



ข้อเสนอแนะด้านวัสดุภูมิปัญญาท้องถิ่นและกระบวนการก่อสร้าง

บ้านดิน: กรณีศึกษาอาคารเพื่อกิจกรรมนักศึกษา

Recommendation for Local Material Wisdom and Construction Process for the Earthen House: Case Study of Student Activities Building

ปกรณ พัฒนานุโรจน์^{1*} นิโรธ ศรีมันตะ² และเดชณรงค์ วนสันเทียะ³

Pakorn Pattananurote^{1*} Niroth Srimunta² and Detnarong Wonsuntier³

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตสกลนคร¹

สาขาเทคโนโลยีโยธาและสถาปัตยกรรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ^{2, 3}

Division of Civil Engineering, Faculty of Industry and Technology,

Rajamangala University of Technology Isan Sakonnakhon Campus¹

Division of Civil and Architecture Technology, Faculty of Liberal Arts and Science,

Sisaket Rajabhat University^{2, 3}

*Corresponding Author: pakron.pong@gmail.com

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
ประวัติบทความ: รับเพื่อพิจารณา: 31 มกราคม 2565 แก้ไข: 10 เมษายน 2565 ตอบรับ: 10 พฤษภาคม 2565	บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเรื่องการศึกษาวัดและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อพัฒนามาตรฐานการก่อสร้างบ้านดิน เพื่อสร้างองค์ความรู้ในการสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้วัสดุจากธรรมชาติ ให้ชุมชนได้เห็นคุณค่าของวัสดุและการผสมผสานเทคโนโลยีชาวบ้านให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงการปรับปรุงพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านดินให้เกิดรูปแบบมาตรฐานและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน โดยการทำทดสอบคุณภาพมาตรฐานของวัสดุอิฐดินดิบอย่างง่ายที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านดิน และการทดลองกระบวนการก่อสร้างบ้านดินบนสถานที่จริง ซึ่งผลการวิจัยสรุป 2 ประเด็นสำคัญ ได้แก่ (1) ผลการทดสอบคุณภาพและมาตรฐานวัสดุสำหรับก่อสร้างบ้านดิน คือ อัตราส่วนผสม (ดินเหนียว:ฟาง:แกลบ:ทราย) 1:4:4:2 ซึ่งมีน้ำหนักอิฐดินดิบต่อก้อน เบาและให้ความแข็งแรงที่ดี และใช้วัสดุท้องถิ่นที่ประหยัดต้นทุนเป็นอย่างดี และ (2) ผลการศึกษากระบวนการก่อสร้างบ้านดินเชิงสร้างคุณค่า คือ ข้อเสนอแนะด้านหลักการออกแบบ ด้านการก่อสร้าง และด้านการประยุกต์ใช้และตกแต่งบ้านดิน



Article History:	This article is part of the research on studying materials and
Received: January 31, 2022	local wisdom in order to develop standards for building clay
Revised: April 10, 2022	houses that aim to create the knowledge and understanding of
Accepted: May 10, 2022	building a dwelling by using natural materials and higher the
	value of materials and the combination of local technology for
Keywords:	maximum benefits. These include improving and developing
Earthen Houses/Clay Brick	technology for building clay houses to create a standard model
Material/Local Wisdom/	and in accordance with the needs of the community by testing
Construction/Design	the quality standards of simple raw clay brick materials used in
	the construction of clay houses. and the experimental process
	of constructing a clay house on a real site. The results of the
	research were summarized in two main points described as
	follows: (1) the results of quality testing and material standards
	for building earthen houses were the mixture ratio (clay: straw:
	rice husk: sand) 1:4:4:2, which were the weight of raw clay bricks
	per lump is lighter and provides condition strength and using
	local materials that are cost-effective as well, and (2) the
	results of a study on the construction process of earthen
	houses are recommendations on the design principles,
	construction, and application and decoration of the earthen
	house.

1. บทนำ

การก่อสร้างบ้านดินมีวิธีและเทคนิคการก่อสร้างหลายรูปแบบ โดยส่วนใหญ่นิยมใช้ 3 วิธี คือ 1) การปั้นด้วยดินเหนียว (Cob) ซึ่งจะใช้การปั้นขึ้นรูปอาคาร ใช้ระยะเวลานาน และใช้แรงงานคนค่อนข้างมาก ความเหลวของดินทำให้ยากต่อการปั้น และมีความยากในการการควบคุมความหนา 2) วิธีการก่อสร้างด้วยอิฐดินดิบ (Adobe) โดยใช้ก้อนอิฐดินดิบมาก่อเป็นผนังรับน้ำหนัก (Bearing Wall) การก่อสร้างวิธีนี้นิยมสร้างกันมากกว่าแบบอื่นในประเทศไทย เพราะสามารถก่อสร้างได้ง่ายและกรรมวิธีไม่ซับซ้อน และ 3) วิธีการก่อสร้างแบบใช้โครงสร้างไม้เป็นโครงคร่าว (Wattle and Daub) แล้วนำดินมาฉาบทับเป็นผนัง วิธีนี้ผนังจะมีความแข็งแรงและความหนาน้อยกว่าแบบอื่น ๆ และมีความแข็งแรงน้อยกว่า [1] บ้านดินถือเป็นหนึ่งในภูมิปัญญาของชนรุ่นก่อน ในการสร้างที่อยู่อาศัยดั้งเดิมได้จากภูมิปัญญาท้องถิ่นในการสร้างสิมในภาคอีสาน และห้องแถวค้าขายของคนจีน ในเมืองค้าขายเก่าแถบอีสานตอนใต้ [2] บ้านดินถือเป็นที่อยู่อาศัยแบบธรรมชาติที่ใช้ดินเหนียวเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างที่มีอยู่ในท้องถิ่นต่าง ๆ นำมาผสมกับส่วนผสมที่เป็นเส้นใยเพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรงในการยึดเกาะกันของเนื้อดิน บ้านดินจึงเป็นสถาปัตยกรรมที่มีช่วยอนุรักษ์ธรรมชาติได้อีกแนวทาง มีขบวนการในการผลิตที่ไม่ซับซ้อน หรือไม่ต้องใช้พลังงานทั้งเพื่อการผลิตและการขนส่งมาก และไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานเฉพาะทาง บ้านดินจึงเป็นอีกทางเลือกที่ช่วยในเรื่อง



ของงบประมาณและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม [3] สำหรับบ้านดินที่ทำจากดินเหนียวหรืออิฐดินดิบ ถึงแม้จะเป็นวัสดุก่อสร้างที่ยังไม่เป็นที่รู้จักของประชาชนส่วนมาก แต่หาง่ายเพราะมีอยู่มากทุกภูมิภาค ราคาถูกและหาซื้อง่าย [4] การผลิตอิฐดินดิบที่มีความคงทนด้วยซีเมนต์และยางธรรมชาติ สำหรับใช้ในการก่อสร้างโดยมีความทนทานและราคาไม่แพง สามารถใส่สารผสมเพิ่ม คือ ซีเมนต์และยางธรรมชาติเป็นส่วนผสมที่ใส่เพิ่มเข้าไป เพื่อป้องกันความชื้นที่เป็นสาเหตุทำให้อิฐแตกตัว [5]

การวิจัยเรื่องการศึกษาวัสดุและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อพัฒนามาตรฐานการก่อสร้างบ้านดิน มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างองค์ความรู้ในการสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้วัสดุจากธรรมชาติโดย เพื่อให้ชุมชนได้เห็นคุณค่าของวัสดุและการผสมผสานเทคโนโลยีชาวบ้านให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนในท้องถิ่น และการอยู่อย่างพอเพียง รวมถึงการปรับปรุง พัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านดินให้เกิดรูปแบบมาตรฐานและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน ซึ่งผลการวิจัยจะสรุปใน 2 ประเด็นสำคัญ คือ ผลการทดสอบคุณภาพและมาตรฐานวัสดุสำหรับก่อสร้างบ้านดิน และผลการศึกษาระบบการก่อสร้างบ้านดินเชิงสร้างคุณค่าของชุมชน โดยผลสรุปที่ได้จากการวิจัยนี้จะเป็นแนวทางในการเลือกใช้หรือผลิตวัสดุที่เหมาะสม มีความแข็งแรงและยืดอายุการใช้ของบ้านดิน รวมถึงผลจากการทดลองกระบวนการก่อสร้างบ้านดินซึ่งจะได้อาคารต้นแบบ รวมถึงข้อเสนอแนะและข้อแนะนำในกระบวนการก่อสร้างบ้านดินที่ช่วยการลดต้นทุน ลดข้อจำกัด และปัญหาที่จะเกิดขึ้นในการก่อสร้างบ้านดิน

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์อัตราส่วนเหมาะสมของวัสดุในการสร้างบ้านดิน กำหนดขนาดขึ้นทดสอบ โดยใช้อิฐบล็อกไม้ขนาดกว้าง 20 เซนติเมตร x ยาว 40 เซนติเมตร x สูง 10 เซนติเมตร โดยใส่ให้ผิวหน้าไม้แบบมีความเรียบ ทำการผสมดินเพื่อทำอิฐดินดิบในบ่อเตรียมดินโดยการย่ำ ใช้อัตราส่วนน้ำผสมต่อดินเหนียว 1:0.5 โดยประมาณ โดยการวิจัยนี้ได้ใช้อัตราส่วนผสมของขึ้นทดสอบ คือ ดินเหนียว ฟาง แกลบ หทราย และทำขึ้นทดสอบจำนวน 4 แบบ แบบละ 3 ขึ้นทดสอบ ดังนี้

ขึ้นทดสอบที่ A อัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1 จำนวน 3 ขึ้นทดสอบ

ขึ้นทดสอบที่ B อัตราส่วน 1 : 2 : 2 : 1 จำนวน 3 ขึ้นทดสอบ

ขึ้นทดสอบที่ C อัตราส่วน 1 : 2 : 3 : 2 จำนวน 3 ขึ้นทดสอบ

ขึ้นทดสอบที่ D อัตราส่วน 1 : 4 : 4 : 2 จำนวน 3 ขึ้นทดสอบ

เมื่อทำการย่ำเตรียมดินแต่ละสูตรอัตราส่วน แล้วจึงทำการเทดินลงในแบบพิมพ์ตามจำนวนขึ้นทดสอบ เมื่อดินอยู่ตัวให้ถอดแบบพิมพ์โดยไม่ต้องรอให้ขึ้นทดสอบแห้ง จากนั้นจึงตากแดดไว้จนแห้งโดยประมาณ 2-3 วัน จึงทำการพลิกก้อนอิฐให้ถูกแดดทุกด้าน เมื่ออิฐแห้งดีแล้วภายใน 7 วัน จึงนำอิฐมาเรียงให้มีช่องว่างให้ลมพัดผ่านได้ดีเพื่อป้องกันความชื้นสะสม ก่อนนำไปทดสอบคุณสมบัติโดยนำขึ้นทดสอบไปหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก (Weighted Average) ค่าความหนาแน่นของวัสดุ (Density Tests) และค่ากำลังอัดวัสดุ (Compressive Strength) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐดินดิบ

ส่วนที่ 2 กระบวนการก่อสร้างบ้านดิน โดยการนำเสนอหลักการออกแบบบ้านดิน การเลือกพื้นที่ตั้ง ข้อคำนึงในการเตรียมการก่อนก่อสร้าง และการก่อสร้างบ้านดิน โดยดำเนินการก่อสร้างอาคารต้นแบบ ที่ตั้งบริเวณสาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตสกลนคร ซึ่งเป็นการเลือกเจาะจงอาคารกิจกรรมของนักศึกษาซึ่งมีองค์ประกอบการพื้นที่ใช้สอยและองค์ประกอบอาคารครบทุกส่วน ประกอบด้วย ห้องประชุมขนาด 20 ตารางเมตร ห้องทำงานขนาด 12 ตารางเมตร ห้องซ้อมดนตรีขนาด 12 ตารางเมตร และห้องน้ำขนาด 6 ตารางเมตร รวมพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด 60 ตารางเมตร ซึ่งผลจากการดำเนินการวิจัยด้านกระบวนการก่อสร้างบ้านดินโดยการมีส่วนร่วมเชิงสร้างคุณค่าของชุมชน จะสรุปเป็นข้อเสนอแนะเชิงเทคนิคการก่อสร้างและข้อพึงระวังในการก่อสร้างบ้านดิน ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 อาคารต้นแบบ และกระบวนการก่อสร้างบ้านดินโดยการมีส่วนร่วม

3. ผลการวิจัย

ผลของการวิจัย สรุปได้ 2 ส่วน คือ ผลการทดสอบคุณภาพและมาตรฐานวัสดุสำหรับก่อสร้างบ้านดิน และข้อเสนอแนะเชิงกระบวนการก่อสร้างบ้านดินที่ได้จากการทดลองก่อสร้างอาคารกิจกรรมนักศึกษาในวิทยาเขตสกลนคร ดังนี้

3.1 ผลการทดสอบคุณภาพและมาตรฐานวัสดุสำหรับก่อสร้างบ้านดิน

เมื่อทำการผลิตขึ้นทดสอบอิฐดินดิบ โดยทำการตากแดด ได้อายุและแห้งดีแล้ว (7 วัน) จึงนำมาทดสอบคุณสมบัติ ได้ผลดังนี้



1) ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก (Weighted Average) ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักชั้นทดสอบอิฐดินดิบ ชั้นทดสอบ A B C และ D ขึ้นละ 3 ตัวอย่าง พบว่า มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก 11.385, 12.970, 11.350 และ 10.100 กิโลกรัมตามลำดับ

2) ค่าความหนาแน่นของวัสดุ (Density Tests) ผลการทดสอบค่าความหนาแน่นของชั้นทดสอบอิฐดินดิบ ชั้นทดสอบ A B C และ D ขึ้นละ 3 ตัวอย่าง พบว่า มีค่าความหนาแน่นของชั้นทดสอบ 1626.43, 1852.86, 1621.43 และ 1442.86 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3) ตามลำดับ

3) ค่ากำลังอัดวัสดุ (Compressive Strength) ผลการทดสอบค่ากำลังอัดของชั้นทดสอบอิฐดินดิบ ชั้นทดสอบ A B C และ D ขึ้นละ 3 ตัวอย่าง พบว่า น้ำหนักกดสูงสุดของชั้นทดสอบมีค่าเฉลี่ยที่ 1800, 2300, 3500 และ 3050 กิโลกรัมตามลำดับ เมื่อคำนวณหาการรับแรงอัดของชั้นทดสอบอิฐดินดิบ พบว่า มีค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ย 2.250, 3.285, 4.375 และ 3.812 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm^2) ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทดสอบสมบัติของชั้นทดสอบ

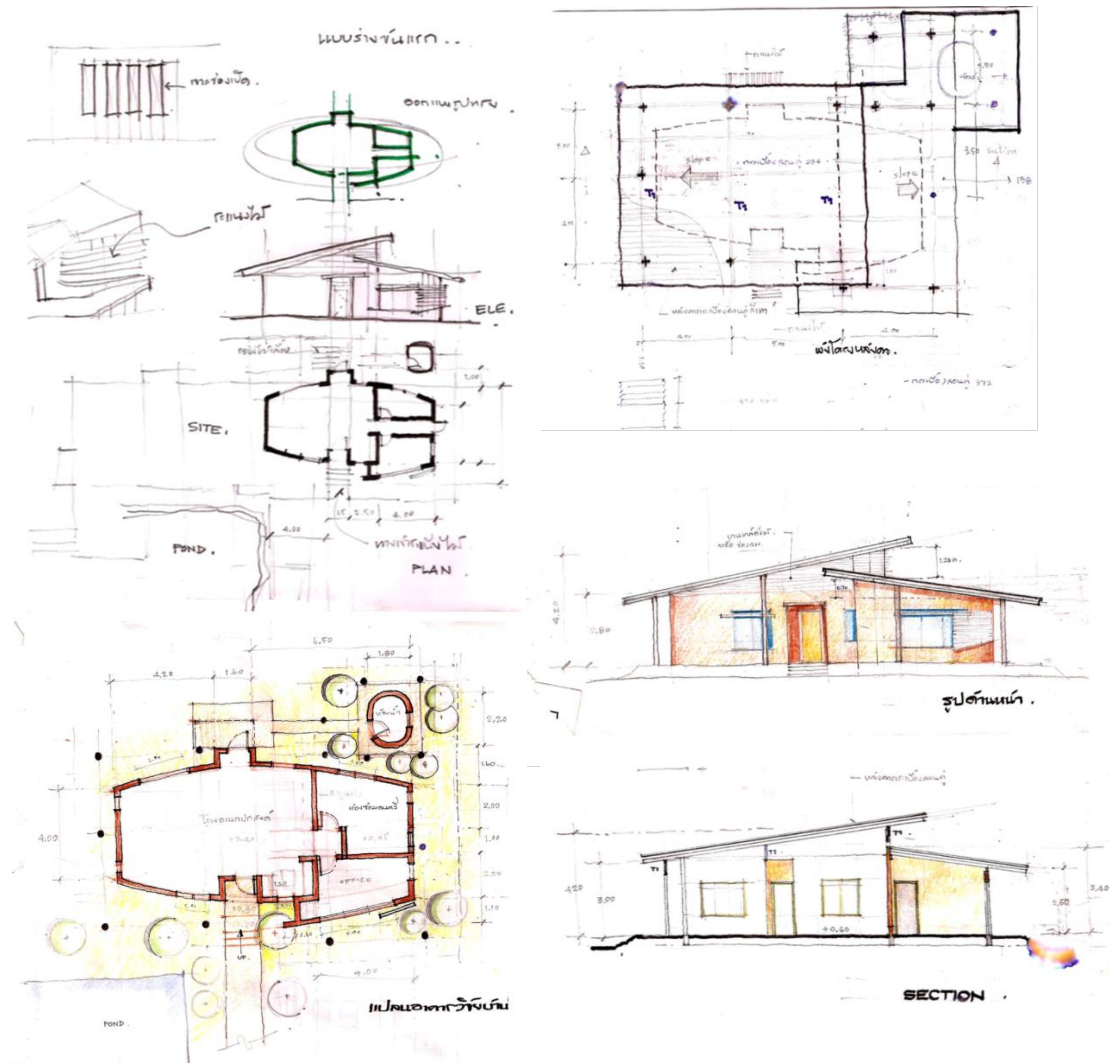
ชั้น ทดสอบ	อัตราส่วนผสม (ดินเหนียว: ฟาง:เกลบ: ทราย)	น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อ แห้งแล้ว (Weighted) (kg)	น้ำหนักกด สูงสุด (Max. Load) (kg)	ค่าความหนาแน่น (Density) (kg/m^3)	ค่ากำลังรับแรงอัด (Max. Compressive) (kg/cm^2)
A	1 : 1 : 1 : 1	11.385	1800	1626.43	2.250
B	1 : 2 : 2 : 1	12.970	2300	1852.86	2.875
C	1 : 2 : 3 : 2	11.350	3500	1621.43	4.375
D	1 : 4 : 4 : 2	10.100	3050	1442.86	3.812

3.2 ผลการศึกษากระบวนการก่อสร้างบ้านดินเชิงสร้างคุณค่าของชุมชน

ผลการทดลองสร้างอาคารต้นแบบด้วยอิฐดินดิบบนสถานที่จริง สรุปผลได้ดังนี้

1) ขั้นตอนหลักการออกแบบ ผลการศึกษาในขั้นตอนนี้ พบว่า มีความสำคัญ 2 ประการ คือ ประการแรก การเตรียมพื้นที่ในการก่อสร้างที่ควรไถ่แหล่งดินซึ่งวัตถุดิบหลักในการสร้างบ้านดินรวมถึงแหล่งน้ำที่ใช้เป็นส่วนผสม การผลิตอิฐดินดิบ ตลอดจนการเลือกที่ตั้งอาคารต้องไม่มีน้ำท่วมถึง ประการที่สอง การคำนึงถึงสภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศ ภายใต้แนวคิดการออกแบบให้มีลักษณะส่วนโค้ง หลังคาคลุมยื่นยาวเพื่อป้องกันฝน และการเลือกใช้วัสดุอิฐดินดิบ ผสมผสานกับวัสดุคอนกรีต และเหล็ก เป็นวัสดุหลักในการก่อสร้าง ดังรูปที่ 3

2) ขั้นตอนการก่อสร้าง โดยแบ่งเป็นสองส่วนสำคัญ คือ ส่วนของการเตรียมอิฐดินดิบ (Adobe) และส่วนของการก่อสร้าง ซึ่งผลการศึกษาจากการทดลองกระบวนการสร้างบ้านดินด้วยเทคนิคการก่อสร้างวิธีอิฐดินดิบครั้งนี้พบว่า



รูปที่ 3 แบบร่างแนวความคิด แปลนพื้น รูปด้าน และรูปตัดอาคารต้นแบบ

ขั้นตอนของการเตรียมอิฐดินดิบ จำเป็นต้องอาศัยวัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นและลดต้นทุนการขนส่งให้มากที่สุด โดยส่วนผสมแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ดินเหนียว หวาย แกลบ และส่วนผสมที่เป็นเส้นใย ในการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้เส้นฟางที่มีความสดและสับเป็นเส้นสั้น ๆ ประมาณ 5 เซนติเมตร เพื่อลดปัญหาในการย่ำผสม และการอัดขึ้นส่วนอิฐดินดิบในแม่พิมพ์ ซึ่งการเตรียมบ่อย่ำดินที่เตรียมไว้ลึกประมาณ 30 เซนติเมตร ขนาดความกว้างยาวของบ่อย่ำดินขึ้นกับจำนวนแรงงานและกำลังผลิต โดยควรเติมน้ำลงในบ่อย่ำดินก่อนแล้วเติมดินเหนียวลงไปย่ำให้แตกก่อน และเติมส่วนผสมหยาบตามอัตราส่วน ย่ำให้ดินเหนียวเข้ากับหยาบ แล้วค่อยเติมแกลบตามอัตราส่วน เนื่องจากหยาบและแกลบจะดูดน้ำไว้ทำให้ดินแห้งลง จากนั้นจึงนำดินที่ผสมตามอัตราส่วนไปเทใส่แม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ และทำการตากแดดราว 5-7 วัน โดยทำการพลิกให้อิฐดินดิบถูกแดดให้แห้งทุกด้าน หรือราว 2-3 วันต่อครั้ง จึงนำอิฐดินดิบไปใช้เป็นวัสดุในการก่อสร้างบ้านดิน ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การเตรียมอิฐดินดิบ

ขั้นตอนของการก่อสร้าง หลังจากทำการออกแบบอาคารให้เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ รวมถึงประโยชน์ใช้สอย และภาพรวมองค์ประกอบอาคารแล้ว จึงทำการวางผังและปรับระดับ โดยคำนึงถึงความชื้น ที่มีผลต่อตัวฐานรากและส่วนประกอบอาคาร การทดสอบครั้งนี้ได้ถมปรับระดับพื้นดินในการก่อสร้างสูงชัน 40 เซนติเมตร [6] และวางระบบระบายน้ำฝนโดยรอบอาคารเพื่อไม่ให้น้ำไหลย้อนเข้าตัวอาคาร จากนั้นจึงทำการเทคาน คอนกรีตโครงสร้าง ขนาดกว้าง 20 เซนติเมตรสูง 40 เซนติเมตร อัตราส่วนผสม 1:2:4 เพื่อรับน้ำหนักตามแนวนอนซึ่งได้ออกแบบไว้ โดยในขั้นตอนนี้ควรทำร่องตามแนวนอนเพื่อให้ดินสามารถยึดเกาะกับคานคอนกรีตในการก่อผนังด้วย อิฐดินดิบ ซึ่งการก่อผนังด้วยอิฐดินดิบทำคล้ายกับการก่อผนังอิฐมวลด้วยปูนก่อ โดยการผสมและย่ำดินก่อนในบ่อย่ำ ดินให้มีส่วนผสมที่เหลวกว่าการทำอิฐดินดิบโดยเพิ่มปริมาณน้ำหนึ่งเท่า และทำการก่ออิฐดินดิบโดยการเรียงสลับเพื่อความแข็งแรง ซึ่งก่อนการก่อผนังต้องวางวงกบประตูและหน้าต่างให้เรียบร้อยและตอกตะปูหรือลิ่มไว้หัววงกบยึดเกาะกับผนัง ซึ่งควรทำทับหลังวางวงกบเพื่อรับน้ำหนักป้องกันการแอ่นของวงกบและควรวางทับหลังด้วยไม้ กระดานซึ่งมีความหนาเท่ากับความกว้างของอิฐดินดิบ (ไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร) เพื่อป้องกันอิฐเลื่อนหรือเอียง บริเวณวงกบ

เมื่อก่อผนังรับน้ำหนักด้วยอิฐดินดิบส่วนสำคัญของการก่อสร้างบ้านดิน คือ การป้องกันความชื้นเข้าสู่อาคารหรือส่วนโครงสร้างสำคัญของอาคาร ซึ่งหลังคาคลุม เป็นส่วนประกอบสำคัญของบ้านดิน การวิจัยนี้ พบว่า หลังคาทั่วไปสำหรับบ้านดินควรมีความลาดไม่น้อยกว่า 30 องศา สำหรับวัสดุผนังทั่วไป เช่น สังกะสี กระเบื้องลอนคู่ หรือกระเบื้องดินเผา และควรมีความลาดไม่น้อยกว่า 45 องศา [5] สำหรับวัสดุผนังจากวัสดุธรรมชาติ เช่น หญ้าคา หรือ จาก เป็นต้น โดยควรให้ชายคายยื่นห่างจากตัวบ้านมากที่สุดและทำรางระบายน้ำโดยรอบ

ในส่วนของการทำพื้นสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งการเทพื้นคอนกรีตแต่งผิวหน้าดิน การเรียงอิฐ และการปูกระเบื้อง เป็นต้น ซึ่งความสำคัญของการทำพื้นบ้านดินเช่นเดียวกับส่วนประกอบอาคารอื่น ๆ คือ การระวังเรื่องน้ำและความชื้น ซึ่งควรให้ระดับของพื้นอยู่สูงกว่าระดับพื้นโดยรอบอาคาร การวิจัยนี้ได้ทำพื้นด้วยเทพื้นด้วยดินและแต่งผิวหน้าด้วยดิน โดยทำการอัดดินให้แน่น ก่อนเทพื้นกรวดให้เต็มพื้นที่ดินอัด และเติมทรายให้ทั่วพื้นที่ห้อง จากนั้นโรยฟางเส้นยาวทั่วพื้นที่ก่อนจึงทำการฉาบพื้นด้วยดินเหนียวผสมทรายและแกลบ ผสมด้วยแป้งเปียกและน้ำมันพืช ซึ่งความหนาของพื้นไม่ควรหนามากและฉาบที่ละชั้น ซึ่งการทำพื้นควรเคลือบด้วยการลงน้ำมัน หรือใช้ผึ้ง ผสมด้วยน้ำมันลิสด์ (linseed oil) อัตราส่วน 1:2 ทาลงบนพื้น เพื่อช่วยกันความชื้น ทำความสะอาดได้ง่าย และทำให้พื้นแข็งแรงขึ้น

3) ขั้นการประยุกต์ใช้และการตกแต่งอาคาร พบว่า บ้านดินที่สร้างเทคนิคอิฐดินดิบสามารถตกแต่งภายนอกของอาคารได้ตามหลักของการออกแบบสถาปัตยกรรมธรรมชาติและนำวัสดุท้องถิ่นและวัสดุเหลือใช้มา



ใช้ได้อย่างเหมาะสม ทั้งการใส่ช่องแสงที่อาจใช้ ขวด แก้วน้ำ พลาสติก หรือเศษกระจก ซึ่งช่วยลดต้นทุนการก่อสร้างลงได้ทางหนึ่ง [7] การอยู่อาศัยให้ความสำคัญเรื่องความยั่งยืน นักออกแบบและผู้ผลิตได้เลือกใช้วัสดุใหม่สมัยใหม่ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ไม่ใช่เป็นวัสดุท้องถิ่นที่ลดความนิยมลงไป จึงอาจเป็นวัสดุทางเลือกที่เหมาะสมในการนำมาใช้กับการสร้างบ้านดิน การทดลองก่อสร้างครั้งนี้ได้นำเอาขวดเหลือใช้มาประยุกต์ใช้เป็นส่วนตกแต่งและเพิ่มแสงสว่างให้กับภายในอาคารได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้แล้วการฉาบหรือตกแต่งผนังยังเป็นส่วนสำคัญของการก่อสร้างบ้านดินพบว่า บ้านดินที่ก่ออิฐดินดิบโดยไม่ทำการฉาบปิดผิวอิฐอาจมีอายุการใช้งานอยู่ได้มากกว่า 10 ปี ซึ่งการฉาบเป็นการป้องกันความชื้นที่เกิดขึ้นกับอิฐที่ก่อแต่ในขณะเดียวกันก็อาจจะเป็นการสะสมความชื้นไว้ภายในผนังได้เช่นกัน โดยการทดลองการฉาบผนังได้ทำการผสมด้วยดินเหนียว ทราย แกลบ แป้งเปียก น้ำมันพืช และซีเมนต์ โดยทดสอบฉาบบนพื้นที่ขนาด 50x50 เซนติเมตร เพื่อให้ได้ส่วนผสมที่แข็งและไม่แตกร้าว และมีผิวสัมผัสที่พึงพอใจ โดยครั้งนี้ได้ใช้ส่วนผสมที่ทดลองใช้ คือ ดินเหนียว แกลบ ทรายละเอียด และผสมปูนร้าวร้อยละ 5-10 ของส่วนผสมทั้งหมด ซึ่งสามารถปั้นรูปทรงต่าง ๆ และฉาบผนังได้เรียบสวยงาม

นอกจากนี้แล้วการวิจัยครั้งนี้ยังได้ทำการทดลองหาส่วนผสมด้วยดิน เพื่อตกแต่งให้อาคารมีความสวยงาม ช่วยให้ผนังเรียบและกันความชื้นหรือละอองน้ำฝนได้ดี ซึ่งดินแต่ละพื้นที่มีสีแตกต่างกันเป็นเอกลักษณ์ของพื้นที่ [8] ซึ่งขึ้นอยู่กับแร่ธาตุที่ผสมอยู่ในดิน เช่น บุรีรัมย์มีดินสีแดง สุรินทร์มีดินสีเหลือง หรือ หาดใหญ่มีดินสีม่วง เป็นต้น ซึ่งการหาส่วนผสมด้วยดินควรใช้ดินสีจากแหล่งดินต่าง ๆ ซึ่งควรมีดินเหนียวผสมอยู่ด้วย โดยทำคล้ายกับการฉาบแต่ใช้อัตราส่วนแป้งเปียกที่มากกว่าเดิมเพื่อความชื้นและเหนียวคล้ายการทาสี

จากการศึกษากระบวนการก่อสร้างบ้านดินเชิงสร้างคุณค่าของชุมชน ผ่านกระบวนการวิจัย คือ ขั้นตอนหลักการออกแบบ ขั้นตอนการก่อสร้าง และขั้นตอนการประยุกต์ใช้และการตกแต่งอาคาร ได้นำเสนอเป็นอาคารต้นแบบ (รูปที่ 5) เพื่อเป็นตัวอย่างและแหล่งเรียนรู้วัสดุและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อพัฒนามาตรฐานการสร้างบ้านดิน เพื่อให้ชุมชนได้เห็นคุณค่าของวัสดุและการผสมผสานเทคโนโลยีชาวบ้านให้เกิดประโยชน์สูงสุด



รูปที่ 5 อาคารต้นแบบเพื่อกิจกรรมนักศึกษา ก่อสร้างด้วยกระบวนการบ้านดิน

4. อภิปรายผลการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ได้ดำเนินการเพื่อให้ได้ผลการทดสอบคุณภาพและมาตรฐานวัสดุสำหรับก่อสร้างบ้านดิน และผลการศึกษากระบวนการก่อสร้างบ้านดินโดยการมีส่วนร่วม

ซึ่งผลการศึกษาและทดสอบคุณภาพและมาตรฐานวัสดุสำหรับก่อสร้างบ้านดิน จะเห็นว่า ขั้นตอนทดสอบอิฐดินดิบ C ที่อัตราส่วนผสม (ดินเหนียว:ฟาง:แกลบ:ทราย) 1:2:3:2 สามารถรับกำลังแรงอัด (Max. Compressive) ที่ 4.375 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งได้ผลดีกว่าขั้นตอนทดสอบอิฐดินดิบอื่น ๆ และมีน้ำหนักใกล้เคียงกับขั้นตอนทดสอบ A ที่อัตราส่วนผสม 1:1:1:1 เนื่องจากขั้นตอนทดสอบ C เพิ่มส่วนผสมซึ่งเป็นฟางและแกลบมากขึ้นทำให้น้ำหนักต่อขั้นตอนทดสอบเบา แต่กลับมีความแข็งแรงมากขึ้นซึ่งส่วนหนึ่งเป็นเพราะการเพิ่มส่วนผสมทรายมากขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาขั้นตอนทดสอบ D ซึ่งสามารถรับกำลังแรงอัดที่ 3.812 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรใกล้เคียงกับขั้นตอนทดสอบ C ในขณะที่อัตรา



ส่วนผสมฟางและแกลบเพิ่มมากขึ้น มีน้ำหนักขึ้นทดสอบเฉลี่ยเบากว่าถึง 1.250 กิโลกรัมต่อก้อน และยังมีความหนาแน่นน้อยที่สุดในการทดสอบที่ 1442.86 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

จากผลการทดสอบด้านคุณภาพและมาตรฐานวัสดุสำหรับก่อสร้างบ้านดิน ขึ้นทดสอบ D จึงเหมาะสมที่นำมาใช้เป็นอัตราส่วนในการสร้างบ้านดินในครั้งนี้ เพราะอัตราส่วนผสมฟางและแกลบเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาไม่สูง ประหยัดค่าขนส่ง และมีความแข็งแรงเป็นที่น่าพอใจ รวมถึงน้ำหนักที่เบาของอิฐดินดิบของขึ้นทดสอบ D เมื่อเทียบกับผนังรับน้ำหนักต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งทำให้งานอิฐดินดิบรับน้ำหนักได้ดีมากขึ้นด้วย

ผลการศึกษาระบบการก่อสร้างบ้านดินโดยการทดลองก่อสร้างอาคารต้นแบบจริงลงบนพื้นที่กรณีศึกษา แบ่งออกเป็น 3 ส่วนสำคัญ ได้แก่ กระบวนการออกแบบ กระบวนการก่อสร้าง และกระบวนการประยุกต์ใช้และการตกแต่งอาคาร ได้แก่

1) ผลของกระบวนการออกแบบ ควรให้ความสำคัญต่อสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ และการกำจัดความชื้นหรือน้ำที่จะเกิดขึ้นให้ได้มากที่สุด เช่น การปรับระดับพื้นที่ที่จะก่อสร้างอาคารให้สูงขึ้น การทำรางระบายน้ำรอบอาคาร เป็นต้น รวมถึงการออกแบบพื้นที่ใช้สอยให้เล็กที่สุดในแต่ละพื้นที่เพื่อลดโครงสร้างขนาดใหญ่ และการวางผนังอาคารให้เป็นส่วนโค้งเพื่อช่วยให้ผนังรับน้ำหนักได้ดีมากขึ้น

2) การทดลองกระบวนการก่อสร้างควรคำนึงถึง 2 หลักสำคัญ ได้แก่ หลักการเตรียมอิฐดินดิบให้ได้มาตรฐาน และควรมีพื้นที่ในการเตรียมที่เหมาะสม เช่น แหล่งน้ำ บ่อย่ำดิน บริเวณตากอิฐ เป็นต้น และหลักของการก่อสร้าง ซึ่งการก่อสร้างบ้านดินด้วยอิฐดินดิบควรคำนึงถึงความชื้นหรือน้ำฝนเป็นหลักสำคัญ โดยเฉพาะในส่วนหลังคาคลุมซึ่งต้องมีความชันหลังคาและส่วนยื่นชายคามาก ๆ และไม่ควรมีการก่อผนังบ้านดินให้สูงมากจนเกินไปเพื่อป้องกันการทรุดตัวหรือแตกร้าวของผนัง และควรมีการเพิ่มเสาเอ็นตามระยะที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับผนังบ้านดิน

3) หลักสำคัญในการประยุกต์ใช้และตกแต่งอาคาร ถือเป็นเสน่ห์อย่างหนึ่งของการสร้างบ้านดิน ซึ่งสามารถเลือกใช้วัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุที่ได้จากท้องถิ่น มาประยุกต์ใช้ให้สวยงามและเหมาะสม ยึดหลักความประหยัด ตามความพึงพอใจของเจ้าของบ้านได้ ซึ่งอาจเลือกใช้วัสดุตกแต่งด้วยวัสดุสมัยใหม่ผสมผสานกับวัสดุธรรมชาติได้ด้วย

5. สรุปผลการวิจัย

บทสรุปของการวิจัยเรื่องการศึกษาวัสดุและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อพัฒนามาตรฐานการสร้างบ้านดิน ซึ่งคุณภาพและมาตรฐานวัสดุเป็นหลักการสำคัญของการก่อสร้างบ้านดิน อัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้ผลิตอิฐดินดิบจากการวิจัยนี้ คือ อัตราส่วนผสม (ดินเหนียว:ฟาง:แกลบ:ทราย) 1:4:4:2 ซึ่งมีน้ำหนักต่อก้อนเบาและสามารถรับกำลังอัดได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการในการใช้วัสดุและภูมิปัญญาท้องถิ่น ในส่วนของกระบวนการก่อสร้างบ้านดิน โดยการทดลองก่อสร้างอาคารต้นแบบจริงลงบนพื้นที่กรณีศึกษา สามารถสร้างความรู้ความเข้าใจในการสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้วัสดุจากธรรมชาติโดยไม่มีค่าแรงในการก่อสร้างใด ๆ มีหลักสำคัญและข้อเสนอแนะ คือ หลักการออกแบบให้ตอบสนองการใช้งานในพื้นที่เหมาะสมเล็กที่สุด โดยใช้ผนังมีส่วนโค้งช่วยรับน้ำหนักได้ดีมากขึ้น ส่วนหลังคา มีการป้องกันน้ำ และความชื้น เป็นหลักสำคัญของบ้านดิน หลังคาคลุมอาคารควรยื่นยาวเพื่อป้องกันน้ำฝน และการระบายน้ำไม่ให้ไหลเข้าอาคารเป็นสิ่งสำคัญ การประยุกต์ใช้วัสดุเหลือใช้ วัสดุท้องถิ่น หรือวัสดุธรรมชาติ เป็นหลักสำคัญในการสร้างความสวยงามให้แก่สถาปัตยกรรมบ้านดิน และเป็นการลดต้นทุนการก่อสร้างได้เป็นอย่างมาก สำหรับการต่อยอดจากการวิจัยนี้ จะทำชุมชนได้เห็นคุณค่าของวัสดุ และการผสมผสานเทคโนโลยีชาวบ้านให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนในท้องถิ่น และการอยู่อย่างพอเพียง ข้อเสนอแนะควรมีการพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีการสร้างบ้านดินให้เกิดรูปแบบมาตรฐาน โดยให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน รวมถึงการนำซีเมนต์หรือน้ำยาง



ธรรมชาติผสมเข้าในก้อนดินดิบหรือฉาบผิว เพื่อช่วยป้องกันความชื้นและป้องกันปลวกถือเป็นความช่วยเหลือต่อบ้านดินได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ธนา อุทัยภัตรากร. (2547). จากดินสู่บ้าน สร้างบ้านด้วยดิน. กรุงเทพมหานคร: สวนเงินมีมา.
- [2] อรศิริ ปาณินท์ (2540). การศึกษาบ้าน หมู่บ้าน และเทคโนโลยีการก่อสร้างของหมู่บ้านจีนฮ่อ จังหวัดแม่ฮ่องสอน. วารสารหน้าจั่ว สถาปัตยกรรม การออกแบบ และสภาพแวดล้อม, 15, 3-34.
- [3] ประมุข บุญศิลป์ และศาสตรา เหล่าอรรค. (2563). สถาปัตยกรรมบ้านดิน : ประยุกต์ภูมิปัญญาการสร้างเพื่อให้อยู่อาศัยในภาคอีสาน. วารสารชุมชนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 14(4), 129-143.
- [4] Deboucha, S. & Hashim, R. (2011). A Review on Bricks and Stabilized Compressed Earth Blocks. Sci Res Essays, 6(3), 499-506.
- [5] Begum, R., Habib, A. and Begum, H.A. (2014). Adobe Bricks Stabilized With Cement and Natural Rubber Latex. Int J Energy Sci Eng, 2(1), 36-38.
- [6] ราชบัณฑิต บุญไชโย ธนา อุทัย และไพโรจน์ พงษ์สุระ. (2545). บ้านดิน แนะนำการสร้างบ้านดินเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: สวนเงินมีมา.
- [7] ธนา อุทัยภัตรากร. (2561). ชายผู้เปลี่ยนดินและไม้ไผ่ให้เป็นบ้าน. สืบค้น 15 มีนาคม 2561, จาก <http://www.okmd.or.th/okmd-kratooktomkit/280/designer-bamboo>
- [8] ประชุม คำพูน. (2548). การศึกษาเกี่ยวกับบ้านดิน. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชภัฏอุบลราชธานี, 3(6), 29-50.