การเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันน้ำของผนังอาคารที่ก่อสร้างจากดิน โดยใช้สารเคลือบผิวจากธรรมชาติ

Improving Water Resistance Efficiency of the Earth Building Wall by Natural Coating Materials

นราธิป ทับทัน

Narathip Thubthun

อาจารย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
และสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย
E-mail : arch.11007@gmail.com

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษา ทดลอง และทดสอบเพื่อพัฒนาสูตรในการฉาบผนังดินและสูตรการทาเคลือบผิวผนังดินที่มีความสามารถในการคงรูปและทนต่อการชะล้างจากฝนได้ดีขึ้น ผลจากการศึกษาพบว่า การฉาบผนังดินชั้นแรกในสัดส่วนดิน 1 ส่วน ต่อ แกลบ 2 - 3 ส่วน จะได้วัสดุฉาบที่คงรูปได้ดีโดยไม่เกิดรอยแตกร้าว ส่วนการฉาบผนังดินชั้นนอก สัดส่วนของวัสดุฉาบชั้นนอกที่ไม่เกิดรอยร้าว ได้แก่ ดินเหนียวต่อทราย 4 : 6, ดินเหนียวต่อทราย 3 : 7 และดินเหนียวต่อทราย 2 : 8 โดยวัสดุฉาบทั้ง 3 สัดส่วน เมื่อผสมวัสดุประสาน ในสัดส่วนวัสดุฉาบ 3 ส่วน ต่อวัสดุประสาน 1 ส่วน จะมีความสามารถในการคงรูปได้ดีขึ้น โดยวัสดุประสานที่ผสมกับวัสดุฉาบแล้วสามารถคงรูปได้ดีที่สุด คือ น้ำมันตังอิ้ว รองลงมาคือ แป้งเปียกจากแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว และแป้งมันสำปะหลัง และการทาเคลือบวัสดุฉาบผนังดินชั้นนอกด้วยน้ำมันตังอิ้วหรือน้ำมันลินสีดเพียง 1 ครั้ง จะช่วยให้ผิวของวัสดุฉาบผนังดินมีประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำได้ดี ส่วนการทาเคลือบวัสดุฉาบผนังดินด้วยน้ำมันหมู น้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำมันเมล็ดทานตะวัน จะต้องทาเคลือบอย่างน้อย 2 ครั้ง ผิวของวัสดุฉาบผนังดินจึงจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำที่ดี

Abstract

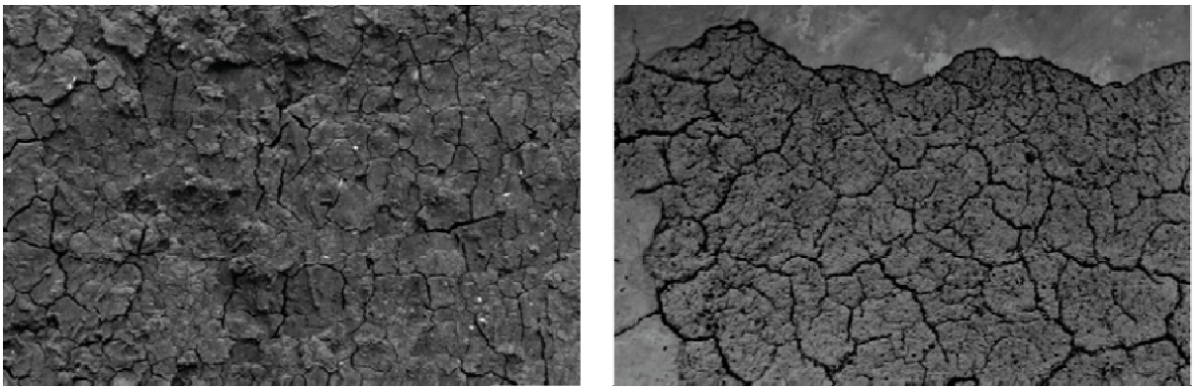
This research project is an experimental study and testing to develop formulas for suitable earth wall coating and earth wall finishing materials that allow for better wall rigidity and water resistance to rainfall while indoor humidity can still flow through the walls. The research found that the suitable formula for the primary earth wall coating was 1 part soil and 2-3 parts paddy husk. This formula yielded high coating rigidity with no cracking. Three mixtures of exterior wall coating materials, clay : sand were prepared and tested at the ratios of 4:6, 3:7 and 2:8. When bonding agents were added to all three mixtures at a ratio of 3 parts exterior wall coating and 1 part bonding agent, the wall rigidity improved. The bonding agent that had significant wall rigidity improvement was Tung oil, followed by starches made from rice flour, glutinous rice flour and tapioca flour respectively. One application of Tung oil or linseed oil coating over the exterior wall coating considerably improved water resistance capability of the earth walls. At least two applications of lard, soybean oil or sunflower oil are needed to improve water resistance capability of the wall coating materials.

คำสำคัญ : บ้านดิน วัสดุฉาบผนังดิน การป้องกันน้ำ

Keywords : Earth Building, Earth Wall Coating Material, Waterproof

บทนำ

อาคารที่ก่อสร้างจากดิน (Earth Building) หรือที่รู้จักในชื่อ “บ้านดิน” คือ อาคารที่ใช้ดินเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้าง เป็นสถาปัตยกรรมทางเลือกหนึ่งที่มีกระแสการก่อสร้างทั่วทุกมุมโลก รวมถึงประเทศไทย โดยเทคนิคและวิธีการก่อสร้างอาคารจากดินในประเทศไทย ถูก “นำเข้า” มาจากท้องที่อื่นที่มีสภาพอากาศที่แห้งแล้งกว่าประเทศไทยโดยผ่านการอพยพของกลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ อาทิ ชาวจีนฮ่อ จีนแต้จิ๋ว จีนแคะ และจีนฮกเกี้ยน ที่อพยพจากตอนใต้ของประเทศจีนเข้าสู่ภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย รวมถึงชาวญวนที่อพยพจากตอนเหนือของประเทศเวียดนามเข้าสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมานานกว่าร้อยปีแล้ว โดยอาคารดินในประเทศไทย มักใช้วัสดุดินในการก่อสร้างส่วนผนังของอาคารเป็นหลัก ซึ่งคุณสมบัติของวัสดุดินจะมีความเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี เนื่องจากผนังดินมีความหนาและมีสภาพการนำความร้อน (ค่า k) ต่ำ ทำให้ความร้อนจากภายนอกอาคารถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารได้ลำบาก เอื้อต่อการสร้างสภาวะสบายทางอุณหภูมิภายในอาคาร ช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศหรือทำความเย็นภายในอาคารได้ สำหรับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย ซึ่งมีฝนตกชุกกว่าเขตภูมิอากาศอื่นๆ ของโลก อาคารดินมักก่อผนังด้วยอิฐดินดิบ (Adobe) หรือใช้ดินปั้นกับโครงไม้ (Wattle and Daub) หรือผนังดินอัด (Rammed Earth) แล้วฉาบผิวผนังด้วยโคลนหรือโคลนผสมแกลบ/ฟางและน้ำมันพืช ซึ่งยังมีความสามารถในการกันน้ำได้ไม่ดี มักจะถูกฝนกัดเซาะผิวดินที่ฉาบผนัง จนผิวภายนอกของผนังดินสึกกร่อนและซับน้ำฝนไว้ เพิ่มความชื้นสะสมในผนังมากขึ้น ส่งผลให้ผนังดินมีความแข็งแรงลดลงและเกิดเชื้อรา หรือในกรณีที่อากาศแห้งผิวผนังดินจะเปราะและหลุดร่อนเป็นฝุ่นผงฟุ้งกระจายในอากาศ ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาทางสุขลักษณะต่อผู้ใช้อาคาร การเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำของวัสดุฉาบผนังดินด้านนอกอาคาร ให้สามารถทนการสึกกร่อนจากฝนและป้องกันความชื้นที่เข้าสู่ผนังอาคาร จะช่วยให้ผนังดินสามารถทนต่อสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทยได้ดีขึ้น



ภาพที่ 1 แสดงสภาพผิวของผนังอาคารดินที่เสียการคงรูปจากการแห้งเปราะหลุดร่อน (ซ้าย) สึกกร่อนจากฝนและความชื้น (ขวา)

การวิจัยนี้เป็นการศึกษา ทดลอง และทดสอบ เพื่อหาวัสดุฉาบและทาเคลือบผิวด้านนอกของผนังดินที่สามารถทนต่อความชื้นและการกัดเซาะของฝนได้ดีขึ้น โดยคงคุณสมบัติของผนังดินที่ยังสามารถการระบายความชื้นของผนังจากภายในออกสู่ภายนอกได้ หรือที่เรียกว่า “ผนังหายใจได้” โดยเลือกใช้วัสดุฉาบและทาเคลือบผิวที่สกัดจากธรรมชาติเป็นหลัก อาทิ น้ำมัน ไขมัน หรือยางที่สกัดจากพืชและสัตว์ต่างๆ

แนวทางความคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย

สมมุติฐาน : วัสดุประสาน (Binders) มีคุณสมบัติในการยึดติดวัสดุเข้าด้วยกัน ดังนั้น วัสดุประสานจากธรรมชาติ (Natural Binders) ได้แก่ กาวจากพืชและจากสัตว์ จึงมีความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ผสมกับวัสดุดินที่ใช้ฉาบผิวภายนอกผนังดินเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคงรูปและทนต่อการกัดเซาะจากฝน ส่วนน้ำมันที่สกัดจากพืชและจากสัตว์ เป็นสารอินทรีย์เหลวที่ผสมเข้ากันกับน้ำไม่ได้ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำวัสดุดังกล่าวมาประยุกต์

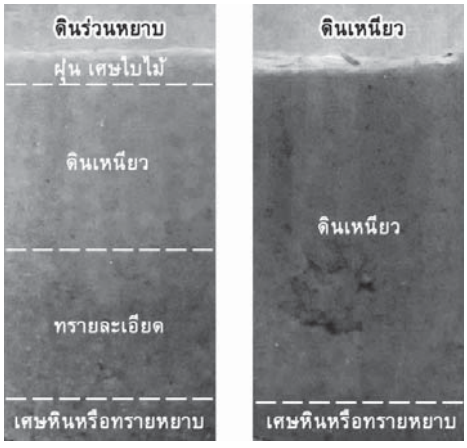
ใช้โดยการผสมกับวัสดุฉาบหรือทาเคลือบผิวภายนอกผนังดินเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำและการกัดเซาะจากฝน โดยยังคงคุณสมบัติการถ่ายเทความชื้นจากชั้นในของผนังดินออกสู่ภายนอกได้

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อค้นคว้าหาวัสดุหรือสูตรการผสมวัสดุดินที่ใช้ในการฉาบผนังของอาคารดินที่มีประสิทธิภาพในการคงรูป ป้องกันน้ำและความชื้นจากการกัดเซาะของฝนได้
2. ทดสอบการคงรูปของวัสดุดินฉาบผนัง เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการประสานและการป้องน้ำของวัสดุจากธรรมชาติชนิดต่างๆที่ใช้ฉาบและทาเคลือบผิวผนัง

วิธีการศึกษาและวิธีการทดลอง

ผู้วิจัยได้เลือกใช้ดินในชุมชนบ้านปรางค์เก่า ตำบลกุดน้อย อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา เป็นวัตถุดิบหลักในการศึกษา เนื่องจากผลการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศของไทย พบว่าพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาอยู่ในพื้นที่ที่เอื้อต่อการก่อสร้างอาคารดิน ดังนั้นการเลือกใช้ดินในพื้นที่ดังกล่าวจะช่วยสนับสนุนแนวทางการก่อสร้างอาคารดินในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและใกล้เคียง และเป็นประโยชน์ในการอ้างอิงสำหรับกลุ่มผู้ที่ก่อสร้างอาคารดินทั่วไปได้ โดยหน้าดินในชุมชนบ้านปรางค์เก่า แบ่งเป็น 1) ดินร่วนหยาบ จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 37 มีสัดส่วนดินเหนียวประมาณร้อยละ 50 ทรายร้อยละ 40 และเศษวัชพืช/กรวดร้อยละ 10 และ 2) ดินเหนียว จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 7 มีสัดส่วนดินเหนียวประมาณร้อยละ 95-100



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบและสัดส่วนของตะกอนดินที่ใช้ทดสอบ

ส่วนประกอบและสัดส่วนของดินที่ใช้เป็นวัตถุดิบ แสดงสัดส่วนของดินเหนียว อันเป็นสัดส่วนหลักที่สามารถใช้ในการอ้างอิงส่วนผสมต่างๆ ในวัสดุฉาบผนังดินต่อไป

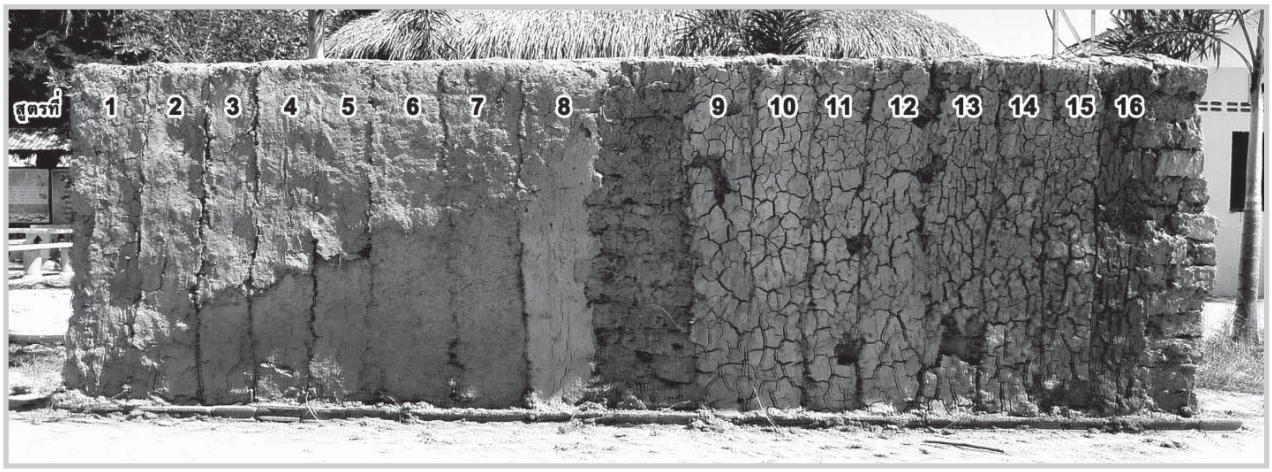
1. การทดสอบความสามารถในการคงรูปของวัสดุฉาบผิวผนังอาคารดิน (ฉาบชั้นแรก)

ผู้วิจัยได้เลือกพื้นที่ชุมชนบ้านปรางค์เก่า อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา เป็นสถานที่ในการทดสอบภาคสนาม โดยก่อสร้างผนังดินต้นแบบ ขนาดยาว 5 เมตร สูง 1.8 เมตร โดยใช้วิธีก่อด้วยอิฐดินดิบ (Adobe) เพื่อใช้ทดลองฉาบผนังด้วยวัสดุฉาบสูตรต่างๆ โดยใช้ดินร่วนหยาบเป็นวัสดุหลัก กำหนดสูตรในการทดลองฉาบผนังดินไว้ 16 สูตร ดังนี้

ตารางที่ 1 สูตรในการทดลองฉาบผนังดิน (ฉาบชั้นแรก)

สูตรที่	รายละเอียด	สัดส่วน (ร้อยละ)		
		ดิน	แกลบ	ขี้วัวสด
1	ดินอย่างเดียว	100	-	-
2	ดิน 4 ส่วน ต่อ แกลบ 1 ส่วน	80	20	-
3	ดิน 3 ส่วน ต่อ แกลบ 1 ส่วน	75	25	-
4	ดิน 2 ส่วน ต่อ แกลบ 1 ส่วน	66	33	-
5	ดิน 1 ส่วน ต่อ แกลบ 1 ส่วน	50	50	-
6	ดิน 1 ส่วน ต่อ แกลบ 2 ส่วน	33	66	-
7	ดิน 1 ส่วน ต่อ แกลบ 3 ส่วน	25	75	-
8	ดิน 1 ส่วน / แกลบ 1 ส่วน / ขี้วัว 1 ส่วน	33	33	33
9	ดิน 4 ส่วน ต่อ ขี้วัว 1 ส่วน	80	-	20
10	ดิน 3 ส่วน ต่อ ขี้วัว 1 ส่วน	75	-	25
11	ดิน 2 ส่วน ต่อ ขี้วัว 1 ส่วน	66	-	33
12	ดิน 1 ส่วน ต่อ ขี้วัว 1 ส่วน	50	-	50
13	ดิน 1 ส่วน ต่อ ขี้วัว 2 ส่วน	33	-	66
14	ดิน 1 ส่วน ต่อ ขี้วัว 3 ส่วน	25	-	20
15	ดิน 1 ส่วน ต่อ ขี้วัว 4 ส่วน	33	-	25
16	ขี้วัวอย่างเดียว	-	-	100

การฉาบผนังดินสูตรต่างๆ จะฉาบเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดประมาณ 30 x 180 เซนติเมตร โดยฉาบหนาประมาณ 1 เซนติเมตร จากนั้นปล่อยผนังดินไว้กลางแจ้งเป็นระยะเวลา 15 วัน เพื่อทำการเปรียบเทียบสภาพการคงรูปของวัสดุฉาบผนังดินแต่ละสูตร โดยมีปริมาณฝนและแสงแดดเป็นตัวแปรหลัก (ขณะทำการทดสอบ วัดปริมาณฝนรวมได้ 141.3 มิลลิเมตร ลักษณะท้องฟ้าจะมีเมฆกระจาย โดยมีเมฆปกคลุมร้อยละ 20-40 และมีแดดจัด) ซึ่งผนังดินจะสัมผัสกับฝนและแดดจัดในช่วงกลางวันสลับกันตลอดระยะเวลา 15 วัน



ภาพที่ 3 สภาพวัสดุฉาบผนังดิน หลังจากปล่อยทิ้งไว้กลางแจ้ง 15 วัน

ผลจากการทดสอบดังกล่าวพบว่า วัสดุฉาบสูตรที่ 6 (ดิน 1 ส่วน ต่อ แกลบ 2 ส่วน) และวัสดุฉาบสูตรที่ 7 (ดิน 1 ส่วน ต่อ แกลบ 3 ส่วน) มีคุณสมบัติในการคงรูปได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม การทดสอบวัสดุฉาบผนังโดยการปล่อยให้ตากแดดและฝนไว้กลางแจ้งเป็นเวลา 15 วัน เป็นเพียงการเปรียบเทียบการคงรูปของวัสดุฉาบผนังเท่านั้น ซึ่งในการใช้งานตามความเป็นจริงโดยทั่วไปแล้ว วัสดุฉาบผนังดินชั้นแรกมิได้สัมผัสกับแดดและฝนโดยตรงแต่อย่างใด เนื่องจากจะต้องมีการฉาบทับผนังดินชั้นแรกด้วยวัสดุผนังดินชั้นนอกหรืออาจเรียกว่าการฉาบทำสี

2. การทดสอบความสามารถในการคงรูปของวัสดุฉาบผิวผนังอาคารดิน (ฉาบชั้นนอก)

การฉาบผนังดินชั้นนอก(หรืออาจเรียกว่าการฉาบทำสี) นอกจากจะเป็นส่วนที่สัมผัสแสงแดดและฝนโดยตรงแล้ว ยังเป็นส่วนที่แสดงความสวยงามของผิวผนังดิน โดยทั่วไปวัสดุฉาบประกอบด้วยดินเหนียวและทรายเป็นหลัก โดยได้กรองดินเหนียวผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (มีขนาดช่องว่าง 4.75 มิลลิเมตร) เพื่อแยกเศษวัชพืชและกรวดออกจากดินเหนียว ส่วนทรายจะร่อนด้วยตะแกรงเบอร์ 8 (มีขนาดช่องว่าง 2.38 มิลลิเมตร)

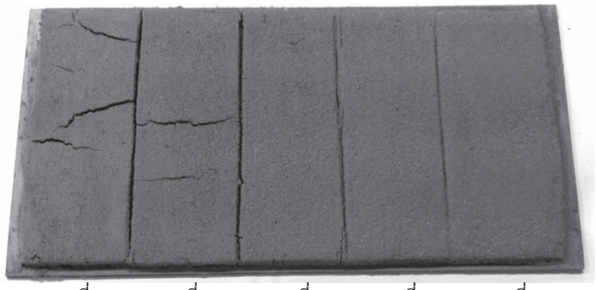
สัดส่วนระหว่างดินเหนียวและทรายของวัสดุฉาบชั้นนอก

เพื่อให้ทราบสัดส่วนของวัสดุฉาบระหว่างดินเหนียวและทรายที่เหมาะสม โดยมุ่งหวังให้กลุ่มผู้ก่อสร้างอาคารดินสามารถนำผลจากการทดสอบไปอ้างอิงในการใช้งานได้สะดวก จึงกำหนดส่วนผสมโดยใช้การตวงปริมาตร โดยกำหนดสัดส่วนในการทดสอบระหว่างดินเหนียวกับทรายไว้ 5 สูตร ดังนี้

ดินเหนียวต่อทราย = 6 : 4
ดินเหนียวต่อทราย = 5 : 5
ดินเหนียวต่อทราย = 4 : 6
ดินเหนียวต่อทราย = 3 : 7
ดินเหนียวต่อทราย = 2 : 8

หลังจากที่ผสมวัสดุฉาบแล้ว ได้นำวัสดุฉาบทั้ง 5 สูตรมาฉาบลงบนแผ่นไม้อัดขนาด 20 x 40 เซนติเมตร โดยฉาบหนาประมาณ 1 เซนติเมตร แต่ละสูตรจะมีพื้นที่ฉาบประมาณ 8 x 20 เซนติเมตร แล้วตากวัสดุฉาบไว้ในที่ร่มประมาณ 7 วัน และสังเกตผล ผลปรากฏว่าผิววัสดุฉาบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 เกิดรอยร้าว โดยวัสดุฉาบสูตรที่ 1 จะเกิดรอยร้าวมากที่สุด ส่วนผิววัสดุฉาบ

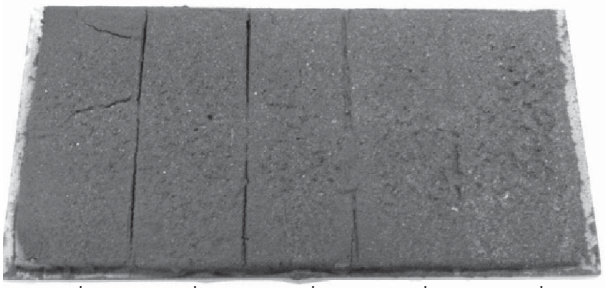
สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 และสูตรที่ 5 สามารถคงรูปได้โดยไม่เกิดรอยร้าว และมีข้อสังเกตว่าวัสดุฉาบที่มีสัดส่วนทรายมากจะมีพื้นผิวเรียบมากขึ้นตามลำดับ



สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5

ภาพที่ 4 สภาพวัสดุฉาบทั้ง 5 สูตร หลังจากตากในที่ร่ม 7 วัน

หลังจากสังเกตการคงรูปของผิววัสดุเมื่อแห้งแล้ว ผู้วิจัยได้ฉีดพรมน้ำลงบนผิววัสดุฉาบทั้ง 5 สูตร ในปริมาณเท่าๆกัน (ฉีดพรม 10 ครั้ง) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคงรูปเมื่อถูกน้ำ ผลจากการฉีดพรมน้ำบนผิววัสดุฉาบ พบว่าวัสดุฉาบสูตรที่ 1 สามารถคงรูปได้ดีที่สุด (แต่ก็ยังมีการหลุดร่อน) ส่วนวัสดุฉาบสูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 และสูตรที่ 5 จะมีความสามารถคงรูปได้แย่ลงตามลำดับ จากผลการทดสอบแล้วพบว่า วัสดุฉาบแต่ละสูตรจะมีความสามารถในการคงรูปเมื่อโดนน้ำได้ดีกว่ากันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งโดยรวมแล้ว ผิวของวัสดุฉาบทั้ง 5 สูตรยังไม่สามารถคงรูปอยู่ได้เมื่อโดนฉีดพรมน้ำ



สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5

ภาพที่ 5 สภาพวัสดุฉาบทั้ง 5 สูตร หลังจากการฉีดพรมน้ำ

ดังนั้น วัสดุฉาบผนังดินชั้นนอกที่ใช้เพียงวัสดุดินเหนียวและทราย ยังไม่มาสามารถทนการชะล้างจากฝนได้ และมีข้อสังเกตว่า เมื่อวัสดุฉาบโดนน้ำ วัสดุดินเหนียวมีคุณสมบัติในการคงรูปได้ดีกว่าทราย แต่มีการหดตัวสูงจึงเกิดรอยแตกร้าวได้ง่าย ส่วนทรายช่วยให้วัสดุฉาบไม่ร้าวและมีเนื้อละเอียดขึ้น แต่ทนน้ำได้ไม่ดี

ส่วนผสมและสัดส่วนของของวัสดุฉาบชั้นนอกที่เหมาะสม

ผู้วิจัยได้เลือกสูตรที่ทดสอบส่วนผสมระหว่างดินเหนียวและทรายแล้วไม่เกิดรอยร้าวทั้ง 3 สูตร เพื่อทดสอบผสมกับวัสดุประสานธรรมชาติ โดยพิจารณาเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติยึดประสานจากภูมิปัญญาในการก่อสร้างอาคารดินและภูมิปัญญาปูนปั้น รวมถึงศึกษาวัสดุจากธรรมชาติอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติในการยึดประสาน โดยได้เลือกวัสดุประสาน 6 ชนิด ได้แก่ น้ำมันตังอิ้ว น้ำตาลอ้อย (เคี่ยวจนข้น) น้ำตาลโตนด (เคี่ยวจนข้น) แป้งข้าวเจ้า (แป้งเปียก) แป้งข้าวเหนียว (แป้งเปียก) และแป้งมันสำปะหลัง (แป้งเปียก) มาทดลองใช้ผสมกับดินเหนียวและทราย เนื่องจากวัสดุประสานมีราคาสูงกว่าวัสดุฉาบ ผู้วิจัยจึงพิจารณาใช้วัสดุประสานแต่น้อยเพื่อลดต้นทุนในการก่อสร้าง โดยกำหนดสัดส่วนระหว่างวัสดุประสานกับวัสดุฉาบไว้ 1 ต่อ 4

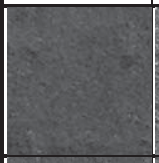
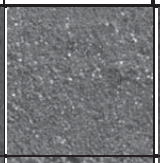
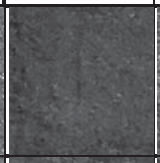
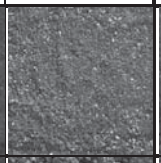
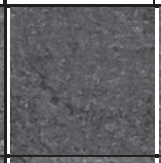
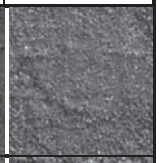
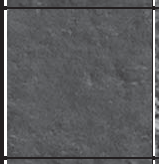
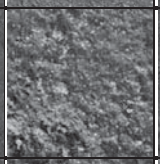
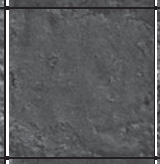
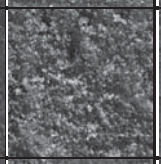
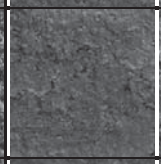
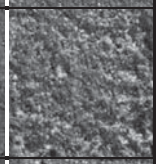
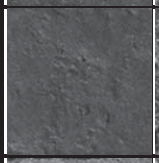
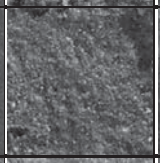
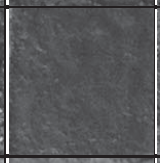
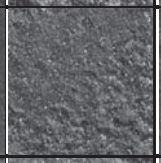
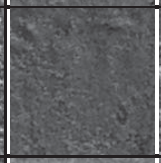
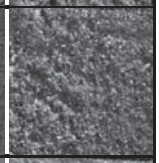
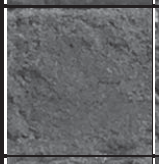
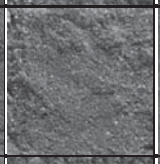
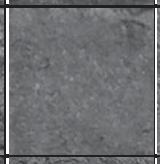
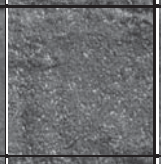
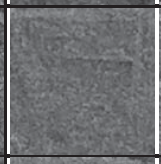
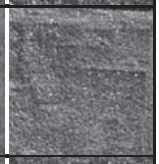
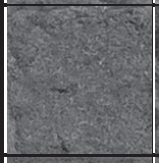
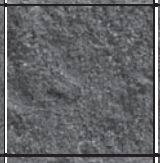
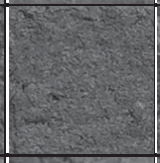
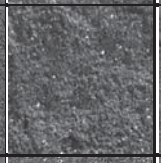
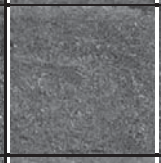
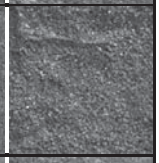
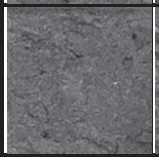
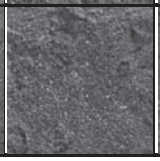
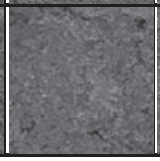
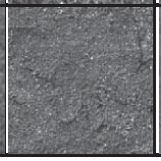
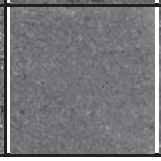
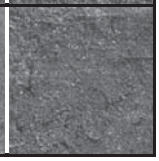
ในขั้นตอนแรก ผู้วิจัยได้ผสมดินเหนียวกับทรายในสัดส่วนที่กำหนดไว้ทั้ง 3 สูตร จากนั้นนำดินที่ผสมแต่ละสูตรมาผสมกับวัสดุประสานทั้ง 6 ชนิด จะได้วัสดุฉาบ 18 สูตร และนำวัสดุฉาบทั้งหมดมาฉาบลงบนแผ่นกระดาษอัด โดยแต่ละสูตรจะมีพื้นที่ฉาบประมาณ 10 x 10 เซนติเมตร และฉาบหนาประมาณ 1 เซนติเมตร หลังจากที่ตากวัสดุฉาบไว้ในร่มประมาณ 7 วัน พบว่าสภาพผิวของวัสดุฉาบในกลุ่มที่ผสมแป้งข้าวเจ้า แป้งข้างเหนียว และแป้งมันสำปะหลัง จะมีสภาพพื้นผิวเรียบเนียนที่สุด รองลงมาคือวัสดุฉาบที่ผสมน้ำตาลโตนดและน้ำตาลอ้อย ส่วนวัสดุฉาบที่ผสมน้ำมันตังอิ้วจะมีสภาพพื้นผิวหยาบที่สุด โดยในสูตรวัสดุฉาบที่ผสมวัสดุประสานชนิดเดียวกันจะพบว่าสูตรดินที่มีสัดส่วนของทรายมากจะให้พื้นผิวที่เรียบเนียนกว่าสูตรดินที่มีสัดส่วนของทรายน้อย

จากนั้นผู้วิจัยได้ทดสอบความสามารถในการคงรูปของวัสดุฉาบเมื่อโดนน้ำ โดยนำวัสดุฉาบทั้ง 18 สูตร วางไว้กลางแจ้งเป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้สัมผัสกับแสงแดดและการชะล้างจากฝน แล้วสังเกตสภาพพื้นผิวของวัสดุฉาบแต่ละสูตรเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคงรูป ผลจากการนำวัสดุฉาบ(ดินผสมด้วยวัสดุประสาน)ทั้ง 18 สูตร ไปวางไว้กลางแจ้งเป็นเวลา 7 วัน (วัดปริมาณฝนได้ 59.9 มิลลิเมตร) ได้ผลการทดสอบดังนี้

ตารางที่ 2 สัดส่วนระหว่างวัสดุประสานและวัสดุฉาบ

สัดส่วนวัสดุประสาน (ร้อยละ 20)	สัดส่วนวัสดุฉาบ (ร้อยละ 80)					
	ดินเหนียวต่อทราย 4 : 6		ดินเหนียวต่อทราย 3 : 7		ดินเหนียวต่อทราย 2 : 8	
	ดินเหนียว	ทราย	ดินเหนียว	ทราย	ดินเหนียว	ทราย
1. น้ำมันตังอิ้ว	ร้อยละ 32	ร้อยละ 48	ร้อยละ 24	ร้อยละ 56	ร้อยละ 16	ร้อยละ 64
2. น้ำตาลอ้อย(เคี่ยวจนข้น)	ร้อยละ 32	ร้อยละ 48	ร้อยละ 24	ร้อยละ 56	ร้อยละ 16	ร้อยละ 64
3. น้ำตาลโตนด(เคี่ยวจนข้น)	ร้อยละ 32	ร้อยละ 48	ร้อยละ 24	ร้อยละ 56	ร้อยละ 16	ร้อยละ 64
4. แป้งข้าวเจ้า(แป้งเปียก)	ร้อยละ 32	ร้อยละ 48	ร้อยละ 24	ร้อยละ 56	ร้อยละ 16	ร้อยละ 64
5. แป้งข้าวเหนียว(แป้งเปียก)	ร้อยละ 32	ร้อยละ 48	ร้อยละ 24	ร้อยละ 56	ร้อยละ 16	ร้อยละ 64
6. แป้งมันสำปะหลัง(แป้งเปียก)	ร้อยละ 32	ร้อยละ 48	ร้อยละ 24	ร้อยละ 56	ร้อยละ 16	ร้อยละ 64

ตารางที่ 3 สภาพพื้นผิวของวัสดุฉาบทั้ง 18 สูตร เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังจากวางไว้กลางแจ้ง 7 วัน

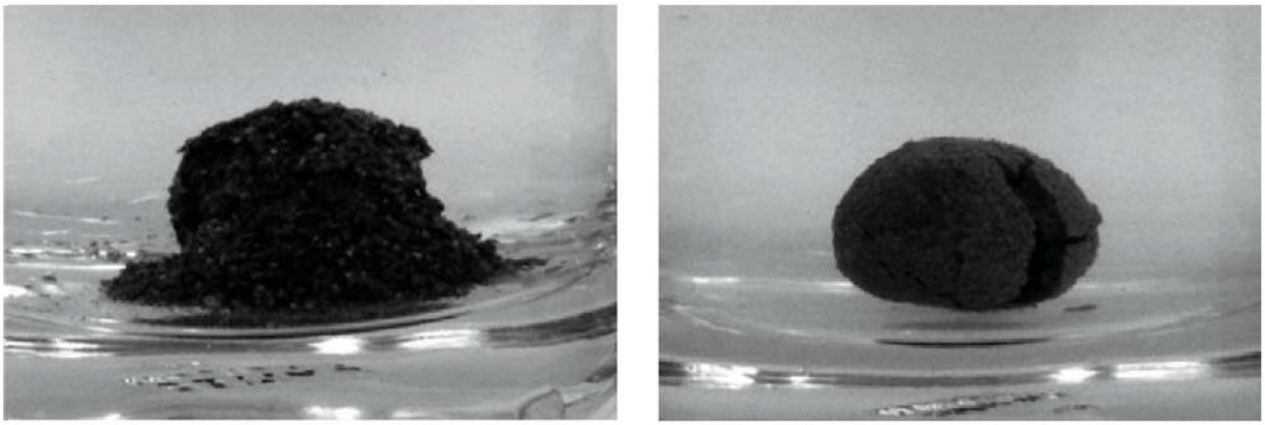
วัสดุประสาน	วัสดุฉาบสูตรดินเหนียวต่อทราย 4 : 6		วัสดุฉาบสูตรดินเหนียวต่อทราย 3 : 7		วัสดุฉาบสูตรดินเหนียวต่อทราย 2 : 8	
	ก่อนวางไว้กลางแจ้ง	หลังวางไว้กลางแจ้ง	ก่อนวางไว้กลางแจ้ง	หลังวางไว้กลางแจ้ง	ก่อนวางไว้กลางแจ้ง	หลังวางไว้กลางแจ้ง
น้ำมันตังอิ้ว						
น้ำตาลอ้อย						
น้ำตาลโตนด						
แป้งข้าวเจ้า						
แป้งข้าวเหนียว						
แป้งมันสำปะหลัง						

สภาพผิวของวัสดุฉาบที่ผสมน้ำมันตังอิ้ว มีการคงรูปได้ดีที่สุดในกลุ่มวัสดุที่ใช้ทดสอบ โดยไม่พบการหลุดร่อนของผิววัสดุ ส่วนวัสดุทดสอบที่มีความสามารถในการคงรูปรองลงมาคือวัสดุฉาบที่ผสมแป้งข้าวเจ้า แป้งข้างเหนียว และแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งวัสดุฉาบที่ผสมวัสดุประสานจากแป้งทั้งสามชนิดมีสภาพการคงรูปของผิววัสดุฉาบใกล้เคียงกัน โดยมีการหลุดร่อนบางส่วน ส่วนวัสดุฉาบที่ผสมน้ำตาลโตนดและวัสดุฉาบที่ผสมน้ำตาลอ้อยมีสภาพการคงรูปแย่ที่สุด

3. การทดสอบความสามารถในการคงรูปและกันน้ำของวัสดุเคลือบผิวผนังอาคารดิน

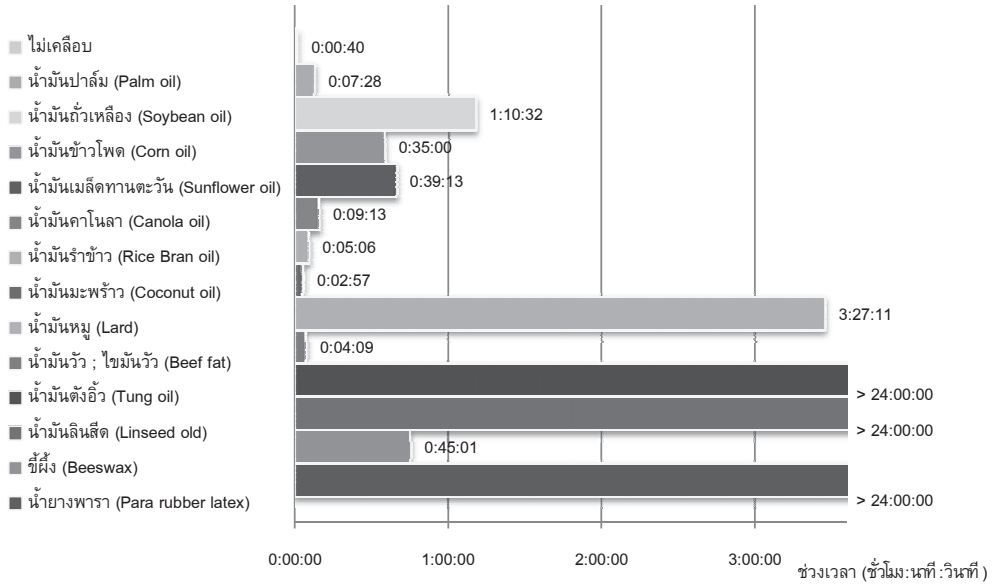
การทดสอบวัสดุผิวของผนังดิน ผู้วิจัยได้เลือกวัสดุในกลุ่มของน้ำมันและไขมันธรรมชาติชนิดที่หาได้ทั่วไปตามท้องตลาดเป็นหลักเพื่อใช้ในการทดสอบทาเคลือบผิววัสดุฉาบผนังชั้นนอก โดยเลือกน้ำมันและไขมันธรรมชาติไว้ 12 ชนิด ได้แก่ น้ำมันปาล์มโอเลอิน (Palm Olein Oil) น้ำมันถั่วเหลือง (Soybean Oil) น้ำมันข้าวโพด (Corn Oil) น้ำมันเมล็ดทานตะวัน (Sunflower Oil) น้ำมันคาโนลา (Canola Oil) น้ำมันรำข้าว (Rice Bran Oil) น้ำมันมะพร้าว (Coconut Oil) น้ำมันหมู (Lard) น้ำมันวัว ; ไขมันวัว (Beef fat) น้ำมันมะเยาหิน ; น้ำมันตังอิ้ว หรือ ทั่งอิ้ว (Tung Oil) น้ำมันเมล็ดฝ้าย ; น้ำมันลินสีด (Linseed Old) และขี้ผึ้ง (Beeswax)

การทดสอบความสามารถในการคงรูปและกันน้ำของวัสดุเคลือบผิวผนังอาคารดิน ผู้วิจัยได้เลือกใช้สูตรดินผสม(ดินเหนียว 4 ส่วน ต่อ ทราย 6 ส่วน) 4 ส่วน ต่อ แป้งเปียก(แป้งมันสำปะหลัง) 1 ส่วน เป็นตัวแทนวัสดุผนังฉาบชั้นนอก(ตัวแปรควบคุม) โดยปั้นก้อนดินเป็นรูปทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 1.5 เซนติเมตร หลังจากตากไว้ในที่ร่มประมาณ 2 สัปดาห์ ได้นำก้อนดินดังกล่าวมาทาเคลือบด้วยน้ำมัน ไขมัน และยางธรรมชาติทั้ง 13 ชนิด แล้วผึ่งไว้ในที่ร่มอีกประมาณ 7 วัน จากนั้นนำก่อนดินดังกล่าวแช่ในน้ำ แล้วสังเกตเปรียบเทียบการคงรูปของก้อนดินที่เคลือบผิวด้วยวัสดุแต่ละชนิด โดยบันทึกผลทุก 1 นาที จนครบ 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 6 ลักษณะการเสียการคงรูปของก้อนดิน การหลุดร่อน (ภาพซ้าย) และการแตกร้าว (ภาพขวา)

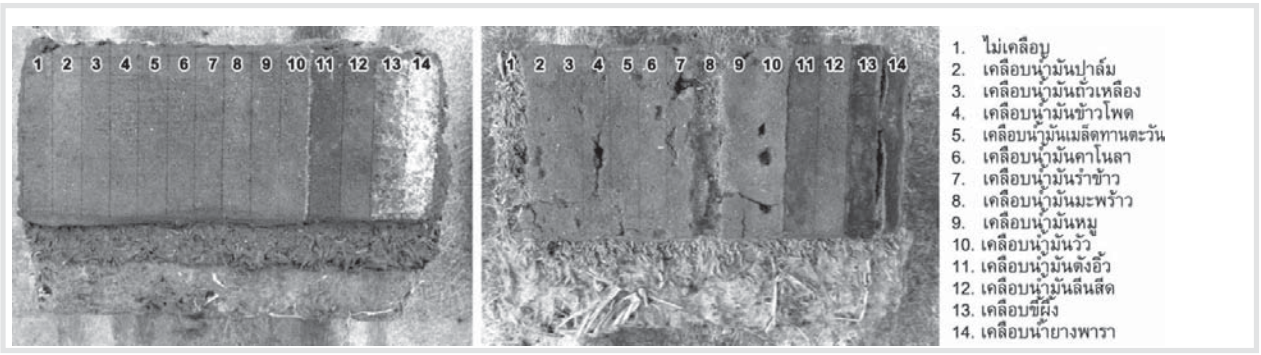
ผลการทดสอบการนำก้อนดินที่ทาเคลือบด้วยวัสดุชนิดต่างๆ แช่ในน้ำพบว่า ก้อนดินที่ทาเคลือบด้วยน้ำมันตังอิ้ว น้ำมันลินสีด และน้ำยางพารา ยังสามารถคงรูปอยู่ได้หลังจากแช่ในน้ำ 24 ชั่วโมง รองลงมาคือก้อนดินที่ทาเคลือบด้วยน้ำมันหมูและน้ำมันถั่วเหลือง ตามลำดับ นอกจากนั้น ก้อนดินที่ทาเคลือบด้วยวัสดุอื่นๆ จะไม่สามารถคงรูปอยู่ได้เมื่อแช่น้ำในเวลา 1 ชั่วโมง



ภาพที่ 7 แสดงเวลาเฉลี่ยที่เริ่มเสียการคงรูปของก้อนดินที่เคลือบผิวด้วยวัสดุแต่ละชนิด

ผลการทดสอบโดยการนำก้อนดินที่ทาเคลือบด้วยวัสดุชนิดต่างๆ ไปแช่ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าก้อนดินที่ทาเคลือบด้วยน้ำมันตังอิ้ว น้ำมันลินสีด และน้ำยางพารา มีคุณสมบัติในการคงรูปได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตามสภาพการใช้งานของผนังดินโดยทั่วไปมิได้ถูกแช่ในน้ำอย่างเช่นในการทดลองแต่อย่างใด หากแต่จะสัมผัสน้ำจากฝนเป็นหลัก

ดังนั้นเพื่อเป็นการจำลองสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับสภาพการใช้งานของผนังดินให้มากที่สุด ผู้วิจัยได้ออกแบบวิธีการทดสอบวัสดุเคลือบผิวผนังดินทั้ง 13 ชนิดอีกวิธีหนึ่ง โดยใช้ก้อนอิฐดินแทนผนังดิน แล้วฉาบด้วยวัสดุฉาบชั้นแรก (ดิน 1 ส่วน ต่อ แกลบ 3 ส่วน) หนา 1 เซนติเมตร และฉาบทับด้วยวัสดุฉาบชั้นนอก (ดินเหนียว 3 ส่วน ต่อ ทราย 6 ส่วน แล้วผสมแป้งเปียกอีก 1 ใน 4) หนา 1 เซนติเมตร เพื่อแทนลักษณะทางกายภาพของผนังดิน แล้วทาเคลือบผิวด้วยน้ำมัน ไขมัน และยางธรรมชาติทั้ง 13 ชนิด จากนั้นนำไปวางไว้กลางแจ้ง 30 วัน ในช่วงฤดูฝน แล้วบันทึกผล

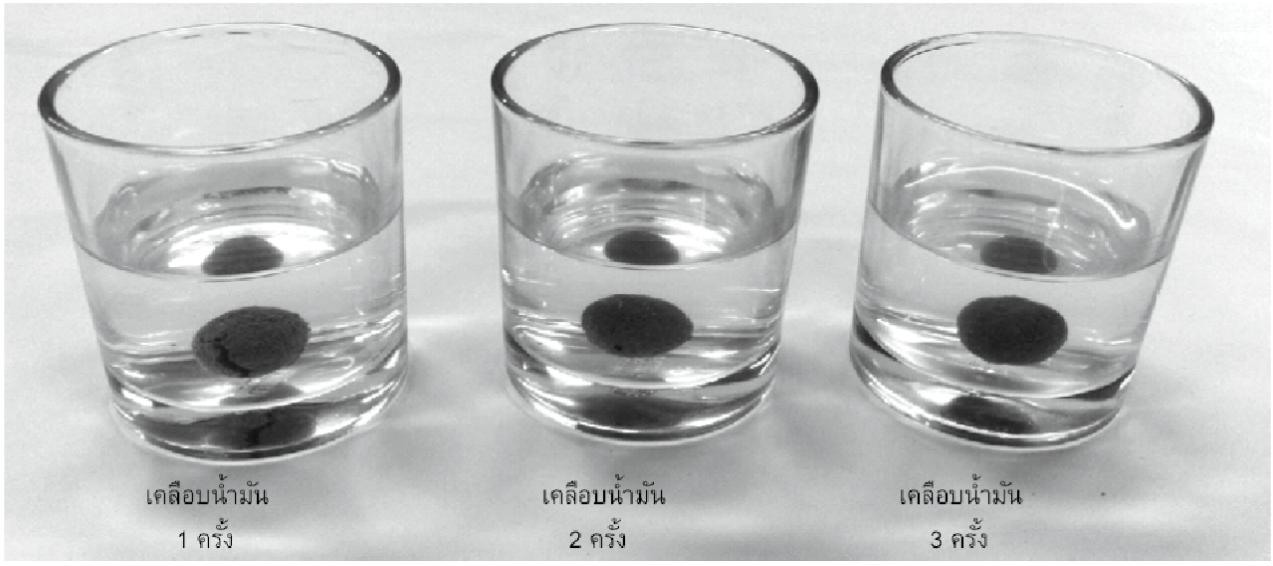


ภาพที่ 8 สภาพวัสดุฉาบที่ทาเคลือบด้วยวัสดุธรรมชาติ ก่อนและหลังจากที่ตากไว้กลางแจ้ง 30 วัน

หลังจากวางวัสดุทดสอบไว้กลางแจ้ง 30 วัน (วัดปริมาณฝนรวมได้ 502.7 มิลลิเมตร) พบว่าผิววัสดุฉาบผนังดินภายนอกที่ทาเคลือบด้วยน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเมล็ดทานตะวัน น้ำมันหมู น้ำมันตังอิ้ว น้ำมันลินสีด ขี้ผึ้ง และน้ำยางพารา ยังสามารถคงรูปอยู่ได้ ส่วนวัสดุฉาบผนังดินภายนอกที่ทาเคลือบด้วยวัสดุอื่นๆ มีการหลุดร่อนออกไปบางส่วนแล้ว ถึงแม้ว่าจากผลการทดลอง การทาเคลือบวัสดุฉาบด้วยขี้ผึ้งและน้ำยางพารา จะให้ผลในการป้องกันน้ำที่ดี แต่สภาพผิวผนังดินที่ทาเคลือบด้วยวัสดุดังกล่าวยังไม่เรียบเกิดรอยด่าง ไม่มีความสวยงาม และเมื่อพิจารณาตามความสะดวกและความเหมาะสมในการใช้งานแล้ว พบว่าการทาเคลือบผิววัสดุฉาบด้วยขี้ผึ้งและน้ำยางพาราจำเป็นต้องใช้ทักษะสูงเพื่อให้ได้พื้นผิวที่เรียบ เนื่องจากขี้ผึ้งอยู่ในสถานะของแข็ง จำเป็นจะต้องต้มขี้ผึ้งให้ร้อนและต้องรีบทาเคลือบก่อนขี้ผึ้งจะแข็งและขี้ผึ้งยังมีราคาสูง ส่วนการทาเคลือบด้วยน้ำยางพารา น้ำยางพารามักจะแห้งเร็วและลอกเป็นขุยได้ง่าย และยังมีโอกาสหลุดลอกได้ง่ายเมื่อแห้งแล้ว เมื่อยางพาราแห้งจะมีลักษณะเป็นฟิล์มยางที่ช่วยป้องกันน้ำได้ แต่ฟิล์มยางดังกล่าวยังป้องกันความชื้นจากในผนังดินให้ถ่ายเทออกมาภายนอกได้ลำบากเช่นกัน หรือหากจะใช้สารเคมีผสมเจือจางขี้ผึ้งและน้ำยางพาราให้เหลวเพื่อให้ทาเคลือบได้ง่ายขึ้น ก็จะไม่สอดคล้องกับแนวทางการใช้วัสดุธรรมชาติ อีกทั้งจากผลการทดลองยังพบว่าสภาพของขี้ผึ้งและน้ำยางพาราที่ทาเคลือบผิววัสดุฉาบไว้ เริ่มเสื่อมสภาพและมีการหลุดร่อนบางส่วนแล้ว ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่ขี้ผึ้งและน้ำยางพาราที่ทาเคลือบวัสดุฉาบจะมีอายุการใช้งานได้ไม่นานนัก จึงพิจารณาตัดขี้ผึ้งและน้ำยางพาราออกจากทางเลือกในการใช้งาน

ดังนั้น การทาเคลือบผิววัสดุฉาบด้วยน้ำมันตังอิ้วและน้ำมันลินสีดจึงมีประสิทธิภาพในการคงรูปและป้องกันน้ำได้ดีที่สุด ส่วนน้ำมันหมู น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันเมล็ดทานตะวันจะมีประสิทธิภาพในการคงรูปและป้องกันน้ำรองลงมาในระดับที่ยอมรับได้

จากผลการทดสอบวัสดุทาเคลือบผนังดินดังข้างต้น ที่พบว่าก้อนดินที่ทาเคลือบด้วยน้ำมันตังอิ้วและน้ำมันลินสีดสามารถคงรูปอยู่ได้เกิน 24 ชั่วโมง ส่วนก้อนดินที่ทาเคลือบด้วยน้ำมันหมู น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันเมล็ดทานตะวัน ซึ่งมีความสามารถในการคงรูปรองลงมา แต่ยังคงรูปอยู่ได้ไม่ถึง 24 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม น้ำมันหมู น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันเมล็ดทานตะวัน ยังมีราคาต่ำกว่าน้ำมันตังอิ้วและน้ำมันลินสีดอยู่มาก ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบแนวทางในการเปรียบเทียบการเคลือบก้อนดินด้วยน้ำมันหมู น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันเมล็ดทานตะวัน เพื่อให้มีความสามารถในการคงรูปและป้องกันน้ำใกล้เคียงกับการทาเคลือบผิวด้วยน้ำมันตังอิ้วและน้ำมันลินสีดเพื่อเป็นทางเลือกในการใช้งาน โดยใช้ก้อนดินทาเคลือบด้วยน้ำมันหมู น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันเมล็ดทานตะวัน แบ่งเป็นทาเคลือบ 1 ครั้ง 2 ครั้ง และ 3 ครั้งตามลำดับ จากนั้นปล่อยให้แห้งและนำก้อนดินที่ทาเคลือบด้วยวัสดุดังกล่าวแช่น้ำและสังเกตผล



ภาพที่ 9 สภาพก้อนดินที่ทาเคลือบด้วยน้ำมันเมล็ดทานตะวัน 1 ครั้ง 2 ครั้ง และ 3 ครั้งหลังจากแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

ผลจากการทดสอบพบว่าก้อนดินแต่ละก้อนที่ทาเคลือบด้วยน้ำมันทั้ง 3 ชนิด ให้ผลลัพธ์ไปในทางเดียวกัน คือก้อนดินที่ทาเคลือบผิวด้วยน้ำมัน 1 ครั้ง จะไม่สามารถคงรูปอยู่ได้ถึง 24 ชั่วโมง ส่วนก้อนดินที่ทาเคลือบด้วยน้ำมัน 2 ครั้ง และ 3 ครั้ง จะสามารถคงรูปอยู่ได้นานมากกว่า 24 ชั่วโมง จึงสรุปได้ว่า การทาเคลือบวัสดุฉาบผนังดินด้วยน้ำมันหมู น้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำมันเมล็ดทานตะวัน ต้องทาเคลือบอย่างน้อย 2 ครั้ง ผิวของวัสดุฉาบดังกล่าวจึงจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำที่ดี ส่วนการทาเคลือบผิววัสดุฉาบผนังดินชั้นนอกด้วยน้ำมันตังอิ้วหรือน้ำมันลินสีดเพียง 1 ครั้ง จะช่วยให้ผิวของวัสดุฉาบผนังดินมีประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำได้ดี

สรุปผลการทดลอง

1. การทดสอบความสามารถในการคงรูปของวัสดุฉาบผิวผนังอาคารดินชั้นแรก

การทดสอบความสามารถในการคงรูปของวัสดุฉาบผิวผนังอาคารดินชั้นแรก โดยดินที่ใช้ทดลองเป็นดินร่วนหยาบ (มีส่วนผสมของดินเหนียวร้อยละ 50 ทรายร้อยละ 40 และเศษวัชพืช/กรวดร้อยละ 10) นำมาผสมกับแกลบและขี้วัวในสัดส่วนต่างๆ ได้สูตรวัสดุฉาบผนังในการทดสอบ 12 สูตร เมื่อฉาบผนังเสร็จแล้วปล่อยไว้กลางแจ้งเป็นเวลา 15 วัน เพื่อทำการเปรียบเทียบสภาพการคงรูปของวัสดุฉาบผนังดินแต่ละสูตร

ผลการทดสอบพบว่า วัสดุฉาบผนังดินที่ผสมดินมากจะมีโอกาสแตกร้าวสูงแต่ก็สามารถทนการชะล้างโดยฝนได้ดี ส่วนวัสดุฉาบผนังดินที่ผสมแกลบมากจะช่วยให้ผนังแตกร้าวน้อยลงแต่ถ้าผสมแกลบมากจนเกินไปจะทำให้ฉาบได้ลำบาก ส่วนวัสดุฉาบผนังดินที่ผสมขี้วัวจะพบรอยแตกร้าวในทุกสัดส่วนที่ใช้ทดลอง จากการทดลอง สัดส่วนในการฉาบผนังดิน (ฉาบชั้นแรก) ที่เหมาะสมคือ สัดส่วนดิน 1 ส่วน ต่อ แกลบ 2 - 3 ส่วน เนื่องจากวัสดุฉาบจะสามารถคงรูปได้ดีโดยไม่มีเกิดรอยแตกร้าว

ตารางที่ 4 สัดส่วนวัสดุฉาบผิวผนังอาคารดินชั้นแรก

สัดส่วน	วัสดุฉาบผิวผนังอาคารดินชั้นแรก		
	ดินที่ใช้ทดสอบ (ดินร่วนหยาบ)		แกลบ
	ดินเหนียว	ทราย(และวัชพืช)	
ดิน 1 ส่วน ต่อ แกลบ 2 ส่วน	ร้อยละ 16.6	ร้อยละ 16.6	ร้อยละ 66.6
ดิน 1 ส่วน ต่อ แกลบ 3 ส่วน	ร้อยละ 12.5	ร้อยละ 12.5	ร้อยละ 75

2. การทดสอบความสามารถในการคงรูปของวัสดุฉาบผิวผนังอาคารดินชั้นนอก

จากการทดสอบพบว่า สัดส่วนของวัสดุฉาบชั้นนอกระหว่างดินเหนียวและทรายที่ไม่เกิดรอยร้าว ได้แก่ 1) ดินเหนียวต่อทราย 4 : 6 2) ดินเหนียวต่อทราย 3 : 7 และ 3) ดินเหนียวต่อทราย 2 : 8 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ธนา อุทัยภัตรากูร (2547) ที่กล่าวว่าอัตราส่วนระหว่างทรายกับดินเหนียว ควรให้ทรายมีปริมาณมากกว่าหรือเท่ากับดินเหนียว เพื่อลดการแตกร้าวให้มากที่สุด โดยวัสดุฉาบทั้ง 3 สัดส่วน เมื่อผสมวัสดุประสาน ในสัดส่วนวัสดุฉาบ 3 ส่วน ต่อ วัสดุประสาน 1 ส่วน จะมีความสามารถในการคงรูปได้ดีขึ้น วัสดุประสานที่ผสมกับวัสดุฉาบแล้วสามารถคงรูปได้ดีที่สุดคือน้ำมันตังอิ้ว รองลงมาคือแป้งเปียกที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว และแป้งมันสำปะหลัง จากการทดลองพบว่าวัสดุฉาบที่ผสมวัสดุประสานจากแป้งทั้งสามชนิดมีสภาพการคงรูปของผิววัสดุฉาบใกล้เคียงกัน และเมื่อผสมวัสดุฉาบ (ระหว่างดินเหนียวและทราย) แต่ละสัดส่วนกับวัสดุประสานชนิดเดียวกันแล้วยังให้ผลลัพธ์ในการคงรูปไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้ สัดส่วนดินเหนียวต่อทราย 2 : 8 จะได้วัสดุฉาบที่มีพื้นผิวที่เรียบเนียน และมีเนื้อละเอียดที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเสนอสูตรวัสดุฉาบผิวผนังอาคารดินชั้นนอกไว้ 12 สูตร เพื่อเป็นทางเลือกในการใช้งาน โดยแต่ละสูตรมีประสิทธิภาพในการคงรูปของวัสดุฉาบผนังชั้นนอกที่ยอมรับได้

ตารางที่ 5 สูตรวัสดุฉาบผิวผนังอาคารดินชั้นนอก

สัดส่วนดิน	สูตร	สัดส่วนวัสดุฉาบ (ร้อยละ 80)		สัดส่วนวัสดุประสาน (ร้อยละ 20)			
		ดินเหนียว	ทราย	น้ำมันตังอิ้ว	แป้งข้าวเจ้า	แป้งข้าวเหนียว	แป้งมันสำปะหลัง
ดินเหนียวต่อทราย 4 : 6	1	ร้อยละ 32	ร้อยละ 48	ร้อยละ 20	-	-	-
	2	ร้อยละ 32	ร้อยละ 48	-	ร้อยละ 20	-	-
	3	ร้อยละ 32	ร้อยละ 48	-	-	ร้อยละ 20	-
	4	ร้อยละ 32	ร้อยละ 48	-	-	-	ร้อยละ 20
ดินเหนียวต่อทราย 3 : 7	5	ร้อยละ 24	ร้อยละ 56	ร้อยละ 20	-	-	-
	6	ร้อยละ 24	ร้อยละ 56	-	ร้อยละ 20	-	-
	7	ร้อยละ 24	ร้อยละ 56	-	-	ร้อยละ 20	-
	8	ร้อยละ 24	ร้อยละ 56	-	-	-	ร้อยละ 20
ดินเหนียวต่อทราย 2 : 8	9	ร้อยละ 16	ร้อยละ 64	ร้อยละ 20	-	-	-
	10	ร้อยละ 16	ร้อยละ 64	-	ร้อยละ 20	-	-
	11	ร้อยละ 16	ร้อยละ 64	-	-	ร้อยละ 20	-
	12	ร้อยละ 16	ร้อยละ 64	-	-	-	ร้อยละ 20

หมายเหตุ : แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว และแป้งมันสำปะหลัง ทำเป็นแป้งเปียก โดยใช้แป้งผสมกับน้ำในอัตราส่วน แป้ง 1 ส่วน ต่อน้ำ 8 ส่วน (ต้มน้ำ 7 ส่วนจนเดือด แล้วใส่น้ำเย็นที่ผสมกับแป้งสัดส่วน 1 ต่อ 1 ลงไป แล้วคนจนเหนียว)

3. การทดสอบความสามารถในการป้องกันน้ำของวัสดุเคลือบผิวผนังอาคารดิน

3.1 การทดสอบความสามารถในการคงรูปและกันน้ำของวัสดุเคลือบผิวผนังอาคารดิน

ผลการทดสอบพบว่า วัสดุฉาบที่ทาเคลือบด้วยน้ำมันตังอิ้ว น้ำมันลินสีด และน้ำยางพารา มีคุณสมบัติในการคงรูปได้ดีที่สุด รองลงมาคือน้ำมันหมู น้ำมันถั่วเหลือง ขี้ผึ้ง และน้ำมันเมล็ดทานตะวัน ตามลำดับ

สำหรับการทาเคลือบวัสดุฉาบผนังอาคารดินด้วยวัสดุประเภทน้ำมันธรรมชาตินั้น จากการทดลองพบว่าการทาเคลือบวัสดุฉาบผนังดินด้วยน้ำมันตังอิ้วหรือน้ำมันลินสีดเพียง 1 ครั้ง จะช่วยให้ผิวของวัสดุฉาบผนังดินมีประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำได้ดี ส่วนการทาเคลือบวัสดุฉาบผนังดินด้วยน้ำมันหมู น้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำมันเมล็ดทานตะวัน จะต้องทาเคลือบอย่างน้อย 2 ครั้ง ผิวของวัสดุฉาบผนังดินจึงจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำที่ดี

ตารางที่ 6 สูตรวัสดุทาเคลือบผิวผนังอาคารดินชั้นนอก

วัสดุทาเคลือบผิว	ประสิทธิภาพในการคงรูปและป้องกันน้ำของวัสดุฉาบผนังดิน		
	ดีที่สุด	ดี	ยอมรับได้
น้ำมันตังอิ้ว	ทาเคลือบ 2 ครั้งขึ้นไป	ทาเคลือบ 1 ครั้ง	-
น้ำมันลินสีด	ทาเคลือบ 2 ครั้งขึ้นไป	ทาเคลือบ 1 ครั้ง	-
น้ำมันหมู	-	ทาเคลือบ 2 ครั้งขึ้นไป	ทาเคลือบ 1 ครั้ง
น้ำมันถั่วเหลือง	-	ทาเคลือบ 2 ครั้งขึ้นไป	ทาเคลือบ 1 ครั้ง
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	-	ทาเคลือบ 2 ครั้งขึ้นไป	ทาเคลือบ 1 ครั้ง

หมายเหตุ : ต้มน้ำมันให้อุ่นก่อนใช้ทาเคลือบวัสดุฉาบผนัง จะช่วยให้น้ำมันซึมเข้าเนื้อวัสดุฉาบผนังได้ดีขึ้น

สิ่งที่ควรคำนึงถึงคืออายุการใช้งานของวัสดุที่ใช้ทาเคลือบผนัง เนื่องจากน้ำมันที่ใช้ทางเคลือบผนังเป็นจากวัสดุธรรมชาติ ซึ่งมีการย่อยสลายตามอายุของวัสดุ ถึงแม้ว่าจากการศึกษาคุณสมบัติวัสดุในเบื้องต้นจะพบว่า น้ำมันลินสีดซึ่งใช้สำหรับผสมและเคลือบภาพสีน้ำมัน และน้ำมันตังอิ้วที่ใช้เคลือบพระผงหรือผสมในปูนปั้น จะมีอายุการใช้งานมากกว่าร้อยปีก็ตาม แต่น้ำมันหมู น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันเมล็ดทานตะวัน ยังไม่พบการอ้างอิงอายุการใช้งานในลักษณะดังกล่าวแต่อย่างใด ดังนั้นการใช้น้ำมันกลุ่มดังกล่าวทาเคลือบผนังดิน เจ้าของอาคารจึงควรสังเกตและตรวจสอบสภาพผนังดินอย่างน้อยทุก 3 - 5 ปี โดยอาจทาเคลือบผนังซ้ำเมื่อพบว่าวัสดุที่ทาเคลือบผิวเริ่มเสื่อมสภาพ

อภิปรายผล

เนื่องจากการวิจัยนี้ ใช้ดินในพื้นที่ตำบลกุดน้อย อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา เป็นวัตถุดิบหลักในการทดสอบและทดลอง ด้วยเหตุนี้ การอ้างอิงสูตรฯจากผลการวิจัยไปใช้ในการก่อสร้างอาคารดินโดยใช้ดินในท้องที่อื่นๆ อาจให้ผลลัพธ์แตกต่างออกไปบ้างตามสภาพดินที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้ทดลองนำดินจากพื้นที่อื่นๆ เช่น ดินจากอำเภอหนองโดน จังหวัดสระบุรี และดินจากอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา มาใช้สูตรในการฉาบและทาเคลือบผนังดินที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้ สำหรับการทดสอบใช้สูตรการฉาบผนัง ได้ทดสอบสัดส่วนของดินเหนียวและทรายในดินที่นำมาใช้ก่อน ด้วยวิธีการแช่น้ำให้ตกตะกอน แล้วทอนสัดส่วนของดินเหนียวและทรายให้เป็นไปตามสูตรที่กำหนดไว้โดยการทดสอบใช้ดินในพื้นที่ดังกล่าวให้ผลในการคงรูปโดยรวมมีความสอดคล้องกับผลการวิจัย อาจมีความแตกต่างกันบ้างในรายละเอียดปลีกย่อยเพียงเล็กน้อย ตามสภาพดินที่ต่างกัน ดังนั้นวิธีการทดสอบสัดส่วนของดินเหนียวและทรายในดินที่นำมาใช้ ด้วยวิธีการแช่น้ำให้ตกตะกอน เป็นแนวทางหนึ่งในการเทียบเคียงสัดส่วนของดินเหนียวและทรายในดินจากพื้นที่ต่างๆ ให้ใกล้เคียงสูตรฯที่กำหนดไว้ ซึ่งให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงหรือสอดคล้องผลการทดสอบของงานวิจัยในระดับที่ยอมรับได้ ส่วนการทดสอบสูตรในการทาเคลือบผนัง ตัวแปรหลักคือความสามารถในการป้องกันน้ำของน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ใช้ทาเคลือบผิว ซึ่งเมื่อทดสอบนำดินจากพื้นที่อื่นๆมาทาเคลือบผนัง พบว่าให้ผลลัพธ์ในการป้องกันน้ำสอดคล้องกับผลการวิจัยนี้เช่นกัน อย่างไรก็ตาม มีความเป็นไปได้ที่ สูตรในการฉาบผนังดินชั้นแรก สูตรในการฉาบผนังดินชั้นนอก และสูตรในการทาเคลือบผิววัสดุฉาบผนังชั้นนอก ที่ได้จากผลการวิจัยนี้ จะไม่สามารถนำไปใช้อ้างอิงในการก่อสร้างอาคารดินในท้องที่ที่มีสภาพดินที่แตกต่างจากดินที่ใช้ในการวิจัยมาก แต่งานวิจัยนี้ยังเป็นประโยชน์ในการอ้างอิงเพื่อศึกษาแนวทางในการทดลองและทดสอบเปรียบเทียบวัสดุดินในแต่ละท้องที่ได้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2555. **ดิน**. [ออนไลน์] [อ้างเมื่อวันที่ 7 มิถุนายน 2555] เข้าถึงได้จาก : http://www.ldd.go.th/thai-soils_museum/survey_1/soils.htm.

จงรัก นุ่นชู และ ณัฐพงศ์ รังสิมันตุชาติ. 2547. **การศึกษาคุณสมบัติของอิฐดินดิบเพื่อการก่อสร้างบ้านดิน**. โครงงานวิศวกรรม วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จตุพร ตั้งศิริสกุล. 2550. **การประยุกต์ใช้วัตถุดิบทางธรรมชาติในการเพิ่มประสิทธิภาพของก้อนอิฐดินดิบเพื่อใช้ในการก่อสร้างบ้านดิน**. วิทยานิพนธ์ สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

โจน จันใด. 2555. **อยู่กับดิน : 16 ปีการปั้นดินเป็นบ้าน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

ธนา อุทัยภัตรากูร. 2547. **จากดินสู่บ้าน สร้างบ้านด้วยดิน คู่มือการสร้างบ้านดินฉบับปรับปรุงใหม่**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สวนเงินมีมา.

วรุณ เหล่าโกเมนย์. 2547. **การเพิ่มความสามารถในการป้องกันน้ำของการก่อสร้างบ้านดิน**. วิทยานิพนธ์ สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

เอเซียปูนปั้น. [ออนไลน์] [อ้างเมื่อวันที่ 7 มิถุนาคม 2555] เข้าถึงได้จาก : http://www.oknation.net/blog/asiapoon-pun.