหนียว เพราะโดยปกติแล้วดินเหนียวมีความหนาแน่นมาก ถ้าใส่ดินเหนียวก่อนน้ำจะซึมลงไปด้านล่างได้ยาก ถ้าดินที่ใช้มีความแข็งหรือส่วนผสมของดินเหนียวมากต้องแช่ดินทิ้งไว้ทั้งคืน เพื่อให้น้ำซึมเข้าไปเต็มที่ จะทำให้ย่ำดินง่ายขึ้น

4) ย่ำให้ดินที่เป็นก้อนแตกออก พยายามให้ดินที่ติดอยู่กับพื้นขึ้นมาโดยใช้เท้าแซะดิน หรือใช้การดึงผ้าใบให้ดินที่ติดอยู่ด้านล่างพลิกขึ้นมา

รูปที่ 2.28 ย่ำดินเพื่อผสมส่วนผสมทำอิฐดินดิบ
ที่มา: http://baandinchiangmai.blogspot.com/2010

5) ทยอยใส่ทราย (ถ้าจำเป็นต้องใส่เพิ่ม) โดยโปรยให้ทั่วสลับกับการย่ำให้ดินเหนียวกับทรายผสมดี เมื่อใส่ทรายในอัตราที่เหมาะสมแล้วค่อยใส่วัสดุเส้นใยธรรมชาติ โดยใช้วิธีการเดียวกัน การใส่น้ำในขั้นตอนแรกควรใส่เผื่อไว้จำนวนหนึ่ง เพราะทรายและเส้นใยธรรมชาติที่ใส่จะดูดน้ำไว้ทำให้ดินแห้งลง ย่ำจนเมื่อยกเท้าขึ้นมาแล้วดินไม่ยุบลงมาลบรอยเท้านั้นถือว่าใช้ได้ ถ้าดินยังเหลวให้ใส่ทรายหรือเส้นใยธรรมชาติเพิ่ม ถ้ายังใส่ทรายหรือเส้นใยธรรมชาติไม่ครบตามปริมาณ แต่ถ้าดินเริ่มแห้งเกินไปให้ใส่น้ำเพิ่ม

6) นำไม้แบบที่แช่น้ำทิ้งไว้มาวางตรงพื้นที่ตากอิฐที่โรยแกลบไว้ การโรยแกลบบางๆไว้ที่พื้นจะช่วยป้องกันไม่ให้ก้อนอิฐดินดิบติดกับพื้นซึ่งจะทำให้กลับก้อนอิฐได้ยาก นำดินเทใส่แบบแล้วใช้มือกดดินบริเวณตามมุมและขอบลงให้แน่น ปาดหน้าให้เรียบร้อยพอประมาณ แล้วยกพิมพ์ออกทันทีโดยไม่ต้องรอให้ดินแห้ง ถ้าดินไม่คงรูปแสดงว่าดินเหลวเกินไปต้องใส่ทรายเพิ่ม หรือเส้นใยธรรมชาติเพิ่ม หรือทิ้งไว้ให้น้ำระเหยออก

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

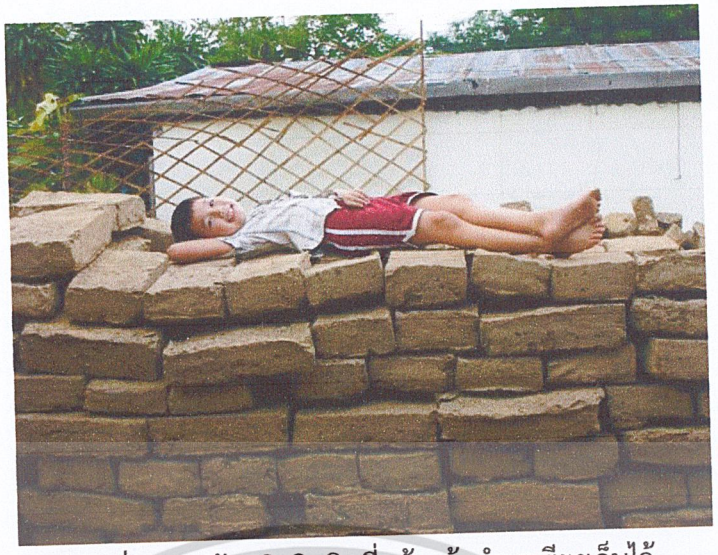
รูปที่ 2.29 การนำดินที่ผสมแล้วอัดเข้าแม่พิมพ์ไม้
ที่มา: https://www.baannoi.com/images/5513.jpg

7) ใช้ผ้าชุบน้ำมาเช็ดไม้แบบก่อนทำก้อนอิฐดินดิบชุดต่อไปทุกครั้ง จะช่วยให้ดินไม่ติดกับไม้แบบ

8) ตากแดดทิ้งไว้จนก้อนอิฐดินแข็งพอที่จะสามารถพลิกได้ (ประมาณ 2-3 วัน) พลิกก้อนอิฐให้ตั้งขึ้นเพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านได้ เมื่ออิฐดินแข็งจึงนำมาตั้ง รวมกันในร่ม วางอิฐตั้งสลับกับขึ้นไปจะช่วยให้ลมสามารถพัดผ่านได้ดี สามรถลดความชื้นที่เกิดขึ้น

รูปที่ 2.30 การตากก้อนอิฐดินดิบ
ที่มา: https://meesara.club/6042/54/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 ก้อนอิฐดินดิบที่แห้งแล้วนำมาเรียงเก็บไว้

ที่มา: http://baandinchiangmai.blogspot.com/2010

2.4.2 การปั้นด้วยดินเหนียว (Cob)

การก่อสร้างด้วยระบบกำแพงรับน้ำหนัก ส่วนประกอบด้วยดินเหนียว ทรายและวัสดุเส้นใยเช่นเดียวกับการสร้างอิฐดินดิบ การสร้างโดยวิธีนี้ได้รับการยอมรับว่าสามารถรองรับแรงสั่นสะเทือนแผ่นดินไหวได้ เนื่องจากในการก่อสร้างจะใช้ฟางเส้นยาวผสมกับดินเหนียวและทราย ทำการปั้นเป็นแผ่นแบนๆ วางซ้อนกันเป็นชั้น ๆ โดยระหว่างชั้นจะมีการฝังฟางจากชั้นใหม่ลงบนชั้นเดิมเกิดการสานกันของเส้นฟางระหว่างชั้นดิน ทำให้ผนังที่ก่อสร้างมีการยึดเกาะผสานกันในเนื้อวัสดุ จึงทำให้แข็งแรงกว่าการก่อสร้างด้วยอิฐดินดิบ การก่อสร้างเทคนิคนี้มีข้อดีในเรื่องการสร้างสรรค์รูปแบบอาคารได้ไม่จำกัด แต่การก่อสร้างเทคนิคนี้จะใช้เวลาและแรงงานในการก่อสร้างค่อนข้างนานมาก เนื่องจากแห้งช้าและหากส่วนผสมของวัสดุที่นำมาใช้ไม่ดี อาจจะทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการหดตัวของผนังสามารถก่อให้เกิดปัญหาได้ในอนาคต

รูปที่ 2.32 การปั้นผนังบ้านดิน

ที่มา: https://www.bansuanporpeang.com/node/29173

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การปั้นดินกับโครงไม้ (Wattle and daub)

การปั้นดินกับโครงไม้นี้จะทำโดยการสร้างโครงผนังด้วยไม้ก่อน จากนั้นนำไม้ไผ่สานมาติดตั้งในช่องว่างก่อนนำดินเหนียวผสมฟางเส้นยาวมาฉาบทับหุ้มๆไว้ ซึ่งการกระทำให้ลักษณะดังกล่าวเป็นการป้องกันไม้ไผ่สานซึ่งอยู่ด้านในจากสภาพแวดล้อมเป็นการช่วยให้ไผ่มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน วิธีการนี้อาคารจะต้องมีโครงสร้างหลักเพื่อรองรับน้ำหนักส่วนต่าง ๆ ไว้เช่นเดียวกับการก่อสร้างเสา คาน ในปัจจุบัน เนื่องจากมใช่ระบบกำแพงรับน้ำหนัก วิธีการก่อสร้างนี้ผนังจะมีน้ำหนักเบากว่าและสามารถกำหนดความหนาของผนังได้ตามต้องการ สามารถสร้างได้แม้อยู่ในช่วงฤดูฝน ซึ่งการก่อสร้างจะทำส่วนหลังคาก่อน แล้วจึงทำการฉาบผนังภายหลังเพื่อให้หลังคาของอาคารปกป้องผนังจากสภาพแวดล้อม การก่อสร้างในระบบนี้สามารถพบเห็นได้ในงานสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นของไทยบางลักษณะ เช่น ยุ้งข้าว พบว่ามีการฉาบทับโครงไม้ด้วยมูลวัว เป็นต้น

รูปที่ 2.33 การปั้นดินกับโครงไม้ของบ้านดิน
ที่มา: https://www.bansuanporpeang.com/node/29173

2.4.4 การใช้เศษไม้หรือหิน (Cordwood or stone)

เป็นวิธีการใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นหรือวัสดุเหลือใช้มาทำการก่อรวมกับดิน เช่น ไม้หรือหิน เป็นต้น โดยกำแพงนี้สามารถใช้เป็นผนังรับน้ำหนักได้เช่นเดียวกับระบบอิฐดินดิบและระบบปั้นด้วยดินเหนียว ดินที่นำมาใช้ในการก่อนั้นจะเป็นดินเหนียวผสมกับทรายและวัสดุเส้นใยเช่นเดียวกับที่ใช้สำหรับการ ก่อสร้างบ้านดินแบบอื่น ๆ หากใช้วัสดุท้องถิ่น เช่น ไม้หรือวัสดุอื่นซึ่งอาจไม่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมมากนักในการก่อสร้างควรมีการฉาบทับวัสดุดังกล่าวด้วยดินเพื่อป้องกันการถูกทำลายจากสภาพแวดล้อม การก่อสร้างด้วยวิธีการดังกล่าวนี้มีข้อดีในเรื่อง ระยะเวลาในการก่อสร้างเนื่องจากใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นหรือเศษวัสดุมาเป็นวัสดุก่อซึ่งจะมีส่วนช่วยให้การทำงานรวดเร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.34 การใช้เศษไม้หรือหินในการสร้างบ้านดิน

ที่มา: https://www.bansuanporpeang.com/node/29173

2.4.5 การก่อสร้างด้วยเทคนิคดินอัด (Rammed earth)

เป็นวิธีการก่อสร้างบ้านดินอีกลักษณะหนึ่งที่มีความเป็นมายาวนาน พอ ๆ กับการก่อสร้างบ้านดินแบบอิฐดินดิบและการปั้นด้วยดินเหนียว วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ได้บการฟื้นฟูขึ้นมาเนื่องจากความต้องการวิธีการก่อสร้างที่เป็นมิตรกับสภาพแวดล้อม เทคนิคดินอัดเป็นวิธีการก่อสร้างที่ง่าย มีความแข็งแรงและทนทานต่อสภาพแวดล้อม เป็นเทคนิคการก่อสร้างที่พบได้ในแทบทุกทวีป วิธีการก่อสร้างด้วยเทคนิคดินอัดสามารถทำได้โดยการใช้ไม้แบบขึ้นรูปตามต้องการจะสร้างผนัง จากนั้นจึงใช้ดินอัดลงไปให้แน่นรอจนดินแห้งจึงทำการถอดแบบทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้ความสูงที่ต้องการ การก่อสร้างด้วยวิธีการดังกล่าวแต่ละชั้นของผนังที่ทำการก่อสร้างควรจะมีความหนาไม่เกินกว่า 0.20 เมตร เพื่อให้เนื้อดินในผนังได้รับการอัดจนแน่นมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักได้วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ค่อนข้างใช้เวลาในการ ก่อสร้างมากและมีต้นทุนค่าก่อสร้างสูงกว่า เนื่องจากเป็นนวิธีการที่ต้องใช้แรงงานในการก่อสร้างมาก ในบางพื้นที่มีการผสมซีเมนต์ เข้าไปในดินเพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรง

รูปที่ 2.35 การก่อสร้างด้วยเทคนิคดินอัด

ที่มา: https://www.bansuanporpeang.com/node/29173

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6 การใช้กระสอบ (Earthen bag)

วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ได้รับการพัฒนามาจากการทำบังเกอร์ของทหารและการใช้กระสอบทรายเพื่อป้องกันน้ำท่วมเป็นการก่อสร้างที่มีราคาถูกและสามารถก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว ในการก่อสร้างจะใช้ดินเปียก บรรจุลงในกระสอบจากนั้นจึงนำมาวางเรียงตามแนวที่ต้องการโดยสามารถวางเป็นแนวโค้งหรือตรงก็ได้สำหรับหลังคาสามารถ เรียงกระสอบให้เป็นโดมได้หรือจะใช้หลังคาแบบทั่วไปก็ได้โดยการเรียงกระสอบให้เป็นผนังอาคารจะวางเรียงซ้อนกันเป็นชั้นโดยระหว่างชั้นจะใช้ลวดหนามในการประสาน การก่อสร้างด้วยวิธีนี้มีข้อดีคือสามารถทำได้กับพื้นที่หลายลักษณะเช่นบริเวณน้ำท่วมก็สามารถสร้างได้ ซึ่งสอดคล้องกับสภาพพื้นที่ในหลายๆแห่งของประเทศไทยที่ต้องเผชิญกับอุทกภัย นอกจากนั้นการสร้างบ้านดิน ในลักษณะนี้สามารถทำได้แม้ขณะฝนตก แต่มีข้อเสียคือการฉาบผนังให้เรียบสามารถทำได้ยากและสิ้นเปลืองดินฉาบมากกว่าการ ฉาบบ้านดินที่ก่อสร้างโดยเทคนิคอื่นเนื่องจากรองบริเวณรอยต่อของกระสอบทรายจะมีความลึกมากกว่ารอยต่อของวัสดุอื่น เช่น อิฐดินดิบ เป็นต้น

รูปที่ 2.36 การก่อสร้างด้วยการใช้กระสอบ
ที่มา: https://www.bansuanporpeang.com/node/29188

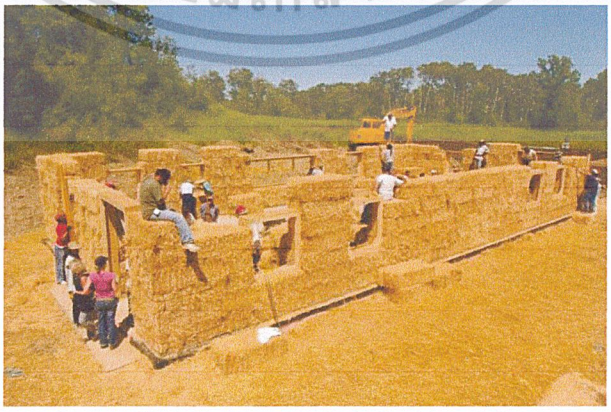
รูปที่ 2.37 การก่อสร้างด้วยการใช้กระสอบ
ที่มา: https://www.bansuanporpeang.com/node/29188

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.7 การใช้ฟางก่อฉาบด้วยดิน (Straw bale)

เป็นการก่อสร้างโดยการใช้ก่อนฟางอัดนำมาวางเรียงกัน ลักษณะเดียวกับการก่ออิฐ โดยผนังฟางอัดนี้สามารถใช้เป็นผนังรับน้ำหนักได้หรือจะใช้รวมกับโครงสร้างอื่นก็ได้เช่นกัน ลักษณะโครงสร้างดังกล่าวถูกนำมาใช้สำหรับการก่อสร้างที่อยู่อาศัยในแถบที่ราบแอฟริกันมาตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ ด้วยคุณสมบัติของฟางที่มีค่าความเป็นฉนวนสูงจึงมีส่วนช่วยในการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้เป็นอย่างดี ในการทำบ้านฟางอัดนี้ควรให้ความระมัดระวังในเรื่องความชื้นเนื่องจากความชื้นและแมลงต่าง ๆ ซึ่งอาจก่อความเสียหาย ให้กับอาคารได้นอกจากนั้นผนังฟางอัดยังต้องการพื้นที่สำหรับโครงสร้างผนังมากกว่าการก่อสร้างผนังแบบอื่น ๆ การก่อสร้างโดยการใช้ฟางนั้นควรมีการแยกส่วนของโครงสร้างซึ่งเป็นฟางให้ห่างจากความชื้นด้วยการยกส่วนของฐานผนังให้สูงจากพื้นดินและเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความชื้น นอกจากนั้นยังสามารถใช้ไม้ไผ่หรือตะแกรงลวดสำหรับการเชื่อมยึดผนังฟางเข้าด้วยกัน การฉาบผนังสามารถใช้ดินผสมทรายและวัสดุเส้นใยมาฉาบทับได้เช่นเดียวกับบ้านดินโดยทั่วไป หรืออาจฉาบทับด้วยปูนซีเมนต์หรือปูนขาว

รูปที่ 2.38 การใช้ฟางก่อฉาบด้วยดิน
ที่มา: https://www.bansuanporpeang.com/node/29173



รูปที่ 2.39 การใช้ฟางก่อฉาบด้วยดิน
ที่มา: http://www.liekr.com/post03246911016762

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ทฤษฎีความชื้นที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาปัญญาของบ้านดินซึ่งสาเหตุที่พบว่าส่วนใหญ่เกิดจากความชื้นจึงเป็นที่มาของการศึกษาทฤษฎีความชื้นที่เกี่ยวข้องในการวิจัย

2.5.1 ความชื้น (Humidity)

ความชื้น (Humidity) หมายถึง โดยธรรมชาติทั่วไปแล้วอากาศจะมีไอน้ำผสมอยู่ ปริมาณไอน้ำที่ผสมอยู่ในอากาศนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขต่าง ๆ ดังนั้นในกระบวนการต่าง ๆ เช่น การผสมอากาศ การอบแห้ง จึงจำเป็นต้องพิจารณาปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศนี้ด้วย อากาศที่มีไอน้ำผสมรวมอยู่นี้ เรียกว่า “อากาศชื้น (Moist air or Humid air)” เนื่องจากปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ดังนั้นอากาศชื้นจึงสามารถแยกออกเป็นอากาศที่ไม่มีไอน้ำปนอยู่หรือเรียกว่า “อากาศแห้ง (dry air)”กับไอน้ำโดย

อากาศชื้น (Moist air) = อากาศแห้ง (dry air)+ ไอน้ำ (vapor)

จำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ความชื้นของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความดันและอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) หมายถึง“อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศต่อปริมาณไอน้ำที่จะทำให้อากาศอิ่มตัว ณ อุณหภูมิเดียวกัน” หรือ “อัตราส่วนของความดันไอน้ำที่มีอยู่จริงต่อความดันไอน้ำอิ่มตัว” ค่าความชื้นสัมพัทธ์แสดงในรูปของร้อยละ (%) เขียนเป็นสูตรได้ว่า

ความชื้นสัมพัทธ์ = (ปริมาณไอน้ำที่อยู่ในอากาศ / ปริมาณไอน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัว) x 100%

= (ความดันไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ / ความดันไอน้ำของอากาศอิ่มตัว) x 100%

ปริมาณของไอน้ำในอากาศขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศ อากาศร้อนสามารถเก็บไอน้ำได้มากกว่าอากาศเย็น ดังนั้นหากอุณหภูมิของอากาศลดลงจนถึงจุด ๆ หนึ่งที่ทำให้เกิด "อากาศอิ่มตัว” (Saturated air) อากาศจะไม่สามารถเก็บกักไอน้ำไว้ได้มากกว่านี้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 100% และหากอุณหภูมิยังคงลดต่ำลงอีก ไอน้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว อุณหภูมิที่ทำให้เกิดการควบแน่นนี้เรียกว่า “จุดน้ำค้าง” (Dew point) จุดน้ำค้างของอากาศชื้นย่อมมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดน้ำค้างของอากาศแห้ง

ความดันไอ (Vapor pressure) ความดันไอคือความดันของไอน้ำในอากาศที่เกิดจากการระเหยของน้ำแปรผันตรงกับอุณหภูมิอากาศ ความดันไอในอากาศมีผลต่อทิศทางกันแพร่ของความชื้นในผนังโดยความชื้นจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความดันไอสูงไปสู่บริเวณที่มีความดันไอต่ำกว่า

ปริมาณไอน้ำ (Moisture content) ปริมาณไอน้ำคืออัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นหรือน้ำหนักของไอน้ำต่อน้ำหนักอากาศแห้งหรืออาจสามารถเรียกได้อีกอย่างว่าอัตราส่วนความชื้น (Humidity ratio) มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อกิโลกรัมหรือกรัมต่อกิโลกรัม (Heinz R. Trechsel, 2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ปัจจัยในการพิจารณาความชื้นในบรรยากาศ

2.5.2.1 ความชื้นสมบูรณ์ (Absolute Humidity)

ความชื้นสมบูรณ์หรือความชื้นแท้ คือ ปริมาณความชื้นหรือจำนวนน้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศในขณะหนึ่ง คิดเป็นกรัมต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร หรือเป็นเกรนต่อ 1 ลูกบาศก์ฟุต ความชื้นสมบูรณ์เป็นปัจจัยแรกที่นำมาพิจารณาลักษณะของลมฟ้าอากาศ ตั้งแต่บริเวณเขตศูนย์สูตรจนถึงเขตขั้วโลก เพราะความชื้นสมบูรณ์มีส่วนสำคัญต่อภาวะของอากาศที่จะทำให้เกิดฝนตกได้ โดยปกติอากาศหนาวจะมีโอกาสที่มีฝนตกได้น้อย แต่ในอากาศร้อนชื้นมักจะมีโอกาสที่ฝนตกได้มาก

2.5.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

ความชื้นสัมพัทธ์เป็นอัตราส่วนของความชื้นที่มีอยู่ในอากาศขณะนั้นกับปริมาณความชื้นอย่างมากที่สุดที่อากาศจะรับเอาไว้ได้ ณ อุณหภูมิเดียวกัน หรืออาจกล่าวได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์คือ อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของไอน้ำในอากาศเทียบกับน้ำหนักไอน้ำที่ควรจะมีได้เต็มที่ในขณะนั้นที่ปริมาตรที่เท่ากัน ในอุณหภูมิเดียวกันความชื้นสัมพัทธ์โดยทั่วไปจะกำหนดค่าเป็นอัตราส่วนร้อยละ ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะมีค่าสูงที่สุดในช่วงเช้ามืด ก่อนดวงอาทิตย์จะเริ่มขึ้นซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิมีค่าต่ำในบางครั้งขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงสุดนั้นอากาศอาจถึงจุดอิ่มตัว และทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหมอกขึ้น เมื่ออุณหภูมิของอากาศสูงขึ้นในตอนสาย ความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าลดต่ำลง แล้วหมอกก็สลายตัวไป ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในเวลาและสถานที่ต่าง ๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์ของลมฟ้าอากาศอยู่มากการเกิดภาวะ การกลั่นตัวของไอน้ำในรูปของเมฆหมอกหรือน้ำค้างในบริเวณต่าง ๆ จะเป็นไปได้เร็วหรือช้าย่อมขึ้นอยู่กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในขณะนั้น

2.5.2.3 ความชื้นจำเพาะ (Specific Humidity)

ความชื้นจำเพาะคืออัตราส่วนของน้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศขณะนั้นเทียบกับน้ำหนักของอากาศชื้น 1 หน่วยน้ำหนัก ซึ่งใช้เป็นกรัมของไอน้ำต่อ 1 กิโลกรัมของอากาศชื้น น้ำหนักของอากาศชื้นเท่ากับน้ำหนักของอากาศแห้งบวกน้ำหนักของไอน้ำที่ปนอยู่ในอากาศ การวัดค่าและการเปลี่ยนแปลงปริมาณไอน้ำในอากาศ คือ ถ้าไอน้ำมีมากขึ้น ค่าของความชื้นจำเพาะก็มีมากขึ้น ถ้าไอน้ำในอากาศมีน้อยลงค่าความชื้นจำเพาะก็จะมีน้อยลงด้วย

2.5.2.4 ความชื้นในวัสดุ (Moisture Ratio In Material) ค่าที่บ่งชี้ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุเมื่อเทียบกับมวลของวัสดุชื้นหรือแห้งตามมาตรฐาน

2.5.2.5 ความชื้นสมดุล (Equilibrium moisture content)

ปริมาณความชื้นของวัสดุที่อยู่ในสภาวะสมดุลกับสิ่งแวดล้อมภายนอกวัสดุจะไม่มีการดูดและคายความชื้นจากอากาศรอบ ๆ จึงมีค่าความชื้นคงที่ ความชื้นจะไม่ลดลงอีก ภาวะสมดุลจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวัตถุ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ถ้าต้องการให้ความชื้นลดลงจากนี้ต้องเปลี่ยนสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ หรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของวัตถุโดยการหาความชื้นสมดุลสามารถหาได้โดยการทดลอง โดยการปล่อยให้วัสดุอยู่ในบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สมดุล (Equilibrium relative humidity) (HMSO,1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 แหล่งที่มาของความชื้น (Moisture Sources)

ความชื้นเข้ามาในอาคารทั้งในรูปแบบที่เป็นน้ำหรือไอน้ำ ซึ่งสามารถสร้างปัญหาไม่ว่าจะเป็นรูปแบบไหน จำเป็นต้องมีการจักการที่ดีเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่จะเกิดขึ้นตามมา แหล่งที่มาของความชื้นมีรูปแบบดังนี้

2.5.3.1 แหล่งของเหลว – น้ำ (Liquid-Water Sources) น้ำในสภาพที่เป็นของเหลวจะทำลายวัสดุและโครงสร้างของอาคาร ช่วยในการเจริญเติบโตของจุลชีพ และทำให้ผิวของวัสดุเปียกชื้นพร้อมที่จะระเหยกลายเป็นไอ และเพิ่มภาระความชื้นภายในห้องรวมถึงน้ำในสภาพของเหลวที่เกิดจากบรรยากาศ เช่น ฝนตก หมอก หิมะ น้ำจากดิน ท่อรั่ว การรั่วของอุปกรณ์ และการทำความสะอาด

1) สภาพอากาศ (Weather) ในระหว่างการก่อสร้างอาคาร ก่อนที่จะทำหลังคาและผนังเสร็จ วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารและโครงสร้างอาคารในส่วนที่ใกล้จะเสร็จ จะต้องป้องกันหลีกเลี่ยงจากฝน หิมะและการกลั่นตัวของน้ำ ซึ่งจะเกิดขึ้นในวัสดุ ควรห่อหุ้มด้วยวัสดุป้องกันความชื้น เช่น พลาสติก ในระหว่างก่อสร้างเพื่อเป็นการลดการเปียกชื้น ควรเก็บวัสดุให้มิดชิด ถ้าวัสดุเปียกชื้นต้องทำให้แห้งอย่างรวดเร็วหรือรีบเปลี่ยนใหม่ เนื่องจากเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ภายใน 24 ชั่วโมง ในวัสดุที่เปียกชื้นในระหว่างการใช้งานปกติ ฝนอาจจะเข้ามาในโครงสร้างอาคาร โดนผ่านทางหลังคาและผนังที่รั่วหรือช่องเปิดต่าง ๆ ตามระบบท่อน้ำ ท่อระบายน้ำภายใน การออกแบบหลังคาและการก่อสร้างที่ดีและระบบน้ำที่เหมาะสม เป็นการป้องกันน้ำและการลดภาระความชื้นที่จะเข้ามาในอาคาร และการนำอากาศภายนอกเข้ามาภายในอาคารอาจนำละอองฝน ไอหมอกเข้ามาในระบบได้

2) น้ำใต้ดิน (Ground Water) น้ำใต้ดินอาจจะซึมเข้าสู่อาคารโดยการผ่านรอยแตกเล็ก ๆ ในส่วนชั้นใต้ดินของอาคาร ผนังและพื้นของอาคาร

3) การรั่วภายใน (Interior Leaks) การรั่วภายในระบบปรับอากาศ วาล์ว และท่อสามารถทำให้เกิดพื้นเป็นที่เป็นบริเวณกว้าง น้ำภายในผนังและพื้นที่ซ่อนเร้นได้

4) การทำความสะอาด (Cleaning) การทำความสะอาด เช่น ส่วนพื้น พรม มีผลทำให้เกิดพื้นที่เปียกชื้น มีความชื้นเกิดขึ้นที่พื้นผิวที่ทำความสะอาด

2.5.3.2 แหล่งไอน้ำ (Water-Vapor Sources) ระดับไอน้ำภายในห้องที่สูง จะทำให้จุดน้ำค้างภายในห้องและความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นมาด้วย และจะเป็นภาระให้กับระบบการระบายอากาศ เมื่อจุดน้ำค้างสูงขึ้นจะเพิ่มการกลั่นตัวของหยดน้ำในส่วนที่ไม่ได้คำนึงถึง ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูง มีผลทำให้ผู้อาศัยไม่สบายตัว เพิ่มฝุ่นผง และเร่งการเจริญเติบโตของจุลชีพ แหล่งไอน้ำโดยทั่วไปจะรวมถึงความดันไอน้ำที่แผ่จากภายนอก การระเหยจากคนพื้นผิวที่เปียก และกระบวนการต่าง ๆ

1) การแผ่กระจายของความดันไอน้ำ (Vapor-Pressure Diffusion) ไอน้ำจะเคลื่อนออกจากวัตถุในทิศทางที่เป็นสัดส่วนกับความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างด้านตรงข้ามของวัตถุและความต้านทานของวัตถุที่มีผลการไหลของไอน้ำ ภาระความชื้น (Moisture Load) จะเพิ่มขึ้นในอาคารจากภายนอกโดยการแผ่กระจายของความดันไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) คน (People) ผู้คนที่อาศัยอยู่ในอาคารผลิตไอน้ำในอัตราที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ทำโดยผ่านการหายใจหรือในรูปแบบของเหงื่อจะระบายออกมาจากร่างกาย

3) การระเหยเป็นไอน้ำ (Evaporation) พื้นผิวที่เปียกจะเพิ่มความชื้นในอากาศภายในห้องผ่านการระเหยกลายเป็นไอน้ำ การระเหยกลายเป็นไอเกิดขึ้นเมื่อความดันไอในอากาศน้อยกว่าความดันไออากาศอิ่มตัวที่พื้นผิวเปียก พื้นผิวที่เปียกจะพบในอาคาร การกลั่นตัวของน้ำในกระบวนการต่าง ๆ เพิ่มความชื้นให้กับอากาศผ่านการระเหยเป็นไอ ในวันที่มีฝนตก ผู้อยู่อาศัยในอาคารมักจะนำความชื้นเข้ามาภายในอาคารด้วย โดยทางรองเท้าและเสื้อผ้าได้

4) การซึม (Infiltration) อากาศภายนอกสามารถซึมเข้าในห้องและอากาศภายในสามารถซึมออกภายนอกได้ โดยผ่านนทางช่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบอาคาร การไหลเข้าออกของอากาศจะนำภาระความชื้นเข้ามาด้วย

5) การกลั่นตัว (Condensation) การกลั่นตัวของหยดน้ำเกิดขึ้นเมื่อไหร่ก็ตามที่อากาศชื้นสัมผัสกับผิวหน้าที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดน้ำค้าง ภายในของผนังด้านนอกไอน้ำสามารถเข้าไปโดยการแผ่กระจายของความดันไอ โดยไหลเข้าออก หรือการระเหยจาการรั่วไหลของหยดน้ำ ซึ่งเพิ่มอุณหภูมิของจุดน้ำค้างภายในได้

2.5.4 การถ่ายเทความชื้นในวัสดุ

2.5.4.1 การกักเก็บความชื้นในเนื้อวัสดุ (Moisture storage)

วัสดุในอาคารจะประกอบด้วยวัสดุที่อุ้มน้ำและไม่อุ้มน้ำ (Hygroscopic and non-hygroscopic building materials) สำหรับวัสดุอาคารที่เป็นวัสดุที่อุ้มมน้ำจะมีการดูดซับความชื้น (water vapor absorption) จากอากาศจนกว่าจะถึงจุดสมดุลความชื้น (Equilibrium moisture content) ในอากาศหรือการดูดซับไอน้ำของวัสดุ (Water vapor absorption) ส่วนใหญ่การกักเก็บความชื้นในเนื้อวัสดุ ขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพแวดล้อมเป็นหลัก (Heinz R.Trechsel, 2009) การกักเก็บความชื้นในเนื้อวัสดุสามารถอธิบายได้ด้วยไอโซเทอร์มิการดูดซับความชื้นของวัสดุที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับปริมาณน้ำในเนื้อวัสดุมีรูพรุน 3 ชนิด ได้แก่ อิฐ ไม้และคอนกรีต โดยปกติวัสดุจะดูดความชื้นจากอากาศรอบ ๆ เข้ามาในเนื้อวัสดุเรียกว่า ช่วงดูดความชื้นจากบรรยากาศ (Hygroscopic region) แต่เมื่อผิววัสดุสัมผัสกับน้ำจะถูกแรงคาฟิลลารี่ในรูพรุนของเนื้อวัสดุ (Capillary-active) ดึงน้ำเข้ามาในเนื้อวัสดุจนถึงจุดความชื้นอิ่มตัว (Free water saturation) ค่าดังกล่าวของวัสดุอยู่ในจุดที่ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ95% โดยจะเรียกปริมาณน้ำที่เกิดในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ที่มากกว่าจุดความชื้นอิ่มตัวนี้ว่าช่วงที่เกิดลการดูดความชื้นโดยแรงคาฟิลลารี่ (Capillary moisture region) สำหรับอิฐที่เป็นวัสดุที่มีรูพรุนมากจะมีช่วงที่เกิดการดูดความชื้นโดยแรงคาฟิลลารี่มากกว่าช่วงดูดความชื้นจากบรรยากาศ (Hygroscopic region) เมื่อเทียบวัสดุชนิดอื่น ๆ เช่น คอนกรีตและไม้ที่เนื้อวัสดุมีรูพรุนปานกลางจะมีช่วงที่เกิดการดูดความชื้นโดยแรงคาฟิลลารี่ไม่มากเท่ากับอิฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

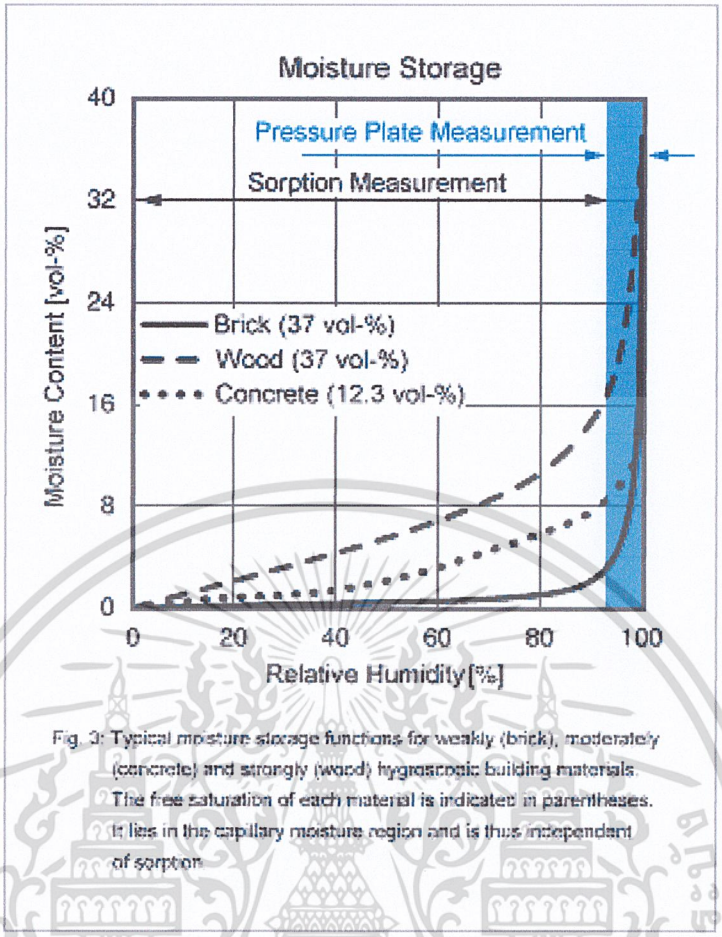


Fig. 3: Typical moisture storage functions for weakly (brick), moderately (concrete) and strongly (wood) hygroscopic building materials. The free saturation of each material is indicated in parentheses. It lies in the capillary moisture region and is thus independent of sorption.

รูปที่ 2.40 กราฟค่าเฉลี่ยของการดูดซับความชื้นของวัสดุ (Material-specific sorption)
ที่มา : https://www.wufi-forum.com/viewtopic.php?t=1617

2.5.4.2 การเคลื่อนที่ของความชื้นในเนื้อวัสดุ

ในวัสดุก่อสร้างที่มีรูพรุนมีกลไกการถ่ายเทความชื้นที่พบได้ทั่วไปหลัก ๆ 3 ประเภทดังต่อไปนี้

1) การแพร่กระจายของไอน้ำ (vapor diffusion) ในสภาวะที่เนื้อวัสดุแห้ง ไอน้ำจากอากาศสามารถแพร่เข้าสู่เนื้อวัสดุได้โดยการแพร่เข้าไปในช่องอากาศของเนื้อวัสดุ ส่วนใหญ่การแพร่กระจายของไอน้ำนั้นขึ้นอยู่กับการพาความร้อน (convection) ที่ทำให้เกิดความแตกต่างของความดันไอน้ำ (Vapor pressure) ทิศทางการแพร่กระจายของไอน้ำจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความดันสู่ไปสู่บริเวณที่ความดันไอต่ำกว่า เช่น ในสภาวะที่อากาศภายนอกมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ความดันไอของอากาศภายนอกจะมีความดันไอต่ำกว่าความดันไอภายในอาคาร ไอน้ำในผนังจึงแพร่จากผนังออกสู่อากาศภายนอกอาคาร

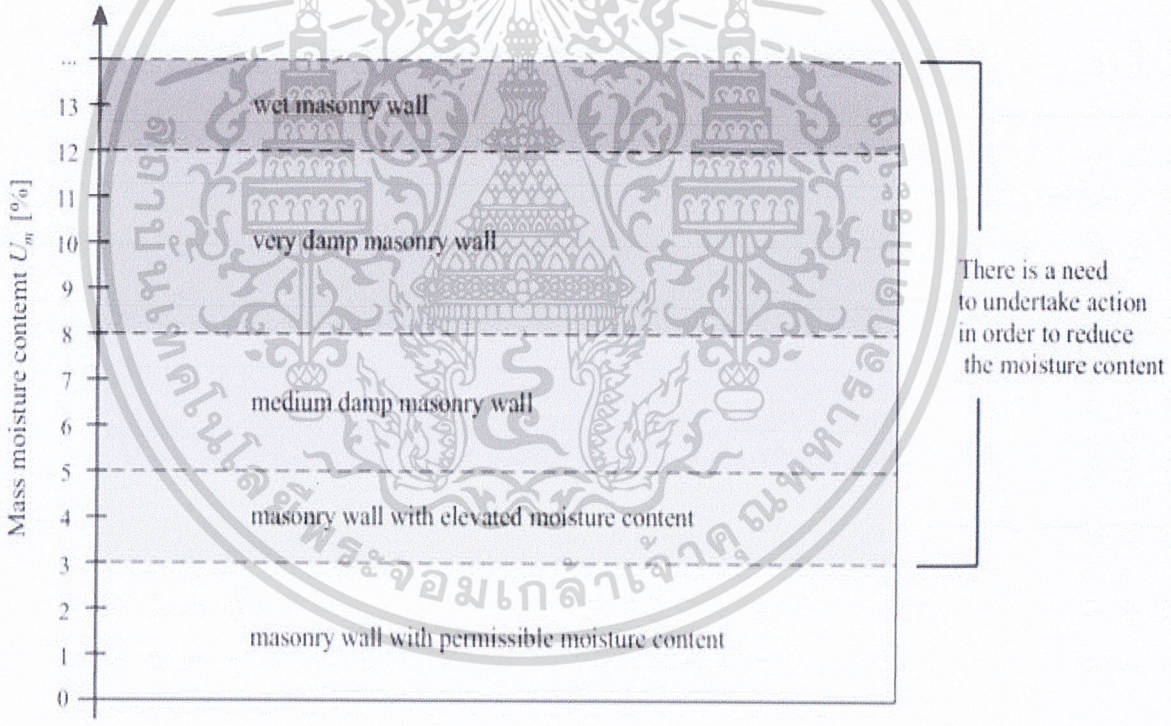
2) การแพร่กระจายบนพื้นผิว (Surface diffusion) การแพร่กระจายบนพื้นผิวเกิดจากการเคลื่อนของชั้นโมเลกุลน้ำที่เกิดขึ้นภายในรูพรุนของวัสดุจากความชื้นที่เพิ่มขึ้นในสภาวะที่วัสดุมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าร้อยละ 60 โดยจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงไปยังบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า ปัจจัยที่ท้าให้เกิดการแพร่กระจายของน้ำคือความชื้นสัมพัทธ์เพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการแพร่กระจายของน้ำบนพื้นผิว (Surface diffusion) จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับการแพร่กระจายของไอน้ำ (Vapor diffusion) (Heinz R. Trechsel, 2009)

3) การนำความชื้นโดยแรงแคปิลลารี่ (Capilary conduction) การนำความชื้นโดยแรงแคปิลลารี่เป็นกลไกการน้าความชื้นที่เกิดจากแรงตึงผิวระหว่างน้ำและรูพรุนของวัสดุ กลไกนี้สามารถเกิดได้ในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ เช่น มีฝนสาดปะทะกับผิวผนังภายนอกหรือวัสดุผนังสัมผัสกับน้ำใต้ดิน (Halim & Halim, 2010; Ahmed & Rahman, 2010; Riley & Cotgrave,2005)

ระดับความชื้นที่ก่อให้เกิดความเสียหายในวัสดุผนังอาคาร ในช่วงเริ่มต้นของการบูรณะโบราณสถานต่าง ๆ ควรทำการตรวจสอบระดับปริมาณน้ำในผนังก่อน ระดับปริมาณน้ำในผนังถูกแบ่งออกเป็นระดับต่าง ๆ มีหน่วยเป็นร้อยละโดยทั่วไปปริมาณน้ำในผนังควรอยู่ในช่วงร้อยละ 0-3 ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่อยู่ในช่วงที่เหมาะสม แต่หากปริมาณน้ำในผนังมีค่าเกินร้อยละ 3 จ้าเป็นต้องมีมาตรการเพื่อหาวิธีการลดปริมาณน้ำในผนังออกเพื่อให้เกิดความเสียหายกับผนังอาคาร (A Hola, 2017)



รูปที่ 2.41 ระดับความชื้นที่ก่อให้เกิดความเสียหายในผนังอิฐ
ที่มา : https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/251/1/012067/pdf

2.5.5 ลักษณะที่มาของความชื้นที่ก่อให้เกิดความเสื่อมสภาพของผนัง

2.5.5.1 ความชื้นที่มาสัมผัสกับผนังโดยตรง ความชื้นประเภทนี้จะมาจากน้ำฝนที่สาดโดนผิวหน้าของผนังด้านนอกอาคาร กรณีที่ฝนสาดโดนผนังโดยตรงแล้ว ฝนอาจจะตกลงที่อื่นบนอาคารแล้วไหลลงมาที่ผนังความชื้นที่ไหลซึมไปสู่ผนังอาคาร ทำให้ผนังชำรุดเสียหายได้

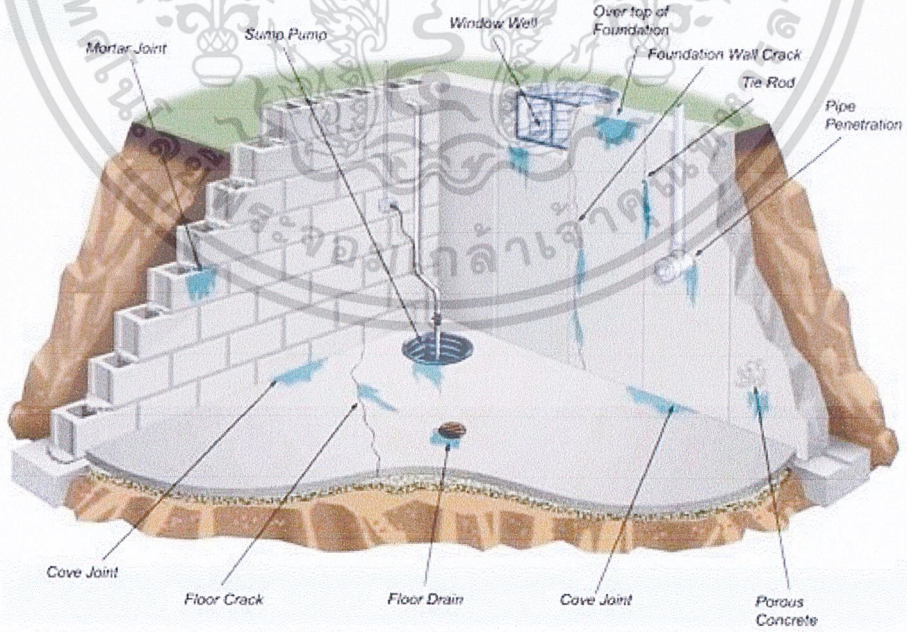
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.42 น้ำฝนที่ซึมเข้าภายในบ้านตามขอบหน้าต่าง

ที่มา : https://www.kswood.com/home-tips/ 5-เทคนิค-เตรียมความพร้อม

2.5.5.2 ความชื้นที่ไหลซึมไปสู่ผนัง (Infiltration)

แหล่งกำเนิดที่สำคัญของความชื้น ประเภทนี้ คือ น้ำฝน โดยน้ำฝนสามารถไหลซึมเข้าไปในผนังได้จากการชำรุดเสียหายของอาคาร เช่น จากหลังคา ทางสันกำแพง และรอยแตกร้าวของผนังด้านนอก นอกจากนี้ความชื้นสามารถมาจากน้ำในระบบน้ำของอาคารด้วย เช่น จากรอยรั่วของระบบระบายน้ำ หรือรอยรั่วจากทอประปา เป็นต้น (Mora, 1974)



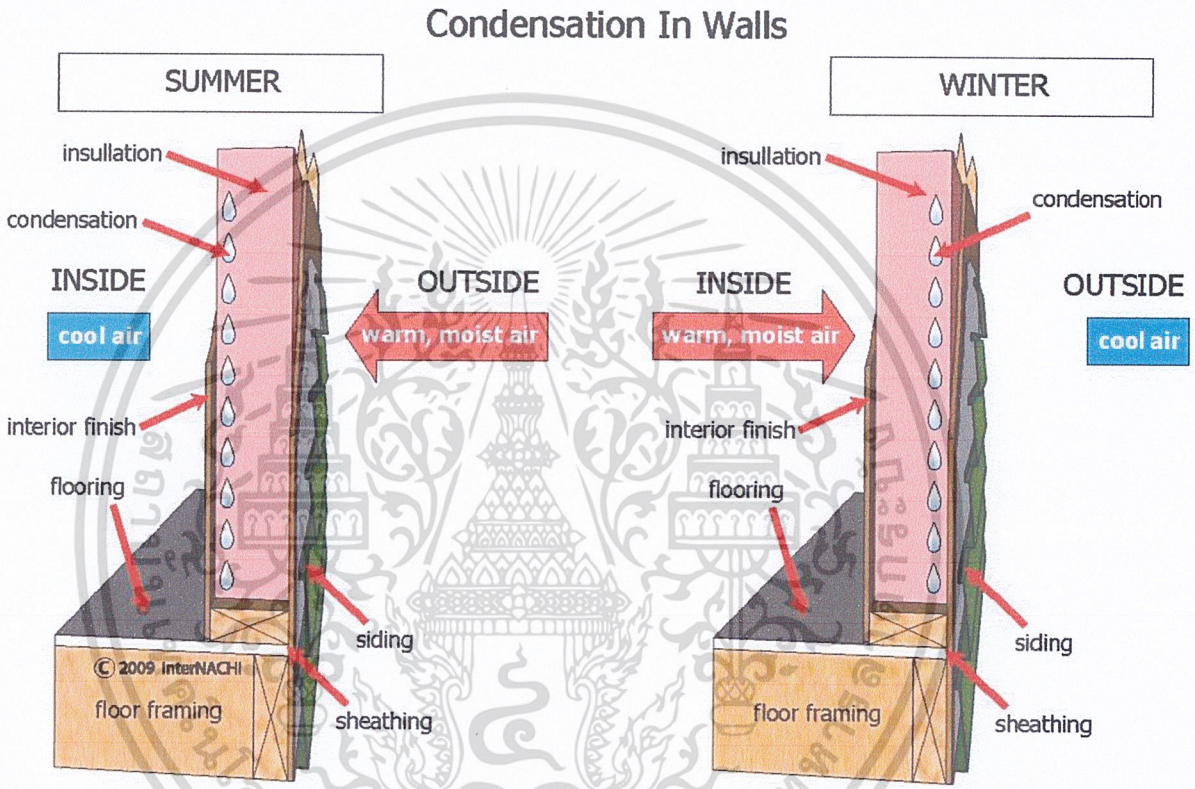
รูปที่ 2.43 ความชื้นที่ไหลซึมไปสู่ผนัง (Infiltration)

ที่มา : http://diyinahour.com/diy/outdoor-project-videos/cracked-foundation-repair-video/water-infiltration-diagram/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5.3 ความชื้นที่กลั่นตัวจับอยู่บนผนัง (Condensation)

จะเกิดในกรณีที่อุณหภูมิที่ผิวหน้าผนังลดลงจนต่ำกว่าจุดน้ำค้างของอากาศ อากาศที่มาสัมผัสกับผนังจะเย็นลงจนถึงจุดน้ำค้างและหยดน้ำ จะกลั่นตัวออกมาจับอยู่บนผนัง (Oxley and Gobert, 1983) อย่างไรก็ตาม Mora (1974) กล่าวว่า การกลั่นตัวของความชื้นที่จับอยู่บนผนัง จะเกิดขึ้นได้ในสภาวะที่ผนังมีความหนาน้อยมาก หรือความต้านทานต่ำ หรือการนำความร้อนสูงจึงจะสามารถเกิดการกลั่นตัวที่จะให้ความชื้นจับตัวบนผนังด้านในได้



รูปที่ 2.44 ความชื้นที่กลั่นตัวจับอยู่บนผนัง (Condensation)
ที่มา : https://www.nachi.org/gallery/general/condensation-in-walls

2.5.5.4 ความชื้นที่ขึ้นไปตามแรงดึงในรูพรุนของผนัง (Capillarity)

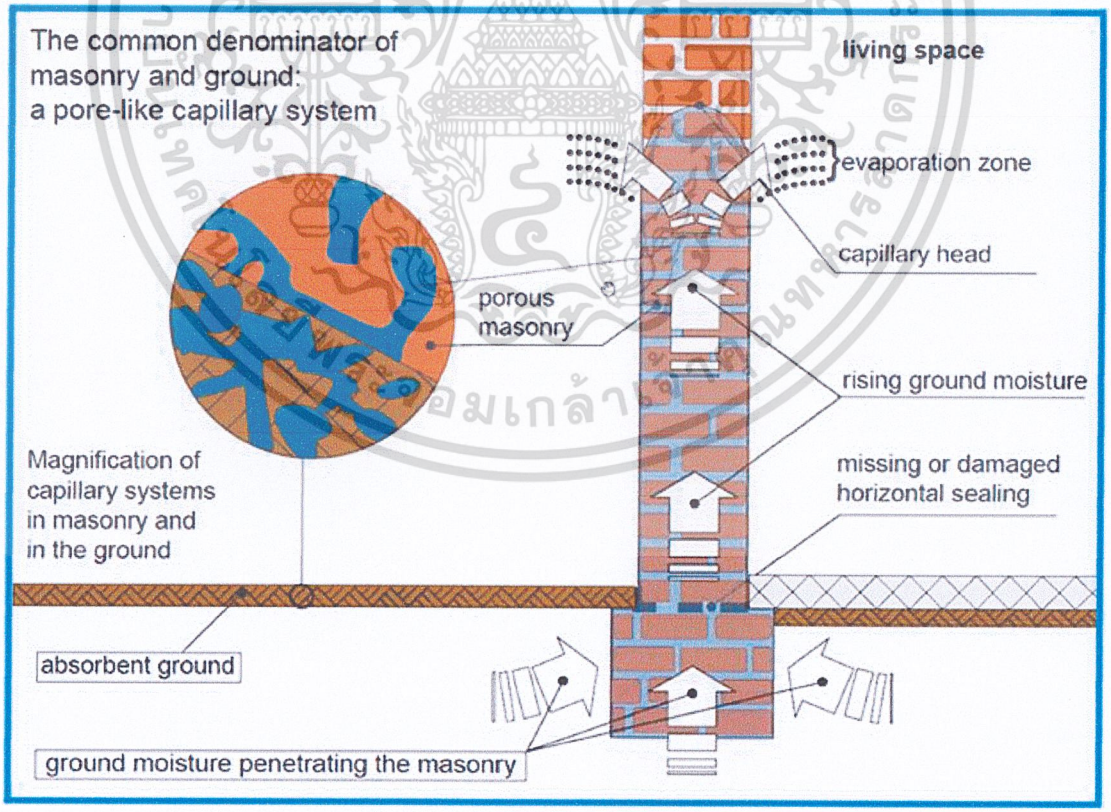
ความชื้นประเภทนี้ มีแหล่งกำเนิดมาจากน้ำใต้ดิน หรือน้ำฝนที่ท่วมขังบริเวณฐานอาคาร โดยน้ำเหลานี้จะขึ้นมาตามรูพรุนในผนังและจะปรากฏให้เห็นรอยชำรุดเป็นแนวทางยาวจากพื้นถึงที่ความสูงระดับหนึ่ง ๆ หรือบางครั้งจะปรากฏเกลือตกผลึกอยู่ด้วย โดยปกติเมื่อน้ำสัมผัสกับวัสดุที่แห้ง น้ำจะพยายามแพร่กระจายไปทั่วผิวหน้าที่เปียกน้ำได้ของวัสดุ และต่อจากนั้นจะซึมผ่านเข้าไปในวัสดุสำหรับในรูพรุนของวัสดุก่อสร้างน้ำจะพยายามแพร่กระจายไปทั่วผิวหน้าที่เปียกน้ำได้เช่นเดียวกัน ทำให้เกิดแรงดันน้ำขึ้น แต่ด้วยแรงดึงดูดของโลกจะดึงน้ำลงมา ทำให้น้ำในรูพรุนเกิดการเว้าลง ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าน้ำสามารถขึ้นไปตามรูพรุนได้ เนื่องจากอาศัยแรงดึงของรูพรุน หรือ Capillary Attraction (Oxley and Gobert, 1983) แต่เนื่องจากในความเป็นจริงรูพรุนและรอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกหักในผนังไม่ต่อเนื่องกระบวนการที่เกิดขึ้น จึงเป็นไปอย่างช้า ๆ โดยปกติการเคลื่อนที่ของความชื้นขึ้นไปตามรูพรุนจะมีค่าไม่เกิน 0.5 ถึง 1 เมตร ถ้าไม่มีการปิดกั้นการระเหยของน้ำจากผนังแต่ถ้าการระเหยของน้ำจะถูกปิดกั้น ทำให้ระดับของน้ำที่ขึ้นตามรูพรุนสูงมากขึ้น (Oxley and Gobert, 1983) การระเหยของน้ำออกจากผนัง จะเกิดที่ผิวหน้าของผนัง โดยความชื้นข้างในวัสดุต้องเคลื่อนที่มาที่ผิวหน้าของผนัง เพื่อจะสามารถระเหยไปสู่อากาศได้ ถ้าการเคลื่อนที่ของน้ำเกิดจากแรงดึงในรูพรุน ผิวหน้าจะได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอ ทำให้มีการระเหยที่ผิวหน้าอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าแรงดึงในรูพรุนน้อยความชื้นจะมาไม่ถึงผิวหน้า ผิวหน้าจะแห้งและแนวการระเหยจะเลื่อนลงมาเกิดที่ใต้ผนัง ไอน้ำาจากการระเหยจะเกิดในรูพรุนระหว่างแนวการระเหยกับผิวหน้าของผนัง ก่อนที่จะเคลื่อนที่ไปที่ผิวหน้าและระเหยในที่สุด ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการระเหยของน้ำออกจากวัสดุที่มีรูพรุน มีดังนี้

1) ลักษณะของสภาวะแวดล้อมโดยรอบได้แก่อุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศและปริมาณการระบายอากาศ

2) ลักษณะของโครงสร้างของวัสดุที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของน้ำไปยังผิวหน้า เช่น ความเป็นรูพรุนของวัสดุทั้งจำนวนและขนาดของรูพรุน โดยวัสดุที่มีรูพรุนขนาดเล็กจะทำให้น้ำเคลื่อนที่มาถึงผิวหน้าของผนังได้มากทำให้น้ำระเหยออกได้มาก ในขณะที่วัสดุที่มีรูพรุนขนาดใหญ่และวัสดุที่มีจำนวนรูพรุนน้อยจะต้านทานการเคลื่อนที่ของน้ำได้มาก ทำให้น้ำระเหยออกได้น้อย (Mora, 1974)

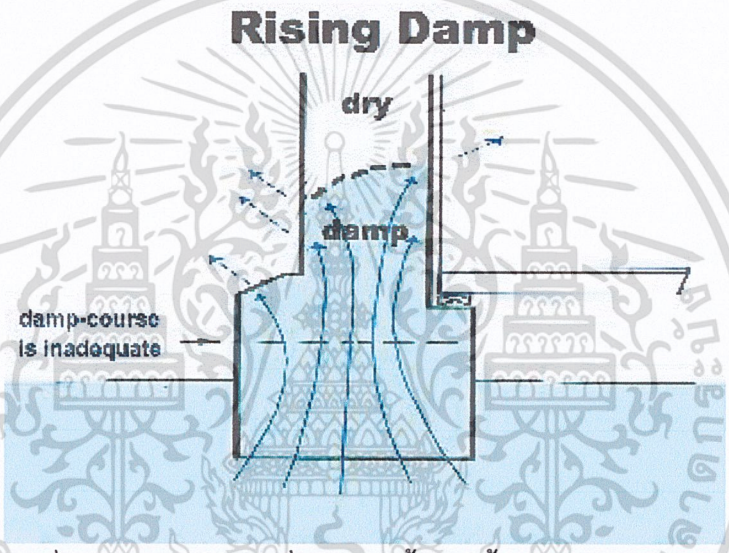


รูปที่ 2.45 ความชื้นที่ขึ้นไปตามแรงดึงในรูพรุนของผนัง (Capillarity)
ที่มา : https://www.aquapol.co.za/what-is-rising-damp.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5.5 ความชื้นจากน้ำใต้ดิน (Rising damp)

ลักษณะการสะสมความชื้นที่เกิดจากการแพร่ของน้ำใต้ดินในผนังจะปรากฏเป็นรอยคราบน้ำบริเวณส่วนล่างของผนังโดยการแพร่ของน้ำจะมีการเพิ่มระดับความสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากระดับพื้นดินแพร่ไปในพื้นผิวที่แห้งกว่าทั้งในแนวระนาบและแนวดิ่งของผนัง ความชื้นใต้ดินยังเป็นสาเหตุให้เกิดการตกผลึกของเกลือบนผิวและภายในผนัง เนื่องจากน้ำจากใต้ดินมีสารผสมของเกลือ เมื่อน้ำเข้าไปในผนังแล้วเกิดการระเหยออกจากผนังส่งผลให้ผลึกเกลือขึ้น หากผนังได้รับสารละลายเกลือจากน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้นตลอดเวลาจะทำให้ผนึกของเกลือโตขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งจะทำให้เกิดแรงดันในรูพรุนของเนื้อวัสดุจนเกิดการผุกร่อนของเนื้อวัสดุ ส่งผลให้เกิดความเสียหายกับโครงสร้างผนังในที่สุด (Mora, 1974)



รูปที่ 2.46 ลักษณะผนังที่เกิดความชื้นจากน้ำใต้ดินโดยแรงยกตัว
ที่มา : http://www.saltdamp.com.au/abouts1.html

ปัญหาความชื้นในลักษณะนี้มีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย ได้แก่ ปริมาณน้ำในดินซึ่ง หากอาคารตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนมากหรืออยู่ใกล้กับแหล่งน้ำต่าง ๆ ความชื้นในดินก็จะสูง ตามไปด้วยการสะสมความชื้นของโครงสร้างส่วนล่างของอาคาร เช่น ฐานรากและห้องใต้ดินที่มีน้ำท่วมขังก็อาจส่งผลให้ความชื้นขึ้นไปสู่โครงสร้างผนังได้ รวมถึงลักษณะของเนื้อวัสดุในผนัง หากเป็นผนังทำจากวัสดุที่มีรูพรุนมากจะทำให้น้ำสามารถเคลื่อนที่จากดินขึ้นสู่ผนังได้มากตามไปด้วยโดยคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของไหลที่เรียกว่าแรงยกตัว (Capillary action) ซึ่งเป็นลักษณะการเคลื่อนที่ของความชื้นที่เกิดจากแรงตึงผิวของรูพรุนในเนื้อวัสดุ (Halim & Halim : 2010; Ahmed & Rahman, 2010; Riley & Cotgrave, 2005)

วณิชกานต์ เหล่าสมาธิกุล (2560) ได้ศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นในอาคารโบราณสถาน พบว่าความชื้นเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดในการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง เนื่องจากความชื้นสามารถเคลื่อนที่ได้หลายรูปแบบและสามารถกระตุ้นปฏิกิริยาขั้นอื่น ๆ ต่อไป ทำให้มีผลต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังได้ เช่น การเกิดผลึกเกลือบนผนัง การเจริญเติบโตของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาหร่าย และราบนผนัง เป็นต้น (Mora, 1974) โดยปกติวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างส่วนใหญ่จะมีรูพรุน ทำให้น้ำสามารถผ่านออกได้ วัสดุเหล่านี้จะแลกเปลี่ยนความชื้นกับอากาศตลอดเวลา ซึ่งวัสดุจะทั้งรับและสูญเสียความชื้นขึ้นอยู่กับขณะนั้นอากาศมีความชื้นมากหรือน้อยกว่าวัสดุ และในที่สุดเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศไม่เปลี่ยนแปลง ปริมาณความชื้นในวัสดุจะคงที่ เรียกว่าอยู่ในภาวะสมดุลกับอากาศ ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเปลี่ยนแปลงอีกครั้ง ปริมาณความชื้นในวัสดุจะค่อย ๆ เปลี่ยนด้วย ดังนั้นความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศแต่ละค่าจะมีค่าปริมาณความชื้นที่แน่นอนที่ทำให้วัสดุอยู่ในสภาวะสมดุลกับอากาศ โดยค่าเหล่านี้จะแตกต่างกันออกไปในวัสดุก่อสร้างแต่ละชนิด โดยปกติจะถือว่าวัสดุชื้น เมื่อความชื้นในวัสดุมีค่ามากกว่าความชื้นที่วัสดุสามารถมีได้ในสภาวะที่สมดุลกับอากาศ (Oxley and Gobert, 1983)

การเสื่อมของวัสดุประกอบอาคาร ความชื้นเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในวัสดุ (Chemical change) เนื่องจากน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีจึงสามารถเป็นตัวกลางในการทำละลายก๊าซต่าง ๆ ในอากาศเกิดเป็นกรดอ่อนกัดกร่อนผิววัสดุ เช่น การกร่อนของโลหะ และการเปลี่ยนแปลงกายภาพ (Physical change) เช่น การหลุดร่วงของผนังอิฐ ปูนฉาบ อันเนื่องมาจากการสะสมความชื้น (Olin, Schmid, and Lewis, 1995) นอกจากนี้ความชื้นยังก่อให้เกิดการบวมน้ำ ซึ่งทำให้วัสดุบิดงอ ผิดรูปร่าง และยังทำให้เกิดความซีดจางของสี Thomson (1981) กล่าวว่า แหล่งความชื้นที่สำคัญ อันเป็นต้นเหตุของปัญหาการเสื่อมสภาพ ก็คือความชื้นในอากาศ

ก่อให้เกิดการเจริญเติบโตของสาหร่าย ไรเคนและพืชต่าง ๆ ความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญก่อให้เกิดกระบวนการทำลายโดยสิ่งมีชีวิต (Biodeterioration) เนื่องจากความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญของสาหร่าย ไรเคนและพืชชั้นสูงต่าง ๆ สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25-40 องศาเซลเซียส การเจริญเติบโตของพืชส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของอาคารโบราณสถาน

รูปที่ 2.47 การเสื่อมสภาพของผนังอาคาร

ที่มา : http://bluessimongroup.com/en/2019/06/how-to-deal-with-humidity-by-capillarity/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6 การวัดค่าความชื้น

การวัดค่าความชื้นในอากาศสามารถอธิบายได้ในลักษณะของไอน้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในอากาศ ซึ่งมีชื่อเรียกในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ ความชื้นสมบูรณ์เรียกย่อว่า AH (Absolute Humidity) คือจำนวนความชื้นในอากาศว่ามีน้ำหนักเท่าใด ในอากาศหนึ่งหน่วยนำหนัก มีหน่วยเป็น g/kg หรืออาจจะติดจากจำนวนความชื้นในอากาศว่ามีน้ำหนักเท่าใดในอากาศหนึ่งหน่วยปริมาตร มีหน่วยเป็น g/m^3 จุดที่ความชื้นอิ่มตัว เรียกย่อว่า SH (Saturation – Point Humidity) คือจุดอิ่มตัวของความชื้นภายในอากาศจนน้ำไม่สามารถระเหยเข้าไปได้อีก มีหน่วยเป็น g/kg หรือg/m^3 เช่นเดียวกับความชื้นสมบูรณ์ ความชื้นสัมพัทธ์ เรียกย่อว่า RH (Relative Humidity) คือความสามารถที่น้ำจะระเหยเข้าไปในอากาศได้อีก หรือคือความชื้นสัมบูรณ์เปรียบเทียบกับจุดที่ความชื้นอิ่มตัวในอากาศมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

2.5.6.1 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) มีสมการคำนวณดังต่อไปนี้ (Heinz R. Trechsel, 2009)

$$RH=(AH \times 100\%)/mf$$

เมื่อ AH= ความชื้นสัมบูรณ์ (กรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
mf= ความชื้นของอากาศอิ่มตัวหาได้จากตารางไซโครเมตริก (กรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

2.5.6.2 ปริมาณความชื้นในวัสดุ (Moisture Content or Humidity Ratio) มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อกิโลกรัมหรือกรัมต่อกิโลกรัม (Heinz R. Trechsel, 2009)

$$R=623e/pd$$

เมื่อ R= ปริมาณไอน้ำหรืออัตราส่วนความชื้น (กิโลกรัมต่อกิโลกรัมหรือกรัมต่อกิโลกรัม)
e = ความกดไอน้ำ (บาร์) Pd = ความกดอากาศของอากาศแห้ง (Pd = P-e) (บาร์)
P = ความกดดันของบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเล (บาร์) มีค่าเท่ากับ 1.01325 บาร์โดย 1 บาร์ มีค่า เท่ากับ 100 กิโลปาสคาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 กรอบแนวคิด

รูปที่ 2.48 กรอบแนวคิดของการวิจัย

ที่มา : ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การเตรียมวัสดุ สร้างเครื่องมือ และวิธีการทดลองวิจัย

การศึกษาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ เพื่อหาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของผนังบ้านดินและหาปริมาณความชื้นภายในบ้านดินที่สร้างด้วยอิฐดินดิบผสมแกลบ โดยจำลองสถานการณ์การของบ้านดินในกล่องทดลอง มีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 การสร้างเครื่องมือที่จะทดลอง

3.1.1 ก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบ

จิรัฐิติ์ บรรจงศิริ (2548) ได้ทำการการทดสอบคุณสมบัติของอิฐดินดิบที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านดิน จะใช้ส่วนผสม ในอัตราส่วนเดียวกับอิฐดินดิบที่อาศรมวงศ์สนิท จังหวัดนครนายก ส่วนผสมในการผลิตก้อนอิฐดินดิบ 3 อย่าง มีอัตราส่วน ดินเหนียว และวัสดุเส้นใยธรรมชาติ (แกลบ) 1 : 1 : 2 โดยใช้น้ำเป็นตัวประสานและได้ทดสอบได้ค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 กก./ซม.^{2} จากการทดสอบพบว่าการใช้แกลบนี้จะช่วยยึดดินเข้าด้วยกันลดการแตกร้าวของก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบได้ จึงได้เลือกอัตราส่วนผสมนี้มาใช้ในการผลิตก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบเพื่อการทดลองวิจัยต่อไป

ตารางที่ 3.1 แสดงคากำลังอัดของอิฐดินดิบ

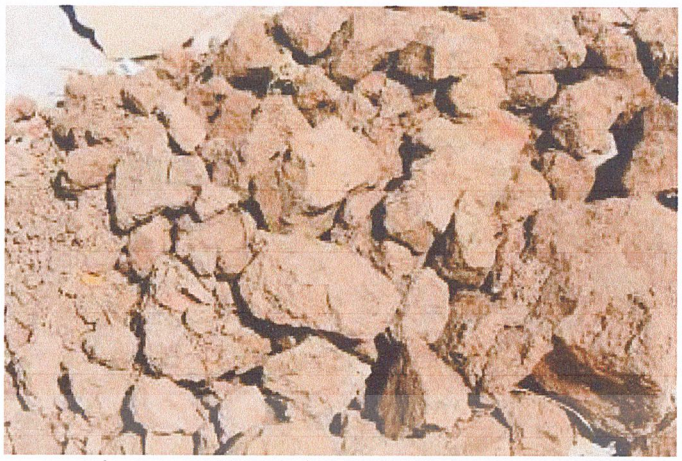
ที่มา	อัตราส่วน	กว้าง(ซม.)	ยาว(ซม.)	กำลังรับแรงอัด (กก./ซม.^{2})
อาศรมวงศสนิท	1:1:2	19.23	33.19	4.30

ที่มา: จิรัฐิติ์ บรรจงศิริ (2548)

ทำการผลิตก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบเพื่อนำมาใช้ในการทดลองวิจัยนี้ สถานที่และวัตถุที่ใช้ที่นำมาใช้ในการผลิตก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบได้จากพื้นที่ ตำบลเกิ้ง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม มีขั้นตอนการผลิตและรูปแบบดังนี้

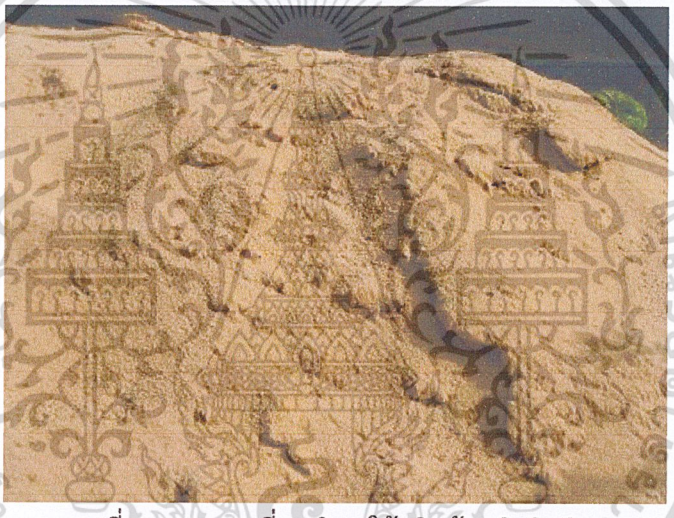
3.1.1.1 เตรียมวัตถุดิบและผสมส่วนผสมเข้าด้วยกัน ส่วนผสม 3 อย่าง ผสมส่วนผสมทั้งหมดในอัตราส่วน ดินเหนียว ทราย และแกลบ 1:1:2 ส่วน (อัตราส่วนเดียวกับอิฐดินดิบที่อาศรมวงศ์สนิท จังหวัดนครนายก) และใช้น้ำเป็นตัวสานส่วนผสมต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ดินเหนียว ที่จะนำมาใช้ผลิตก้อนอิฐดินดิบ

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)



รูปที่ 3.2 ทราย ที่จะนำมาใช้ผลิตก้อนอิฐดินดิบ

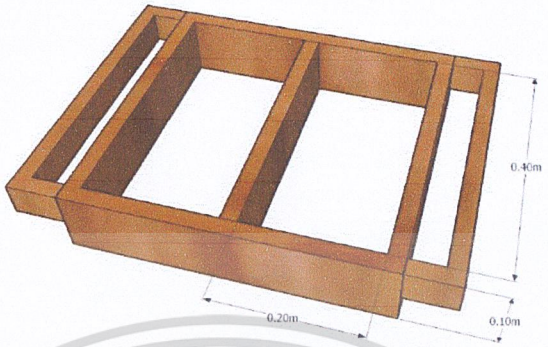
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

รูปที่ 3.3 แกลบ ที่จะนำมาใช้ผลิตก้อนอิฐดินดิบ

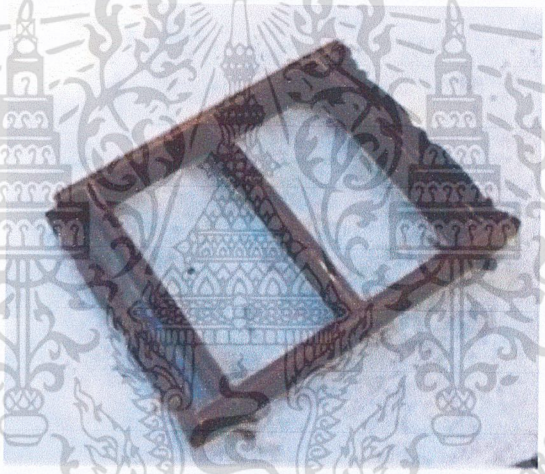
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.2 สร้างแม่พิมพ์ไม้ ให้ได้ช่อง ขนาด กว้าง 20 x ยาว 40 x สูง 10 เซนติเมตร เพื่อเป็นแม่พิมพ์ก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบ

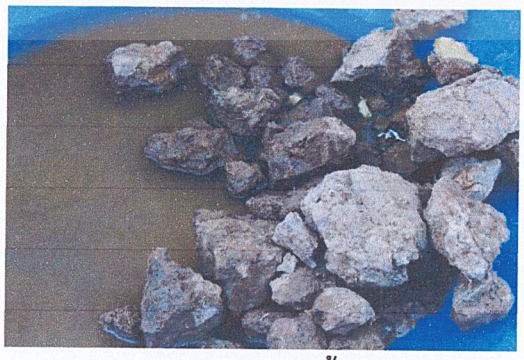


รูปที่ 3.4 รูปแบบแม่พิมพ์ดินจากไม้
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)



รูปที่ 3.5 แม่พิมพ์ไม้ แต่ละช่อง ขนาด กว้าง 20 x ยาว 40 x สูง 10 เซนติเมตร
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

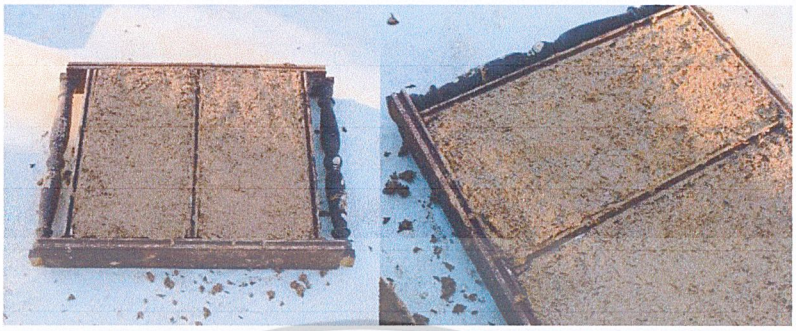
3.1.1.3 ผสมส่วนผสมทุกอย่างตามอัตราส่วนให้เข้ากัน โดยใช้น้ำเป็นตัวประสาน



รูปที่ 3.6 การละลายดินเหนียวกับน้ำผสม ทรายและแกลบ
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

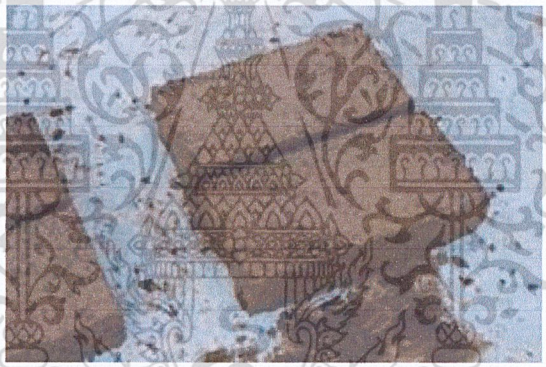
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.4 เมื่อผสมดินกับแกลบเรียบร้อยแล้ว จึงนำไปอัดเข้ากับแม่พิมพ์ไม้ให้แน่นเต็มแม่พิมพ์ไม้



รูปที่ 3.7 การอัดส่วนผสมที่เข้ากันเรียบร้อยแล้วเข้าแม่พิมพ์ไม้ให้แน่น
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

3.1.1.5 ถอดแม่พิมพ์ไม้ออกจะได้ก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบตามขนาด



รูปที่ 3.8 ก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบที่พึ่งถอดแม่พิมพ์ไม้ออก
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

3.1.1.6 นำก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบไปตากแดดในพื้นที่โล่งกลางแจ้งเพื่อให้แห้งเท่ากันทั่วทั้งก้อนจนก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบแห้งจะได้ก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบที่จะนำมาทดลองวิจัย

รูปที่ 3.9 ก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบที่ตากแดด
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ขนาดและน้ำหนักของก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบ

เมื่อได้ก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบขนาดกว้าง 20 x ยาว 40 x สูง 10 เซนติเมตร ได้ก้อนอิฐดิบดิบที่มีน้ำหนักเฉลี่ยก้อนละ 8.4 กิโลกรัมเท่ากันทุกก่อน นำตัวอย่างก้อนอิฐดินดิบที่จะใช้ในการทดลองวิจัย มาคำนวณหาค่าความหนาแน่น มีหน่วยเป็น kg/m^3 ได้ดังนี้

$$Density = \frac{\text{kg}}{m^3}$$

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าความหนาแน่นของก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบที่นำมาทดลองวิจัย

ก้อนที่	น้ำหนัก (kg)	ขนาด (m^3)	ค่าความหนาแน่น (kg/m^3)
1	8.353	0.2 x 0.4 x 0.1	1,044
2	8.411	0.2 x 0.4 x 0.1	1,051
3	8.409	0.2 x 0.4 x 0.1	1,051
4	8.40	0.2 x 0.4 x 0.1	1,050
เฉลี่ย	8.39	0.008	1,049

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

รูปที่ 3.10 การชั่งน้ำหนักก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบก้อนที่ 1

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 การชั่งน้ำหนักก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบก้อนที่ 2
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

รูปที่ 3.12 การชั่งน้ำหนักก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบก้อนที่ 3
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

รูปที่ 3.13 การชั่งน้ำหนักก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบก้อนที่ 4
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.1 ควบคุมตัวแปรก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบ

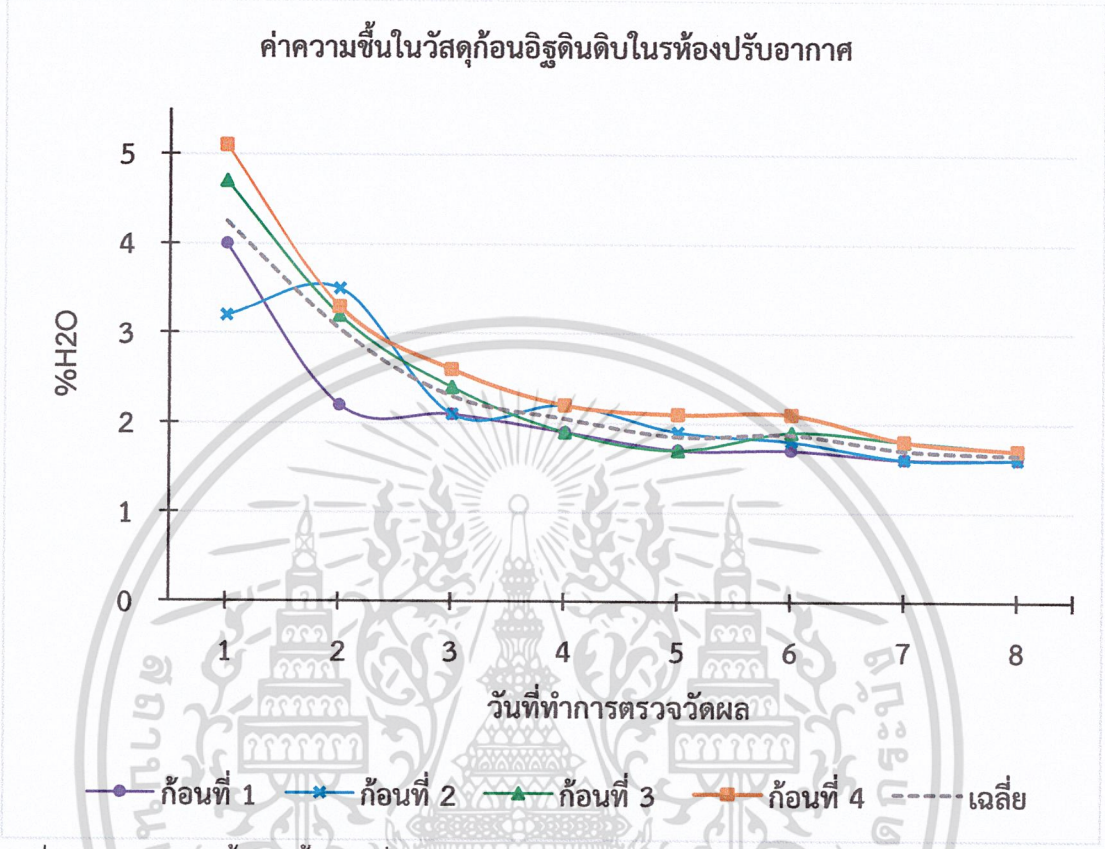
เมื่อได้ก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบมาแล้ว ก่อนที่จะนำก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบไปทดลองต้องมีการควบคุมคุณภาพ ขนาด และค่าความชื้นของก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบให้มีค่าใกล้เคียงกันเพื่อควบคุมตัวแปรของก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบในสภาวะลดความชื้นในห้องปรับอากาศ โดยใช้เครื่องมือ Humitest MC-100S เก็บข้อมูลค่าความชื้นในเนื้อวัสดุ โดยใช้การตั้งค่าในการเก็บข้อมูลที่โหมด F4 = absolute mean moisture value in % /save measured value / saved mean value และโหมด E3 = anhydride, floor covering, Eternit, clinker, sand การลดความชื้นของก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบให้อยู่ในสภาวะเดียวกัน โดยทำการเริ่มตรวจวัดค่าความชื้นก้อนอิฐดินดิบในสถาวะห้องปรับอากาศ ตั้งก้อนอิฐดินดิบไว้ในสภาวะปรับอากาศประมาณ 3 วันก่อนเริ่มทำการเก็บวัดผล เก็บบันทึกข้อมูล จนก้อนอิฐดินดิบมีค่าความชื้นใกล้เคียงกันมากที่สุดจึงจะนำไปทดลองวิจัยต่อไป

รูปที่ 3.14 ก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบ สภาวะควบคุมตัวแปรในห้องปรับอากาศ
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

รูปที่ 3.15 การตรวจวัดค่าความชื้นอิฐดินดิบผสมแกลบ สภาวะควบคุมตัวแปรในห้องปรับอากาศ โดยเครื่องมือ Humitest MC-100S
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงเปอร์เซนต์ค่าความชื้นในวัสดุของอิฐดินดิบผสมแกลบซึ่งทำการตรวจวัดในในห้องปรับอากาศ



รูปที่ 3.16 ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุที่ทำการควบคุมตัวแปรของก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบ ในสภาวะควบคุมความชื้นซึ่งทำการตรวจวัดในห้องปรับอากาศ

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

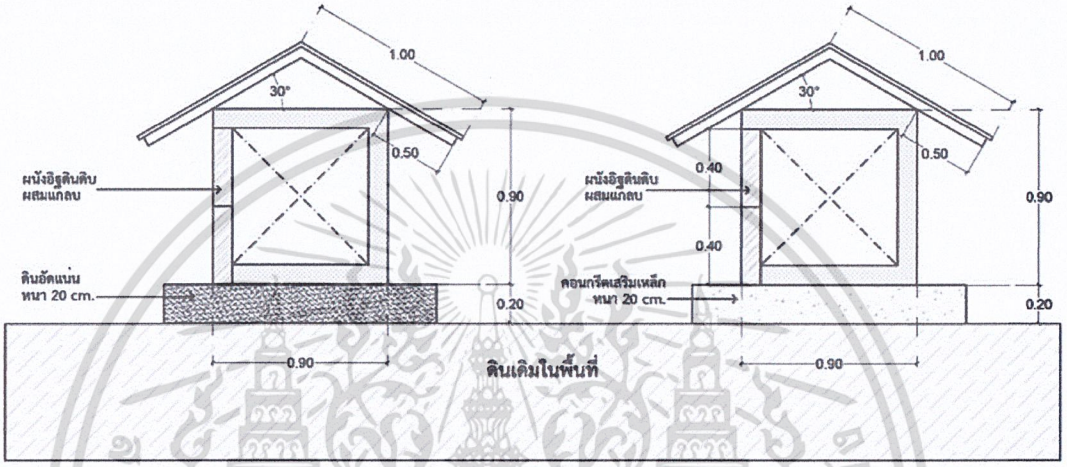
จากกราฟ พบว่าการลดความชื้นในวัสดุของก้อนอิฐดินดิบให้อยู่ในสภาวะเดียวกันเพื่อควบคุมตัวแปร โดยทำการเริ่มตรวจวัดค่าความชื้นในวัสดุของก้อนอิฐดินดิบในสถาวะห้องปรับอากาศเริ่มแรก ค่าความชื้นของอิฐดินดิบทั้ง 4 ก้อนมีค่าที่แตกต่างกัน ทำการทดลองได้ 7 วัน ค่าความชื้นเฉลี่ยเริ่มใกล้เคียงกัน ตั้งแต่วันที่ 7 เป็นต้นไปค่าความชื้นในวัสดุของอิฐดินดิบผสมแกลบมีค่าเริ่มคงที่ เมื่อมีการควบคุมค่าความชื้นสัมพัทธ์ในสภาวะห้องปรับอากาศพบว่าค่าความชื้นในวัสดุของก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบ มีค่าเฉลี่ยคงที่ ที่ 1.7 %(g/m^3) ตามปริมาณ เมื่อได้ก้อนอิฐดินดิบที่มีค่าความชื้นใกล้เคียงกันแล้ว นำไปติดตั้งที่กล่องทดลองในพื้นที่ เพื่อเตรียมสำหรับการทดลองในขั้นตอนต่อไป

3.1.3 กล่องทดลอง

ทำการสร้างหน่วยจำลอง โดยการสร้างกล่องจำลองที่มีขนาดเท่าๆ กันทำจากโฟมหนา 10 เซนติเมตร โดยมีขนาด กว้าง 90 x ยาว 90 x สูง 90 เซนติเมตร จำนวน 2 กล่อง โดยผนังกล่อง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบก่ออิฐดินดิบผสมแกลบแนวตั้งและฉาบรอยต่อด้วยดินผสมแกลบวัสดุเดียวกัน (ผสานรอยต่อระหว่างกล่องโฟมกับตัวก้อนอิฐดินดิบด้วยซิลิโคนสำเร็จรูป) และติดตั้งหลังคากระเบื้องลอนคู่ยื่นชายคา 50 เซนติเมตรทั้งสองกล่องทดลอง แล้วนำไปติดตั้งไว้บนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตหนา 20 เซนติเมตรในสถานที่เดียวกัน เพื่อทำการเก็บวัดผลการทดลองวิจัย กล่องทดลองทำการทดลองเป็นระบบปิด ไม่มีการระบายอากาศ Non-Ventilation



รูปที่ 3.17 รูปแบบกล่องทดลองและการติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

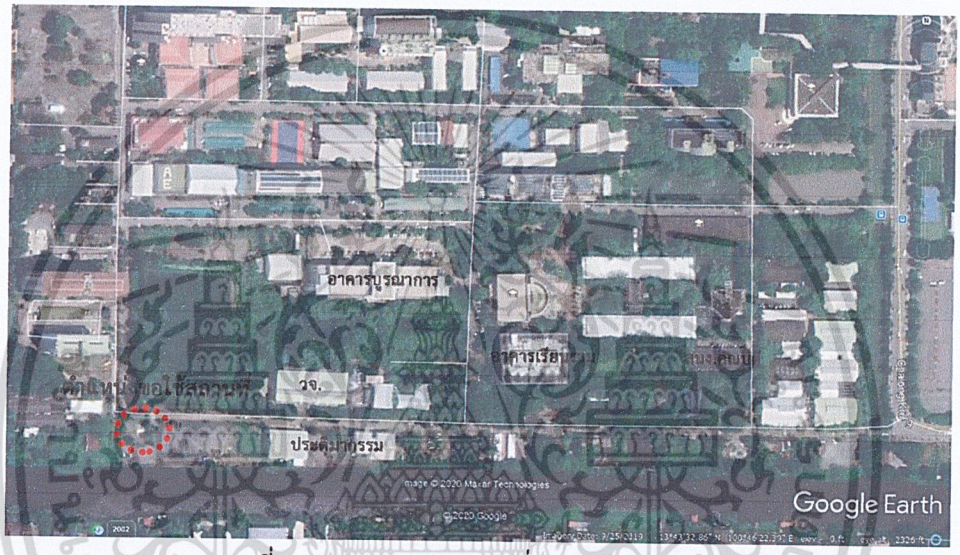
รูปที่ 3.18 กล่องทดลองที่จะใช้ในการวิจัย

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการติดตั้งกล่องทดลองวิจัยและรูปแบบการทดลองวิจัย

3.2.1 ทำการทดลองในสถานที่เดียวกัน วันและช่วงเวลาเดียวกัน โดยการทดลองจะติดตั้งกล่องทดลองพร้อมโครงหลังคาจำลอง ทั้ง 2 กล่องบริเวณในพื้นที่คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ เนื่องจากเป็นพื้นที่เปิดโล่ง และเหมาะสมกับการทดลอง สะดวกต่อการติดตั้งดูฉลรักษาอุปกรณ์วัดผลเพื่อไม่ให้อุปกรณ์และผลการทดลองคลาดเคลื่อน จึงได้ติดตั้งกล่องทดลองบริเวณนี้ (สถานที่การทดลองเป็นแค่หน่วยจำลองสถานกาณ์หนึ่งเท่านั้น)



รูปที่ 3.19 ตำแหน่งสถานที่ในการทดลองวิจัย
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

รูปที่ 3.20 ลักษณะสถานที่ในการทดลองวิจัย
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.21 กล่องทดลองและวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างติดตั้งกล่องทดลองในสถานที่การทดลองวิจัย
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

3.2.2 ทำการจำลองฐานรากบ้านดินด้วยเหนียวอัดแน่นโดยการกำหนดแนวเขตฐานดินอัดและนำดินเดียวมาก่อฐานขนาดกว้าง 1.50 x ยาว 1.50 เมตร และสูง 20 เซนติเมตร ให้มีความสูงเท่ากันกับฐานคอนกรีต หนา 20 เซนติเมตร เมื่อก่อได้ขนาดแล้วได้ทิ้งฐานดินอัดเป็นเวลา 1 เดือน เพื่อให้ฐานดินอัดแน่นมากขึ้นก่อนนำกล่องทดลองและหลังคามาติดตั้งบนฐานดินอัดนี้

รูปที่ 3.22 การทำฐานพื้นดินเหนียวอัด พื้นที่ขนาด 1.50 X 1.50 เมตร เพื่อจำลองฐานพื้นบ้านดิน
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.23 การประกอบโครงสร้างหลังคาที่จำลองสถานการณ์บ้านดิน
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

รูปที่ 3.24 กล่องทดลองที่ติดตั้งโครงสร้างหลังคาที่จำลองสถานการณ์บ้านดินบนฐานดินอัด
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.25 นำกล่องทดลองที่ติดตั้งโครงสร้างหลังคาบนฐานคอนกรีต

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

3.2.3 ติดตั้งหลังคากระเบื้องบนโครงสร้างหลังคาทั้ง 2 กล่องทดลอง เพื่อจำลองสถาการณ์บ้านดิน ติดตั้งให้มีลักษณะเหมือนกัน ทั้งองศาของหลังคาวัสดุที่ใช้เพื่อควบคุมตัวแปรให้คล้ายกันมากที่สุด

รูปที่ 3. 26 กล่องทดลองที่ติดตั้งหลังคากระเบื้องลอนคู่เพื่อจำลองสถานการณ์บ้านดิน

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การทดลองจะติดตั้งหลังคาและวางกล่องทดลองให้หันไปทางทิศเดียวกัน โดยวางห่างกัน 3 เมตร เพื่อไม่ให้เงาของกล่องทดลองแต่ละกล่องพาดผ่านกัน

รูปที่ 3.27 กล่องทดลองที่ติดตั้งหลังคากระเบื้องลอนคู่เรียบร้อยแล้ว
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

รูปที่ 3.28 กล่องทดลองที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 การติดตั้งกล่องทดลอง วางกล่องทดลองด้านที่ติดตั้งก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบที่จะทำการทดลองให้หันหน้าไปทิศทางเดียวกัน จะหันกล่องด้านที่ติดตั้งก้อนอิฐดิบผสมแกลบไปทางด้านทิศใต้ เพื่อควบคุมให้กล่องทดลองมีสภาวะใกล้เคียงกันมากที่สุด ได้รับพลังงาน แดด ลม ฝน ในทิศทางเดียวกัน

รูปที่ 3.29 กล่องทดลองที่จะติดตั้งก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบแล้ว
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

3.3 เครื่องมือและวิธีเก็บวัดผลการทดลอง

3.3.1. เครื่อง Testo comfort 174H

เครื่องมือตรวจค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ผลิตภัณฑ์ Testo รุ่น Testo 174 H ช่วงการวัดอุณหภูมิจะอยู่ที่ -20 ถึง +70 °C ช่วงการวัดความชื้นสัมพัทธ์ 0 ถึง 100 % RH ความละเอียดในการวัด 0.1%RH,0.1˚C ช่วงเวลาในการบันทึกข้อมูล 1 นาที ถึง 24 ชั่วโมง บันทึกข้อมูลได้ 16,000 ข้อมูล
การบันทึกข้อมูลจาก Software free

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.30 เครื่องมือวัดผลการทดลอง Testo comfort 174H
ที่มา: https://www.tequipment.net/testo_0572-0566.html

3.3.1.1 การติดตั้งเครื่องมือเก็บผลการทดลอง

1) ทำการติดตั้งกล่องทดลองที่ติดตั้งเครื่องมือเก็บอุณภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ไว้ภายในกล่องทั้ง 2 กล่องทดลอง และติดตั้งไว้ 3 วันก่อนการวัดผลเก็บค่าอุณหภูมิและความชื้น เพื่อควบคุมตัวแปรทั้ง 2 กล่องทดลองให้อยู่ในสภาวะเดียวกัน ติดตั้งเครื่องมือภายในกล่องทดลองโดยกำหนดตำแหน่งและระดับเดียวกัน เพื่อนำค่ามาเปรียบเทียบ วิธีการเก็บข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ จะใช้เครื่อง Testo comfort 174H เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล โดยกำหนดให้เครื่อง Testo comfort 174H บันทึกข้อมูลอุณหภูมิของอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองและอุณหภูมิและความชื้นของอากาศทั่วไปภายนอกกล่องทดลองบริเวณกรณีศึกษา บันทึกข้อมูลเป็นราย 1 ชั่วโมง (24 ชั่วโมง) โดยการตั้งระบบการทำงาน ในการบันทึกข้อมูลจาก Software

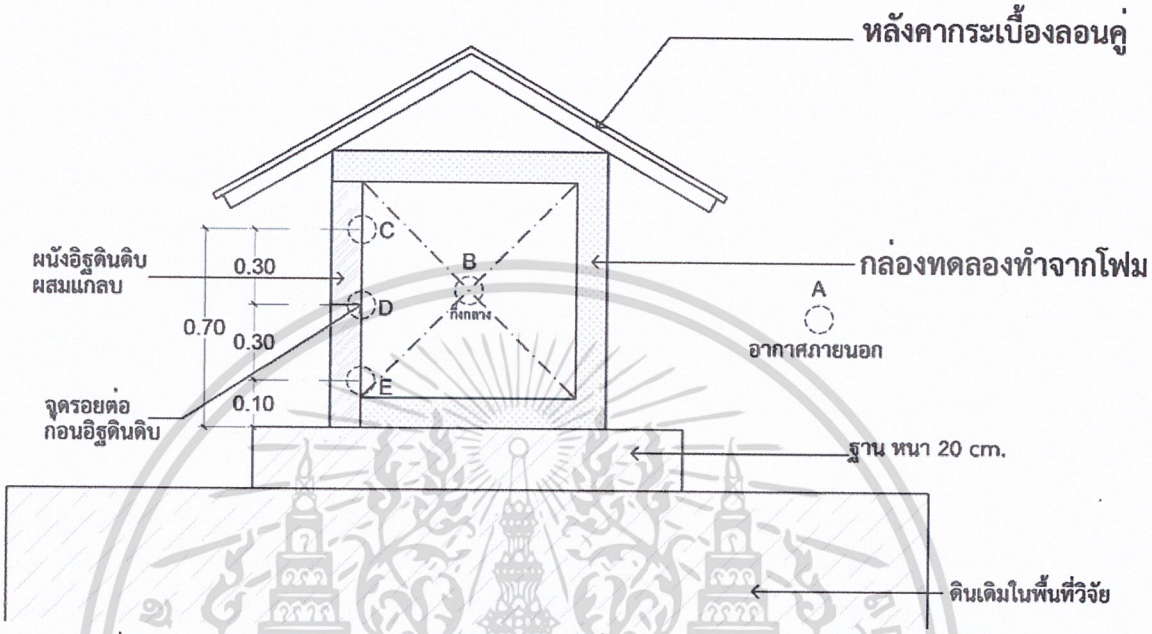
2) จดบันทึกและถ่ายภาพการทดลอง โดยเก็บข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลตัวเลขและบันทึกผลในตาราง วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบและเปรียบเทียบปริมาณความชื้น

.3.1.1.2 การเก็บวัดผลการทดลองข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

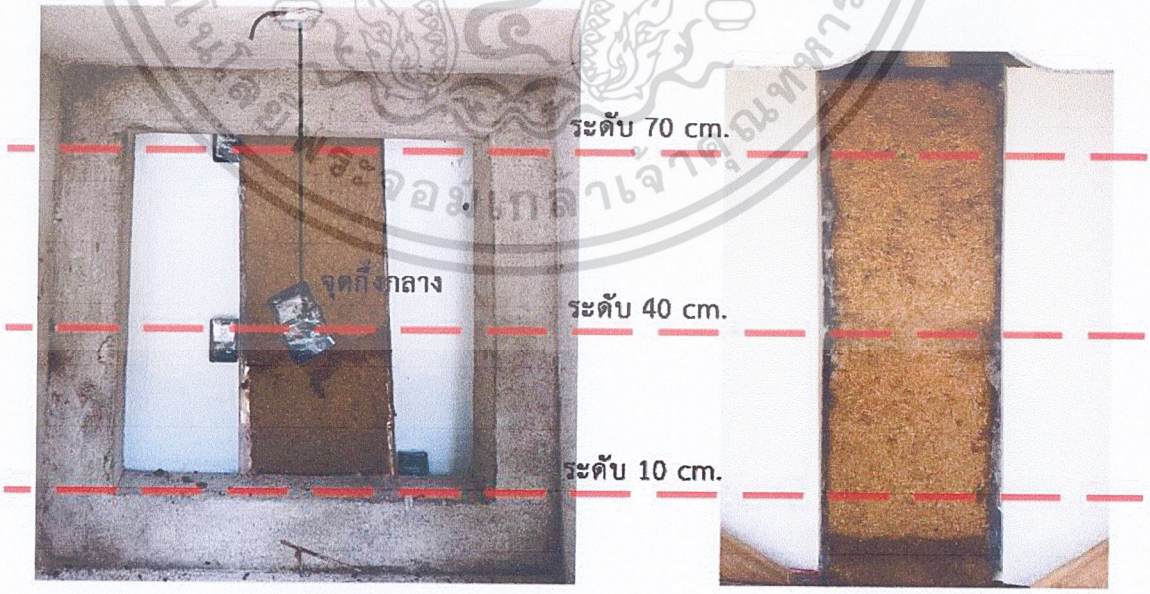
กำหนดตำแหน่งและวัดผลการทดลอง ทำการเก็บข้อมูลความชื้นภายในกล่องทดลองและอากาศภายนอกกล่องทดลองโดยใช้เครื่องมือ Testo comfort 174H ทำการวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศทั่วไปภายนอกกล่องทดลองกำหนดเป็น A , วัดอุณภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่จุดกึ่งกลางภายในกล่องทดลองกำหนดเป็น B และเก็บความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ วัดผลโดยกำหนดจุดวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ กำหนดตำแหน่ง C ที่ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ (ระดับความสูง 70 เซนติเมตรจากฐานผนัง), D จุดรอยต่อก้อนอิฐดินดิบ (ระดับความสูง 40 เซนติเมตรจากฐานผนัง), E ที่ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ (ระดับความสูง 10 เซนติเมตรจากฐานผนัง) เพื่อวัดปริมาณความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ทำการวิจัยในแต่ละระดับ และเปรียบเทียบปริมาณความชื้นที่ซึมผ่านจากฐานสู่ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ทำการวัดผลโดยการติดตั้งกล่องทดลองไว้ในสถานที่เดียวกัน โดยกำหนด การวัดผล เก็บข้อมูลใน วันที่เดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลาเดียวกัน เพื่อควบคุมตัวแปร ใช้เวลาเก็บข้อมูล 3 วัน บันทึกข้อมูลเป็นราย 1 ชั่วโมง (24 ชั่วโมง)



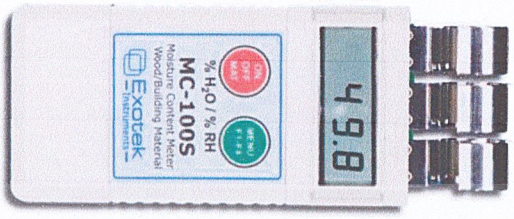
รูปที่ 3.31 แสดงตำแหน่งวัดอุณหภูมิและความชื้น กล่องทดลองผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)



รูปที่ 3.32 การติดตั้งเครื่องมือ (Testo comfort 174H) ในกล่องทดลองทั้ง 2 กล่อง
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

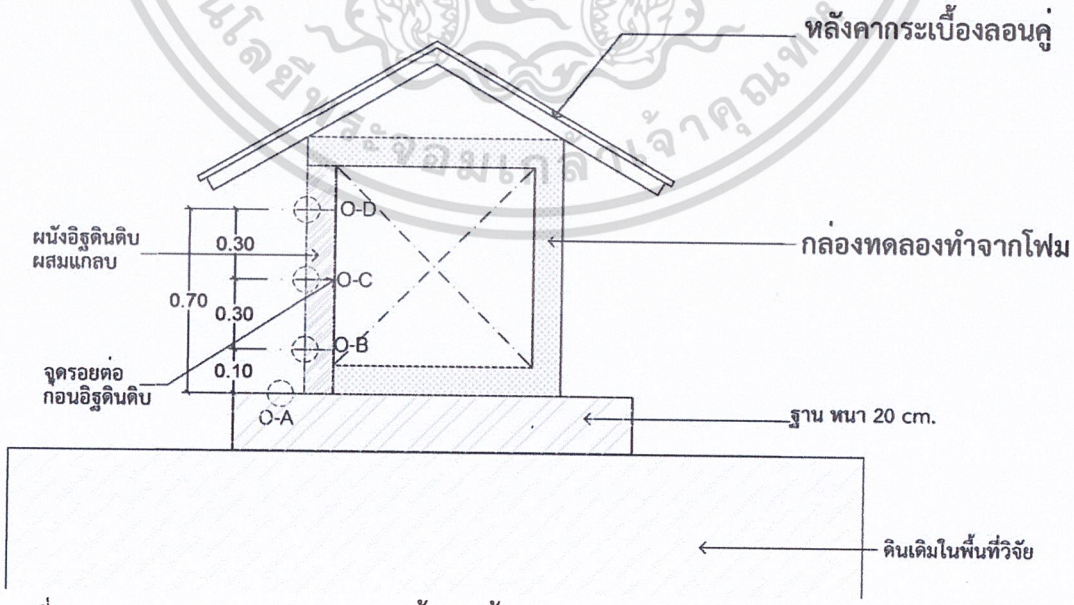
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 เครื่อง Humitest MC-100S เครื่องวัดค่าความชื้นในเนื้อวัสดุ %H_2O มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อกิโลกรัมหรือกรัมต่อกิโลกรัม เก็บข้อมูลความชื้นที่ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่นำไปติดตั้งที่กล่องทดลองวิจัย



รูปที่ 3.33 เครื่องมือวัดผลการทดลอง Humitest MC-100S
ที่มา: http://www.moisturescanner.com/DTP-files/Users-Manual-Previous-Models/MC-100S/Manual%20MC-100S(Swe-Eng-Fin)%20EI%20sidbruten%20ver8.pdf

3.3.2.1 กำหนดตำแหน่งและวัดผลการทดลอง ทำการเก็บข้อมูลค่าความชื้นภายในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบและฐานพื้นกล่องทดลอง ทำการวัดค่าความชื้นจากผนังภายนอกกล่องทดลองกำหนดเป็น จุด O-A , วัดค่าความชื้นของฐานผนังที่วางกล่องทดลองจุดที่ใกล้กับผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ และตรวจวัดความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ โดยกำหนดตำแหน่ง O-B ที่ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบระดับความสูง 10 เซนติเมตรจากฐานผนัง), O-C จุดรอยต่อก้อนอิฐดินดิบ (ระดับความสูง 40 เซนติเมตรจากฐานผนัง) และ O-D ที่ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ(ระดับความสูง 70 เซนติเมตรจากฐานผนัง) เพื่อวัดปริมาณค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบและฐานพื้นที่ทำการวิจัยในแต่ละระดับ และเปรียบเทียบปริมาณความชื้นที่ซึมผ่านจากฐานสู่ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ



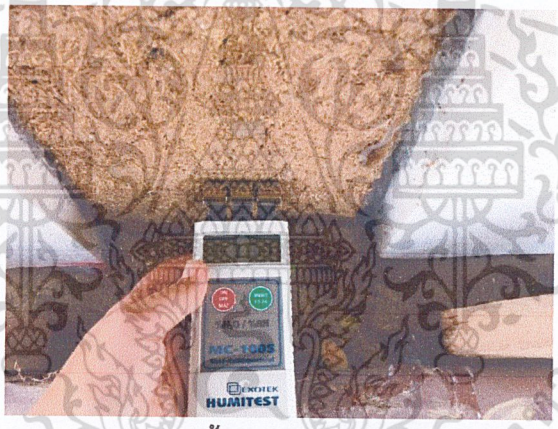
รูปที่ 3.34 แสดงตำแหน่งวัดค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบและฐานพื้นที่ทดลอง
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 ใช้การตั้งค่าเครื่องมือ Humitest MC-100S ในการเก็บข้อมูลที่โหมด F4 = absolute mean moisture value in % /save measured value / saved mean value และโหมด E3 = anhydride, floor covering, Eternit, clinker, sand (ศึกษา คู่มือการใช้งานเครื่องมือ จาก http://www.moisturescanner.com DTP-files/Users-Manual-Previous-Models/-MC 100S/Manual%20MC-100S(Swe-Eng-Fin)%20EI%20sidbruten%20ver8.pdf) ตรวจวัดโดยการใช้เครื่องมือสัมผัสไปที่ผิววัสดุในแนวตั้งฉากกับพื้นผิววัสดุ

3.3.2.3 ทำการตรวจวัดผลโดยการวัดผลการทดลอง ณ สถานที่ที่ทำการทดลองวิจัย โดยกำหนดการวัดตรวจผล บันทึก เก็บข้อมูลใน วันที่เดียวกัน ช่วงเวลาเดียวกัน เพื่อควบคุมตัวแปร ใช้เวลาเก็บข้อมูล 3 วัน บันทึกข้อมูลเป็นราย 1 ชั่วโมง (เวลา 08:00 น. – 17:00 น.)

3.3.2.4 ทำการตรวจวัดค่าความชื้นในวัสดุที่ผนังอิฐดินดิบที่ได้ติดตั้งทั้ง 2 กล่องทดลอง และทำการตรวจวัดในวันเดียวกัน ทำการตรวจวัดค่าความชื้นในเนื้อวัสดุทั้งหมด 3 วัน ควรเป็นช่วงวันเวลาเดียวกันกับการตรวจวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อนำผลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน



รูปที่ 3.35 การวัดความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

รูปที่ 3.36 การวัดความชื้นในวัสดุ ที่ฐานกล่องทดลองวิจัย
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 รูปแบบตารางเก็บข้อมูลเครื่อง Testo comfort 174H

ทำการออกแบบตารางสำหรับเก็บผลการทดลอง ที่ทำการตรวจวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ ลงในตารางเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลการทดลองวิจัยต่อไป รูปแบบตารางเก็บข้อมูลมีดังต่อไปนี้

3.4.1 รูปแบบตารางบันทึกค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ทั้ง 3 วัน

เก็บบันทึกผลค่าอุณหภูมิอากาศบริเวณภายนอกกล่องทดลองและอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด

ตารางค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานดินอัด วันที่						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลางกล่องทดลอง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ย

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานคอนกรีต

ตารางค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานคอนกรีต วันที่						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลางกล่องทดลอง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ย

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

3.4.2 รูปแบบตารางบันทึกค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต

เก็บบันทึกผลค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกกล่องทดลองและค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานดินอัด

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานดินอัด วันที่						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลางกล่องทดลอง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ย

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

ตารางที่ 3.6 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานคอนกรีต

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานคอนกรีต วันที่						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลางกล่องทดลอง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ย

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

3.4.3 รูปแบบตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับต่าง ๆ

บันทึกข้อมูลการผลของค่าความชื้นสัมพัทธ์ ภายในกล่องทดลองที่ระดับต่าง ๆ

ตารางที่ 3.7 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับกึ่งกลาง

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับกึ่งกลาง วันที่		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	กึ่งกลางกล่องทดลอง บนฐานดินอัด	กึ่งกลางกล่องทดลอง บนฐานคอนกรีต

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

ตารางที่ 3.8 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 10 เซนติเมตร

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 10 เซนติเมตร วันที่		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานดินอัด	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานคอนกรีต

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 40 เซนติเมตร

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 40 เซนติเมตร วันที่		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานดินอัด	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานคอนกรีต

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

ตารางที่ 3.10 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 70 เซนติเมตร

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 70 เซนติเมตร วันที่		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานดินอัด	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานคอนกรีต

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

3.5 รูปแบบตารางเก็บข้อมูลเครื่อง Humitest MC-100S

3.5.1 รูปแบบตารางบันทึกค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของอิฐดินดิบผสมแกลบ ซึ่งทำการตรวจวัดในในห้องปรับอากาศ

เก็บบันทึกข้อมูลความชื้นในเนื้อวัสดุของก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบ โดยทำการเริ่มตรวจวัดค่าความชื้นก้อนอิฐดินดิบในสถาวะห้องปรับอากาศ

ตารางที่ 3.11 แสดงค่าค่าความชื้นของอิฐดินดิบผสมแกลบ ซึ่งทำการตรวจวัดในในห้องปรับอากาศ

วันที่	**ก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบที่จะนำมาทดลองวิจัย (%H_2O)**				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ก้อนที่ 4	เฉลี่ย

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

3.5.2 รูปแบบตารางบันทึกค่าความชื้นในวัสดุ บนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต

เก็บบันทึกผลค่าความชื้นในวัสดุที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 แสดงค่าความชื้นในวัสดุ บนฐานดินอัด

ตารางค่าความชื้นในวัสดุ บนฐานดินอัด วันที่				
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ฐานกล่องทดลอง	ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ		
		10 cm	40 cm	70 cm

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

ตารางที่ 3.13 แสดงค่าความชื้นในวัสดุ บนฐานคอนกรีต

ตารางค่าความชื้นในวัสดุ บนฐานคอนกรีต วันที่				
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ฐานกล่องทดลอง	ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ		
		10 cm	40 cm	70 cm

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

3.5.3 รูปแบบตารางค่าความชื้นในวัสดุที่ตำแหน่งและระดับต่าง ๆ

บันทึกข้อมูลการเปรียบเทียบผลของค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐติดดิบผสมแกลบที่ติดตั้งบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ภายในกล่องทดลองที่ตำแหน่งและระดับต่าง ๆ

ตารางที่ 3.14 แสดงความชื้นในเนื้อวัสดุ ที่ระดับฐาน

ตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุ ที่ระดับฐาน วันที่		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	กล่องทดลอง บนฐานดินอัด	กล่องทดลอง บนฐานคอนกรีต

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

ตารางที่ 3.15 แสดงค่าความชื้นในวัสดุผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ที่ระดับ 10 เซนติเมตร

ตารางค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 10 เซนติเมตร วันที่		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานดินอัด	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.16 แสดงค่าความชื้นในวัสดุผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ที่ระดับ 40 เซนติเมตร

ตารางค่าความชื้นในวัสดุ ที่ระดับ 40 เซนติเมตร วันที่		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานดินอัด	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานคอนกรีต

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

ตารางที่ 3.17 แสดงค่าความชื้นในวัสดุผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ที่ระดับ 70 เซนติเมตร

ตารางค่าความชุ่มชื้นในวัสดุที่ระดับ 70 เซนติเมตร วันที่		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานดินอัด	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานคอนกรีต

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
วิเคราะห์ผลการทดลองวิจัย

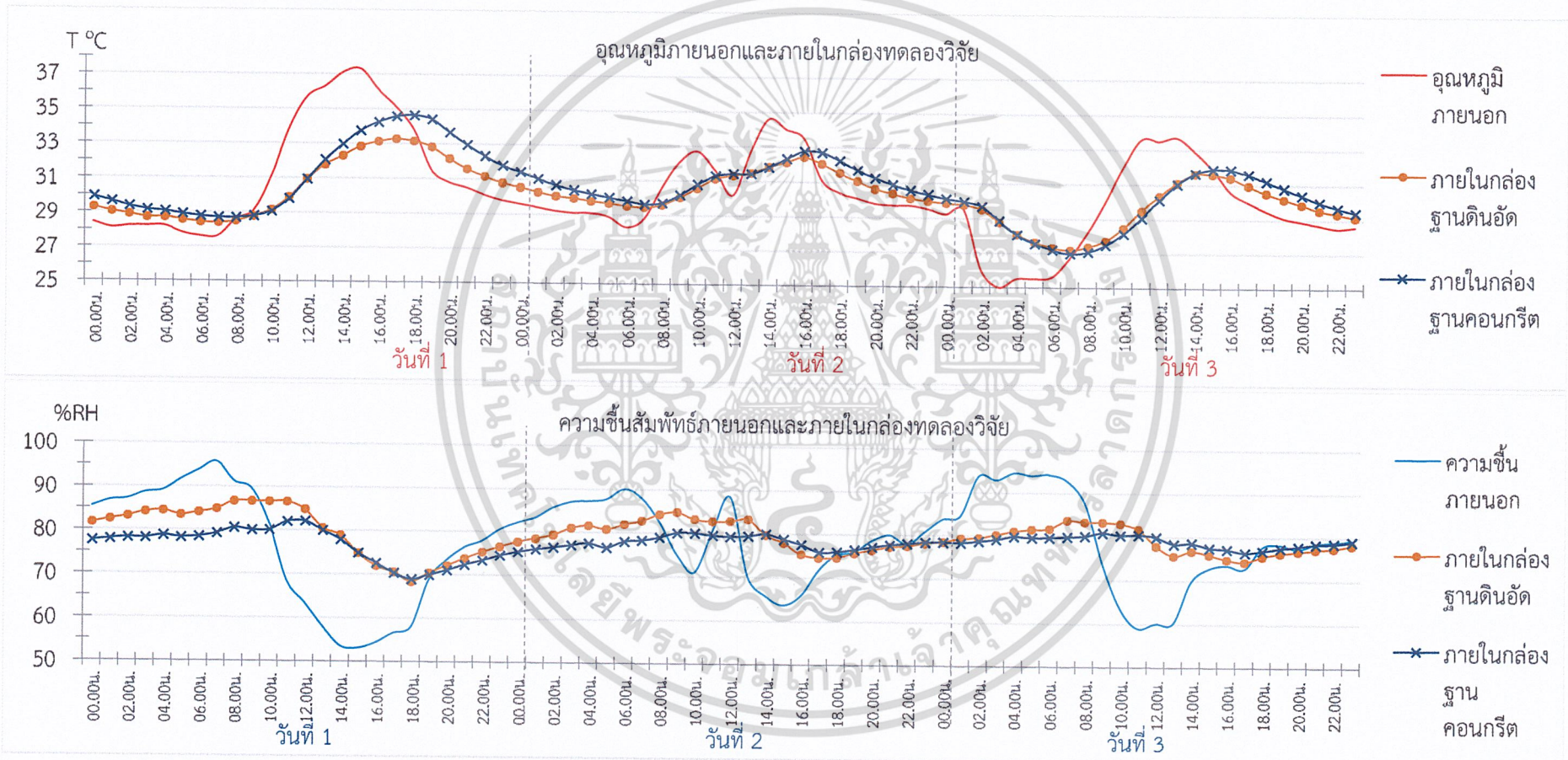
4.1 ผลของข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ของอากาศ

ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศทั้งภายใน-ภายนอกกล่องทดลองทั้งหมด 3 วัน บันทึกข้อมูลเป็นราย 1 ชั่วโมง (24 ชั่วโมง) เริ่มตั้งแต่เวลา 00.00 น.วันที่ 24 กรกฎาคม 2653 ถึง เวลา 23.00 น.วันที่ 26 กรกฎาคม 2653 จากการทดลองได้ผลดังนี้

หมายเหตุ เนื่องจากในช่วงเวลา วันที่ทำการทดลองวิจัย อยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม เป็นช่วงฤดูฝนได้มีฝนพรำและฝนตกเป็นระยะในบางช่วงเวลาทั้งกลางวันและกลางคืนบริเวณพื้นที่ที่ทำการทดลองวิจัย จึงทำให้ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก-ภายในกล่องทดลองวิจัย



รูปที่ 4.1 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก-ภายในกล่องทดลองวิจัย ทั้ง 3 วัน

ที่มา : ผู้วิจัย(2563)

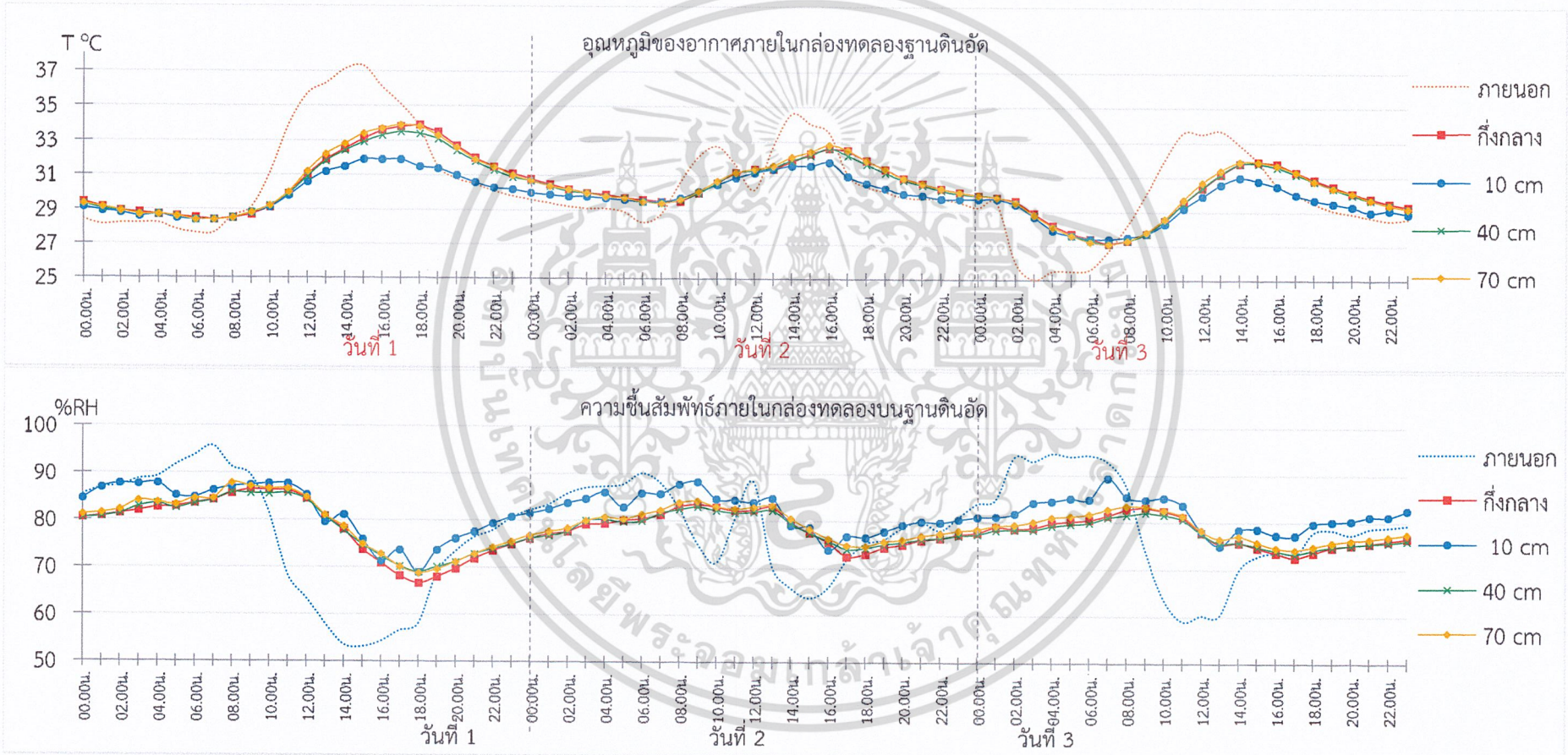
จากกราฟอุณหภูมิพบว่า อุณหภูมิที่ทำการตรวจวัดได้ พบว่าตั้งแต่ช่วงเวลา 00.00 น. - 07.00 น.ของทุก ๆ วัน อุณหภูมิภายนอกจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายในกล่องทดลอง โดยอุณหภูมิภายนอกจะเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 08.00 น.จนถึงอุณหภูมิอากาศสูงที่สุดในตอนกลางวันเวลา 14.00 น. หลังจากนั้นอุณหภูมิภายนอกกล่องทดลองจึงลดลงและเพิ่มอีกครั้ง เวลา 08.00 น.ของวันถัดไป ถึงแม้ว่าวันที่ 2 อุณหภูมิภายนอกจะมีค่าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกันช่วงเวลาไล่เลี่ยกัน เนื่องจากมีฝนตกเป็นระยะและฝนพรำในช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิภายนอกเฉลี่ยสูงกว่าอุณหภูมิภายในกล่องทดลอง อุณหภูมิภายในกล่องทดลองทั้ง 2 กล่อง มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันตลอดทั้งวัน ในช่วงเวลา 08.00 น. – 13.00 น. จะเป็นช่วงที่อุณหภูมิภายในกล่องทดลองมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด เวลา 17.00 น.อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองจะขึ้นสูงที่สุด ทั้ง 2 กล่อง โดยกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานคอนกรีตมีอุณหภูมิสูงกว่าฐานดินอัดประมาณ 1 ^{o}C อุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดลองจะลดลงหรือเพิ่มขึ้นคล้อยตามกันแตกต่างกันเพียง 1-3 ^{o}C และมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยใกล้เคียงกันอยู่ที่ 30 ^{o}C

จากกราฟค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกกล่องทดลอง เนื่องจาก วันที่ 1 และวันที่ 3 มีฝนตกในช่วงเช้ามืดช่วงเวลาประมาณ 03.00 น.-07.00 น.ทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกมีค่าสูงเฉลี่ยมากกว่า 90% ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกวันที่ 2 เนื่องจากมีฝนตกเป็นระยะตลอดวันในช่วงเวลากลางวัน ทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเพิ่มขึ้น-ลดลงเปลี่ยนแปลงชัดเจนในช่วงเวลาไล่เลี่ยกัน จากกราฟพบว่าทั้ง 3 วัน ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกสูงกว่าค่าความชื้นภายในกล่องทดลอง ตั้งแต่ช่วงเวลา 01.00 น. – 07.00 น. และค่อยๆ ลดลงเรื่อย ๆ จนลดต่ำสุดช่วงเวลา 14.00 น. ค่าความชื้นภายนอกต่ำสุดเฉลี่ย อยู่ที่ 63% ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกจะลดลงในเวลากลางวันและได้เพิ่มสูงขึ้นในเวลากลางคืนค่าความชื้นภายนอกเฉลี่ยไม่เกินที่ 78% และการทดลองเป็นระบบปิดไม่มีการระบายอากาศ จึงเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ภายในทั้ง 3 วัน จึงได้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ทำการติดตั้งก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบที่ติดตั้งบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตพบว่า ทั้ง 2 กล่องมีปริมาณค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงตลอดวัน เฉลี่ยมากกว่า 78% ซึ่งค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในจะลดลงในช่วง 14.00 น. - 18.00 น. และค่อยๆเพิ่มขึ้นจนค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันในช่วงเวลากลางคืน

สังเกตได้ว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีการแปรผกผันกัน เมื่ออุณหภูมิสูงความชื้นสัมพัทธ์จะต่ำ และเมื่อความชื้นต่ำอุณหภูมิจะสูงทั้งภายในและภายนอกกล่องทดลอง และจากผลการทดลองพบว่าภายในกล่องทดลองมีค่าความชื้นเฉลี่ยสูงตลอดทั้งวันถึงแม้ว่าจะมีช่วงเวลาที่ความชื้นลดลงแต่ค่าความชื้นก็ยังเฉลี่ยสูงกว่าค่าความชื้นภายในอาคารมาตรฐานกำหนด (ข้อมูลจาก ASHRAE ค่าความชื้นภายในอาคารควรมีค่าไม่เกิน 60%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในกล่องทดลองวิจัย ของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัด



รูปที่ 4.2 กราฟอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในกล่องทดลองบนฐานดินอัด ทั้ง 3 วัน

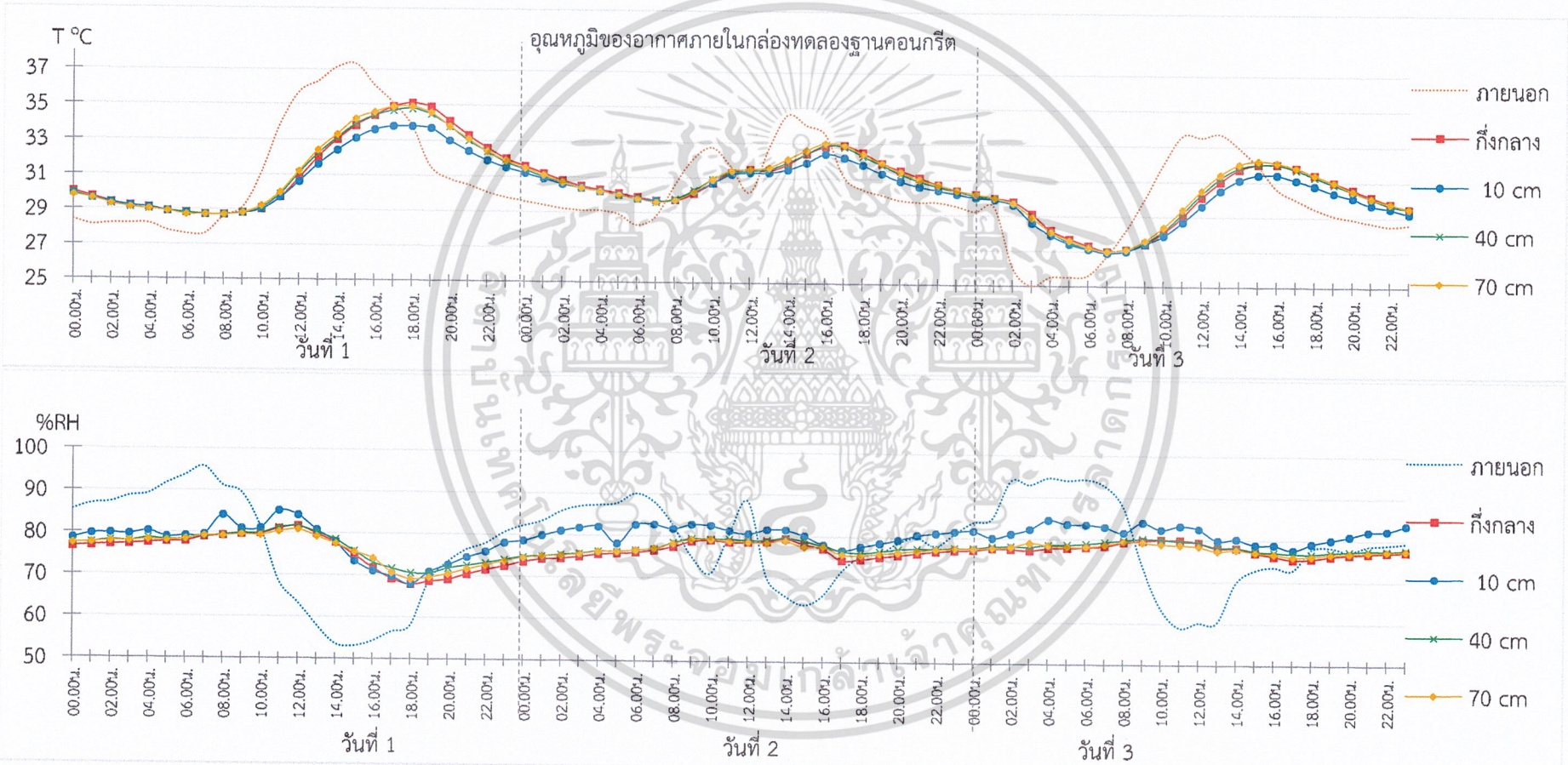
ที่มา : ผู้วิจัย(2563)

จากกราฟอุณหภูมิภายในกล่องทดลองบนฐานดินอัด พบว่าอุณหภูมิภายในตั้งแต่ช่วงเวลา 00.00 น. - 07.00 น. ของทุก ๆ วัน ค่าอุณหภูมิจะต่ำลงและเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่ช่วงเวลา 08.00 น. จนถึงอุณหภูมิอากาศสูงที่สุดในช่วงเย็น เวลา 17.00 น. - 18.00 น. ในทุกระดับ หลังจากนั้นอุณหภูมิภายในกล่องทดลองจึงลดต่ำลงและเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งในตอนเช้าเวลา 08.00 น.ของอีกวัน ค่าอุณหภูมิภายในที่ความสูงระดับต่าง ๆ พบว่า ทั้ง 3 วัน ในช่วงเวลา 08.00 น. – 13.00 น. จะเป็นช่วงที่อุณหภูมิภายในกล่องทดลองมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุดในทุกระดับที่ทำการตรวจวัดผล แต่ที่ระดับ 10 เซนติเมตรจะมีค่าต่ำกว่าระดับอื่น ๆ ในช่วงเวลาเที่ยงวันถึงเที่ยงคืนของอีกวัน ที่ระดับ 40 70 และที่กึ่งกลางกล่องทดลอง ค่าอุณหภูมิมีค่าใกล้เคียงกันตลอดทั้งวัน

จากกราฟค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดที่เก็บวัดผลได้มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงทุกระดับที่ทำการตรวจวัด พบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงที่สุดที่ 87% เวลา 08.00 น. อยู่ที่ระดับ 10 เซนติเมตร จากระดับฐานของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับ 10 เซนติเมตรจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าระดับอื่น ๆ ตลอดวัน บางช่วงเวลาต่างกันประมาณ 5-7% ค่าความชื้นสัมพัทธ์รองลงมาคือ ที่ระดับกึ่งกลางกล่องทดลอง ระดับความสูงที่ 40 เซนติเมตร และที่ระดับ 70 เซนติเมตร มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกัน ลดต่ำลงตามลำดับต่างกันไม่เกิน 1% ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องบนฐานดินอัดที่ต่ำสุดวัดได้ 72% เวลา 17.00 น. ที่จุดกึ่งกลางกล่องทดลอง สังเกตได้ว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์กับระดับความสูงของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบมีการแปรผกผันกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในกล่องทดลองวิจัย ของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานคอนกรีต



รูปที่ 4.3 กราฟอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในกล่องทดลองบนฐานคอนกรีต ทั้ง 3 วัน

ที่มา : ผู้วิจัย(2563)

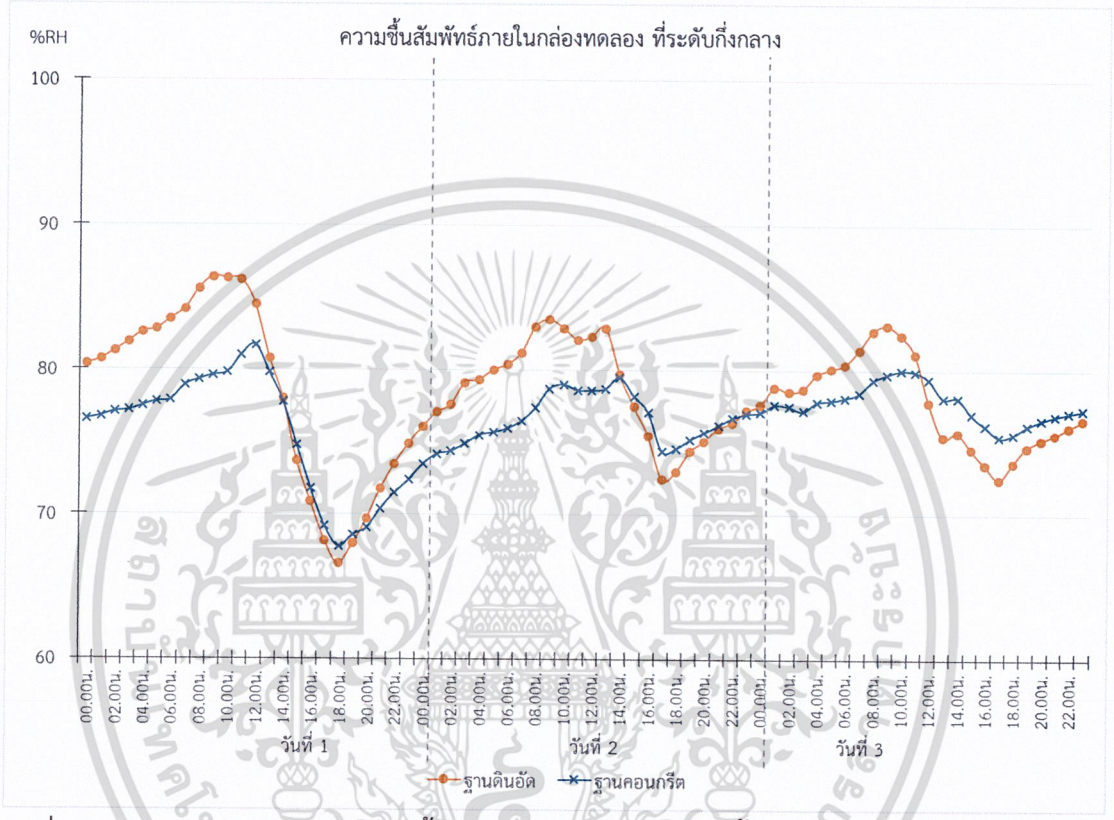
จากกราฟอุณหภูมิภายในกล่องทดลองบนฐานคอนกรีต พบว่าอุณหภูมิภายในตั้งแต่ช่วงเวลา 00.00 น. - 07.00 น. ของทุก ๆ วัน ค่าอุณหภูมิจะต่ำและเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่ช่วงเวลา 08.00 น. จนถึงอุณหภูมิอากาศสูงที่สุดในช่วงเย็น ช่วงเวลา 16.00 น. -18.00 น. ในทุกระดับ หลังจากนั้นอุณหภูมิภายในกล่องทดลองจึงลดลงและเพิ่มอีกครั้งในตอนเช้าเวลา 08.00 น.ของวันถัดไป ค่าอุณหภูมิภายในความสูงผนังอิฐดินดิบที่ระดับต่าง ๆ พบว่า ทั้ง 3 วัน ในช่วงเวลา 03.00 น. – 11.00 น. จะเป็นช่วงที่อุณหภูมิภายในกล่องทดลองมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุดในทุกระดับที่ทำการตรวจวัดผล แต่ที่ความสูงระดับ 10 เซนติเมตรจะมีค่าต่ำกว่าระดับอื่น ๆ ในช่วงเวลาเที่ยงวันถึงเที่ยงคืนของวันถัดไป ที่ระดับ 40 70 และที่กึ่งกลางกล่องทดลอง ค่าอุณหภูมิมีค่าใกล้เคียงกันตลอดวัน

จากกราฟค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานคอนกรีตที่เก็บวัดผลได้มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงทุกระดับที่ทำการตรวจวัด พบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงที่สุดที่ 83% เวลา 11.00 น. อยู่ที่ระดับ 10 เซนติเมตร จากระดับฐานพื้น ค่าความชื้นที่ระดับ 10 เซนติเมตรจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าระดับอื่น ๆ ตลอดทั้งวัน ประมาณ 3-5% ค่าความชื้นสัมพัทธ์รองลงมาคือ ระดับกึ่งกลางกล่องทดลอง ระดับ 40 เซนติเมตร และระดับ 70 เซนติเมตร มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกัน ลดลงตามลำดับต่างกันไม่เกิน 2% ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องบนฐานตอนกรีตที่ต่ำสุดวัดได้ 73% เวลา 18.00 น. ที่จุดกึ่งกลางกล่องทดลอง สังเกตได้ว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์กับระดับความสูงของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบมีการแปรผันตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ผลเปรียบเทียบของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและบนฐานคอนกรีต ที่ระดับต่าง ๆ

4.1.4.1 กราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับกึ่งกลางกล่อง



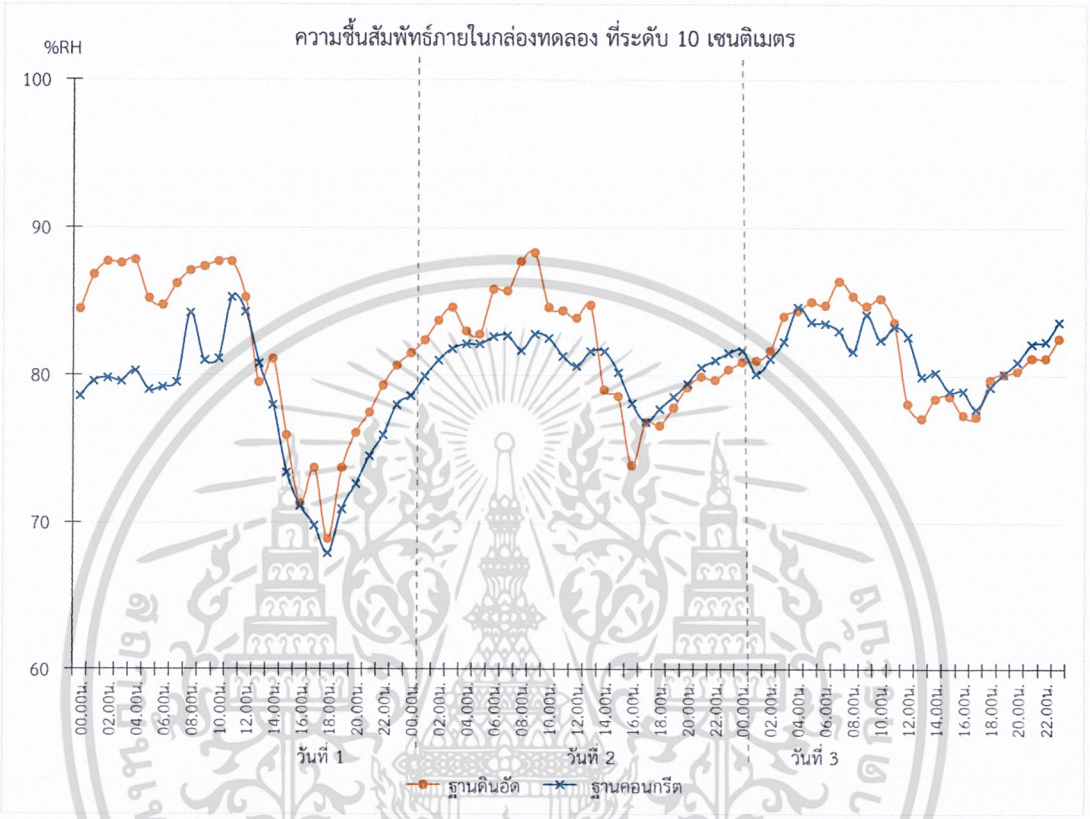
รูปที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับกึ่งกลาง

ที่มา : ผู้วิจัย(2563)

จากกราฟค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ระดับกึ่งกลางกล่องทดลองพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ภายในของทั้ง 2 กล่องทดลอง มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงเฉลี่ยมากกว่า 75% ค่าความชื้นสัมพัทธ์ สูงสุดช่วงเวลา 09.00 น.- 10.00 น. และลดต่ำลง ในช่วง 13.00 น.เป็นต้นไปจนถึง เวลา 18.00 น.หลังจากนั้นค่าความชื้นจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ทั้งวันเฉลี่ยสูงกว่าฐานคอนกรีต อยู่ประมาณ 5-7% จะมีช่วงเวลา14.00 น. - 20.00 น.ที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องฐานดินอัดต่ำกว่าภายในกล่องฐานคอนกรีต แต่ต่ำกว่าเพียง 1-2% ทำให้สังเกตได้ว่าค่าความชื้นภายในที่ระดับกึ่งกลาง กล่องฐานดินอัดมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าฐานคอนกรีต แต่เมื่อค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลง กล่องฐานดินอัดนั่นได้มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าฐานคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.2 กราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับ 10 เซนติเมตร



รูปที่ 4.5 กราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับ 10 เซนติเมตร

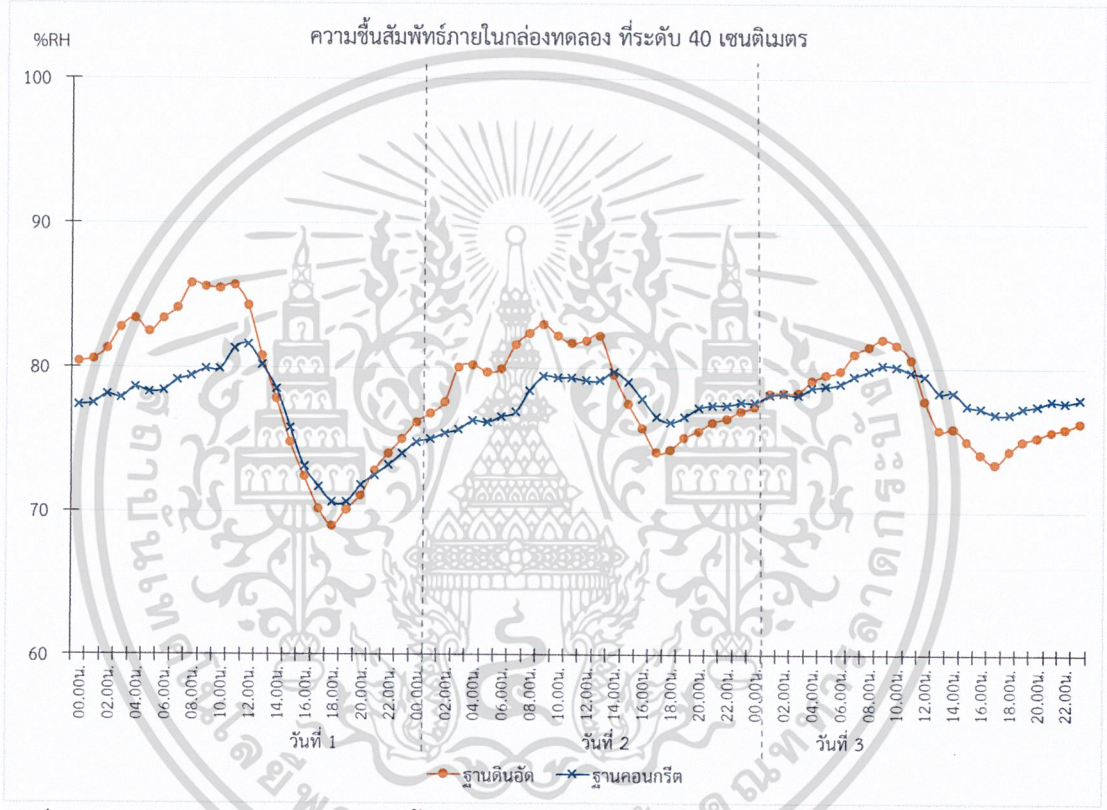
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

จากกราฟค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในที่ระดับ 10 เซนติเมตรพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ของทั้ง 2 กล่องทดลอง มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงเฉลี่ยที่ 80% ค่าคาวามชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดสูงกว่าฐานคอนกรีตเฉลี่ย 6-7% ถึงแม้ว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องที่ฐานดินอัดจะต่ำกว่าฐานคอนกรีต แต่เป็นเพียงช่วงเวลาสั้น ๆ เท่านั้น วันที่ 1 ช่วงเวลาตั้งแต่ 00.00 น. – 12.00 น. ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องฐานดินอัดมีค่าสูงกว่าฐานคอนกรีต และลดลงจนค่าใกล้เคียงกันเวลา 13.00 น. - 18.00 น. จนค่าความชื้นสัมพัทธ์จะลดลงต่ำสุดที่เวลา 18.00 น. หลังจากนั้นค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในช่วงเวลากลางคืน เนื่องจากวันที่ 2 มีฝนตกเป็นระยะตลอดทั้งวัน ทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูง ช่วงเวลา 00.00 น. – 12.00 น. มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องฐานดินอัดสูงกว่าฐานคอนกรีตและเริ่มลดลง ตั้งแต่เวลา 14.00 น. ค่าความชื้นสัมพันธ์ลดต่ำลงเรื่อย ๆ ทั้ง 2 กล่องทดลอง แต่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องฐานดินอัดมีค่าความชื้นขึ้นลงสลับกันตลอดทั้งวัน แต่ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าคล้อยตามกัน จนถึงเวลา 19.00 น คาวามชื้นจึงได้เพิ่มขึ้นอีกครั้ง วันที่ 3 ช่วงเวลา 00.00 น. - 10.00 น. ค่าความชื้นสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานพื้นดินอัดมีค่าความชื้นสูงกว่าฐานพื้นคอนกรีต จนถึงเวลา11.00 น.ความชื้นฐานพื้นดินอัดลดต่ำลงกว่าฐานพื้นคอนกรีต จนเวลา 17.00 น. ที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของทั้ง 2 กล่องทดลองมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกันมากที่สุด และค่าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นไปแนวทางเดียวกันตั้งแต่เวลา 19.00 น. เป็นต้นไป

4.1.4.3 กราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับ 40 เซนติเมตร



รูปที่ 4.6 กราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับ 40 เซนติเมตร

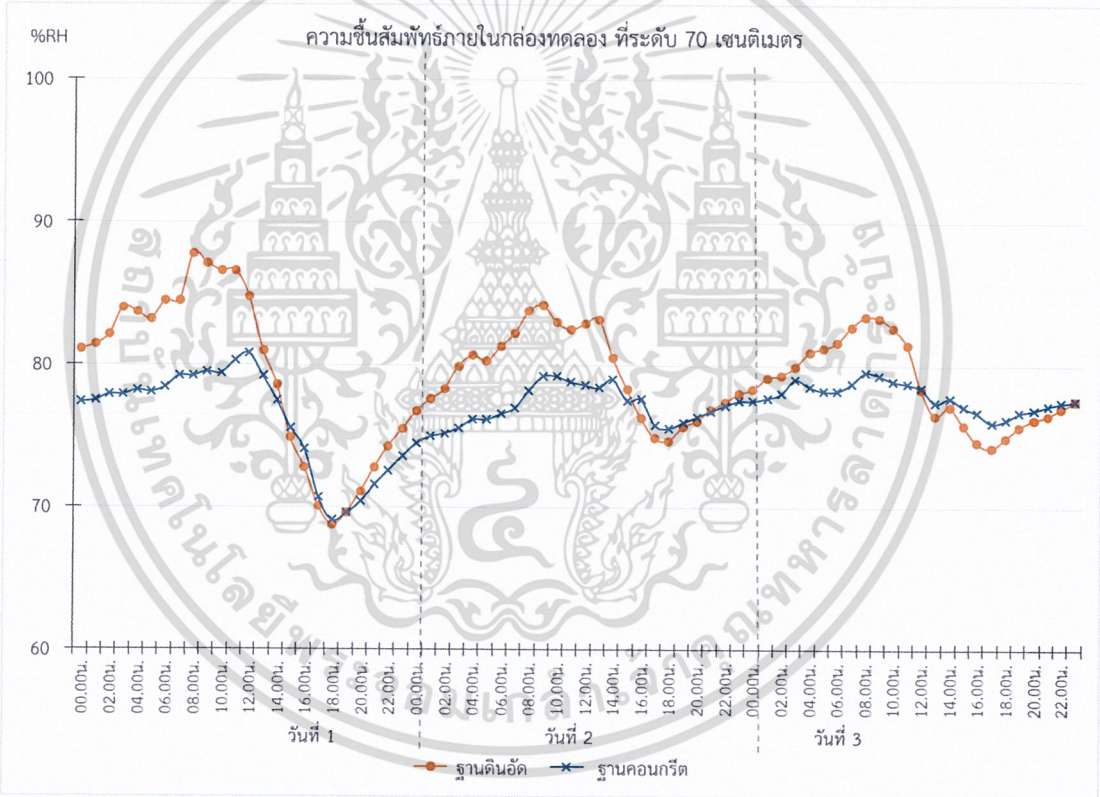
ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

จากกราฟค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ระดับ 40 เซนติเมตรสังเกตได้ว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นลดลงชัดเจนกว่าฐานพื้นคอนกรีต ฐานพื้นคอนกรีตค่าความชื้นจะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นและลดต่ำลง ตามช่วงเวลา สังเกตว่าในช่วงเวลาเดียวกันได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องบนฐานดินอัดมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าฐานคอนกรีต ความชื้นสัมพัทธ์ทั้ง 2 กล่องทดลอง มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงเฉลี่ยที่ 78 % ค่าคาวามชื้นสัมพัทธ์ที่กล่องบนฐานดินอัดสูงกว่าฐานคอนกรีตเฉลี่ยไม่เกิน 5% ค่าความชื้นสูงสุดอยู่ที่ช่วงเวลา 09.00 น.- 10.00 น.และช่วงเวลาตั้งแต่ 14.00 น.เป็นต้นไปค่าความชื้นภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกบบนฐานดินอัดจะต่ำกว่าบนฐานคอนกรีต ต่ำกว่าไม่

เอกสารนี้ก็เป็นของ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิน 3% วันที่ 1 ค่าความชื้นสัมพัทธ์บนฐานดินอัดสูงกว่าบนฐานคอนกรีต ตั้งแต่เวลา 00.00 น. – 13.00 น. ค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้ลดต่ำลง จนค่าใกล้เคียงกัน เวลาประมาณ 00.00 น. ของวันที่ 2 และค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในบนฐานดินอัดได้มีค่าสูงกว่าบนฐานคอนกรีตอีกครั้ง จนถึงช่วงบ่ายค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องบนฐานดินอัดได้ลดลงต่ำกว่า และเพิ่มขึ้นเรื่อยจนถึงช่วงเวลา 22.00 น. - 03.00 น. ค่าความชื้นของทั้งกล่องทดลองได้มีค่าความชื้นใกล้เคียงกัน และในช่วงเช้าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลอลที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดมีค่าสูงกว่าบนฐานคอนกรีตประมาณ 3% และได้ลดลงต่ำกว่าฐานคอนกรีตตั้งแต่ 10.00 น. เป็นต้นไป

4.1.4.4 กราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับ 70 เซนติเมตร



รูปที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับ 70 เซนติเมตร

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

จากกราฟค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ระดับ 70 เซนติเมตรสังเกตได้ว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นและลดต่ำลงชัดเจนกว่าบนฐานคอนกรีต ภายในกล่องทดลองบนฐานคอนกรีตค่าความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นและลดต่ำลงตามช่วงเวลา สังเกตว่าในช่วงเวลาเดียวกันความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องบนฐานดินอัดมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าบนฐานคอนกรีต ความชื้นสัมพัทธ์ภายในของทั้ง

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 กล่องทดลอง มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงเฉลี่ยไม่เกิน 78 % ค่าคาวามชื้นสัมพัทธ์ที่กล่องบนฐานดินอัดมีค่าสูงกว่าบนฐานคอนกรีตเฉลี่ย 6-7% ตั้งแต่เวลา 00.00 น. – 11.00 น.และค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดอยู่ที่ช่วงเวลา 08.00 - 09.00 น. และตั้งแต่เวลา14.00 น. เป็นต้นไป ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในของกล่องทดลองบนฐานดินอัดจะลดต่ำลงจนมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกันกับภายในกล่องทดลองบนฐานคอนกรีต และค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าต่ำกว่าไม่เกิน 1-2% ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดอยู่ที่ช่วงเวลา 18.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการเก็บข้อมูลค่าความชื้นในวัสดุ

เริ่มติดตั้งกล่องทดลองและอุปกรณ์ตรวจวัดค่าความชื้นในวัสดุ ตั้งแต่วันที่ 20 กรกฎาคม 2563 เพื่อควบคุมสภาวะภายในกล่องทดลอง จึงได้เริ่มเก็บค่าความชื้นในวัสดุ ทั้งหมด 3 วัน วันที่ 24 กรกฎาคม 2653 ถึง วันที่ 26 กรกฎาคม 2653 บันทึกข้อมูลเป็นราย 1 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่เวลา 08.00 น. ถึง เวลา 17.00 น. จากการทดลองวิจัยได้ผลดังนี้

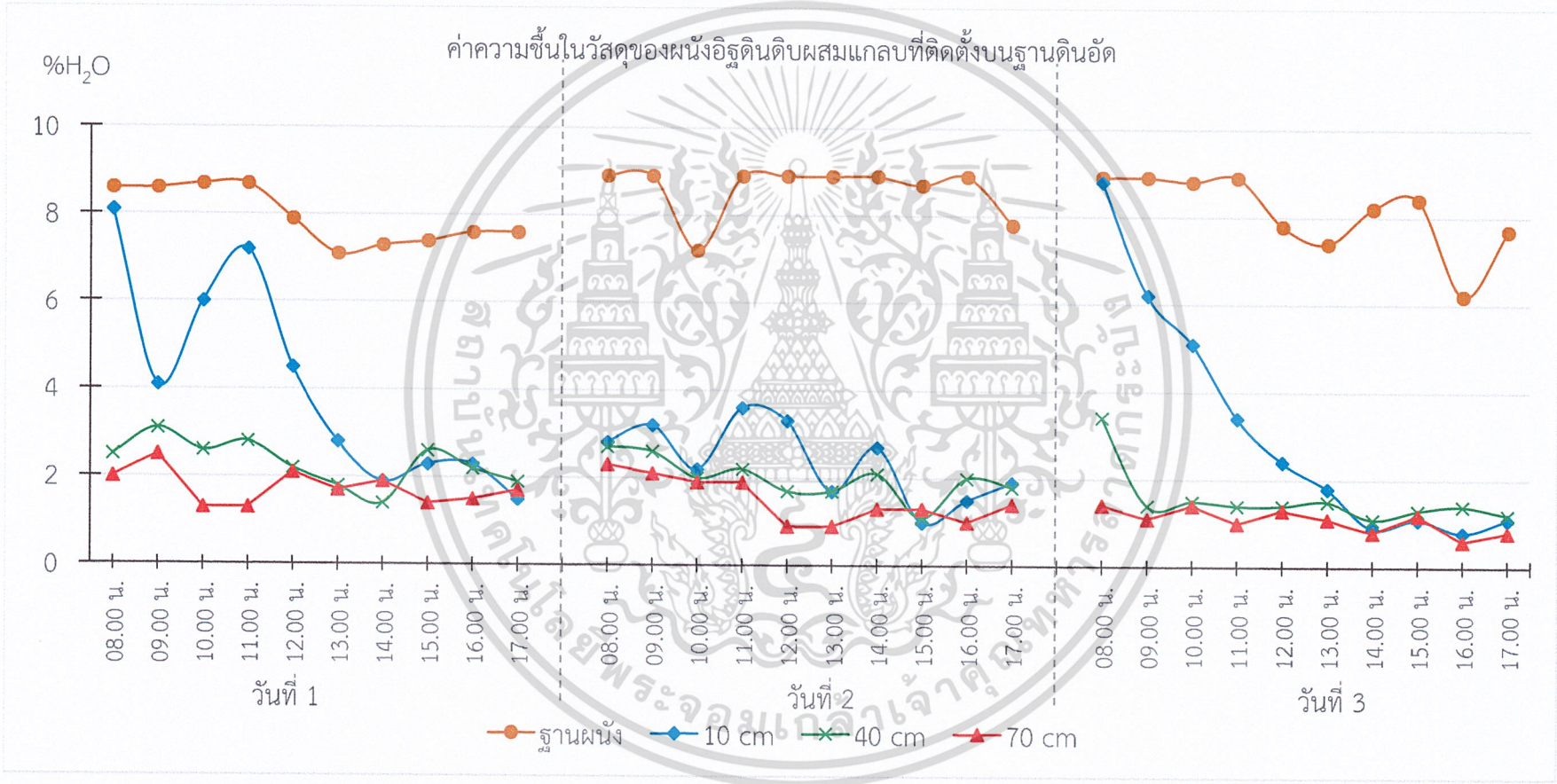
หมายเหตุ

1) การตรวจวัดค่าความชุ่มชื้นในเนื้อวัสดุ ทำการตรวจวัดได้เฉพาะในช่วงเวลากลางวัน (08.00น.-17.00 น.) เท่านั้น เนื่องจากสถานที่ทดลองวิจัยอยู่ภายในหน่วยงานสถานศึกษาซึ่งเป็นพื้นที่บังคับตามประกาศการเข้าใช้อาคารหน่วยงานในสถานการณ์ฉุกเฉิน COVID-19 จึงไม่สามารถทำการตรวจวัดและเก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือในภาคปฏิบัตินอกเวลาเวลาทำการได้

2) เนื่องจากในช่วงเวลา วันที่ทำการตรวจวัดผลการทดลองวิจัย อยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม เป็นช่วงฤดูฝนได้มีฝนพรำและฝนตกเป็นระยะในบางช่วงเวลาทั้งกลางวันและกลางคืนบริเวณพื้นที่ที่ทำการทดลองวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัด



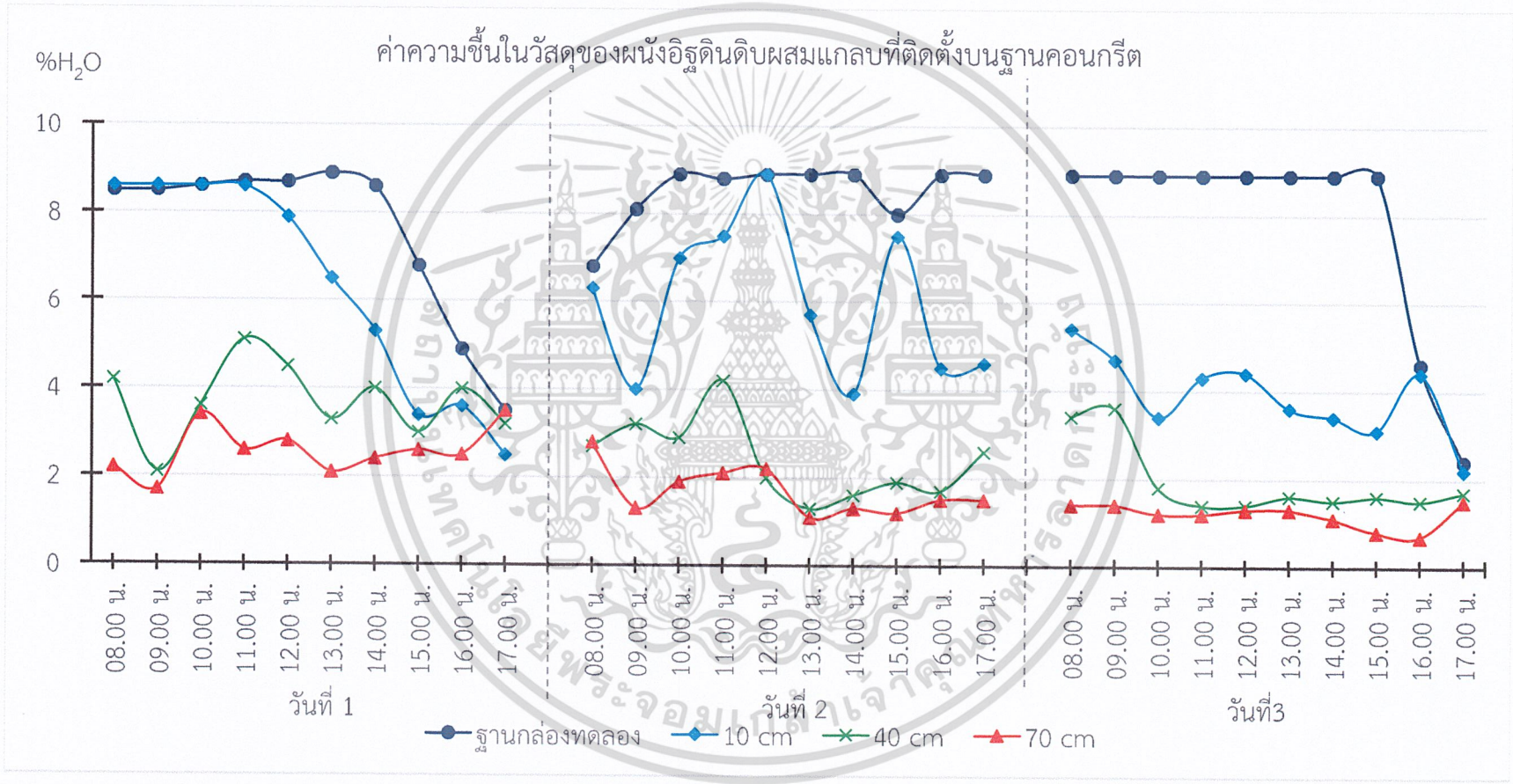
รูปที่ 4.8 ความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัด ทั้ง 3 วัน

ที่มา : ผู้วิจัย(2563)

จากกราฟความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัด วันที่ 1 มีฝนตกช่วงเวลา 05.00 น. – 07.00 น.พบว่า ที่ระดับฐานผนังในทุกช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดผลมีค่าความชื้นสูงที่สุด ค่าความชื้นในวัสดุเฉลี่ยที่ 7.9 %(g/kg) รองมาคือที่ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบระดับ 10 เซนติเมตร ค่าความชื้นในวัสดุ 8.6 %(g/kg) เวลา 08.00 น. เป็นช่วงเวลาที่ค่าความชื้นในวัสดุมีค่าสูงที่สุด หลังจากนั้นค่าความชื้นได้ลดต่ำลงเรื่อย ๆ ตามลำดับ และในระดับความสูงของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ที่ระดับ 40 และ 70 เซนติเมตร ค่าความชื้นในวัสดุจะมีค่าลดต่ำลง จนค่าความชื้นเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ที่ 1-3%(g/kg)ในความสูงทุกระดับ วันที่ 2 ได้มีฝนตกเป็นระยะตลอดช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดผล พบว่าค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับฐานมีค่าความชื้นสูงตลอดช่วงเวลาที่ตรวจวัดผลการทดลอง ค่าความชื้นเฉลี่ยสูงถึง ที่ระดับ 8.6 %(g/kg) ที่ระดับความสูง 10 40 และ 70 เซนติเมตรค่าความชื้นในวัสดุลดลงเรื่อย ๆ ตามระดับของความสูงผนัง ในทุกช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดจนค่าความชื้นในวัสดุทุระดับมีค่าใกล้เคียงกันต่างกันไม่ถึง 2%(g/kg) วันที่ 3 ได้มีฝนตกในเวลาเช้า เวลา 01.00 น. – 05.00 ที่ฐานพื้นมีค่าความชื้นสูงที่สุดค่าความชื้นสูงเฉลี่ยถึง 8.1 %(g/kg) รองมาคือที่ระดับ 10 เซนติเมตร ช่วงเช้ามีค่าความชื้นในวัสดุสูงกว่าตอนเที่ยงถึงเย็น และค่าความชื้นในวัสดุได้ลดลงเรื่อยตามระดับความสูงของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ตามระดับ 40 เซนติเมตรและน้อยที่สุดที่ 70 เซนติเมตร และลักษณะของกราฟที่ทั้ง 3 วันที่ทำการตรวจวัดผล สังเกตได้ว่าค่าความชื้นในวัสดุของอิฐดินดิบผสมแกลบที่ติดตั้งบนฐานดินอัด มีการแปรผกผันกับความสูงของผนังในทุกช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดผล กล่าวได้ว่า ค่าความชื้นในวัสดุสูงในบริเวณผนังที่ระดับความสูงต่ำ และค่าความชื้นมีปริมาณลดลงเรื่อย ๆ ตามระดับความสูงของผนังที่ระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานคอนกรีต



รูปที่ 4.9 ความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานคอนกรีต ทั้ง 3 วัน

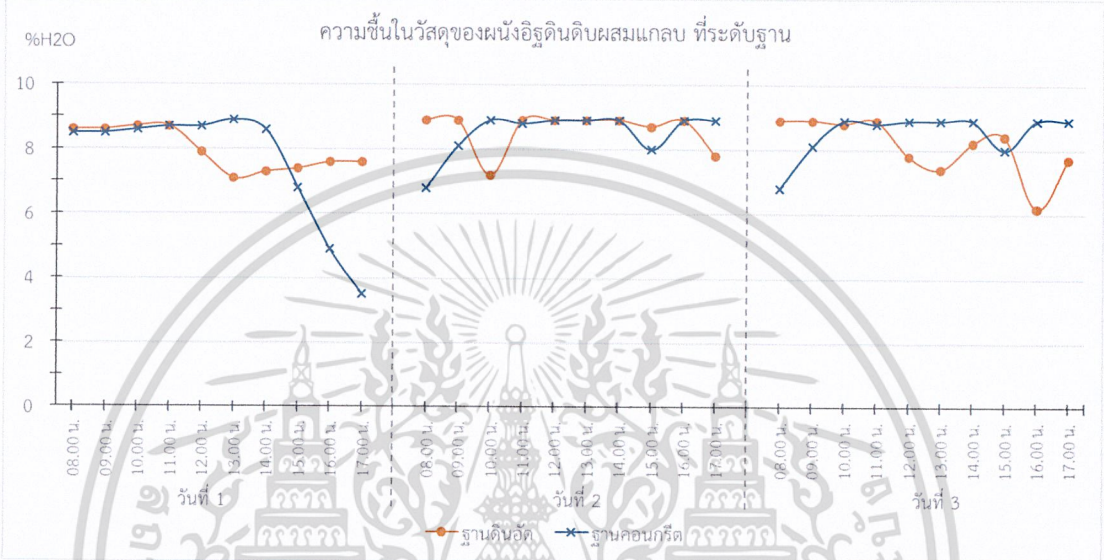
ที่มา : ผู้วิจัย(2563)

จากกราฟความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานคอนกรีต พบว่า วันที่ 1 มีฝนตกช่วงเวลา 05.00 น. – 07.00 น.พบว่า ที่ฐานพื้นในทุกช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดผลมีค่าความชื้นสูงที่สุดค่าความชื้นสูงเฉลี่ยถึง 7.6 %(g/kg) รองมาคือที่ระดับ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าความชื้นในวัสดุใกล้เคียงกับฐานพื้น และในระดับความสูงของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ที่ระดับ 40 และ 70 เซนติเมตรค่าความชื้นในวัสดุมีค่าลดลงเรื่อย จนค่าความชื้นเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ที่ 3-4 %(g/kg) สังเกตลักษณะเส้นกราฟของค่าความชื้นวันที่ 1 พบว่าค่าความชื้นในวัสดุที่ความสูงระดับต่างกับช่วงเวลาไม่มีความสัมพันธ์คล้อยตามกัน เวลา 08.00 น.- 15.00 น. ค่าความชื้นในวัสดุ ที่ฐานพื้นมีค่าสูงที่สด และลดลงไล่ระดับกับความสูงของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบตามระดับ 10 40 และ 70 แต่ในเวลากลางวันช่วง11.00 น. – 12.00 น. ค่าความชื้นในวัสดุมีค่าสูงกว่าช่วงเช้า และในช่วงเวลา 16.00 น.- 17.00 น. ที่ผนังระดับ 40 และ 70 เซนติเมตร ค่าความชื้นในวัสดุค่าใกล้เคียงกับฐานราก ซึ่งสูงกว่าระดับ 10 เซนติเมตร วันที่ 2 มีฝนตกเป็นระยะตลอดช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดผล พบว่าค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับฐานมีค่าความชื้นสูงตลอดช่วงเวลาที่ตรวจวัดผลการทดลอง ค่าความชื้นเฉลี่ยสูงถึง ที่ระดับ 8.5 %(g/kg) ที่ระดับความสูง 10 40 และ 70 เซนติเมตรค่าความชื้นในวัสดุลดลงเรื่อย ๆ ตามระดับของความสูงผนัง ในทุกช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัด วันที่ 3 ได้มีฝนตกในเวลาเช้า เวลา 01.00 น. – 05.00 ที่ฐานพื้นมีค่าความชื้นสูงที่สุดค่าความชื้นสูงเฉลี่ยถึง 7.6 %(g/kg) รองมาคือที่ระดับ 10 เซนติเมตร และค่าความชื้นในวัสดุได้ลดลงเรื่อยตามระดับความสูงของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ตามระดับ 40 เซนติเมตรและน้อยที่สุดที่ 70 เซนติเมตร ช่วงเวลา 08.00 น.-09.00 น.มีค่าความชื้นในวัสดุสูง หลังจากนั้นค่าความชื้นในวัสดุลดลงเรื่อย ๆ สัมพันธ์กับความสูงของผนังอิฐดินดิบและในช่วงเวลา 16.00 น.- 17.00 น. ค่าความชื้นในวัสดุค่าใกล้เคียงกันตลอดวันในทุกระดับ ค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ติดตั้งบนฐานคอนกรีตทั้ง 3 วันที่ทำการตรวจวัดผล สังเกตได้ว่าค่าความชื้นในวัสดุไม่แปรผกผันตรงกับความสูงของผนังในบางช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับต่าง ๆ

4.2.3.1 กราฟผลเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับฐานผนัง



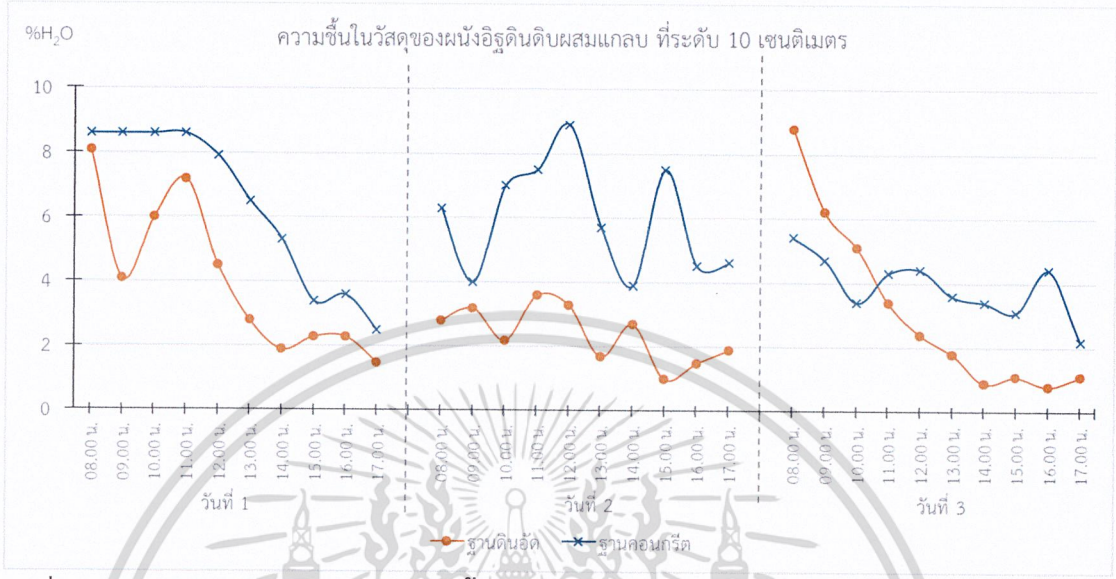
รูปที่ 4.10 กราฟผลเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับฐานผนัง

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

จากกราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตที่ระดับฐานผนัง พบว่าค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบที่ระดับฐานผนังบนฐานดินอัดและบนฐานคอนกรีตทั้ง 3 วัน เฉลี่ยที่ 8.2 %(g/kg) เท่ากัน วันที่ 1 ช่วงเวลา 08.00 น. – 11.00 น. ค่าความชื้นวัสดุที่ระดับฐานผนังบนฐานดินอัดและบนฐานคอนกรีตมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ติดตั้งบนฐานดินอัดจะเริ่มลดต่ำลง ตั้งแต่เวลา 12.00 น. เป็นต้นไป และที่ระดับฐานผนังบนฐานคอนกรีตค่าความชื้นในวัสดุจะเริ่มลดลงที่ช่วงเวลา14.00 น. และค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับฐานผนังบนฐานคอนกรีตจะลดลงต่ำกว่าที่ระดับฐานผนังบนฐานดินอัด เวลา 15.00 น. เป็นต้นไป วันที่ 2 เนื่องจาก มีฝนตกเป็นระยะตลอดช่วงเวลาที่ทำการวัดผล พบว่าค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับฐานผนังทั้ง บนฐานดินอัดและบนฐานคอนกรีต มีค่าความชื้นในวัสดุเฉลี่ยทั้งวันค่าใกล้เคียงกัน เฉลี่ยที่ 8.5%(g/kg) วันที่ 3 ค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับฐานผนังบนฐานดินอัด ช่วงเวลา 08.00 น. – 11.00 น. ค่าความชื้นในวัสดุจะสูงกว่าบนฐานคอนกรีต ค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับฐานผนังบนฐานดินอัดจะเริ่มลดต่ำลงกว่าค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานคอนกรีต ตั้งแต่เวลา 12.00 น. เป็นต้นไป และค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับฐานผนังบนฐานคอนกรีตจะมีค่าความชื้นในวัสดุสูงกว่าบนฐานดินอัดตลอดวันเฉลี่ยทที่ 8.5 %(g/kg) สูงกว่าบนฐานดินอัดเฉลี่ยที่ 0.4 %(g/kg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 กราฟผลเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับ 10 เซนติเมตร



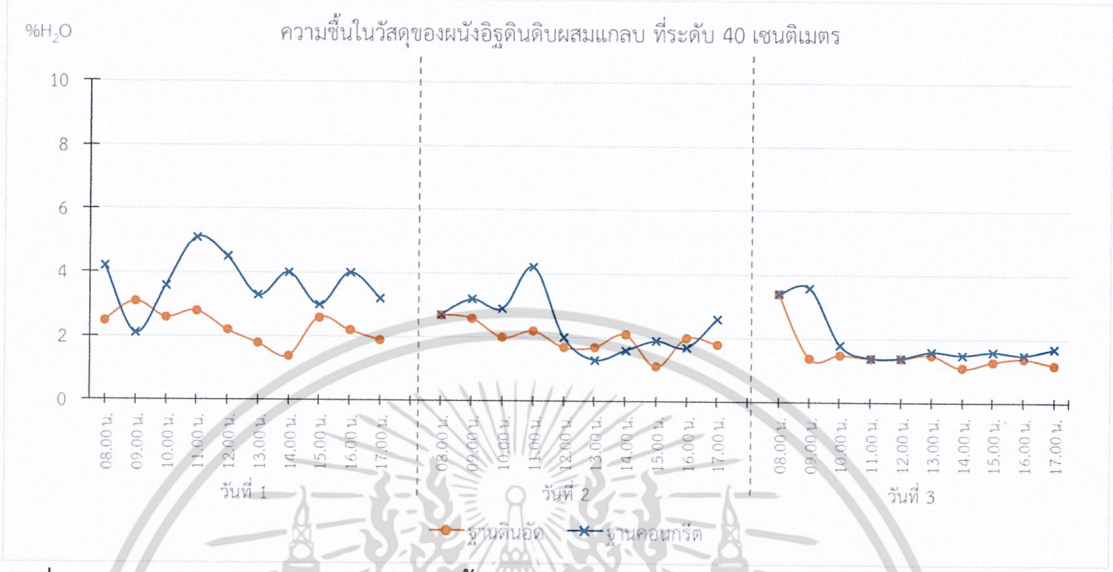
รูปที่ 4.11 กราฟผลเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับ 10 เซนติเมตร

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

จากกราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต10 เซนติเมตรทั้ง 3 วัน พบว่าค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบบนฐานดินอัดต่ำกว่าบนฐานคอนกรีตเฉลี่ยถึง 2.2 %(g/kg) โดยค่าความชื้นในวัสดุบนฐานดินอัดเฉลี่ยที่ 3.2 %(g/kg) และบนฐานคอนกรีตเฉลี่ยที่ 5.4 %(g/kg) วันที่ 1 ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานดินอัดต่ำกว่าฐานคอนกรีตตลอดวัน และค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและบนฐานคอนกรีต จะเริ่มลดต่ำลงตั้งแต่ช่วงเวลา 12.00 น. เป็นต้นไป วันที่ 2 เนื่องจาก มีฝนตกเป็นระยะตลอดช่วงเวลาที่ทำการวัดผล พบว่าค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานดินอัดต่ำกว่าบนฐานคอนกรีตต่ำกว่าเฉลี่ยถึง 3.6 %(g/kg) ค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัด เฉลี่ยที่ 2.4 %(g/kg) และบนฐานคอนกรีตเฉลี่ยที่ 6 %(g/kg) วันที่ 3 ค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ระดับ10 เซนติเมตร บนฐานดินอัดช่วงเวลา 08.00 น. – 10.00 น. มีค่าความชื้นในวัสดุสูงกว่าบนฐานคอนกรีต และค่าความชื้นในวัสดุสูงกว่าบนฐานดินอัดเริ่มลดลงต่ำกว่าบนฐานคอนกรีต ตั้งแต่เวลา 11.00 น. เป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.3 กราฟผลเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับ 40 เซนติเมตร



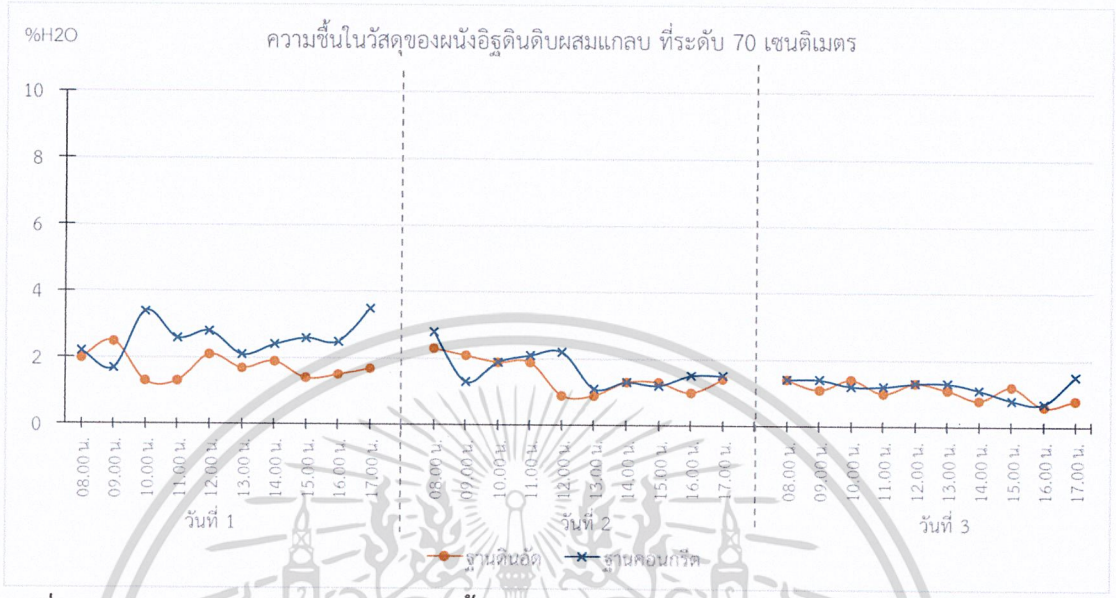
รูปที่ 4.12 กราฟผลเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตที่ระดับ 40 เซนติเมตร

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

จากกราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต 40 เซนติเมตรทั้ง 3 วัน พบว่าค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบบนฐานดินอัดต่ำกว่าบนฐานคอนกรีตเฉลี่ย 0.7 %(g/kg) โดยค่าความชื้นในวัสดุบนฐานดินอัดเฉลี่ยที่ 2 %(g/kg) และบนฐานคอนกรีตเฉลี่ยที่ 2.7 %(g/kg) วันที่ 1 ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ระดับ 40 เซนติเมตร ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดจะต่ำกว่าบนฐานคอนกรีตตลอดวัน วันที่ 2 ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ระดับ 10 เซนติเมตร ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดจะต่ำกว่าบนฐานคอนกรีต ช่วงเวลา 08.00 น. – 12.00 น. และช่วงเวลา 13.00 น. – 16.00 น. ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดจะสูงกว่าบนฐานคอนกรีต และค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดจะต่ำกว่าบนฐานคอนกรีต ช่วงเวลา 17.00 น. วันที่ 2 ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ระดับ 40 เซนติเมตร ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดจะต่ำกว่าบนฐานคอนกรีต ช่วงเวลา 08.00 น. – 10.00 น. และช่วงเวลา 11.00 น. – 13.00 น. ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและบนฐานคอนกรีต มีค่าใกล้เคียงกันเฉลี่ยที่ 1.5 %(g/kg) จากนั้นค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดจะกลับมาต่ำกว่าบนฐานคอนกรีตตั้งแต่เวลา 14.00 น. เป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.4 กราฟผลเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับ 70 เซนติเมตร



รูปที่ 4.13 กราฟผลเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ที่ระดับ 70 เซนติเมตร

ที่มา: ผู้วิจัย (2563)

จากกราฟเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต 70 เซนติเมตรทั้ง 3 วัน พบว่าค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบบนฐานดินอัดต่ำกว่าบนฐานคอนกรีตเฉลี่ย 0.4 %(g/kg) โดยค่าความชื้นในวัสดุบนฐานดินอัดเฉลี่ยที่ 1.4 %(g/kg) และบนฐานคอนกรีตเฉลี่ยที่ 1.8 %(g/kg) วันที่ 1 ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ระดับ 70 เซนติเมตร ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดจะต่ำกว่าบนฐานคอนกรีตเกือบตลอดวัน มีแค่ช่วงเวลา 09.00 น. ที่ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดจะสูงกว่าบนฐานคอนกรีต วันที่ 2 ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ระดับ 70 เซนติเมตร ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตเฉลี่ยค่าใกล้เคียงกันตลอดวัน โดยบนฐานดินอัดจะต่ำกว่าบนฐานคอนกรีตเพียงเล็กน้อยเฉลี่ย 0.2 %(g/kg) เท่านั้น วันที่ 3 ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ระดับ 70 เซนติเมตร ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตเฉลี่ยค่าใกล้เคียงกันมากที่สุดตลอดวัน โดยค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตต่างกันเพียงเล็กน้อยเฉลี่ย 0.1 %(g/kg) เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ เพื่อหาพฤติกรรมการเกิดความชื้นอิฐดินดิบผสมแกลบและเปรียบเทียบปริมาณค่าความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ติดตั้งบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต จึงได้ทำการทดลองวิจัยเพื่อศึกษาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบแล้วได้ผลสรุปดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษาพฤติกรรมการเกิดความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่เกิดขึ้น

สรุปการทดลองวิจัยได้ว่าพฤติกรรมมีความชื้นที่เกิดขึ้นกับผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ติดตั้งบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ได้ดังนี้

- ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบทั้งบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตนั้น มีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 75% - 80% ตลอดวัน
- ค่าความชื้นสัมพัทธ์กับระดับความสูงของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบมีการแปรผกผันกัน ที่ระดับความสูงผนังอิฐดินดิบผสมแกลบระดับต่ำค่าความชื้นสัมพัทธ์จะสูง และเมื่อที่ระดับผนังอิฐดินดิบผสมแกลบสูงขึ้นความชื้นสัมพัทธ์จะลดต่ำลง
- ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่แนวระดับของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบพบว่าที่ระดับ 10 เซนติเมตร จะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มสูงขึ้นและลดต่ำลงชัดเจนกว่ามากกว่าที่แนวระดับ 40 70 เซนติเมตรและกึ่งกลางกล่อง ในช่วงเวลาเดียวกัน ที่ระดับอื่น ๆ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับความสูงผนังที่สูงขึ้นไป จะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลงตามระดับในปริมาณรูปแบบไต่ระดับใกล้เคียงกัน
- สามารถเรียงลำดับค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองจากแนวระดับที่มีค่ามากไปหาน้อยได้ดังนี้ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ10 เซนติเมตร > ระดับ 40 เซนติเมตร > ระดับ 70 เซนติเมตร > กึ่งกลางกล่องทดลอง

- ค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ระดับฐานผนังจะมีค่าความชื้นในวัสดุมากกว่าที่ระดับผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่สูงขึ้นไป
- ค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบลดต่ำลงตามระดับความสูงของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ เรียงตามระดับความสูงของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ระดับ 10 40 และ 70 เซนติเมตรตามลำดับ
- ค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบกับระดับความสูงของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบมีการแปรผกผันกัน ที่ระดับความสูงของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบระดับต่ำค่าความชื้นในวัสดุจะสูง และเมื่อที่ระดับผนังอิฐดินดิบผสมแกลบสูงขึ้นค่าความชื้นในวัสดุจะลดต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถเรียงลำดับค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ที่เกิดขึ้นจากระดับที่มีค่าน้อยไปหามากได้ดังนี้ ความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ที่ฐานผนัง > ที่ระดับ10 เซนติเมตร > ที่ระดับ 40 เซนติเมตร > ที่ระดับ 70 เซนติเมตร

5.2 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ที่ติดตั้งบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต

สรุปผลการเปรียบเทียบค่าความชื้นของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ ที่ติดตั้งบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีต ได้ดังนี้

- ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่แนวระดับของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบที่ความสูงระดับ 10 เซนติเมตร มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงเฉลี่ยที่ 80% ค่าคาวามชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดสูงกว่าฐานคอนกรีตเฉลี่ย 6-7%

- ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในกล่องทดลองที่ติดตั้งผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนคอนกรีต

- ค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตที่ระดับฐานผนังมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ที่ระดับ 10 เซนติเมตรค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดจะต่ำกว่าบนฐานคอนกรีตมากที่สุด ที่ระดับ 40 เซนติเมตรค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบบนฐานดินอัดต่ำกว่าบนฐานคอนกรีต และที่ระดับ 70 เซนติเมตร ค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดและฐานคอนกรีตเฉลี่ยค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด

- ค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานดินอัดมีค่าความชื้นในวัสดุผนังอิฐดินดิบผสมแกลบต่ำกว่าค่าความชื้นในวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบบนฐานคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะการศึกษาและแนวการป้องกันเพิ่มเติม

5.3.1 การทดลองเป็นเพียงการวัดของวันที่ 24 กรกฎาคม 2653 ถึง วันที่ 26 กรกฎาคม 2653 เท่านั้น ควรจะต้องมีการวัดในหลากหลายฤดูเพื่อจะได้ผลที่แตกต่างกันมาเปรียบเทียบ

5.3.2 ควรทำการทดลองในหลายสถานที่ เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมและให้ได้อุณหภูมิและความชื้นที่แตกต่างกันเพื่อนำผลมาเปรียบเทียบกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

วิทยานิพนธ์

กตัญชลี เวชวิมล. 2543. “อิทธิพลของความชื้นและแสงแดดต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในวัด.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิรัฐิติ์ บรรจงศิริ และ จักรี ติยะวงศสุวรรณ. 2548. “การทดสอบคุณสมบัติของอิฐดินดิบที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านดิน”. สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร, มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์.

ณภัทร ศรีวัฒนประยูร,นฤมล แสนเสน และ พิมพ์ณภัทร จันทร์ศรี. 2552. “การศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังของบ้านดิน.” รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ดนัย นิลสกุล. 2546. “การอนุรักษ์ตึกดินในอีสานใต้.” วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดวงนภา ศิลปะสาย. 2546 “บ้านดิน : สถาปัตยกรรมทางเลือก.” วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ดารณี จารีมิตร. 2561. “การจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของความชื้นในผนังอาคารบ้านพักอาศัยในเขตร้อน-ชื้น.” วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วณิชกานต์ เหล่าสมาธิกุล. 2560. “แนวทางการแก้ปัญหาความชื้นในผนังอุโบสถ : กรณีศึกษา วัดเชิงเลน จังหวัดนครปฐม.” วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

วิทยา วัชรไตรรงค์ 2545. “กระบวนการร่วมกันสร้างที่อยู่อาศัยด้วยตนเอง กรณีศึกษาบ้านดิน บ้านเทพพนา อำเภอเทพสถิตย์ จังหวัดชัยภูมิ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนัญญา โพธิประดิษฐ. 2554 “ความผันแปรของการสะสมความชื้นในผนังอาคารโบราณสถานบางแห่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

อิทธิศักดิ์ ขวัญบุญจันทร์. 2562. “การศึกษาสภาวะความชื้นภายในบ้านดิน กรณีศึกษา: อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

บทความวิชาการ

แกวกนก สุดจริง และผศ.ดร.ยิ่งสวัสดิ์ไชยะกุล. 2555. “การควบคุมความชื้นในอาคารโดยผนังอาคาร.” **วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น** ปีที่11 : 52-61

นราธิป ทับทัน. 2556. “ชุมชนต้นแบบการเรียนรู้แนวทางการใช้วัสดุทางเลือกในการก่อสร้างอาคาร กรณีศึกษา ชุมชนบ้านปรางค์เก่า ตำบลกุดน้อย อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา.” **วารสารปัญญาภิวัฒน์.** ปีที่5(1) : 83-96

ศุภชัย มนนามอญ และ พรชัย เทพปัญญา. 2557 “การประเมินผลประสิทธิภาพบ้านดินในท้องถิ่นชนบท.” วารสารวิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการมข. ปีที่7(2) : 62-79

สิทธิพงษ เพิ่มพิทักษ์. 2555“เทคนิควิธีการสร้างบ้านดิน.” วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่2(2) : 92-102

สริน พินิจ. 2557. “ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและการเสื่อมสภาพของผนังอาคารโบราณสถาน กรณีศึกษา : พระอุโบสถ วัดนิเวศธรรมประวัติ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.” ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2557(2) : 212-218

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงผลค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด
วันที่ 24 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด วันที่ 24 กรกฎาคม 2563						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลาง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ยภายในกล่องทดลอง
00.00 น.	28.40	29.40	29.10	29.30	29.30	29.28
01.00 น.	28.10	29.10	28.90	29.00	29.10	29.03
02.00 น.	28.20	28.90	28.80	28.90	28.90	28.88
03.00 น.	28.20	28.80	28.60	28.70	28.70	28.70
04.00 น.	28.20	28.70	28.70	28.70	28.70	28.70
05.00 น.	27.80	28.60	28.50	28.60	28.60	28.58
06.00 น.	27.60	28.50	28.40	28.40	28.40	28.43
07.00 น.	27.60	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40
08.00 น.	28.60	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50
09.00 น.	29.10	28.70	28.80	28.80	28.80	28.78
10.00 น.	31.10	29.10	29.10	29.20	29.20	29.15
11.00 น.	33.90	29.90	29.80	29.90	30.00	29.90
12.00 น.	35.70	31.00	30.60	30.90	31.20	30.93
13.00 น.	36.30	31.90	31.20	31.80	32.20	31.78
14.00 น.	37.10	32.50	31.50	32.40	32.80	32.30
15.00 น.	37.30	33.10	31.90	32.90	33.40	32.83
16.00 น.	36.10	33.60	31.90	33.30	33.70	33.13
17.00 น.	35.10	33.80	31.90	33.50	33.90	33.28
18.00 น.	33.80	33.90	31.50	33.40	33.80	33.15
19.00 น.	31.50	33.50	31.40	33.10	33.30	32.83
20.00 น.	30.80	32.70	31.00	32.40	32.60	32.18
21.00 น.	30.50	32.00	30.60	31.80	31.90	31.58
22.00 น.	30.10	31.50	30.30	31.30	31.50	31.15
23.00 น.	29.80	31.10	30.20	30.90	31.00	30.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงผลค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด
วันที่ 25 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด วันที่ 25 กรกฎาคม 2563						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลาง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ยภายในกล่องทดลอง
00.00 น.	29.60	30.80	30.00	30.70	30.70	30.55
01.00 น.	29.40	30.50	29.90	30.40	30.40	30.30
02.00 น.	29.20	30.20	29.80	30.10	30.20	30.08
03.00 น.	29.10	30.00	29.80	30.00	30.00	29.95
04.00 น.	29.10	29.90	29.70	29.80	29.80	29.80
05.00 น.	28.90	29.70	29.60	29.70	29.70	29.68
06.00 น.	28.30	29.60	29.50	29.50	29.50	29.53
07.00 น.	28.80	29.50	29.50	29.40	29.40	29.45
08.00 น.	30.60	29.50	29.70	29.60	29.60	29.60
09.00 น.	32.10	30.00	30.10	30.00	30.10	30.05
10.00 น.	32.70	30.60	30.50	30.60	30.70	30.60
11.00 น.	31.60	31.20	30.90	31.20	31.20	31.13
12.00 น.	30.20	31.40	31.20	31.30	31.40	31.33
13.00 น.	32.70	31.40	31.40	31.50	31.60	31.48
14.00 น.	34.60	31.80	31.60	31.90	32.10	31.85
15.00 น.	34.00	32.30	31.60	32.20	32.40	32.13
16.00 น.	33.50	32.60	31.80	32.60	32.80	32.45
17.00 น.	31.10	32.50	31.00	32.20	32.50	32.05
18.00 น.	30.40	31.90	30.60	31.70	31.90	31.53
19.00 น.	30.10	31.40	30.30	31.20	31.40	31.08
20.00 น.	29.80	30.90	30.00	30.80	30.90	30.65
21.00 น.	29.70	30.60	29.90	30.50	30.60	30.40
22.00 น.	29.70	30.30	29.70	30.20	30.30	30.13
23.00 น.	29.50	30.10	29.70	30.00	30.10	29.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงผลค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด
วันที่ 26 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด วันที่ 26 กรกฎาคม 2563						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลาง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ยภายในกล่องทดลอง
00.00 น.	29.20	29.90	29.70	29.90	29.90	29.85
01.00 น.	29.50	29.80	29.70	29.80	29.80	29.78
02.00 น.	26.00	29.60	29.40	29.50	29.50	29.50
03.00 น.	25.00	28.90	28.70	28.80	28.80	28.80
04.00 น.	25.50	28.20	27.90	28.10	28.10	28.08
05.00 น.	25.50	27.70	27.60	27.60	27.60	27.63
06.00 น.	25.60	27.40	27.40	27.30	27.20	27.33
07.00 น.	26.70	27.10	27.40	27.10	27.10	27.18
08.00 น.	28.20	27.30	27.50	27.30	27.30	27.35
09.00 น.	30.00	27.70	27.70	27.70	27.80	27.73
10.00 น.	32.00	28.50	28.30	28.50	28.60	28.48
11.00 น.	33.60	29.50	29.20	29.50	29.70	29.48
12.00 น.	33.50	30.40	29.90	30.40	30.70	30.35
13.00 น.	33.70	31.20	30.60	31.20	31.40	31.10
14.00 น.	32.90	31.80	31.00	31.80	31.90	31.63
15.00 น.	31.90	31.90	30.80	31.80	31.90	31.60
16.00 น.	30.60	31.80	30.50	31.60	31.70	31.40
17.00 น.	30.00	31.30	30.00	31.20	31.30	30.95
18.00 น.	29.50	30.90	29.70	30.80	30.80	30.55
19.00 น.	29.10	30.50	29.50	30.40	30.40	30.20
20.00 น.	28.90	30.10	29.30	30.00	30.10	29.88
21.00 น.	28.70	29.80	29.00	29.70	29.70	29.55
22.00 น.	28.50	29.50	29.10	29.40	29.40	29.35
23.00 น.	28.60	29.30	28.90	29.20	29.20	29.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงผลค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นคอนกรีต
วันที่ 24 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นคอนกรีต วันที่ 24 กรกฎาคม 2563						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลาง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ยภายในกล่องทดลอง
00.00 น.	28.40	30.00	29.90	29.90	29.80	29.90
01.00 น.	28.10	29.70	29.60	29.60	29.60	29.63
02.00 น.	28.20	29.40	29.40	29.30	29.30	29.35
03.00 น.	28.20	29.20	29.20	29.10	29.10	29.15
04.00 น.	28.20	29.10	29.10	29.00	29.00	29.05
05.00 น.	27.80	28.90	28.90	28.90	28.90	28.90
06.00 น.	27.60	28.80	28.80	28.80	28.70	28.78
07.00 น.	27.60	28.70	28.70	28.70	28.70	28.70
08.00 น.	28.60	28.70	28.70	28.70	28.70	28.70
09.00 น.	29.10	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80
10.00 น.	31.10	29.00	29.00	29.10	29.20	29.08
11.00 น.	33.90	29.70	29.70	29.90	30.00	29.83
12.00 น.	35.70	30.80	30.60	31.10	31.20	30.93
13.00 น.	36.30	32.00	31.60	32.20	32.40	32.05
14.00 น.	37.10	33.00	32.40	33.10	33.30	32.95
15.00 น.	37.30	33.80	33.10	33.90	34.20	33.75
16.00 น.	36.10	34.40	33.60	34.40	34.60	34.25
17.00 น.	35.10	34.90	33.80	34.70	34.90	34.58
18.00 น.	33.80	35.10	33.80	34.80	34.90	34.65
19.00 น.	31.50	34.90	33.70	34.50	34.60	34.43
20.00 น.	30.80	34.10	33.00	33.80	33.80	33.68
21.00 น.	30.50	33.30	32.40	33.00	33.10	32.95
22.00 น.	30.10	32.60	31.90	32.40	32.40	32.33
23.00 น.	29.80	32.00	31.50	31.80	31.90	31.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงผลค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นคอนกรีต
วันที่ 25 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นคอนกรีต วันที่ 25 กรกฎาคม 2563						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลาง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ยภายในกล่องทดลอง
00.00 น.	29.60	31.60	31.20	31.40	31.50	31.43
01.00 น.	29.40	31.20	30.90	31.00	31.10	31.05
02.00 น.	29.20	30.80	30.60	30.70	30.70	30.70
03.00 น.	29.10	30.50	30.40	30.40	30.40	30.43
04.00 น.	29.10	30.30	30.20	30.20	30.20	30.23
05.00 น.	28.90	30.10	30.00	30.00	30.00	30.03
06.00 น.	28.30	29.90	29.80	29.80	29.80	29.83
07.00 น.	28.80	29.70	29.70	29.60	29.60	29.65
08.00 น.	30.60	29.70	29.70	29.80	29.70	29.73
09.00 น.	32.10	30.10	30.20	30.30	30.20	30.20
10.00 น.	32.70	30.70	30.70	30.90	30.90	30.80
11.00 น.	31.60	31.30	31.20	31.30	31.40	31.30
12.00 น.	30.20	31.50	31.30	31.40	31.50	31.43
13.00 น.	32.70	31.40	31.30	31.50	31.60	31.45
14.00 น.	34.60	31.80	31.50	31.90	32.10	31.83
15.00 น.	34.00	32.40	31.90	32.40	32.60	32.33
16.00 น.	33.50	32.80	32.40	32.90	33.00	32.78
17.00 น.	31.10	32.90	32.20	32.80	32.90	32.70
18.00 น.	30.40	32.50	31.80	32.30	32.40	32.25
19.00 น.	30.10	31.90	31.30	31.80	31.90	31.73
20.00 น.	29.80	31.50	30.90	31.30	31.40	31.28
21.00 น.	29.70	31.10	30.60	30.90	31.00	30.90
22.00 น.	29.70	30.70	30.40	30.60	30.70	30.60
23.00 น.	29.50	30.40	30.20	30.40	30.40	30.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงผลค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นคอนกรีต
วันที่ 26 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นคอนกรีต วันที่ 26 กรกฎาคม 2563						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลาง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ยภายในกล่องทดลอง
00.00 น.	29.20	30.20	30.00	30.10	30.20	30.13
01.00 น.	29.50	30.00	29.90	30.00	30.00	29.98
02.00 น.	26.00	29.80	29.60	29.70	29.70	29.70
03.00 น.	25.00	29.10	28.60	28.90	28.90	28.88
04.00 น.	25.50	28.20	27.90	28.10	28.10	28.08
05.00 น.	25.50	27.70	27.40	27.50	27.60	27.55
06.00 น.	25.60	27.30	27.10	27.20	27.20	27.20
07.00 น.	26.70	27.00	26.90	27.00	27.00	26.98
08.00 น.	28.20	27.10	27.00	27.10	27.10	27.08
09.00 น.	30.00	27.40	27.40	27.50	27.60	27.48
10.00 น.	32.00	28.10	27.90	28.20	28.40	28.15
11.00 น.	33.60	29.00	28.70	29.20	29.40	29.08
12.00 น.	33.50	30.10	29.60	30.30	30.50	30.13
13.00 น.	33.70	31.00	30.50	31.20	31.40	31.03
14.00 น.	32.90	31.70	31.10	31.80	32.00	31.65
15.00 น.	31.90	32.00	31.40	32.00	32.20	31.90
16.00 น.	30.60	32.00	31.40	32.00	32.10	31.88
17.00 น.	30.00	31.80	31.10	31.70	31.80	31.60
18.00 น.	29.50	31.40	30.80	31.30	31.40	31.23
19.00 น.	29.10	31.00	30.40	30.90	31.00	30.83
20.00 น.	28.90	30.60	30.10	30.50	30.50	30.43
21.00 น.	28.70	30.20	29.70	30.10	30.10	30.03
22.00 น.	28.50	29.80	29.50	29.70	29.80	29.70
23.00 น.	28.60	29.50	29.20	29.50	29.50	29.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด
วันที่ 24 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด วันที่ 24 กรกฎาคม 2563						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลาง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ยภายในกล่องทดลอง
00.00 น.	85.40	80.40	84.50	80.40	81.10	81.60
01.00 น.	86.80	80.70	86.80	80.60	81.40	82.38
02.00 น.	87.20	81.30	87.70	81.30	82.10	83.10
03.00 น.	88.70	81.90	87.60	82.80	84.00	84.08
04.00 น.	89.20	82.60	87.80	83.40	83.70	84.38
05.00 น.	91.70	82.80	85.20	82.50	83.20	83.43
06.00 น.	93.70	83.50	84.80	83.40	84.50	84.05
07.00 น.	95.70	84.20	86.20	84.10	84.50	84.75
08.00 น.	91.30	85.60	87.10	85.80	87.80	86.58
09.00 น.	89.60	86.40	87.40	85.60	87.10	86.63
10.00 น.	81.50	86.30	87.70	85.50	86.60	86.53
11.00 น.	68.40	86.20	87.70	85.70	86.60	86.55
12.00น.	63.40	84.50	85.30	84.30	84.80	84.73
13.00 น.	58.10	80.80	79.50	80.80	81.00	80.53
14.00 น.	53.60	78.00	81.10	77.80	78.60	78.88
15.00 น.	53.10	73.70	75.90	74.80	74.90	74.83
16.00 น.	54.30	70.90	71.30	72.40	72.80	71.85
17.00 น.	56.60	68.20	73.70	70.20	70.10	70.55
18.00 น.	58.00	66.60	68.90	69.00	68.80	68.33
19.00 น.	68.80	68.00	73.70	70.10	69.60	70.35
20.00 น.	73.40	69.70	76.10	71.10	71.10	72.00
21.00 น.	76.40	71.80	77.50	72.80	72.80	73.73
22.00 น.	77.90	73.50	79.30	74.00	74.30	75.28
23.00 น.	80.60	74.90	80.70	75.00	75.50	76.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด วันที่ 25 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด วันที่ 25 กรกฎาคม 2563						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลาง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ยภายในกล่องทดลอง
00.00 น.	82.20	76.10	81.50	76.20	76.80	77.65
01.00 น.	83.40	77.10	82.40	76.80	77.60	78.48
02.00 น.	85.70	77.60	83.70	77.60	78.30	79.30
03.00 น.	87.00	79.10	84.60	80.00	79.90	80.90
04.00 น.	87.30	79.30	86.00	80.20	80.70	81.55
05.00 น.	87.70	80.00	82.80	79.70	80.30	80.70
06.00 น.	90.10	80.40	85.80	79.90	81.30	81.85
07.00 น.	88.10	81.20	85.70	81.60	82.20	82.68
08.00 น.	82.60	83.00	87.70	82.40	83.80	84.23
09.00 น.	75.10	83.50	88.30	83.00	84.20	84.75
10.00 น.	71.10	82.90	84.60	82.20	83.00	83.18
11.00 น.	80.50	82.10	84.40	81.70	82.50	82.68
12.00 น.	88.40	82.30	83.90	81.90	82.90	82.75
13.00 น.	70.10	82.90	84.80	82.20	83.20	83.28
14.00 น.	65.80	79.70	79.00	79.50	80.50	79.68
15.00 น.	63.70	77.50	78.60	77.50	78.30	77.98
16.00 น.	65.90	75.50	73.90	75.80	76.30	75.38
17.00 น.	71.80	72.50	76.80	74.10	74.90	74.58
18.00 น.	75.30	73.00	76.60	74.30	74.70	74.65
19.00 น.	76.10	74.40	77.80	75.10	75.70	75.75
20.00 น.	78.70	75.10	79.20	75.60	76.10	76.50
21.00 น.	80.00	76.00	79.90	76.20	76.90	77.25
22.00 น.	78.00	76.40	79.70	76.50	77.40	77.50
23.00 น.	80.90	77.20	80.40	77.00	78.00	78.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด
วันที่ 26 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด วันที่ 26 กรกฎาคม 2563						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลาง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ยภายในกล่องทดลอง
00.00 น.	83.80	77.60	80.90	77.30	78.30	78.53
01.00 น.	84.70	78.80	81.00	78.20	79.10	79.28
02.00 น.	93.80	78.50	81.70	78.30	79.30	79.45
03.00 น.	92.90	78.70	84.00	78.30	79.90	80.23
04.00 น.	94.60	79.70	84.40	79.10	80.90	81.03
05.00 น.	94.00	80.10	85.00	79.50	81.20	81.45
06.00 น.	94.20	80.40	84.80	79.80	81.60	81.65
07.00 น.	92.80	81.40	89.40	81.00	82.70	83.63
08.00 น.	87.60	82.70	85.40	81.50	83.40	83.25
09.00 น.	73.90	83.10	84.70	82.00	83.30	83.28
10.00 น.	63.60	82.40	85.20	81.60	82.60	82.95
11.00 น.	59.00	81.10	83.60	80.60	81.40	81.68
12.00 น.	60.20	77.80	78.10	77.70	78.30	77.98
13.00 น.	60.30	75.40	75.10	75.70	76.50	75.68
14.00 น.	69.80	75.70	78.40	75.80	77.10	76.75
15.00 น.	72.80	74.60	78.60	74.90	75.80	75.98
16.00 น.	73.60	73.50	77.30	74.00	74.60	74.85
17.00 น.	72.80	72.50	77.20	73.30	74.20	74.30
18.00 น.	77.90	73.60	79.70	74.20	74.90	75.60
19.00 น.	78.40	74.70	80.10	74.90	75.70	76.35
20.00 น.	77.40	75.20	80.30	75.20	76.20	76.73
21.00 น.	78.70	75.60	81.20	75.60	76.50	77.23
22.00 น.	79.00	76.10	81.20	75.80	77.00	77.53
23.00 น.	79.40	76.60	82.50	76.20	77.50	78.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นคอนกรีต

วันที่ 24 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นคอนกรีต วันที่ 24 กรกฎาคม 2563						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลาง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ยภายในกล่องทดลอง
00.00 น.	85.40	76.60	78.60	77.40	77.40	77.50
01.00 น.	86.80	76.80	79.60	77.50	77.50	77.85
02.00 น.	87.20	77.10	79.80	78.10	77.90	78.23
03.00 น.	88.70	77.20	79.60	77.90	77.90	78.15
04.00 น.	89.20	77.50	80.30	78.60	78.20	78.65
05.00 น.	91.70	77.80	79.00	78.30	78.10	78.30
06.00 น.	93.70	77.90	79.20	78.40	78.40	78.48
07.00 น.	95.70	78.90	79.50	79.10	79.20	79.18
08.00 น.	91.30	79.30	84.20	79.40	79.20	80.53
09.00 น.	89.60	79.60	81.00	79.90	79.50	80.00
10.00 น.	81.50	79.80	81.10	79.90	79.40	80.05
11.00 น.	68.40	81.00	85.30	81.30	80.30	81.98
12.00 น.	63.40	81.70	84.30	81.60	80.80	82.10
13.00 น.	58.10	79.80	80.80	80.20	79.20	80.00
14.00 น.	53.60	77.80	78.00	78.50	77.50	77.95
15.00 น.	53.10	74.80	73.40	75.80	75.60	74.90
16.00 น.	54.30	71.80	71.10	73.10	74.10	72.53
17.00 น.	56.60	69.20	69.80	71.70	70.70	70.35
18.00 น.	58.00	67.80	67.90	70.60	69.10	68.85
19.00 น.	68.80	68.60	70.90	70.60	69.60	69.93
20.00 น.	73.40	69.10	72.60	71.80	70.40	70.98
21.00 น.	76.40	70.40	74.50	72.50	71.60	72.25
22.00 น.	77.90	71.50	75.90	73.20	72.60	73.30
23.00 น.	80.60	72.40	78.00	74.00	73.60	74.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นคอนกรีต วันที่ 25 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นคอนกรีต วันที่ 25 กรกฎาคม 2563						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลาง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ยภายในกล่องทดลอง
00.00 น.	82.20	73.50	78.60	74.80	74.50	75.35
01.00 น.	83.40	74.20	79.90	75.00	75.00	76.03
02.00 น.	85.70	74.40	81.00	75.40	75.20	76.50
03.00 น.	87.00	74.90	81.80	75.70	75.60	77.00
04.00 น.	87.30	75.50	82.10	76.30	76.20	77.53
05.00 น.	87.70	75.70	78.10	76.20	76.20	76.55
06.00 น.	90.10	76.00	82.60	76.60	76.60	77.95
07.00 น.	88.10	76.50	82.70	76.90	77.00	78.28
08.00 น.	82.60	77.40	81.70	78.40	78.20	78.93
09.00 น.	75.10	78.70	82.80	79.40	79.20	80.03
10.00 น.	71.10	79.00	82.50	79.30	79.20	80.00
11.00 น.	80.50	78.60	81.30	79.30	78.80	79.50
12.00 น.	88.40	78.60	80.60	79.10	78.60	79.23
13.00 น.	70.10	78.70	81.60	79.10	78.40	79.45
14.00 น.	65.80	79.50	81.60	79.70	79.00	79.95
15.00 น.	63.70	78.20	80.20	79.00	77.50	78.73
16.00 น.	65.90	77.10	78.10	77.80	77.60	77.65
17.00 น.	71.80	74.40	76.80	76.60	75.80	75.90
18.00 น.	75.30	74.60	77.70	76.20	75.60	76.03
19.00 น.	76.10	75.20	78.50	76.60	76.00	76.58
20.00 น.	78.70	75.70	79.40	77.20	76.40	77.18
21.00 น.	80.00	76.20	80.50	77.40	76.80	77.73
22.00 น.	78.00	76.70	81.00	77.40	77.20	78.08
23.00 น.	80.90	77.00	81.50	77.60	77.50	78.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นคอนกรีต วันที่ 26 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกและภายในกล่องทดลอง บนฐานพื้นคอนกรีต วันที่ 26 กรกฎาคม 2563						
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ภายนอกกล่องทดลอง	ภายในกล่องทดลอง				
		กึ่งกลาง	10 cm	40 cm	70 cm	เฉลี่ยภายในกล่องทดลอง
00.00 น.	83.80	77.10	81.70	77.60	77.50	78.48
01.00 น.	84.70	77.60	80.10	78.10	77.70	78.38
02.00 น.	93.80	77.50	81.10	78.20	78.00	78.70
03.00 น.	92.90	77.20	82.30	78.10	79.00	79.15
04.00 น.	94.60	77.80	84.60	78.60	78.50	79.88
05.00 น.	94.00	77.90	83.60	78.70	78.20	79.60
06.00 น.	94.20	78.10	83.50	78.90	78.20	79.68
07.00 น.	92.80	78.40	83.00	79.40	78.70	79.88
08.00 น.	87.60	79.30	81.60	79.80	79.50	80.05
09.00 น.	73.90	79.70	84.10	80.20	79.30	80.83
10.00 น.	63.60	80.00	82.40	80.10	78.90	80.35
11.00 น.	59.00	79.90	83.30	79.70	78.70	80.40
12.00 น.	60.20	79.40	82.60	79.40	78.40	79.95
13.00 น.	60.30	78.10	79.90	78.30	77.40	78.43
14.00 น.	69.80	78.10	80.20	78.30	77.70	78.58
15.00 น.	72.80	77.00	78.90	77.40	77.10	77.60
16.00 น.	73.60	76.20	78.90	77.20	76.70	77.25
17.00 น.	72.80	75.40	77.70	76.80	76.00	76.48
18.00 น.	77.90	75.60	79.20	76.80	76.20	76.95
19.00 น.	78.40	76.20	80.10	77.20	76.70	77.55
20.00 น.	77.40	76.60	80.90	77.40	76.90	77.95
21.00 น.	78.70	76.90	82.10	77.70	77.20	78.48
22.00 น.	79.00	77.10	82.30	77.60	77.40	78.60
23.00 น.	79.40	77.30	83.60	77.80	77.50	79.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับกึ่งกลาง
วันที่ 24 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับกึ่งกลาง วันที่ 24 กรกฎาคม 2563		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	กึ่งกลางกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด	กึ่งกลางกล่องทดลอง บนฐานพื้นคอนกรีต
00.00 น.	80.40	76.60
01.00 น.	80.70	76.80
02.00 น.	81.30	77.10
03.00 น.	81.90	77.20
04.00 น.	82.60	77.50
05.00 น.	82.80	77.80
06.00 น.	83.50	77.90
07.00 น.	84.20	78.90
08.00 น.	85.60	79.30
09.00 น.	86.40	79.60
10.00 น.	86.30	79.80
11.00 น.	86.20	81.00
12.00 น.	84.50	81.70
13.00 น.	80.80	79.80
14.00 น.	78.00	77.80
15.00 น.	73.70	74.80
16.00 น.	70.90	71.80
17.00 น.	68.20	69.20
18.00 น.	66.60	67.80
19.00 น.	68.00	68.60
20.00 น.	69.70	69.10
21.00 น.	71.80	70.40
22.00 น.	73.50	71.50
23.00 น.	74.90	72.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงผลเค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับกึ่งกลาง
วันที่ 25 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับกึ่งกลาง วันที่ 25 กรกฎาคม 2563		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	กึ่งกลางกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด	กึ่งกลางกล่องทดลอง บนฐานพื้นคอนกรีต
00.00 น.	76.10	73.50
01.00 น.	77.10	74.20
02.00 น.	77.60	74.40
03.00 น.	79.10	74.90
04.00 น.	79.30	75.50
05.00 น.	80.00	75.70
06.00 น.	80.40	76.00
07.00 น.	81.20	76.50
08.00 น.	83.00	77.40
09.00 น.	83.50	78.70
10.00 น.	82.90	79.00
11.00 น.	82.10	78.60
12.00 น.	82.30	78.60
13.00 น.	82.90	78.70
14.00 น.	79.70	79.50
15.00 น.	77.50	78.20
16.00 น.	75.50	77.10
17.00 น.	72.50	74.40
18.00 น.	73.00	74.60
19.00 น.	74.40	75.20
20.00 น.	75.10	75.70
21.00 น.	76.00	76.20
22.00 น.	76.40	76.70
23.00 น.	77.20	77.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับกึ่งกลาง
วันที่ 26 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับกึ่งกลาง วันที่ 26 กรกฎาคม 2563		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	กึ่งกลางกล่องทดลอง บนฐานพื้นดินอัด	กึ่งกลางกล่องทดลอง บนฐานพื้นคอนกรีต
00.00 น.	77.60	77.10
01.00 น.	78.80	77.60
02.00 น.	78.50	77.50
03.00 น.	78.70	77.20
04.00 น.	79.70	77.80
05.00 น.	80.10	77.90
06.00 น.	80.40	78.10
07.00 น.	81.40	78.40
08.00 น.	82.70	79.30
09.00 น.	83.10	79.70
10.00 น.	82.40	80.00
11.00 น.	81.10	79.90
12.00 น.	77.80	79.40
13.00 น.	75.40	78.10
14.00 น.	75.70	78.10
15.00 น.	74.60	77.00
16.00 น.	73.50	76.20
17.00 น.	72.50	75.40
18.00 น.	73.60	75.60
19.00 น.	74.70	76.20
20.00 น.	75.20	76.60
21.00 น.	75.60	76.90
22.00 น.	76.10	77.10
23.00 น.	76.60	77.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 10 เซนติเมตร
วันที่ 24 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 10 เซนติเมตร วันที่ 24 กรกฎาคม 2563		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานพื้นดินอัด	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานพื้นคอนกรีต
00.00 น.	84.50	78.60
01.00 น.	86.80	79.60
02.00 น.	87.70	79.80
03.00 น.	87.60	79.60
04.00 น.	87.80	80.30
05.00 น.	85.20	79.00
06.00 น.	84.80	79.20
07.00 น.	86.20	79.50
08.00 น.	87.10	84.20
09.00 น.	87.40	81.00
10.00 น.	87.70	81.10
11.00 น.	87.70	85.30
12.00 น.	85.30	84.30
13.00 น.	79.50	80.80
14.00 น.	81.10	78.00
15.00 น.	75.90	73.40
16.00 น.	71.30	71.10
17.00 น.	73.70	69.80
18.00 น.	68.90	67.90
19.00 น.	73.70	70.90
20.00 น.	76.10	72.60
21.00 น.	77.50	74.50
22.00 น.	79.30	75.90
23.00 น.	80.70	78.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 10 เซนติเมตร
วันที่ 25 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 10 เซนติเมตร วันที่ 25 กรกฎาคม 2563		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานพื้นดินอัด	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานพื้นคอนกรีต
00.00 น.	81.50	78.60
01.00 น.	82.40	79.90
02.00 น.	83.70	81.00
03.00 น.	84.60	81.80
04.00 น.	86.00	82.10
05.00 น.	82.80	78.10
06.00 น.	85.80	82.60
07.00 น.	85.70	82.70
08.00 น.	87.70	81.70
09.00 น.	88.30	82.80
10.00 น.	84.60	82.50
11.00 น.	84.40	81.30
12.00 น.	83.90	80.60
13.00 น.	84.80	81.60
14.00 น.	79.00	81.60
15.00 น.	78.60	80.20
16.00 น.	73.90	78.10
17.00 น.	76.80	76.80
18.00 น.	76.60	77.70
19.00 น.	77.80	78.50
20.00 น.	79.20	79.40
21.00 น.	79.90	80.50
22.00 น.	79.70	81.00
23.00 น.	80.40	81.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 10 เซนติเมตร
วันที่ 26 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นอากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 10 เซนติเมตร วันที่ 26 กรกฎาคม 2563		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานพื้นดินอัด	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานพื้นคอนกรีต
00.00 น.	80.90	81.70
01.00 น.	81.00	80.10
02.00 น.	81.70	81.10
03.00 น.	84.00	82.30
04.00 น.	84.40	84.60
05.00 น.	85.00	83.60
06.00 น.	84.80	83.50
07.00 น.	89.40	83.00
08.00 น.	85.40	81.60
09.00 น.	84.70	84.10
10.00 น.	85.20	82.40
11.00 น.	83.60	83.30
12.00 น.	78.10	82.60
13.00 น.	75.10	79.90
14.00 น.	78.40	80.20
15.00 น.	78.60	78.90
16.00 น.	77.30	78.90
17.00 น.	77.20	77.70
18.00 น.	79.70	79.20
19.00 น.	80.10	80.10
20.00 น.	80.30	80.90
21.00 น.	81.20	82.10
22.00 น.	81.20	82.30
23.00 น.	82.50	83.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 40 เซนติเมตร
วันที่ 24 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นอากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 40 เซนติเมตร วันที่ 24 กรกฎาคม 2563		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานพื้นดินอัด	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานพื้นคอนกรีต
00.00 น.	80.40	77.40
01.00 น.	80.60	77.50
02.00 น.	81.30	78.10
03.00 น.	82.80	77.90
04.00 น.	83.40	78.60
05.00 น.	82.50	78.30
06.00 น.	83.40	78.40
07.00 น.	84.10	79.10
08.00 น.	85.80	79.40
09.00 น.	85.60	79.90
10.00 น.	85.50	79.90
11.00 น.	85.70	81.30
12.00 น.	84.30	81.60
13.00 น.	80.80	80.20
14.00 น.	77.80	78.50
15.00 น.	74.80	75.80
16.00 น.	72.40	73.10
17.00 น.	70.20	71.70
18.00 น.	69.00	70.60
19.00 น.	70.10	70.60
20.00 น.	71.10	71.80
21.00 น.	72.80	72.50
22.00 น.	74.00	73.20
23.00 น.	75.00	74.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 40 เซนติเมตร
วันที่ 25 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 40 เซนติเมตร วันที่ 25 กรกฎาคม 2563		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานพื้นดินอัด	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานพื้นคอนกรีต
00.00 น.	76.20	74.80
01.00 น.	76.80	75.00
02.00 น.	77.60	75.40
03.00 น.	80.00	75.70
04.00 น.	80.20	76.30
05.00 น.	79.70	76.20
06.00 น.	79.90	76.60
07.00 น.	81.60	76.90
08.00 น.	82.40	78.40
09.00 น.	83.00	79.40
10.00 น.	82.20	79.30
11.00 น.	81.70	79.30
12.00 น.	81.90	79.10
13.00 น.	82.20	79.10
14.00 น.	79.50	79.70
15.00 น.	77.50	79.00
16.00 น.	75.80	77.80
17.00 น.	74.10	76.60
18.00 น.	74.30	76.20
19.00 น.	75.10	76.60
20.00 น.	75.60	77.20
21.00 น.	76.20	77.40
22.00 น.	76.50	77.40
23.00 น.	77.00	77.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 40 เซนติเมตร
วันที่ 26 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 40 เซนติเมตร วันที่ 26 กรกฎาคม 2563		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานพื้นดินอัด	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานพื้นคอนกรีต
00.00น.	77.30	77.60
01.00น.	78.20	78.10
02.00น.	78.30	78.20
03.00น.	78.30	78.10
04.00น.	79.10	78.60
05.00น.	79.50	78.70
06.00น.	79.80	78.90
07.00น.	81.00	79.40
08.00น.	81.50	79.80
09.00น.	82.00	80.20
10.00น.	81.60	80.10
11.00น.	80.60	79.70
12.00น.	77.70	79.40
13.00น.	75.70	78.30
14.00น.	75.80	78.30
15.00น.	74.90	77.40
16.00น.	74.00	77.20
17.00น.	73.30	76.80
18.00น.	74.20	76.80
19.00น.	74.90	77.20
20.00น.	75.20	77.40
21.00น.	75.60	77.70
22.00น.	75.80	77.60
23.00น.	76.20	77.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 70 เซนติเมตร
วันที่ 24 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 70 เซนติเมตร วันที่ 24 กรกฎาคม 2563		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานพื้นดินอัด	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานพื้นคอนกรีต
00.00 น.	81.10	77.40
01.00 น.	81.40	77.50
02.00 น.	82.10	77.90
03.00 น.	84.00	77.90
04.00 น.	83.70	78.20
05.00 น.	83.20	78.10
06.00 น.	84.50	78.40
07.00 น.	84.50	79.20
08.00 น.	87.80	79.20
09.00 น.	87.10	79.50
10.00 น.	86.60	79.40
11.00 น.	86.60	80.30
12.00 น.	84.80	80.80
13.00 น.	81.00	79.20
14.00 น.	78.60	77.50
15.00 น.	74.90	75.60
16.00 น.	72.80	74.10
17.00 น.	70.10	70.70
18.00 น.	68.80	69.10
19.00 น.	69.60	69.60
20.00 น.	71.10	70.40
21.00 น.	72.80	71.60
22.00 น.	74.30	72.60
23.00 น.	75.50	73.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 70 เซนติเมตร
วันที่ 25 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 70 เซนติเมตร วันที่ 25 กรกฎาคม 2563		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานพื้นดินอัด	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานพื้นคอนกรีต
00.00 น.	76.80	74.50
01.00 น.	77.60	75.00
02.00 น.	78.30	75.20
03.00 น.	79.90	75.60
04.00 น.	80.70	76.20
05.00 น.	80.30	76.20
06.00 น.	81.30	76.60
07.00 น.	82.20	77.00
08.00 น.	83.80	78.20
09.00 น.	84.20	79.20
10.00 น.	83.00	79.20
11.00 น.	82.50	78.80
12.00 น.	82.90	78.60
13.00 น.	83.20	78.40
14.00 น.	80.50	79.00
15.00 น.	78.30	77.50
16.00 น.	76.30	77.60
17.00 น.	74.90	75.80
18.00 น.	74.70	75.60
19.00 น.	75.70	76.00
20.00 น.	76.10	76.40
21.00 น.	76.90	76.80
22.00 น.	77.40	77.20
23.00 น.	78.00	77.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 แสดงผลค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 70 เซนติเมตร
วันที่ 26 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกล่องทดลอง ที่ระดับ 70 เซนติเมตร วันที่ 26 กรกฎาคม 2563		
ตำแหน่ง/ระดับ / เวลา	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานพื้นดินอัด	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานพื้นคอนกรีต
00.00 น.	78.30	77.50
01.00 น.	79.10	77.70
02.00 น.	79.30	78.00
03.00 น.	79.90	79.00
04.00 น.	80.90	78.50
05.00 น.	81.20	78.20
06.00 น.	81.60	78.20
07.00 น.	82.70	78.70
08.00 น.	83.40	79.50
09.00 น.	83.30	79.30
10.00 น.	82.60	78.90
11.00 น.	81.40	78.70
12.00 น.	78.30	78.40
13.00 น.	76.50	77.40
14.00 น.	77.10	77.70
15.00 น.	75.80	77.10
16.00 น.	74.60	76.70
17.00 น.	74.20	76.00
18.00 น.	74.90	76.20
19.00 น.	75.70	76.70
20.00 น.	76.20	76.90
21.00 น.	76.50	77.20
22.00 น.	77.00	77.40
23.00 น.	77.50	77.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 แสดงเปอร์เซนต์ค่าความชื้นของอิฐดินดิบผสมแกลบ ซึ่งทำการตรวจวัดในในห้องปรับอากาศ

วันที่	ก้อนอิฐดินดิบผสมแกลบที่จะนำมาทดลองวิจัย ($\%H_2O$)				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ก้อนที่ 4	เฉลี่ย
1	4	3.2	4.7	5.1	**4.3**
2	2.2	3.5	3.2	3.3	**3.1**
3	2.1	2.1	2.4	2.6	**2.3**
4	1.9	2.2	1.9	2.2	**2.1**
5	1.7	1.9	1.7	2.1	**1.9**
6	1.7	1.8	1.9	2.1	**1.9**
7	1.6	1.6	1.8	1.8	**1.7**
8	1.6	1.6	1.7	1.7	**1.7**

ตารางที่ 26 แสดงผลตารางค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ บนฐานดินอัด วันที่ 24 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ บนฐานดินอัด วันที่ 24 กรกฎาคม 2563				
ระดับ / เวลา	ฐานผนัง	ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ		
		10 cm	40 cm	70 cm
08.00 น.	8.6	8.1	2.5	2.0
09.00 น.	8.6	4.1	3.1	2.5
10.00 น.	8.7	6.0	2.6	1.3
11.00 น.	8.7	7.2	2.8	1.3
12.00 น.	7.9	4.5	2.2	2.1
13.00 น.	7.1	2.8	1.8	1.7
14.00 น.	7.3	1.9	1.4	1.9
15.00 น.	7.4	2.3	2.6	1.4
16.00 น.	7.6	2.3	2.2	1.5
17.00 น.	7.6	1.5	1.9	1.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27 แสดงผลตารางค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ บนฐานดินอัด วันที่ 25 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ บนฐานดินอัด วันที่ 25 กรกฎาคม 2563				
ระดับ / เวลา	ฐานผนัง	ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ		
		10 cm	40 cm	70 cm
08.00 น.	8.9	2.8	2.7	2.3
09.00 น.	8.9	3.2	2.6	2.1
10.00 น.	7.2	2.2	2.0	1.9
11.00 น.	8.9	3.6	2.2	1.9
12.00 น.	8.9	3.3	1.7	0.9
13.00 น.	8.9	1.7	1.7	0.9
14.00 น.	8.9	2.7	2.1	1.3
15.00 น.	8.7	1.0	1.1	1.3
16.00 น.	8.9	1.5	2.0	1.0
17.00 น.	7.8	1.9	1.8	1.4

ตารางที่ 28 แสดงผลตารางค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ บนฐานดินอัด วันที่ 26 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ บนฐานดินอัด วันที่ 26 กรกฎาคม 2563				
ระดับ / เวลา	ฐานผนัง	ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ		
		10 cm	40 cm	70 cm
08.00 น.	8.9	8.8	3.4	1.4
09.00 น.	8.9	6.2	1.4	1.1
10.00 น.	8.8	5.1	1.5	1.4
11.00 น.	8.9	3.4	1.4	1.0
12.00 น.	7.8	2.4	1.4	1.3
13.00 น.	7.4	1.8	1.5	1.1
14.00 น.	8.2	0.9	1.1	0.8
15.00 น.	8.4	1.1	1.3	1.2
16.00 น.	6.2	0.8	1.4	0.6
17.00 น.	7.7	1.1	1.2	0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29 แสดงผลตารางค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ บนฐานคอนกรีต วันที่ 24 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ บนฐานคอนกรีต วันที่ 24 กรกฎาคม 2563				
ระดับ / เวลา	ฐานผนัง	ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ		
		10 cm	40 cm	70 cm
08.00 น.	8.5	8.6	4.2	2.2
09.00 น.	8.5	8.6	2.1	1.7
10.00 น.	8.6	8.6	3.6	3.4
11.00 น.	8.7	8.6	5.1	2.6
12.00 น.	8.7	7.9	4.5	2.8
13.00 น.	8.9	6.5	3.3	2.1
14.00 น.	8.6	5.3	4.0	2.4
15.00 น.	6.8	3.4	3.0	2.6
16.00 น.	4.9	3.6	4.0	2.5
17.00 น.	3.5	2.5	3.2	3.5

ตารางที่ 30 แสดงผลตารางค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ บนฐานคอนกรีต วันที่ 25 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ บนฐานคอนกรีต วันที่ 25 กรกฎาคม 2563				
ระดับ / เวลา	ฐานผนัง	ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ		
		10 cm	40 cm	70 cm
08.00 น.	6.8	6.3	2.7	2.8
09.00 น.	8.1	4.0	3.2	1.3
10.00 น.	8.9	7.0	2.9	1.9
11.00 น.	8.8	7.5	4.2	2.1
12.00 น.	8.9	8.9	2.0	2.2
13.00 น.	8.9	5.7	1.3	1.1
14.00 น.	8.9	3.9	1.6	1.3
15.00 น.	8.0	7.5	1.9	1.2
16.00 น.	8.9	4.5	1.7	1.5
17.00 น.	8.9	4.6	2.6	1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 31 แสดงผลตารางค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ บนฐานคอนกรีต วันที่ 26 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นในเนื้อวัสดุของผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ บนฐานคอนกรีต วันที่ 26 กรกฎาคม 2563				
ระดับ / เวลา	ฐานผนัง	ผนังอิฐดินดิบผสมแกลบ		
		10 cm	40 cm	70 cm
08.00 น.	8.9	5.4	3.4	1.4
09.00 น.	8.9	4.7	3.6	1.4
10.00 น.	8.9	3.4	1.8	1.2
11.00 น.	8.9	4.3	1.4	1.2
12.00 น.	8.9	4.4	1.4	1.3
13.00 น.	8.9	3.6	1.6	1.3
14.00 น.	8.9	3.4	1.5	1.1
15.00 น.	8.9	3.1	1.6	0.8
16.00 น.	4.6	4.4	1.5	0.7
17.00 น.	2.4	2.2	1.7	1.5

ตารางที่ 32 แสดงผลตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับฐานผนังวันที่ 24 กรกฎาคม 2563

ตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุ ที่ระดับฐานผนัง วันที่ 24 กรกฎาคม 2563		
ระดับ / เวลา	กล่องทดลอง บนฐานดินอัด	กล่องทดลอง บนฐานคอนกรีต
08.00 น.	8.6	8.5
09.00 น.	8.6	8.5
10.00 น.	8.7	8.6
11.00 น.	8.7	8.7
12.00 น.	7.9	8.7
13.00 น.	7.1	8.9
14.00 น.	7.3	8.6
15.00 น.	7.4	6.8
16.00 น.	7.6	4.9
17.00 น.	7.6	3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33 แสดงผลตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 10 cm วันที่ 24 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 10 เซนติเมตร วันที่ 24 กรกฎาคม 2563		
ระดับ / เวลา	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานดินอัด	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานคอนกรีต
08.00 น.	8.1	8.6
09.00 น.	4.1	8.6
10.00 น.	6.0	8.6
11.00 น.	7.2	8.6
12.00 น.	4.5	7.9
13.00 น.	2.8	6.5
14.00 น.	1.9	5.3
15.00 น.	2.3	3.4
16.00 น.	2.3	3.6
17.00 น.	1.5	2.5

ตารางที่ 34 แสดงผลตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 40 cm วันที่ 24 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 40 เซนติเมตร วันที่ 24 กรกฎาคม 2563		
ระดับ / เวลา	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานดินอัด	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานคอนกรีต
08.00 น.	2.5	4.2
09.00 น.	3.1	2.1
10.00 น.	2.6	3.6
11.00 น.	2.8	5.1
12.00 น.	2.2	4.5
13.00 น.	1.8	3.3
14.00 น.	1.4	4.0
15.00 น.	2.6	3.0
16.00 น.	2.2	4.0
17.00 น.	1.9	3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 35 แสดงผลตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 70 cm วันที่ 24 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 70 เซนติเมตร วันที่ 24 กรกฎาคม 2563		
ระดับ / เวลา	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานดินอัด	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานคอนกรีต
08.00 น.	2.0	2.2
09.00 น.	2.5	1.7
10.00 น.	1.3	3.4
11.00 น.	1.3	2.6
12.00 น.	2.1	2.8
13.00 น.	1.7	2.1
14.00 น.	1.9	2.4
15.00 น.	1.4	2.6
16.00 น.	1.5	2.5
17.00 น.	1.7	3.5

ตารางที่ 36 แสดงผลตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับฐานผนังวันที่ 25 กรกฎาคม 2563

ตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุ ที่ระดับฐานผนัง วันที่ 25 กรกฎาคม 2563		
ระดับ / เวลา	กล่องทดลอง บนฐานดินอัด	กล่องทดลอง บนฐานคอนกรีต
08.00 น.	8.9	6.8
09.00 น.	8.9	8.1
10.00 น.	7.2	8.9
11.00 น.	8.9	8.8
12.00 น.	8.9	8.9
13.00 น.	8.9	8.9
14.00 น.	8.9	8.9
15.00 น.	8.7	8.0
16.00 น.	8.9	8.9
17.00 น.	7.8	8.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 37 แสดงผลตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 10 cm วันที่ 25 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 10 เซนติเมตร วันที่ 25 กรกฎาคม 2563		
ระดับ / เวลา	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานดินอัด	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานคอนกรีต
08.00 น.	2.8	6.3
09.00 น.	3.2	4.0
10.00 น.	2.2	7.0
11.00 น.	3.6	7.5
12.00 น.	3.3	8.9
13.00 น.	1.7	5.7
14.00 น.	2.7	3.9
15.00 น.	1.0	7.5
16.00 น.	1.5	4.5
17.00 น.	1.9	4.6

ตารางที่ 38 แสดงผลตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 40 cm วันที่ 25 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 40 เซนติเมตร วันที่ 25 กรกฎาคม 2563		
ระดับ / เวลา	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานดินอัด	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานคอนกรีต
08.00 น.	2.7	2.7
09.00 น.	2.6	3.2
10.00 น.	2.0	2.9
11.00 น.	2.2	4.2
12.00 น.	1.7	2.0
13.00 น.	1.7	1.3
14.00 น.	2.1	1.6
15.00 น.	1.1	1.9
16.00 น.	2.0	1.7
17.00 น.	1.8	2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 39 แสดงผลตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 70 cm วันที่ 25 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 70 เซนติเมตร วันที่ 25 กรกฎาคม 2563		
ระดับ / เวลา	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานดินอัด	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานคอนกรีต
08.00 น.	2.3	2.8
09.00 น.	2.1	1.3
10.00 น.	1.9	1.9
11.00 น.	1.9	2.1
12.00 น.	0.9	2.2
13.00 น.	0.9	1.1
14.00 น.	1.3	1.3
15.00 น.	1.3	1.2
16.00 น.	1.0	1.5
17.00 น.	1.4	1.5

ตารางที่ 40 แสดงผลตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับฐานผนังวันที่ 26 กรกฎาคม 2563

ตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุ ที่ระดับฐานผนัง วันที่ 26 กรกฎาคม 2563		
ระดับ / เวลา	กล่องทดลอง บนฐานดินอัด	กล่องทดลอง บนฐานคอนกรีต
08.00 น.	8.9	6.8
09.00 น.	8.9	8.1
10.00 น.	8.8	8.9
11.00 น.	8.9	8.8
12.00 น.	7.8	8.9
13.00 น.	7.4	8.9
14.00 น.	8.2	8.9
15.00 น.	8.4	8.0
16.00 น.	6.2	8.9
17.00 น.	7.7	8.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 41 แสดงผลตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 10 cm วันที่ 26 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 10 เซนติเมตร วันที่ 26 กรกฎาคม 2563		
ระดับ / เวลา	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานดินอัด	ระดับ 10 เซนติเมตร บนฐานคอนกรีต
08.00 น.	8.8	5.4
09.00 น.	6.2	4.7
10.00 น.	5.1	3.4
11.00 น.	3.4	4.3
12.00 น.	2.4	4.4
13.00 น.	1.8	3.6
14.00 น.	0.9	3.4
15.00 น.	1.1	3.1
16.00 น.	0.8	4.4
17.00 น.	1.1	2.2

ตารางที่ 42 แสดงผลตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 40 cm วันที่ 26 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 40 เซนติเมตร วันที่ 26 กรกฎาคม 2563		
ระดับ / เวลา	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานดินอัด	ระดับ 40 เซนติเมตร บนฐานคอนกรีต
08.00 น.	3.4	3.4
09.00 น.	1.4	3.6
10.00 น.	1.5	1.8
11.00 น.	1.4	1.4
12.00 น.	1.4	1.4
13.00 น.	1.5	1.6
14.00 น.	1.1	1.5
15.00 น.	1.3	1.6
16.00 น.	1.4	1.5
17.00 น.	1.2	1.7

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 43 แสดงผลตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 70 cm วันที่ 26 กรกฎาคม 2563

ตารางค่าความชื้นในวัสดุที่ระดับ 70 เซนติเมตร วันที่ 26 กรกฎาคม 2563		
ระดับ / เวลา	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานดินอัด	ระดับ 70 เซนติเมตร บนฐานคอนกรีต
08.00 น.	1.4	1.4
09.00 น.	1.1	1.4
10.00 น.	1.4	1.2
11.00 น.	1.0	1.2
12.00 น.	1.3	1.3
13.00 น.	1.1	1.3
14.00 น.	0.8	1.1
15.00 น.	1.2	0.8
16.00 น.	0.6	0.7
17.00 น.	0.8	1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล อรวรรณ บาระพรม
วัน เดือน ปีเกิด 16 มกราคม 2535
ที่อยู่ 21/1 หมู่ 3 ตำบลเกิ้ง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000
โทร. 084 670 9792
Email: 60602040@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

2558 ปริญญาตรีสถาปัตยกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมหลัก
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประสบการณ์การทำงาน

2558-2560 สถาปนิก บริษัท อัตตาสตูดิโอ จำกัด
(สาขาภูเก็ต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้