

ศิลาแลงเทียม*

นท แสงเทียน¹⁾ กัทรารวรรณ พันธุ์สุวรรณ²⁾ นครินทร์ สุนทรพันธ์³⁾ และ กิตติศักดิ์ ชันดิยวิชัย⁴⁾

^{1), 4)} ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
จังหวัดอุบลราชธานี 34190

^{2), 3)} วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
จังหวัดอุบลราชธานี 34190

Email : nsangtian@yahoo.com

บทคัดย่อ

ศิลาแลงสามารถพบได้ในพื้นที่เขตร้อนซึ่งชั้นดินที่ประกอบด้วยแร่เหล็กที่ได้ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจนเกิดเป็นชั้นศิลาแลง ด้วยสีสนิมและพื้นผิวที่มีลักษณะเฉพาะตัว ศิลาแลงได้ถูกนำมาใช้เป็นวัสดุประดับตกแต่งในงานก่อสร้างอย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตามกระบวนการผลิตศิลาแลงใช้ต้นทุนสูงทำให้มีราคาแพง

“ศิลาแลงเทียม” ได้ถูกประดิษฐ์ขึ้นจากส่วนผสมระหว่างหินลูกรังและดินเหนียวสีแดง จากการศึกษาขั้นต้นพบว่าศิลาแลงเทียมมีสมบัติการดูดซึมน้ำและกำลังรับแรงอัดใกล้เคียงกับศิลาแลงธรรมชาติ อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตถึงโอกาสความเป็นไปได้เชิงอุตสาหกรรมของการผลิตศิลาแลงเทียม

คำสำคัญ ศิลาแลง, การทำเทียม, กำลังรับความเค้นกด, การดูดซึมน้ำ, ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน

* รับต้นฉบับเมื่อวันที่ 9 สิงหาคม 2547 และได้รับบทความฉบับแก้ไขเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2548

Artificial Laterite *

Note Sangtian¹⁾ Pattarawan Pansuwan²⁾ Nakharin Sanookpant³⁾ and Kittisak Kuntiyawichai⁴⁾

^{1), 4)} Assistance Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190

^{2), 3)} Civil Engineer, Former student, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190

Email : nsangtian@yahoo.com

Abstract

Laterite was generally found in tropical area where oxidation occurred to the soil composed of ferrous mineral. Due to attractive color and texture, laterite has been widely used as decorating and construction materials. However, due to complicate and costly production and transportation processes, laterite was normally considered as an expensive construction material. Artificial laterite was preliminarily invented from a mixture of ferrous aggregate and ferrous plastic clay and subjected to compressive strength test, water absorption test and thermal shock resistance test. It was found that compressive strength and water absorption values of Artificial Laterite were comparable to those of the natural laterite. Further research has to focus on mass production process and possibility of trading.

Keywords : Artificial, Laterite, Compressive strength, Water absorption, Thermal shock resistance

* Original manuscript submitted: August 9, 2004 and Final manuscript received: January 10, 2005

บทนำ

ศิลาแลง (Laterite) เป็นตะกอนพื้นผิวที่เป็นผลมาจากการบวนการทางธรณีวิทยา และพบในประเทศที่อยู่ในเขตร้อนเท่านั้น ศิลาแลงมักถูกพบวางตัวอยู่บนชั้นกรวดอายุอ่อน ในประเทศไทย ศิลาแลงมีแหล่งกระจายอยู่ตามภาคต่างๆ โดยพบมากแถบจังหวัดสุโขทัย จังหวัดลพบุรี จังหวัดลำพูน และหลายจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

นับจากอดีตกาลจนถึงปัจจุบัน ศิลาแลงเป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ประกอบในการก่อสร้างเช่น ปราสาทหินพนมรุ้ง หรือใช้ในการประดับตกแต่งสถานที่ ทำกำแพง หรือประดับตามจุดต่างๆ ของอาคารเป็นต้น อย่างไรก็ตามในปัจจุบันศิลาแลงจัดเป็นวัสดุก่อสร้างประเภทอิฐระดับที่มีราคาสูง สาเหตุเนื่องมาจากการบวนการผลิตที่จำเป็นต้องมีการเปิดหน้าดินลงไปจนถึงชั้นศิลาแลง มีการตัดและนำศิลาแลงขึ้นมาตากเพื่อให้แห้งตัว รวมทั้งการขนส่งวัตถุดิบจากแหล่งมายังสถานที่ก่อสร้าง ปัจจัยในการผลิตเหล่านี้ล้วนมีต้นทุนสูงทำให้ศิลาแลงมีราคาสูงตามไปด้วยเช่นกัน

ด้วยเหตุผลดังกล่าว "ศิลาแลงเทียม" ซึ่งสร้างจากองค์ประกอบหลักของศิลาแลงคือหินลูกรังและดินลูกรังซึ่งมีราคาถูก และหากเมื่อผลิตแล้วมีลักษณะทางกายภาพและความแข็งแรงใกล้เคียงกับศิลาแลงธรรมชาติ ก็อาจเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้ต้องการใช้อิฐระดับประเภทนี้ในอนาคต

ศิลาแลงเทียม

วัตถุประสงค์หลักในการประดิษฐ์ศิลาแลงเทียม คือเพื่อให้ได้วัสดุที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับศิลาแลงธรรมชาติ ทั้งนี้สามารถแบ่งแยกออกเป็นลักษณะของสีและลักษณะของพื้นผิว (texture)

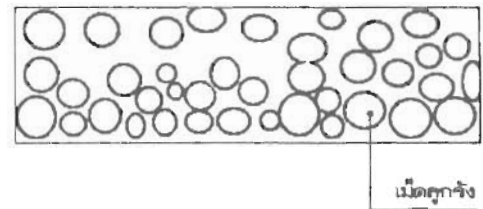
เนื่องจากศิลาแลงธรรมชาตินั้นประกอบไปด้วยสารประกอบเหล็กออกไซด์และอลูมิเนียมออกไซด์ในอัตราส่วนต่างๆ ศิลาแลงจึงมีสีแดงคล้ำสีสนิมเหล็กโดยมีรูพรุน กระจายอยู่ทั่วไป ดังนั้นวัสดุที่นำมาใช้ทำศิลาแลงเทียมประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ คือวัสดุเชื่อมประสานและมวลรวม โดยวัสดุเชื่อมประสานที่มีความเหมาะสมสมควรควรให้ทั้งความแข็งแรงและสีสนิมใกล้เคียงกับศิลาแลงธรรมชาติ ซึ่งจากการทดสอบเบื้องต้นพบว่าส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์และดินลูกรังมีความเหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุประสาน ทั้งนี้ดินลูกรังที่ใช้ควรมีสีแดงเข้มในขณะที่แห้งและเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับศิลาแลงเทียมดินลูกรังควรมีความเหนียว (plasticity) พอประมาณ โดยดินลูกรังซึ่งใช้ในงานวิจัยปัจจุบันมีค่าขีดจำกัดความเหลว (liquid limit) 58% ขีดจำกัดยืดหยุ่น (plastic limit) 10.62% ค่าดัชนีความเหนียว (plastic index) 47.38% ทั้งนี้จากการทดสอบโดยมาตรฐาน ASTM D 4318

สำหรับวัสดุหยาบที่ใช้ควรเป็นวัสดุที่ให้สีสนิมและลักษณะพื้นผิวใกล้เคียงกับศิลาแลงธรรมชาติ โดยในงานวิจัยปัจจุบันเลือกใช้หินลูกรังสีเข้มที่มีขนาดละเอียดมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ที่สุดไม่เกิน 1 นิ้ว เป็นวัสดุหยาบ โดยใช้อัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ ดินลูกรัง หินลูกรัง และ น้ำ คือ 1:2:6:1 โดยน้ำหนัก

ขั้นตอนการทำศิลาแลงเทียม

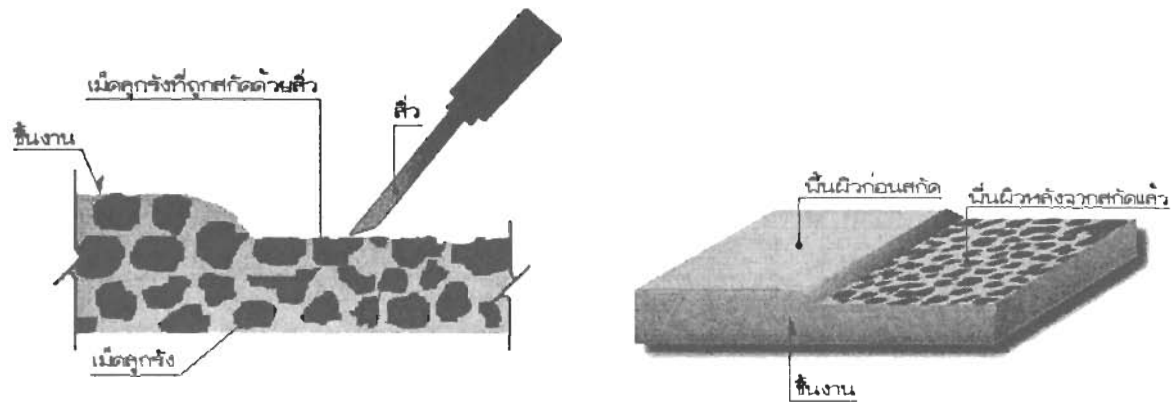
ในการทำศิลาแลงเทียมประกอบไปด้วยขั้นตอนหลักๆดังต่อไปนี้

- 1) ผสมวัสดุทั้งหมดให้เข้ากันโดยอาจใช้การผสมด้วยมือหรือใช้เครื่องผสมก็ได้
- 2) เทส่วนผสมลงในแบบหล่อซึ่งทำจากไม้ขนาด กว้าง 20 ซม. ยาว 40 ซม. ลึก 7 ซม. โดยควรรักษาแบบหล่อไปแช่น้ำอย่างน้อย 1 ชั่วโมงก่อนนำมาใช้เพื่อป้องกันไม่ให้ไม้ดูดน้ำจากส่วนผสม หลังจากนั้นเช็ดผิวในของแบบหล่อให้แห้งและทาด้วยน้ำมันหล่อลื่นเพื่อความสะดวกในการนำชิ้นงานออกจากแบบ การเทส่วนผสมลงในแบบหล่อควรเทเป็นชั้นและมีการกระทุ้งด้วยไม้หรือวัสดุอื่นเพื่อให้วัสดุหยาบ (เม็ดหินลูกรัง) กระจายตัวอยู่ด้านล่าง (รูปที่ 1) ของแบบหล่อเพื่อความสะดวกในการสกัดผิวหน้าดังจะกล่าวต่อไป
- 3) ปาดผิวส่วนผสมในแบบหล่อให้เรียบแล้วทิ้งส่วนผสมไว้ในแบบหล่อ 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปบ่ม โดยในงานวิจัยปัจจุบันได้ทำการบ่มศิลาแลงเทียมโดยใช้ระยะเวลา 3 วัน 7 วัน และ 28 วัน เพื่อหาความแตกต่างด้านกำลังวัสดุ

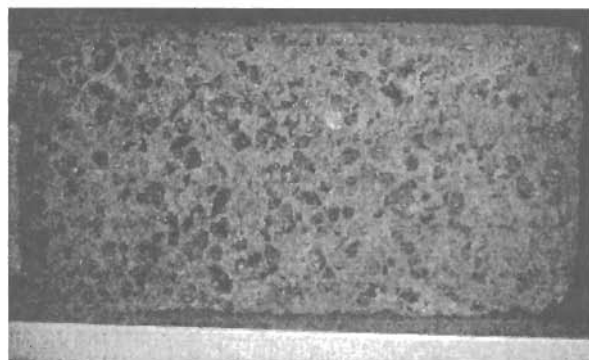


รูปที่ 1 การกระทุ้งส่วนผสมลงในแบบหล่อ

- 4) ทำการสกัดผิวของก้อนศิลาแลงที่ผ่านการบ่มแล้ว (รูปที่ 2) เพื่อให้เม็ดหินลูกรังภายในแตกและสามารถมองเห็นสีของแร่ภายในเม็ดหินได้ การสกัดผิวดังกล่าวเป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้ลักษณะพื้นผิวของศิลาแลงเทียมมีความคล้ายคลึงกับศิลาแลงธรรมชาติ เมื่อใช้ศิลาแลงเทียมในการก่อสร้างหรือประดับตกแต่ง ต้องหันผิวด้านที่ถูกสกัดออกทางด้านนอก



รูปที่ 2 การสกัดผิวของก้อนศิลาแลงเทียม



รูปที่ 3 ก้อนศิลาแลงเทียมที่เสร็จสมบูรณ์

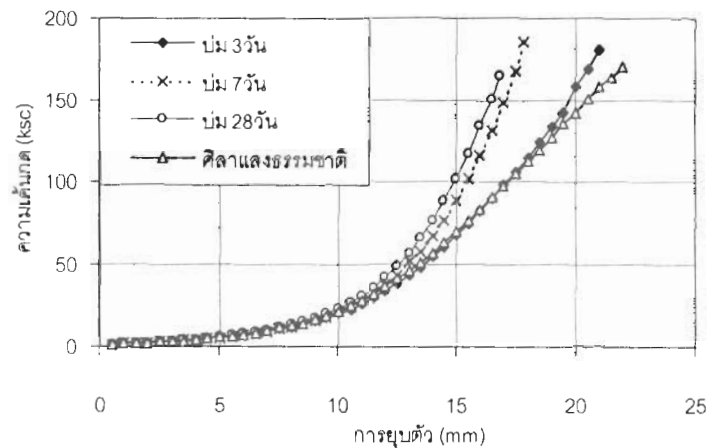
การทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของศิลาแลงเทียม

คุณสมบัติที่สำคัญเชิงวิศวกรรมของศิลาแลงเทียมที่ได้รับการทดสอบคือ กำลังรับแรงอัดสูงสุด (compressive strength) การดูดซึมน้ำ (water absorption) และ ความทนทานต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิอย่างกะทันหัน (resistance to aging by thermal shock) โดยมีผลจากการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

1) กำลังรับแรงอัดสูงสุด

การทดสอบกำลังรับแรงกดของศิลาแลงเทียมใช้เครื่องทดสอบแรงกด (compression machine) โดยวางชิ้นตัวอย่างศิลาแลงในแนวราบและรองด้วยกระดาษแข็งหนา และแผ่นเหล็กความหนาประมาณ 10 มิลลิเมตรเพื่อให้หน่วยแรงกระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดพื้นผิวด้านบนและด้านล่าง ขณะทำการกดค่าของแรงกดจะถูกบันทึกทุกกระยะการยุบตัว 0.5 มิลลิเมตร โดยตัวอย่างที่นำมาทดสอบได้จากศิลาแลง

เทียมซึ่งบ่ม 3 วัน 7 วัน และ 28 วัน ชุดละ 4 ตัวอย่าง และ คีลาแลงธรรมชาติอีก 4 ตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยของแต่ละชุดตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 4 ผลการทดสอบหากล้างอัดของคีลาแลง

จากผลการทดสอบพบว่าคีลาแลงเทียมและคีลาแลงธรรมชาติมีกำลังรับแรงอัดทางแบนสูงสุดเกินกว่า 155 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นมาตรฐานอิฐระดับชั้นคุณภาพ ข มอก.168-2519 ทั้งนี้ คีลาแลงเทียมซึ่งบ่มนาน 3 วันมีค่าความแข็ง (stiffness) ใกล้เคียงกับคีลาแลงธรรมชาติ ส่วนคีลาแลงเทียมซึ่งบ่มนาน 7 วันและ 28 วันมีค่าความแข็ง มากกว่าคีลาแลงธรรมชาติ

2) คุณสมบัติการดูดซึมน้ำ

คุณสมบัติการดูดซึมน้ำนับว่ามีความสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ต้องก่อหรือยึดอิฐระดับกับพื้นผิวโดยใช้ปูนซีเมนต์ การทดสอบคุณสมบัติการดูดซึมน้ำของคีลาแลงเทียมนั้นอาศัยการเปรียบเทียบน้ำหนักของก้อนตัวอย่างที่แช่น้ำเป็นเวลอย่างน้อย 3 วันจำนวน 18 ตัวอย่างในสภาพอ้อมตัวผิวแห้ง กับน้ำหนักของตัวอย่างเดียวกันซึ่งผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (มอก.109 – 2517 กำหนดให้บอบอย่างน้อย 24 ชั่วโมงหรือจนน้ำหนักคงที่) พบว่าค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำอยู่ระหว่าง 5.25%-13.47% โดยมีค่าเฉลี่ย 8.45% มากกว่าคีลาแลงธรรมชาติซึ่งมีค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำอยู่ระหว่าง 1.4%-9.7% (นภดล กรรณศิริ และ คณะ 2544) ปริมาณการดูดน้ำซึ่งมากกว่าคีลาแลงธรรมชาติดังกล่าวอาจทำให้เกิดปัญหาได้บ้างในงานก่อ อย่างไรก็ตามการควบคุมปริมาณน้ำในปูนก่อให้ดีหรือการเพิ่มปูนซีเมนต์ในส่วนผสมของคีลาแลงเทียมอาจลดปัญหาดังกล่าวได้

3) ความทนทานต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิอย่างฉับพลัน

วัสดุที่ใช้เพื่อการประดับภายนอกอาคารนั้นจำเป็นต้องมีความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างฉับพลันเช่นการถูกความร้อนจากแสงอาทิตย์และน้ำฝนในเวลาไล่เรี่ยกัน การทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิอย่างฉับพลันนั้นสามารถทำได้โดยการชั่งน้ำหนักของชิ้นตัวอย่างศิลาแลงเทียมแห้ง (m_o) แล้วทำการ อบชิ้นตัวอย่างศิลาแลงเทียมดังกล่าวที่อุณหภูมิ $105 \pm 5^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 18 ชั่วโมง สลับกับการแช่น้ำที่อุณหภูมิ $20 \pm 5^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยทำตามกระบวนการดังกล่าว 3 และ 5 รอบ แล้วอบตัวอย่างจนได้น้ำหนักคงที่ (m_f) แล้วคำนวณหาค่าร้อยละของการสูญเสียมวล (ΔE_d) ตามสมการ (1) ผลของการคำนวณสามารถแสดงดังตารางที่ 1

$$\Delta E_d = \frac{m_f - m_o}{m_o} \times 100 (\%) \quad (1)$$

กระบวนการทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิอย่างฉับพลันที่กล่าวมาข้างต้นได้อาศัยขั้นตอนการทดสอบตามมาตรฐาน **British Standard: BS EN14066** อย่างไรก็ตามในการทดสอบเพื่อให้ได้ค่ามาตรฐานสากลต้องทำการเปลี่ยนอุณหภูมิทั้งหมด 20รอบ ทั้งนี้คุณสมบัติดังกล่าวของศิลาแลงเทียมจำต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

ก่อนที่	ระยะเวลาบ่ม	จำนวนรอบเปลี่ยนอุณหภูมิ	$\Delta E_d(\%)$
1	3 วัน	3	4.89
2	3 วัน	3	4.94
3	3 วัน	5	5.12
4	3 วัน	5	4.86
5	7 วัน	3	3.62
6	7 วัน	3	4.85
7	7 วัน	5	6.06
8	7 วัน	5	3.18

ตารางที่ 1 ค่าร้อยละของการสูญเสียมวล (ΔE_d)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยการทำศิลาแลงเทียมสามารถสรุปผลได้ดังนี้

- 1) การทำศิลาแลงเทียมที่มีราคาถูกโดยเลียนแบบสีสันของศิลาแลงธรรมชาติมีกระบวนการสำคัญคือ การเลือกใช้วัสดุ การหล่อ และการสกดผิวเพื่อให้สามารถเห็นสีของแร่ภายในเม็ดลูกรังได้จากภายนอก
- 2) กำลังรับแรงอัดของศิลาแลงเทียมเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาบ่มและมีค่าใกล้เคียงกับกำลังรับแรงกดของศิลาแลงธรรมชาติ
- 3) ศิลาแลงเทียมมีค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำสูงกว่าศิลาแลงธรรมชาติ
- 4) กระบวนการผลิตในโครงการศึกษานี้ยังไม่สามารถผลิตศิลาแลงเทียมจำนวนมากในระยะเวลาอันสั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้กระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเพื่อให้ชิ้นตัวอย่างในการทดสอบมีปริมาณมากพอและสามารถพัฒนาไปสู่การผลิตเชิงอุตสาหกรรมได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณ นายเจิม แสงเทียน ผู้ริเริ่มแนวคิดและผู้ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ยิ่งในการประดิษฐ์ศิลาแลงเทียม ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- นครินทร์ สุนุกพันธ์ และ ภัทรารวรรณ พันธุ์สุวรรณ.2545. ศิลาแลงเทียม. [ปริญญาณิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต]. คณะวิศวกรรมศาสตร์ : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- นภดล กรณ์ศิลป์, ชนะ นิธิวัฒน์, วีระศักดิ์ อุดมโชค และ ประหยัด นิคมภักดี .2544. ลักษณะธรณีวิทยาและคุณสมบัติทางวิศวกรรมชั้นดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. การอบรมสำรวจชั้นดิน การออกแบบและก่อสร้างงานฐานราก; 7-9 พ.ย. 2544; ว.ส.ท.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม .มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอิฐระดับ มอก.109 – 2517. กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระราม 6. กรุงเทพฯ.
- Joseph E. Bowles .Engineering Properties of Soils and Their Measurement. McGraw-Hill, Inc.