

การทดสอบอิฐดินดิบผสมชั้นยาเรื่อ
Testing of Unburned Clay Masonry Unit Mixed with Hard resin

ปริญญานิพนธ์

ของ

กัมปนาท	ฉันทะโส	53010310260
พงษ์พัฒน์	กุดจอมศรี	53010310228

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์)

ประธานกรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพชร เพ็งชัย)

กรรมการ

.....
(อาจารย์ ดร.รัตนา หอมวิเชียร)

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

มหาวิทยาลัยมหาสารคามได้อนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บพิตร บุบผาโชติ)
หัวหน้าสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และ
ขอขอบคุณท่านอาจารย์ ดร. รัตนา หอมวิเชียร อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้ดูแลให้คำแนะนำ
แนวทางการแก้ไขปรับปรุงอันเป็นประโยชน์ในการศึกษาตลอดจนคำปรึกษาต่างๆ ขอขอบคุณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์ ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพชร
เพ็งชัย กรรมการสอบ ที่ให้คำแนะนำแนวทางอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ตลอดจนคณะอาจารย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาลัยมหาสารคามทุกท่านที่กรุณาประสิทธิประสาทวิชาความรู้แก่ผู้ทำการวิจัย
จึงกราบขอบคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ และน้อมรำลึกในพระคุณของบิดามารดาผู้ให้กำเนิด มีการเลี้ยงดูและสั่งสอน
อบรมข้าพเจ้า จนเติบโตเพื่อที่จะสร้างประโยชน์ให้แก่ประเทศชาติ และขอขอบคุณญาติพี่น้องทุกคน
ที่ให้ความสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษาตลอดมา

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมโยธา คุณมีศักดิ์ หัทธิพยาธร เจ้าหน้าที่
ห้องปฏิบัติการชลศาสตร์ คุณลักขณา สุวรรณชัย ที่ได้ดูแลให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกมา
ตลอด จนสำเร็จจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ให้คำปรึกษา คุณสุทินกร เดชบุรีรัมย์ ตลอดจนผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ซึ่งมิได้กล่าวนามถึงท่าน ซึ่งคอยอำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการศึกษาตลอดมา
ตลอด จนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กัมปนาท จันทะโล
พงษ์พัฒน์ กุดจอมศรี

ชื่อเรื่อง	การทดสอบอิฐดินดิบผสมชันยาเรือ
ผู้วิจัย	นายกัมปนาท อินทะโส นายพงษ์พัฒน์ กุดจอมศรี
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.รัตนา หอมวิเชียร
ปริญญา	วศ.บ.สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่พิมพ์ 2557

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของอิฐดินดิบที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านดิน ซึ่งนำมาผสมกับชันยาเรือ โดยการทดสอบกำลังรับแรงอัด การหดตัว การดูดซึมน้ำและค่าโมดูลัสการแตกร้าว จากการทดสอบพบว่าอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุดและเหมาะกับการผลิตอิฐดินดิบ เพื่อใช้ในการก่อสร้างบ้านดิน คือ อัตราส่วนดินเหนียว: ทราย: แกลบ: ฟาง คงที่ที่ 2:2:1:1 โดยปริมาตร และใช้อัตราส่วน ชันยาเรือ : น้ำมันสน ที่ 80:20 โดยน้ำหนัก (g) ซึ่งสามารถรับแรงอัดได้ 11.77 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และการหดตัวร้อยละ 8.23 การดูดซึมน้ำร้อยละ 3.68 และมีค่าโมดูลัสการแตกร้าว 9.70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งเมื่อทดสอบความสามารถในการป้องกัน การผุกร่อนจากน้ำตามมาตรฐาน Australian water spray test พบว่าอัตราส่วนดังกล่าวให้ค่าที่ได้จากการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ดี

TITLE	Testing of Unburned Clay Masonry Unit Mixed with Hard resin
AUTHOR	Mr. Kampanat Chantaso Mr. Pongpat Kudchomsri
ADVISOR	Dr.Rattana Hornwichian
DEGREE	B.Eng. (Civil Engineering)
UNIVERSITY	Maharakham University YEAR 2014

ABSTRACT

The aim of this senior project was to study the physical and mechanical properties of unburned clay masonry unit, for earth building, mixed with Hard resin. Those properties included compressive strength, shrinkage, water absorption and modulus of rupture. The result revealed that the best mix proportion was 2:2:1:1 constant (clay: sand: rice husk: rice straw) by volume and in the ratio of 80:20 (Hard resin:turpentine oil) by weight(gram). The sample had compressive strength of 11.77 kg/cm.², shrinkage of 8.23%, water absorption of 3.68% and modulus of rupture of 9.70 kg/cm.². The result of the erosion test according to the Australian water spray test indicated that the erosion protection of the sample was rated as "good".

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	3
ขอบเขตการศึกษา	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
สถานที่ดำเนินการศึกษา	3
งบประมาณ	4
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
องค์ประกอบของดิน	5
คุณสมบัติของวัสดุผสม	10
ชั้นยาเร็ว	10
การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
3 วิธีดำเนินการศึกษา	23
ขั้นตอนการดำเนินการทำอิฐดินดิบ	23
ขั้นตอนในการทำวัสดุอาบนั่งดิน	28
การทดสอบคุณสมบัติ	29
อัตราส่วนที่ใช้ในการทดสอบ	33
การดำเนินการศึกษา	35
แผนการดำเนินงาน	36
4 ผลการศึกษา	37
ผลการศึกษาอัตราส่วนผสมอิฐดินดิบ	37
ผลการศึกษาอิฐดินดิบ	38
การทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐดินดิบ	38
การทดสอบการหดตัวของอิฐดินดิบ	39
การทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐดินดิบ	40
การทดสอบค่าโมดูลัสการแตกร้าวของอิฐดินดิบ	41
การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากน้ำของอิฐดินดิบ	42

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ผลการศึกษาอัตราส่วนผสมวัสดุฉาบผนังดิน	44
ผลการศึกษาวัสดุฉาบผนังดิน	45
การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากน้ำของวัสดุฉาบ	45
5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	48
สรุปผลการศึกษา	48
ผลการศึกษาอิฐดินดิบ	48
ผลการศึกษาวัสดุฉาบผนังดิน	49
ข้อเสนอแนะ	49
บรรณานุกรม	50
ภาคผนวก	52
ภาคผนวก ก ผลการทดสอบคุณสมบัติอิฐดินดิบ	53
ภาคผนวก ข ผลการทดสอบคุณสมบัติวัสดุฉาบผนังดิน	63
ภาคผนวก ค ภาพประกอบ	69
ประวัติย่อของผู้วิจัย	75

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ลักษณะดินที่มีขนาดคละกัณติ	8
2 ประเภทมวลดิน และค่า Activity of Clay โดยประมาณ	10
3 เกณฑ์การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ (Erosion Testing) ของอิฐดินเหนียวดิบ (Adobe) ตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย .	17
4 เกณฑ์การแบ่งระดับความสามารถในการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของอิฐดิน เหนียวดิบ (adobe) ตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย	18
5 อัตราส่วนผสมที่ใช้ในการวิเคราะห์อัตราส่วนผสมของอิฐดินดิบ	33
6 อัตราส่วนผสมที่ใช้ในการวิเคราะห์อัตราส่วนผสมของวัสดุฉาบผนังดิน	34
7 อัตราส่วนผสมของอิฐดินดิบที่เลือกใช้ในการทดสอบ	34
8 อัตราส่วนผสมวัสดุฉาบผนังดินที่เลือกใช้ในการทดสอบ	35
9 การทดสอบกำลังรับแรงอัด	54
10 การทดสอบการหดตัวของอิฐ	55
11 การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำของอิฐ	56
12 การทดสอบโมดูลัสการแตกร้าว	57
13 ความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของอิฐดินดิบ	58
14 ความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของวัสดุฉาบผนังดิน ...	64

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ปริมาตรของแต่ละส่วนประกอบของดิน	5
2 การจำแนกประเภทของดิน	6
3 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดิน	7
4 สภาพของดิน	9
5 ชั้น(ซีซี)	11
6 ลักษณะการเกิด ชั้น (ซีซี) ตามธรรมชาติ	11
7 ดันพลวง	13
8 ดันรัง	14
9 ดันเต็ง	15
10 ดันยางเหียง	16
11 ดันพะยอม.....	17
12 การตั้งเครื่องทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบ จากน้ำ ของอิฐดินเหนียวดิบ ตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย	18
13 ดินเหนียว	23
14 แกลบ	23
15 ฟางข้าว	24
16 ชันยาเรือ	24
17 น้ำมันสน	24
18 กระบะผสม	25
19 ถังน้ำ	25
20 เกียงปาด	25
21 ไม้แบบขนาด 10 x 20 x 40 เซนติเมตร	26
22 เครื่องทดสอบแบบ Universal Testing Machine	29
23 เครื่องชั่งน้ำหนัก.....	29
24 ตลับเมตร	30
25 เครื่องทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ.....	32
26 เวอร์เนียร์	32
27 นาฬิกาจับเวลา	32
28 แผนการดำเนินงาน.....	36
29 การศึกษาอัตราส่วนอิฐดินดิบ.....	37
30 แผนภูมิการทดสอบกำลังรับแรงอัด	38

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
31 แผนภูมิการทดสอบการหดตัว	39
32 แผนภูมิการทดสอบการดูดซึมน้ำ	40
33 แผนภูมิการทดสอบค่าโมดูลัสการแตกร้าว	41
34 แผนภูมิความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของอิฐดินดิบ .	42
35 ลักษณะการสีกร่อนเนื่องจากผลกระทบจากผลกระทบจากน้ำของอิฐดินดิบ	43
36 การศึกษาอัตราส่วนวัสดุฉาบผนังดิน	44
37 แผนภูมิสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของวัสดุฉาบผนังดิน	45
38 ลักษณะการสีกร่อนเนื่องจากผลกระทบจากผลกระทบจากน้ำของวัสดุฉาบผนังดิน	47
39 การทำอิฐดินดิบ	70
40 การฉาบน้ำอิฐดินดิบเพื่อทดสอบ	71
41 การทดสอบ Compress	72
42 การทดสอบการหดตัว	72
43 การทดสอบการดูดซึมน้ำ	73
44 การทดสอบ Bending	73
45 การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ	74

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคแรกๆเชื่อกันว่ามนุษย์ใช้ถ้ำเป็นที่อยู่อาศัย ต่อมาเมื่อจำนวนประชากรมากขึ้นแต่จำนวนถ้ำมีจำกัด มนุษย์เริ่มใช้กิ่งไม้และใบไม้ทำเป็นที่อยู่อาศัย แต่ในฤดูหนาวอากาศหนาวเย็นมากมนุษย์ก็เริ่มใช้ดินมาโบกฉาบผนังบ้านภาษาอีสาน และลาวเรียกว่า ทาเปี๊ยะ (wattle&duab) จากนั้นมนุษย์ก็เริ่มพัฒนามาใช้หินก่อด้วยดินและทำอิฐดินก่อด้วยดิน (adobe) จนกระทั่งเข้าสู่ยุคโลหะมนุษย์เริ่มเปลี่ยนเครื่องมือจากหินมาเป็นโลหะ จากนั้นมนุษย์ก็เริ่มรู้จักใช้ไม้ทำที่อยู่อาศัยและเครื่องมือมากขึ้น แต่มนุษย์ที่อาศัยอยู่ในทะเลทรายหรือในที่แห้งแล้งกันดารเขาก็ยังทำบ้านดินอยู่อาศัยเรื่อยมาจนปัจจุบัน บ้านดินถือว่าเป็นสถาปัตยกรรมที่เก่าแก่ที่สุดในโลก บ้านดินมีอายุยาวนานที่สุดในโลกด้วยในปัจจุบันยังมีบ้านดินเก่าๆ อายุตั้งแต่ 200 -1,000 ปี กระจายอยู่ทั่วโลก เช่น บ้านของอินเดียแดงเผ่าอนาซาซีซึ่งกระจายอยู่ทั่วไปในรัฐนิวเม็กซิโกโคโลราโดริโซนา บางแห่งมีอายุเกือบ 2000 ปี เช่น ที่เมืองเทาพูเอปโบโลซึ่งที่นี่องค์การสหประชาชาติได้ประกาศให้เป็นที่อยู่อาศัยที่มี คนอาศัยอยู่ยาวนานที่สุดในโลก คือ ตั้งแต่สร้างมาจนถึงปัจจุบันมีคนอาศัยอยู่ตลอดมาไม่เคยขาดช่วงเลย นอกจากนี้ยังมีบ้านดินเก่าแก่อีกมากมาย กระจายอยู่ทั่วไปในตะวันออกกลาง แอฟริกา จีน เป็นต้น ซึ่งส่วนมากจะอยู่ในเขตทะเลทราย หรือบริเวณที่แห้งแล้งกันดารมากๆเพราะบริเวณเหล่านี้จะมีอากาศแปรปรวนมาก หน้าร้อนก็จะร้อนจัดหน้าหนาวก็หนาวจัดจนมีหิมะลงเป็นเดือนๆในสภาวะเช่นนี้คนจะอยู่ไม่ได้เลยถ้าไม่มีหิน ไม่มีไฟฟ้า ช่วยปรับความร้อนในบ้าน แต่บ้านดินช่วยให้คนอยู่รอดมาได้หลายพันปีจนปัจจุบัน (พันพรรณศูนย์เรียนรู้เพื่อการพึ่งตนเองและศูนย์เมล็ดพันธุ์, 2552.)

ในปัจจุบัน ระบบอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีการก่อสร้างพัฒนามากขึ้นทำให้ชุมชนท้องถิ่นได้ถูกทำลายกลายเป็นชุมชนเมือง พัฒนาคตามวิถีชีวิตตามระบบทุนนิยมหรือระบบอุตสาหกรรม ซึ่งทำลายชีวิตที่เรียบง่าย สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ อันเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน คือ การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นจากภาวะเรือนกระจก (green house effect) ซึ่งปัญหาโลกร้อนทำให้เกิดการตระหนักถึงคุณค่าความสำคัญต่อภูมิปัญญาดั้งเดิม บ้านดินถือเป็นสถาปัตยกรรมธรรมชาติ เพราะวัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้างล้วนแล้วแต่เป็นวัสดุที่ได้มาจากธรรมชาติ หรือนำมาใช้ให้เกิดการหมุนเวียนอย่างคุ้มค่าซึ่งถือเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังมีสภะน่าอยู่สบายเกิดขึ้นในบ้านดินในขณะที่อุณหภูมิภายนอกสูงและมีความอุ่นสบายเมื่ออุณหภูมิภายนอกต่ำ จึงเป็นการช่วยลดการใช้พลังงานจากเครื่องปรับอากาศ (air conditioning) ในเมืองร้อน หรือเครื่องทำความร้อน (heater) ในเมืองหนาวบ้านดินจึงเป็นหนึ่งในเทคนิควิธีที่ถูกนำมาใช้เพื่อวนกลับไปคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรรมชาติและเนื่องด้วยปัจจุบันเกิดปัญหาสังคมต่างๆ ทั้งภาวะเศรษฐกิจตกต่ำตลอดจนปัญหาสิ่งแวดล้อมทำให้บ้านดินได้กลายมาเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจสำหรับผู้ที่ต้องการสร้างที่อยู่อาศัยตามวิถีทางการพึ่งพาตนเอง (จรงค์ นุ่นชู และ ณัฐพงศ์ รัสสิมันตุชาติ, 2547.)

บ้านดินกลับมาเป็นความฝันของคนอีกหลายร้อยครอบครัวที่ยังไร้บ้านที่อยู่อาศัย และขาดแคลนทุนทรัพย์ขณะเดียวกันบ้านดินยังเป็นทางเลือกที่ให้ได้เลือกอยู่แบบอาศัยและเกื้อกูลธรรมชาติ เพราะบ้านดินเป็นบ้านที่เกิดจากการใช้วัสดุทางธรรมชาติที่มีอยู่ทุกท้องถิ่นคือดิน และวัสดุที่นำมาใช้ประกอบกันสร้างก็มาจากท้องถิ่นเช่นกันคือไม้ไผ่ ฟางหรือแกลบที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร ดังนั้นบ้านดินคือบ้านทางเลือกใหม่สำหรับประชาชนทั่วไป และที่สนใจสิ่งแวดล้อม สนใจต่อสุขภาพ และต้องการอยู่กับความเรียบง่ายเพราะบ้านดินช่วยลดปัญหามลพิษทางอากาศจากเครื่องปรับอากาศจากการขนส่ง วัสดุก่อสร้างคือประหยัดเงิน เพราะบ้านดิน 1 หลังสามารถสร้างดินที่ขุดจากรถ 6 ล้อ 1 คัน เท่านั้น หรือคำนวณเป็นก้อนดิน ก็ใช้ประมาณ 1000 ก้อน (บุญเหลือ เบญจศีล, 2555.)

ข้อดีของการสร้างบ้านดิน มีมากมาย เช่น ราคาถูก สามารถทำเองได้ไม่ต้องใช้ช่างที่มีฝีมือ วัสดุก็หาได้ง่าย คือ ดินที่มีอยู่ทั่วไป การก่อสร้างใช้เวลาไม่นาน ประมาณ 2 เดือน ไม่ต้องติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพราะภายในบ้านดินอุณหภูมิจะเย็น คงทนอยู่ได้นาน บ้านดินไม่ต้องใช้กระเบื้อง เพราะกระเบื้องที่มีเส้นใยหินผสม เวลากระเบื้องแตกจะมีฝุ่นซึ่งจะมีเส้นใยหินอยู่ เป็นสาเหตุของโรคมะเร็งปอด ซึ่งปัจจุบันกระเบื้องที่ใยหินผสม สหรัฐอเมริกา และเยอรมันจะห้ามนำมาใช้ก่อสร้างเฉพาะอาคารที่ไม่มีคนอยู่อาศัยเท่านั้น ห้ามใช้กับโรงพยาบาลหรือโรงเรียน

อย่างไรก็ตามข้อด้อยของบ้านดินก็มี เช่น ฝนเขาได้ง่าย ไม่เหมาะที่จะสร้างในบริเวณน้ำท่วมหรือน้ำท่วมถึง และไม่สามารถสร้างบ้านหลังขนาดใหญ่ได้เพราะจะทำให้บ้านไม่แข็งแรง (โจน จันโต, 2555.)

จากบทความข้างต้น จะเห็นว่าข้อด้อยหรือปัญหาการสร้างบ้านดินยังไม่ดีพอ เป็นข้อเสียที่ควรแก้ไข จึงได้คิดหาวิธีการที่ทำให้บ้านดินไม่มีข้อด้อยในเรื่องของน้ำ จึงได้ค้นคว้าหาข้อมูลแล้วก็พบว่าชั้นยาเรือ มีคุณสมบัติและประโยชน์หลายอย่างเช่น นำมาใช้ยาแนวของเรือเพื่อป้องกันน้ำเข้า ใ้อุดรูรั่วของถังน้ำได้ เป็นต้น ดังนั้นในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงจะมุ่งเน้นนำชั้นยาเรือมาทดลองในส่วนของอิฐดินดิบและวัสดุผสมฉาบผนังดิน เพื่อพัฒนาคุณสมบัติของอิฐดินดิบและวัสดุผสมฉาบผนังดินในการสร้างบ้านดินให้มีความแข็งแรง สามารถทนต่อการพังทลายเนื่องจากผลกระทบของน้ำได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของก้อนอิฐดินดิบที่ผสมชันยาเรือ
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของอิฐดินดิบและวัสดุฉาบผนังดินที่ผสมชันยาเรือ

ขอบเขตการศึกษา

1. ใช้ดินเหนียวในเขตจังหวัดมหาสารคาม
2. วัสดุผสมที่ใช้ แกลบ และฟางข้าว ที่ได้จากการเกษตรในจังหวัดมหาสารคาม
3. วัสดุผสมที่เลือกใช้คือ ชันยาเรือ
4. ศึกษาขนาดของก้อนอิฐดินดิบ ขนาด 10 x 20 x 40 เซนติเมตร
5. ศึกษาอัตราส่วนของวัสดุฉาบผนังดินที่ผสมชันยาเรือ ความหนาในการฉาบประมาณ 5 มิลลิเมตร
6. การทดสอบกำลังดิน ตามมาตรฐาน UNIFORM BUILDING CODE STANDARD 21-9 ได้แก่ การรับกำลังแรงอัด การหดตัว การดูดซึมน้ำ และโมดูลัสการแตกร้าว
7. การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ (Erosion Testing) ของอิฐดินเหนียวดิบ (Adobe) ตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อพัฒนาคุณสมบัติของบ้านดินให้มีความทนต่อการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ
2. เพื่อพัฒนาการก่อสร้างบ้านดินให้มีความแข็งแรงทนทาน
3. เพื่อเสนอแนวทางในการเลือกใช้วัสดุผสม ทำก้อนอิฐดินดิบและวัสดุฉาบผนังดิน สำหรับการก่อสร้างบ้านดิน เพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรง และทนต่อการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ
4. ช่วยลดการใช้พลังงานและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ดินไม้ หินจากภูเขา เป็นต้น เนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการสร้างบ้านดิน สามารถหาได้ในท้องถิ่น
5. เพื่อให้การสร้างบ้านดินเป็นที่นิยมแพร่หลายมากขึ้น

สถานที่ดำเนินการศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

งบประมาณ

ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายวัตถุดิบ (ดินเหนียว แกลบ ฟาง)	1,500 บาท
ค่าจัดซื้อวัตถุดิบใช้ทดสอบ (ทราย ชันยาเรือ น้ำมันสน)	5,000 บาท
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	4,500 บาท
รวม	10,000 บาท

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างบ้านดิน เพื่อความเข้าใจในพื้นฐานซึ่งปริญญานิพนธ์เล่มนี้ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

1. องค์ประกอบของดิน
2. คุณสมบัติของวัสดุผสม
3. ชันยาเร็ว
4. การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 องค์ประกอบของดิน

ในการศึกษาองค์ประกอบของดินจะศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะทางกายภาพต่างๆ ของดิน (Supit Damnuai, 2553.) ได้แก่

2.1.1 ส่วนประกอบของดิน

1. อนินทรีย์วัตถุ (mimeral matter) เป็นส่วนที่เกิดขึ้นจากชิ้นเล็ก ๆ ของแร่และหินต่าง ๆ ที่สลายตัวโดยทางเคมี ทางฟิสิกส์ และทางชีวเคมี
2. อินทรีย์วัตถุ (organic matter) คือส่วนที่เกิดจากการเน่าเปื่อยผุพังหรือการสลายตัวของเศษเหลือของพืชและสัตว์ที่ทับถมกันอยู่บนดิน
3. น้ำ จะพบอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน (aggregate) หรืออนุภาคดิน (particle)
4. อากาศ ที่ว่างในดินระหว่างก้อนดินหรืออนุภาคนั้นมีอากาศอยู่ แก๊สที่พบได้ทั่วไปในอากาศในดินมี ไนโตรเจน ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์

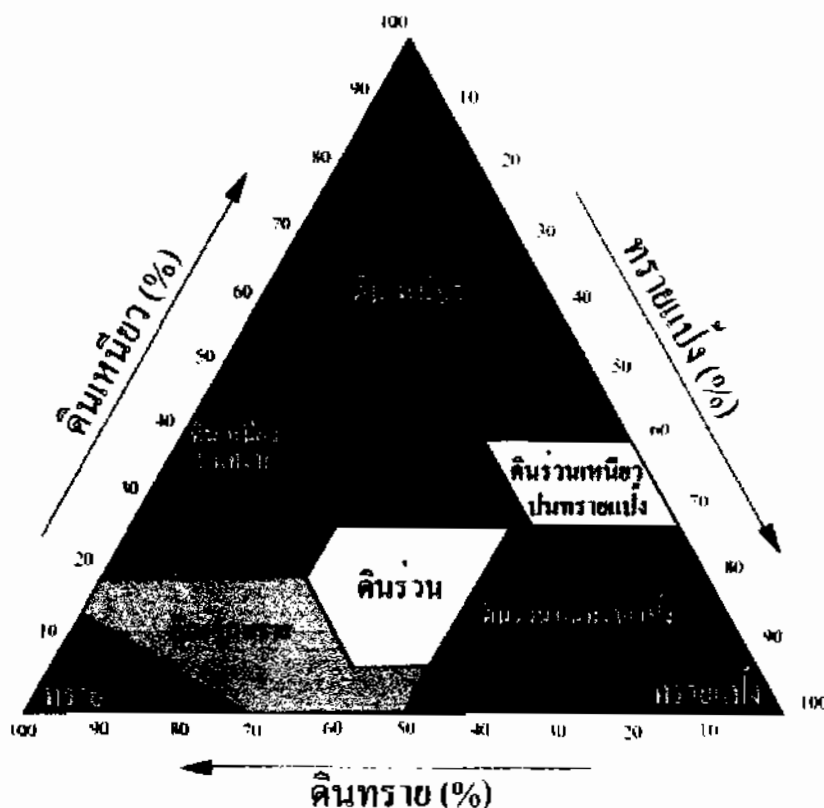
โดยทั่วไปปริมาตรของแต่ละส่วนประกอบที่มีอยู่ดินและเหมาะสมกับพืชคือ ส่วนประกอบที่เป็นของแข็งประมาณ 50% โดยปริมาตร (คือส่วนของอนินทรีย์วัตถุ 45% และอินทรีย์วัตถุ 5%) และส่วนประกอบที่เป็นช่องว่าง(อากาศ)และน้ำ อีก 50% (ซึ่งแยกเป็น อากาศ 25% และ น้ำ 25%) ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ปริมาตรของแต่ละส่วนประกอบของดิน (ปริญญานุช สิงขรบรรจง, 2554.)

2.1.2 เนื้อดินในทางวิศวกรรม

เนื้อดินถูกจำแนกเป็นหลายประเภท สิ่งที่กำหนดประเภทของเนื้อดิน คือ สัดส่วน โดยมวล ของอนุภาคอินทรีย์ 3 กลุ่ม ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การจำแนกประเภทของดิน (ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์ (LESA) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย)

1. ทราย (Sand) เป็นดินที่มีปริมาณทราย (ขนาดเม็ดทราย ตั้งแต่ 0.02 – 2.0 มิลลิเมตร) มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ มีดินเหนียวปนอยู่บ้างซึ่งน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแห้งจะร่วนและจับตัวกันอย่างหลวม จัดเป็นกลุ่มขนาดโตที่สุดในดินมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ ที่ละลายตัวผงจากหินต้นกำเนิด แต่มีขนาดเม็ดใหญ่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีลักษณะร่วนไม่เกาะกันเป็นเม็ดดินซึ่งเมื่อทรายเรียงตัวกันจะเกิดช่องขนาดใหญ่ และสามารถระบายน้ำและระบายอากาศได้ดี แต่มีความสามารถอุ้มน้ำต่ำ

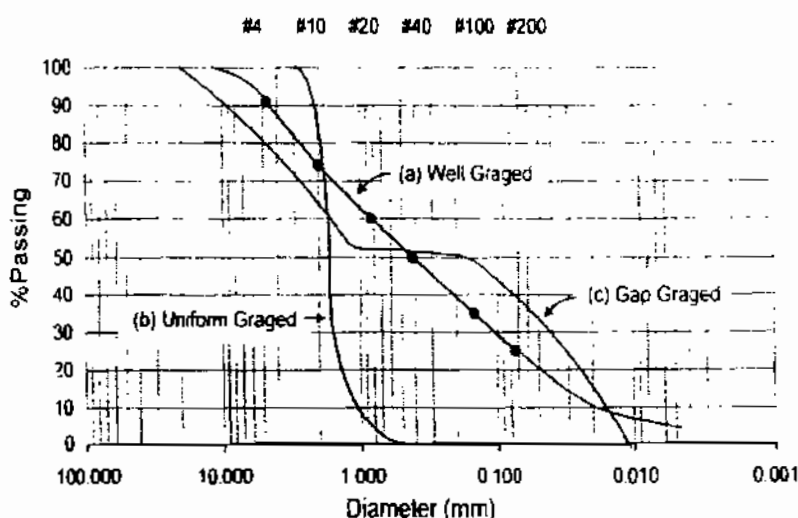
2. ทรายตะกอนหรือแป้ง (Silt) เป็นดินที่มีทรายปนมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียวปนอยู่น้อย เมื่อแห้งจะเป็นก้อน ลื่นมือ เมื่อผสมน้ำให้เหลวจะคล้ายโคลน ไม่เหนียว จัดเป็นกลุ่มขนาดกลาง มีลักษณะเป็นกลุ่มที่มีอนุภาคขนาดปานกลางมีองค์ประกอบทางแร่เหมือนกลุ่มทรายและขนาดของอนุภาคเล็กมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เมื่อสัมผัสจะลื่นมือคล้ายแป้ง ลักษณะของอนุภาคจะร่วนไม่เกาะติดกันเป็นเม็ด เหมือนทราย และเมื่อแป้งทรายเรียงตัวกันเป็นก้อน จะเกิดช่องขนาดเหมาะสม

ที่อุ้มน้ำไว้จะเกิดการกักเก็บน้ำไว้ในส่วนนี้มาก

3. ดินเหนียว (Clay) เป็นดินที่มีปริมาณดินเหนียวมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อละเอียดมากเมื่อเปียกชื้นจะมีพลาสติกซีดีสูงและเหนียวติดมือ สามารถปั้นเป็นรูปต่างๆ ได้ดี เมื่อแห้งจะจับตัวเป็นก้อนแข็งยากที่จะบดให้เป็นผง จัดเป็นกลุ่มขนาดเล็กที่สุดในดินซึ่งหมายถึงแร่ที่เกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นจากแร่ดั้งเดิมที่สลายตัวผุพังแล้ว และทับถมอยู่ในดินซึ่งเป็นกลุ่มอนุภาคขนาดเล็กที่สุดไม่สามารถมองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดธรรมดา อนุภาคของดินเหนียวมีลักษณะเป็นแผ่นของสารประกอบที่เรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ เมื่อแห้งจะแข็งกระด้างซากมือคล้ายเม็ดทราย แต่ถ้าเปียกจะเหนียวลื่นและเกาะติดนิ้ว และอนุภาคของดินเหนียวจะเกาะยึดกันเองหรือมีความเชื่อมแน่นได้เมื่อแห้ง แต่จะเกาะยึดสารอื่นได้ดีเมื่ออยู่ในสภาวะเปียกเนื่องจากมีเนื้อที่ผิวจำเพาะสูง เมื่อแห้งจึงเกาะกันเป็นก้อนแข็ง และมีความชื้นพอเหมาะสามารถปั้นเป็นรูปต่างๆ ได้ ดินเหนียวไม่ปรากฏตัวเป็นอนุภาคเดี่ยว แต่จะเกาะกลุ่มกันเป็นกลุ่มก้อน และดินเหนียวบางชนิดสามารถพองตัว เมื่อรับน้ำและหดตัวเมื่อสูญเสีย น้ำ ทั้งนี้อนุภาคดินเหนียวเมื่อเรียงตัวกันเป็นก้อนดินจะเกิดช่องว่างระหว่างอนุภาคที่มีขนาดเล็กและมีปริมาตรของช่องมากขึ้น แต่ดินเหนียวมีการระบายน้ำและระบายอากาศได้ไม่ดี

2.1.3 การกระจายตัวของเม็ดดิน

การหาการกระจายตัวของเม็ดดินนั้นทำโดยการนำผลการทดสอบการหาขนาดของเม็ดดิน (ดินพวกเม็ดหยาบที่ได้จากวิธีร่อนผ่านตะแกรง และดินพวกเม็ดละเอียดที่ได้จากวิธีตกตะกอน) มาเขียนเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่า โดยน้ำหนักในกระดาศ Semi-log จะได้กราฟการกระจายตัวของเม็ดดิน ภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดิน (สราวุธ จริตงาม, 2545:61.)

1. ดินที่มีขนาดคละกันพอดี (Well Graded Soil) ได้แก่ ดินที่มีขนาดต่างๆ ตั้งแต่ขนาดใหญ่ไปจนถึงขนาดเล็กคละกันอย่างเหมาะสม เส้นกราฟที่เขียนได้จะเป็นเส้นโค้งสม่ำเสมอจาก

ด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งดังเส้น a ในภาพประกอบ 3 หรือสามารถหาจากค่า Coefficient of Uniformity (C_u) ซึ่งแสดงการกระจายตัวของเม็ดดินว่ามีความสม่ำเสมอ (Uniform) ได้จากสมการ

$$C_u = D_{60} / D_{10} \dots\dots\dots(2.1)$$

D_{60} คือ ขนาดของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่า 60% (ภาพประกอบ 3 ได้ $D_{60} = 0.8 \text{ mm.}$)

D_{10} คือ ขนาดของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่า 10% เรียกว่า ขนาดประสิทธิผล (Effective Size) (ภาพประกอบ 3 จากกราฟเส้น a ได้ $D_{10} = 0.02 \text{ mm.}$)

นอกจากนี้สามารถหาจากความโค้งของเส้นกราฟที่เรียกว่า Coefficient of Curvature (C_c) ซึ่งจะแสดงถึงขนาดคละก้นพอดี (Well Graded) จะต้องมีลักษณะตามตาราง 1 หรือขนาดคละก้นไม่ดี (Poorly Graded) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$C_c = D_{30}^2 / D_{10} D_{60} \dots\dots\dots(2.2)$$

D_{30} คือ ขนาดของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่า 30% (ภาพประกอบ 3 ได้ $D_{30} = 0.10 \text{ mm.}$)

ตาราง 1 ลักษณะดินที่มีขนาดคละก้นดี

ชนิดของดิน	C_u	C_c
กรวด	มากกว่า 4	1 - 3
ทราย	มากกว่า 6	1 - 3

2. ดินที่มีลักษณะคละก้นไม่พอดี (Poorly Graded Soil) แบ่งได้ 2 ประเภท ดังนี้

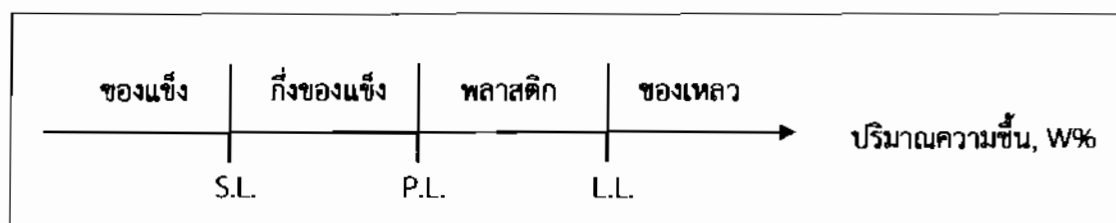
ก. ดินที่มีขนาดเม็ดดินสม่ำเสมอ (Uniform Graded) คือ ดินมีขนาดเดียวกันเป็นส่วนใหญ่ เส้นกราฟที่ได้จะมีลักษณะเป็นเส้นในแนวตั้งขนานแกน y ดังแสดงในภาพประกอบ 3 จากเส้นกราฟ c ซึ่งพบว่าขนาดของเม็ดดินระหว่าง 1-2 มิลลิเมตร มีถึง 73 เปอร์เซ็นต์

ข. ดินที่มีขนาดเม็ดดินขาดช่วง (Skip หรือ Gap Graded) คือ ดินที่มีแต่ขนาดใหญ่และขนาดเล็กขาดขนาดใดขนาดหนึ่งไป เส้นกราฟจะมีลักษณะเป็นเส้นราบในช่วงที่ขนาดเม็ดดินขาดหายไปจากเส้นกราฟ b ในภาพประกอบ 3 สำหรับดินที่มีขนาดคละก้นไม่ดีนั้น ค่า C_u และ C_c ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 2.1 และ 2.2 จะไม่เป็นไปตามค่าที่ได้แสดงในตาราง 1

2.1.4 การหาจุดแบ่งสถานะ

ดินจำพวกเม็ดละเอียดโดยเฉพาะดินเหนียวจะมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปตามปริมาณที่มีอยู่ในมวลดินและปริมาณน้ำในดินที่มีความสำคัญต่อสถานภาพของดินเพราะจะทำให้ดินอยู่ในสภาพต่างๆ กัน เช่น มีสภาพเป็นของเหลว (Liquid State) เมื่อมีปริมาณน้ำในมวลดินมากจนเนื้อดินมีลักษณะเป็น

ของเหลวและไม่สามารถคงรูปอยู่ได้ และเมื่อปริมาณน้ำลดลงดินก็จะมีสภาพแบบพลาสติก (Plastic State) มีลักษณะเหนียวสามารถปั้นรูปต่างๆ ได้ง่ายโดยไม่รื้อแตกร้าว และเมื่อปริมาณน้ำลดลงอีกดินก็จะมีสภาพเป็นวัสดุกึ่งแข็ง (Semi-Solid State) และเพราะเมื่อมีปริมาณน้ำน้อยมากหรือไม่มีเลยดินจะมีสภาพเป็นของแข็ง (Solid State) ปริมาณน้ำที่เป็นจุดแบ่งสภาพของดินนี้เรียกว่า Consistency Limits หรือ พิกัดอัตราเทอร์เบิร์ก (Atterberg's Limits) ได้แก่พิกัดความเหลว พิกัดพลาสติก พิกัดหดตัว ดังภาพประกอบ 4 สามารถหาได้ดังนี้



ภาพประกอบ 4 สภาพของดิน

1. พิกัดเหลว (Liquid Limit : LL) เป็นพิกัดแบ่งระหว่างสภาวะพลาสติกกับสภาวะของเหลว หรือปริมาณน้ำน้อยที่สุดที่ในมวลดินที่ทำให้ดินเหลวและไหลได้
2. พิกัดพลาสติก (Plastic Limit : PL) เป็นพิกัดแบ่งระหว่างสภาวะกึ่งแข็งกับสภาวะพลาสติก หรือ ปริมาณน้ำน้อยที่สุดในมวลดินที่ดินยังมีความเหนียวเหนียวหนืดสามารถปั้น (remolded) เป็นรูปร่างได้โดยไม่เกิดรอยแตกที่ผิว
3. พิกัดหดตัว (Shrinkage Limit : SL) เป็นพิกัดแบ่งระหว่างสภาวะแข็งกับสภาวะกึ่งแข็ง หรือปริมาณน้ำมีมากที่สุดที่ไม่ทำให้ดินหดตัวหรือลดปริมาตรลงอีก แม้ว่าจะมีการสูญเสียความชื้นอีกต่อไป
4. ดัชนีพลาสติกซีดีหรือดัชนีความเหนียวหนืด (Plasticity Index : PI) เป็นช่วงของปริมาณน้ำในมวลดินอยู่ในสภาวะพลาสติกหรือเหนียวหนืด (Plastic State) คือ ดัชนีพลาสติกซีดีหรือดัชนีเหนียวหนืดเป็นผลต่างระหว่างพิกัดเหลวกับพิกัดพลาสติกเขียนได้ ดังนี้

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(2.3)$$

5. แอคติวิตี (Activity) คุณสมบัติเกี่ยวกับความเหนียวของดินขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 อย่าง คือ จำนวนของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่า 0.002 มิลลิเมตร ซึ่งถือว่าเป็นขนาดดินเหนียวและแร่ประกอบดินเหนียว ได้แสดงว่าอัตราส่วนของดัชนีพลาสติกต่อเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวขนาดเล็กกว่า 0.002 มิลลิเมตร มีค่าคงที่สำหรับดินแต่ละชนิด ค่านี้เรียกว่า Activity เมื่อได้ค่าแอคติวิตีของดินแล้วสามารถนำมาเปรียบเทียบกับตาราง 2 เพื่อบ่งบอกลักษณะของดิน โดยมีสมการดังนี้

$$\text{แอคติวิตีของดิน} = PI / \text{ร้อยละของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 200} \dots\dots\dots(2.4)$$

ตาราง 2 ประเภทมวลดิน และค่า Activity of Clay โดยประมาณ

ลักษณะมวลดิน	Activity
Inactive clays	< 0.75
Normal clays	0.75 – 1.25
Active clays	1.25 – 2.00
Highly active clays	>2.00

2.2 คุณสมบัติของวัสดุผสม

2.2.1 ฟางข้าว

ลักษณะทั่วไป ขนาดเล็กยาวแต่กลางได้มาหลังการเกี่ยวข้าว คุณสมบัติช่วยเพิ่มความคงทน ยึดเสริมให้ก้อนอิฐดินดิบยึดติดกันดีขึ้น ช่วยป้องกันการกัดเซาะเวลาน้ำฝนสาด เพิ่มความยืดหยุ่นให้ก้อนอิฐดินดิบ เพราะในเส้นใยจะมีความเหนียวอยู่ช่วยในการขึ้นรูป ลดการแตกร้าวเวลาผึ่งแห้งตัว เป็นฉนวนกันความร้อนและเสียงได้ดี เพิ่มการยึดติดของเนื้อดิน สรุปลง การใช้ฟางข้าวขนาดเล็กจะสามารถเพิ่มการรับแรงอัดได้มากกว่าขนาดใหญ่ แต่การใช้วัสดุผสมขนาดใหญ่จะช่วยลดการหดตัวได้ดีกว่าวัสดุขนาดเล็ก

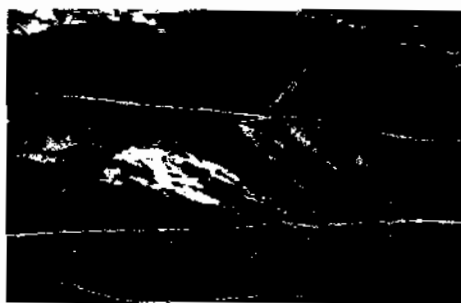
2.2.2 แกลบ

ลักษณะโดยทั่วไป มีขนาดเล็กยาวไม่เกิน 5 มิลลิเมตร และหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร สีเหลือง แกลบได้มาจากการสีข้าวเปลือก คุณสมบัติ ช่วยเพิ่มการรับแรงอัด ลดการหดตัวการแตกร้าวเวลาผึ่งแห้งตัวลง เป็นฉนวนกันความร้อน และเพิ่มการยึดติดของเนื้อดิน ลดช่องว่างของเนื้อดิน

2.3 ชันยาเรื่อ

ชันและยางไม้ (Hard resin and Oleoresin)

ชันและยางไม้เป็นของป่าชนิดหนึ่งมีลักษณะเป็นสารเหลว ๆ (liquid) ที่ไหลออกมาจากส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ เช่น เปลือกไม้หรือเนื้อไม้ก็ได้ ชันและยางไม้เกิดจาก “น้ำมันหอมระเหย” (Volatile oil หรือ Essential oil) ซึ่งมีกลิ่นและรสเฉพาะตัวได้ระเหยออกไปแล้วเมื่อกระทบกับอากาศ สารเหลวที่เป็นยางนี้จะค่อย ๆ แข็งเป็นก้อนหรือเป็นแท่ง (solid) เรียกว่า “ชัน”(Hard resin) ภาคอีสานเรียกว่า “ขี้จี้” หากสารเหลวที่ไหลออกมา ยังคงมีลักษณะเป็นของเหลวข้น (liquid) อยู่ ของเหลวข้นนี้เรียกว่า “ยาง” หรือ “ครึ่งชันครึ่งยาง” (Oleoresin)



ภาพประกอบ 5 ชั้น(ซีซี)

2.3.1 การเกิดชั้นซีซี ป่าเต็งรังส่วนใหญ่เป็นพืชในตระกูลยาง (Family:DIPTEROCARPACEAE) มีแมลงที่เป็นศัตรูพืชของป่าไม้มาก โดยเฉพาะแมลงในอันดับโคลีออปเทอร่า (Order : COLEOPTERA) ได้แก่พวกด้วงและแมลงปีกแข็ง (beetles) ด้วงเหล่านี้จะเจาะไชจากบริเวณเปลือกไม้ที่แตกที่มีรูเข้าไปกินเนื้อไม้สดในบริเวณแก่นของกิ่งไม้หรือลำต้นทำให้เกิดรอยแผลเป็นรูยาวลึกเข้าไปตามเส้นทางที่ด้วงกัดกินพืชจำเป็นต้องหลั่งยางกักพืชหรือน้ำยางออกมาเพื่อรักษาแผลและหุ้มเนื้อเยื่อที่ถูกทำลายไป ทำให้ด้วงไม่สามารถกินเนื้อไม้เดิมต่อไปได้อีกน้ำยางเหล่านี้เมื่อกระทบกับอากาศจะเหนียวข้นและแข็งตันที่กลายเป็นชั้นซีซี น้ำยางเหลวุ่นต่อไปจะแห้งไหลออกมาพอน้ำยางแข็งเพิ่มมากขึ้นทำให้เกิดเป็นแท่งแหลมยาวย้อยยื่นออกมาจากกิ่งหรือลำต้นส่วนเกินไม้สามารถเกาะบนแท่งได้ก็จะตกลงมาสู่พื้นป่าเป็นคราบสีเหลืองบนหิน ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ลักษณะการเกิด ชั้น (ซีซี) ตามธรรมชาติ

2.3.2 ไม้วงศ์ยางที่ให้ซีซี

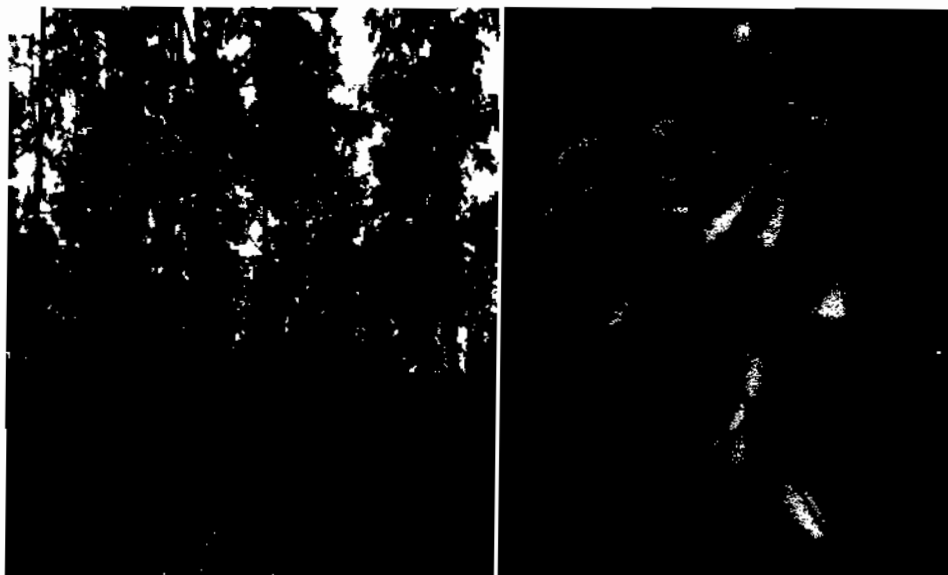
การศึกษานิเวศวิทยาการใช้ “ซีซี” ต่อวิถีชีวิตชุมชนครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิด จำนวน พรรณไม้ ที่ให้ซีซีและนิเวศวิทยาการใช้ซีซีของชุมชนในบริเวณเขตป่าชุมชนโคกหินลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เก็บข้อมูลภาคสนามระหว่างวันที่ 8- 20 เมษายน 2550 วิธีการศึกษาโดยใช้การวางแปลงตัวอย่างขนาด 20 x 60 เมตร จำนวน 4 แปลง การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการนับจำนวน ชนิดและจำนวนต้นไม้ในวงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) ที่พบซีซี เก็บตัวอย่างซีซีที่พบ เพื่อศึกษาสมบัติ

และลักษณะของซี้ซี้ แต่ละชนิด สัมภาษณ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับลักษณะและรูปแบบการนำซี้ซี้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิจัยเชิงพรรณนา

ผลการศึกษาพบว่า แพลงตัวอย่างมีจำนวนไม้วงศ์ยางที่ให้ซี้ซี้ จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ไม้กุง (*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.) พบมากที่สุดร้อยละ 47.71 รองลงมาคือ ไม้ฮ้าง (*Shorea siamensis* Miq.) ร้อยละ 24.92 ไม้จิก (*Shorea obtusa* Wall.) ร้อยละ 17.92 ไม้ชาด (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. ex Miq.) ร้อยละ 7.89 และไม้กะยอม (*Shorea roxburghii* G. Don.) ร้อยละ 1.65 (กิริติ ชาดามัก)

2.3.2.1 ไม้พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.)

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Dipterocarpus tuberculatus</i> Roxb.
ชื่อวงศ์	DIPTEROCARPACEAE
ชื่อเรียกอื่น	กุง เกาะสะแต้ว สะเต็ง คลง คลอง ควง คลุ้ม โคล้ง ตะล่ออ้อฮาว่า ตึง ล่าเทอะ พลอง สาละออง ยางพลวง
ลักษณะ	มีต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูง 20-30 เมตร ทั้งใบช่วงสั้นๆ ในฤดูร้อน ลำต้นเปลาตรงกิ่งอ่อนมีรอยแผลใบเห็นชัด กิ่งแตกแขนงมักคดงอ ใบรูปไข่ขนาดใหญ่ กว้าง 12-30 เซนติเมตร ยาว 14-36 เซนติเมตร เนื้อหนา เกลี้ยงหรือมีขนกระจายห่างๆ โคนหยักเว้าเป็นรูปหัวใจ ปลายสอบ ใบอ่อนสีน้ำตาลแกมแดง กาบหุ้มยอดอ่อนมีขนสั้นๆ สีเทา ดอกสีม่วงแดงถึงชมพู ออกเป็นช่อเดี่ยวๆ ตามง่ามใบและปลายกิ่ง ดอกย่อยมีขนาด 3-4 เซนติเมตร กลีบรองดอกโคนเชื่อมกันเป็นรูปถ้วย มีสันตามยาวตื้นๆ กลีบดอก 5 กลีบ เรียงเวียนคล้ายกังหัน ผลรูปกรวย ส่วนโคนรูปกระสวยมี 5 สัน มีปีก 2 ปีก ขนาดกว้าง 2.5-3.5 เซนติเมตร ยาว 10-15 เซนติเมตร มีเส้นปีกตามยาว 3 เส้น
การกระจายพันธุ์	พบขึ้นในประเทศพม่า ไทย ลาว กัมพูชา และเวียดนาม ในประเทศไทยพบมากทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ชอบขึ้นตามที่ลาดต่ำใกล้ชายห้วย หรือใกล้ที่ชุ่มชื้น ที่ระดับความสูง 100-1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเล



ภาพประกอบ 7 ต้นพลวง

2.3.2.2 ไม้รัง (Shorea siamensis Miq.)

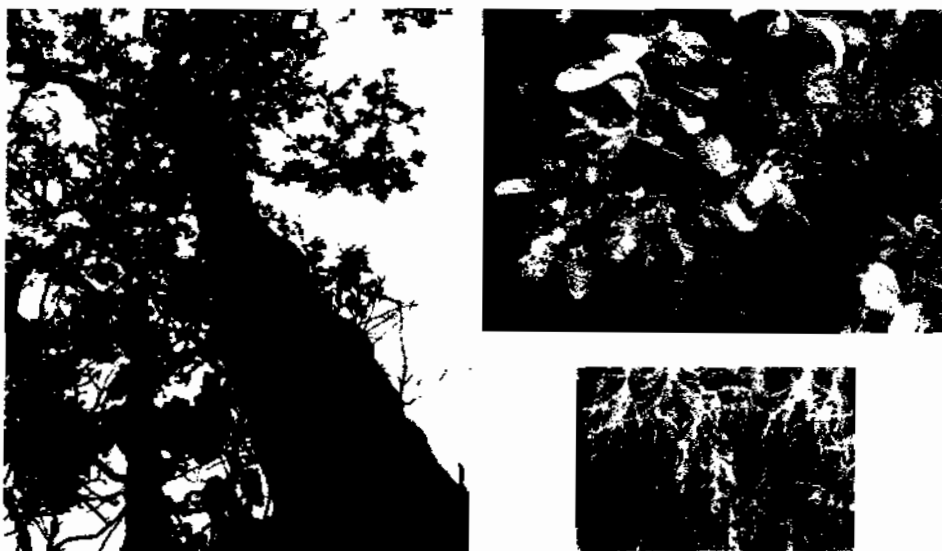
ชื่อวิทยาศาสตร์	Shorea siamensis Miq.
ชื่อวงศ์	DIPTEROCARPACEAE
ชื่อเรียกอื่น	เป่า อัง เปาดอกแดง เรียง เรียงพนม ลักป้าว แลบบอง
ลักษณะ	เป็นไม้ต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงถึง 20 เมตร เปลือกลำต้นสีเทา แตกเป็นร่องเป็นสะเก็ดหนาๆไปตามยาวลำต้น ใบ เป็นใบเดี่ยว ติดเรียงสลับ รูปไข่ โคนใบหยักเว้าลึก ส่วนปลายใบค่อนข้างมน ใบอ่อนแดงไหม้เป็นสีแดง ดอกเป็นช่อ ออกรวมกันเป็นพวงโตเหนือรอยแผลใบตามกิ่งและปลายกิ่ง ดอกย่อยสีเหลืองกลิ่นหอมอ่อน จะออกหลังจากใบได้หลุดร่วงไปหมดแล้ว กลีบดอกมี 5 กลีบ เรียงเวียนซ้อนกันเป็นรูปกังหัน ปลายกลีบม้วนซ้อนเข้า ดอกจะหลุดร่วงง่ายมาก ผล แข็ง รูปกระสวย หรือรูปไข่เล็ก ประกอบด้วยปีกสั้น 2 ปีก ปีกยาวรูปใบพาย 3 ปีก อาจยาวถึง 10 เซนติเมตร โคนปีกห่อหุ้มตัวผล มีเส้นตามยาวของปีก ตั้งแต่ 7 เส้นขึ้นไป
การกระจายพันธุ์	เป็นไม้ที่ทนทานต่อความแห้งแล้งและไฟป่าได้ดีมาก พบมากตามป่าแดงหรือป่าเต็งรัง ทั่วทุกภาค ยกเว้นภาคใต้



ภาพประกอบ 8 ต้นรัง

2.3.2.3 ไม้เต็ง (Shorea 14 btuse Wall.)

ชื่อวิทยาศาสตร์	Shorea 14 btuse Wall.
ชื่อวงศ์	DIPTEROCARPACEAE
ชื่อเรียกอื่น	แงะ เอื้อ ชันตก เต็งขาว เน่าโน
ลักษณะ	ไม้ต้น สูง 10-20 เมตร ใบ เป็นใบเดี่ยว รูปขอบขนาน กว้าง 2.5-7 เซนติเมตร ยาว 4-16 เซนติเมตร โคนและปลายมน ขอบใบบิดเป็นคลื่นเล็กน้อย ก้านใบ ยาว 1-1.5 เซนติเมตร ดอก สีขาว มีกลิ่นหอมออกเป็นช่อ กลีบรองดอก 5 กลีบ กลีบดอก 5 กลีบ รูปใบหอก กว้าง 3-5 มิลลิเมตร ยาว 1-1.5 เซนติเมตร ปากกลีบบิด เกสรผู้ขนาดเล็ก จำนวนมาก ผล รูปไข่ ขนาด 6-8 มิลลิเมตร มีปีกสั้น 2 ปีก ยาว 3-4.5 เซนติเมตร ปีกยาว 3 ปีก รูปหอกกลับ กว้าง 0.7-1 เซนติเมตร ยาว 4-6 เซนติเมตร
การกระจายพันธุ์	พบในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณป่าเต็งรัง ออกดอกและผลระหว่างเดือน มีนาคม-มิถุนายน ก่อนออกดอกจะผลัดใบ และผลิใบใหม่พร้อมกับช่อดอก



ภาพประกอบ 9 ต้นเต็ง

2.3.2.4 ไม้ยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm.ex Miq.)

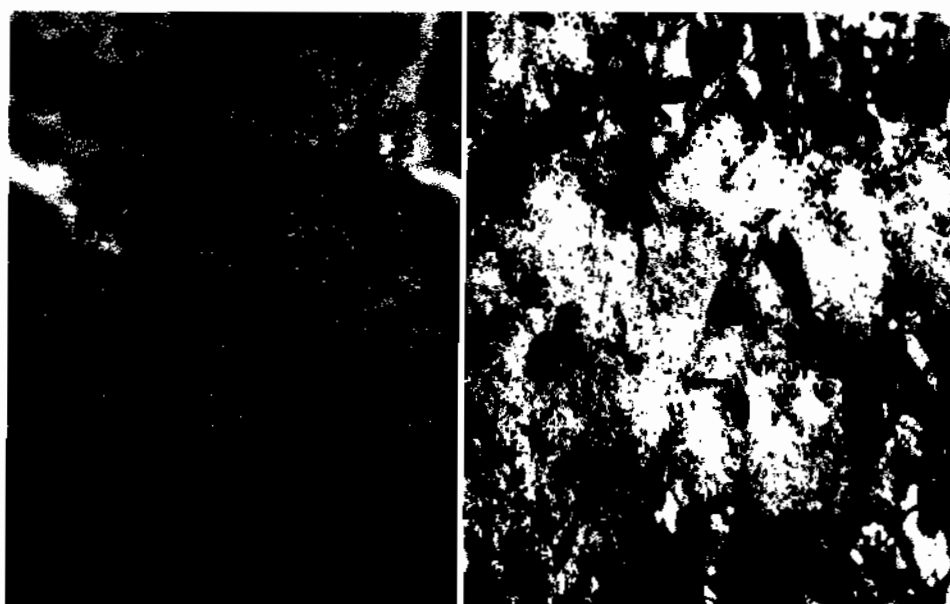
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i> Teijsm.ex Miq
ชื่อวงศ์	DIPTEROCARPACEAE
ชื่อเรียกอื่น	เหียง ตาด สะแบง ตะแบง ลำทะย่อง ตะลาอ้ออาหมือ สาละอองโว เหียงพลวง เหียงโยน เกาะสะเตียง กุง คร้าต เห่ง
ลักษณะ	ไม้ต้นขนาดใหญ่ สูง 8-20 เมตร ลำต้นเปลาตรง ใบเป็นใบเดี่ยว รูปไข่ ขนาดกว้าง 10-20 เซนติเมตร ยาว 13-25 เซนติเมตร ปลายใบมน โคนใบสอบหรือหยักตื้นๆ เนื้อใบหนามี ขนสีน้ำตาลคลุมแน่น พื้นใบจืดเป็น ร่องแบบรางน้ำเส้นแขนงใบเป็นเส้นแข็ง ก้านใบยาว 3-5 เซนติเมตร มีขนยาวๆ สีน้ำตาลทั่วไป ดอกสีชมพู ออกเป็นช่อเดี่ยวๆ ตามง่ามใบและตอนปลายกิ่ง กลีบรองดอกเกลี้ยง โคนเชื่อมติดกันเป็นรูปถ้วย ปลายแยกเป็น 5 แฉก สั้น 3 แฉก ยาว 2 แฉก กลีบดอก 5 กลีบ โคนประสานติดกัน ปลายกลีบเว้าแบบก้างฟัน เกสรผู้ 30 อัน อยู่ในหลอดดอก ผลกลม เกลี้ยง แข็ง สีน้ำตาลเป็นมัน ขนาดผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ปีกยาว 2 ปีก ขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 13 เซนติเมตร รูปขอบขนาน และสอบเรียวไปทางโคนมีเส้นปีก 3 เส้น
การกระจายพันธุ์	พบขึ้นในอินเดีย พม่า ไทย ลาว กัมพูชา และเวียดนาม ในประเทศไทยพบขึ้นเป็นกลุ่มตามป่าเบญจพรรณแล้งทั่วประเทศ โดยเฉพาะภาคเหนือ ภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ความสูง 100-1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล ออกดอกเดือนพฤศจิกายน-มกราคม ติดผลเดือนกุมภาพันธ์-มิถุนายน



ภาพประกอบ 10 ต้นยางเหียง

2.3.2.5 ไม้พะยอม (Shorea roxburghii G.Don.)

ชื่อวิทยาศาสตร์	Shorea roxburghii G.Don
ชื่อวงศ์	DIPTEROCARPACEAE
ชื่อเรียกอื่น	กะยอม ชะยอม ชะยอมดง พะยอมดง แคน
ลักษณะ	ไม้ต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูง 15-30 เมตร ผลัดใบลำต้นตรง กิ่งอ่อนเกลี้ยง เรือนยอดเป็นพุ่มแคบๆ เปลือกหนาสีน้ำตาลหรือเทา เป็นสะเก็ดหนาและแตกเป็นร่องตามยาว ใบ เป็นใบเดี่ยวรูปขอบขนานแคบๆ กว้าง 3.5-4 เซนติเมตร ยาว 8-10 เซนติเมตร โคนใบมน ปลายใบมนหรือหยัก ขอบใบมักเป็นคลื่น เนื้อใบเกลี้ยงเป็นมัน มีเส้นแขนงใบ 15-20 คู่ ก้านใบยาว 2-2.5 เซนติเมตร ดอก ออกเป็นช่อใหญ่ตามปลายกิ่ง หรือเหนือรอยแผลใบ สีขาว กลิ่นหอมจัด กลีบรองกลีบดอกเกลี้ยง สีชมพูมี 5 กลีบ เรียงบิดเวียน เกสรผู้มี 15 อัน รังไข่มี 3 ช่อง แต่ละช่องมีไข่อ่อน 2 ผล ก้านดอกยาว 1.5 เซนติเมตร ผลรูปกระสวย กว้างประมาณ 1 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร ปีกสั้น 2 ปีก ยาวประมาณ 2 เซนติเมตร ปีกยาว 3 ปีก ยาวประมาณ 8 เซนติเมตร มีเส้นปีกปีกละ 10 เส้น
การกระจายพันธุ์	ขึ้นตามป่าเบญจพรรณแล้ง และป่าดิบแล้งทั่วไปในภาคเหนือที่ระดับความสูง 100-1000 เมตร



ภาพประกอบ 11 ดินพะยอม

2.4 การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ

การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ ตามที่มี การศึกษาถึงข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบพบว่าการทดสอบความสามารถในการป้องกันน้ำ (Erosion Testing) ของก้อนอิฐดินเหนียวดิบ ผู้ทดลองทำการสร้างเครื่องมือ สำหรับการทดสอบความสามารถในการป้องกันน้ำ โดยการอ้างอิงแหล่งข้อมูลจาก The Australia Spray Test ซึ่งเป็นมาตรฐานในการทำ การทดสอบความสามารถในการป้องกันน้ำของก้อนอิฐดินเหนียวดิบ (Adobe) ของประเทศออสเตรเลีย ดังตาราง 3 เนื่องมาจากการทดสอบตามมาตรฐานนี้มีความเป็นสากล และมีการพัฒนาประสิทธิภาพ การทดสอบให้มีความทันสมัยกว่าอดีต ประกอบกับการพิจารณาถึงสภาพภูมิอากาศที่อยู่ในบริเวณเขต ร้อนชื้นแถบเส้นศูนย์สูตรเช่นเดียวกับประเทศไทย ดังนั้นจึงเห็นสมควรในการใช้เป็นเกณฑ์การทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง 4 (Standards Australia International, THE AUSTRALIAN EARTH BUILDING HANDBOOK ; Australia)

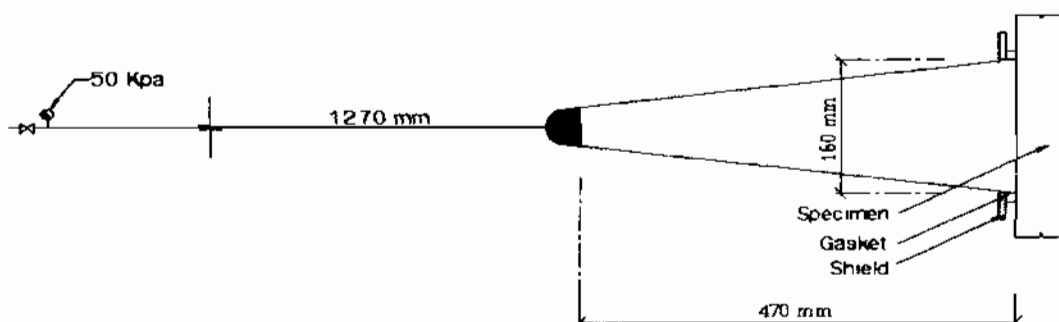
ตาราง 3 เกณฑ์การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ (Erosion Testing) ของอิฐดินเหนียวดิบ (Adobe) ตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย

ระยะระหว่างหัวฉีดกับ วัตถุทดสอบ (มิลลิเมตร)	ความแรงของน้ำ (กิโลปาลกาล)	ชนิดของหัวฉีดน้ำ (jet)	ระยะเวลาทำการ ทดสอบ (นาที)
470 (แนวระดับ)	50	สเปรย์ (spray)	60

โดยเกณฑ์ที่ได้จะมีการนำมาคิดค่าความสามารถ ในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ ของอิฐดินเหนียวดิบ (adobe) โดยคิดค่าจากน้ำหนักที่สูญเสียไป (weight loss) หลังจากการทำการทดสอบสเปรย์น้ำ เทียบกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบ (time) และน้ำหนักก่อนทำการทดสอบสเปรย์น้ำ โดยจะได้ค่าการทดสอบออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าความสามารถในการป้องกันน้ำ ของอิฐดินเหนียวดิบระหว่างที่ไม่มีส่วนผสมของชั้นยาเรือและที่มีส่วนผสมของชั้นยาเรือ รวมถึงการเปรียบเทียบค่าความลึกของผิวหน้าวัสดุ ที่โดนน้ำกัดเซาะกับค่ามาตรฐานการทดสอบอิฐดินเหนียวดิบของประเทศออสเตรเลีย ดังตาราง 4

ตาราง 4 เกณฑ์การแบ่งระดับความสามารถในการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของอิฐดินเหนียวดิบ (adobe) ตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย

การแบ่งระดับความสามารถในการป้องกันน้ำ (Classification)	ความลึกของผิวหน้าก้อนอิฐที่โดนน้ำกัดเซาะ (มิลลิเมตร) Pitting Depth (mm.)
ดีมาก (excellent)	น้อยกว่า 10 mm.
ดี (good)	10-20 mm.
ปานกลาง (fair)	20-30 mm.
ควรปรับปรุง (poor)	มากกว่า 30 mm.



ภาพประกอบ 12 แผนการติดตั้งเครื่องทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ (Erosion Testing) ของอิฐดินเหนียวดิบ (adobe) ตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย (Standards Australia International, THE AUSTRALIAN EARTH BUILDING HANDBOOK ; Australia)

หมายเหตุ :

1. เกณฑ์ของน้ำหนักที่สูญเสียไปของก้อนอิฐหลังจากทำการทดสอบการสเปรย์น้ำ กำหนดไว้ไม่ให้เกินกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักก้อนอิฐก่อนทำการสเปรย์น้ำจึงจะถือว่าก้อนอิฐดินเหนียวดังกล่าวผ่านเกณฑ์การทดสอบมาตรฐานอิฐดินดิบของประเทศออสเตรเลีย

2. ส่วนผสมที่ใช้ในการทดสอบของการทำก้อนอิฐดินเหนียวดิบ (Adobe) มีความแตกต่างกันในเรื่องของส่วนผสมโดยอิฐดินเหนียวดิบออสเตรเลีย มีการผสมส่วนผสมที่เป็นซีเมนต์ต่างจากการทำอิฐดินเหนียวดิบที่ทำการทดสอบขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดมือโยกเป็นการผสมน้ำยาที่เป็นส่วนผสมที่ใช้ทดแทนการใช้ซีเมนต์

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มณฑาสินี หอมหวาน (2553: บทคัดย่อ) บ้านดินคือบ้านธรรมชาติที่สามารถหาวัสดุจากรอบข้างนำมาสร้างได้โดยใช้เงินทุนเพียงเล็กน้อย อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมสภาพเป็นพิษลดปัญหาโลกร้อนและยังเป็นเครื่องมือช่วยส่งเสริมความเข้มแข็งในชุมชนบ้านดินจึงจัดเป็นนวัตกรรมการสร้างที่อยู่อาศัยที่สอดคล้องและเกื้อกูลกับธรรมชาติซึ่งกำลังได้รับความสนใจมากขึ้นเรื่อยๆ ในปัจจุบัน

จตุพร ตั้งศิริกุล (2550 : 78) ได้ศึกษาผลกระทบของวัสดุทางการเกษตรอันได้แก่ แกลบ และขุยมะพร้าว ที่มีผลต่อคุณสมบัติต่างๆ ของอิฐ ได้แก่ กำลังรับแรงอัด การหดตัว และคุณสมบัติกันความร้อน โดยได้ใช้ดินเหนียว 2 ชนิด ได้แก่ ดินเหนียวชั้นที่ 1 จะมีปริมาณส่วนผสมของทราย 17 เปอร์เซ็นต์ ทรายแฉะ 22 เปอร์เซ็นต์ แร่ดินเหนียว 61 เปอร์เซ็นต์ และดินเหนียวชนิดที่ 2 จะมีปริมาณส่วนผสมของทราย 23 เปอร์เซ็นต์ ทรายแฉะ 30 เปอร์เซ็นต์ แร่ดินเหนียว 47 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเปรียบเทียบกับก้อนอิฐที่ไม่มีส่วนผสมของวัสดุอื่นและก้อนอิฐที่ใช้วัสดุทางการเกษตรทดแทนดินเหนียวโดยน้ำหนักที่ร้อยละ 1,2,3,6 และ 9 ตามลำดับ โดยก้อนอิฐที่ขึ้นรูปเสร็จแล้วถูกนำมาตากแห้ง 2 วิธี ได้แก่ การตากแดดเป็นเวลา 7 วัน และการอบหลังจากตากแดดแล้วเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการทดสอบการเพิ่มแกลบและขุยมะพร้าวเป็นส่วนผสมของก้อนอิฐพบว่า สามารถเพิ่มกำลังรับแรงอัด และลดการหดตัวของก้อนอิฐดินดิบ แต่ถ้าส่วนผสมที่มีแกลบร้อยละ 3 จะส่งผลให้กำลังรับแรงอัดลดลง และการอบในตู้อบจะทำให้กำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้น และจากการวิเคราะห์ดินเหนียว 2 ชนิด พบว่า ดินเหนียวที่มีปริมาณทรายมากกว่าจะมีกำลังรับแรงอัดมากกว่า และการหดตัวน้อยกว่าชนิดที่มีทรายเป็นส่วนผสมน้อยกว่าและทางด้านการนำความร้อนของอิฐพบว่าก้อนอิฐที่ผสมแกลบจะทำให้ค่าการนำความร้อนลดลง ส่วนก้อนอิฐที่ผสมขุยมะพร้าวทำให้ค่าการนำความร้อนเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับก้อนอิฐควบคุม สรุปได้ว่า ก้อนอิฐที่มีคุณสมบัติเหมาะสมคือ ก้อนอิฐที่ทำจากดินเหนียวชนิดที่ผสมแกลบร้อยละ 3 จะมีค่าการรับแรงอัด 24.9 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ค่าการหดตัวเท่ากับร้อยละ 10.5 และค่าการนำความร้อนเท่ากับ 0.7 W/m.K และก้อนอิฐที่ทำจากดินเหนียวชนิดที่มีขุยมะพร้าวร้อยละ 9 มีกำลังรับแรงอัดเท่ากับ 29.2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ค่าการหดตัวเท่ากับร้อยละ 6.2 และค่าการนำความร้อนเท่ากับ 0.9 W/m.K จากการศึกษา การใช้วัสดุทางธรรมชาติ ได้แก่ แกลบ และขุยมะพร้าว เป็นส่วนผสมในการผลิตก้อนอิฐดินดิบ เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานการทดสอบกำลังรับแรงอัดมาตรฐาน ASTM C39 พบว่าวัสดุธรรมชาติมีความสามารถในการเพิ่มด้านคุณสมบัติเชิงกล และการเพิ่มอุณหภูมิความร้อนของก้อนอิฐดินดิบ

วรุณ เหล่าโกเมนย์ (2547 : 76) ได้ศึกษาการเพิ่มความสามารถในการป้องกันน้ำของการก่อสร้างบ้านดินที่ก่อสร้างด้วยระบบอิฐดินเหนียวดิบ (Adobe) โดยมีแนวทางการใช้วัสดุที่หาได้จากธรรมชาติและไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมมาเป็นส่วนผสมเพื่อช่วยในก้อนอิฐดินเหนียวดิบ (Adobe) ที่เป็นโครงสร้างหลักของบ้านดินมีคุณสมบัติป้องกันการกัดเซาะของน้ำได้ดียิ่งขึ้น โดยวัสดุที่

นำมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันในที่นี้ ได้แก่ ยางพาราสังเคราะห์ ซึ่งได้พัฒนาให้มีคุณสมบัติคล้ายกาบ เพื่อช่วยในการยึดเกาะกับอนุภาคของวัสดุ และยังทำหน้าที่คล้ายปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานก่อสร้างอาคารทั่วไปด้วย การทำการศึกษาจะมุ่งเน้นไปในส่วนของการทำงานทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกล (อาทิเช่น ความสามารถในการรับน้ำหนัก ความสามารถในการป้องกันน้ำ เป็นต้น) ของอิฐดินเหนียวดิบที่ได้รับการพัฒนาด้วยการผสมยางพาราสังเคราะห์เปรียบเทียบกับอิฐดินเหนียวดิบที่ทำด้วยวิธีการแบบชาวบ้าน และได้ข้อสรุป ในการทำอิฐดินเหนียวดิบ วิธีนี้ ทำให้คุณสมบัติในการป้องกันน้ำ และสามารถรับแรงอัดได้ดียิ่งขึ้น จากการทดลองอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำวัสดุป้องกันน้ำทำให้ได้ข้อสรุปดังนี้ 1.การใช้ยางพาราสังเคราะห์ C45 คือ 0.3:4.5:0.3:1.0 (ยางพารา:ดินเหนียว: แกลบ:น้ำ) 2.การใช้ส่วนผสมจากยางพาราสังเคราะห์ C45 คือ 0.35:6.0:0.35:1.0 (ยางพารา:ดินเหนียว: แกลบ:น้ำ) 3. การใช้ยางพาราสังเคราะห์ C58 (โซเดียม) คือ 0.23:4.5:0.23:1.0 (ยางพารา:ดินเหนียว: แกลบ:น้ำ) ส่วนของยางพาราสังเคราะห์ที่ใช้เปรียบเทียบเป็น 5 เปอร์เซ็นต์ โดยจำนวนเปอร์เซ็นต์ที่ใช้เทียบจากน้ำหนักทั้งหมดของส่วนผสมที่ใช้ทำก้อนอิฐ 1 ก้อน และควรให้น้ำหนักอยู่ที่ 6 กิโลกรัม/ก้อน และจากการทดลองส่วนผสมยางพาราสังเคราะห์ที่ใช้ในการขึ้นรูปอิฐดินดิบ ได้ข้อสรุปดังนี้ 1.การใช้ส่วนผสมจากยางพาราสังเคราะห์ C45 มีความสามารถในการประสานเป็นเนื้อเดียวกับดินเหนียวผงได้เป็นอย่างดี แต่ความสามารถในการรับแรง และประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำของก้อนอิฐทำได้น้อย 2.การใช้ส่วนผสมจากยางสังเคราะห์ C58 มีความสามารถในการประสานเป็นเนื้อเดียวกับดินเหนียวผงได้เป็นปานกลาง แต่ความสามารถในการรับแรง และประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำของก้อนอิฐทำได้ดี โดยประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำนั้นดีที่สุดในทุกส่วนผสมที่ทำการทดลอง 3.การใช้ส่วนผสมจากยางสังเคราะห์ C58 (โซเดียมซิลิเกต) มีความสามารถในการประสานเป็นเนื้อเดียวกับดินเหนียวผงได้เป็นปานกลาง แต่ความสามารถในการรับแรง และประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำของก้อนอิฐทำได้ดี โดยประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักนั้นดีที่สุดในทุกส่วนผสมที่ได้ทำการทดลอง ดังนั้นควรมีการเติมส่วนผสมของโซเดียมซิลิเกต ลงในยางพาราที่มีความเข้มข้นน้อยเพื่อให้ยางพาราสังเคราะห์ผสมกับผงดินดิบได้ดี

วันชัย พรพรมโชติ (2551 : 21) ศึกษากำลังของอิฐดินดิบ ซึ่งกำลังของอิฐดินดิบจะขึ้นอยู่กับความเหนียวของดินที่อยู่ในอิฐ ความเหนียวของดินจะวัดด้วยดัชนีความเป็นพลาสติก(Plasticity Index หรือ PI) ของดิน โดยทราย มี PI เท่ากับ 0 และดินเหนียวจะมีค่า PI มากน้อยต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของแร่ธาตุในดินเหนียว แต่ที่เป็นหลักที่พบในโลกมีอยู่ 3 ชนิด คือ Kaolinite, Illite และ Montmorillonite ซึ่งมีค่า PI เรียงจากน้อยไปมากและในทางทฤษฎี ดินที่มี PI สูง จะมีกำลังในสถานะแห้งสูงกว่าดินที่มี PI ต่ำ เมื่อดินเหนียวผสมกับทราย PI ของดินเหนียวแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน การผสมทรายในปริมาณที่เท่ากันลงในดินที่มี PI ต่ำ เช่น ดินขาว Kaolin และดินที่มี PI สูง เช่น Montmorillonite จะให้ผลที่แตกต่างกัน ในกรณีดินเหนียว PI ต่ำ การผสมทรายเพียงเล็กน้อยอาจทำให้ PI ลดต่ำมาก และทำให้กำลังในสถานะแห้งต่ำ แต่ในขณะที่ดินเหนียว PI สูง ทรายปริมาณเท่ากันยังคงทำให้ส่วนผสมมี PI สูงอยู่ ดังนั้นกำลังในสถานะแห้งก็จะสูงด้วยเหตุผลนี้ปริมาณที่เหมาะสมสำหรับทำอิฐดินดิบจึงขึ้นอยู่กับชนิดของดินเหนียว เพื่อให้ครอบคลุมโดยการศึกษาจะครอบคลุมดิน 3 ชนิด คือ Bentonite, ดินเหนียวกรุงเทพฯ และดินขาว Kaolin ซึ่งเป็นตัวแทนของดินที่มีความเป็นพลาสติกสูง กลาง และต่ำ ตามลำดับ ตัวอย่างอิฐดินดิบจะทำจากดินเหนียวทั้ง 3 ชนิด ผสมกับทรายที่ปริมาณต่างๆแล้วทดสอบกำลังรับแรงอัดและกำลังรับแรงดัด ผลของการศึกษาจะทำให้เกิดความเข้าใจถึงพฤติกรรมของอิฐดินดิบที่ทำจาก

ดินชนิดต่างๆ ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการกำหนดชนิดของดินที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการก่อสร้างบ้านดิน จะพบว่าชนิดของดินเหนียวมีผลต่อกำลังของอิฐดินดิบ และค่า PI ไม่ได้เป็นปัจจัยเดียวที่มีผลต่อกำลังของอิฐดินดิบแต่ยังขึ้นอยู่กับชนิดของดินเหนียวด้วยปริมาณทรายที่เพิ่มขึ้นในส่วนผสมมีผลทำให้ค่า PI ลดลงและทำให้กำลังของอิฐลดลง แต่ทรายจะช่วยในเรื่องลดการหดตัวของก้อนอิฐดินดิบ ตามมาตรฐาน UBC-STANDARD 21-9 กำหนดไว้ว่าก้อนอิฐดินดิบต้องมีปริมาณทราย อยู่ระหว่าง 25 - 45 เปอร์เซ็นต์ และต้องไม่มีรอยร้าวจากการหดตัวเกิน 3 รอย ความกว้างไม่เกิน 3.2 มิลลิเมตร ยาวไม่เกิน 76 มิลลิเมตร ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าดินเหนียวกรุงเทพฯ ที่ผสมกับทรายที่อัตราส่วน 30 : 70 และ 40 : 60 ซึ่งมีสัดส่วนอยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนดให้ค่ากำลังผ่านเกณฑ์มาตรฐานและไม่มีรอยร้าวจากการหดตัวเมื่อแห้งสนิท แสดงให้เห็นว่าดินเหนียวกรุงเทพฯ มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับทำอิฐดินดิบ จากผลการทดสอบหาค่ากำลังของตัวอย่าง โดยวิธีอย่างง่ายพบว่าผลการทดสอบของวิธีอย่างง่ายที่เสนอนั้น ให้ผลใกล้เคียงกับผลจากห้องทดลองจากการใช้ระบบคานจัดเข้ามาช่วยในการให้น้ำหนักกับตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ที่สามารถหาได้ทั่วไปประกอบกับผลการทดสอบที่ค่อนข้างแน่นอนทำให้วิธีอย่างง่ายนี้จะช่วยให้ชาวบ้านสามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบกำลังของก้อนอิฐดินดิบได้ ซึ่งนำไปสู่การได้บ้านที่มีความแข็งแรงได้มาตรฐาน โดยสิ่งที่ชาวบ้านต้องทำคือทำก้อนตัวอย่างสำหรับทดสอบที่เมื่อแห้งสนิทแล้วมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดตัวอย่างที่ทำการศึกษาคือขนาด 5x5x5 เซนติเมตร สำหรับตัวอย่างทดสอบแรงอัดและขนาดหน้าตัด 4x4 เซนติเมตร ความยาวช่วงทดสอบ 13 เซนติเมตร สำหรับตัวอย่างทดสอบแรงดัด จากนั้นนำตัวอย่างที่แห้งแล้วไปทำการทดสอบ โดยใช้วิธีอย่างง่าย โดยระยะของจุดต่างๆ บนคานจัดได้กำหนดไว้แล้วเมื่อทำการทดสอบต้องแขวนน้ำหนักที่ปลายคานได้ไม่น้อยกว่า 7.9 กิโลกรัม สำหรับตัวอย่างทดสอบกำลังอัดและไม่น้อยกว่า 6.4 กิโลกรัม สำหรับตัวอย่างทดสอบกำลังรับแรงดัด

จิรัฐติ บรรจงศิริ และจักรี ตียะวงศ์สุวรรณ (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาคุณสมบัติของดินที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านดินโดยใช้เทคนิคอิฐดินดิบ โดยทำการศึกษาคูณสมบัติของอิฐดินดิบจากอาศรมวงศสนิท จังหวัดนครนายก ที่สร้างเป็นบ้านดินเสร็จสมบูรณ์แล้วเป็นต้นแบบสำหรับสร้างอิฐดินดิบและทำการปรับปรุงส่วนผสมโดยใช้ดินเหนียวจากโรงผลิตศิลาปญ์ จังหวัดนครปฐม ทำการทดสอบคุณสมบัติของดินเหนียว, กำลังรับแรงอัดของอิฐดินดิบ และการหดตัวของอิฐดินดิบ จากการจำแนกดินโดยระบบเอกภาพพบว่า ดินที่ใช้ในการสร้างอิฐดินดิบเป็นดินเหนียวที่มีความเหนียวสูง การขึ้นรูปใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำและดินเหนียวที่เหมาะสม คือ 1 : 0.5 โดยปริมาตร อัตราส่วนผลของอิฐดินดิบจากอาศรมวงศสนิท จังหวัดนครนายก ใช้อัตราส่วนดินเหนียว : ทราย : แกลบ : น้ำ เท่ากับ 0.5 : 0.5 : 1 : 1 มีค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ย เท่ากับ 4.30 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ส่วนกำลังรับแรงอัดของอิฐดินดิบจากโรงผลิตศิลาปญ์ จังหวัดนครปฐม ที่อัตราส่วนผสมเดียวกันมีค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 5.68 (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร) และเมื่อทำการปรับปรุงอัตราส่วนเป็น 0.5 : 0.5 : 1.5 : 1 โดยปริมาตร ทำให้ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐดินดิบมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นเป็น 6.24 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ส่วนอัตราส่วน 1 : 1 : 2 : 1 ทำให้อิฐดินดิบเกิดการหดตัวน้อยที่สุด โดยเฉลี่ยด้านหน้าร้อยละ 2.66 ด้านกว้างร้อยละ 1.99 ด้านยาวร้อยละ 3.46

ณภัทร ศรีวิฒนประยูร และคณะ (2552 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังของบ้านดินในสถานที่จริง ผนังของบ้านดินในกรณีศึกษาที่มีความต้านทานความร้อนสูง โดยเมื่อได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ผนังอิฐดินดิบจะมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อนไว้ให้ถ่ายเทความร้อนสู่ภายในได้ช้าลง เมื่อความร้อนเหมาะสมในผนังและแผ่ความร้อนเข้ามาภายในอาคาร

ทำให้ในช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิภายในจะต่ำกว่าภายนอก โดยอุณหภูมิภายนอกที่ 33 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผนังภายในที่ 29 องศาเซลเซียส ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ตามทิศทางของรังสีดวงอาทิตย์ มีความต่างกัน 4 องศาเซลเซียส สำหรับในช่วงกลางคืนเมื่อไม่ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ประกอบกับความร้อนภายในผนังยังไม่สามารถถ่ายเทความร้อนออกมาได้หมด แม้ว่าอุณหภูมิข้างนอกจะเย็นลงมากแล้วแต่ความร้อนที่สะสมในตัวผนังและในอาคาร ทำให้อากาศภายในอาคารยังอบอู่ อยู่โดยอุณหภูมิภายนอกที่ 23 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในอาคารอยู่ที่ 24.8 องศาเซลเซียส ต่างกัน 1.8 องศาเซลเซียส จะพบว่าบ้านตัวอย่างจะมีความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงกลางวันและกลางคืนเป็นอย่างมาก แต่อุณหภูมิในบ้านดินนั้น มีความแตกต่างกันไม่เกิน 6 องศาเซลเซียส และด้านที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดคือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นทิศจากรังสีดวงอาทิตย์ พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของบ้านดินแบบอิฐดินนี้เมื่อนำมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม พบว่า มีความเป็นอนวนที่เหมาะสม เนื่องจากมีการถ่ายเทความร้อนได้ช้า เหมาะสำหรับภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันระหว่างกลางวันกับกลางคืนสูงหรืออากาศหนาวเย็น เนื่องจากมีการส่งความร้อนได้ดีในช่วงกลางวันและสามารถเก็บอุณหภูมิไว้ในช่วงกลางคืน ทำให้สภาพอุณหภูมิภายในอาคารค่อนข้างคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อมอย่างรวดเร็ว หากจะทำให้บ้านดินสามารถคงอุณหภูมิที่จะให้อยู่ในสภาวะน่าสบายได้นั้นตัวอาคารควรอยู่ในพื้นที่ที่มีความชื้นต่ำ และในทิศทางที่รับผลจากรังสีของดวงอาทิตย์โดยตรง ควรจะเพิ่มความหนาของผนังให้มากขึ้นเพื่อเพิ่ม ความเป็นอนวนและอีกประเภทหนึ่ง บ้านดินจะมีความชื้นค่อนข้างสูง การใช้งานอาคารประเภทนี้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการระบายอากาศที่ดี เพื่อลดความชื้นจากอาคารและเมื่อมีช่องเปิดมากความร้อนก็จะเข้ามาได้มากเช่นกัน ดังนั้นจึงต้องพิจารณาความเหมาะสมด้วย

บทที่ 3

การดำเนินการศึกษา

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการทำอิฐดินดิบ

3.1.1 วัสดุที่ใช้ในการทำอิฐดินดิบ

1. ดินเหนียวในเขต จังหวัดมหาสารคาม



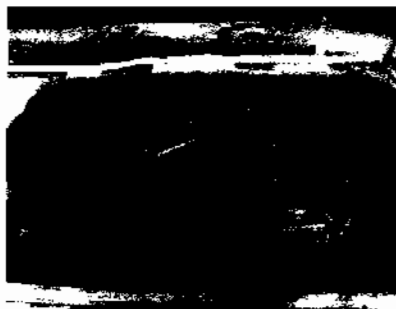
ภาพประกอบ 13 ดินเหนียว

2. น้ำที่ใช้ทดสอบเป็นน้ำสะอาด
3. ทรายละเอียด จากแม่น้ำมูล
4. แกลบที่ใช้ทดสอบเป็นแกลบที่ได้จากโรงงานสีข้าว จังหวัดมหาสารคาม



ภาพประกอบ 14 แกลบ

5. ฟางข้าวที่ได้จากการเกษตรกรรมจังหวัดมหาสารคาม



ภาพประกอบ 15 ฟางข้าว

6. ชันยาเรือหรือซีซี



ภาพประกอบ 16 ชันยาเรือ

7. น้ำมันสน ใช้เป็นตัวทำลาย ชันยาเรือ



ภาพประกอบ 17 น้ำมันสน

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำอิฐดินดิบ

1. กระบะผสม



ภาพประกอบ 18 กระบะผสม

2. ถังน้ำ



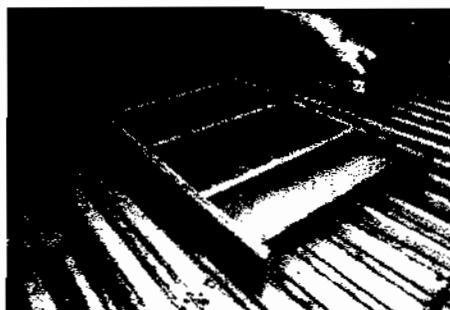
ภาพประกอบ 19 ถังน้ำ

3. เกียงปาด



ภาพประกอบ 20 เกียงปาด

4. ไม้แบบขนาด 10×20×40 เซนติเมตร



ภาพประกอบ 21 ไม้แบบขนาด 10×20×40 เซนติเมตร

3.1.3 ขั้นตอนในการทำอิฐดินดิบ

1. ส่วนผสมของดินที่ใช้ แบ่งเป็น 4 ส่วน

1. ดินเหนียว ธรรมชาติของดินเหนียวคือ เมื่อแห้งจะหดตัว ถ้าอิฐดินดิบที่ทดลองมี การแตกร้าวแสดงว่าส่วนผสมที่ใช้มีดินเหนียวมากเกินไป ต้องเพิ่มส่วนผสมอื่นเพื่อลดการแตกร้าว
2. หกราย เป็นส่วนผสมที่จะช่วยลดการหดตัวของดินเหนียวและลดการแตกร้าว หกรายจะช่วยทำให้อิฐมีความแกร่ง แต่ถ้าผสมหกรายมากเกินไปจะทำให้ถูกฝนชะดินออกได้ง่าย
3. ส่วนผสมที่เป็นเส้นใยและมีความเหนียว โดยปกติจะใช้แกลบหรือฟางเส้นสั้น ๆ ส่วนผสมที่เป็นเส้นใยนี้จะช่วยยึดดินเข้าด้วยกัน ลดการแตกร้าว และป้องกันการชะล้างของน้ำฝน
4. วัสดุผสมชั้นยาเรือที่ใช้ และใช้น้ำมันสนเป็นตัวทำละลาย ซึ่งจะเป็นส่วนผสมที่จะ ช่วยเพิ่มการผสมผสานเนื้อดิน และเคลือบผิวดิน

2. สิ่งที่ต้องเตรียมในการทำอิฐดินดิบ

1. วัสดุที่ใช้ทำอิฐดินดิบ ดินเหนียว ดินทราย แกลบ ฟาง น้ำมันสน ชั้นยาเรือ
2. อุปกรณ์ที่ใช้ทำอิฐดินดิบ บ่อผสมหรือกระบะผสม ถังน้ำ และเกรียงปาด
3. ไม้แบบสำหรับทำพิมพ์ โดยใช้ไม้ที่มีหน้าไม้เรียบดี ขนาดหนา 10 เซนติเมตร กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร
4. สถานที่สำหรับตากอิฐ ควรจะมีผิวหน้าที่เรียบ และอยู่กลางแจ้ง

3. ขั้นตอนในการทำก้อนอิฐดินดิบ

1. เตรียมบ่อสำหรับย่ำดิน โดยชุดหลุมเป็นบ่อใช้ผ้ายางปูรอง หรือใช้กระบะผสม
2. เติมน้ำในบ่อหรือกระบะ ก่อนแล้วจึงใส่ดินเหนียว เพราะโดยปกติแล้วดินเหนียว มีความหนาแน่นมาก ถ้าใส่ดินลงไปก่อนจะทำให้ น้ำซึมลงไปข้างล่างได้ยาก ถ้าดินที่ใช้มีความแข็งหรือมี ส่วนผสมของดินเหนียวมาก ต้องแซ่ดินทิ้งไว้ข้ามคืน เพื่อให้ น้ำซึมเข้าได้เต็มที่ จะทำให้ดินง่ายขึ้น

3. ย่ำให้ดินที่เป็นก้อนแตกออก พยายามให้ดินที่ติดอยู่กับพื้นขึ้นมาโดยใช้เท้าจะดิน หรือใช้การดึงผ้าใบให้ดินที่ติดอยู่ข้างล่างพลิกขึ้นมา

4. ทอยใส่ทราย (ถ้าจำเป็นต้องใส่เพิ่ม) โดยโปรยให้ทั่วสลับกับการย่ำให้ดินเหนียวกับทรายผสมกันดี เมื่อใส่ทรายครบตามอัตราส่วนแล้วค่อยใส่แกลบ โดยใช้วิธีการเดียวกัน การใส่น้ำในขั้นตอนแรกควรใส่เมื่อไรจำนวนหนึ่ง เพราะทรายและแกลบที่ใส่จะดูดน้ำไว้ ทำให้ดินแห้งลง ย่ำจนเมื่อยกเท้าขึ้นมาแล้วดินไม่ยุบลงมากลบรอยเท้าขึ้นนั้นถือว่าใช้ได้ ถ้าดินยังเหลวให้ใส่ทรายหรือแกลบเพิ่ม ถ้าเกิดยังใส่ทรายหรือแกลบไม่ครบตามปริมาณ แต่ดินเริ่มแห้งเกินไปให้ใส่น้ำเพิ่ม และก็ใส่ชั้นยาเรือที่ละลายกับน้ำมันสนเรียบร้อยแล้ว

5. นำไม้แบบที่แช่น้ำทิ้งไว้ มาวางตรงพื้นที่ตากอิฐที่โรยแกลบไว้ การโรยแกลบบาง ๆ ที่พื้นจะช่วยป้องกันไม่ให้ตัวอิฐดินดิบ ติดกับพื้น ซึ่งจะทำให้กลับอิฐได้ยาก นำดินเทใส่แบบ แล้วใช้มือกดดินบริเวณตามมุมและขอบให้แน่น ปาดหน้าให้เรียบพอประมาณ แล้วยกพิมพ์ออกทันทีโดยไม่ต้องรอให้ดินแห้ง ถ้าดินไม่คงรูปแสดงว่าดินเหลวเกินไปต้องใส่ทรายหรือแกลบเพิ่ม หรือทิ้งไว้ให้น้ำระเหยออก

6. ใช้ผ้าชุบน้ำมาเช็ดไม้แบบ ก่อนทำการเข้าแบบอิฐชุดต่อไปทุกครั้ง จะช่วยทำให้ดินไม่ติดกับไม้แบบ

7. ตากแดดทิ้งไว้จนอิฐแข็งพอที่จะสามารถพลิกได้ (ประมาณ 2-3 วัน) พลิกก้อนอิฐให้ตั้งขึ้นเพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านได้ เมื่อแข็งแล้วจึงนำมาตั้งรวมกันใหม่ วางอิฐตั้งสลับกันขึ้นไปจะช่วยให้ลมสามารถพัดผ่านได้ดี ลดความชื้นที่จะเกิดขึ้นได้

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการฉาบผนังดิน

3.2.1 วัสดุที่ใช้ในการฉาบผนังดิน

1. ดินเหนียวใน จังหวัดมหาสารคาม
2. น้ำที่ใช้ทดสอบเป็นน้ำสะอาด
3. ทรายละเอียด จากแม่น้ำมูล
4. ชันยาเรือหรือซีซี
5. น้ำมันสน ใช้เป็นตัวทำละลาย

3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการฉาบผนังดิน

1. กระบะผสม
2. ถังน้ำ
3. เกียงปาด

3.2.3 ขั้นตอนในการฉาบผนังดิน

1. สิ่งที่ต้องเตรียมในการฉาบผนังดิน
 1. วัสดุผสมในการฉาบ ดินเหนียว ดินทราย ชันยาเรือ น้ำมันยาง
 2. อุปกรณ์ในการฉาบ เช่น เกียงปาด ฟองน้ำ
 3. กระบะผสม ถังน้ำ
2. ขั้นตอนในการฉาบผนังดิน
 1. ผสมวัสดุตามอัตราส่วนผสม ดินเหนียวและดินทราย
 2. ผสมชันยาเรือและน้ำมันสน ให้ทำละลายกันดี
 3. นำส่วนผสมของดินเหนียว ดินทราย และชันยาเรือที่ทำละลายกับน้ำมันสน เรียบร้อยแล้ว ผสมในกระบะตามอัตราส่วนให้เข้าด้วยกัน
 4. ปรับแต่งระดับผิวผนังให้เสมอกัน
 5. ทำความสะอาดผนัง โดยการปัดฝุ่นและเศษแกลบที่ติดอยู่บนผนังออก
 6. เริ่มการฉาบต่างๆ ให้ผนังยึดเกาะ แต่ถ้าฉาบไม่ค่อยติดผนัง ให้ใช้น้ำราดผนังให้เปียกก่อนฉาบ แต่ถ้าเปียกพอที่จะสามารถฉาบยึดเกาะได้ ก็ไม่จำเป็นต้องใช้น้ำราดผนัง การฉาบจะฉาบจากบนลงล่าง โดยใช้มือหรือเกรียงก็ได้ แล้วแต่ความถนัดและความสะดวก
 7. ถ้าต้องการให้ผนังเรียบมากขึ้นให้รอจนผิวที่ฉาบแห้งพอสมควรแล้ว ใช้ฟองน้ำ พลาสติคหรือถุงขนมขบเคี้ยวต่างๆ มาลูบอีกครั้ง จะทำให้ผนังเรียบขึ้น
 8. ทิ้งไว้ให้แห้ง ถ้ามีรอยแตกร้าวขนาดใหญ่ให้อุดโดยใช้ดินที่ผสมทรายมากๆ ถ้ารอยแตกไม่ใหญ่มากสามารถอุดได้ก็ดำเนินการฉาบอุดรอยร้าวอีกครั้ง จนกว่าจะเรียบตามที่ต้องการ

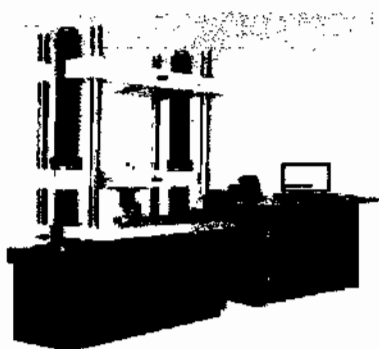
3.3 การทดสอบคุณสมบัติ

การทดสอบคุณสมบัติของอิฐดินดิบนั้นจะทดสอบตามมาตรฐาน UNIFORM BUILDING CODE STANDARD

3.3.1 การทดสอบกำลังรับแรงอัด

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบกำลังรับแรงอัด

1.1 เครื่องทดสอบแบบ Universal Testing Machine



ภาพประกอบ 22 เครื่องทดสอบแบบ Universal Testing Machine

1.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก ความละเอียด 0.05



ภาพประกอบ 23 เครื่องชั่งน้ำหนัก

1.3 คลิปเมตร



ภาพประกอบ 24 คลิปเมตร

2. ขั้นตอนในการทดสอบกำลังรับแรงอัด

2.1 ใช้ตัวอย่างอยู่ในสภาพสมบูรณ์ 3 ตัวอย่าง

2.2 นำตัวอย่างทดสอบมาชั่งน้ำหนักและวัดขนาด โดยมีหน่วยเป็นกิโลกรัมและ

เซนติเมตร

2.3 นำตัวอย่างทดสอบด้วย เครื่องทดสอบแบบ Universal Testing Machine

2.4 ให้น้ำหนักกดตามแนวแกน ในอัตราเร็วไม่เกิน 1.27 มิลลิเมตร/นาที

2.5 การคำนวณผลการทดสอบ โดยสมการ

$$\text{กำลังรับแรงกด} = P_{\max} / A \dots\dots\dots (3.1)$$

$P_{\max}$ = กำลังอัดสูงสุดที่กระทำบนหน้าตัดอิฐดินดิบ (กิโลกรัม)

A = พื้นที่หน้าตัดอิฐดินดิบ (ตารางเซนติเมตร)

3.3.2 การทดสอบการหดตัว

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบการหดตัว

1.1 คลิปเมตร

2. ขั้นตอนในการทดสอบการหดตัว

2.1 วัดขนาดปริมาตรของแบบที่ใช้ในการขึ้นรูป โดยมีขนาด 10 x 20 x 40 เซนติเมตร

2.2 นำอิฐที่ผ่านการตากแดดตามระยะเวลาที่กำหนด วัดขนาดปริมาตร

2.3 การคำนวณหาค่าการหดตัว โดยใช้สมการ

$$(\%) \text{ การหดตัวเชิงปริมาตร} = [(V_1 - V_2) / V_1] \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

V_1 = ปริมาตรก้อนอิฐดินดิบขณะที่เปียก (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

V_2 = ปริมาตรก้อนอิฐดินดิบขณะที่แห้ง (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

3.3.3 การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ

1.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก ความละเอียด 0.05

2. ขั้นตอนในการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ

2.1 นำอิฐดินดิบ ที่ผ่านการตากแดดที่แห้งสนิทแล้ว ชั่งน้ำหนัก

2.2 แช่ก้อนตัวอย่างในน้ำสะอาด 1 วัน (เนื่องจากการอิมดัวของน้ำในอิฐดิน)

2.3 นำอิฐดินดิบ ที่ผ่านการแช่น้ำแล้ว ชั่งน้ำหนัก

2.4 การคำนวณอัตราการดูดซึมน้ำ

$$(\%) \text{ ปริมาณการดูดซึมน้ำ } = [(W_w - W_d) / W_d] \times 100\% \quad (3.3)$$

W_w = น้ำหนักก้อนอิฐดินดิบขณะเปียก (กิโลกรัม)

W_d = น้ำหนักก้อนอิฐดินดิบขณะแห้ง (กิโลกรัม)

3.3.4 การทดสอบค่าโมดูลัสการแตกร้าว

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบค่าโมดูลัสการแตกร้าว

1.1 เครื่องทดสอบแบบ Universal Testing Machine

1.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก ความละเอียด 0.05

1.3 ตลับเมตร

2. ขั้นตอนในการทดสอบค่าโมดูลัสการแตกร้าว

2.1 ใช้ตัวอย่างที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์ 3 ตัวอย่าง

2.2 นำก้อนตัวอย่างวางบนฐานรองรับที่ทำจากแท่งเหล็กกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร โดยฐานรองรับอยู่ถัดเข้ามาจากปลาย 5 เซนติเมตร ทั้ง 2 ด้าน

2.3 ตัวถ่วงน้ำหนักจากเครื่องกดสู่ก้อนตัวอย่าง ใช้แท่งเหล็กกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร วางบนก้อนตัวอย่างที่กลางคาน

2.4 อัตราการใช้น้ำหนักไม่เกิน 10.8 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร/วินาที กระทั่งวิบัติ

2.5 การคำนวณค่าโมดูลัสการแตกร้าวจากสมการ

$$S = 3PL / 2Bd^2 \quad (3.4)$$

B = ความกว้างของก้อนตัวอย่าง

d = ความหนาของก้อนตัวอย่าง

L = ระยะระหว่างฐานรองรับ

S = โมดูลัสการแตกร้าว

P = น้ำหนักบรรทุกที่จุดวิบัติ

3.3.5 การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1.1 เครื่องทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ (Erosion Testing) ของอิฐดินเหนียวดิบ (Adobe) ตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย



ภาพประกอบ 25 เครื่องทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ

1.2 เครื่องวัด เวอร์เนีย



ภาพประกอบ 26 เวอร์เนีย

1.3. นาฬิกาจับเวลา



ภาพประกอบ 27 นาฬิกาจับเวลา

1.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก ความละเอียด 0.05

2. ขั้นตอนในการทดสอบ

2.1 ใช้ตัวอย่างที่มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีที่สุดในสภาพสมบูรณ์ 3 ตัวอย่าง

2.2 ติดตั้งเครื่องและทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ (Erosion Testing) ของอิฐดินเหนียวดิบ (adobe)

2.3 ปรับชนิดของหัวฉีดน้ำ สเปรย์ (spray) ระยะระหว่างหัวฉีดกับวัตถุทดสอบ 470 มิลลิเมตร (แนวระดับ) ความแรงของน้ำ 50 กิโลปาสกาล ระยะเวลาทำการทดสอบ 60 นาที

2.4 วัดความลึกของผิวหน้าก่อนอิฐที่โดนน้ำ (มิลลิเมตร)

2.5 ชั่งน้ำหนักก่อนและหลังการทดสอบ เมื่อแห้ง

2.6 การคำนวณวิเคราะห์ผลการทดสอบ

3.4 อัตราส่วนที่ใช้ในการทดสอบ

ตาราง 5 อัตราส่วนผสมที่ใช้ในการวิเคราะห์อัตราส่วนผสมของอิฐดินดิบ

ส่วนผสม	อัตราส่วนผสม	
	ดินเหนียว : ทราย : แกลบ : ฟาง (โดยปริมาตร)	ชั้นยาเร็ว : น้ำมันสน (กรัม) (โดยน้ำหนัก)
A1	3 : 2 : 1 : 1	0 : 0
A2	3 : 2 : 1 : 1	20 : 20
A3	3 : 2 : 1 : 1	40 : 20
A4	3 : 2 : 1 : 1	80 : 20
A5	3 : 2 : 1 : 1	80 : 80
B1	3 : 2 : 1.5 : 1.5	0 : 0
B2	3 : 2 : 1.5 : 1.5	20 : 20
B3	3 : 2 : 1.5 : 1.5	40 : 20
B4	3 : 2 : 1.5 : 1.5	80 : 20
B5	3 : 2 : 1.5 : 1.5	80 : 80
C1	2 : 2 : 1 : 1	0 : 0
C2	2 : 2 : 1 : 1	20 : 20
C3	2 : 2 : 1 : 1	40 : 20
C4	2 : 2 : 1 : 1	80 : 20
C5	2 : 2 : 1 : 1	80 : 80
D1	2 : 2 : 1.5 : 1.5	0 : 0
D2	2 : 2 : 1.5 : 1.5	20 : 20
D3	2 : 2 : 1.5 : 1.5	40 : 20
D4	2 : 2 : 1.5 : 1.5	80 : 20
D5	2 : 2 : 1.5 : 1.5	80 : 80

ตาราง 6 อัตราส่วนผสมที่ใช้ในการวิเคราะห์อัตราส่วนผสมของวัสดุฉาบผนังดิน

ส่วนผสม	อัตราส่วนผสม	
	ดินเหนียว : ทราย (โดยปริมาตร)	ชั้นยาเร็ว : น้ำมันสน (กรัม) (โดยน้ำหนัก)
A1	3 : 1	0 : 0
A2	3 : 1	20 : 20
A3	3 : 1	40 : 20
A4	3 : 1	80 : 20
A5	3 : 1	80 : 80
B1	3 : 2	0 : 0
B2	3 : 2	20 : 20
B3	3 : 2	40 : 20
B4	3 : 2	80 : 20
B5	3 : 2	80 : 80
C1	1 : 1	0 : 0
C2	1 : 1	20 : 20
C3	1 : 1	40 : 20
C4	1 : 1	80 : 20
C5	1 : 1	80 : 80

ตาราง 7 อัตราส่วนผสมของอิฐดินดิบที่เลือกใช้ในการทดสอบ

ส่วนผสม	อัตราส่วนผสม	
	ดินเหนียว : ทราย : แกลบ : ฟาง (โดยปริมาตร)	ชั้นยาเร็ว : น้ำมันสน (กรัม) (โดยน้ำหนัก)
C1	2 : 2 : 1 : 1	0 : 0
C2	2 : 2 : 1 : 1	20 : 20
C3	2 : 2 : 1 : 1	40 : 20
C4	2 : 2 : 1 : 1	80 : 20
C5	2 : 2 : 1 : 1	80 : 80

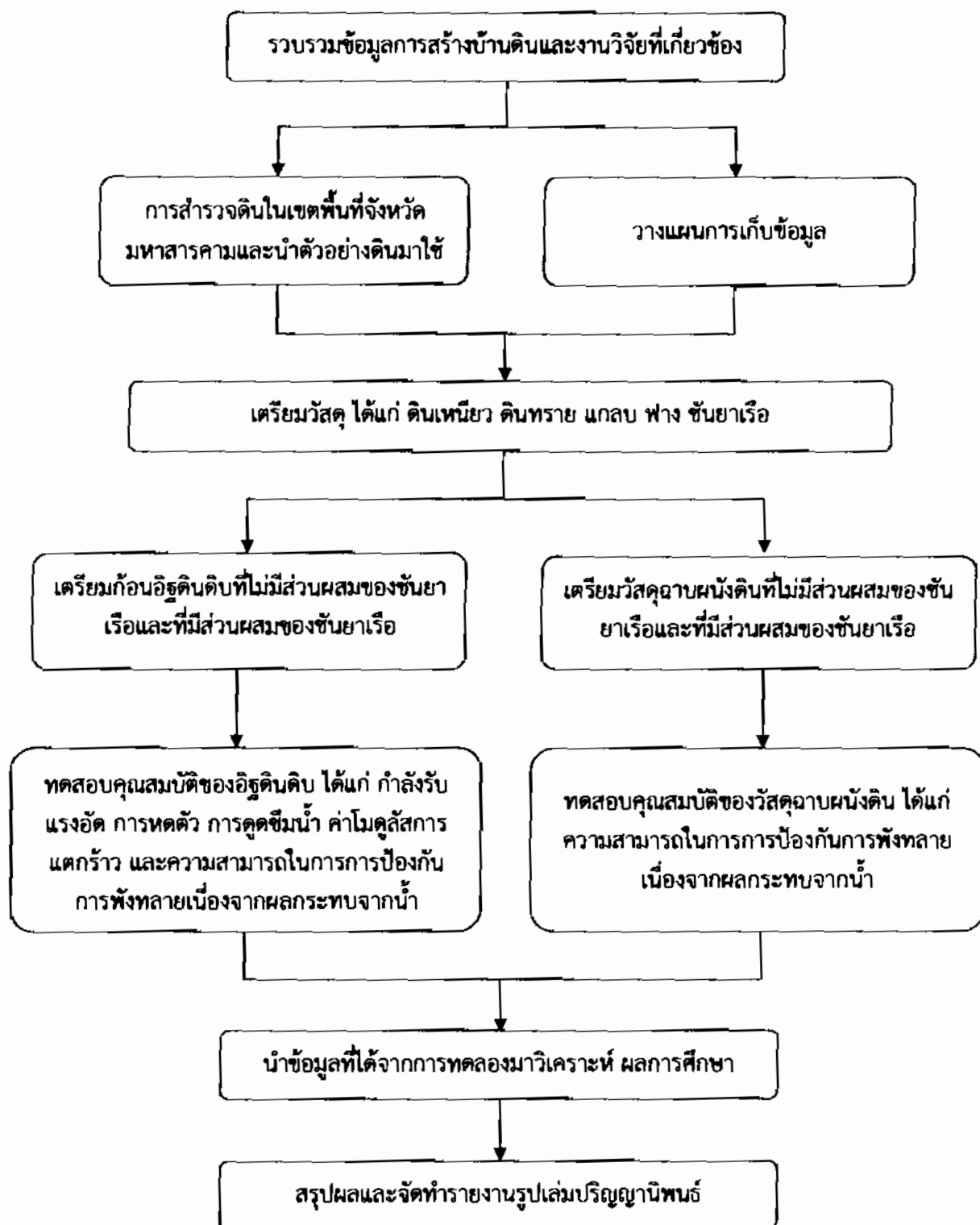
ตาราง 8 อัตราส่วนผสมวัสดุฉาบผนังดินที่เลือกใช้ในการทดสอบ

ส่วนผสม	อัตราส่วนผสม	
	ดินเหนียว : ทราย (โดยปริมาตร)	ชั้นยาเร็ว : น้ำกันสน (กรัม) (โดยน้ำหนัก)
B1	3 : 2	0 : 0
B2	3 : 2	20 : 20
B3	3 : 2	40 : 20
B4	3 : 2	80 : 20
B5	3 : 2	80 : 80

3.5 การดำเนินการศึกษา

1. รวบรวมข้อมูลการสร้างบ้านดินและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. สำนวจดินในเขตพื้นที่จังหวัดมหาสารคามและนำตัวอย่างดินมาใช้ในการศึกษา
3. เตรียมแผนการเก็บข้อมูลและจัดหาวัสดุอุปกรณ์เตรียมการทดลอง
4. เตรียมดินเหนียว ดินทราย แกลบ ฟางข้าว และวัสดุผสม ที่ได้ทดสอบคุณสมบัติแล้ว
5. นำวัสดุที่เตรียมไว้ วิเคราะห์หาอัตราส่วนอิฐดินดิบที่เหมาะสม และวัสดุฉาบผนังดิน
6. จัดทำอิฐดินดิบและวัสดุฉาบผนังดิน ที่ใช้สำหรับทดสอบโดยอัตราส่วนตามสัดส่วนที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบ
7. ทดสอบคุณสมบัติ ได้แก่ การรับกำลังแรงอัด การหดตัว การดูดซึมน้ำ ค่าโมดูลัส การแตกร้าว ความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ
8. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ ผลการศึกษา
9. สรุปผลและจัดทำรายงานรูปเล่มปริญญานิพนธ์

3.6 แผนการดำเนินงาน



ภาพประกอบ 28 แผนการดำเนินงาน

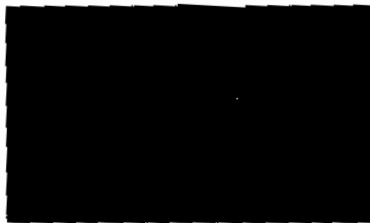
บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ผลการศึกษาอัตราส่วนผสมอิฐดินดิบ

จากการศึกษาอัตราส่วนผสมอิฐดินดิบผสมชั้นยาเรือ โดยมีส่วนผสม ดินเหนียว ดินทราย แกลบ ฟาง น้ำมันสน และชั้นยาเรือ โดยใช้อิฐดินดิบขนาด $10 \times 20 \times 40$ เซนติเมตร โดยพิจารณาเลือกอัตราส่วนผสมที่ไม่ทำให้เกิดการแตกร้าวของก้อนอิฐดินดิบ พบว่าอัตราส่วนผสม ดินเหนียว : ทราย : แกลบ : ฟาง คือ 2 : 2 : 1 : 1 โดยปริมาตร คงที่ และใช้อัตราส่วนผสมยาเรือ : น้ำมันสน โดยน้ำหนัก (กรัม) ที่เหมาะสม มีดังนี้

1. อัตราส่วนผสมที่ไม่มีส่วนผสมของชั้นยาเรือ
2. อัตราส่วนผสม 20 : 20
3. อัตราส่วนผสม 40 : 20
4. อัตราส่วนผสม 80 : 20
5. อัตราส่วนผสม 80 : 80



ไม่มีส่วนผสมของชั้นยาเรือ



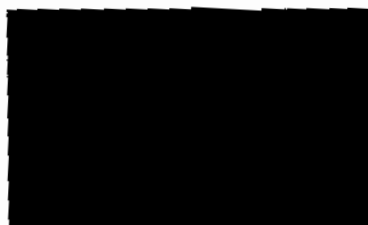
อัตราส่วนผสม 20 : 20



อัตราส่วนผสม 40 : 20



อัตราส่วนผสม 80 : 20



อัตราส่วนผสม 80 : 80

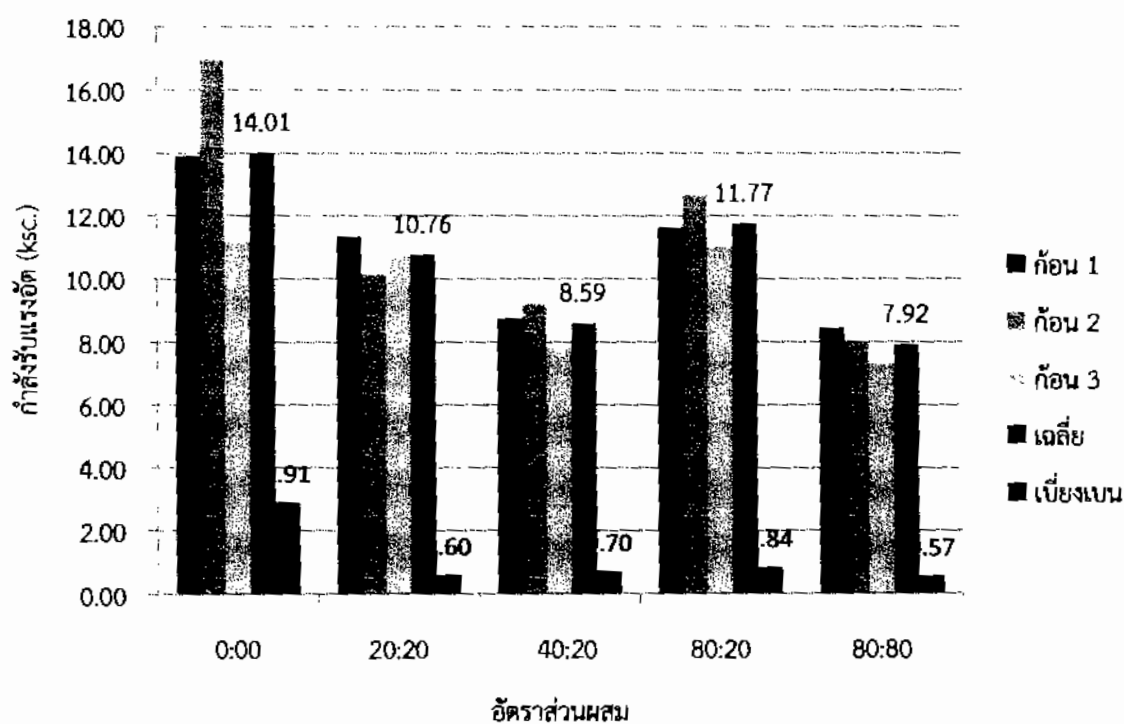
ภาพประกอบ 29 การศึกษาอัตราส่วนผสมอิฐดินดิบ

4.2 ผลการศึกษาอิฐดินดิบ

จากการทดสอบอิฐดินดิบผสมชั้นยาเรื่อ โดยมีส่วนผสม ดินเหนียว ดินทราย แกลบ ฟาง ชั้นยาเรื่อ และ น้ำมันสน โดยใช้อิฐดินดิบขนาด $10 \times 20 \times 40$ เซนติเมตร จากนั้นทำการทดสอบกำลังรับแรงอัด การหดตัว การดูดซึมน้ำ ค่าโมดูลัสการแตกร้าว และความสามารถในการป้องกันการพังทลาย เนื่องจากผลกระทบจากน้ำ ได้ผลการทดสอบดังนี้

1. การทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐดินดิบ

จากการทดสอบกำลังรับแรงอัดอิฐดินดิบ ที่ตากแดดนาน 14 วัน โดยการใช้เครื่องทดสอบแบบ Universal Testing Machine ให้น้ำหนักกดตามแนวแกน ในอัตราเร็วไม่เกิน 1.27 (มิลลิเมตร/นาทึ) โดยใช้อัตราส่วนผสม ดินเหนียว : ดินทราย : แกลบ : ฟาง คงที่เท่ากับ 2 : 2 : 1 : 1 โดยปริมาตร และมีปริมาณ ชั้นยาเรื่อ : น้ำมันสน โดยน้ำหนัก(กรัม) เท่ากับ 0 : 0, 20:20 , 40:20, 80:20 และ 80:80 ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้



ภาพประกอบ 30 แผนภูมิการทดสอบกำลังรับแรงอัด

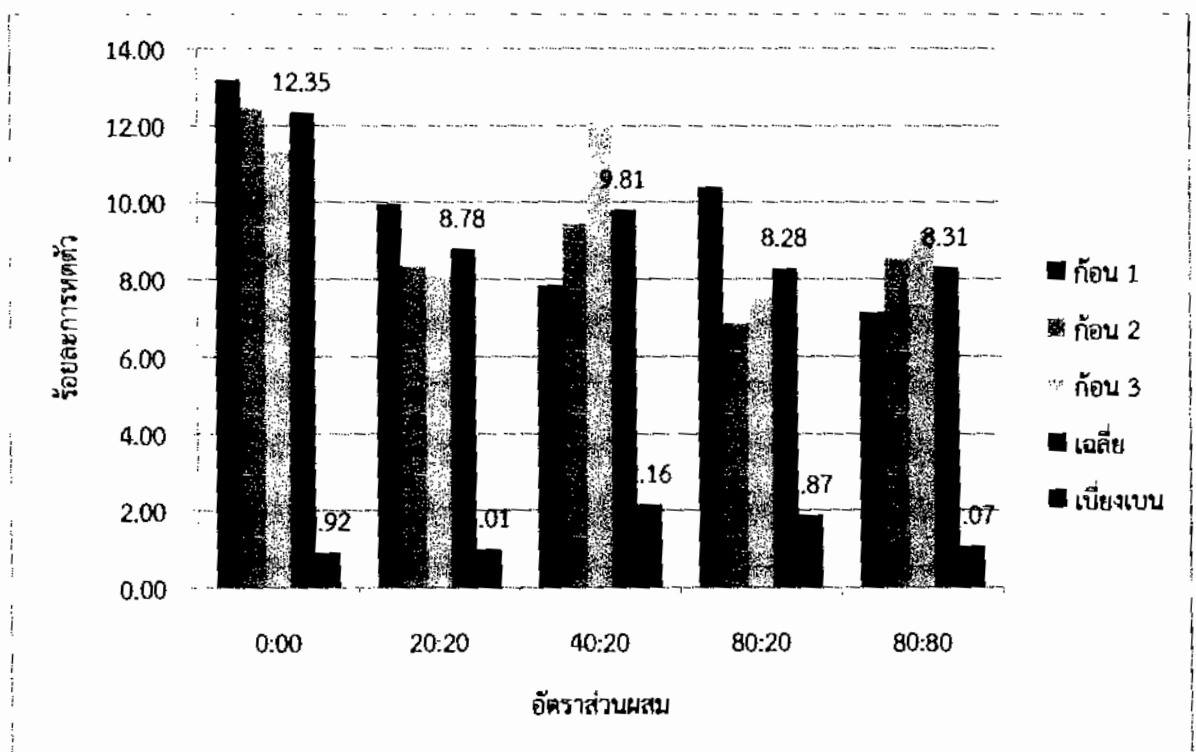
จากภาพประกอบ 30 จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนของอิฐดินดิบที่ไม่มีส่วนผสมของชั้นยาเรื่อ คือ 0:0 จะได้ค่ากำลังรับแรงอัด 14.01 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร แต่เมื่อมีส่วนผสมของชั้นยาเรื่อในอัตราส่วน 20:20 จะให้ค่ากำลังที่ต่ำลง คือกำลังรับแรงอัด 10.76 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร แต่เมื่อมี

ส่วนผสมของชั้นยาเรือเพิ่มขึ้นในอัตราส่วน 40:20 เริ่มทำให้กำลังรับแรงอัดต่ำลงเป็น 8.59 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และเมื่อมีส่วนผสมของชั้นยาเรือเพิ่มขึ้นอีกในอัตราส่วน 80:20 ก็ทำให้ได้กำลังเพิ่มขึ้นคือกำลังรับแรงอัด 11.77 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า อิฐดินดิบที่ไม่มีส่วนผสมของชั้นยาเรือในอัตราส่วน จะได้ค่ากำลังรับแรงอัด 14.01 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร แต่อิฐดินดิบที่มีส่วนผสมของชั้นยาเรือในอัตราส่วนที่ 80:20 จะได้ค่ากำลังรับแรงอัดมากที่สุดในส่วนผสมที่มีชั้นยาเรือเป็นส่วนประกอบคือ 11.77 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร กล่าวได้ว่าการมีส่วนผสมของชั้นยาเรือมีผลต่อการรับกำลังแรงอัดที่ต่ำลง

2. การทดสอบการหดตัวของอิฐดินดิบ

จากการทดสอบอิฐดินดิบ โดยหาปริมาณการหดตัว ได้ผลการทดสอบดังนี้



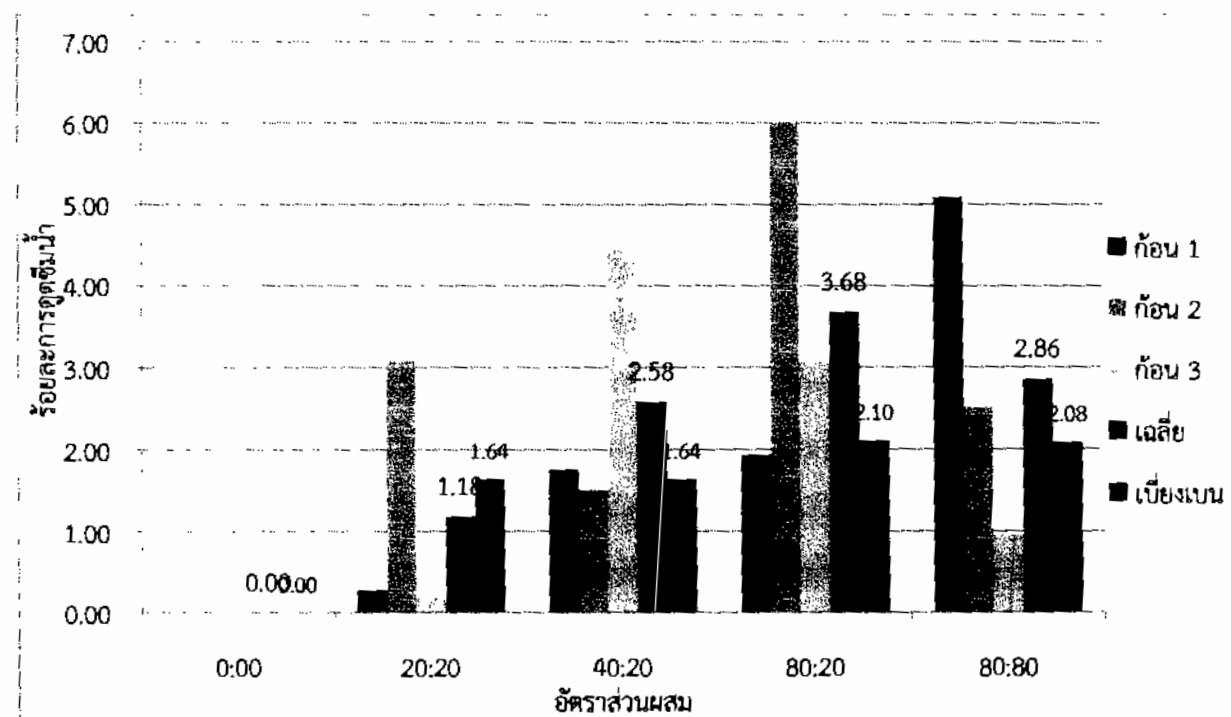
ภาพประกอบ 31 แผนภูมิการทดสอบการหดตัว

จากภาพประกอบ 31 จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนของอิฐดินดิบที่ไม่มีส่วนผสมของชั้นยาเรือ จะได้ค่าร้อยละการหดตัว 12.35 แต่เมื่อมีส่วนผสมของชั้นยาเรือในอัตราส่วน 20:20 จะเริ่มได้ค่าร้อยละการหดตัวที่ต่ำลง คือ 8.78 และเมื่อมีส่วนผสมของชั้นยาเรือเพิ่มขึ้นในอัตราส่วน 40:20 ทำให้ได้ค่าร้อยละการหดตัวที่สูงขึ้น คือ 9.81 ซึ่งต่อมาเมื่อมีส่วนผสมของชั้นยาเรือเพิ่มขึ้นในอัตราส่วน 80:20 กลับทำให้ค่าร้อยละการหดตัวลดลงเป็น 8.28 และเมื่อมีค่าชั้นยาเรือเพิ่มขึ้นและตัวทำละลายเพิ่มขึ้นกลับทำให้ค่าร้อยละการหดตัวเพิ่มขึ้นเป็น 8.31

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า อิฐดินดิบที่มีส่วนผสมของชันยาเรือในอัตราส่วน 80:20 จะได้ค่าร้อยละการหดตัว 8.28 ซึ่งเป็นค่าการหดตัวต่ำที่สุด กล่าวได้ว่าการผสมชันยาเรือในทุกอัตราส่วน ทำให้อิฐดินดิบมีการหดตัว

3. การทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐดินดิบ

จากการทดสอบอิฐดินดิบ โดยหาจากน้ำหนักการอิ่มตัวด้วยน้ำ ในระยะเวลาแช่น้ำ 1 วัน ได้ผลการทดสอบดังนี้



จากภาพประกอบ 32 แผนภูมิการทดสอบการดูดซึมน้ำ

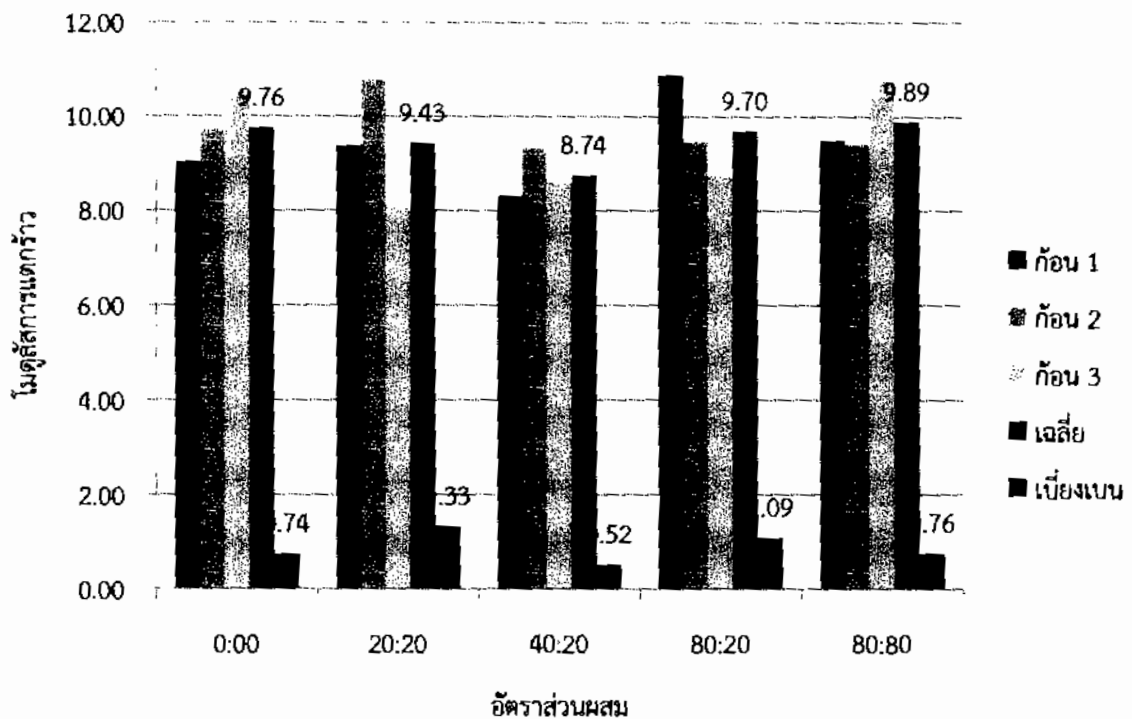
จากภาพประกอบ 32 จะเห็นว่าอัตราส่วนของอิฐดินดิบที่ไม่มีส่วนผสมของชันยาเรือ จะไม่สามารถหาค่าได้เนื่องจากอิฐดินดิบไม่จับตัวเป็นรูป แต่เมื่อเทียบกับอิฐดินดิบที่มีส่วนผสมของชันยาเรือ 20:20 จะสามารถหาค่าได้ และค่าร้อยละการดูดซึมน้ำ คือ 1.18 และเมื่อมีการเพิ่มส่วนผสมของชันยาเรือ ในอัตราส่วน 40:20 ค่าร้อยละการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้น คือ 2.58 เพิ่มส่วนผสมของชันยาเรือ ในอัตราส่วน 80:20 ค่าร้อยละการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้น คือ 3.68 และเมื่อเพิ่มส่วนผสมทั้งชันยาเรือและน้ำมันสน ในอัตราส่วน 80:80 จะมีค่าการดูดซึมน้ำลดลง คือ 2.68 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการผสมชันยาเรือในอัตราส่วน 80:20 จะทำให้การดูดซึมน้ำมากขึ้นไป

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า อิฐดินดิบที่มีส่วนผสมของชันยาเรือในอัตราส่วน 80:20 จะได้ค่าร้อยละการดูดซึมน้ำสูงสุดจากการทดสอบ คือ 3.68 และอิฐดินดิบที่มีส่วนผสมของชันยาเรือในอัตราส่วน

20:20 จะได้ค่าร้อยละการดูดซึมน้ำต่ำสุดจากการทดสอบ คือ 1.18 ซึ่งกล่าวได้ว่าการผสมชั้นยาเรือโดยใช้น้ำมันสนเป็นตัวทำละลายจะมีผลต่อการดูดซึมน้ำตามอัตราส่วน

4. การทดสอบค่าโมดูลัสการแตกร้าวของอิฐดินดิบ

จากการทดสอบอิฐดินดิบ โดยใช้เครื่องทดสอบแบบ Universal Testing Machine ใช้น้ำหนักไม่เกิน 10.8 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร/วินาที จากเครื่องกดสู่แท่งเหล็กกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ได้ผลการทดสอบดังนี้



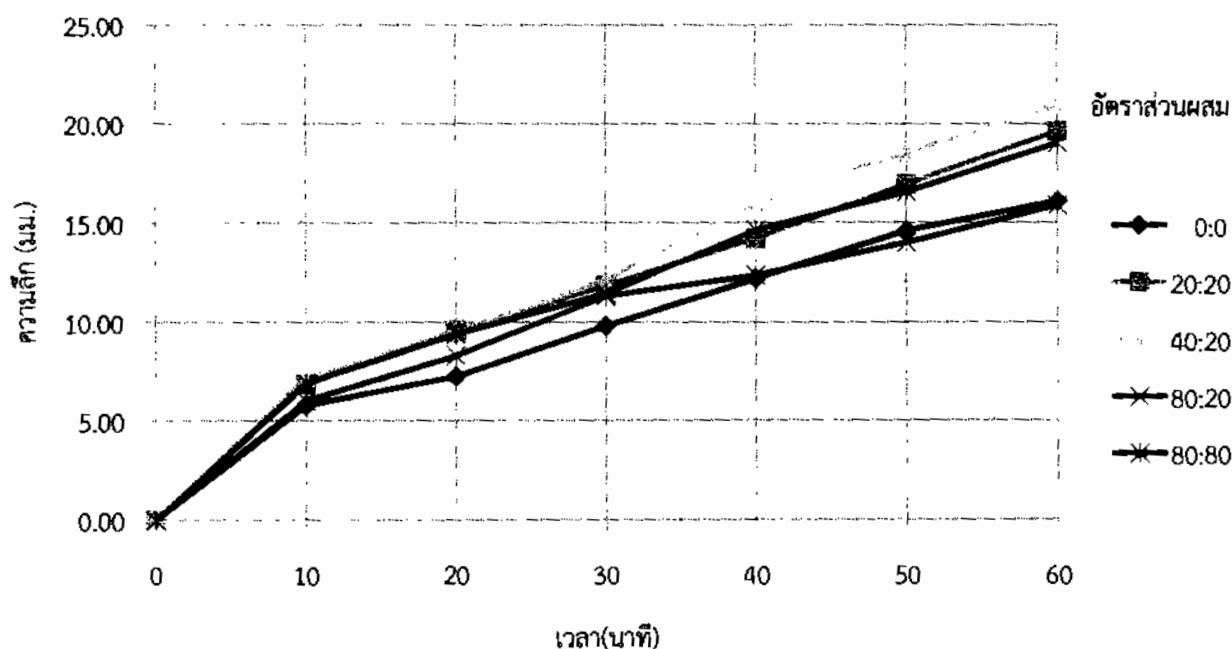
ภาพประกอบ 33 แผนภูมิการทดสอบค่าโมดูลัสการแตกร้าว

จากภาพประกอบ 33 จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนของอิฐดินดิบที่ไม่มีส่วนผสมของชั้นยาเรือ จะได้ค่าโมดูลัสการแตกร้าว 9.76 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร แต่เมื่อมีส่วนผสมของ ชั้นยาเรือ : น้ำมันสน ในอัตราส่วน 20:20 , 40:20 , 80:20 และ 80:80 จะได้ค่าโมดูลัสการแตกร้าว 9.43 , 8.74 , 9.70 และ 9.89 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าโมดูลัสการแตกร้าวไม่มีค่าความแตกต่าง

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า อิฐดินดิบที่มีส่วนผสมของชั้นยาเรือและไม่มีส่วนผสมชั้นยาเรือ ได้ค่าโมดูลัสการแตกร้าวที่ไม่แตกต่างกัน กล่าวได้ว่าการผสมชั้นยาเรือไม่มีผลต่อค่าโมดูลัสการแตกร้าว

5. การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของอิฐดินดิบ

จากการทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ โดยการอ้างอิงแหล่งข้อมูลจาก The Australia Spray Test ซึ่งเป็นมาตรฐานในการทดสอบความสามารถในการป้องกันน้ำ ของก้อนอิฐดินเหนียวดิบ ของประเทศออสเตรเลีย ซึ่งในการทดสอบนี้ใช้เครื่องทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ ที่จัดทำขึ้นเอง แต่การติดตั้งใช้ตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย ได้ผลการทดสอบดังนี้



ภาพประกอบ 34 แผนภูมิการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของอิฐดินดิบ

จากผลการทดสอบโดยวัดระยะความลึกในช่วงการฉีดน้ำทุกช่วงเวลา 10 นาที จะเห็นว่าอัตราส่วนอิฐดินดิบที่ไม่มีส่วนผสมชั้นยาเรือ และอัตราส่วนอิฐดินดิบที่มีส่วนผสม ชั้นยาเรือ : น้ำมันสน 20:20 , 40:20, 80:20 และ 80:80 จะได้ค่าการสึกกร่อนต่อเวลาที่เปลี่ยนแปลงแต่ก็ยังมีค่าใกล้เคียงกัน กล่าวได้ว่าอัตราส่วนอิฐดินดิบที่มีส่วนผสมชั้นยาเรือและอัตราส่วนที่ไม่มีส่วนผสมชั้นยาเรือ ให้ค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งในเกณฑ์การแบ่งระดับความสามารถในการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของอิฐดินเหนียวดิบ ตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย จัดได้ว่าความสามารถในการป้องกันน้ำของอิฐดินดิบที่มีส่วนผสมของชั้นยาเรือและไม่มีส่วนผสมของชั้นยาเรือในอัตราส่วน 0:0 , 20:20, 40:20, 80:20 และ 80:80 อยู่ในระดับ ดี (good) คือความลึกของผิวหน้าก้อนอิฐดินดิบที่โดนน้ำอยู่ในช่วง 10-20 มิลลิเมตร

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า อิฐดินดิบที่มีส่วนผสมของชั้นยาเรือและไม่มีส่วนผสมของชั้นยาเรือในอัตราส่วน 0:0 , 20:20, 40:20, 80:20 และ 80:80 สามารถป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบ

จากน้ำอยู่ในระดับ ดี (good) และกล่าวได้ว่าส่วนผสมของชั้นยาเรือในอิฐดินดิบไม่มีผลต่อความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ



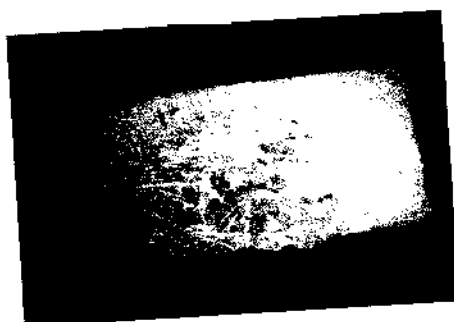
ไม่มีส่วนผสมของชั้นยาเรือ

อัตราส่วน 20 : 20



อัตราส่วน 40:20

อัตราส่วน 80:20



อัตราส่วน 80:80

ภาพประกอบ 35 ลักษณะการสึกกร่อนเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของอิฐดินดิบ

4.3 ผลการศึกษาอัตราส่วนผสมวัสดุฉาบผนังดิน

การทดสอบวัสดุฉาบผนังดินผสมชันยาเรือ โดยมีส่วนผสม ดินเหนียว ดินทราย และน้ำมันสน โดยฉาบหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร โดยพิจารณาเลือกอัตราส่วนผสม ที่ไม่ทำให้เกิดการแตกร้าวของ ก้อนอิฐดินดิบ และปริมาณในการผสมชันยาเรือ ที่เหมาะสม ซึ่งทำให้การผสมเข้ากับดินได้ พบว่า อัตราส่วน ดินเหนียว : ดินทราย คงที่ที่ 3 : 2 โดยปริมาตร และอัตราส่วน ชันยาเรือ : น้ำมันสน โดย น้ำหนัก (กรัม) ที่เหมาะสมมีดังนี้

1. อัตราส่วน 20 : 20
2. อัตราส่วน 40 : 20
3. อัตราส่วน 80 : 20
4. อัตราส่วน 80 : 80



อัตราส่วน 20 : 20

อัตราส่วน 40 : 20



อัตราส่วน 80 : 20

อัตราส่วน 80 : 80

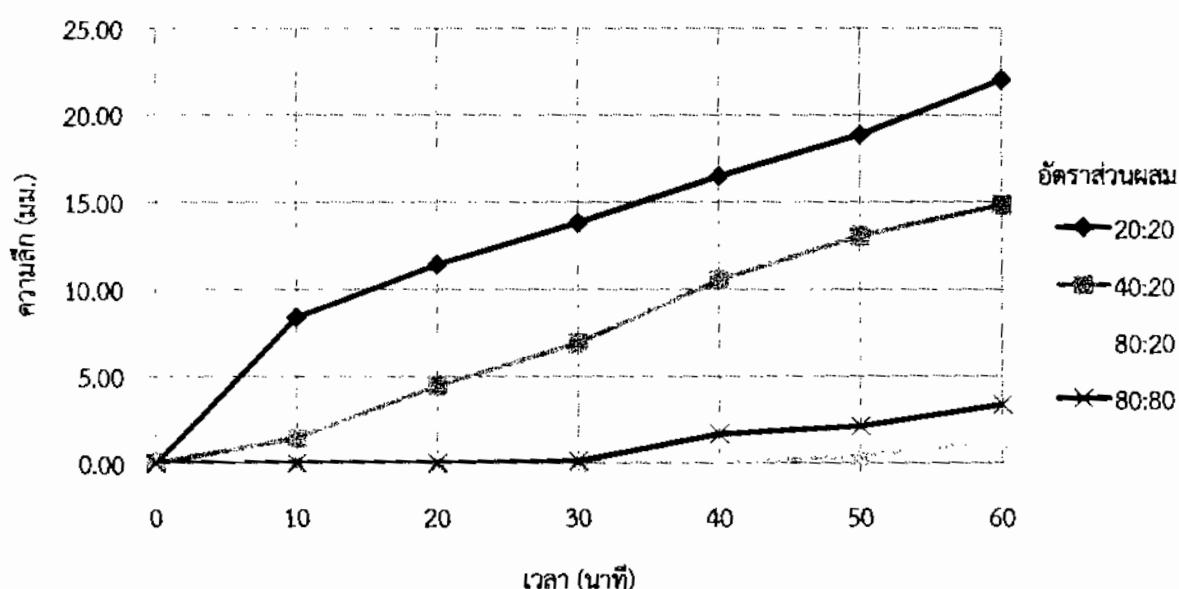
ภาพประกอบ 36 การศึกษาอัตราส่วนวัสดุฉาบผนังดิน

4.4 ผลการศึกษาวัสดุฉนวนผนังดิน

การทดสอบวัสดุฉนวนผนังดินผสมชันยาเรือ โดยมีส่วนผสม ดินเหนียว ดินทราย ชันยาเรือ และน้ำมันสน โดยฉนวนผนังหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร จากนั้นทำการทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ ได้ผลการทดสอบดังนี้

1. การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของวัสดุฉนวนผนังดิน

จากการทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ โดยการอ้างอิงแหล่งข้อมูลจาก The Australia Spray Test ซึ่งเป็นมาตรฐานในการทำการทดสอบความสามารถในการป้องกันน้ำ ของวัสดุฉนวนผนังดินดิบ ของประเทศออสเตรเลีย ซึ่งการทดสอบนี้ใช้เครื่องทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำที่จัดทำขึ้นเอง แต่การติดตั้งใช้ตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย ซึ่งวัสดุฉนวนผนังใช้อัตราส่วน ดินเหนียว : ดินทราย คงที่ที่ 3 : 2 และปรับเปลี่ยนปริมาณ ชันยาเรือ : น้ำมันสน เท่ากับ 20:20, 40:20, 80:20 และ 80:80 โดยฉนวนผนังหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร ได้ผลการทดสอบดังนี้

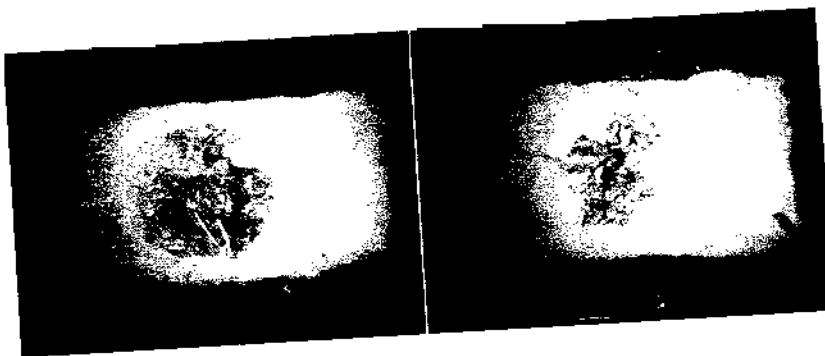


ภาพประกอบ 37 แผนภูมิการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของวัสดุฉนวนผนังดิน

จากผลการทดสอบโดยวัดระยะความลึกในช่วงการทดสอบผลกระทบจากน้ำช่วงแรกของการทดสอบคือช่วงเวลา 10 นาที ต่อจากนั้นเมื่อได้ค่าการเพิ่มคงที่ก็จะเปลี่ยนเป็นทุกช่วงเวลา 10 นาที ซึ่งจากการทดสอบจะเห็นว่าวัสดุฉนวนผนังที่มีส่วนผสมชันยาเรืออัตราส่วน 20:20 จะได้เส้นกราฟที่มีความชันและเพิ่มคงที่ตลอดช่วงเวลา เนื่องจากอัตราส่วน 20:20 จากการทดสอบสังเกตพฤติกรรมการสึก

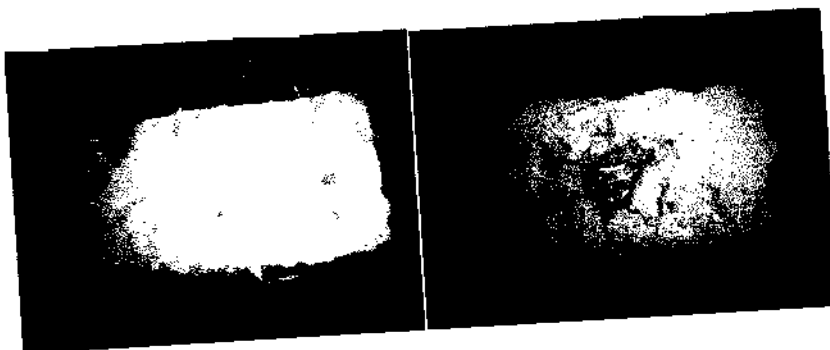
กร่อน จะสึกกร่อนจากแรงดันน้ำโดยตรงและมีการพังทลายอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ เมื่อเทียบกับวัสดุฉาบที่มีส่วนผสมอัตราส่วน 40:20 จะเห็นได้ว่าเส้นกราฟจะมีความชันที่ต่ำกว่า เนื่องจากการทดสอบอัตราส่วน 40:20 จะทนต่อการสึกกร่อนระยะแรก เนื่องจากวัสดุฉาบสามารถดูดซับน้ำไว้ได้จึง ทนต่อการสึกกร่อน และอัตราส่วน 40:20 เป็นการสึกกร่อนจากแรงดันน้ำโดยตรงมีการพังทลายอย่างช้า และวัสดุฉาบที่มีส่วนผสมของชั้นยาเร็วเพิ่มขึ้นอัตราส่วน 80:20 จะพบว่าระยะแรกเส้นกราฟจะไม่มี ความชันเนื่องจากอัตราส่วน 80:20 จะสามารถดูดซับน้ำได้ตึกแล้วและมีผิวแข็งกว่าอัตราส่วน 40 : 20 และมีการเชื่อมยึดที่ดีกว่า แต่จะมีการสึกกร่อนจากส่วนของอิฐดินดิบภายในวัสดุฉาบจากนั้นผลักดันให้ วัสดุฉาบพองตัวจนกระทั่งหลุดลอก การสึกกร่อนอัตราส่วน 80:20 จึงเป็นการพองตัวและหลุดลอกแบบ แผ่นและอัตราส่วน 80:80 มีคุณสมบัติเหมือนกับอัตราส่วน 80:20 แต่การเชื่อมยึดไม่ดีเท่าอัตราส่วน 80:20

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า วัสดุฉาบที่มีส่วนผสมของชั้นยาเร็ว อัตราส่วน 80: 20 และ 80:80 สามารถป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ จากเกณฑ์การแบ่งระดับตามมาตรฐานของ ประเทศออสเตรเลีย จัดอยู่ในระดับ ดีมาก (excellent) และกล่าวได้ว่า วัสดุฉาบที่มีส่วนผสมของชั้นยา เรือ อัตราส่วน 40: 20 สามารถป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำอยู่ในระดับ ดี (good) อัตราส่วน 20:20 สามารถป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำอยู่ในระดับ ปานกลาง (fair) และกล่าวได้ว่าวัสดุฉาบที่มีส่วนผสมของชั้นยาเร็ว อัตราส่วน 80: 20 มีผิวหน้าที่แข็ง และสามารถ ป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำได้ดี



อัตราส่วน 20: 20

อัตราส่วน 40: 20



อัตราส่วน 80:20

อัตราส่วน 80:80

ภาพประกอบ 38 ลักษณะการสีกร่อนเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของวัสดุฉาบผนังดิน

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาอิฐดินดิบ

1. การทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐดินดิบ

ผลการทดสอบอิฐดินดิบอัตราส่วน ดินเหนียว : ทราย : แกลบ : ฟาง คงที่ที่ 2:2:1:1 โดยปริมาตร และอัตราส่วน ชันยาเรือ : น้ำมันสน โดยน้ำหนัก (กรัม) ให้ค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยสูงสุด คือ กำลังรับแรงอัด 11.77 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งให้กำลังน้อยกว่าอิฐดินดิบที่ไม่มีส่วนผสมของชันยาเรือ กล่าวได้ว่าการผสมชันยาเรือในอิฐดินดิบมีผลต่อการรับกำลังแรงอัดแนวโน้มที่ต่ำลง

2. การทดสอบการหดตัวของอิฐดินดิบ

ผลการทดสอบอิฐดินดิบอัตราส่วน ดินเหนียว : ทราย : แกลบ : ฟาง คงที่ที่ 2:2:1:1 โดยปริมาตร และอัตราส่วน ชันยาเรือ : น้ำมันสน โดยน้ำหนัก (กรัม) คือ 80 : 20 ค่าการหดตัวต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าการหดตัวร้อยละ 8.28

3. การทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐดินดิบ

ผลการทดสอบอิฐดินดิบอัตราส่วน ดินเหนียว : ทราย : แกลบ : ฟาง คงที่ที่ 2:2:1:1 โดยปริมาตร และอัตราส่วน ชันยาเรือ : น้ำมันสน โดยน้ำหนัก (กรัม) คือ 20 : 20 จะได้ค่าการดูดซึมน้ำต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 1.18 กล่าวได้ว่าการผสม ชันยาเรือ : น้ำมันสน มีผลต่อการดูดซึม

4. การทดสอบค่าโมดูลัสการแตกร้าวของอิฐดินดิบ

ผลการทดสอบอิฐดินดิบอัตราส่วน ดินเหนียว : ทราย : แกลบ : ฟาง คงที่ที่ 2:2:1:1 โดยปริมาตร และอัตราส่วน ชันยาเรือ : น้ำมันสน โดยน้ำหนัก (กรัม) คือ 0:0 , 20:20 , 40:20, 80:20, และ 80:80 จะได้ค่าโมดูลัสการแตกร้าวใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่าโมดูลัสการแตกร้าว 9.76 , 9.43 , 8.74, 9.70 และ 9.89 ตามลำดับ กล่าวได้ว่าการผสมชันยาเรือในอิฐดินดิบไม่มีผลต่อค่าโมดูลัสการแตกร้าวในทุกอัตราส่วน

5. การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของอิฐดินดิบ

ผลการทดสอบอิฐดินดิบอัตราส่วน ดินเหนียว : ทราย : แกลบ : ฟาง คงที่ที่ 2:2:1:1 โดยปริมาตร และอัตราส่วน ชันยาเรือ : น้ำมันสน โดยน้ำหนัก (กรัม) คือ 0:0, 20:20, 40:20, 80:20 และ 80:80 พบว่าสามารถป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ จากเกณฑ์การแบ่งระดับตาม

มาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย อยู่ในระดับ ดี (good) และกล่าวได้ว่าการผสมชั้นยาเร็วในอิฐดินดิบ ไม่มีผลต่อสามารถป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ

ผลการศึกษาวัดคุณภาพผนังดิน

1. การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของ วัดคุณภาพผนังดิน

ผลการทดสอบวัดคุณภาพผนังดินอัตราส่วน ดินเหนียว : ดินทราย คงที่ที่ 3 : 2 โดยปริมาตร และอัตราส่วน ชั้นยาเร็ว : น้ำมันสน โดยน้ำหนัก (กรัม) คือ อัตราส่วน 80 : 20 และ 80 : 80 พบว่า สามารถป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ จากเกณฑ์การแบ่งระดับตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย อยู่ในระดับ ดีมาก (excellent) อัตราส่วน 40 : 20 สามารถป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำอยู่ในระดับ ดี (good) และ อัตราส่วน 20 : 20 สามารถป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำอยู่ในระดับ ปานกลาง (fair) และกล่าวได้ว่าการผสมชั้นยาเร็วในวัดคุณภาพ ผนังดินมีผลต่อสามารถป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ ซึ่งวัดคุณภาพที่มีส่วนผสมของชั้น ยาเร็ว อัตราส่วน 80:20 สามารถป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำได้ดี

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการทดสอบดินก่อนนำมาใช้ทำก้อนอิฐดินดิบเนื่องจากดินเหนียวในแต่ละท้องถิ่นมี องค์ประกอบที่แตกต่างกัน
2. ในการทำอิฐดินดิบควรเลือกสถานที่ที่มีพื้นที่เรียบกว้างลมผ่านตลอดและแสงแดดส่องถึง เพื่อใช้ในการตากและเก็บอิฐดินดิบ
3. การติดตั้งเครื่องทดสอบความสามารถการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจาก - น้ำควรปรับระดับหัวฉีดให้อยู่ศูนย์กลางและปรับเสปรย์น้ำให้อยู่ในวงกลมหากปรับไม่ดีอาจทำให้ได้ค่าที่ ผิดพลาดได้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- วินิต ช่อวิเชียร. องค์ประกอบและคุณสมบัติของดินเหนียว. ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์.
คณะวิศวกรรมศาสตร์ : มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์, 2547.
- จงรัก นุ่นชู และนายณัฐพงศ์ รังสิมันตุชาติ. การศึกษาคุณสมบัติของอิฐดินดิบเพื่อการก่อสร้างบ้านดิน.
วิทยานิพนธ์ วศ.บ. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2547.
- สุทินกร เดชบุญรัมย์. การทดสอบอิฐดินดิบผสมแลคซีเฟอร์แลคคา.
วิทยานิพนธ์ วศ.บ. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2556.
- วันชัย พรพรหมโชติ. ผลของชนิดดินเหนียวต่อกำลังของอิฐดินดิบและการทดสอบกำลังอย่างง่าย.
วิทยานิพนธ์ วศ.ม. ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยรังสิต, 2551.
- วรุณ เหล่าโกเมญ์. การเพิ่มความสามารถในการป้องกันกาบน้ำของการก่อสร้างบ้านดิน.
วิทยานิพนธ์ สด.ม. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2548.
- พันพรรณศูนย์เรียนรู้เพื่อการพึ่งตนเองและศูนย์เมล็ดพันธุ์. บ้านดิน. 19 สิงหาคม 2556.
<<http://thai.punpunthailand.org/>>
- บ้านดิน คอม. ขั้นตอนในการดำเนินการก่อสร้างบ้านดิน. 19 สิงหาคม 2556.
<<http://www.baandin.com/>>
- เรื่องเล่าจากดงหลวง. ชี้ชี้ ชี้สุด ขึ้นส่วนของวิถีชีวิต. 19 สิงหาคม 2556.
<<http://www.gotoknow.org/posts/97094>>
- องค์การสวนพฤกษศาสตร์. ฐานข้อมูลพรรณไม้. 19 สิงหาคม 2555.
< <http://www.qsbg.org/>>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ผลการทดสอบคุณสมบัติผู้สมัคร

ตาราง 9 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐดินดิบ ตามมาตรฐาน UNIFORM BUILDING CODE
STANDARD 21-9

	SOIL MECHANICAL LABORATORY FACULTY OF ENGINEERING MAHASARAKHAM UNIVERSITY	ATTERBERG LIMIT TEST	
Client : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	Job NO :	01	
Project : การทดสอบอิฐดินดิบผสมชั้นยาเร็ว	Sample :		
Location : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	Test by :	นายกันชนาท อ้นทะโล นายพงษ์พัฒน์ กุดจอมศรี	
Sample : ดินเหนียว จ.มหาสารคาม	Date :	3 มีนาคม 2557	
	Checked by :	อ.ดร.รัตนา หอมวิเชียร	

Ratio.	No.	Dimension of Bricks			Spec. Area (cm ²)	P (kg.)	Fc (ksc.)	AVG. (ksc.)
		B (cm.)	L (cm.)	H (cm.)				
0:0	1	18.50	38.30	9.80	181.30	2523.57	13.92	14.01
	2	18.90	38.20	9.70	183.33	3110.45	16.97	
	3	18.60	38.50	9.90	184.14	2054.07	11.15	
20:20	1	19.00	38.30	9.90	188.10	2132.32	11.34	10.76
	2	19.10	38.40	10.00	191.00	1936.69	10.14	
	3	19.00	38.70	10.00	190.00	2054.07	10.81	
40:20	1	19.00	38.80	10.00	190.00	1662.82	8.75	8.59
	2	19.30	38.30	9.80	189.14	1741.07	9.21	
	3	18.50	38.00	10.00	185.00	1447.63	7.83	
80:20	1	18.90	38.70	9.80	185.22	2151.88	11.62	11.77
	2	19.50	38.60	9.90	193.05	2445.32	12.67	
	3	19.20	38.90	9.90	190.08	2093.19	11.01	
80:80	1	19.00	39.10	10.00	190.00	1604.13	8.44	7.92
	2	19.00	39.30	9.80	186.20	1486.75	7.98	
	3	18.90	38.80	9.90	187.11	1369.38	7.32	

ตาราง 10 การทดสอบการหดตัวของอิฐดินดิบ ตามมาตรฐาน UNIFORM BUILDING CODE
STANDARD 21-9

	SOIL MECHANICAL LABORATORY FACULTY OF ENGINEERING MAHASARAKHAM UNIVERSITY	ATTERBERG LIMIT TEST	
Client : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม Project : การทดสอบอิฐดินดิบผสมขี้เถ้า Location : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม Sample : ดินเหนียว จ.มหาสารคาม	Job NO :	02	
	Sample :		
	Test by :	นายกันชนาท อินทะโส นายทรงพันธ์ กุดจอมศรี	
	Date :	26 กุมภาพันธ์ 2557	
	Checked by :	อ.ดร.วิศนา ทอมวิเชียร	

Ratio.	No.	Dimension of Bricks			Dimension of Bricks			Volume		Shrinkage (%)	Avg. Shrinkage (%)
		B (cm.)	L (cm.)	H (cm.)	B (cm.)	L (cm.)	H (cm.)	V ₁ (cm ³)	V ₂ (cm ³)		
0:0	1	20.00	40.00	10.00	18.50	38.30	9.80	8000.00	6943.79	13.20	12.35
	2	20.00	40.00	10.00	18.90	38.20	9.70	8000.00	7003.21	12.46	
	3	20.00	40.00	10.00	18.60	38.50	9.90	8000.00	7089.39	11.38	
20:20	1	20.00	40.00	10.00	19.00	38.30	9.90	8000.00	7204.23	9.95	8.78
	2	20.00	40.00	10.00	19.10	38.40	10.00	8000.00	7334.40	8.32	
	3	20.00	40.00	10.00	19.00	38.70	10.00	8000.00	7353.00	8.09	
40:20	1	20.00	40.00	10.00	19.00	38.80	10.00	8000.00	7372.00	7.85	9.81
	2	20.00	40.00	10.00	19.30	38.30	9.80	8000.00	7244.06	9.45	
	3	20.00	40.00	10.00	18.50	38.00	10.00	8000.00	7030.00	12.13	
80:20	1	20.00	40.00	10.00	18.90	38.70	9.80	8000.00	7168.01	10.40	8.28
	2	20.00	40.00	10.00	19.50	38.60	9.90	8000.00	7451.73	6.85	
	3	20.00	40.00	10.00	19.20	38.90	9.90	8000.00	7394.11	7.57	
80:80	1	20.00	40.00	10.00	19.00	39.10	10.00	8000.00	7429.00	7.14	8.31
	2	20.00	40.00	10.00	19.00	39.30	9.80	8000.00	7317.66	8.53	
	3	20.00	40.00	10.00	18.90	38.80	9.90	8000.00	7259.87	9.25	

ตาราง 11 การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำของอิฐดินดิบ ตามมาตรฐาน UNIFORM BUILDING CODE
STANDARD 21-9

SOIL MECHANICAL LABORATORY
FACULTY OF ENGINEERING
MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ATTERBERG LIMIT TEST

Client : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Project : การทดสอบอิฐดินดิบผสมชั้นยาเร็ว
Location : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Sample : ดินเหนียว จ.มหาสารคาม

Job NO :	03
Sample :	-
Test by :	นายกันปนาท อ้นทะโล นายพงษ์พัฒน์ กุดจอมศรี
Date :	22 กุมภาพันธ์ 2557
Checked by :	อ.ดร.รัตนา ทอนวิเชียร

Ratio.	No.	Dimension of Bricks			Weight of Dry Bricks W_1 (kg.)	Weight of Dry Bricks W_2 (kg.)	Absorption (%)	Avgas Absorption (%)
		B (cm.)	L (cm.)	H (cm.)				
0:0	1	19.40	39.00	9.40	11.628	-	-	
	2	19.00	38.00	9.80	11.542	-	-	
	3	18.90	38.00	9.90	11.524	-	-	
20:20	1	19.20	38.20	10.00	11.189	11.220	0.28	1.18
	2	19.20	39.00	9.60	11.982	12.351	3.08	
	3	19.10	38.70	9.90	11.617	11.639	0.19	
40:20	1	19.60	39.00	10.00	12.536	12.756	1.75	2.58
	2	18.80	38.60	10.00	11.523	11.697	1.51	
	3	18.90	39.00	10.00	11.254	11.756	4.46	
80:20	1	19.40	38.10	9.90	11.670	11.896	1.94	3.68
	2	19.50	38.40	9.80	11.534	12.228	6.02	
	3	19.60	38.40	10.00	11.560	11.916	3.08	
80:80	1	19.20	38.20	9.90	11.752	12.350	5.09	2.86
	2	19.30	39.20	9.80	12.675	12.994	2.52	
	3	19.80	38.30	10.00	11.633	11.745	0.96	

ตาราง 12 การทดสอบโมดูลัสการแตกตัวของอิฐดินดิบ ตามมาตรฐาน UNIFORM BULING CODE
STANDARD 21-9

	SOIL MECHANICAL LABORATORY FACULTY OF ENGINEERING MAHASARAKHAM UNIVERSITY	ATTERBERG LIMIT TEST	
Client : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม Project : การทดสอบอิฐดินดิบผสมชั้นยาเร็ว Location : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม Sample : ดินเหนียว จ.มหาสารคาม		Job NO : Sample : Test by : Date : Checked by :	04 - นายกันปนาท อันทะโส นายพงษ์พัฒน์ กุดจอมศรี 3 มีนาคม 2557 อ.ดร.รัตนา ทอมวิเชียร

Ratio.	No.	B (cm.)	D (cm.)	L (cm.)	P (kg.)	S (ksc.)	AVG.S (ksc.)
0:0	1	19.00	38.80	22.00	528.00	9.17	9.76
	2	18.50	38.00	22.00	523.74	9.53	
	3	18.50	38.20	22.00	593.45	10.59	
20:20	1	19.00	38.60	22.00	509.50	9.21	9.43
	2	19.00	38.80	22.00	624.96	10.85	
	3	19.00	39.20	22.00	454.94	8.23	
40:20	1	19.00	38.30	22.00	475.24	8.25	8.74
	2	18.80	38.00	22.00	528.95	9.28	
	3	19.00	38.50	22.00	500.05	8.69	
80:20	1	18.50	38.50	22.00	585.78	10.88	9.70
	2	18.80	38.40	22.00	518.83	9.48	
	3	19.00	38.30	22.00	482.65	8.73	
80:80	1	19.00	39.00	22.00	552.68	9.60	9.89
	2	18.70	38.40	22.00	528.19	9.32	
	3	18.80	38.80	22.00	612.42	10.75	

ตาราง 13 ความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของอิฐดินดิบ



Project : การทดสอบอิฐดินดิบผสมชั้นยาเรื่อ

Test by : ธิปไตย อ้นทะโส พงษ์พัฒน์ กุดจอมศรี

Sample : อิฐดินดิบ

Date : 3 มีนาคม 2557

Ratio : 0:0 (ไม่มีส่วนผสมของชั้นยาเรื่อ)

Checked by : อ.ดร.รัตนา หอมวิเชียร

No. 1	นน.ก่อนทดสอบ = 11.35 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.04 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.31 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท.)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	4.40	7.05	5.10	4.05	4.40	5.50	5.67	3.40	5.25	4.98
20	8.10	6.20	6.25	2.65	7.00	6.55	5.70	7.45	7.20	6.34
30	15.60	11.80	7.90	9.55	8.70	7.60	6.95	15.10	14.25	10.83
40	14.20	12.25	11.10	9.15	10.60	9.55	8.40	14.50	14.35	11.57
50	18.60	11.50	14.05	16.70	15.95	10.30	14.70	16.40	16.40	14.96
60	20.60	15.50	15.60	16.10	16.35	15.05	14.95	20.70	22.45	17.48
เฉลี่ย	13.58	10.72	10.00	9.70	10.50	9.09	9.40	12.93	13.32	11.03

No. 2	นน.ก่อนทดสอบ = 12.25 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.89kg.	นน.ส่วนขาด = 0.36 kg.
-------	--------------------------	-------------------------	-----------------------

เวลา (นาท.)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	9.25	8.30	4.20	3.40	4.95	3.85	5.65	10.50	8.50	6.51
20	10.50	8.95	4.25	5.70	5.60	6.75	7.55	11.60	8.90	7.76
30	11.20	9.05	4.30	6.60	6.35	7.50	8.20	13.05	9.60	8.43
40	13.75	13.55	14.65	13.95	14.10	10.15	10.10	14.10	10.55	12.77
50	16.50	16.10	15.25	14.60	16.00	12.85	11.85	14.95	12.60	14.52
60	17.95	17.50	16.95	16.75	17.35	13.10	14.55	15.40	14.40	15.99
เฉลี่ย	13.19	12.24	9.93	10.17	10.73	9.03	9.65	13.27	10.76	11.00

No. 3	นน.ก่อนทดสอบ = 10.95 kg.	นน.หลังทดสอบ = 10.43 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.52 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท.)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	6.15	5.20	4.35	6.95	7.50	3.85	5.25	6.20	7.05	5.83
20	10.20	8.20	6.25	7.50	9.00	6.85	7.50	8.90	10.75	8.35
30	11.50	12.15	8.75	9.05	10.00	7.05	9.25	10.10	13.60	10.16
40	13.15	13.50	9.50	10.55	12.00	10.65	13.35	13.55	14.06	12.26
50	14.50	16.20	13.40	14.20	13.00	12.80	14.10	14.35	16.85	14.38
60	17.85	16.70	16.05	17.70	16.55	16.75	17.50	16.55	20.00	17.29
เฉลี่ย	12.23	11.99	9.72	10.99	11.34	9.66	11.16	11.61	13.72	11.38



ตาราง 13 ความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของอิฐดินดิบ (ต่อ)



Project : การทดสอบอิฐดินดิบผสมขี้เถ้า

Sample : อิฐดินดิบ

Ratio : 20:20 (ขี้เถ้า:น้ำ:น้ำมัน)

Test by : ภัณฑิลา ดันตะโส พงษ์พัฒน์ กุดจอมศรี

Date : 3 มีนาคม 2557

Cheeked by : อ.ดร.รัตนา พอมวิเชียร

No. 1	นน.ก่อนทดสอบ = 11.84 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.57 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.27 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาฬิกา)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	8.20	6.00	9.20	10.15	8.90	7.50	3.50	4.50	4.56	6.95
20	11.55	9.10	12.15	11.25	10.75	11.75	10.15	5.60	6.16	9.83
30	13.25	10.10	13.80	13.05	16.20	12.65	11.00	8.95	8.35	11.93
40	16.75	13.65	16.87	15.10	18.10	15.50	12.50	11.20	10.65	14.48
50	19.80	16.95	21.65	17.40	20.80	16.30	12.95	12.35	14.80	17.00
60	25.50	18.75	26.15	18.95	21.20	17.05	14.30	13.50	17.10	19.17
เฉลี่ย	15.84	12.43	16.64	14.32	15.99	13.46	10.73	9.35	10.27	13.22

No. 2	นน.ก่อนทดสอบ = 12.48 kg.	นน.หลังทดสอบ = 12.45 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.33 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาฬิกา)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	8.05	8.40	6.85	6.90	7.40	7.05	6.90	7.55	6.36	7.27
20	11.50	8.65	10.95	9.60	10.50	7.80	10.60	10.90	10.45	10.11
30	14.80	12.40	13.35	11.05	14.10	8.50	12.10	14.80	11.25	12.48
40	16.40	13.45	13.80	12.45	14.55	9.60	14.50	17.30	16.85	14.32
50	17.20	14.90	16.60	14.30	16.30	12.70	15.20	18.00	18.90	16.01
60	23.20	21.20	16.85	15.95	17.35	17.65	20.40	23.35	20.50	19.61
เฉลี่ย	15.19	13.17	13.07	11.71	13.37	10.55	13.28	15.32	14.05	13.30

No. 3	นน.ก่อนทดสอบ = 11.43 kg.	นน.หลังทดสอบ = 10.94 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.49 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาฬิกา)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	5.18	6.55	6.38	4.98	5.60	6.75	6.08	8.00	7.00	6.28
20	7.50	10.05	13.26	6.26	8.50	6.24	7.18	11.90	8.95	8.87
30	9.45	11.05	15.80	8.50	10.35	8.90	12.50	13.80	10.05	11.16
40	10.50	12.50	15.87	16.75	12.35	15.60	14.80	14.10	11.75	13.80
50	15.40	18.95	17.25	18.50	15.40	18.90	20.18	18.55	16.95	17.79
60	18.10	19.10	23.10	21.95	16.80	19.56	23.12	19.90	19.10	20.08
เฉลี่ย	11.02	13.03	15.28	12.82	11.50	12.66	13.98	14.38	12.30	13.00



ตาราง 13 ความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระหนบน้ำของอิฐดินดิบ (ต่อ)



Project : การทดสอบอิฐดินดิบผสมชั้นยาเร็ว

Test by : ภิรมย์ นันทะโส พงษ์พัฒน์ กุดจอมศรี

Sample : อิฐดินดิบ

Date : 3 มีนาคม 2557

Ratio : 40:20 (ชั้นยาเร็ว:น้ำมันสน)

Checked by : อ.ดร.รัตนา หอมวิเชียร

No. 1	นน.ก่อนทดสอบ = 11.64 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.19 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.45 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท.)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	4.50	7.50	6.10	3.30	4.50	6.10	5.10	8.93	7.25	5.92
20	9.20	8.10	8.20	5.25	8.15	7.05	11.05	11.20	8.55	8.53
30	13.10	11.25	15.10	8.10	9.95	11.10	15.25	11.95	13.10	12.10
40	18.50	20.75	16.05	16.50	10.80	14.70	19.25	13.90	15.70	16.24
50	19.50	21.60	18.95	16.85	15.10	19.05	20.30	16.80	20.22	18.71
60	20.10	21.80	20.30	19.60	16.30	20.05	20.10	17.40	28.30	20.44
เฉลี่ย	14.15	15.17	14.12	11.60	10.80	13.01	15.18	13.36	15.52	13.66

No. 2	นน.ก่อนทดสอบ = 11.84 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.59 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.25 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท.)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	5.60	8.70	10.10	6.40	10.50	8.05	9.10	6.35	11.15	8.44
20	8.50	10.85	11.55	8.60	11.15	9.70	10.50	10.25	13.35	10.49
30	10.30	12.45	14.80	9.85	12.50	10.50	11.10	12.30	15.75	12.17
40	13.10	16.10	17.75	16.75	17.85	13.60	14.55	14.90	17.45	15.78
50	14.50	19.10	18.10	20.10	22.90	17.30	15.75	16.90	19.85	18.28
60	16.60	24.60	22.95	24.70	27.00	18.30	16.90	18.80	23.50	21.48
เฉลี่ย	11.43	15.30	15.88	14.40	16.98	12.91	12.98	13.25	16.84	14.44

No. 3	นน.ก่อนทดสอบ = 11.63 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.32 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.31 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท.)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	4.20	7.70	8.15	6.60	9.10	8.15	8.90	7.55	12.05	8.04
20	7.55	10.15	10.60	9.10	10.50	9.75	10.50	9.35	14.50	10.22
30	8.15	11.25	15.40	11.15	11.25	11.10	11.45	12.00	16.70	12.05
40	12.80	15.90	18.50	12.75	13.55	12.80	13.45	15.10	18.10	14.77
50	13.65	18.90	19.25	18.25	20.15	26.85	16.45	17.10	19.75	18.93
60	15.95	22.10	23.45	23.10	25.45	19.95	17.00	18.35	23.65	21.00
เฉลี่ย	10.38	14.33	15.89	13.49	15.00	14.77	12.96	13.24	17.46	14.17

ตาราง 13 ความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบน้ำของอิฐดินดิบ (ต่อ)



Project : การทดสอบอิฐดินดิบผสมชั้นยาเร็ว

Test by : กันปนาท ฉันทะโส พงษ์พัฒน์ กุดจอมศรี

Sample : อิฐดินดิบ

Date : 3 มีนาคม 2557

Ratio : 80:20 (ชั้นยาเร็ว:น้ำมันสน)

Checked by : อ.ดร.วัฒนา พอมวิเชียร

No. 1	นน.ก่อนทดสอบ = 12.13 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.95 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.18 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาฬิกา)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	6.10	5.50	5.70	5.40	4.65	6.80	7.85	5.20	4.95	5.79
20	10.50	7.30	8.00	6.10	6.50	8.10	9.60	8.70	9.95	8.31
30	11.00	11.05	11.40	9.70	10.30	11.60	11.20	11.30	14.50	11.34
40	11.45	12.70	12.60	11.50	11.05	11.80	13.05	11.40	15.70	12.36
50	12.00	16.20	13.50	12.50	13.40	11.70	14.90	14.85	16.80	13.98
60	12.30	18.10	14.00	14.40	16.40	14.15	17.45	17.40	18.60	15.87
เฉลี่ย	10.56	11.81	10.87	9.93	10.38	10.69	12.34	11.48	13.42	11.28

No. 2	นน.ก่อนทดสอบ = 11.55 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.38 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.17 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาฬิกา)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	5.00	7.50	6.75	5.95	8.25	7.10	8.55	4.15	10.65	7.10
20	6.15	11.10	11.25	8.90	9.45	8.00	9.45	6.45	14.00	9.42
30	9.10	13.25	12.45	7.00	12.00	8.90	12.60	12.50	16.85	11.63
40	11.25	14.50	13.05	14.55	13.55	10.00	13.30	13.90	17.25	13.48
50	13.45	15.65	15.25	16.15	15.60	12.25	15.00	15.25	18.95	15.28
60	14.55	16.00	18.10	17.05	16.25	14.55	16.75	17.81	19.15	16.69
เฉลี่ย	9.92	13.00	12.81	11.60	12.52	10.13	12.61	11.68	16.14	12.27

No. 3	นน.ก่อนทดสอบ = 11.43 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.21 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.22 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาฬิกา)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	5.00	5.95	8.10	6.15	8.00	5.65	7.00	8.25	8.05	6.91
20	5.30	6.45	9.00	7.85	9.35	5.20	11.00	9.55	9.00	8.08
30	10.15	7.30	10.95	9.00	11.00	5.55	14.25	13.10	14.40	10.63
40	11.55	8.65	11.65	11.65	12.95	6.20	16.35	15.45	16.75	12.36
50	15.15	10.35	15.00	12.05	14.65	8.70	16.95	17.70	17.05	14.18
60	18.85	14.00	16.80	15.85	17.00	13.25	17.35	18.25	19.10	16.72
เฉลี่ย	11.00	8.78	11.92	10.43	12.16	7.43	13.82	13.72	14.06	11.48



ตาราง 13 ความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบน้ำของอิฐดินดิบ (ต่อ)



Project : การทดสอบอิฐดินดิบผสมชั้นยาเร็ว

Test by : ภัทราพร อ้นทะโส พงษ์พัฒน์ กุดจอมศรี

Sample : อิฐดินดิบ

Date : 3 มีนาคม 2557

Ratio : 80:80 (ชั้นยาเร็ว:น้ำมันสน)

Checked by : อ.ดร.รัตนา หอมวิเชียร

No. 1	นน.ก่อนทดสอบ = 11.32 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.08 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.24 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	2.40	3.70	4.56	3.70	2.80	5.00	6.00	5.20	3.68	4.12
20	4.46	5.06	5.38	6.90	3.92	5.32	6.38	7.70	5.00	5.57
30	6.78	5.38	7.22	7.74	4.62	5.62	10.34	8.38	7.52	7.07
40	7.58	8.24	8.04	10.00	6.36	7.00	12.78	9.68	8.06	8.64
50	9.28	9.02	11.68	10.72	7.38	7.80	13.16	13.68	8.70	10.16
60	9.88	11.36	13.38	12.58	12.00	9.20	15.10	15.32	9.58	12.04
เฉลี่ย	6.73	7.13	8.38	8.61	6.18	6.66	10.63	9.99	7.09	7.93

No. 2	นน.ก่อนทดสอบ = 11.17 kg.	นน.หลังทดสอบ = 10.95 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.22 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	11.65	12.20	10.50	8.45	9.70	6.30	8.00	8.10	12.20	9.68
20	12.85	12.50	11.70	10.50	10.90	11.00	14.35	12.50	22.50	13.20
30	13.75	16.75	14.40	14.10	14.30	13.00	16.00	13.50	27.00	15.87
40	17.90	24.50	20.50	18.30	20.30	17.10	19.45	19.20	28.30	20.62
50	19.70	27.35	23.40	19.10	24.80	19.00	20.80	19.80	32.45	22.93
60	26.35	26.50	13.80	24.65	29.60	21.45	30.00	24.40	36.95	25.97
เฉลี่ย	17.03	19.97	15.72	15.85	18.27	14.64	18.10	16.25	26.57	18.04

No. 3	นน.ก่อนทดสอบ = 11.65 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.34 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.31 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	5.50	7.10	8.00	5.00	4.50	9.85	5.00	8.05	9.45	6.94
20	9.00	8.15	9.90	6.10	6.10	11.15	6.75	9.10	12.35	8.73
30	11.95	12.45	11.25	14.55	8.15	15.50	9.05	15.45	14.50	12.54
40	13.25	15.75	13.45	16.14	8.70	18.90	11.90	17.85	18.80	14.97
50	17.65	17.00	16.00	17.85	11.20	21.25	12.65	19.00	21.35	17.11
60	19.85	18.95	18.55	19.90	14.65	23.95	15.65	22.15	24.55	19.80
เฉลี่ย	12.87	13.23	12.86	13.26	8.88	16.77	10.17	15.27	16.83	13.35



ภาคผนวก ข
ผลการทดสอบคุณสมบัติวัสดุฉาบผนังดิน



ตาราง 14 ความสามารถในการป้องกันกาพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำของวัสดุฐานผนังดิน



Project : การทดสอบอิฐดินดิบผสมชั้นยาเรื่อ

Test by : กัมปนาท จันทะโส พงษ์พิพัฒน์ กุดจอมศรี

Sample : วัสดุฐานผนังดิน

Date : 5 มีนาคม 2557

Ratio : 20:20 (ชั้นยาเรื่อ:น้ำกับสน)

Checked by : อ.ดร.รัตนา หอมวิเชียร

No. 1	นน.ก่อก่อนทดสอบ = 11.65 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.21 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.44 kg.
-------	-----------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
5	6.20	8.00	9.90	6.90	9.90	8.20	7.00	9.20	11.70	8.56
10	11.40	13.10	14.10	15.70	13.50	11.85	12.00	10.25	16.00	13.10
15	15.40	13.20	16.90	19.00	17.20	13.90	15.60	11.40	17.60	15.58
20	19.20	21.30	17.50	20.70	19.30	18.60	17.20	14.80	21.60	18.91
30	20.20	24.70	20.00	23.30	21.20	20.50	20.80	16.90	27.20	21.64
40	23.40	28.10	23.20	25.50	29.00	28.80	25.50	18.90	32.20	26.07
50	15.97	18.07	16.93	18.52	18.35	16.98	16.35	13.58	21.05	17.31
60	6.20	8.00	9.90	6.90	9.90	8.20	7.00	9.20	11.70	8.56
เฉลี่ย	11.40	13.10	14.10	15.70	13.50	11.85	12.00	10.25	16.00	13.10

No. 2	นน.ก่อก่อนทดสอบ = 11.54 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.23 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.31 kg.
-------	-----------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
5	4.50	7.80	8.90	8.70	10.00	8.70	7.85	7.20	10.90	8.28
10	6.70	9.25	10.60	9.10	13.45	11.65	9.95	8.95	12.35	10.22
15	11.12	11.55	12.85	11.05	15.85	12.35	10.50	10.95	15.50	12.41
20	15.55	16.25	13.56	13.35	16.70	14.55	15.60	11.35	17.80	14.97
30	16.75	18.95	14.56	15.70	18.90	16.70	17.75	14.50	20.25	17.12
40	18.95	20.10	18.90	18.90	19.75	20.95	22.35	16.70	22.75	19.93
50	12.26	13.98	13.23	12.80	15.78	14.15	14.00	11.61	16.59	13.82
60	4.50	7.80	8.90	8.70	10.00	8.70	7.85	7.20	10.90	8.28
เฉลี่ย	6.70	9.25	10.60	9.10	13.45	11.65	9.95	8.95	12.35	10.22

ตาราง 14 ความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากกระแทกจากน้ำของวัสดุถมฝังดิน (ต่อ)



Project : การทดสอบอิฐดินดิบผสมชั้นยาเรื่อ

Test by : กันปนาท ฉันทะโส พงษ์พันธ์ กุดจอมศรี

Sample : วัสดุถมฝังดิน

Date : 5 มีนาคม 2557

Ratio : 20:20 (ชั้นยาเรื่อ:น้ำมันสน)

Cheeked by : อ.ดร.รัตนา หอมวิเชียร

No. 3	นน.ก่อนทดสอบ = 11.73 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.41 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.32 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท.)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
5	8.90	8.20	5.00	4.50	10.25	6.70	8.95	9.00	13.45	8.33
10	10.50	11.75	8.90	6.55	12.35	8.95	11.25	10.55	17.80	10.96
15	13.45	14.50	12.35	9.10	13.45	11.45	13.45	14.50	18.95	13.47
20	15.35	16.70	14.50	13.55	15.50	12.95	15.65	14.80	20.65	15.52
30	17.80	18.90	15.75	15.65	18.95	14.45	18.90	16.85	23.45	17.86
40	20.15	20.05	18.90	17.80	22.65	16.75	21.95	17.45	25.60	20.14
50	14.36	15.02	12.57	11.19	15.53	11.88	15.03	13.86	19.98	14.38
60	8.90	8.20	5.00	4.50	10.25	6.70	8.95	9.00	13.45	8.33
เฉลี่ย	10.50	11.75	8.90	6.55	12.35	8.95	11.25	10.55	17.80	10.96



ตาราง 14 ความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากกระแทกจากน้ำของวัสดุถมฝังดิน (ต่อ)



Project : การทดสอบอัตราดินถมชั้นยาเรือ
Sample : วัสดุถมฝังดิน
Ratio : 40:20 (ชั้นยาเรือ:น้ำ:น้ำมัน)

Test by : กันนภาพ กันทะโต พงษ์พัฒน์ กุศลเทศ
Date : 5 มีนาคม 2557
Checked by : อ.ดร.วัฒนา หอมวิเชียร

No. 1	นน.ก่อนทดสอบ = 11.57 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.28 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.29 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท.)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	4.50	3.05	0.00	0.00	0.00	10.10	8.35	0.00	15.10	4.57
30	6.40	5.00	0.00	0.00	0.00	13.90	12.90	0.00	20.70	6.54
40	11.25	10.35	6.85	11.85	8.95	16.50	14.50	12.56	21.80	12.73
50	14.55	12.15	9.35	16.10	13.10	18.60	19.55	19.80	22.90	16.23
60	16.60	12.25	12.40	19.90	15.70	19.20	20.70	17.80	23.00	17.51
เฉลี่ย	8.88	7.13	4.77	7.98	6.29	13.05	12.67	8.36	17.25	9.60

No. 2	นน.ก่อนทดสอบ = 11.64 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.43 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.21 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท.)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
10	2.35	0.00	0.00	0.00	0.00	4.45	0.00	3.45	5.00	1.69
20	4.50	0.00	6.70	5.65	0.00	5.25	4.55	4.65	5.75	4.12
30	6.85	3.50	8.95	6.70	6.70	7.45	6.70	6.95	8.90	6.97
40	7.70	6.85	11.45	9.20	9.50	8.05	8.95	8.45	11.25	9.04
50	9.10	10.10	13.35	10.55	10.95	9.95	10.35	10.05	12.95	10.82
60	12.35	12.35	14.05	12.35	13.45	11.15	12.15	12.35	14.50	12.74
เฉลี่ย	7.14	5.47	9.08	7.41	6.77	7.72	7.12	7.65	9.73	7.56

No. 3	นน.ก่อนทดสอบ = 11.25 kg.	นน.หลังทดสอบ = 10.96 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.29 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท.)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
10	0.00	0.00	5.45	0.00	0.00	0.00	7.80	5.05	6.50	2.76
20	0.00	3.45	6.95	0.00	0.00	5.60	9.05	8.90	8.90	4.76
30	6.75	5.65	9.05	3.45	0.00	8.95	10.45	10.20	10.25	7.19
40	7.95	8.95	11.55	6.75	5.75	9.85	11.55	14.50	12.30	9.91
50	10.90	10.45	13.45	8.55	8.90	11.55	14.50	15.75	15.35	12.16
60	11.65	12.05	14.55	9.95	10.35	15.85	16.70	18.75	17.80	14.18
เฉลี่ย	6.21	6.76	10.17	4.78	4.17	8.63	11.68	12.19	11.85	8.49

ตาราง 14 ความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากกระแทกจากน้ำของวัสดุถมผนังดิน (ต่อ)



Project : การทดสอบอัดดินดิบผสมชั้นยาเร็ว

Sample : วัสดุถมผนังดิน

Ratio : 80:20 (ชั้นยาเร็ว:น้ำมันสน)

Test by : ภัทรภัท อังทะโส พงษ์พิพัฒน์ กุดจอมทรี

Date : 5 มีนาคม 2557

Checked by : อ.ดร.รัตนา หอมวิเชียร

No. 1	นน.ก่อนทดสอบ = 11.64 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.59 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.05 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาฬิกา)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00	17.75	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97
เฉลี่ย	0.00	0.00	0.00	0.00	2.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33

No. 2	นน.ก่อนทดสอบ = 11.94 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.83 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.11 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาฬิกา)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	2.35	0.00	0.00	2.25	2.35	0.00	0.77
60	0.00	0.00	0.00	4.65	0.00	0.00	3.45	3.45	0.00	1.28
เฉลี่ย	0.00	0.00	0.00	1.17	0.00	0.00	0.95	0.97	0.00	0.34

No. 3	นน.ก่อนทดสอบ = 12.21 kg.	นน.หลังทดสอบ = 12.17 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.04 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาฬิกา)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	0.00	0.50
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.65	0.00	0.63
เฉลี่ย	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.69	0.00	0.19

ตาราง 14 ความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากกระแทกจากน้ำของวัสดุถมฝังดิน (ต่อ)



Project : การทดสอบอิฐดินดิบผสมชั้นยาเรื่อ

Test by : กัมปนาท ฉันทะโส พงษ์พันธ์ กุดจอมศรี

Sample : วัสดุถมฝังดิน

Date : 5 มีนาคม 2557

Ratio : 80:80 (ชั้นยาเรื่อ:น้ำมันสน)

Cheeked by : อ.ดร.รัตนา หอมวิเชียร

No. 1	นน.ก่อนทดสอบ = 11.35 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.27 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.08 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.30	2.59
เฉลี่ย	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.88	0.43

No. 2	นน.ก่อนทดสอบ = 11.61 kg.	นน.หลังทดสอบ = 11.51 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.10 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	4.05	4.50	7.80	4.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.36
50	5.55	4.85	8.90	6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.89
60	6.70	5.65	10.25	7.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.33
เฉลี่ย	2.72	2.50	4.49	3.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43

No. 3	นน.ก่อนทดสอบ = 12.13 kg.	นน.หลังทดสอบ = 12.02 kg.	นน.ส่วนขาด = 0.11 kg.
-------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

เวลา (นาท)	จุดที่วัดระยะ (มิลลิเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37
40	5.60	4.00	5.50	8.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.67
50	7.80	5.65	7.80	10.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.48
60	9.55	6.85	9.85	11.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.17
เฉลี่ย	4.38	2.75	3.86	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.78



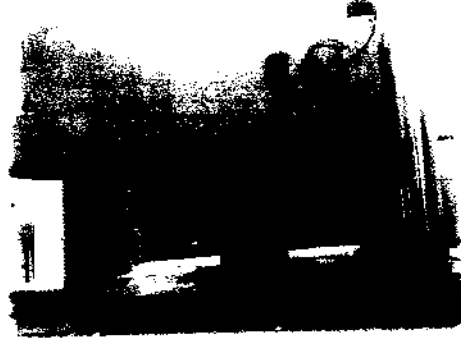
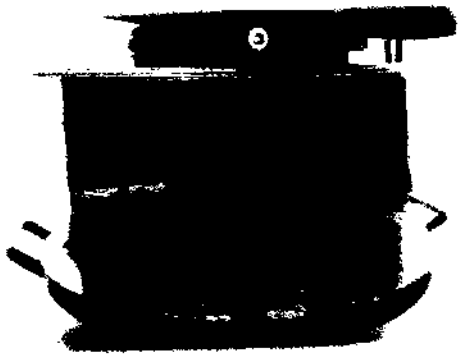
ภาคผนวก ค
ภาพประกอบ



ภาพประกอบ 39 การทำอัฐินดิบ



ภาพประกอบ 40 การฉาบหน้าอิฐดินดิบเพื่อทดสอบ



ภาพประกอบ 41 การทดสอบ Compress



ภาพประกอบ 42 การทดสอบการหดตัว



ภาพประกอบ 43 การทดสอบการดูดซึมน้ำ



ภาพประกอบ 44 การทดสอบ Bending



ภาพประกอบ 45 การทดสอบความสามารถในการป้องกันการพังทลายเนื่องจากผลกระทบจากน้ำ

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายกันปนาท ฉันทะโส
วัน เดือน ปีเกิด	14 มกราคม 2534
สถานที่เกิด	อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 12/1 หมู่ 2 ตำบลลิ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ รหัสไปรษณีย์ 33150

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2549	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนขุนหาญวิทยาสรรค์
พ.ศ.2552	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนขุนหาญวิทยาสรรค์
พ.ศ.2556	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายพงษ์พัฒน์ กุดจอมศรี
วัน เดือน ปีเกิด	30 พฤษภาคม 2534
สถานที่เกิด	อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 139 หมู่ 5 ตำบลหนองเสาเล้า อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น รหัสไปรษณีย์ 40130

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2549	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนจตุรมิตรวิทยาการ
พ.ศ.2552	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนจตุรมิตรวิทยาการ
พ.ศ.2556	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม