

A Study of the Mechanical Properties of Prestressed Soil Walls

การศึกษาคุณสมบัติทางกลของผนังดินอัดรับแรง

Received : 17 Feb 23

Reviewed : 14 Mar 23

Revised : 14 Mar 23

Accepted : 14 Mar 23

Wipawee Srathongkam¹, Nisit Thawornwong², ThiwakonThamsaart³, Anucha Boonkerd^{4*} and Prayoon Yongamnui⁵

วิภาวี สรทองคำ¹ นิสิต ถาวรวงษ์² ทิวกกร ทำสะอาด³ อนุชา บุญเกิด^{4*} และ ประยูร ยงค์อำนวย⁵

Department of Civil and Architecture Technology, Faculty of Industrial Technology, Muban Chom Bueng Rajabhat University, Ratchaburi

สาขาวิชาเทคโนโลยีโยธาสถาปัตยกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

*Corresponding Author, Tel. +6686-669-4440 E-mail: Anuchabun@mcruc.ac.th

*ผู้พิมพ์ประสานงาน โทรศัพท์. 086-669-4440 อีเมล: Anuchabun@mcruc.ac.th

Abstract

The purposes of this research were to determine the optimum ratio of prestressed earth wall construction using local soil- and to test the mechanical and physical properties of the prestressed soil walls. Analyze the physical properties of the soil in 9 ratios (cement: sand: soil: water) to classify soil types. The variable depends on the cement content and the water cement ratio (w/c). Determine the best mixed set based on considering of the highest compressive strength, flexural strength and water absorption of compressed soil and follow by determine of the water absorption. The tests were conducted various curing periods of 7, 28 and 56 days. The results showed that laterite soil is a type of poorly graded sand (SP), the same size of gravel, gravel sand and little or no fine grains. The amount of water absorption and density tended to increase with increasing duration. The C1W2 (1 : 2 : 3 : 0.5) sample mixture ratio show the highest compressive strength was 132.93 kg/cm². This mixing ratio was tested for the highest

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

modulus of rupture which was greater than 0.275 MPa. This prestressed soil wall can withstand the force of not less than 4,100 kg/cm².

Keywords: Rammed Earth, Modulus of Rupture, Mechanical Properties, Cement Stabilized, Axial load amount of water absorption

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการทำผนังดินอัดรับแรงโดยใช้ดินในท้องถิ่น และเพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของผนังดินอัดรับแรง วิธีการดำเนินงานทดสอบโดยวิธีการจำแนกประเภทของดินลูกรัง ใช้อัตราส่วนผสมจำนวน 9 อัตราส่วน ทดสอบการกำลังรับแรงอัดที่ดีที่สุดเพื่อนำไปทดสอบกำลังรับแรงดัด และการหาค่าการดูดซึมน้ำของดินอัดที่กำลังอัดสูงที่สุด ทดสอบที่อายุบ่ม 7 , 28 และ 56 วัน จากการศึกษาพบว่า ดินลูกรังที่ใช้ในงานวิจัยเป็นดินประเภท SP (Poorly graded sand) เป็นดินกรวดเม็ดขนาดเดียวกัน ทรายปนกรวด มีเม็ดละเอียดปนเล็กน้อยหรือไม่มีเลย ปริมาณการดูดซึมน้ำและความหนาแน่นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาบ่มมากขึ้น อัตราส่วนผสมที่แสดงค่ากำลังรับแรงอัดสูงที่สุดคือตัวอย่าง C1W2 มีค่ากำลังรับแรงอัดเท่ากับ 132.93 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และนำอัตราส่วนผสมนี้ไปทดสอบค่าโมดูลัสการแตกร้าวสูงสุด มีค่ามากกว่า 0.275 เมกะปาสคาล ผนังดินอัดรับแรงนี้สามารถรับแรงที่กระทำได้ไม่น้อยกว่า 4,100 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

คำสำคัญ: ผนังดินอัด โมดูลัสการแตกร้าว คุณสมบัติทางกล ดินซีเมนต์ แรงกดอัด

1.บทนำ

เทคนิคการทำบ้านดินจะใช้วัสดุจากดินนำมาบดอัด (Rammed earth) ขึ้นรูปเป็นผนังดินรับแรง สำหรับในต่างประเทศได้มีการทำบ้านดินกันมานานและพัฒนาจนมีมาตรฐานรองรับ มีความแข็งแรง ส่วนในประเทศไทยมีเพียงคนบางกลุ่มในต่างจังหวัดที่ใช้ผนังดิน ซึ่งต้องอาศัยภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ได้ถ่ายทอดกันมา

การประยุกต์ใช้งานของดินบดอัดสามารถใช้เป็นผนังที่รับน้ำหนักและไม่รับน้ำหนักก็ได้ โดยผนังดินบดอัดมี ส่วนประกอบจำพวก ดิน ทรายหรือกรวด ซึ่งสามารถที่จะปรับปรุงคุณภาพหรือไม่ปรับปรุงคุณภาพด้วยวัสดุเชื่อมประสานแล้วบดอัดให้มีความแน่นในแบบหล่อ ถ้าหากมีการปรับปรุงคุณภาพดินโดยใช้วัสดุเชื่อมประสาน เช่น ปูนซีเมนต์ ก็จะทำให้ดินมีกำลังรับแรงอัดสูงขึ้น โดยคุณสมบัติทางกลของดินบดอัดยังขึ้นอยู่กับปัจจัย

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

ต่าง ๆ เช่น ปริมาณปูนซีเมนต์ พลังงานของการบดอัด ความหนาแน่น และปริมาณความชื้นที่ผสม [1] และอย่างไรก็ตามการส่งเสริมให้เกิดสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อมนั้น ดินจึงเป็นวัสดุทางเลือกหนึ่งที่ยินยอมมาใช้ในการก่อสร้าง โดยเป็นวัสดุที่หาได้ในธรรมชาติ ในการก่อสร้างมักถูกใช้เพื่อสร้างเป็นผนังรับน้ำหนักที่มีความแข็งแรงทนทาน โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการใช้พลังงานที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเมื่อหมดอายุการใช้งานก็สามารถย่อยสลายกลับคืนสู่ธรรมชาติได้ดีกว่าวัสดุอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในท้องตลาด จากงานวิจัยในอดีต ดิน ถือเป็นวัสดุสิ่งก่อสร้างที่ยังไม่เป็นที่ยอมรับจากกฎหมาย ยังไม่มีการตรวจสอบทางวิศวกรรมต่าง ๆ อย่างเป็นทางการ ส่วนประกอบของบ้านดินที่เรียกว่าผนังที่สร้างจากวัสดุธรรมชาติยังไม่สามารถทำให้ผู้ใช้หรือหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องยอมรับได้ ขาดการศึกษาในเรื่องของวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งาน นอกจากนี้การสร้างบ้านดินที่ขาดควบคุมคุณภาพไม่มีมาตรฐานถูกต้องตามหลักวิศวกรรม จะมีความเสี่ยงต่อความเสียหาย โดยเฉพาะหากอาคารเหล่านี้ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงภัยจากแผ่นดินไหวจะมีความเสี่ยงต่อการวิบัติได้ [2]

จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้น คณะผู้วิจัยได้ตระหนักถึงการก่อสร้างที่ทำลายสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย เพื่อใช้เป็นข้อมูลและเป็นแนวทางในการพัฒนางานก่อสร้างบ้านดินให้มีมาตรฐานทางวิศวกรรมในอนาคต จึงได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการอัตราส่วนผสมของดินอัดที่กระทำกับผนังดินซีเมนต์

บดอัดภายใต้แรงกด เพื่อเป็นทางเลือกในการก่อสร้างที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมอีกทั้งยังเป็นทางเลือกสำหรับการออกแบบงานสถาปัตยกรรมต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกลที่กระทำกับผนังดินบดอัดรับแรง

3. ขอบเขตของการวิจัย

- ศึกษาอัตราส่วนผสมดินอัดที่ใช้ จำนวน 9 อัตราส่วน ซึ่งมีส่วนผสมของดังนี้ ซีเมนต์: ทราย: ดิน: น้ำ

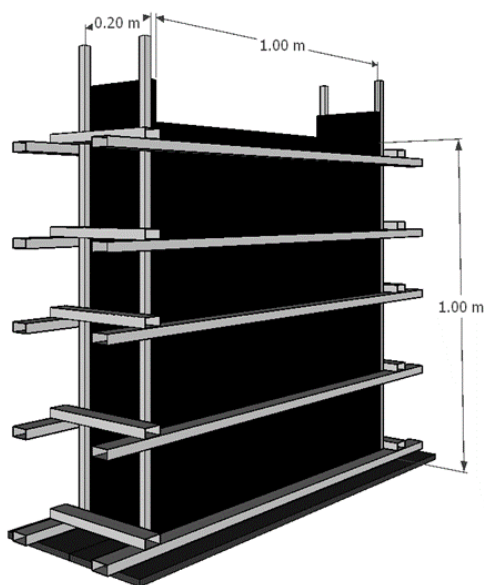
- ศึกษาการจำแนกประเภทดิน โดยวิธี unified soil classification system [3]

- ทดสอบกำลังอัด [4] ที่อายุการบ่ม 7 และ 28 วัน นำกำลังที่ต่ำที่สุดมาสร้างผนังดินอัดเพื่อทดสอบการรับแรงดัดและการดูดซึมน้ำต่อไป

- ทดสอบการดูดซึมน้ำ ซึ่งประยุกต์ตามมาตรฐาน ASTM C 128 [5] ที่อายุการบ่ม 7, 28 และ 56 วัน

- ทดสอบคุณสมบัติการรับแรงดัด ซึ่งประยุกต์ตามมาตรฐาน ASTM C 78 [6]

- แบบหล่อไม้สำหรับผนังดินอัด ขนาดความกว้าง 1.00 เมตร ยาว 1.00 เมตร และหนา 20 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แม่แบบสำหรับการทำผนังดินอัด

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

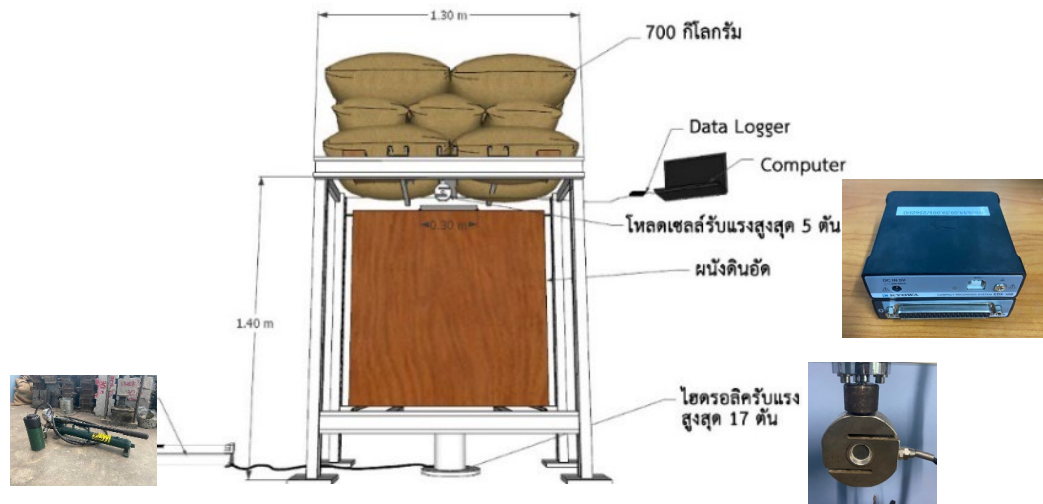
- ปูนซีเมนต์ (Cement) ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ที่ใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป
- ดินลูกรัง ใช้ดินจากพื้นที่ตำบลหนองพันจันทร์ อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี นำมาตากแห้ง อุณหภูมิปกติ ร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาดช่องเปิดขนาด 2 มิลลิเมตร

- เครื่องอัดกระทุ้ง (Pneumatic Rammer)
- ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดสอบการหาค่าลึงดัดแบบ 2 จุด (Third-point loading method) โดยสร้างเครื่องทดสอบค่าลึงดัด ขนาด กว้าง 1.30 เมตร สูง 1.40 เมตร หนา 0.60 เมตร แสดงดังรูปที่ 2

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.2.1 การเตรียมตัวอย่าง

การเตรียมวัสดุตัวอย่าง โดยทำการเตรียมดินลูกรังจากพื้นที่ นำมาร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 10 ช่องเปิด 2 มิลลิเมตร เพื่อคัดขนาดและส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออก ตัวอย่างที่ได้นำมาบรรจุใส่ถุงพลาสติกเพื่อรักษาปริมาณความชื้น และดำเนินการคำนวณออกแบบ ทดสอบส่วนผสมเพื่อทดสอบรับแรงอัด จำนวนทั้งสิ้น 9 อัตราส่วน ตัวแปรคือ ปริมาณซีเมนต์โดยน้ำหนักและอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ดังตารางที่ 1



รูปที่ 2 แบบจำลองการติดตั้งตัวอย่างกับเครื่องทดสอบกำลังอัด

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมการทดสอบกำลังรับแรงอัด

Sample	Mix properties	Compressive strength (kg/cm ²)	
		7 days	28 days
C1W1	1 : 2 : 3 : 0.4	104.92	106.70
C1W2*	1 : 2 : 3 : 0.5	117.02	132.93
C1W3	1 : 2 : 3 : 0.6	110.47	130.74
C2W1	0.75 : 2 : 3 : 0.4	29.22	39.25
C2W2	0.75 : 2 : 3 : 0.5	114.93	115.39
C2W3	0.75 : 2 : 3 : 0.6	79.85	83.09
C3W1	0.5 : 2 : 3 : 0.4	12.03	13.57
C3W2	0.5 : 2 : 3 : 0.5	18.11	21.01
C3W3	0.5 : 2 : 3 : 0.6	40.28	42.64

4.2.2 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของผนังดินอัด

ทดสอบการจำแนกประเภทดิน (The Unified soil classification system) นำดินแห้งที่เตรียมไว้ จำนวน 3 ตัวอย่าง หาค่าเฉลี่ย ร่อนผ่าน

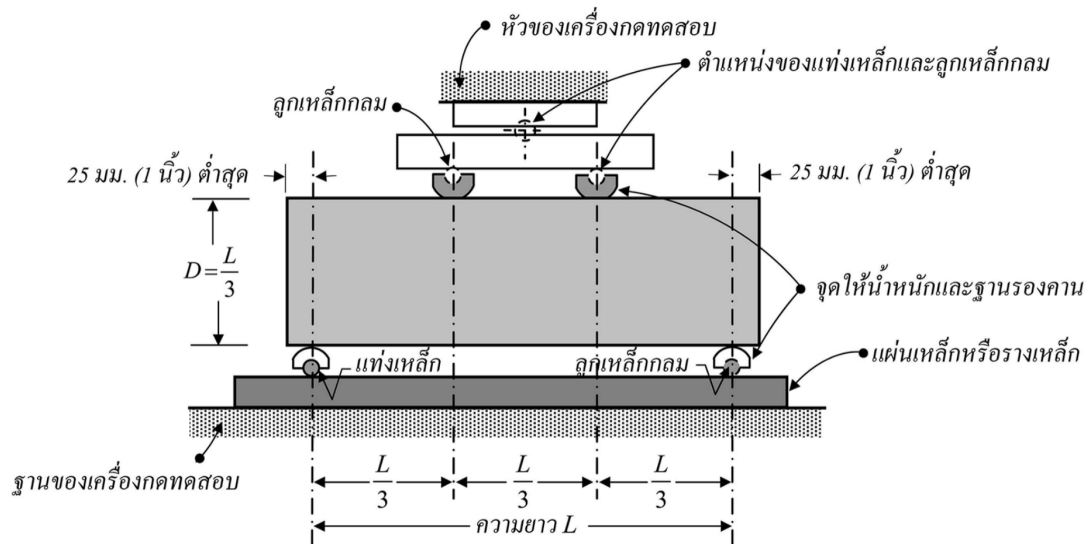
ตะแกรง และนำมาวิเคราะห์หาขนาดและชนิดของดินของเม็ดดินที่ค้างตะแกรง

ทดสอบกำลังรับแรงอัดของดินอัด ตัวอย่างรูปทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ตามอัตราส่วนที่ออกแบบไว้ ตารางที่ 1 โดยทำการกระทุ้งดินอัดแบ่งเป็น 3 ชั้น ๆ ละเท่า ๆ กัน และทิ้งให้แห้งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงแกะแบบและบ่มต่อเนื่องที่อุณหภูมิปกติ โดยทดสอบที่อายุบ่ม 7 และ 28 วัน นำค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุดไปทำการทดสอบการดูดซึมน้ำและกำลังต้านทานแรงดัดของผนังดินอัดต่อไป

ทดสอบการดูดซึมน้ำ นำตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบกำลังอัดที่ดีที่สุด ตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร บ่มต่อเนื่องในน้ำเป็นเวลา 7, 28 และ 56 วัน หลังจากนั้นนำเข้าสู่บ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และวิเคราะห์หาปริมาณการดูดซึมน้ำของดินอัด

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

ทดสอบกำลังต้านทานแรงดัดของผนังดิน 10 เซนติเมตร ชั้นละเท่า ๆ กัน จนกว่าจะเต็ม เพื่อ
อัด ตัวอย่างขนาด กว้าง 1 เมตร สูง 1 เมตร และ
หนา 0.20 เมตร โดยทำการกระทุ้งดินอัดแบ่งชั้นละ จากโมดูลัสการแตกร้าวหรือค่าหน่วยแรงที่เกิดขึ้น
จากแรงดัดสูงสุดที่กระทำต่อตัวอย่าง ณ จุดวิบัติ



รูปที่ 3 การทดสอบวิธีใช้สองจุด (Third-Point Loading method)



รูปที่ 4 ติดตั้งตัวอย่างกับเครื่องทดสอบกำลังดัด

5. ผลการวิจัย

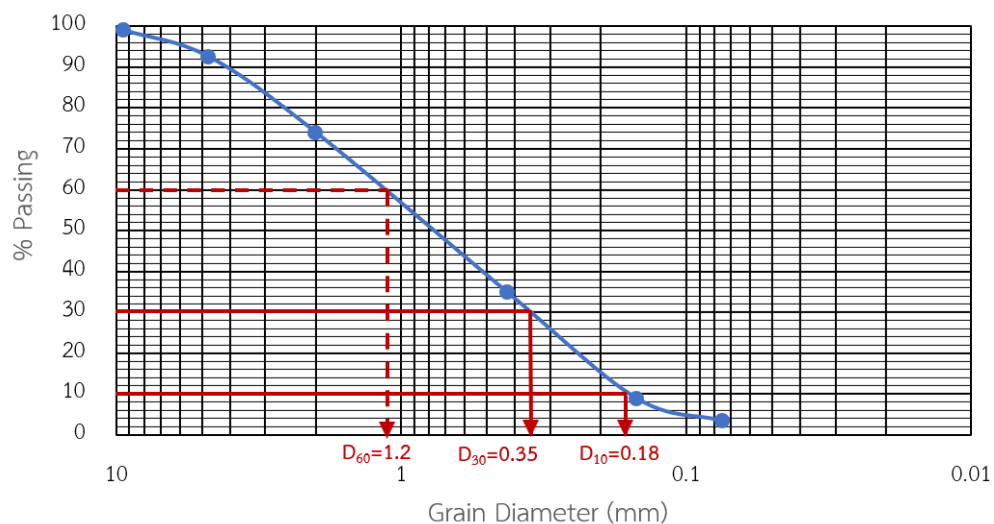
การทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทาง
วิศวกรรมของดินลูกรังโดยวิธีร่อนผ่านตะแกรง
(Grain Size Analysis) และวิเคราะห์การจำแนกดิน
โดยวิธีการจำแนกดินตามระบบเอกภาพ (Unified
soil classification system, USCS) ตารางที่ 2
พบว่าตัวอย่างผ่านตะแกรงเบอร์ 200 น้อยกว่าร้อยละ
50 เป็นดินเม็ดหยาบ เพราะขนาดที่เล็กกว่า
ตะแกรงเบอร์ 200 มีเพียงร้อยละ 3.38 เท่านั้น เป็น
ดินกลุ่ม S ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 มากกว่าครึ่ง เป็น
ดินกรวดและดินตะกอนทราย เพราะขนาดที่เล็ก
กว่าตะแกรงเบอร์ 4 มีเท่ากับร้อยละ 48.31 เมื่อ
พิจารณาดินผ่านตะแกรงเบอร์ 200 เป็นดินกรวดที่
มีส่วนของเป็นเม็ดเล็กน้อย (อยู่ระหว่างหรือน้อย

กว่าร้อยละ 5) พบว่ามีส่วนประกอบหลักเป็นทราย
เม็ดหยาบถึงร้อยละ 57.79 จึงเป็นจำพวก SW หรือ
SP นำค่าร้อยละในส่วนที่ผ่านตะแกรงไปเขียนภาพ
ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตะแกรงกับร้อยละที่
ผ่าน แสดงดังภาพที่ 5 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณา
ค่าสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ CU เท่ากับ 6.66
(มากกว่า 6) และสัมประสิทธิ์ความโค้ง CC เท่ากับ
0.55 (น้อยกว่า 1-3) พบว่าดินชนิดนี้จัดอยู่ในกลุ่ม
ดิน SP (Poorly graded sand) คือ กรวดเม็ด

ขนาดเดียวกัน ทรายปนกรวด มีเม็ดละเอียด
เล็กน้อยหรือไม่มีเลย

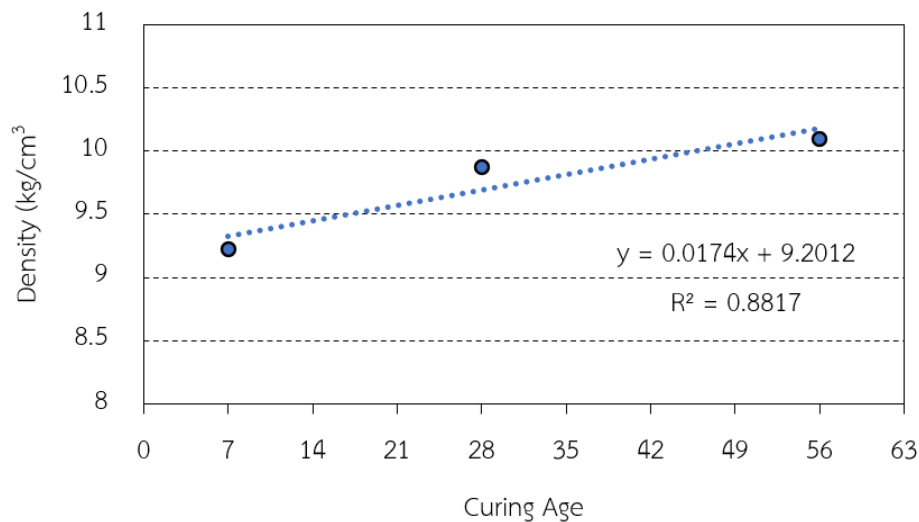
ตารางที่ 2 ขนาดคละของดินลูกรัง

Physical Properties	Test results.
Gravel; > 4.75 mm. (%)	7.35
Coarse sand; 0.74-0.425 mm. (%)	57.79
Fine sand; 0.425-0.075 mm. (%)	31.48
Silt and clay; ≤ 0.075 mm. (%)	3.38
Unified soil classification	SP (Poorly graded sand with gravel)

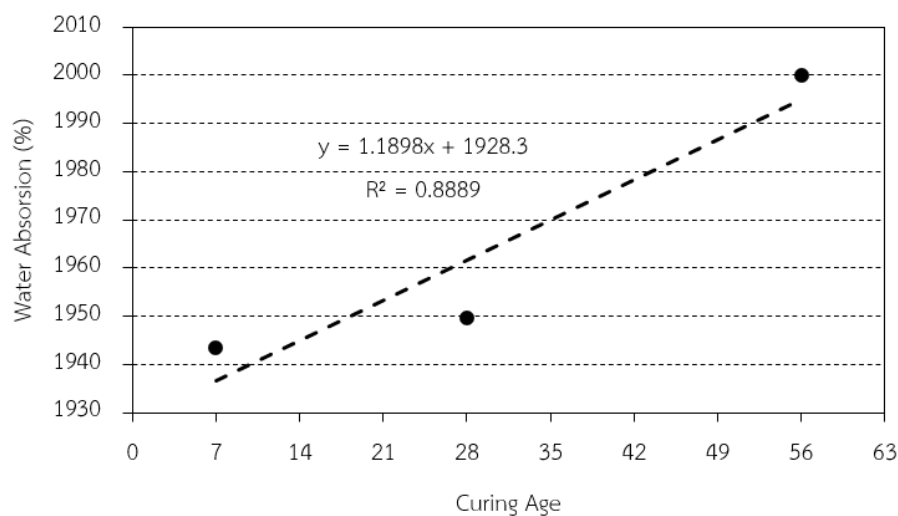


รูปที่ 5 Grain size distribution

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุการบ่มกับการดูดซึม

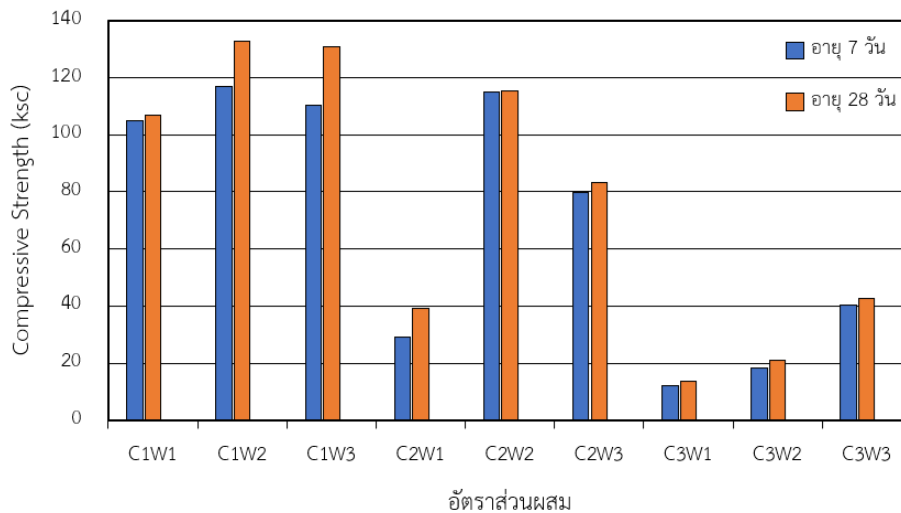


รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุการบ่มกับความหนาแน่น

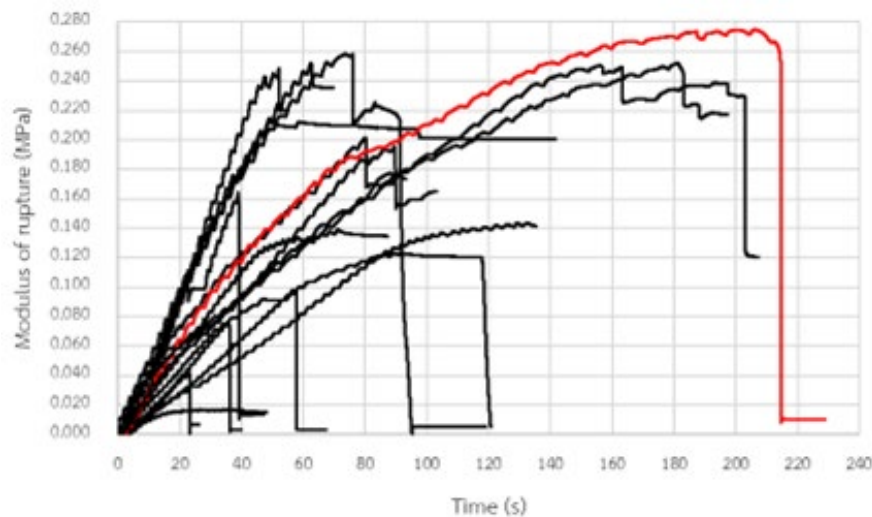
การหาปริมาณการดูดซึม ตามมาตรฐาน ASTM C 128 การทดสอบการหาปริมาณการดูดซึมของตัวอย่างผนังดินอัดขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร แสดงดังตารางที่ 1 และภาพที่ 6 พบว่า ปริมาณการดูดซึมน้ำมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาบ่มมากขึ้นที่อายุ 7 , 28 และ 56 วัน มีค่าเท่ากับร้อยละ 9.22 , 9.87 และ 10.10 ตามลำดับ

จะได้อีกทั้งยังพบว่าเมื่ออายุการบ่มที่มากขึ้นมีผลต่อค่าความหนาแน่น ซึ่งที่อายุการบ่ม 56 วัน มีค่าเท่ากับ 2,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แสดงจากภาพที่ 7 และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอายุการบ่มกับการดูดซึมและความหนาแน่น ซึ่งใช้วิธีการเชิงเส้นถดถอยแบบเส้นตรง (Linear regression analysis) เท่ากับ $y = 0.0174x +$

9.2012, $y = 1.1898x + 1928.3$ และ $R^2 =$ ความสัมพันธ์กันดีมาก [7]
0.8817, $R^2 = 0.8889$ ตามลำดับมากกว่า 0.80



รูปที่ 8 เปรียบเทียบกำลังอัดของอัตราส่วนผสมที่อายุแตกต่างกัน



รูปที่ 9 โมดูลัสยืดหยุ่นของผนังดินอัดรับแรง

จากภาพที่ 8 พบว่า อัตราส่วนผสม C1W2 มีค่ากำลังอัดสูง เท่ากับ 132.93 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่อายุ 28 วัน รองลงมา คือ C1W3 มีค่าเท่ากับ 130.74 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จาก

การสังเกตพบว่าเมื่ออัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์มีอิทธิพลต่อกำลังรับแรงอัดของดินอัดที่เพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งยังพบว่าเมื่ออัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์น้อยกว่า 0.5 กำลังอัดนั้นไม่สามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ในทุกช่วง

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

อายุของการบ่ม นอกจากนี้ การทดสอบการหาค่าโมดูลัสการแตกร้าว ตามมาตรฐาน ASTM C 109 แสดงดังภาพที่ 9 เป็นการทดสอบซ้ำที่อายุ 90 วัน พบว่าผนังดินอัด ค่าโมดูลัสการแตกร้าวสูงสุด มีค่ามากกว่า 0.275 MPa ซึ่งผนังดินอัดรับแรงสามารถรับแรงกระทำได้ไม่น้อยกว่า 4.1 ตันต่อตารางเมตร โดยได้ความสัมพันธ์ดังสมการ $y = 0.0007x + 0.1064$ ($y = \text{MOR}$)

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

การจำแนกประเภทดิน การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผนังดินอัดรับแรง ได้ทำการจำแนกประเภทของดินในท้องถิ่น (ดินในพื้นที่ตำบลหนองพันจันทร์ อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี) นำมาใช้ในการสร้างผนังดินอัดรับแรง จากการทดสอบ พบว่าเป็นดินประเภท SP (Poorly graded sand) คือ กรวดเม็ดขนาดเดียวกัน ทราายนกรวด มีเม็ดละเอียดปนเล็กน้อยหรือไม่มีเลย

การทดสอบการดูดซึมน้ำของผนังดินอัดรับแรง โดยใช้อัตราส่วนผสม C1W2 พบว่าปริมาณการดูดซึมน้ำมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาบ่มมากขึ้นที่อายุ 7 , 28 และ 56 วัน มีค่าเท่ากับร้อยละ 9.22 , 9.87 และ 10.10 ตามลำดับ

การทดสอบความหนาแน่น อายุการบ่มที่มากขึ้นมีผลต่อค่าความหนาแน่น ได้แก่ อายุการบ่มที่ 7, 28 และ 56 วัน มีค่าความหนาแน่น เท่ากับ 1,943.40 kg/m³ 1,949.69 kg/m³ และ 2,000

kg/m³ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่ออายุการบ่มที่มากขึ้นแนวโน้มค่าความหนาแน่นสูงขึ้น

6.2 การทดสอบคุณสมบัติทางกล

การทดสอบคุณสมบัติทางกลของผนังดินอัดรับแรง โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 การทดสอบ อัตราส่วนผสมที่ได้ค่ากำลังอัดสูงที่สุด ได้แก่ C1W2 โดยมีค่ากำลังอัด เท่ากับ 132.93 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร นำอัตราส่วนผสมนี้ไปทดสอบค่าโมดูลัสการแตกร้าวสูงสุด มีค่ามากกว่า 0.275 MPa ผนังดินอัดรับแรงนี้สามารถรับแรงที่กระทำได้ไม่น้อยกว่า 4.1 ตันต่อตารางเมตร

7. อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยที่ศึกษาคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของผนังดินอัดรับแรง พบว่า ค่าการดูดซึมน้ำที่อายุบ่ม 56 วัน เท่ากับร้อยละ 10.10 โดยน้ำหนัก ค่ากำลังอัด เท่ากับ 132.93 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และในการทดสอบการหาค่ารับแรงดัดได้มีการทำผนังดินอัดรับแรงที่มีขนาด 1.00x1.00x0.20 เมตร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัทรนันท์ ทักขนันท์ [8] พบว่า ข้อเสนอนี้ของกำลังอัดที่ต้องการต้องไม่น้อยกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และอัตราการดูดซึมน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วราธร แก้วแสง [9] ประเด็นเรื่องของกำลังรับแรงอัดของผนังดินอัด พบว่า ดินลูกรังที่ผสมปูนซีเมนต์สามารถเพิ่มกำลังแรงอัดสูงกว่าดินลูกรังที่ไม่ได้ผสมซีเมนต์ อันเนื่องมาจาก

แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่เกิดจากปฏิกิริยาจะมีคุณสมบัติเป็นตัวยึดเกาะเม็ดดิน ทำให้เชื่อมประสานเป็นมวลดินที่มีความ Moh [10]

8. ข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลที่กระทำกับผนังดินบดอัดรับแรง เพื่อให้งานวิจัยพัฒนาต่อไป จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับขนาดความหนาไม่มากกว่า 20 เซนติเมตร เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกลตามอัตราส่วนที่แตกต่างของผนังดินอัดรับแรง การควบคุมระยะเวลาการกระทุ้งดินแต่ละชั้น เนื่องจากการอัดกระทุ้งมีผลต่อการรับแรงของผนังดินอัด ศึกษาอุณหภูมิที่มีผลกระทบต่อผนังดินอัดรับแรง และศึกษาพฤติกรรมภายใต้แรงดัดทางด้านข้างและการรับแรงแผ่นดินไหวของผนังดินอัดแบบเสมือนจริง

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Venkataraman, B. V., R. and Prasanna P. (2009). Role of Clay Content and Moisture on Characteristics of Cement Stabilized Rammed Earth. In Proceedings of the 11th International Conference on Non-conventional Materials and Technologies (NOCMAT2009). 6-9 September 2009. Bath. UK.
- [2] สำเนียง อสงุพันธ์กุล, วราธร แก้วแสง และ สาโรจน์ ดำรงศีล. (2559). พฤติกรรมทางกลของผนังดินซีเมนต์บดอัดภายใต้แรงกดอัดสำหรับบ้านดิน. ประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, ครั้งที่ 1, โรงแรมไมด้า ทาวเวอร์ แกรนด์ นครปฐม, วันที่ 10-11 สิงหาคม 2559
- [3] มณฑิร กังคศิเทียม. (2543). กลศาสตร์ของดินด้านวิศวกรรม. ปี 2543, หน้า 50-51.
- [4] American Society for testing and Materials. (2001). ASTM C 109M-99: Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in or [50 mm] Cube Specimens)
- [5] American Society for Testing and Materials, ASTM C 128-97: Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate
- [6] American Society of Testing Materials ASTM C78: Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)"
- [7] Draper, N.R. and Smith, H. 1966. Applied Regression Analysis. New York: John Wiley & Sons. P.407
- [8] ภัทรนันท์ ทักชนนท์. (2556). การก่อสร้างแบบดินอัด: ทางเลือกสำหรับสถาปัตยกรรมยั่งยืน. สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

- [9] วราธร แก้วแสง. (2555). พฤติกรรมทางกลของ
ผนังดินซีเมนต์บดอัดภายใต้แรงดัด. การประชุม
วิชาการแห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน, ครั้งที่ 9, สาขาวิชา
วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ กรุงเทพฯ.
- [10] Moh, Z.C., 1965, "Reaction of Soil
Minerals with Cement and Chemicals,"
Highway Research Record 86,
Washington, 39-61.