ศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของศิลาแลงในเขตจังหวัดปราจีนบุรี

Engineering Charac terization of Harden Laterite or Brickstone in the Prajeenburi province

นาย สุนทร สมประมัย

นาย โยธิน จันทคานนท์

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

โครงงานทางวิศวกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา

ปีการศึกษา 2552

Engineering Charac terization of Harden Laterite or Brickstone in the Prajeenburi province

Mr. Sounton Sompamai

Mr. Yothin Chantakanon

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

An Engineering Project Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

For the Degree of Bachelor of Engineering

Department of Civil Engineering

Burapha University

2009

โดย	นาย สุนทร สมประมัย
	นาย โยธิน จันทกานนท์
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2552
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ประวัติ ตั้งศิริวัฒนากุล

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติโครงงานทางวิศวกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

.....หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา
(ผศ.ดร.อานนท์ วงษ์แก้ว)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ. ประวัติ ตั้งศิริวัฒนากุล)

คณะกรรมการสอบโครงการ

.....ประธานกรรมการ
(ผศ. ประวัติ ตั้งศิริวัฒนากุล)

.....กรรมการ
(ดร. ธรรมนูญ รัศมีมาสเมือง)

.....กรรมการ
(อาจารย์ เอนก ชมวงษ์)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยบูรพา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทคัดย่อ

ศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone) เป็นวัสดุก่อสร้างที่ได้จากธรรมชาติ ในโครงการนี้จะศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของศิลาแลงที่ได้จากแหล่งผลิตในจังหวัดปราจีนบุรี เพื่อใช้เป็นวัสดุก่อสร้างอาคารต่างๆ การทดสอบในห้องปฏิบัติการจะทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำของตัวอย่างศิลาแลงและทำการทดสอบหากำลังอัด (Compressive Strength) การทดสอบการดัด (Flexural Tests) และการทดสอบการเฉือน (Shear Strength) ของก้อนตัวอย่างทดลอง ในโครงการนี้จะเปรียบเทียบคุณสมบัติของศิลาแลงกับอิฐมอญและคอนกรีตบล็อค

คำสำคัญ : ศิลาแลง ; การดูดซึม ; กำลังอัด ; กำลังดัด ; หน่วยแรงเฉือน

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

Abstract

Harden Laterite or Brickstone is a natural material. The object of this project is to study the physical properties and mechanical properties of the brickstone, which have been found in Prajin Buri Province, for using in building construction. The testing comprises water-absorbtion test, test for compressive strength, flexural test, and testing for shear-strength of brickstone specimens. And there will be the comparisons with the properties of clay bricks and concrete block

Keywords: harden laterite, water absorption, compressive strength, flexural strength, shear strength

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงด้วย โดยการให้การปรึกษาของ ผศ.ประวัติ ตั้งศิริวัฒนากุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาดังกล่าวและขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่สนับสนุนการทำโครงงานนี้ด้วยดีเสมอมา และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องทุกท่านมา ณ ที่นี้

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ปัญหาและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	6
1.3 ขอบเขตและการศึกษา	6
1.4 เนื้อหาของโครงงาน	6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
1.6 แผนการดำเนินงาน	8
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	9
2.1 การเกิดของศิลาแลง (Harden laterite or Brickstone	10
2.1.1 ศิลาแลงที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินในพื้นที่	10
2.1.2 ศิลาแลงที่เกิดจากการสะสมตะกอน	11
2.2 การทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำของศิลาแลง	12

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญต่อ

	หน้า
2.3 การทดสอบหาค่าแรงอัดของศิลาแลง	12
2.4 การทดสอบหาค่าแรงดัดของศิลาแลง	14
2.5 การทดสอบหาค่าแรงเฉือนของศิลาแลง	15
บทที่ 3 วิธีการทดสอบ	16
3.1 การทดสอบการดูดซึมน้ำของศิลาแลง	16
3.2 การทดสอบหาค่าแรงอัดของศิลาแลง	22
3.3 การทดสอบหาค่าแรงดัดของศิลาแลง	37
3.4 การทดสอบหาค่าแรงเฉือนของศิลาแลง	43
บทที่ 4 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดลอง	48
4.1 ลักษณะทั่วไป	48
4.2 ศิลาแลงที่เกิดจากการสะสมตะกอน	48
4.3 การดูดซึมน้ำของศิลาแลง	49
4.4 การรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง	50
4.5 การหาค่าแรงดัดของศิลาแลง	71
4.6 การหาค่าแรงเฉือนของศิลาแลง	73
4.7 การเปรียบเทียบกำลังอัดศิลาแลง กับวัสดุที่แตกต่างกัน	74
4.8 การรับกำลังของศิลาแลงในลักษณะที่ต่างกัน	75
บทที่ 5 สรุปผล	76

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

	หน้า
3.1 ตารางบันทึกผลการทดสอบ absorption	21
3.2 ตารางบันทึกผลการทดลองรายงานผลการทดสอบแรงอัด	25-36
3.3 บันทึกผลการทดลองแรงดัด	42
3.4 บันทึกผลผลการทดลองแรงเฉือน	47

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
1.1ปราสาทบายน-ประเทศกัมพูชา	1
1.2 พระพุทธรูปและเสาโบสถ์-วัดวัดมหาธาตุ อ.ศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย	1
1.3 St.Paul church	2
1.4 บ่อศิลาแลง สมนึก เพิ่งมา 57 หมู่5 ตำบล ท่าตูม อำเภอศรีมหาโพธิ จังหวัดปราจีนบุรี	2
1.5 บ่อศิลาแลง สมนึก เพิ่งมา 57 หมู่5 ตำบล ท่าตูม อำเภอศรีมหาโพธิ จังหวัดปราจีนบุรี รูปการแบ่งตัดก้อนศิลาแลง	3
1.6รูปบ้านผู้ใหญ่ สมศักดิ์ ปากน้ำ ผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 2 ต.ท่าตูม อ. ศรีมหาโพธิ จ.ปราจีนบุรี	3
1.7 รูปบ้านเจ้าของบ่อ สมนึก เพิ่งมา 57 หมู่ที่ 2 ต.ท่าตูม อ. ศรีมหาโพธิ จ.ปราจีนบุรี	4
1.8 รูปลำแพงวัดเขาดิน ต.ท่าตูม อ.ศรีมหาโพธิ จ. ปราจีนบุรี	7
2.1 ศิลาแลงเกิดขึ้นอยู่บนพื้นผิวของที่ราบสูงโคราช[3]	9
2.2 ลานศิลาแลงบนพื้นที่ราบ ที่พระพุทธบาทตากผ้า อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน[3]	9
2.3 ศิลาแลง(แนวสีเข้ม) เกิดขึ้นบนเนินที่มีความลาดเอียงเล็กน้อย ของตะพักกลุ่มน้ำระดับสูง อำเภอจอมทองจังหวัดเชียงใหม่ [3]	9

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญรูปภาพต่อ

รูปที่	หน้า
2.4 ศิลาแลงที่เกิดอยู่บนชั้นหินดินดานสลับกับหินปูนที่สุสานหอย ชายฝั่งทะเลบ้านแหลมโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่[3]	9
2.5 ลักษณะแรงต้านต่อการแตกด้านข้าง (Confining Stress) ของก้อนตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์	13
2.6 การให้น้ำหนักกระทำแบบ Center – Point Loading	14
2.7 การทดสอบแรงเฉือนโดยตรง (direct shear)	15
รูปวัสดุและอุปกรณ์ของการทดสอบค่าการดูดซึมน้ำของศิลาแลง	16-20
รูปวัสดุและอุปกรณ์ของการทดสอบค่ากำลังอัดของศิลาแลง	22-24
รูปวัสดุและอุปกรณ์ของการทดสอบค่ากำลังดัดของศิลาแลง	37-41
รูปวัสดุและอุปกรณ์ของการทดสอบค่ากำเฉือนดัดของศิลาแลง	43-46
4.1 เปรียบเทียบ % Absorption	49
รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain	50-69
4.22 แสดงการเปรียบเทียบ Stress กับคอนกรีต,อิฐบล็อกและอิฐมอญ	74
4.23 เปรียบเทียบค่า Stress ของแต่ละผลการทดลอง	75

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่1

บทนำ

1.1 ปัญหาและที่มา

ในปัจุบันการก่อสร้างได้เปลี่ยนวิวัฒนาการในการใช้วัสดุที่ทันสมัยจากยุคโบราณ เช่น โครงสร้างที่เป็น

คอนกรีตเสริมเหล็ก โครงสร้างที่เป็นเหล็ก คุณสมบัติที่นำมาใช้งานนี้ความสามารถทางวิศวกรรม เป็นที่ยอมรับแบบสากล วัสดุที่เราใช้ในการก่อสร้างทุกวันนี้ก็มีต้นทุนที่สูงเพราะในการผลิตมีกระบวนการที่ยุงยากอย่างการถลุงเหล็กเพื่อนำมาปืนเหล็กเสริมคอนกรีต หรือเพื่อนมาใช้เป็นโครงสร้างเหล็ก

ด้วยเหตุนี้ถ้าเราก่อสร้างโดยใช้วัสดุตามท้องถิ่นที่มีวัสดุรองรับก็จะทำให้การก่อสร้างมีงบประมาณการก่อสร้างที่ลดลง ในยุคโบราณสิ่งก่อสร้างที่เราเห็นกันอยู่ทุกวันนี้ และยังมีโครงสร้างที่แข็งแรง เราจะเห็นว่าวัสดุที่นำมาใช้งาน ก็เป็น หินศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone) และยังพบว่า หินศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone) นี้มีใช้ตั้งแต่ในอดีต ไม่ได้ใช้แต่ประเทศไทยอย่างเดียวต่างประเทศก็นำวัสดุนี้มาใช้ในการก่อสร้างเหมือนกัน

สิ่งก่อสร้างที่เราสามารถพบเห็นเช่น วัดมหาธาตุ อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ปราสาทบายน เป็นต้น

รูปที่ 1.1 ปราสาทบายน ประเทศกัมพูชา ใช้ศิลาแลงเป็นส่วนประกอบ ในการก่อสร้างโครงร่างด้านในก่อนที่จะใช้หินทรายประดับด้านนอก

รูปที่ 1.2 ศิลาแลงใช้เป็นโครงร่างของพระพุทธรูป และเสาโบสถ์ก่อนโบกปูนทับ วัดมหาธาตุ อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

และทีพบเห็นที่เป็นสิ่งก่อสร้างของต่างประเทศ

รูปที่ 1.3 StPaul church

ซึ่งจะเห็นว่าวัสดุที่เรียกว่า ศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone) นี้มีประโยชน์มากมาย ในงานก่อสร้างในยุคโบราณ ปัจจุบันก็นิยมนำศิลาแลงมาจัดเป็นสวน หรือปูทางเท้า ถ้าเราจะเลี่ยนนำมาใช้ในการก่อสร้างที่พักอาศัย จึงมีการศึกษาลักษณะทางวิสกรรมเพิ่มเติม

แหล่งของศิลาแลงที่ได้ทำการศึกษาอยู่ในเขตของจังหวัดปราจีนบุรีและยังพบว่าแหล่งที่มีการผลิตวัตถุดิบศิลาแลงได้มีการนำศิลาแลงมาทำการก่อสร้างเป็นบ้านพักอาศัยมากมายไม่ได้นำมาเป็นวัสดุปูทางเท้าอย่างเดียวได้มีการนำมาทำเป็นวัสดุก่อสร้างบ้านเรือนอาคาร โดยการนำศิลาแลงมาก่อแป็นกำแพงบ้าน นำมาก่อ เป็นกำแพงทั้งวัด หรือแม้แต่บ้านเรือนที่พัก อาศัย

รูปที่1.4 บ่อศิลาแลง สมนึก เพิ่งมา 57 หมู่5 ตำบล ท่าตูม อำเภอศรีมหาโพธิ จังหวัดปราจีนบุรี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รูปที่1.5 บ่อศิลาแลง สมนึก เพิ่งมา 57 หมู่5 ตำบล ท่าตูม อำเภอศรีมหาโพธิ จังหวัดปราจีนบุรี รูปการแบ่งตัดก้อนศิลาแลง

รูปที่ 1.6 บ้านผู้ใหญ่ สมศักดิ์ ปาณน้ำ ผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 2 ต.ท่าตูม อ. ศรีมหาโพธิ จ.ปราจีนบุรี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รูปที่ 1.7 รูปบ้านเจ้าของบ่อ สมนึก เพิ่งมา 57 หมู่ที่ 2 ต.ท่าตูม อ. ศรีมหาโพธิ จ.ปราจีนบุรี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รูปที่ 1.8 รูปถ่ายแผงวัดเขาดิน ต.ท่าตูม อ.ศรีมหาโพธิ จ. ปราจีนบุรี

การศึกษาโครงงานนี้ จะได้ทราบถึงลักษณะทางวิศวกรรมของศิลาแลงเพิ่มมากขึ้น และจะได้ใช้ประโยชน์จากวัสดุที่มีอยู่แล้วได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และเลือกใช้ได้อย่างถูกต้อง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติทางวิศวกรรมของศิลาแลงจากแหล่งที่มีอยู่ในจังหวัดปราจีนบุรี

1.3 ขอบเขตและการศึกษา

- ศึกษากำลังรับแรงอัดในแกนตั้งฉากของศิลาแลง ของจังหวัดปราจีนบุรี
- ศึกษาความสามารถการดูดซึมน้ำของศิลาแลง ของจังหวัดปราจีนบุรี
- ศึกษาความสามารถการรับแรงดัดของศิลาแลง ของจังหวัดปราจีนบุรี
- ศึกษาความสามารถการรับแรงเฉือนของศิลาแลง ของจังหวัดปราจีนบุรี

1.4 เนื้อหาของโครงงาน

บทที่ 1	กล่าวถึงความเป็นมาของเหตุและผล ซึ่งเป็นแรงผลักดันให้เกิดโครงงานการศึกษาศิลาแลง
บทที่ 2	โครงงานฉบับนี้ กล่าวถึงการเกิดของศิลาแลงและ การทดสอบกำลังอัด การทดสอบการดูดซึมน้ำรวมถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการคำนวณการทดลอง
บทที่ 3	กล่าวถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง รวมทั้งการทดสอบ
บทที่ 4	กล่าวถึงผลของการทดสอบและการวิเคราะห์ผลการทดสอบ
บทที่ 5	กล่าวถึงการสรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะที่น่าสนใจ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้วัสดุ
เอกสารอ้างอิง	แสดงถึงผลงานวิจัยหรือบทความวิจัย หนังสือที่ได้อ้างอิงถึงในโครงงานนี้
ภาคผนวก	แสดงถึงการรวบรวมผลการทดสอบที่ได้ทำการศึกษาทั้งหมด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของศิลาแลงจากแหล่งศิลาแลงในจังหวัดปราจีนบุรี

2. ได้เปรียบเทียบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของศิลาแลงจากแหล่งศิลาแลงในจังหวัดปราจีนบุรี กับอิฐมอญ และอิฐบล็อคคอนกรีต

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

1.6 แผนการดำเนินงาน

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

แผนการดำเนินงานประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆดังนี้							
ลำดับ	รายการ	ธันวาคม2552	มกราคม2553	กุมภาพันธ์2553	มีนาคม2553	เมษายน 2553	พฤษภาคม 2553
1	ศึกษาและค้นคว้าศิลาแลง ที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้						
2	ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง						
3	กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตการทำโครงงาน						
4	ออกแบบวิธีการทำทดลอง						
5	การทดลองในห้องปฏิบัติการ						
6	วิเคราะห์ผลการทดลอง						
7	สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง						
8	จัดทำงานและนำเสนอโครงงาน						
9	สอบเรียนปลายภาค						

Burapha University

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

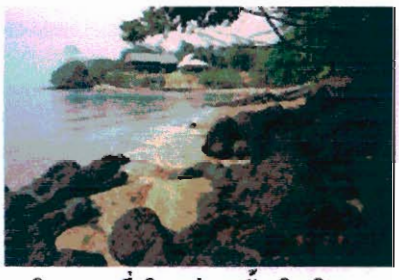
ในบทนี้จะกล่าวถึงลักษณะการเกิดศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone) แลงและอธิบายถึงสมการที่เกี่ยวข้องใช้คำนวณในการทดลองของศิลาแลงนี้

ศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone) จึงเป็นผลิตผลจากการเปลี่ยนสภาพของหินชนิดต่าง ๆ ซึ่งหินแต่ละชนิดที่อยู่ในธรณีสัณฐานต่างกัน ก็จะให้ลักษณะของศิลาแลงที่แตกต่างกันด้วย หินที่เป็นแหล่งกำเนิดศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone)ที่ดีมักจะมีส่วนประกอบของเหล็ก และอลูมิเนียมมาก เช่น หินบะซอลต์ หินแกรนิต หินชีสต์ หินดินดาน หินทรายสีแดง เป็นต้น[3]

รูปที่ 2.1 ศิลาแลงเกิดขึ้นอยู่บนพื้นผิวของที่ราบสูงโคราช [3]

รูปที่ 2.2 ลานศิลาแลงบนพื้นที่ราบ ที่พระพุทธบาทตากผ้า อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน[3]

รูปที่ 2.3 ศิลาแลง(แนวสีเข้ม) เกิดขึ้นบนเนินที่มีความลาดเอียงเล็กน้อยของตะพักกลุ่มน้ำระดับสูง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ [3]



รูปที่ 2.4 ศิลาแลงที่เกิดอยู่บนชั้นหินดินดานสลับกับหินปูนที่สุสานหอย ชายฝั่งทะเลบ้านแหลมโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่[3]

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.1 การเกิดของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone)

ศิลาแลงเกิดขึ้นได้ในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ฝนตกมาก แต่แล้งนานด้วยในฤดูฝนน้ำใต้ดินมีระดับสูง ทำให้ท่วมดอนบนของชั้นดิน (ซึ่งต่อไปกลายเป็นศิลาแลง) ระหว่างนั้น น้ำฝนจะละลายเอาสารประกอบอะลูมิเนียมออกไซด์เอาไว้เมื่อถึงหน้าแล้ง น้ำใต้ดินลดระดับต่ำลง ก็พาเอาสารประกอบอะลูมิเนียมลงไปสู่ที่

ต่ำ เวลานานเข้า วัสดุบริเวณด้านบนจึงมีสารประกอบเหล็กออกไซด์มากขึ้น และมักรวมกันเป็นกลุ่ม จึงเกิดเป็นโพรงว่างเป็นทางให้น้ำใต้ดินซึมขึ้นลงได้ง่ายขึ้น และชะสารประกอบอะลูมิเนียมออกไซด์ออกไปเร็วด้วย ทำให้ศิลาแลงมีลักษณะเด่น คือ มีรูพรุนทั่วไป และเนื้อเป็นสารประกอบเหล็กออกไซด์มากกว่าอะลูมิเนียมออกไซด์[2]

ศิลาแลงสามารถแบ่งตามกระบวนการเกิดได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

2.1.1. ศิลาแลงที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินในพื้นที่

ศิลาแลงที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินในพื้นที่ ประกอบด้วยชั้นที่สำคัญ คือ

-ชั้นดินดอนบนประกอบด้วยทราย ดินเหนียว และซากพืช จัดเป็นดินพื้นผิวโดยสารละลายของแร่เหล็กถูกชะล้างลงไปสะสมตัวชั้นล่าง

-สารละลายของแร่เหล็กและแมงกานีสออกไซด์ที่สะสมตัวเป็นชั้นแข็งจากการแกว่งไกวของระดับน้ำบาดาล และอาจจะจับตัวกันเป็นเม็ด มีรูปร่างมนจนถึงกลม มีขนาดต่าง ๆ กัน และเม็ดเหล่านี้อาจเชื่อมประสานเป็นแผ่นเดียวกัน มีลักษณะเป็นชั้นแข็ง (duricrust) ชั้นนี้ คือ ชั้น "ศิลาแลง" หรือชั้นที่ชาวบ้านเรียกว่า "แม่รัง"

- ชั้นดินเหนียวจุดประ (mottled clay) เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากชั้นศิลาแลงลงไปอาจมีสารละลายของแร่เหล็กและแมงกานีสพอกพูนเป็นเม็ด ๆ ปะปนอยู่บ้างชาวบ้านเรียกว่า "ลูกรัง" มีความหนาไม่แน่นอน รอยต่อระหว่างชั้นนี้กับชั้นศิลาแลง อาจจะเป็นรอยต่อที่เด่นชัด หรืออาจจะเป็นรอยต่อที่ดินเหนียวค่อย ๆเปลี่ยนสภาพเป็นดินเหนียวอ่อนสีเทามีจุดประสีแดง สีส้ม สีเหลือง ของสารละลายเหล็กออกไซด์กระจัดกระจายอยู่ในเนื้อดินเหนียวอย่างไม่เป็นระเบียบ

- ในบางพื้นที่จะเห็นชั้นดินเหนียวสีจาง (palid zone P ในภาพ) อาจมีสีขาวทั้งหมด หรือขาวเป็นบางส่วน และมีกรวดของแร่ควอตซ์ขนาดต่าง ๆ ปะปนอยู่ด้วย ชั้นนี้เกิดจากการที่สารละลายของแร่เหล็ก หรือแมงกานีออกไซด์ถูกชะล้างออกไป เนื่องจากการเปลี่ยนระดับน้ำบาดาล กล่าวคือ เมื่อสารละลายของเหล็กเฟอรัสอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำบาดาล บริเวณนั้นจะเกิดสถานะการลดออกซิเจน

สารละลายของเหล็กจะถูกดูดขึ้นไปด้วยแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามรูเล็ก ๆ (capillary suction) ในเนื้อตะกอน แล้วตกตะกอนเป็นเหล็ก เฟอริกอยู่เหนือระดับน้ำบาดาลดังกล่าว ในฤดูร้อนจึงเห็นชั้นตะกอนตอนบนมีจุดแต่ในบางพื้นที่เป็นชั้นหินผุ โดยเนื้อหินเดิมผุพังสลายตัวไป แต่โครงสร้างของหินยังคงอยู่ให้สังเกตได้ แร่ประกอบหินถูกแทนที่ด้วยดินเหนียวและเหล็กออกไซด์ เราเรียกตะกอนลักษณะนี้ว่า แซปโปรไลต์ (saprolite S)

-ชั้นล่างสุดถัดจากชั้นแซบโพรไลท์ลงไปจะเป็นหินต้นกำเนิด หรือหินดาน [1,3]

2.1.2. ศิลาแลงที่เกิดจากการสะสมตะกอน

ตะกอนในที่นี้หมายถึง เศษหิน กรวด ทราย และดินเหนียว หรืออาจเป็นศิลาแลงที่เกิดขึ้นมาก่อนแล้วแตกหักผุพัง ตะกอนเหล่านี้เมื่อผุพัง หรือถูกกัดเซาะหลุดออกจากพื้นที่เดิมก็จะถูกพัดพาไปสะสมตัวณ ที่ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่า ดังภาพที่ 11 ต่อจากนั้นกระบวนการเกิดศิลาแลงจากการเปลี่ยนแปลงของอากาศและระดับน้ำบาดาล ได้เปลี่ยนแปลงสภาพตะกอนที่ทับถมกันอยู่นั้นให้เป็นศิลาแลง ตะกอนที่ผุพังส่วนมากจะถูกเปลี่ยนสภาพด้วสารละลายของแร่เหล็ก แต่บางครั้งแร่ควอตซ์และ หินที่มีความต้านทานอาจจะ เหลืออยู่เป็นก้อนกรวดขนาดต่าง ๆ ห้อมล้อมหรือเชื่อมประสานเป็นชั้นแข็งด้วยสารละลายเหล็กและแมงกานีส จึงอาจเรียกชื่อตามลักษณะรูปแบบที่เห็นนี้ว่า ศิลาแลงกรวด (gravelly Laterite) กระบวนการเกิดศิลาแลงที่สำคัญ จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลตามฤดูกาล ในฤดูฝนระดับน้ำที่มีสารละลายของแร่เหล็กจะขึ้นสูงและตกตะกอนอยู่ในระดับบน ฤดูร้อนระดับน้ำบาดาลลด สารละลายของแร่เหล็กที่มีอยู่ในน้ำก็ค่อย ๆ ลดระดับลงมาด้วย และตกตะกอนอยู่เป็นแนวชั้นล่าง (ภาพที่13)ระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงขึ้นลงเช่นนี้ เมื่อเวลาผ่านไปนาน ๆ ก็จะเกิดเป็นชั้นแข็งของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone)อยู่ ณ บริเวณนั้น[1,3]

เนื่องจากลักษณะทางกายภาพ ของศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone)นั้นจะไม่เท่ากันทุกก้อน ความสามารถทางวิศวกรรมของก้อนศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone)นั้นจะขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัย ได้แก่

1.) องค์ประกอบและปริมาณการตกผลึกของสารที่เป็นองค์ประกอบ

2.) การจัดเรียงตัวกันขององค์ประกอบต่างๆ

3.) อายุของศิลาลแลง(Harden Laterite or Brickstone)[5]

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.2 การทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำของศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone) ABSORPTION TEST OF Harden Laterite or Brickstone [6,7]

การดูดซึมของน้ำเข้าไปในศิลาแลง อัตราการซึมของน้ำผ่านศิลาแลง ขึ้นต่อหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า อัตราการซึมผ่านของน้ำ

ความสามารถในการดูดซึมน้ำของตัวอย่างจากความสัมพันธ์ของศิลาแลง

$$\% \text{ Absorption of Brickstone} = \frac{(w_2)original - (w_1)oven-dry}{(w_1)oven-dry} \times 100$$

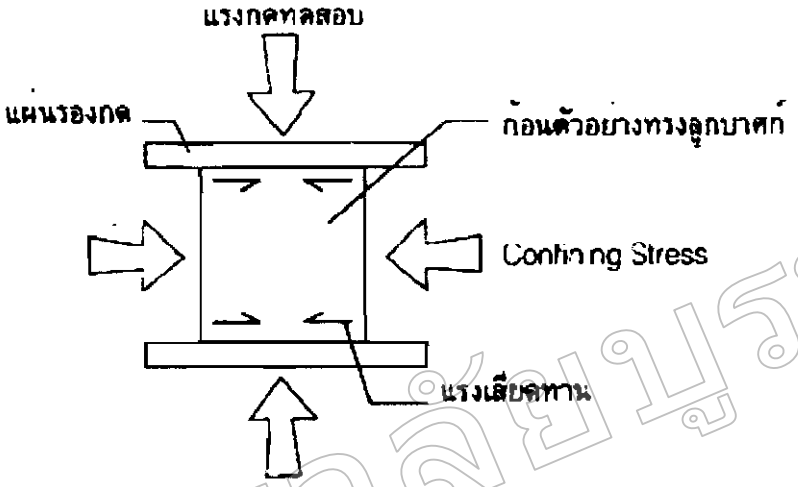
W_1 = dried weight

W_2 = wet weight

2.3 การทดสอบหาค่าแรงอัดของศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone) COMPRESSION TEST OF Harden Laterite or Brickstone [4,6]

โดยทั่วไปแล้วศิลาแลงมักจะนำมาใช้ประโยชน์ 2 ด้าน คือ ใช้ในการทำกำแพง หรือใช้ปูเป็นทางเดิน เมื่อคำนึงถึงลักษณะการรับแรงแล้วสามารถระบุได้ว่าการใช้งานศิลาแลงทั้ง 2 ด้านศิลาแลงจะรับแรงอัดเช่นเดียวกัน เช่นในกรณีของการนำไปทำกำแพงหรือผนัง ศิลาแลงจะรับน้ำหนักจากด้านบนที่ถ่ายลงมา หรือในกรณีของการนำไปทำทางเท้า ก็จะรับน้ำหนักคนที่เดินสัญจรไปมา หรือน้ำหนักบรรทุกอื่น ๆ ดังนั้นในทางวิศวกรรมยังจึงเป็นที่ต้องทราบความสามารถในการรับแรงอัดของศิลาแลงแต่ละประเภท เพื่อให้สามารถนำศิลาแลงไปใช้งานได้ถูกต้องและเหมาะสมกับประเภทของงานนั้น ๆ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



รูปที่ 2.5 ลักษณะแรงต้านต่อการแตกด้านข้าง (Confining Stress)ของก้อนตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์[4]

การคำนวณหาค่ากำลังแลงอัด

$$C = \frac{W}{A} \qquad (1)$$

C = กำลังแรงอัดของตัวอย่าง ,psi(Mpa)

W = น้ำหนัก ,lbf (N) ที่กดลงบนตัวอย่างจนพัง

A = พื้นที่ของก้อนตัวอย่างที่นับน้ำหนัก in^2 (mm^2)

ในกรณีที่ อัตรส่วนความกว้างต่อความยาว ที่ไม่ใช่ 1:1 และแตกต่างกันเกิน 25% หรือมากกว่า สามารถคำนวณหาได้จากสมการ [4]

$$C_C = \frac{Cp}{0.778 + 0.222(b/h)} \qquad (2)$$

CC = กำลังอัดของตัวอย่าง

Cp = กำลังอัดตัวอย่างที่ทดสอบ ที่มีความสูงมากกว่าความกว้าง

b = ความกว้างของก้อนตัวอย่าง

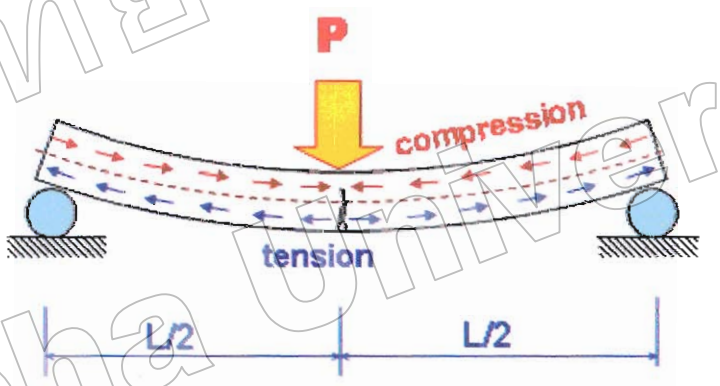
h = ความสูง ของก้อนตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ในค่าการทดสอบอาจต้องทำหลายตัวอย่าง เพื่อทำให้เกิดความแม่นยำเพิ่มมากขึ้น เพราะวัสดุที่นำมาทดลองอาจเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากวัสดุที่นำมาทอลอง

2.4 การทดสอบหาค่าแรงดัดของศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone) FLEXURAL TEST OF Harden Laterite or Brickstone [6,8]

การทดลองนี้เป็นการทดลองหากำลังรับแรงดัดของคอนกรีต โดยทดสอบกับคานคอนกรีต ที่วางบนSimple Support (Simple Beam) และใช้น้ำหนักกระทำแบบ Center – Point Loading ผลของค่ากำลังต้านทานแรงดัดจะอยู่ในรูปของโมดูลัสการแตกร้าว (Modulus of Rupture) โดยเป็น ค่าหน่วยแรงดึงสูงสุด ณจุด แตกร้าวในคานที่ทำการทดลอง ซึ่งหาได้จากสมการ $f_b = \frac{Mc}{I}$



รูปที่ 2.6 การให้น้ำหนักกระทำแบบ Center – Point Loading[]

การคำนวณหาค่ากำลังแลงดัด (Modulus of Rupture)

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

เมื่อ

R = โมดูลัสการแตกร้าว (Middle one of Span)

P = น้ำหนักสูงสุด (Maximum Load)

L = ความยาวคาน (Span Length)

b = ความกว้างเฉลี่ยของคาน

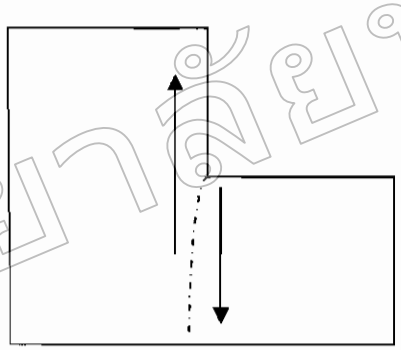
d = ความลึกเฉลี่ยของคาน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.5 การทดสอบหาค่าแรงเฉือนของศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone) SHEAR TEST OF Harden Laterite or Brickstone [9]

ในการทดสอบแรงเฉือน เราสนใจคุณสมบัติของวัสดุเนื่องจากการกระทำของแรงเฉือน 2 ประเภท

2.5.1 แรงเฉือนโดยตรง (direct shear) และแรงเฉือนเนื่องจากการบิด (torsional shear)**direct shear** เนื่องจากว่าแรงเฉือนในกรณีนี้เกิดจากการกระทำโดยตรงของแรงเฉือนที่ตัวอย่างทดสอบ เราจึงเรียกแรงเฉือนในลักษณะนี้ว่า direct shear



รูปที่ 2.7 การทดสอบแรงเฉือนโดยตรง (direct shear)

ซึ่งในกรณีนี้ถ้าสมมุติให้แรงทั้งสองมีระยะเยื้องศูนย์ที่น้อยมากแล้ว เราจะเห็นได้ว่า ตัวอย่างวัสดุทดสอบจะถูกกระทำโดยแรงเฉือนในระนาบเดียวและหน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นบนหน้าตัดของหมุดจะหาได้จากสมการ

$\tau = P / A$

เมื่อ P เป็นแรงกดอัดที่

A เป็นพื้นที่หน้าตัดของระนาบที่เกิดการวิบัติ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 3

วิธีการทดสอบ

ในโครงงานบทนี้กล่าวถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้และ วิธีการเตรียมตัวอย่างรวมทั้งกรรมวิธีกระบวนการทดสอบการรับกำลังอัดของศิลาแลง และการดูดซึมน้ำของศิลาแลง

3.1 การทดสอบการดูดซึมน้ำของศิลาแลง(ABSORPTION TEST OF HARDEN LATERITE OR BRICKSTONE)[6]

3.1.1 วัสดุตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

- ศิลาแลงสำหรับทดสอบขนาด 7 ซม.x7 ซม.x7 ซม. จำนวน 15 ก้อน

รูปที่ 3.1 ตัวอย่างศิลาแลง

-น้ำสะอาด

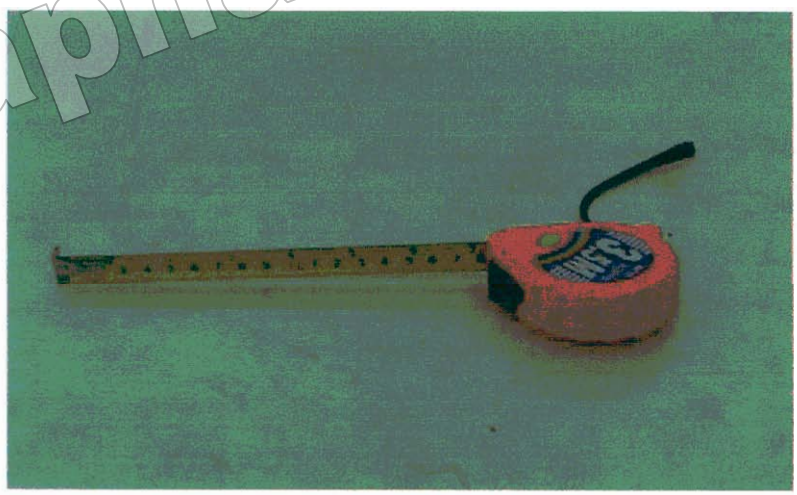
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

-เครื่องมือชั่งละเอียด

รูปที่ 3.2 เครื่องชั่งละเอียด

- เครื่องมือวัด อาทิ ตลับเมตร, ไม้บรรทัดเหล็ก



รูปที่ 3.3 เครื่องมือวัด

- ตู้อบไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้ 110 องศาเซนเซียน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รูปที่ 3.4 ตู้อบ

-ภาชนะที่สามารถแช่ตัวอย่าง

รูปที่ 3.5 ภาชนะสำหรับแช่ตัวอย่าง

-ผ้าเนื้อนุ่มซับน้ำ (ควรเป็นผ้าที่ซับน้ำได้ดี)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.1.3 วิธีการทดสอบ

1.คัดเลือกขนาดตัวอย่างที่ใช้ทดสอบจำนวนตัวอย่างละ 15 ก้อน โดยเลือกขนาดก้อนที่สมบูรณ์มากที่สุด

รูปที่ 3.6 ก้อนตัวอย่างศิลาแลงที่ใช้ในการทดสอบ

2.วัดขนาด และชั่งตัวอย่างพร้อมทำสัญญาลักษณ์ หรือหมายเลขไว้ในแต่ละชุดต่อตัวอย่างเพื่อป้องกันข้อมูลคลาดเคลื่อน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.นำตัวอย่างมาแช่ในภาชนะที่มีน้ำกลั่น (ในการทดสอบอาจใช้น้ำสะอาดทดแทนได้) โดยแช่ให้ท่วมก้อนศิลาแลงตัวอย่าง แช่ทิ้งไว้ 24ชั่วโมง

รูปที่3.7 ตัวอย่างศิลาแลงที่แช่น้ำ

4.นำตัวอย่างที่แช่ครบกำหนดในข้อ 3 นำขึ้นจากน้ำ นำผ้าขนหนูซับน้ำในแต่ละก้อนตัวอย่างให้แห้งซึ่งอยู่ในลักษณะอิ่มตัวผิวแห้ง แล้วนำมาชั่งในแล้วเสร็จภายใน 5 นาทีหลังจากที่ซับน้ำแล้วเสร็จ

5.นำตัวอย่างที่ผ่านขั้นตอนในข้อ 4 นำเข้าตู้อบไฟฟ้าปรับอุณหภูมิ 110 องศาเซนเซียน ใช้เวลาในการอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำออกมาชั่งน้ำหนักในแต่ละก้อนตัวอย่าง เป็นอันแล้วเสร็จขั้นตอนการทดสอบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.1.4 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดสอบ

ตารางที่ 3.1 บันทึกผลการทดสอบ Absorption

No.	Dimeinsion of Specimen (cm.×cm.×cm.)	Weigth of Dry	Weigth of Original	Weigth of wet
1	7x7x7	711.9	729.3	785.7
2	7x7x7	759.9	782.5	838.7
3	7x7x7	726.8	750.7	803.9
4	7x7x7	705.8	739.3	780.9
5	7x7x7	739	758.1	817.6
6	7x7x7	677.1	700.5	753.4
7	7x7x7	743.2	767.1	825.8
8	7x7x7	701.3	720	777.2
9	7x7x7	737.2	759.5	813.6
10	7x7x7	738.5	763	814.6
11	7x7x7	734.1	758.8	809.6
12	7x7x7	749.4	772.4	823.5
13	7x7x7	761.9	783.7	843.5
14	7x7x7	781.8	804.1	860.9
15	7x7x7	7704.2	714.1	767

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เปอร์เซนต์ การดูซึมน้ำ ของศิลาแลง

ยกตัวอย่างรายการคำนวณ ตัวอย่างที่ 1

$$\% \text{ Absorption} = \frac{(w_2)original - (w_1)oven-dry}{(w_1)oven-dry} \times 100$$

$$\% \text{ Absorption} = \frac{785.7 - 729.3}{729.3} x100 = 7.73\ \%$$

% Absorption Average = 7.19 %

3.2 การทดสอบหาค่าแรงอัดของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone) COMPRESSION TEST OF Harden Laterite or Brickstone [6]

3.2.1 วัสดุตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

- ศิลาแลงสำหรับทดสอบขนาด 15 ซม.x15ซม.x15ซม. จำนวณ 20 ก้อน

รูปที่ 3.8 ตัวอย่างศิลาแลงที่ใช้ทดสอบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.2.2 อุปกรณ์การทดสอบ

-เครื่อง ทดสอบกำลังอัด

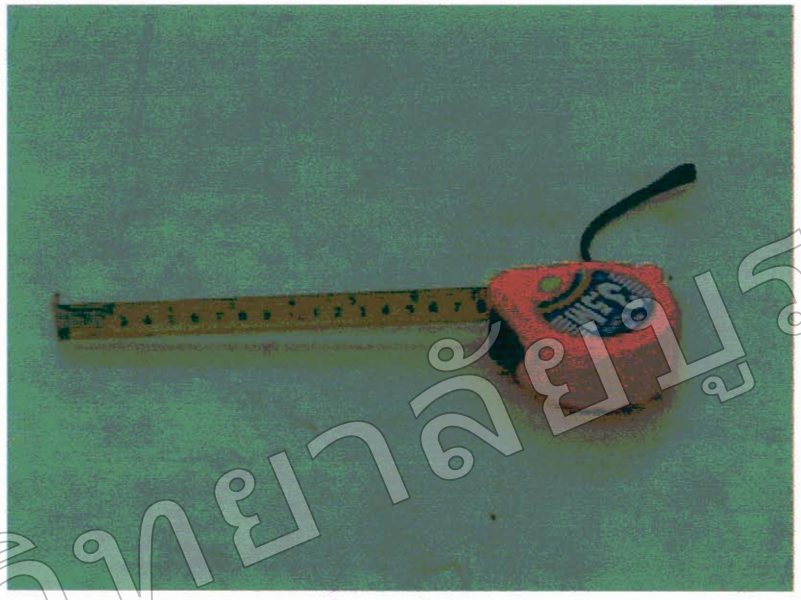
รูปที่ 3.9 เครื่องทดสอบกำลังอัด

-เครื่องมือชั่งที่สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

รูปที่ 3.10 เครื่องชั่ง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

-เครื่องมือวัดความยาวหรือไม้บรรทัดเหล็ก



รูปที่ 3.11 เครื่องมือวัด

3.2.3 ลำดับขั้นการทดลอง

1. นำศิลาแลงที่เตรียมไว้ จำนวน 20 ก้อน ชั่งน้ำหนัก และวัดขนาด

2. นำก้อนตัวอย่างที่เตรียมไว้ มาทดสอบเข้าเครื่องกดคอนกรีต

รูปที่ 3.12 ศิลาแลง

3. สังเกตตัวอย่างในขณะทดลองหากำลังต้านทางแรงกด จนกระทั่งตัวอย่างเสียหาย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. บันทึกผลการทดลอง ของแรงที่ทำให้ก้อนศิลาแลงวิบัติ

ตารางที่ 3.2 ตารางบันทึกผลการทดลองรายงานผลการทดสอบแรงอัด

Specimen No.1				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
10300	0.50	0.458	0.003	4.53
40200	1.00	1.787	0.007	
70900	1.50	3.151	0.010	
99700	2.00	4.431	0.013	
94600	2.50	4.204	0.017	
83500	3.00	3.711	0.020	
69000	3.50	3.067	0.023	
58300	4.00	2.591	0.027	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Specimen No.2				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
15200	0.50	0.676	0.003	4.22
23700	1.00	1.053	0.007	
23500	1.50	1.044	0.010	
22100	2.00	0.982	0.013	
29300	2.50	1.302	0.017	
45100	3.00	2.004	0.020	
70900	3.50	3.151	0.023	
88700	4.00	3.942	0.027	
91300	4.50	4.058	0.030	
90200	5.00	4.009	0.033	
82700	5.50	3.676	0.037	

Specimen No.3				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
9100	0.50	0.404	0.003	5.74
30800	1.00	1.369	0.007	
66900	1.50	2.973	0.010	
99400	2.00	4.418	0.013	
127600	2.50	5.671	0.017	
106500	3.00	4.733	0.020	
85300	3.50	3.791	0.023	
65400	4.00	2.907		

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Specimen No.4				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
5500	0.50	0.244	0.003	5.74
25100	1.00	1.116	0.007	
86700	1.50	3.853	0.010	
127900	2.00	5.684	0.013	
106000	2.50	4.711	0.017	
92300	3.00	4.102	0.020	
82000	3.50	3.644	0.023	

Specimen No.5				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
21600	0.50	0.960	0.003	4.65
28700	1.00	1.276	0.007	
39700	1.50	1.764	0.010	
69800	2.00	3.102	0.013	
89700	2.50	3.987	0.017	
103500	3.00	4.600	0.020	
96700	3.50	4.298	0.023	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Specimen No.6				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
8900	0.50	0.396	0.003	4.12
33700	1.00	1.498	0.007	
57300	1.50	2.547	0.010	
82100	2.00	3.649	0.013	
92300	2.50	4.102	0.017	
82300	3.00	3.658	0.020	
71200	3.50	3.164	0.023	

Specimen No.7				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
5800	0.50	0.258	0.003	2.68
7700	1.00	0.342	0.007	
50300	1.50	2.236	0.010	
69000	2.00	3.067	0.013	
25400	2.50	1.129	0.017	
44500	3.00	1.978	0.020	
54600	3.50	2.427	0.023	
56900	4.00	2.529	0.027	
49700	4.50	2.209	0.030	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Specimen No.8				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
6800	0.50	0.302	0.003	2.65
13800	1.00	0.613	0.007	
18200	1.50	0.809	0.010	
23100	2.00	1.027	0.013	
37900	2.50	1.684	0.017	
53500	3.00	2.378	0.020	
55700	3.50	2.476	0.023	
51100	4.00	2.271	0.027	
55500	4.50	2.467	0.030	

Specimen No.9				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
19800	0.50	0.880	0.003	2.71
34200	1.00	1.520	0.007	
49500	1.50	2.200	0.010	
55100	2.00	2.449	0.013	
56800	2.50	2.524	0.017	
52700	3.00	2.342	0.020	
48200	3.50	2.142	0.023	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Specimen No.10				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
14000	0.50	0.622	0.003	4.49
50500	1.00	2.244	0.007	
83600	1.50	3.716	0.010	
96800	2.00	4.302	0.013	
93100	2.50	4.138	0.017	
75000	3.00	3.333	0.020	
61100	3.50	2.716	0.023	

Specimen No.11				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
19700	0.50	0.876	0.003	2.28
18700	1.00	0.831	0.007	
23000	1.50	1.022	0.010	
34500	2.00	1.533	0.013	
44100	2.50	1.960	0.017	
51200	3.00	2.276	0.020	
44600	3.50	1.982	0.023	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Specimen No.12				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
15100	0.50	0.671	0.003	2.19
19000	1.00	0.844	0.007	
24200	1.50	1.076	0.010	
27000	2.00	1.200	0.013	
30300	2.50	1.347	0.017	
37200	3.00	1.653	0.020	
42900	3.50	1.907	0.023	
46100	4.00	2.049	0.027	
44600	4.50	1.982	0.030	

Specimen No.13				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
20000	0.50	0.889	0.003	2.30
39100	1.00	1.738	0.007	
40200	1.50	1.787	0.010	
44900	2.00	1.996	0.013	
48000	2.50	2.133	0.017	
38200	3.00	1.698	0.020	
33700	3.50	1.498	0.023	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Specimen No.14				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
3000	0.50	0.133	0.003	2.97
17700	1.00	0.787	0.007	
35600	1.50	1.582	0.010	
55100	2.00	2.449	0.013	
59300	2.50	2.636	0.017	
63900	3.00	2.840	0.020	
60100	3.50	2.671	0.023	

Specimen No.15				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
20500	0.50	0.911	0.003	3.46
41600	1.00	1.849	0.007	
60500	1.50	2.689	0.010	
76400	2.00	3.396	0.013	
76200	2.50	3.387	0.017	
68600	3.00	3.049	0.020	
55700	3.50	2.476	0.023	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Specimen No.16				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
6700	0.50	0.298	0.003	2.91
12300	1.00	0.547	0.007	
22600	1.50	1.004	0.010	
39900	2.00	1.773	0.013	
52600	2.50	2.338	0.017	
59400	3.00	2.640	0.020	
62200	3.50	2.764	0.023	
55000	4.00	2.444	0.027	
43100	4.50	1.916	0.030	

Specimen No.17				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
39100	0.50	1.738	0.003	4.37
82600	1.00	3.671	0.007	
97500	1.50	4.333	0.010	
92300	2.00	4.102	0.013	
78800	2.50	3.502	0.017	
66800	3.00	2.969	0.020	
53700	3.50	2.387	0.023	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Specimen No.18				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
18100	0.50	0.804	0.003	3.10
28300	1.00	1.258	0.007	
44500	1.50	1.978	0.010	
55800	2.00	2.480	0.013	
68100	2.50	3.027	0.017	
66700	3.00	2.964	0.020	
64400	3.50	2.862	0.023	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Specimen No.19				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
2700	0.50	0.120	0.003	
4200	1.00	0.187	0.007	
9800	1.50	0.436	0.010	
1700	2.00	0.076	0.013	
5700	2.50	0.253	0.017	
1600	3.00	0.071	0.020	
1000	3.50	0.044	0.023	
11200	4.00	0.498	0.027	
6600	4.50	0.293	0.030	3.10
27300	5.00	1.213	0.033	
30000	5.50	1.333	0.037	
41200	6.00	1.831	0.040	
51600	6.50	2.293	0.043	
69600	7.00	3.093	0.047	
84200	7.50	3.742	0.050	
79600	8.00	3.538	0.053	
72100	8.50	3.204	0.057	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Specimen No.20				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
1000	0.50	0.044	0.003	
1600	1.00	0.071	0.007	
19000	1.50	0.844	0.010	
32500	2.00	1.444	0.013	
39600	2.50	1.760	0.017	3.10
44600	3.00	1.982	0.020	
61200	3.50	2.720	0.023	
61800	4.00	2.747	0.027	
59600	4.50	2.649	0.030	

รายการคำนวณ ยกตัวอย่างที่ 1

$$\text{Stress} = \frac{F}{A} = \frac{10300}{22500} = 0.458 \text{ Mpa}$$

$$\text{Strain} = \frac{\Delta L}{L_o} = 0.003 \text{ mm}$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.3 การทดสอบหาค่าแรงดัดของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone) FLEXURAL STRENGTH OF Harden Laterite or Brickstone [6,8]

3.3.1 วัสดุที่ใช้ทดสอบ

ศิลาแลงขนาด 7 ซม.x 7ซม. x 50ซม. จำนวน 20 ก้อน

3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

-เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine

รูปที่ 3.14 เครื่องทดสอบแรงดัด

- เครื่องมือชั่งที่สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รูปที่ 3.15 เครื่องชั่ง

- Support พร้อมทั้งนำแท่นกดด้านบน วางบนกึ่งกลางและแท่นกด

รูปที่ 3.16 แท่นกด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

-เครื่องมือวัด

รูปที่ 3.17 แท่นกด

รูปที่ 3.18 ตลับเมตร Vernier Caliper มีความละเอียดในการวัดถึง 0.1 มิลลิเมตร

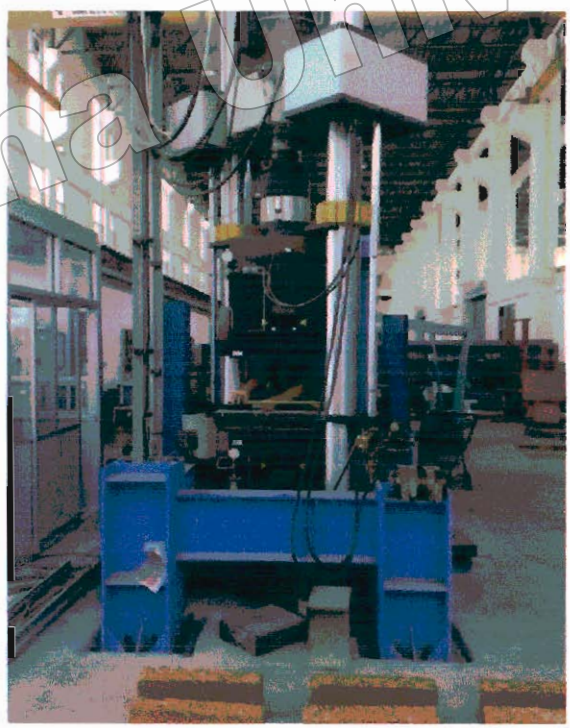
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.3.3 วิธีการทดสอบ

1. นำแท่งตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก วัดขนาดก้อนตัวอย่าง จดบันทึกไว้

รูปที่ 3.20 ก้อนตัวอย่างสำหรับทดสอบแรงดัด

2 .ติดตั้ง Support เข้ากับเครื่องทดสอบ โดยมีระยะห่าง (Span Length) 45 เซนติเมตร



รูปที่ 3.21 การติดตั้ง Support สำหรับการทดสอบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

- วางตัวอย่างลงบน Support พร้อมทั้งนำแท่นกดด้านบน วางบนกึ่งกลางช่วง Span คานให้น้ำหนักกดอย่างสม่ำเสมอระวังอย่าให้เกิดการกระแทก ในช่วงแรกให้น้ำหนักกดอย่างรวดเร็วจนถึงประมาณ 50 % ของน้ำหนักสูงสุด แล้วจึงให้น้ำหนักกดในอัตราที่ทำให้เกิด Fiber Stress ไม่เกิน 10.8 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาทีจนกระทั่งก้อนตัวอย่างพัง

รูปที่3.22 วางตัวอย่างทดสอบบนแท่นทดสอบ

4. บันทึกค่าน้ำหนักสูงสุด และส่วนต่าง ๆ ของตัวอย่าง เช่นความกว้าง ความลึก ของส่วนที่พังเพื่อนำไปคำนวณค่ากำลังดัด พร้อมทั้งวาดรูปลักษณะการพังของตัวอย่างการทดสอบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.3.4 แบบฟอร์มบันทึกผลการทดสอบต้านทานแรงดัดของศิลาแลง

ตารางที่ 3.3 บันทึกผลการทดลอง แรงดัด

Data Test (UTM)					
No.	Weight (Kg.)	Dimension of Specimen (mm)			
		B (mm)	H (mm)	Max Load (N)	Stress(MPa)
1	17.3	96.9	154.9	4540	1.05
2	17.2	106	147.5	3130	0.07
3	17	103.6	158.9	3070	0.06
4	17	99.9	144.1	4410	0.11
5	17.1	102.8	149	3330	0.08
6	16.9	100.9	156	3560	0.08
7	17.3	105.5	150.4	3100	0.07
8	16.4	103.9	154.4	1120	0.02
9	17.7	102.6	160.7	740	0.02
10	15.7	100.8	151.9	2970	0.07
11	17.4	98.3	159.1	6740	0.15
12	17.3	101.3	154.4	3060	0.07
13	18.4	103.3	157.2	4780	0.10
14	16.6	97.2	152.3	4030	0.10
15	17	105.2	154.8	4360	0.09
16	17.2	107.4	147.1	3790	0.09
17	17.7	103.8	155.5	4370	0.09
18	17.2	104.5	154.9	3260	0.07
19	16.8	100.6	159.2	2520	0.05
20	18.4	103.3	152	5120	0.12

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รายการคำนวณตำปหน่งหน้าตัดที่วิบัติกำลังรับแรงดัดหรือโมดูลัสการแตกหักจากสมการดังนี้

$$\sigma_f = \frac{Mc}{I} = \frac{3PL}{2bh^2}$$

รายการคำนวณ ยกตัวอย่างตัวอย่างทดสอบที่ 1

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bh^2} = \frac{3(4540)(450)}{2(96.9)(154.9^2)} = 1.05 \text{ MPa}$$

3.4 การทดสอบหาค่าแรงเฉือนของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone) SHEREFORCE TEST OF Harden Laterite or Brickstone [6,8,10]

3.4.1 วัสดุที่ใช้ทดสอบ

ก้อนศิลาแลงขนาด 7 ซม. x 7ซม. 5ซม. ดังรูปที่

รูปที่ 3.23 ลักษณะก้อนตัวอย่าง ศิลาแลงทดสอบแรงเฉือน

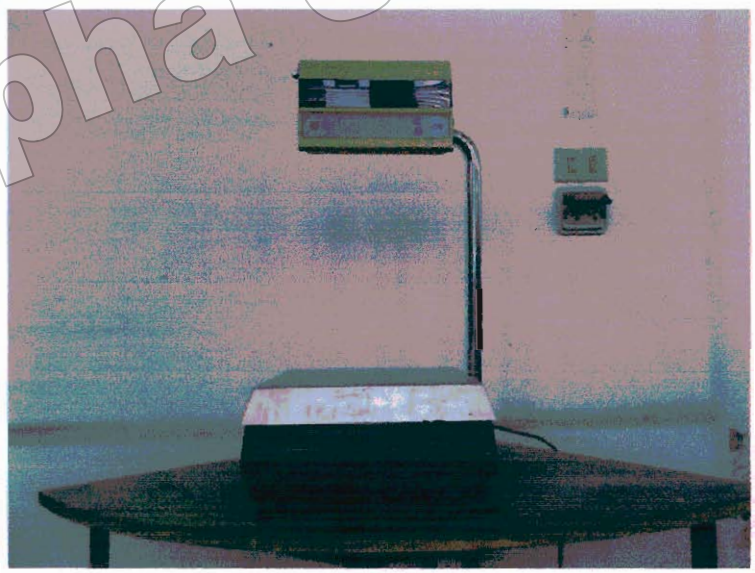
3.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

-เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine

รูปที่ 3.24 เครื่องทดสอบแรงดัด

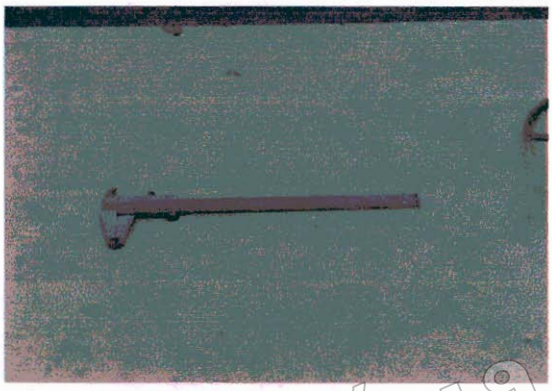
- เครื่องมือชั่งที่สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม



รูปที่ 3.25 เครื่องชั่ง

- เครื่องมือวัด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



รูปที่3.26 Vernier Caliper มีความละเอียดในการวัดถึง 0.1 มิลลิเมตร

- เครื่องมือทดสอบแรงเฉือน

รูปที่ 3.27 เครื่องมือทดสอบแรงเฉือน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.4.3 วิธีการทดลอง

1.วัดขนาดหน้าตัดที่จะทำการทดสอบแรงเฉือนทดสอบด้วย Vernier Caliper พร้อมทั้งบันทึกค่าไว้

2. นำตัวอย่างไปใส่ในชุดทดสอบแรงเฉือน (Shear Tool) สำหรับทดสอบแบบแรงเฉือน

รูปที่3.28 การติดตั้งศิลาแลงเข้ากับอุปกรณ์ทดสอบ

3. นำชิ้นตัวอย่างใส่ในเครื่องทดสอบ Universal Testing Machine โดยให้หัวจับสัมผัสกับ ชุดทดสอบแรงเฉือน (Shear Tool)

4.ให้น้ำหนักกดลงอย่างช้า ๆ จนกระทั่งเกิดการแตกหัก

5. บันทึกแรงที่กระทำบันทึกค่าแรงสูงสุดและลักษณะของการขาดออกจากกันของชิ้นทดสอบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 3.4 บันทึกผลการทดลองแรงเฉือน

Item	Weight (g.)	Shear area (mm)	Maximum shear Force (N)	stress (MPa)
1	276.5	1479	1010	0.68
2	232.6	1404	1120	0.80
3	257.8	1275	1300	1.02
4	200.7	1222	860	0.70
5	259.2	1300	970	0.75
6	215	1269	1030	0.81
7	226.1	1150	670	0.58
8	193	1410	550	0.39
9	288.7	1275	890	0.70
10	203	1188	570	0.48

ตัวอย่างการคำนวณ ตัวอย่างที่ 1

Shear Strength of ศิลาแลง

$$\text{Shear Strength} = \frac{Load}{Area} = \frac{1010}{1497} = 0.68 \text{ MPa}$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 4

ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดลอง

บทนี้กล่าวถึงผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบ ประกอบด้วยคุณสมบัติทางกายภาพของศิลาแลง ซึ่งได้แก่สี การวิเคราะห์คุณสมบัติของศิลาแลง ได้แก่ กำลังอัด, การดูดซึมน้ำกำลังรับแรงดัดและกำลังรับแรงเฉือน

4.1 ลักษณะทั่วไป

ศิลาแลงเกิดขึ้นได้ในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ฝนตกมาก แต่แล้งนานด้วยในฤดูฝนน้ำใต้ดินมีระดับสูง ทำให้ท่วมตอนบนของชั้นดิน (ซึ่งต่อไปกลายเป็นศิลาแลง) ระหว่างนั้น น้ำฝนจะละลายเอาสารประกอบอะลูมิเนียมออกไซด์เอาไว้เมื่อถึงหน้าแล้ง น้ำใต้ดินลดระดับต่ำลง ก็พาเอาสารประกอบอะลูมิเนียมลงไปสู่ที่ต่ำ เวลานานเข้า วัสดุบริเวณด้านบนจึงมีสารประกอบเหล็กออกไซด์มากขึ้น และมักรวมกันเป็นกลุ่ม จึงเกิดเป็นโพรงว่างเป็นทางให้น้ำใต้ดินซึมขึ้นลงได้ง่ายขึ้น และชะสารประกอบอะลูมิเนียมออกไซด์ออกไปเร็วด้วย ทำให้ศิลาแลงมีลักษณะเด่น คือ มีรูพรุนทั่วไป และเนื้อเป็นสารประกอบเหล็กออกไซด์มากกว่าอะลูมิเนียมออกไซด์[2]

4.2 ศิลาแลงที่เกิดจากการสะสมตะกอน

ตะกอนในที่นี้หมายถึง เศษหิน กรวด ทราย และดินเหนียว หรืออาจเป็นศิลาแลงที่เกิดขึ้นมาก่อนแล้วแตกหักผุพัง ตะกอนเหล่านี้เมื่อผุพัง หรือถูกกัดเซาะหลุดออกจากพื้นที่เดิมก็จะถูกพัดพาไปสะสมตัว ณ ที่ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่า ดังภาพที่ 11 ต่อจากนั้นกระบวนการเกิดศิลาแลงจากการเปลี่ยนแปลงของอากาศและระดับน้ำบาดาล ได้เปลี่ยนแปลงสภาพตะกอนที่ทับถมกันอยู่นั้นให้เป็นศิลาแลง ตะกอนที่ผุพังส่วนมากจะถูกเปลี่ยนสภาพด้วยสารละลายของแร่เหล็ก แต่บางครั้งแร่ควอตซ์และ หินที่มีความต้านทานอาจจะ เหลืออยู่เป็นก้อนกรวดขนาดต่าง ๆ ห้อมล้อมหรือเชื่อมประสานเป็นชั้นแข็งด้วยสารละลายเหล็กและแมงกานีส จึงอาจเรียกชื่อตามลักษณะรูปแบบที่เห็นนี้ว่า ศิลาแลงกรวด (gravelly Laterite) กระบวนการเกิดศิลาแลงที่สำคัญ จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลตามฤดูกาล ในฤดูฝนระดับน้ำที่มีสารละลายของแร่เหล็กจะขึ้นสูงและตกตะกอนอยู่ในระดับบน ฤดูร้อนระดับน้ำบาดาลลด สารละลายของแร่เหล็กที่มีอยู่ในน้ำก็ค่อย ๆ ลดระดับลงมาด้วย และตกตะกอนอยู่เป็นแนวชั้นล่าง (ภาพที่13)ระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงขึ้นลงเช่นนี้ เมื่อเวลาผ่านไปนาน ๆ ก็จะเกิดเป็นชั้นแข็งของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone)อยู่ ณ บริเวณนั้น[1,3]

ค่าความถ่วงจำเพาะปกติของศิลาแลง จะมีค่าอยู่ที่ 2.55 [10]

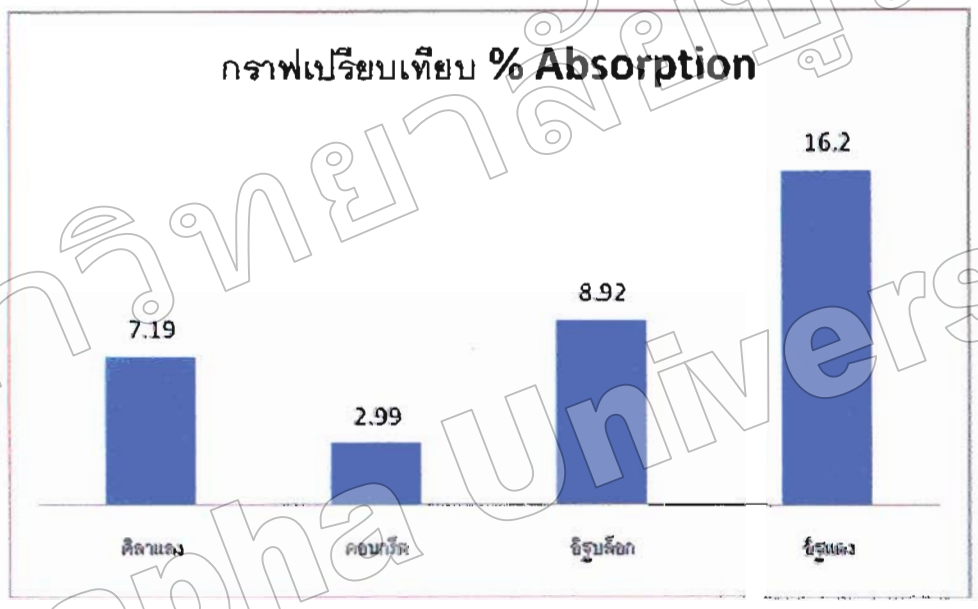
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ศิลาแลงเป็นวัสดุที่เกิดจากธรรมชาติความสามารถในการใช้งาน หรือคุณสมบัติทางวิศวกรรม จึงไม่แน่นอนเหมือนกับวัสดุที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้สอยตามวัตถุประสงค์

4.3 การดูดซึมน้ำของศิลาแลง(ABSORPTION TEST OF HARDEN LATERITE OR BRICKSTONE)[6]

ค่าการดูดซึมน้ำที่เฉลี่ยมาจากก้อนตัวอย่างที่ทำการทดลองจำนวนทั้งหมด 15 ก้อนมีเปอร์เซนต์การดูดซึมน้ำ = % Absorption Average = 7.19 %

ข้อมูลการเปรียบเทียบของการดูดซึมน้ำของศิลาแลง กับวัสดุที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบ % Absorption

จากรูปที่ จะเห็นว่าวัสดุที่มีความทึบน้ำดีที่สุดคือคอนกรีตและถ้าเปรียบเทียบกับวัสดุที่จะนำมาใช้งานในลักษณะเดียวกัน ได้แก่ ศิลาแลง อิฐบล็อก และ อิฐแดงจะพบว่าวัสดุที่มีความทึบน้ำได้ดีที่สุดคือ ศิลาแลง ซึ่งเปอร์เซนต์การดูดซึมน้ำน้อยก็จะทำให้วัสดุนั้นมีความระเอียดตามเปอร์เซนต์ร้อยละของวัสดุนั้นๆวัสดุที่มีความละเอียดมาก ก็จะทำให้วัสดุนั้นมีความแข็งแรงขึ้นด้วย

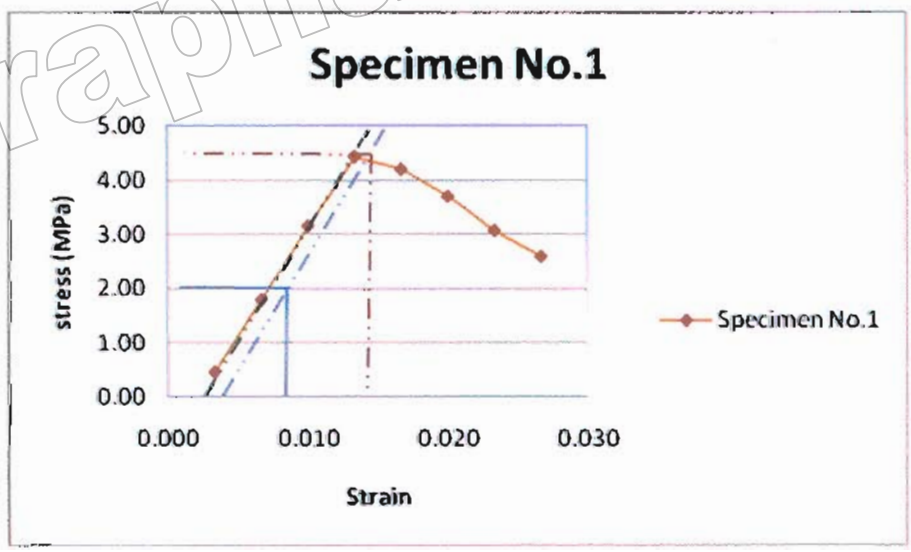
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.4 การรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง (Compression Test Harden Laterite or Brickstone) จำนวน 20 ตัวอย่างได้ผลดังนี้

ในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของการทดสอบ Compress Test ยังได้ค่า Modulus of Elasticity

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.1				
Load (N)	Def°(mm)	Stress(MPa)	Strain	Stress Max (MPa)
10300	0.5	0.458	0.003	4.53
40200	1	1.787	0.007	
70900	1.5	3.151	0.010	
99700	2	4.431	0.013	
94600	2.5	4.204	0.017	
83500	3	3.711	0.020	
69000	3.5	3.067	0.023	
58300	4	2.591	0.027	



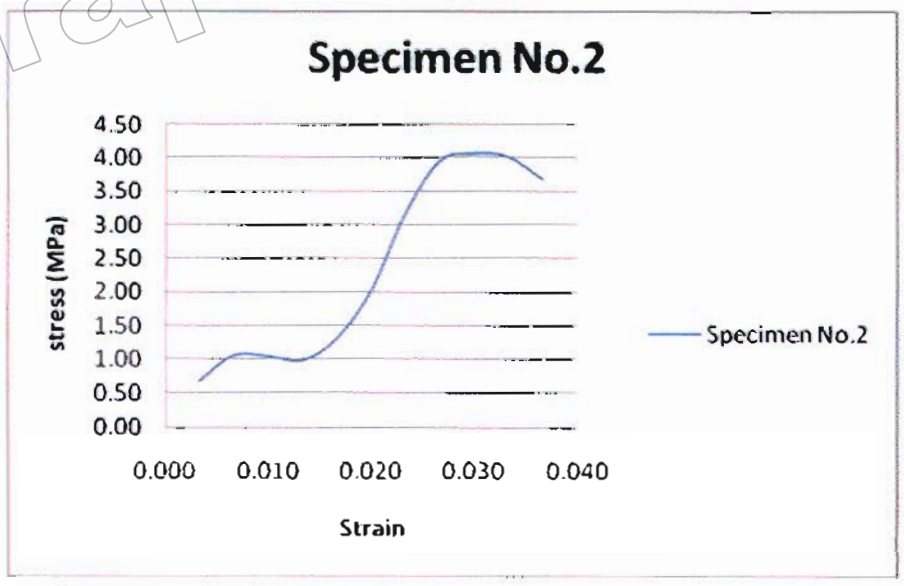
รูปที่ 4.2 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 1

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากรูปที่ 4.1 จะได้ค่า Stress Max อยู่ที่ 4.5 MPa และในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับStrain เราจะได้ค่า $E = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{4.5 - 2}{0.014 - 0.007} = 357.14$ MPa

ตารางที่ 4.2 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.2				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
15200	0.50	0.676	0.003	
23700	1.00	1.053	0.007	
23500	1.50	1.044	0.010	
22100	2.00	0.982	0.013	
29300	2.50	1.302	0.017	
45100	3.00	2.004	0.020	4.22
70900	3.50	3.151	0.023	
88700	4.00	3.942	0.027	
91300	4.50	4.058	0.030	
90200	5.00	4.009	0.033	
82700	5.50	3.676	0.037	



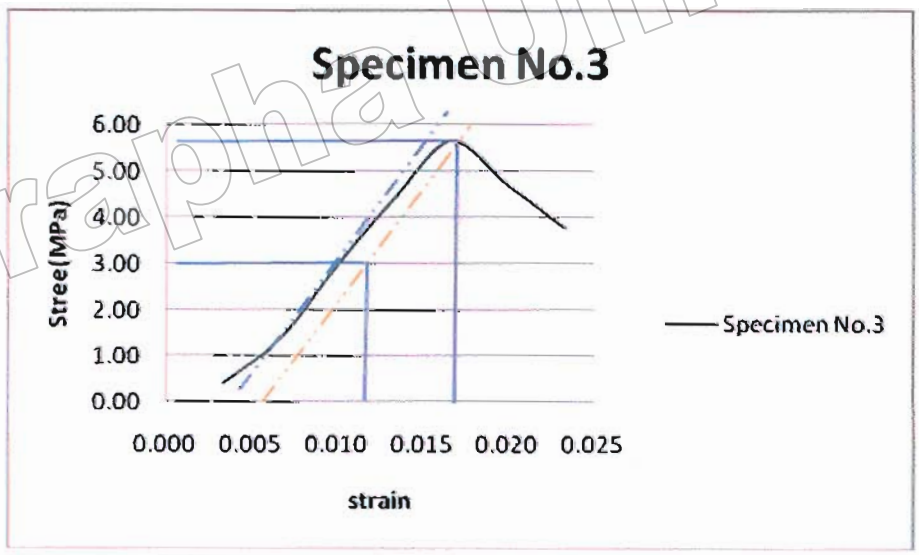
รูปที่ 4.3 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ดูจากรูปที่ 4.2 เราจะไม่นำก้อนตัวอย่างนี้มาพิจารณาเนื่องจากที่ดูจากรูปแล้วในการทดลองของก้อนตัวอย่างนี้อาจเกิดความผิดพลาด

ตารางที่ 4.3 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.3				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
9100	0.50	0.404	0.003	
30800	1.00	1.369	0.007	
66900	1.50	2.973	0.010	
99400	2.00	4.418	0.013	
127600	2.50	5.671	0.017	5.74
106500	3.00	4.733	0.020	
85300	3.50	3.791	0.023	
65400	4.00	2.907		



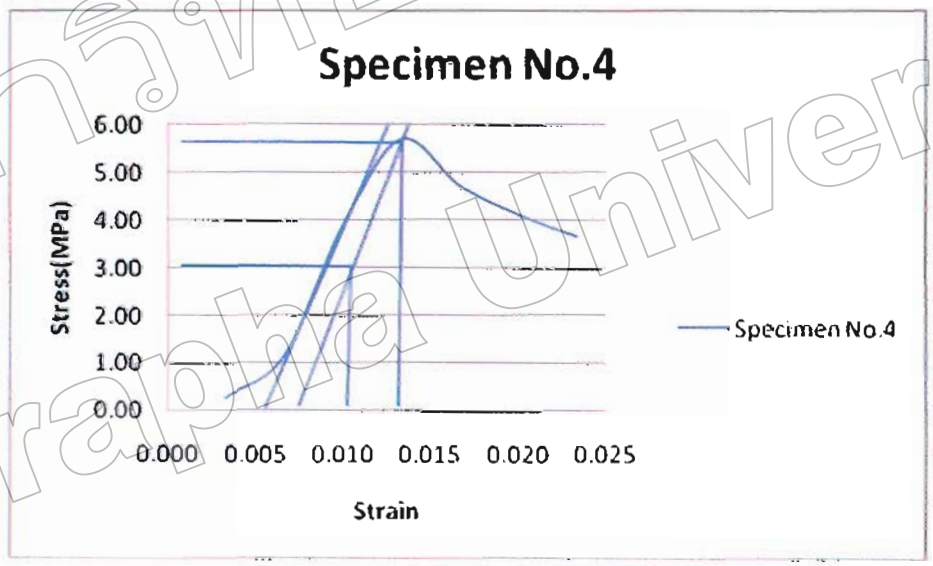
รูปที่ 4.4 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 3

จากรูปที่ 4.3 จะได้ค่า Stress Max อยู่ที่ 5.7 MPa และในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับStrain เราจะได้ค่า $E = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{5.7 - 3}{0.017 - 0.011} = 450$ MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.4 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.4				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
5500	0.50	0.244	0.003	
25100	1.00	1.116	0.007	
86700	1.50	3.853	0.010	
127900	2.00	5.684	0.013	5.74
106000	2.50	4.711	0.017	
92300	3.00	4.102	0.020	
82000	3.50	3.644	0.023	



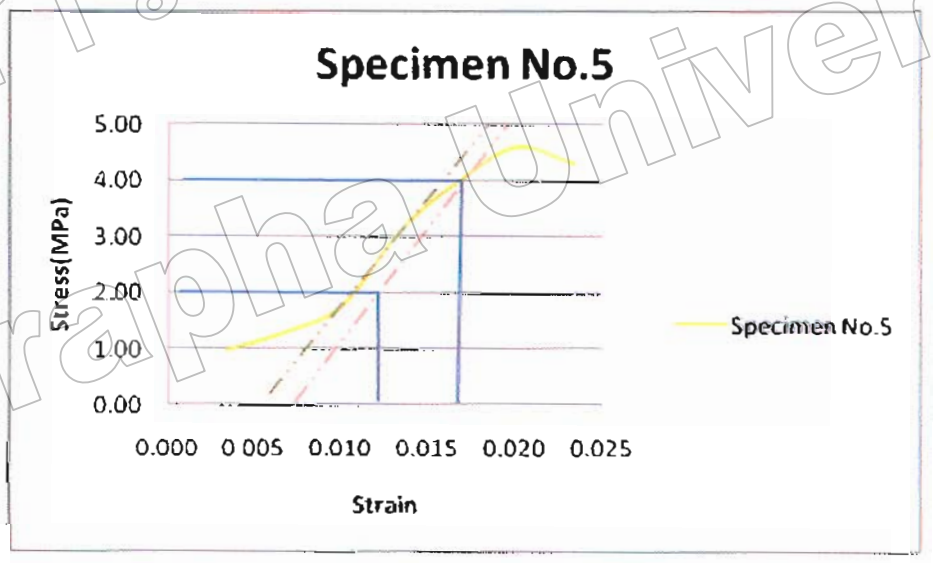
รูปที่ 4.5 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 4

จากรูปที่ 4.4 จะได้ค่า Stress Max อยู่ที่ 5.7 MPa และในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับStrain เราจะได้ค่า $E = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{5.7 - 3}{0.0135 - 0.01} = 771.4$ MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.5 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.5				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
21600	0.50	0.960	0.003	
28700	1.00	1.276	0.007	
39700	1.50	1.764	0.010	
69800	2.00	3.102	0.013	4.65
89700	2.50	3.987	0.017	
103500	3.00	4.600	0.020	
96700	3.50	4.298	0.023	



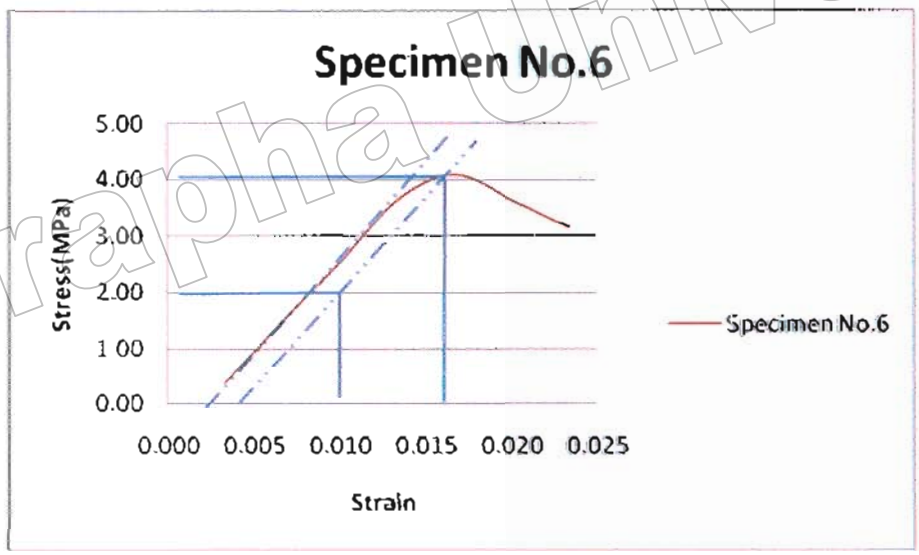
รูปที่ 4.6 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 5

จากรูปที่ 4.5 จะได้ค่า Stress Max อยู่ที่ 4.65 MPa และในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain เราจะได้ค่า $E = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{4-2}{0.016-0.011} = 400$ MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.6 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.6				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
8900	0.50	0.396	0.003	
33700	1.00	1.498	0.007	
57300	1.50	2.547	0.010	
82100	2.00	3.649	0.013	4.12
92300	2.50	4.102	0.017	
82300	3.00	3.658	0.020	
71200	3.50	3.164	0.023	



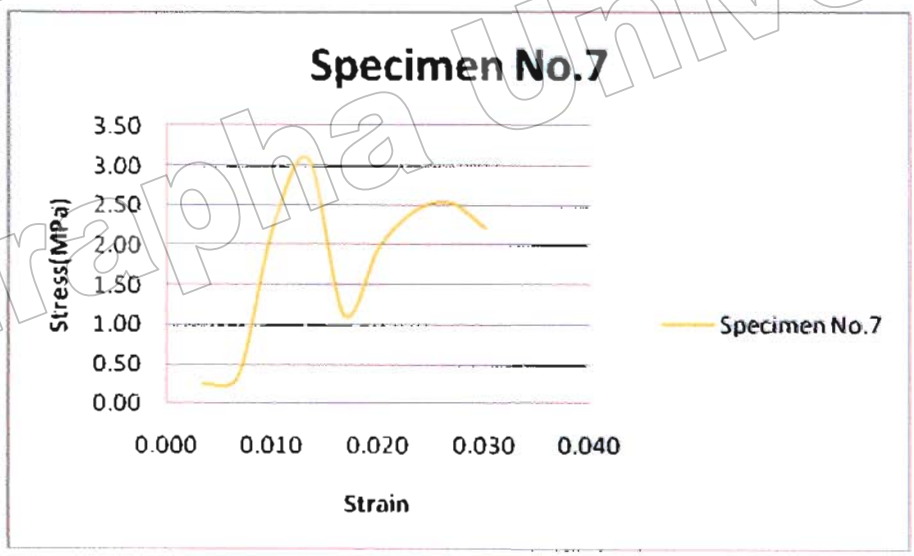
รูปที่ 4.7 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 6

จากรูปที่ 4.6 จะได้ค่า Stress Max อยู่ที่ 4.12 MPa และในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain เราจะได้ค่า $E = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{4.1-2}{0.0155-0.009} = 323.1$ MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.7 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.7				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
5800	0.50	0.258	0.003	
7700	1.00	0.342	0.007	
50300	1.50	2.236	0.010	
69000	2.00	3.067	0.013	
25400	2.50	1.129	0.017	2.68
44500	3.00	1.978	0.020	
54600	3.50	2.427	0.023	
56900	4.00	2.529	0.027	
49700	4.50	2.209	0.030	



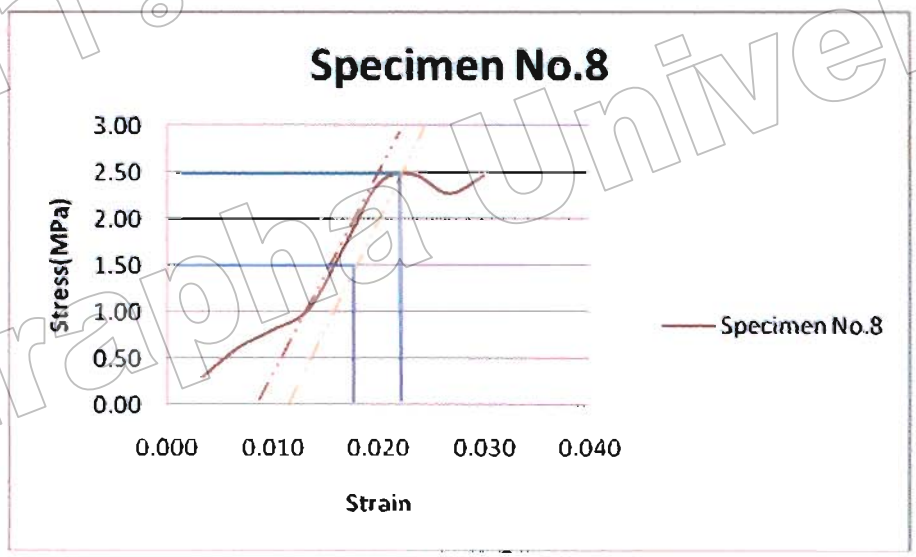
รูปที่ 4.8 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 7

ดูจากรูปที่ 4.7 เราจะไม่นำก้อนตัวอย่างนี้มาพิจารณาเนื่องจากที่ดูจากรูปแล้วในการทดลองของก้อนตัวอย่างนี้อาจเกิดความผิดพลาด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.8 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.8				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
6800	0.50	0.302	0.003	
13800	1.00	0.613	0.007	
18200	1.50	0.809	0.010	
23100	2.00	1.027	0.013	
37900	2.50	1.684	0.017	2.65
53500	3.00	2.378	0.020	
55700	3.50	2.476	0.023	
51100	4.00	2.271	0.027	
55500	4.50	2.467	0.030	



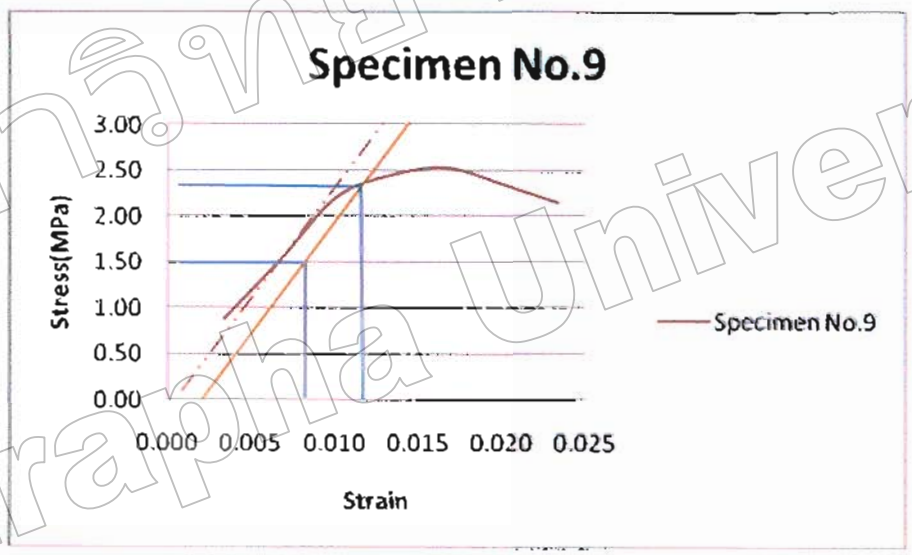
รูปที่ 4.9 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 8

จากรูปที่ 4.6 จะได้ค่า Stress Max อยู่ที่ 2.65 MPa และในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain เราจะได้ค่า $E = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{2.5 - 1.5}{0.021 - 0.016} = 200$ MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.9 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.9				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
19800	0.50	0.880	0.003	
34200	1.00	1.520	0.007	
49500	1.50	2.200	0.010	
55100	2.00	2.449	0.013	2.71
56800	2.50	2.524	0.017	
52700	3.00	2.342	0.020	
48200	3.50	2.142	0.023	



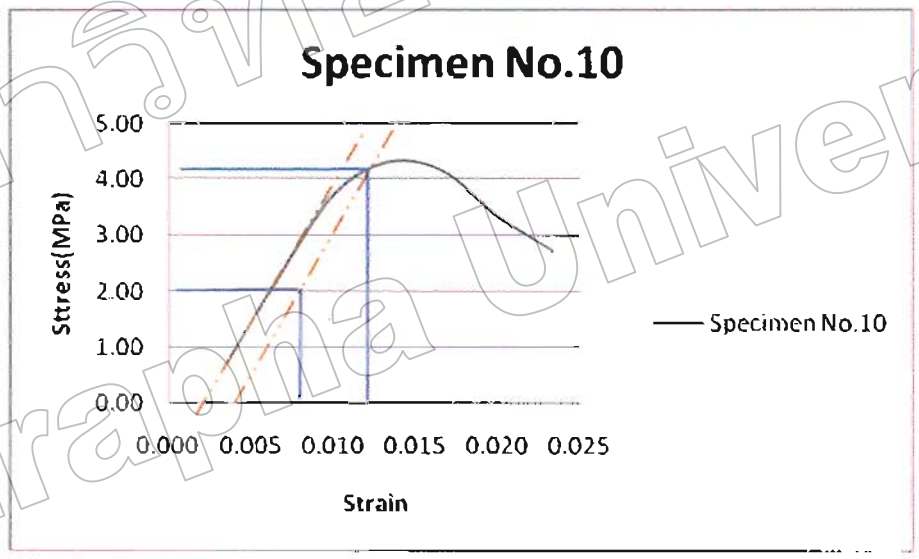
รูปที่ 4.10 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 9

จากรูปที่ 4.9 จะได้ค่า Stress Max อยู่ที่ 2.71 MPa และในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain เราจะได้ค่า $E = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{2.4 - 1.5}{0.011 - 0.007} = 225$ MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.10 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.10				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
14000	0.50	0.622	0.003	
50500	1.00	2.244	0.007	
83600	1.50	3.716	0.010	
96800	2.00	4.302	0.013	4.49
93100	2.50	4.138	0.017	
75000	3.00	3.333	0.020	
61100	3.50	2.716	0.023	



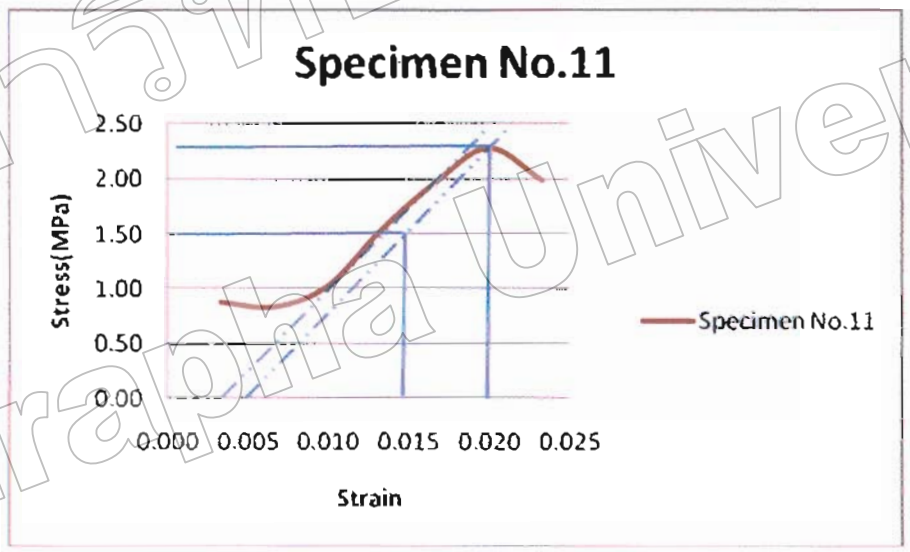
รูปที่ 4.11 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 10

จากรูปที่ 4.10 จะได้ค่า Stress Max อยู่ที่ 4.49 MPa และในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain เราจะได้ค่า $E = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{4.1-2}{0.012-0.007} = 420$ MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.11 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.11				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
19700	0.50	0.876	0.003	
18700	1.00	0.831	0.007	
23000	1.50	1.022	0.010	
34500	2.00	1.533	0.013	2.28
44100	2.50	1.960	0.017	
51200	3.00	2.276	0.020	
44600	3.50	1.982	0.023	



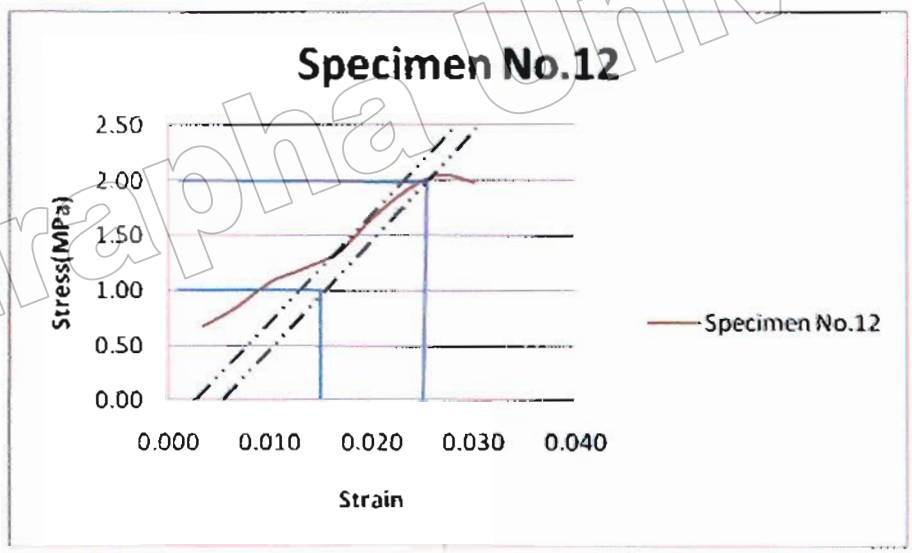
รูปที่ 4.12 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 11

จากรูปที่ 4.11 จะได้ค่า Stress Max อยู่ที่ 2.28 MPa และในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain เราจะได้ค่า $E = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{2.35 - 1.5}{0.02 - 0.0145} = 154.5$ MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.12 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.12				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
15100	0.50	0.671	0.003	
19000	1.00	0.844	0.007	
24200	1.50	1.076	0.010	
27000	2.00	1.200	0.013	
30300	2.50	1.347	0.017	2.19
37200	3.00	1.653	0.020	
42900	3.50	1.907	0.023	
46100	4.00	2.049	0.027	
44600	4.50	1.982	0.030	



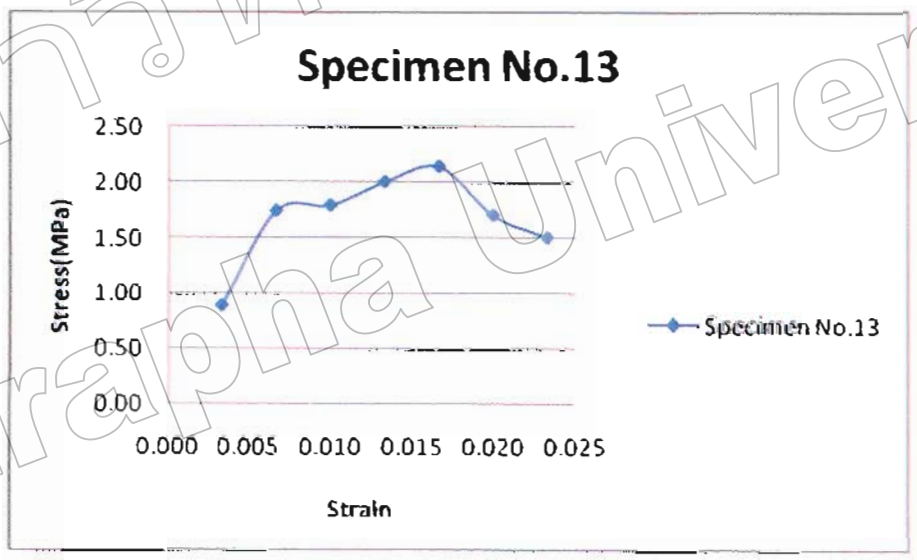
รูปที่ 4.13 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 12

จากรูปที่ 4.12 จะได้ค่า Stress Max อยู่ที่ 2.19 MPa และในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain เราจะได้ค่า $E = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{2-1}{0.025-0.014} = 90.9$ MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.13 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.13				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
20000	0.50	0.889	0.003	
39100	1.00	1.738	0.007	
40200	1.50	1.787	0.010	
44900	2.00	1.996	0.013	2.30
48000	2.50	2.133	0.017	
38200	3.00	1.698	0.020	
33700	3.50	1.498	0.023	



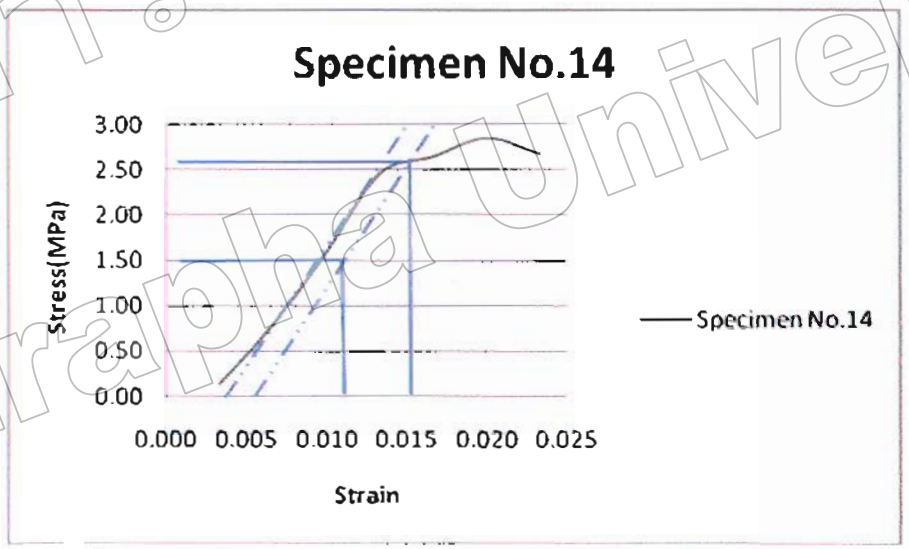
รูปที่ 4.14 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 13

ดูจากรูปที่ 4.13 เราจะไม่นำก้อนตัวอย่างนี้มาพิจารณาเนื่องจากที่ดูจากรูปแล้วในการทดลองของก้อนตัวอย่างนี้อาจเกิดความผิดพลาด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.14 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.14				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
3000	0.50	0.133	0.003	
17700	1.00	0.787	0.007	
35600	1.50	1.582	0.010	
55100	2.00	2.449	0.013	2.97
59300	2.50	2.636	0.017	
63900	3.00	2.840	0.020	
60100	3.50	2.671	0.023	



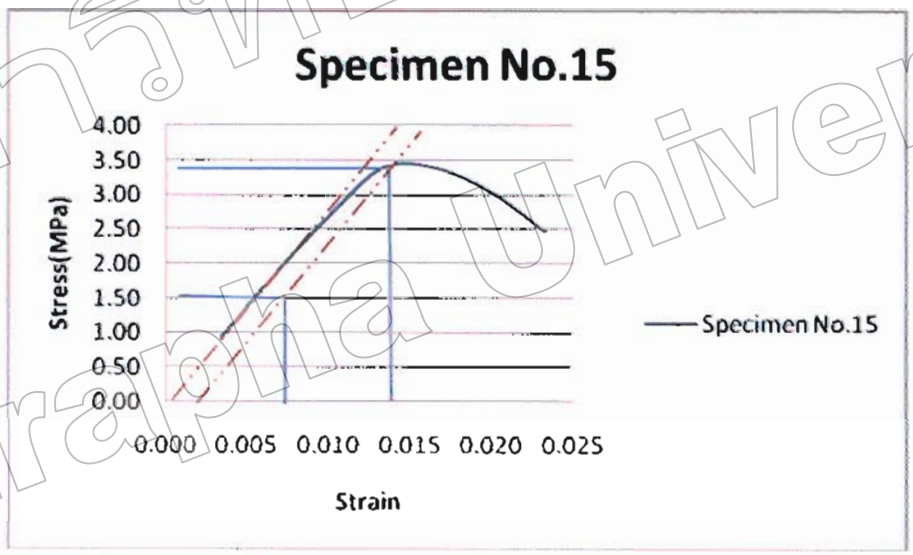
รูปที่ 4.15 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 14

จากรูปที่ 4.14 จะได้ค่า Stress Max อยู่ที่ 2.97 MPa และในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain เราจะได้ค่า $E = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{2.51 - 1.5}{0.015 - 0.0105} = 224.4$ MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.15 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.15				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
20500	0.50	0.911	0.003	
41600	1.00	1.849	0.007	
60500	1.50	2.689	0.010	
76400	2.00	3.396	0.013	3.46
76200	2.50	3.387	0.017	
68600	3.00	3.049	0.020	
55700	3.50	2.476	0.023	



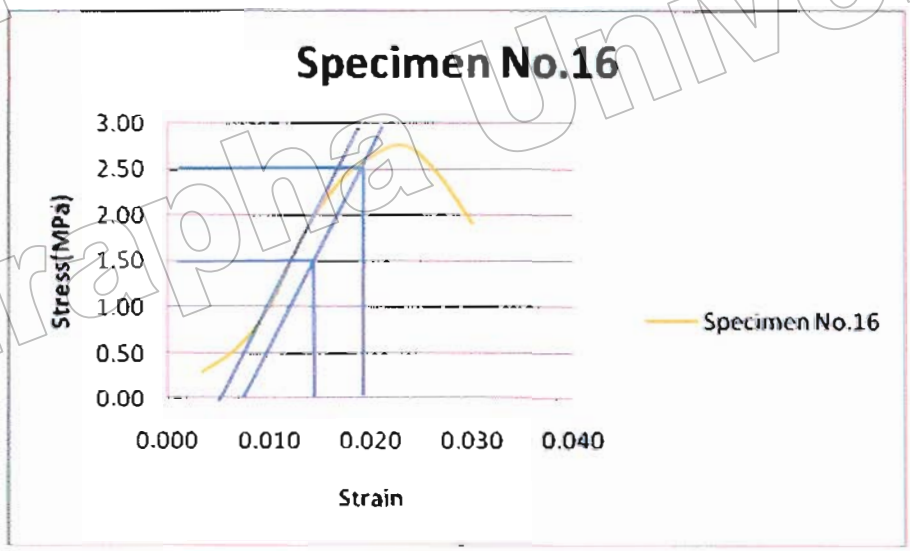
รูปที่ 4.16 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 15

จากรูปที่ 4.15 จะได้ค่า Stress Max อยู่ที่ 3.46 MPa และในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain เราจะได้ค่า $E = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{3.46 - 1.5}{0.014 - 0.007} = 280$ MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.16 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.16				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
6700	0.50	0.298	0.003	
12300	1.00	0.547	0.007	
22600	1.50	1.004	0.010	
39900	2.00	1.773	0.013	
52600	2.50	2.338	0.017	2.91
59400	3.00	2.640	0.020	
62200	3.50	2.764	0.023	
55000	4.00	2.444	0.027	
43100	4.50	1.916	0.030	



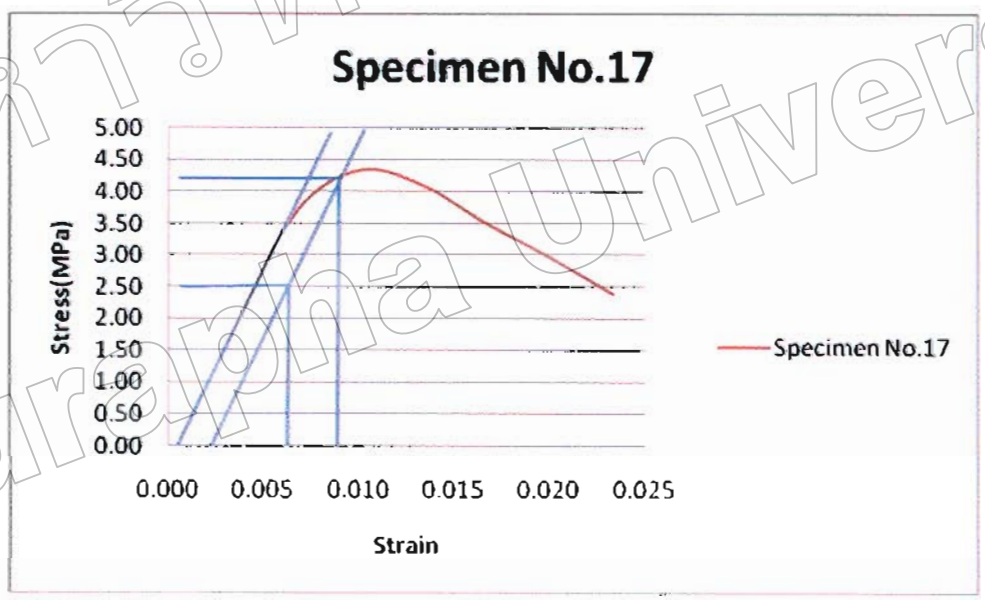
รูปที่ 4.17 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 16

จากรูปที่ 4.15 จะได้ค่า Stress Max อยู่ที่ 2.91 MPa และในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain เราจะได้ค่า $E = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{2.5 - 1.5}{0.0195 - 0.006} = 74.1$ MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.17 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.17				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
39100	0.50	1.738	0.003	
82600	1.00	3.671	0.007	
97500	1.50	4.333	0.010	
92300	2.00	4.102	0.013	4.37
78800	2.50	3.502	0.017	
66800	3.00	2.969	0.020	
53700	3.50	2.387	0.023	



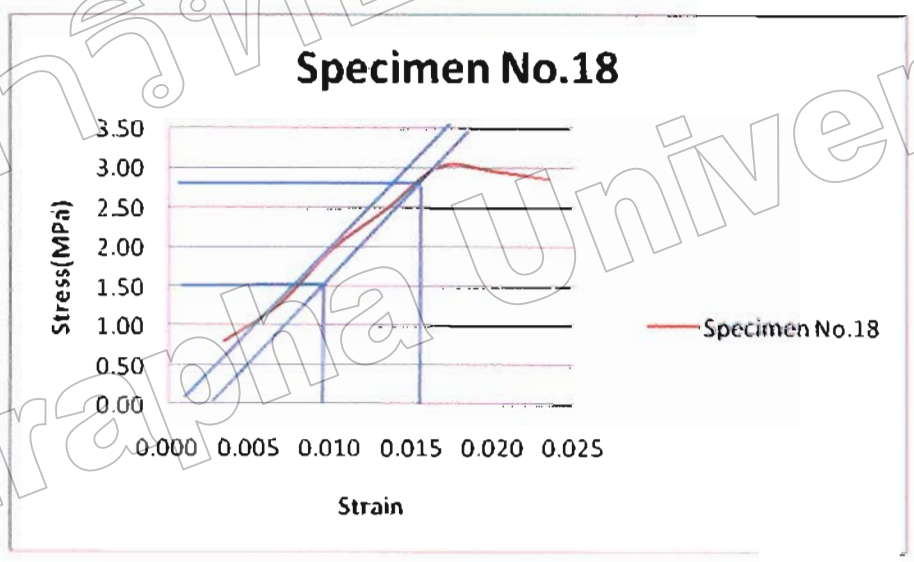
รูปที่ 4.18 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 17

จากรูปที่ 4.17 จะได้ค่า Stress Max อยู่ที่ 4.37 MPa และในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain เราจะได้ค่า $E = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{4.35 - 2.5}{0.009 - 0.006} = 616.6$ MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.18 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.18				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
18100	0.50	0.804	0.003	
28300	1.00	1.258	0.007	
44500	1.50	1.978	0.010	
55800	2.00	2.480	0.013	3.10
68100	2.50	3.027	0.017	
66700	3.00	2.964	0.020	
64400	3.50	2.862	0.023	



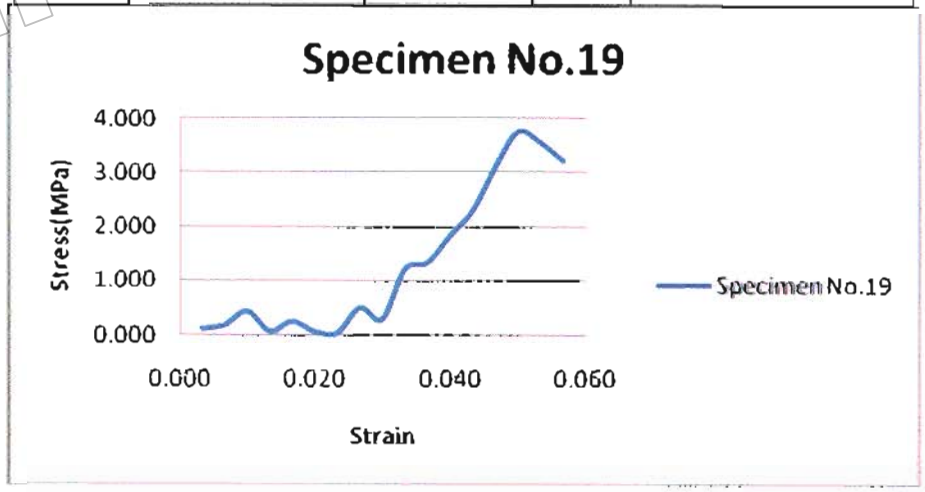
รูปที่ 4.19 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 18

จากรูปที่ 4.18 จะได้ค่า Stress Max อยู่ที่ 3.10 MPa และในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain เราจะได้ค่า $E = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{2.58 - 1.5}{0.015 - 0.008} = 154.28$ MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.19 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.19				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
2700	0.50	0.120	0.003	
4200	1.00	0.187	0.007	
9800	1.50	0.436	0.010	
1700	2.00	0.076	0.013	
5700	2.50	0.253	0.017	
1600	3.00	0.071	0.020	
1000	3.50	0.044	0.023	
11200	4.00	0.498	0.027	
6600	4.50	0.293	0.030	3.10
27300	5.00	1.213	0.033	
30000	5.50	1.333	0.037	
41200	6.00	1.831	0.040	
51600	6.50	2.293	0.043	
69600	7.00	3.093	0.047	
84200	7.50	3.742	0.050	
79600	8.00	3.538	0.053	
72100	8.50	3.204	0.057	



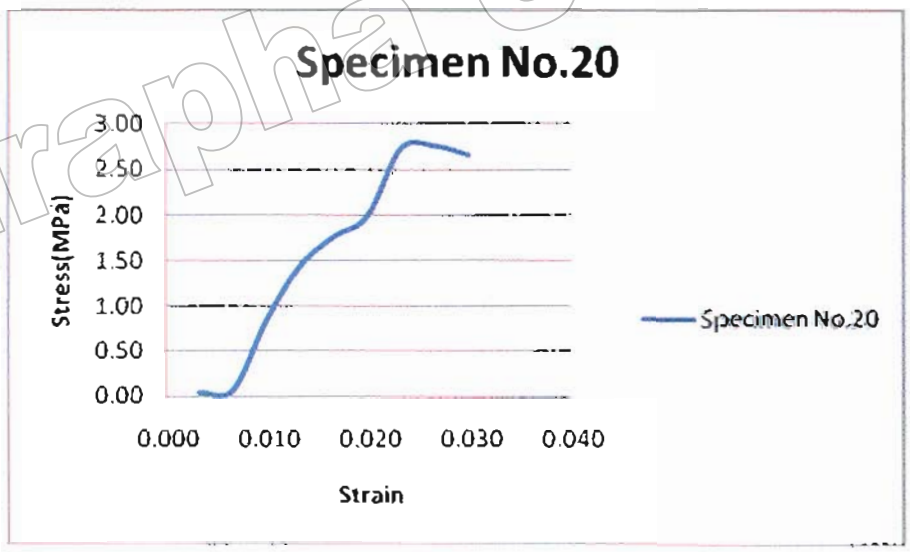
รูปที่ 4.20 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 19

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ดูจากรูปที่ 4.19 เราจะไม่นำก้อนตัวอย่างนี้มาพิจารณาเนื่องจากที่ดูจากรูปแล้วในการทดลองของก้อนตัวอย่างนี้อาจเกิดความผิดพลาด

ตารางที่ 4.20 บันทึกผลการทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง

Specimen No.20				
Load (N)	Deformation(mm)	Stress(MPa)	Strain	Minimum Stress(MPa)
1000	0.50	0.044	0.003	
1600	1.00	0.071	0.007	
19000	1.50	0.844	0.010	
32500	2.00	1.444	0.013	
39600	2.50	1.760	0.017	3.10
44600	3.00	1.982	0.020	
61200	3.50	2.720	0.023	
61800	4.00	2.747	0.027	
59600	4.50	2.649	0.030	



รูปที่ 4.21 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของก้อนตัวอย่างที่ 20

ดูจากรูปที่ 4.20 เราจะไม่นำก้อนตัวอย่างนี้มาพิจารณาเนื่องจากที่ดูจากรูปแล้วในการทดลองของก้อนตัวอย่างนี้อาจเกิดความผิดพลาด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากการทดลองการรับกำลังอัดของศิลาแลงจะได้ค่า Minimum Stress(MPa)มีค่าอยู่ระหว่าง 2.19 ถึง 5.74 MPa และได้ค่า E อยู่ที่ 74.1 ถึง 771.4 MPa

Minimum Stress Average = 3.46 MPa

E Average = 316.09 MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

4.5 การหาค่าแรงดัดของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone) FLEXURAL STRENGTH OF Harden Laterite or Brickstone [6,8]

ตารางที่ 4.21 บันทึกผลการทดลอง Data Monitor Determination:

Data Test (UTM)					
No.	Weight (Kg.)	Dimension of Specimen (mm)			
		B (mm)	H (mm)	Max Load (N)	Stress(MPa)
1	17.3	96.9	154.9	4540	1.05
2	17.2	106	147.5	3130	0.07
3	17	103.6	158.9	3070	0.06
4	17	99.9	144.1	4410	0.11
5	17.1	102.8	149	3330	0.08
6	16.9	100.9	156	3560	0.08
7	17.3	105.5	150.4	3100	0.07
8	16.4	103.9	154.4	1120	0.02
9	17.7	102.6	160.7	740	0.02
10	15.7	100.8	151.9	2970	0.07
11	17.4	98.3	159.1	6740	0.15
12	17.3	101.3	154.4	3060	0.07
13	18.4	103.3	157.2	4780	0.10
14	16.6	97.2	152.3	4030	0.10
15	17	105.2	154.8	4360	0.09
16	17.2	107.4	147.1	3790	0.09
17	17.7	103.8	155.5	4370	0.09
18	17.2	104.5	154.9	3260	0.07
19	16.8	100.6	159.2	2520	0.05
20	18.4	103.3	152	5120	0.12

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รายการคำนวณตำปหน่งหน้าตัดที่วิบัติกำลังรับแรงดัดหรือโมดูลัสการแตกหักจากสมการดังนี้

$$\sigma_f = \frac{Mc}{I} = \frac{3PL}{2bh^2}$$

รายการคำนวณ ยกตัวอย่างตัวอย่างทดสอบที่ 1

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bh^2} = \frac{3(4540)(450)}{2(96.9)(154.9^2)} = 1.05 \text{ MPa}$$

Minimum Stress Average = 0.13 MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

4.6 การหาค่าแรงเฉือนของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone) SHEREFORCE TEST OF Harden Laterite or Brickstone [6,8,10]

ตารางที่ 4.22 บันทึกผลการทดลอง

Item	Weight (g.)	Shear area (mm)	Maximum shear Force (N)	stress (MPa)
1	276.5	1479	1010	0.68
2	232.6	1404	1120	0.80
3	257.8	1275	1300	1.02
4	200.7	1222	860	0.70
5	259.2	1300	970	0.75
6	215	1269	1030	0.81
7	226.1	1150	670	0.58
8	193	1410	550	0.39
9	288.7	1275	890	0.70
10	203	1188	570	0.48

ตัวอย่างการคำนวณ ตัวอย่างที่ 1

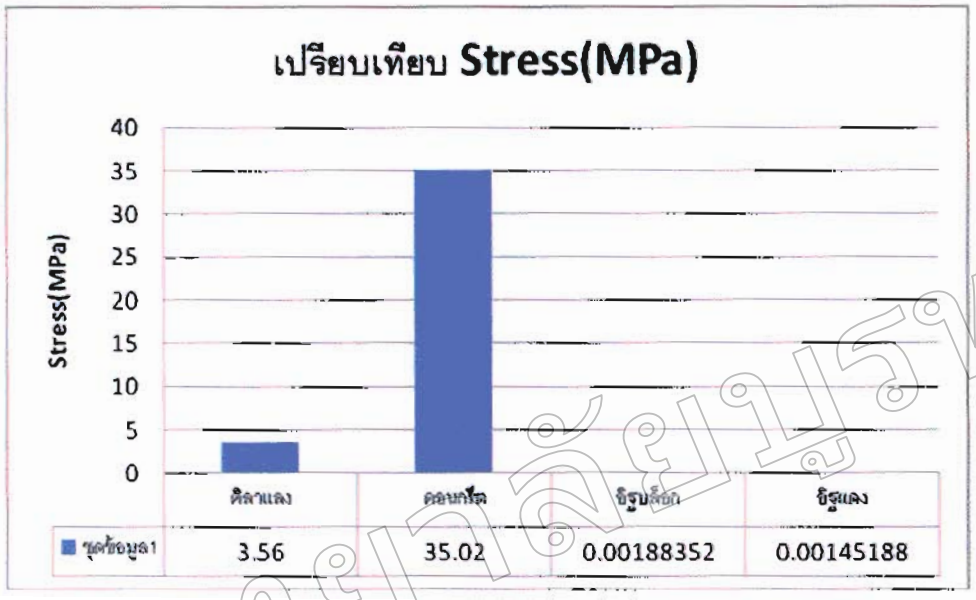
Shear Strength of ศิลาแลง

$$\text{Shear Strength} = \frac{Load}{Area} = \frac{1010}{1497} = 0.68 \text{ MPa}$$

Shear Strength Average = 0.69 MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.7 การเปรียบเทียบกำลังอัดของศิลาแลง กับวัสดุที่แตกต่างกัน



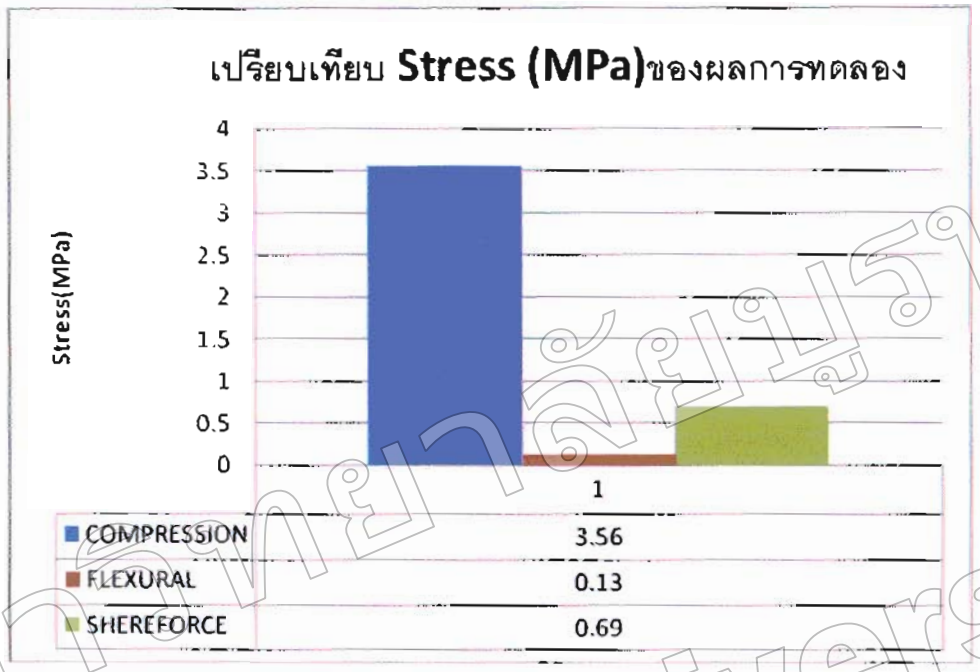
รูปที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบ Stress กับคอนกรีต, อิฐบล็อคและอิฐมอญ

จากรูป คอนกรีตจะสามารถ รับกำลังได้สูงสุด และลองลงมาก็เป็นศิลาแลง อิฐบล็อก และอิฐแดงตามลำดับ จากรูปที่ ที่มีความดูดซึมน้ำที่น้อยก็จะทำให้มีกำลังเพิ่มขึ้นด้วยตามลำดับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.8 การรับกำลังของศิลาแลงในลักษณะที่ต่างกัน

การเปรียบเทียบ Stress ลักษณะการรับกำลังของวัสดุ การใช้วัสดุศิลาแลงที่ให้ได้ค่าคุณสมบัติสูงสุดควรเลือกคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่สามารถรับกำลังให้ได้กำลังที่สูงที่สุด



รูปที่ 4.23 เปรียบเทียบค่า Stress ของแต่ละผลการทดลอง

ดิดเป็นร้อยละเทียบกับ ค่าCompression

Flexural จะได้ = 3.56% ของ Compression

Shereforce จะได้ = 19.38 ของ Compression

ซึ่งการเลือกใช้งานควรที่จะเลือกใช้ในการรับรงอัดมากที่สุด จึงจะดีที่สุดต่อการเลือกใช้วัสดุมาใช้ในงานก่อสร้าง เช่น จำพวกเสา ผนัง ไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นคานเพราะจะสามารถรับได้แค่ 3.56% ของแรงอัด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 5 สรุปผล

จากรูปที่ 4.1 ในส่วนของผนังถ้านำศิลาแลงมาทำผนัง ศิลาแลงจะสามารถดูดซึมน้ำได้น้อยที่สุดไม่นับคอนกรีต ส่วนข้อเสียของศิลาแลงคือศิลาแลงเป็นวัสดุที่เกิดจากธรรมชาติก่อนที่จะนำมาใช้งานได้จะต้องนำมาตบแต่งเพื่อให้เข้ากับลักษณะงานก่อนเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน

จากผลการทดลองพบว่า ศิลาแลงมีค่ากำลังอัดมากพอที่จะนำมาใช้เป็นส่วนของผนังอาคารที่ให้รับน้ำหนักของหลังคาได้ แต่ไม่เหมาะที่ใช้เป็นส่วนของอาคารที่รับโมเมนต์ดัด ทั้งนี้หน่วยแรงดัดสูงสุดโดยเฉลี่ยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.57-3.7 ส่วนกำลังเฉือนของศิลาแลงที่ทดสอบพบว่ามีค่าค่อนข้างสูงทำให้การใช้งานในการก่อสร้างมีความเหมาะสม

ในบทนี้ ผลการทดลองหน่วยแรงดัดปรากฏว่าสามารถเขียนกราฟระหว่าง ระยะโก่งกับหน่วยแรงดัดได้ แสดงว่าศิลาแลงตัวอย่างที่ทดสอบมีกำลังดึงอยู่ด้วย (Tensile strength) แต่ในการงานก่อสร้างเราจะไม่ใช้คุณสมบัติส่วนนี้มาคำนวณ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เอกสารอ้างอิง

1. Maignien,R. Review of research on laterites Net. Resonr. Res UNESCO , Paris 148 P., 1966.

2. http://deaw12.exteen.com/20080824/laterite/ January, 2010

3. http:// www3.ipst.ac.th/secondsci/fileslknowledge/laterite.htm, January, 2010

4. ASTM Standard C 170 90 Standard Test Method for Compressive Strength of Dimension Stone[1],1999

5. นางสาวจงกลนี วรรณเพ็ญสกุล , สมบัติทางเคมีและวิทยาของดินที่มีศิลาแลงและศิลาแลงอ่อนในภาคเหนือของประเทศไทย โดย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545, P 43-105

6. รศ.สุกิจ นามพิชญ์, คู่มือการทดลองเล่มที่ 2 การทดสอบวิศวกรรมโยธา (Materials Testing in civil Engineering. CivilLabPro Version 1.0 งบวิจัย งบประมาณ 2547- 2548, P.178-186

7. ASTM Standard C 121 – 90 Standard Test Method for Water Absorption of Slate[1],1999

8. ASTM Standard C 293-79 Standard testing Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Center – Point Loading), 1999

9. ผศ. ดร. สิทธิชัย แสงอาทิตย์, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมกราคม , 2545, P.5-14

10. B.M. Sunil, Sitaram Nayak, S. Shrihari , Effect of pH on the geotechnical properties of laterite , Engineering Geology,2005, P 198.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของศิลาแลงในเขตจังหวัดปราจีนบุรี

Engincering Charac terization of Harden Laterite or Brickstone in the Prajeenburi provincc

ชื่อนิสิต : นาย สุนทร สมประมัย และนาย โยธิน จันทกานนท์

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ประวัติศิริ ตั้งวัฒนากุล

ภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทคัดย่อ

ศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone) เป็นวัสดุก่อสร้างที่ได้จากธรรมชาติ ในโครงการนี้จะศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของศิลาแลงที่ได้จากแหล่งผลิตในจังหวัดปราจีนบุรี เพื่อใช้เป็นวัสดุก่อสร้างอาคารต่างๆ การทดสอบในห้องปฏิบัติการจะทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำของตัวอย่างศิลาแลงและทำการทดสอบหากำลังอัด (Compressive Strength) การทดสอบการดัด (Flexural Tests) และการทดสอบการเฉือน (Shear Strength) ของก้อนตัวอย่างทดลอง ในโครงการนี้จะเปรียบเทียบคุณสมบัติของศิลาแลงกับอิฐมอญและคอนกรีตบล็อค

คำสำคัญ : ศิลาแลง ; การดูดซึม ; กำลังอัด ; กำลังดัด ; หน่วยแรงเฉือน

บทที่1

บทนำ

1.1 ปัญหาและที่มา

ในปัจจุบันการก่อสร้างได้เปลี่ยนวิวัฒนาการในการใช้วัสดุที่ทันสมัยจากยุคโบราณ เช่นโครงสร้างที่เป็น

คอนกรีตเสริมเหล็ก โครงสร้างที่เป็นเหล็ก คุณสมบัติที่นำมาใช้งานนี้ความสามารถทางวิศวกรรม เป็นที่ยอมรับแบบสากล วัสดุที่เราใช้ในการก่อสร้างทุกวันนี้ก็มีต้นทุนที่สูงเพราะในการผลิตมีกระบวนการที่ยุ่งยากอย่างการถลุงเหล็กเพื่อนำมาเป็นเหล็กเสริมคอนกรีต หรือเพื่อนมาใช้เป็นโครงสร้างเหล็ก

ด้วยเหตุนี้ถ้าเราก่อสร้างโดยใช้วัสดุตามท้องถิ่นที่มีวัสดุรองรับก็จะทำให้การก่อสร้างมีงบประมาณการก่อสร้างที่ลดลง ในยุคโบราณสิ่งก่อสร้างที่เราเห็นกันอยู่ทุกวันนี้ และยังมีโครงสร้างที่แข็งแรง เราจะเห็นว่าวัสดุที่นำมาใช้งาน ก็เป็น หินศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone) และยังพบว่า หินศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone) นี้มีใช้ตั้งแต่ในอดีต ไม่ได้ใช้แค่ประเทศไทยอย่างเดียวต่างประเทศก็นำวัสดุนี้มาใช้ในการก่อสร้างเหมือนกัน

แหล่งของศิลาแลงที่ได้ทำการศึกษาอยู่ในเขตของจังหวัดปราจีนบุรีและยังพบว่าแหล่งที่มีการผลิตวัตถุดิบศิลาแลงได้มีการนำศิลาแลงมาทำการก่อสร้างเป็นบ้านพักอาศัยมากมายไม่ได้นำมาเป็นวัสดุปูทางเท้าอย่างเดียวได้มีการนำมาทำเป็นวัสดุก่อสร้างบ้านเรือนอาคารโดยการนำศิลาแลงมาก่อเป็นกำแพงบ้าน นำมาก่อเป็นกำแพงทั้งวัดหรือ แม้แต่บ้านเรือนที่พักอาศัย

การศึกษาโครงงานนี้ จะได้ทราบถึงลักษณะทางวิศวกรรมของศิลาแลงเพิ่มมากขึ้นและจะได้ใช้ประโยชน์จากวัสดุที่มีอยู่แล้วได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และเลือกใช้ได้อย่างถูกต้อง

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเกี่ยวกับคุณสมทางวิศวกรรมของศิลาแลงจากแหล่งที่มีอยู่ในจังหวัดปราจีนบุรี

1.3 ขอบเขตและการศึกษา

- ศึกษากำลังรับแรงอัดในแกนตั้งฉากของศิลาแลง ของจังหวัดปราจีนบุรี
- ศึกษาความสามารถการดูดซึมน้ำของศิลาแลง ของจังหวัดปราจีนบุรี
- ศึกษาความสามารถการรับแรงดัดของศิลาแลง ของจังหวัดปราจีนบุรี
- ศึกษาความสามารถการรับแรงเฉือนของศิลาแลง ของจังหวัดปราจีนบุรี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของศิลาแลงจากแหล่งศิลาแลงในจังหวัดปราจีนบุรี
2. ได้เปรียบเทียบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของศิลาแลงจากแหล่งศิลาแลงในจังหวัดปราจีนบุรี กับอิฐมอญ และอิฐบล็อคคอนกรีต

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงลักษณะการเกิดศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone) แลงและอธิบายถึงสมการที่เกี่ยวข้องใช้คำนวณในการทดลองของศิลาแลงนี้

ศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone) จึงเป็นผลิตผลจากการเปลี่ยนสภาพของหินชนิดต่าง ๆ ซึ่งหินแต่ละชนิดที่อยู่ในธรณีสัณฐานต่างกัน ก็จะให้ลักษณะของศิลาแลงที่แตกต่างกันด้วย หินที่เป็นแหล่งกำเนิดศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone)ที่ดีมักจะมีส่วนประกอบของเหล็ก และอลูมิเนียมมาก เช่น หินบะซอลต์ หินแกรนิต หินชีสต์ หินดินดาน หินทรายสีแดง เป็นต้น[3]

2.1 การเกิดของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone)

ศิลาแลงเกิดขึ้นได้ในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ฝนตกมาก แต่แล้งนานด้วยในฤดูฝนน้ำใต้ดินมีระดับสูง ทำให้ท่วมตอนบนของชั้นดิน (ซึ่งต่อไปกลายเป็นศิลาแลง) ระหว่างนั้น น้ำฝนจะละลายเอาสารประกอบอะลูมิเนียมออกไซด์เอาไว้เมื่อถึงหน้าแล้ง น้ำใต้ดินลดระดับต่ำลง ก็พาเอาสารประกอบอะลูมิเนียมลงไปสู่ที่ต่ำ เวลานานเข้า วัสดุบริเวณด้านบนจึงมีสารประกอบเหล็กออกไซด์มากขึ้น และมักรวมกันเป็นกลุ่ม จึงเกิดเป็นโพรงว่างเป็นทางให้น้ำใต้ดินซึมขึ้นลงได้ง่ายขึ้น และชะสารประกอบอะลูมิเนียมออกไซด์ออกไปเร็วด้วย ทำให้ศิลาแลงมีลักษณะเด่น คือ มีรูพรุนทั่วไป และเนื้อเป็นสารประกอบเหล็กออกไซด์มากกว่าอะลูมิเนียมออกไซด์[2]

ศิลาแลงสามารถแบ่งตามกระบวนการเกิดได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

2.1.1. ศิลาแลงที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินในพื้นที่

ศิลาแลงที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินในพื้นที่ ประกอบด้วยชั้นที่สำคัญ คือ

-ชั้นดินตอนบนประกอบด้วยทราย ดินเหนียว และซากพืช จัดเป็นดินพื้นผิวโดยสารละลายของแร่เหล็กถูกชะล้างลงไปสะสมตัวชั้นล่าง

-สารละลายของแร่เหล็กและแมงกานีสออกไซด์ที่สะสมตัวเป็นชั้นแข็งจากการแกว่งไกวของระดับน้ำบาดาล และอาจจะจับตัวกันเป็นเม็ด

มีรูปร่างมนจนถึงกลม มีขนาดต่าง ๆ กัน และเม็ดเหล่านี้อาจเชื่อมประสานเป็นแผ่นเดียวกัน มีลักษณะเป็นชั้นแข็ง (duricrust) ชั้นนี้ คือ ชั้น "ศิลาแลง" หรือชั้นที่ชาวบ้านเรียกว่า "แม่รัง"

- ชั้นดินเหนียวจุดประ (mottled clay) เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากชั้นศิลาแลงลงไปอาจมีสารละลายของแร่เหล็กและแมงกานีสพอกพูนเป็นเม็ด ๆ ปะปนอยู่บ้างชาวบ้านเรียกว่า "ลูกรัง" มีความหนาไม่แน่นอน รอยต่อระหว่างชั้นนี้กับชั้นศิลาแลง อาจจะเป็นรอยต่อที่เด่นชัด หรืออาจจะเป็นรอยต่อที่ดินเหนียวค่อย ๆเปลี่ยนสภาพเป็นดินเหนียวอ่อนสีเทามีจุดประสีแดง สีส้ม สีเหลือง ของสารละลายเหล็กออกไซด์ กระจัดกระจายอยู่ในเนื้อดินเหนียวอย่างไม่เป็นระเบียบ

- ในบางพื้นที่จะเห็นชั้นดินเหนียวสีจาง (palid zone P ในภาพ) อาจมีสีขาวทั้งหมด หรือขาวเป็นบางส่วน และมีกรวดของแร่ควอตซ์ขนาดต่าง ๆ ปะปนอยู่ด้วย ชั้นนี้เกิดจากการที่สารละลายของแร่เหล็ก หรือแมงกานีออกไซด์ถูกชะล้างออกไป เนื่องจากการเปลี่ยนระดับน้ำบาดาล กล่าวคือ เมื่อสารละลายของเหล็กเฟอรัสอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำบาดาล บริเวณนั้นจะเกิดสถานะการลดออกซิเจน สารละลายของเหล็กจะถูกดูดขึ้นไปด้วยแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามรูเล็ก ๆ (capillary suction) ในเนื้อตะกอน แล้วตกตะกอนเป็นเหล็ก เฟอริกอยู่เหนือระดับน้ำบาดาลดังกล่าว ในฤดูร้อนจึงเห็นชั้นตะกอนตอนบนมีจุดแต่ในบางพื้นที่เป็นชั้นหินผุ โดยเนื้อหินเดิมผุพังสลายตัวไป แต่โครงสร้างของหินยังคงอยู่ให้สังเกตได้ แร่ประกอบหินถูกแทนที่ด้วยดินเหนียวและเหล็กออกไซด์ เราเรียกตะกอนลักษณะนี้ว่า แซปโปรไลต์ (saprolite S)

-ชั้นล่างสุดถัดจากชั้นแซบโพรไลท์ลงไปจะเป็นหินต้นกำเนิด หรือหินดาน [1,3]

2.1.2. ศิลาแลงที่เกิดจากการสะสมตะกอน

ตะกอนในที่นี้หมายถึง เศษหิน กรวด ทราย และดินเหนียว หรืออาจเป็นศิลาแลงที่เกิดขึ้นมาก่อนแล้วแตกหักผุพัง ตะกอนเหล่านี้เมื่อผุพัง หรือถูกกัดเซาะหลุดออกจากพื้นที่เดิมก็จะถูกพัดพาไปสะสมตัว ณ ที่ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่า ดังภาพที่ 11 ต่อจากนั้นกระบวนการเกิดศิลาแลงจากการเปลี่ยนแปลงของอากาศและระดับน้ำบาดาลได้เปลี่ยนแปลงสภาพตะกอนที่ทับถมกันอยู่นั้นให้เป็นศิลาแลง ตะกอนที่ผุพังส่วนมากจะถูกเปลี่ยนสภาพด้วยสารละลายของแร่เหล็ก แต่บางครั้งแร่ควอตซ์และ หินที่มีความต้านทานอาจจะ เหลืออยู่เป็นก้อนกรวดขนาดต่าง ๆ ห้อมล้อมหรือเชื่อมประสานเป็นชั้นแข็งด้วยสารละลายเหล็กและแมงกานีส จึงอาจเรียกชื่อตามลักษณะรูปแบบที่เห็นนี้ว่า ศิลาแลงกรวด (gravelly Laterite) กระบวนการเกิดศิลาแลงที่สำคัญ จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลตามฤดูกาล ในฤดูฝนระดับน้ำที่มีสารละลายของแร่เหล็กจะขึ้นสูงและตกตะกอนอยู่ในระดับบน ฤดูร้อนระดับน้ำบาดาลลดสารละลายของแร่เหล็กที่มีอยู่ในน้ำก็ค่อย ๆ ลดระดับลงมาด้วย และตกตะกอนอยู่เป็นแนวชั้นล่าง (ภาพที่13)ระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงขึ้นลงเช่นนี้ เมื่อเวลาผ่านไปนาน ๆ ก็จะเกิดเป็นชั้นแข็งของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone)อยู่ ณ บริเวณนั้น[1,3]

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เนื่องจากลักษณะทางกายภาพ ของศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone)นั้นจะไม่เท่ากันทุกก้อน ความสามารถทางวิศวกรรมของก้อนศิลาแลง(Harden Laterite or Brickstone)นั้นจะขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัย ได้แก่

1.) องค์ประกอบและปริมาณการตกผลึกของสารที่เป็นองค์ประกอบ

2.) การจัดเรียงตัวกันขององค์ประกอบต่างๆ

3.) อายุของศิลาลแลง(Harden Laterite or Brickstone)[5]

2.2 การทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone) ABSORPTION TEST OF Harden Laterite or Brickstone [6,7]

การดูดซึมของน้ำเข้าไปในศิลาแลง อัตราการซึมของน้ำผ่านศิลาแลง ขึ้นต่อหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่าอัตราการซึมผ่านของน้ำ

ความสามารถในการดูดซึมน้ำของตัวอย่างจากความสัมพันธ์ของศิลาแลง

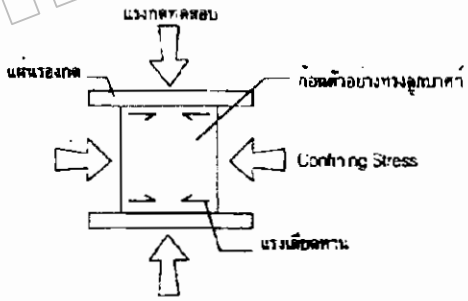
$$\%\text{Absorption of Brickstone} \frac{(w_2)original-(w_1)oven-dry}{(w_1)oven-dry} \times 100$$

W_1 = dried weight

W_2 = wet weight

2.3 การทดสอบหาค่าแรงอัดของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone) COMPRESSION TEST OF Harden Laterite or Brickstone [4,6]

โดยทั่วไปแล้วศิลาแลงมักจะนำมาใช้ประโยชน์ 2 ด้าน คือ ใช้ในการทำกำแพง หรือใช้ปูเป็นทางเดิน เมื่อคำนึงถึงลักษณะการรับแรงแล้วสามารถระบุได้ว่าการใช้งานศิลาแลงทั้ง 2 ด้าน ศิลาแลงจะรับแรงอัดเช่นเดียวกัน เช่นในกรณีของการนำไปทำกำแพงหรือผนัง ศิลาแลงจะรับน้ำหนักจากด้านบนที่ถ่ายลงมา หรือในกรณีของการนำไปทำทางเท้า ก็จะรับน้ำหนักคนที่เดินสัญจรไปมา หรือน้ำหนักบรรทุกอื่น ๆ ดังนั้นในทางวิศวกรรมยังจึงเป็นที่ต้องทราบความสามารถในการรับแรงอัดของศิลาแลงแต่ละประเภท เพื่อให้สามารถนำศิลาแลงไปใช้งานได้ถูกต้องและเหมาะสมกับประเภทของงานนั้น ๆ



รูปที่ 2.5 ลักษณะแรงต้านต่อการแตกด้านข้าง (Confining Stress)ของก้อนตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์[]

การคำนวณหาค่ากำลังแลงอัด

$$C = \frac{W}{A} \quad (1)$$

C = กำลังแรงอัดของตัวอย่าง ,psi(Mpa)

W = น้ำหนัก ,lbf (N) ที่กดลงบนตัวอย่างจนพัง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

A = พื้นที่ของก้อนตัวอย่างที่นับน้ำหนัก in^2 (mm^2)

ในกรณีที่ อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว ที่ไม่ใช่ 1:1 และแตกต่างกันเกิน 25% หรือมากกว่า สามารถคำนวณหาได้จากสมการ [4]

$$C_C = \frac{Cp}{0.778 + 0.222(b/h)} \quad (2)$$

CC = กำลังอัดของตัวอย่าง

Cp = กำลังอัดตัวอย่างที่ทดสอบ ที่มีความสูงมากกว่าความกว้าง

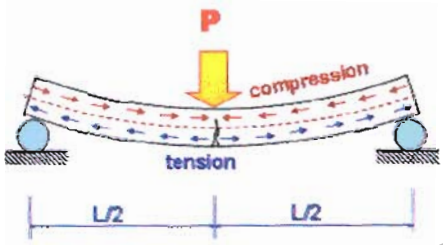
b = ความกว้างของก้อนตัวอย่าง

h = ความสูง ของก้อนตัวอย่าง

ในค่าการทดสอบอาจต้องทำหลายตัวอย่าง เพื่อทำให้เกิดความแม่นยำเพิ่มมากขึ้น เพราะวัสดุที่นำมาทดลองอาจเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากวัสดุที่นำมาทอลอง

2.4 การทดสอบหาค่าแรงดัดของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone) FLEXURAL TEST OF Harden Laterite or Brickstone [6,8]

การทดลองนี้เป็นการทดลองหากำลังรับแรงดัดของคอนกรีต โดยทดสอบกับคานคอนกรีต ที่วางบนSimple Support (Simple Beam) และใช้น้ำหนักกระทำแบบ Center – Point Loading ผลของค่ากำลังต้านทานแรงดัดจะอยู่ในรูปของโมดูลัสการแตกร้าว (Modulus of Rupture) โดยเป็น ค่าหน่วยแรงดึงสูงสุด ณจุดแตกร้าวในคานที่ทำการทดลอง ซึ่งหาได้จากสมการ $f_b = \frac{Mc}{I}$



รูปที่ 2.6 การให้น้ำหนักกระทำแบบ Center – Point Loading[]

การคำนวณหาค่ากำลังแลงดัด (Modulus of Rupture)

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

เมื่อ

R = โมดูลัสการแตกร้าว (Middle one of Span)

P = น้ำหนักสูงสุด (Maximum Load)

L = ความยาวคาน (Span Length)

b = ความกว้างเฉลี่ยของคาน

d = ความลึกเฉลี่ยของคาน

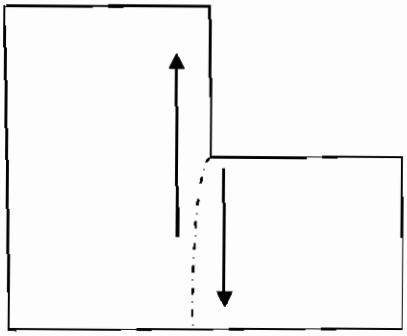
2.5 การทดสอบหาค่าแรงเฉือนของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone) SHEAR TEST OF Harden Laterite or Brickstone [9]

ในการทดสอบแรงเฉือน เราสนใจคุณสมบัติของวัสดุเนื่องจากการกระทำของแรงเฉือน 2 ประเภท

2.5.1 แรงเฉือนโดยตรง (direct shear) และแรงเฉือนเนื่องจากการบิด (torsional shear)direct shear เนื่องจากว่าแรงเฉือนในกรณีนี้เกิดจากการกระทำโดยตรงของแรงเฉือนที่

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตัวอย่างทดสอบ เราจึงเรียกแรงเฉือนในลักษณะนี้ว่า direct shear



รูปที่ 2.7 การทดสอบแรงเฉือนโดยตรง (direct shear)

ซึ่งในกรณีนี้ถ้าสมมุติให้แรงทั้งสองมีระยะเยื้องศูนย์ที่น้อยมากแล้ว เราจะเห็นได้ว่าตัวอย่างวัสดุทดสอบจะถูกกระทำโดยแรงเฉือนในระนาบเดียวและหน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นบนหน้าตัดของหมุดจะหาได้จากสมการ

$\tau = P / A$

เมื่อ P เป็นแรงกดอัดที่

A เป็นพื้นที่หน้าตัดของระนาบที่เกิดการวิบัติ

บทที่ 3

วิธีการทดสอบ

ในโครงงานบทนี้กล่าวถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้และ วิธีการเตรียมตัวอย่างรวมทั้งกรรมวิธีกระบวนการทดสอบการรับกำลังอัดของศิลาแลงและการดูดซึมน้ำของศิลาแลง

3.1การทดสอบการดูดซึมน้ำของศิลาแลง (ABSORPTION TEST OF HARDEN LATERITE OR BRICKSTONE)[6]

3.1.1 วัสดุตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1.1 ศิลาแลงสำหรับทดสอบขนาด 7 ซม.x7 ซม.x7 ซม. จำนวณ 15 ก้อน

3.1.1.2 น้ำสะอาด

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์การาทดลอง

3.1.2.1 เครื่องมือชั่งละเอียด

3.1.2.2 เครื่องมือวัด อาทิ ตลับเมตร, ไม้บรรทัดเหล็ก

3.1.2.3 ตู้อบไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้ 110 องศาเซนเซียน

3.1.2.4 กาชนะที่สามารถแช่ตัวอย่าง

3.1.2.5 ผ้าเนื้อนุ่มซับน้ำ (ควรเป็นผ้าที่ซับน้ำได้ดี)

3.1.3 วิธีการทดสอบ

3.1.3.1 คัดเลือกขนาดตัวอย่างที่ใช้ทดสอบจำนวนตัวอย่างละ 15 ก้อน โดยเลือกขนาดก้อนที่สมบูรณ์มากที่สุด

3.1.3.2 วัดขนาด และชั่งตัวอย่างพร้อมทำสัญญาลักษณ์ หรือหมายเลขไว้ใน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

แต่ละชุดต่อตัวอย่างเพื่อป้องกันข้อมูลคลาดเคลื่อน

3.1.3.3 นำตัวอย่างมาแช่ในกาชนะที่มีน้ำกลั่น (ในการทดสอบอาจใช้น้ำสะอาดทดแทนได้) โดยแช่ให้ท่วมก้อนศิลาแลงตัวอย่าง แช่ทิ้งไว้ 24ชั่วโมง

3.1.3.4 นำตัวอย่างที่แช่ครบกำหนดในข้อ 3 นำขึ้นจากน้ำ นำผ้าขนหนูซับน้ำในแต่ละก้อนตัวอย่างให้แห้งซึ่งอยู่ในลักษณะอิ่มตัวผิวแห้ง แล้วนำมาชั่งในแล้วเสร็จภายใน 5 นาทีหลังจากที่ซับน้ำแล้วเสร็จ

3.1.3.5 นำตัวอย่างที่ผ่านขั้นตอนในข้อ 4 นำเข้าตู้อบไฟฟ้าปรับอุณหภูมิ 110 องศาเซนเซียน ใช้เวลาในการอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำออกมาชั่งน้ำหนักในแต่ละก้อนตัวอย่าง เป็นอันแล้วเสร็จขั้นตอนการทดสอบ

เปอร์เซนต์ การดูซึมน้ำ ของศิลาแลง

ยกตัวอย่างรายการคำนวณ ตัวอย่างที่ 1

$$\%\,\text{Absorption} = \frac{(w_2)original - (w_1)oven_dry}{(w_1)oven_dry} \times 100$$

$$\%\ \text{Absorption} = \frac{785.7 - 729.3}{729.3} x100 = 7.73\ \%$$

% Absorption Average = 7.19 %

3.2 การทดสอบหาค่าแรงอัดของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone)

COMPRESSION TEST OF Harden Laterite or Brickstone [6]

3.2.1 วัสดุตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1.1 ศิลาแลงสำหรับทดสอบขนาด 15 ซม.x15ซม. x15ซม. จำนวน 20 ก้อน

3.2.2 อุปกรณ์การทดสอบ

3.2.2.1 เครื่อง ทดสอบกำลังอัด

3.2.2.2 เครื่องมือชั่งที่สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

3.2.2.3 เครื่องมือวัดความยาวหรือไม้บรรทัดเหล็ก

3.2.3 ลำดับขั้นการทดลอง

3.2.3.1 นำศิลาแลงที่เตรียมไว้จำนวน 20 ก้อน ชั่งน้ำหนัก และวัดขนาด

3.2.3.2 นำก้อนตัวอย่างที่เตรียมไว้ มาทดสอบเข้าเครื่องกดคอนกรีต

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.2.3.4 บันทึกผลการทดลองของแรงที่ทำให้ก้อนศิลาแลงวิบัติ

รายการคำนวณ ยกตัวอย่างที่ 1

$$\text{Stress} = \frac{F}{A} = \frac{18100}{22500} = 0.458 \text{ Mpa}$$

$$\text{Strain} = \frac{\Delta L}{L_o} = 0.003 \text{ mm}$$

Stress Max Average = 3.56 Mpa

3.3 การทดสอบหาค่าแรงดัดของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone) FLEXURAL STRENGTH OF Harden Laterite or Brickstone [6,8]

3.3.1 วัสดุที่ใช้ทดสอบ

ศิลาแลงขนาด 7 ซม.x 7ซม. x 50ซม. จำนวน 20 ก้อน

3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

3.3.2.1 เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine

3.3.2.2 เครื่องมือชั่งที่สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

3.3.2.3 Support พร้อมทั้งน้ำแท่นกดด้านบน วางบนกึ่งกลางและแท่นกด

3.3.2.4 เครื่องมือวัด

3.3.3 วิธีการทดสอบ

3.3.3.1 นำแท่งตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก วัดขนาดก้อนตัวอย่าง จดบันทึกไว้

3.3.3.2 ติดตั้ง Support เข้ากับเครื่องทดสอบ โดยมีระยะห่าง (Span Length) 45 เซนติเมตร

3.3.3.3 วางตัวอย่างลงบน Support พร้อมทั้งน้ำแท่นกดด้านบน วางบนกึ่งกลางช่วง Span ตานให้น้ำหนักกดอย่างสม่ำเสมอระวังอย่าให้เกิดการกระแทก ในช่วงแรกให้น้ำหนักกดอย่างรวดเร็วจนถึงประมาณ 50 % ของน้ำหนักสูงสุด แล้วจึงให้น้ำหนักกดในอัตราที่ทำให้เกิด Fiber Stress ไม่เกิน 10.8 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาทีจนกระทั่งก้อนตัวอย่างพัง

3.3.3.4 บันทึกค่าน้ำหนักสูงสุดและส่วนต่าง ๆ ของตัวอย่าง เช่นความกว้าง ความลึก ของส่วนที่พังเพื่อนำไปคำนวณค่ากำลังดัด พร้อมทั้งวาดรูปลักษณะการพังของตัวอย่างการทดสอบ

รายการคำนวณตำแหน่งหน้าตัดที่วิบัติกำลังรับแรงดัดหรือโมดูลัสการแตกหักจากสมการดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

$$\sigma_f = \frac{Mc}{I} = \frac{3PL}{2bh^2}$$

รายการคำนวณ ยกตัวอย่างตัวอย่างทดสอบที่ 1

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bh^2} = \frac{3(4540)(450)}{2(96.9)(154.9^2)}$$

3.4 การทดสอบหาค่าแรงเฉือนของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone)

SHEREFORCE TEST OF Harden Laterite or Brickstone [6,8,10]

3.4.1 วัสดุที่ใช้ทดสอบ

ก้อนศิลาแลงขนาด 7 ซม. x 7ซม. 5ซม. ดังรูปที่

3.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

3.4.2.1 เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine

3.4.2.2 เครื่องมือชั่งที่สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

3.4.2.3 เครื่องมือวัด

3.4.2.4 เครื่องมือทดสอบแรงเฉือน

3.4.3 วิธีการทดลอง

3.4.3.1วัดขนาดหน้าตัดที่จะทำการทดสอบแรงเฉือนทดสอบด้วย Vernier Caliper พร้อมทั้งบันทึกค่าไว้

3.4.3.2นำตัวอย่างไปใส่ในชุดทดสอบแรงเฉือน (Shear Tool) สำหรับทดสอบแบบแรงเฉือน

3.4.3.3นำชิ้นตัวอย่างใส่ในเครื่องทดสอบ Universal Testing Machine โดยให้หัวจับสัมผัสกับ ชุดทดสอบแรงเฉือน (Shear Tool)

3.4.3.4ให้น้ำหนักกดลงอย่างช้า ๆ จนกระทั่งเกิดการแตกหัก

3.4.3.5บันทึกแรงที่กระทำบันทึกค่าแรงสูงสุดและลักษณะของการขาดออกจากกันของชิ้นทดสอบ

ตัวอย่างการคำนวณ ตัวอย่างที่ 1

Shear Strength of ศิลาแลง

$$\text{Shear Strength} = \frac{Load}{Area} = \frac{1010}{1497} = 0.68 \text{ Mpa}$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 4

ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดลอง

บทนี้กล่าวถึงผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบ ประกอบด้วย คุณสมบัติทางกายภาพของศิลาแลง ซึ่งได้แก่สี การวิเคราะห์คุณสมบัติของศิลาแลง ได้แก่ กำลังอัด, การดูซึมน้ำกำลังรับแรงดัดและกำลังรับแรงเฉือน

ลักษณะทั่วไป

ศิลาแลงเกิดขึ้นได้ในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ฝนตกมาก แต่แล้งนานด้วยในฤดูฝนน้ำใต้ดินมีระดับสูง ทำให้ท่วมตอนบนของชั้นดิน (ซึ่งต่อไปกลายเป็นศิลาแลง) ระหว่างนั้นน้ำฝนจะละลายเอาสารประกอบอะลูมิเนียมออกไซด์เอาไว้เมื่อถึงหน้าแล้ง น้ำใต้ดินลดระดับต่ำลง ก็พาเอาสารประกอบอะลูมิเนียมลงไปสู่ที่ต่ำ เวลานานเข้า วัสดุบริเวณด้านบนจึงมีสารประกอบเหล็กออกไซด์มากขึ้น และมักรวมกันเป็นกลุ่ม จึงเกิดเป็นโพรงว่างเป็นทางให้น้ำใต้ดินซึมขึ้นลงได้ง่ายขึ้น และชะสารประกอบอะลูมิเนียมออกไซด์ออกไปเร็วด้วย ทำให้ศิลาแลงมีลักษณะเด่น คือ มีรูพรุนทั่วไป และเนื้อเป็นสารประกอบเหล็กออกไซด์มากกว่าอะลูมิเนียมออกไซด์[2]

ศิลาแลงที่เกิดจากการสะสมตะกอน

ตะกอนในที่นี้หมายถึง เศษหิน กรวด ทราย และดินเหนียว หรืออาจเป็นศิลาแลงที่เกิดขึ้นมาก่อนแล้วแตกหักผุพัง ตะกอนเหล่านี้เมื่อผุพัง หรือถูกกัดเซาะหลุดออกจากพื้นที่เดิมก็จะถูกพัดพาไปสะสมตัว ณ ที่ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่า ดังภาพที่ 11 ต่อจากนั้นกระบวนการเกิดศิลาแลงจากการเปลี่ยนแปลงของอากาศและระดับน้ำบาดาล ได้เปลี่ยนแปลงสภาพตะกอนที่ทับถมกันอยู่นั้นให้เป็นศิลาแลง ตะกอนที่ผุพังส่วนมากจะถูกเปลี่ยนสภาพด้วยสารละลายของแร่เหล็ก แต่บางครั้งแร่ควอตซ์และ หินที่มีความต้านทานอาจจะ เหลืออยู่เป็นก้อนกรวดขนาดต่าง ๆ ห้อมล้อมหรือเชื่อมประสานเป็นชั้นแข็งด้วยสารละลายเหล็กและแมงกานีส จึงอาจเรียกชื่อตามลักษณะรูปแบบที่เห็นนี้ว่า ศิลาแลงกรวด (gravelly Laterite) กระบวนการเกิดศิลาแลงที่สำคัญ จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลตามฤดูกาล ในฤดูฝนระดับน้ำที่มีสารละลายของแร่เหล็กจะขึ้นสูงและตกตะกอนอยู่ในระดับบน ฤดูร้อนระดับน้ำบาดาลลด สารละลายของแร่เหล็กที่มีอยู่ในน้ำก็ค่อย ๆ ลดระดับลงมาด้วย และตกตะกอนอยู่เป็นแนวชั้นล่าง (ภาพที่13)ระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงขึ้นลงเช่นนี้ เมื่อเวลาผ่านไปนาน ๆ ก็จะเกิดเป็นชั้นแข็งของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone)อยู่ ณ บริเวณนั้น[1,3]

ค่าความถ่วงจำเพาะปกติของศิลาแลง จะมีค่าอยู่ที่ 2.55 []

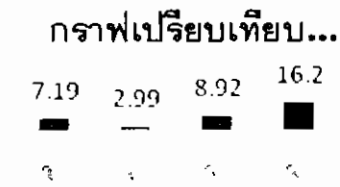
การดูดซึมน้ำของศิลาแลง (ABSORPTION TEST OF HARDEN LATERITE OR BRICKSTONE)[6]

ค่าการดูดซึมน้ำที่เฉลี่ยมาจากก้อนตัวอย่างที่ทำการทดลองจำนวนทั้งหมด 15

ก้อนมีเปอร์เซนการดูดซึมน้ำ = % Absorption

Average = 7.19 %

ข้อมูลการเปรียบเทียบของการดูดซึมน้ำของศิลาแลง กับวัสดุที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบ % Absorption

จากรูปที่ จะเห็นว่าวัสดุที่มีความทึบน้ำดีที่สุดคือคอนกรีตและถ้าเปรียบเทียบกับวัสดุที่จะนำมาใช้งานในลักษณะเดียวกัน ได้แก่ ศิลาแลง อิฐบล็อก และ อิฐแดงจะพบว่าวัสดุที่มีความทึบน้ำได้ดีที่สุดคือ ศิลาแลง ซึ่งเปอร์เซนต์การดูดซึมน้ำน้อยก็จะทำให้วัสดุนั้นมีความระเอียดตามเปอร์เซนต์ร้อยละของวัสดุนั้นๆวัสดุที่มีความละเอียดมาก ก็จะทำให้วัสดุนั้นมีความแข็งแรงขึ้นด้วย

การทดลองการรับกำลังอัดของก้อนศิลาแลง (Compression Test Harden Laterite or Brickstone)จำนวน 20 ตัวอย่างได้ผลดังนี้

ในความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของการทดสอบ Compress Test ยังได้ค่า Modulus of Elasticity

การทดสอบหาค่าแรงดัดของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone) FLEXURAL STRENGTH OF Harden Laterite or Brickstone [6,8]

รายการคำนวณตำแหน่งหน้าตัดที่วิบัติกำลังรับแรงดัดหรือโมดูลัสการแตกหักจากสมการดังนี้

$$\sigma_f = \frac{Mc}{I} = \frac{3PL}{2bh^2}$$

รายการคำนวณ ยกตัวอย่างตัวอย่างทดสอบที่ 1

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bh^2} = \frac{3(4540)(450)}{2(96.9)(154.9^2)} = 1.05 \text{ MPa}$$

Stress Max Average = 0.13 MPa

การทดสอบหาค่าแรงเฉือนของศิลาแลง (Harden Laterite or Brickstone) SHEREFORCE TEST OF Harden Laterite or Brickstone [6,8,10]

ตัวอย่างการคำนวณ ตัวอย่างที่ 1

Shear Strength of ศิลาแลง

$$\text{Shear Strength} = \frac{Load}{Area} = \frac{1010}{1497} = 0.68 \text{ MPa}$$

Shear Strength Average = 0.69 MPa

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 5 สรุป

จากรูปที่ 4.1 ในส่วนของผนังถ้านำศิลาแลงมาทำผนัง ศิลาแลงจะสามารถดูดซึมน้ำได้น้อยที่สุดไม่นับคอนกรีต ส่วนข้อเสียของศิลาแลงคือศิลาแลงเป็นวัสดุที่เกิดจากธรรมชาติก่อนที่จะนำมาใช้งานได้จะต้องนำมาตบแต่งเพื่อให้เข้ากับลักษณะงานก่อนเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน

จากผลการทดลองพบว่า ศิลาแลงมีค่ากำลังอัดมากพอที่จะนำมาใช้เป็นส่วนของผนังอาคารที่ให้รับน้ำหนักของหลังคาได้ แต่ไม่เหมาะที่ใช้เป็นส่วนของอาคารที่รับโมเมนต์ดัด ทั้งนี้หน่วยแรงดัดสูงสุดโดยเฉลี่ยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.57-3.7 ส่วนกำลังเฉือนของศิลาแลงที่ทดสอบพบว่ามีค่าค่อนข้างสูงทำให้การใช้งานในการก่อสร้างมีความเหมาะสม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University