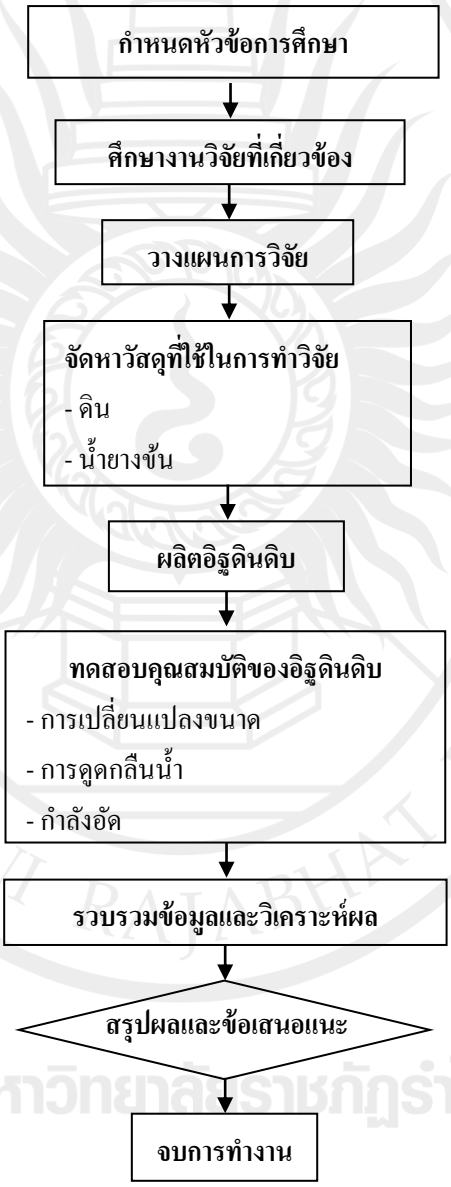
อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการดำเนินการวิจัย งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาค่าการเปลี่ยนแปลงขนาด การดูดกลืนน้ำ และค่ากำลังอัดของอิฐดินดิบ โดยการทดลองเปรียบเทียบปัจจัย และคุณสมบัติที่ช่วยยึดโครงสร้างเนื้อดิน ลดรอยแตกร้าว และเพิ่มกำลังอัดให้กับอิฐดินดิบจากวัสดุที่ นำมาผลิตอิฐดินดิบได้แก่ ดิน และน้ำยางข้น โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนในการทำวิจัยดังนี้



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

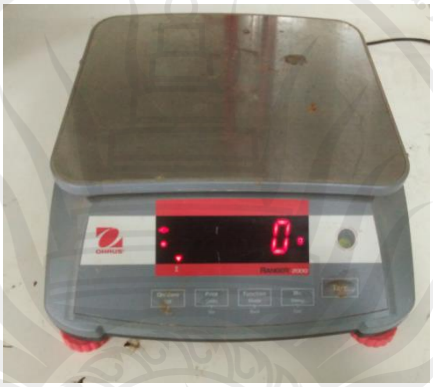
ภาพประกอบ 15 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์และเครื่องมือ

อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำวิจัยแสดงในภาพประกอบ 16 - 22

1. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัลที่มีหน่วยเป็นกรัม ความละเอียดทศนิยม 1 ตำแหน่ง ยี่ห้อ OHAUS รุ่น RANGER 2000 (R21PE15) ความจุ 15 กิโลกรัม



ภาพประกอบ 16 เครื่องชั่งน้ำหนัก

2. เครื่องกด Compression Testing Machine รุ่น LTI 200/D ยี่ห้อ LTI-series ความจุ 2,000 กิโลนิวตัน

ภาพประกอบ 17 เครื่องกดทดสอบกำลังอัด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง รามคำไพพรรณี

3. ชุดทดสอบ Atterberg's Limit ตามมาตรฐาน ASTM D4318

ภาพประกอบ 18 ชุดทดสอบ Atterberg's Limit ตามมาตรฐาน ASTM D4318

4. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ความละเอียด 0.02 มิลลิเมตร

ภาพประกอบ 19 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

5. แบบหล่อตัวอย่างทรงลูกบาศก์สำหรับหล่ออิฐดินดิบเพื่อทดสอบการดูดกลืนน้ำ

ภาพประกอบ 20 แบบหล่อตัวอย่างทรงลูกบาศก์ขนาด กว้าง 50 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตร สูง 50 มิลลิเมตร

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามภัฏพรรณี

6. แบบหล่อตัวอย่างทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าสำหรับหล่ออิฐดินดิบเพื่อทดสอบการเปลี่ยนแปลงขนาด

ภาพประกอบ 21 แบบหล่อตัวอย่างทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด กว้าง 40 มิลลิเมตร ยาว 159 มิลลิเมตร สูง 40 มิลลิเมตร

7. แบบหล่อตัวอย่างทรงกระบอกสำหรับหล่ออิฐดินดิบเพื่อทดสอบกำลังอัด

ภาพประกอบ 22 แบบหล่อตัวอย่างทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร และสูง 200 มิลลิเมตร

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

วัสดุ

1. ดิน

ดินที่ใช้งานวิจัยนี้ใช้ดินจากร้านเรวัตอิฐประสาน ซึ่งเป็นดินลักษณะสีแดงที่ใช้ทำอิฐประสาน นำมาจากอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี ก่อนนำดินมาทำอิฐดินดิบ ต้องร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 10 ขนาดช่องตะแกรง 2 มิลลิเมตร เพื่อให้ดินที่มีขนาดประมาณเดียวกัน

ภาพประกอบ 23 ดินที่ใช้ในการทำอิฐดินดิบ

2. น้ำยางข้น

งานวิจัยนี้ใช้น้ำยางข้นชนิด LA-TZ คือ น้ำยางที่มีปริมาณของเนื้อยางแห้งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 จากบริษัท ดี. เอส. รับเบอร์แอนด์ลาเท็กซ์ จำกัด อำเภอแกลง จังหวัดระยอง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพประกอบ 24 น้ำยางข้นที่ใช้ในการทำอิฐดินดิบ

3. น้ำประปา

จากระบบประปามหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สถานที่ในการทำวิจัย

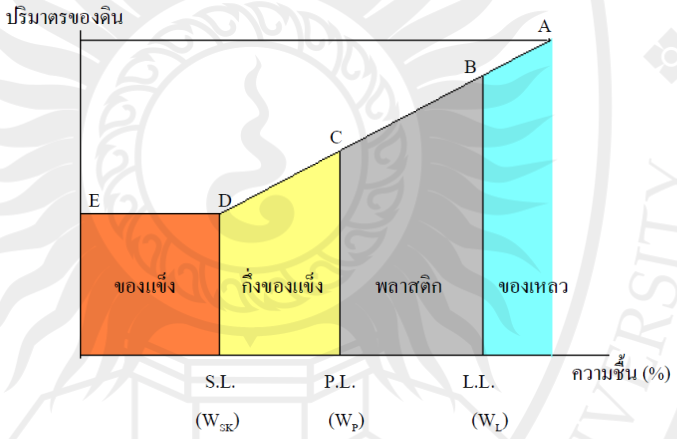
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ทดสอบคุณสมบัติของดินที่ใช้งานวิจัย

การทดลองหาขีดจำกัดอัตเตอร์เบิร์ก (Atterberg's Limit)

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำกับดินและสถานะของดิน

ถ้าเรานำดินเหนียวมาผสมน้ำจนมีความชื้นสูง ดินจะมีสภาพคล้ายของเหลว เช่น ที่จุด A ในภาพประกอบ 25 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของปริมาตรของน้ำกับดิน และความชื้นในดินจากจุด A ถ้าเราทำให้ความชื้นค่อย ๆ ลดลงไป ปริมาตรของมวลดินก็จะลดลงเป็นปฏิภาคกัน มวลดินจะเปลี่ยนสถานภาพไป จากของเหลวเป็นพลาสติก, กึ่งของแข็ง, ของแข็งตามลำดับ



ภาพประกอบ 25 สถานภาพต่าง ๆ ของมวลดินเหนียว

ที่มา : มานะ อภิพัฒนะมนตรี. 2543 : 28

2.1.1 Liquid Limit (W_L หรือ L.L.) คือ ความชื้นในมวลดินขณะที่มวลดินเริ่มเปลี่ยนสภาพจากของเหลวไปเป็นสารหนืดตัวในสถานภาพพลาสติกที่จุด B

2.1.2 Plastic Limit (W_P หรือ P.L.) คือ ความชื้นในมวลดินขณะที่เปลี่ยนสถานภาพจากพลาสติกเป็นกึ่งของแข็งที่จุด C

2.1.3 Shrinkage Limit (W_{SK} หรือ S.L.) คือ ความชื้นที่จุด D ซึ่งดินเปลี่ยนจากสภาพที่เป็นกึ่งของแข็งเป็นของแข็ง และจะไม่มีการหดตัวต่อไปอีกแล้ว แต่เมื่อความชื้นยิ่งลดลงไป ฟองอากาศจะเริ่มแทรกเข้าไปในมวลดิน และทำให้เกิดสภาวะไม่อิ่มตัวเกิดขึ้น จนกระทั่งไม่มีความชื้นเลย ที่จุด E ค่าความชื้นในสถานภาพพลาสติกของดิน เราเรียกว่า Plasticity Index

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

(P.I. หรือ Ip) คือ ผลต่างของขีดจำกัดเหลว และขีดจำกัดพลาสติก มักเป็นตัวแสดงถึงความเหนียวของดิน และยังแสดงความไวต่อการเปลี่ยนสถานภาพต่อความชื้นของมวลดินนั้น จึงเป็นค่าที่สำคัญและนำมาใช้มากในการจำแนกมวลดิน

1. การทดสอบหาขีดจำกัดเหลวของดิน (Liquid Limit : L.L.) ตามมาตรฐาน ASTM D 4318-93

1.1 วิธีทดสอบ

1.1.1 นำดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ประมาณ 100 กรัม ใส่ในถ้วยเคลือบแล้วใส่น้ำประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร หรือในปริมาณที่ไม่เหนียวจนเกินไป ผสมให้เข้ากัน

1.1.2 เตรียมอุปกรณ์ชุดทดสอบให้ความสูงของก้นจานอยู่สูงกว่าพื้นรอง 1±0.2 เซนติเมตร โดยใช้ด้ามของเครื่องมือปาดร่องดินวัด ทำการปรับปุ่มเลื่อนต่าง ๆ ให้แน่น ใช้มีดปาดดินตักดินใส่ลงในจาน ปาดให้เรียบ โดยให้มีความหนาของดินตรงกลางประมาณ 1 เซนติเมตร

1.1.3 เคาะถ้วยทองเหลืองด้วยความเร็วสม่ำเสมอ 2 ครั้งต่อ 1 วินาที โดยนับจำนวนครั้งไว้ด้วย ทำการหมุนจนกระทั่งดินที่บากไว้ไหลเข้ามาชนกันเป็นระยะ 0.5 นิ้ว ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ทดลองนับตั้งแต่ใส่ดินลงไปในถ้วยกระทะจนกระทั่งเคาะเสร็จจะต้องใช้เวลาไม่เกิน 3 นาที

ในการหาค่า Liquid Limit จะนับจำนวนการเคาะที่ 25 ครั้ง แล้วดินไหลมาชนกันเป็นระยะ 0.5 นิ้ว พอดีนั้นทำได้ยาก จึงได้มีการกำหนดจำนวนการเคาะครั้งแรกและครั้งต่อ ๆ ไป เพื่อความสะดวกตามมาตรฐาน ASTM D 4318 ดังนี้

จำนวนการเคาะ ครั้งที่ 1 ประมาณ 25 - 35 ครั้ง

จำนวนการเคาะ ครั้งที่ 2 ประมาณ 20 - 30 ครั้ง

จำนวนการเคาะ ครั้งที่ 3 ประมาณ 15 - 25 ครั้ง

1.1.4 เมื่อได้จำนวนการเคาะตามที่กำหนดและดินไหลมาชนกันเป็นระยะ 0.5 นิ้ว ตักดินเฉพาะตรงที่ดินไหลมาชนกัน โดยใช้มีดปาดดินตัดดินให้ขนานกัน โดยให้ระยะห่างพอดีกับระยะที่ดินไหลมาชนกันนี้แล้วจึงตัดหัวท้ายของรอยตัดขาดนี้ในแนวตั้งฉากกัน นำดินที่ถูกตักใส่ในกระป๋องอบดิน ชั่งน้ำหนักดินกับกระป๋อง นำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส อบจนแห้ง (ประมาณไม่น้อยกว่า 240 มิลลิเมตร) แล้วชั่งหาน้ำหนักดินแห้ง คำนวณหาปริมาณน้ำในดินของตัวอย่างแต่ละชุด

1.1.5 นำดินที่เหลือในจานออกแล้วนำกลับไปผสมกับดินที่เหลืออยู่ในถ้วยเคลือบ โดยเติมน้ำทีละน้อย ผสมเข้ากันให้ทั่ว ทำความสะอาดจานของชุดทดสอบ, มีดปาดร่องดิน, มีดปาดดินให้สะอาดพร้อมที่จะทำการทดสอบครั้งต่อไป

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

1.1.6 ให้ดำเนินการทดลองเหมือนเดิมตั้งแต่ข้อ 2 โดยการเคาะแล้วทำให้ดินเคลื่อนตัวสัมผัสกันเป็นระยะ 0.5 นิ้ว จะต้องอยู่ในช่วง 15 - 35 ครั้งเท่านั้น หากอยู่นอกช่วงที่กำหนดไว้นี้ถือว่าใช้ไม่ได้ ถ้าดินเปียกเพราะเติมน้ำมากเกินไป ต้องการให้ดินแห้งให้เกลี่ยดินบาง ๆ ทิ้งไว้สักครู่ แล้วทำการคลุกผสมใหม่จนกว่าดินจะแห้ง ห้ามใช้วิธีเอาดินผสมเพิ่มเพื่อทำให้ดินแห้ง

1.1.7 การทดลองครั้งนี้จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะ (N) ที่ทำให้ดินเคลื่อนตัวสัมผัสกันเป็นระยะ 0.5 นิ้ว กับปริมาณน้ำในดิน

1.2 การคำนวณที่ได้จากผลการทดลองหาขีดจำกัดเหลวของดิน

คำนวณหาปริมาณน้ำในดินจากสูตร

$$\omega = \frac{\text{มวลของน้ำในดิน (กรัม)}}{\text{มวลของดินอบแห้ง (กรัม)}} \times 100 \qquad (4)$$

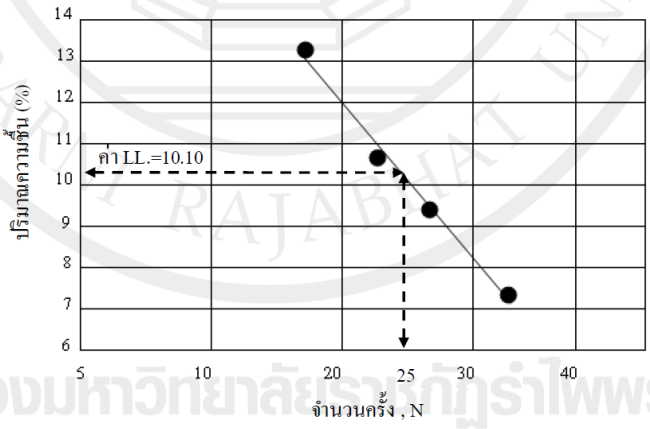
เมื่อ ω = ปริมาณน้ำในดินมีหน่วยเป็นร้อยละ

หรือจะใช้สูตรในการหาค่า Liquid Limit คือ

$$L.L. = \omega \left(\frac{N}{25}\right)^{0} .121 \quad (20 < N < 30) \qquad (5)$$

เมื่อ ω = ปริมาณน้ำในดิน

N = จำนวนครั้งที่เคาะ โดยจำนวนครั้งที่เคาะต้องอยู่ระหว่าง 20 - 30 ครั้ง



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพประกอบ 26 ตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณน้ำในดิน

ที่มา : วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่. ม.ป.ป. : 11

2. การทดสอบหาขีดจำกัดพลาสติกของดิน (Plastic Limit : P.L.) ตามมาตรฐาน ASTM D 4318-93

2.1 วิธีทดสอบ

2.1.1 นำดินที่เตรียมไว้สำหรับการหาค่า Liquid Limit มาประมาณ 20 กรัม ผสมกับน้ำให้เข้ากันพยายามให้หมาดที่สุด แล้วปั้นเป็นก้อนกลมเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10 มิลลิเมตร นำไปคลึงบนแผ่นกระจกในอัตรา 80 - 90 ครั้งต่อนาที จนกระทั่งเป็นเส้นกลมยาว และให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 หุน

2.1.2 นำตัวอย่างที่ได้ไปใส่กระป๋องเพื่อหาค่าปริมาณความชื้น ความชื้นดังกล่าวเรียกว่า Plastic Limit (Wp หรือ P.L.)

2.1.3 ทำการทดสอบซ้ำอย่างน้อย 3 - 5 ตัวอย่าง แล้วหาค่าเฉลี่ย

2.2 การคำนวณที่ได้จากผลการทดลองดัชนีความเหนียวของดิน

2.2.1 คำนวณหาปริมาณน้ำในดินได้จากสูตร

$$\omega = \frac{\text{มวลของน้ำในดิน}}{\text{มวลของดินอบแห้ง}} \times 100 \qquad (6)$$

1.1) Liquid Limit (L.L.) อ่านได้จากกราฟที่การเคาะ 25 ครั้ง

1.2) Plastic Limit (P.L.) คำนวณจากค่าเฉลี่ยความชื้นที่หาได้ 2 ครั้ง

1.3) Plasticity Index (P.I.) = L.L.-P.L.

1.4) Flow Index (I_f) คือ ความชันของเส้นกราฟ (Flow Curve)

$$I_f = \frac{m_1 - m_2}{\log \frac{N_1}{N_2}} \qquad (7)$$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เมื่อ ω = ปริมาณน้ำในดิน

m_1 = ความชื้นบน Flow Curve ที่จุด 1 (ค่ามาก)

N_1 = จำนวนการเคาะที่จุด 1

m_1 = ความชื้นบน Flow Curve ที่จุด 2 (ค่าน้อย)

N_2 = จำนวนการเคาะที่จุด 2

$$1.5)\ \text{Toughness } (I_f) = \frac{\text{Plasticity Index (P.I.)}}{\text{FlowIndex } (I_f)} \quad (8)$$

$$1.6)\ \text{Liquidity } (I_l) = \frac{m_n - \text{P.L.}}{\text{P.I.}} \quad (9)$$

เมื่อ m_n = ความชื้นตามธรรมชาติของดิน (Natural Water Content)

$$(1.7)\ \text{Activity of Clay } (A_c) = \frac{(\text{P.I.})}{\%\text{Clay ขนาดเล็กกว่า No.200}} \quad (10)$$

3. การทดสอบหาขีดจำกัดหดตัวของดิน (Shrinkage Limit : S.L.) ตามมาตรฐาน ASTM D 4318-93

3.1 วิธีทดสอบ

3.1.1 นำดินที่เตรียมไว้แล้วจากการหาค่า Liquid Limit ประมาณ 30 กรัม ผสมกับน้ำให้พอเหลวเพื่อใส่ใน Shrinkage Dish ก่อนทำการทดสอบให้นำ Shrinkage Dish ไปชั่งน้ำหนักก่อน แล้วทาน้ำมันภายในบาง ๆ เพื่อป้องกันดินติดกับ Shrinkage Dish เมื่อเวลาดินแห้ง

3.1.2 นำดินที่ผสมแล้วใส่ลงใน Shrinkage Dish จำนวน 3 ชั้น เท่า ๆ กัน ทำการเคาะ Shrinkage Dish เมื่อใส่ดินในแต่ละชั้น เพื่อไล่ฟองอากาศออกจากดินปรับผิวหน้าดินให้เรียบเสมอขอบของ Shrinkage Dish แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก ปล่อยทิ้งไว้ในอากาศประมาณ 3 - 6 ชั่วโมง ให้สีของดินเปลี่ยนเป็นสีอ่อน จึงค่อยนำเข้าเตาอบ ที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ประมาณ 12 ชั่วโมง

3.1.3 การหาปริมาตรก้อนดินเปียกทำได้โดยนำเอาก้อนดินแห้งออกจาก Shrinkage Dish แล้วใส่ปรอทลงใน Shrinkage Dish จนเต็ม วางถ้วยบรรจุปรอทในถ้วยกระเบื้อง ใช้แผ่นกระจกที่มีสามขากดลงบนขอบถ้วยบรรจุปรอท จะทำให้ปรอทส่วนเกินล้นออกมาอยู่ในถ้วยกระเบื้อง ปริมาตรปรอทจะเท่ากับขอบถ้วยพอดี

3.1.4 นำ Shrinkage Dish ที่บรรจุปรอทชั่งจะได้น้ำหนักรวมของ Shrinkage Dish กับปรอท เสร็จแล้วเทปรอทออกจาก Shrinkage Dish ซึ่งเราสามารถหาน้ำหนักปรอทใน Shrinkage Dish ซึ่งสามารถนำไปหาปริมาตรที่เท่ากับก้อนดินเปียกได้ (คือการหาปริมาตรของ Shrinkage Dish นั้นเอง)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3.1.5 การหาปริมาตรก้อนดินแห้งทำได้โดยวาง Shrinkage Dish ที่บรรจุปรอทเต็มลงในถ้วยกระเบื้อง นำตัวอย่างดินที่อบแห้งแล้ววางบนปรอทใน Shrinkage Dish นำแผ่นกระจกที่มีสามขากดให้ดินจมลงไป จนปรอทส่วนเกินล้นออกจากถ้วย ชั่งน้ำหนัก Shrinkage Dish + ปรอท ที่เหลือเพื่อนำไปหักออกจาก Shrinkage Dish + ปรอท จะได้น้ำหนักปรอทที่ถูกแทนที่เพื่อหาปริมาตรก้อนดินแห้ง

3.2 การคำนวณที่ได้จากผลการทดลองหาขีดจำกัดหดตัวของดิน

3.2.1 คำนวณหาค่าปริมาตรของดินเปียก (Volume of Wet Soil : V_m)

$$V_m = \frac{W_m}{13.53} \quad (11)$$

เมื่อ V_m = ปริมาตรของปรอทมีหน่วยเป็น cm^3

W_m = น้ำหนักของปรอทที่ถูกแทนที่มีหน่วยกรัม

3.2.2 คำนวณหาค่าปริมาตรของดินแห้ง (Volume of Dry Soil : V_d)

$$V_d = \frac{W_d}{13.53} \quad (12)$$

เมื่อ W_d = น้ำหนักของปรอทที่ถูกแทนที่มีหน่วยเป็นกรัม

3.2.3 คำนวณหาค่า Shrinkage Ratio

$$R = \frac{W_s}{V_s} \quad (13)$$

เมื่อ W_s = น้ำหนักของดินแห้งมีหน่วยเป็นกรัม

V_s = ปริมาตรของดินแห้งมีหน่วยเป็น cm^3

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3.2.4 คำนวณหาค่าระดับการหดตัว (Degree of Shrinkage : D_s)

$$D_s(\%) = \frac{V_i - V_f}{V_i} \times 100 \qquad (14)$$

เมื่อ V_i = ปริมาตรของดินเปียกมีหน่วยเป็น cm^3

V_f = ปริมาตรของดินแห้งหลังอบมีหน่วยเป็น cm^3

ทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของดิน (Specific Gravity) ตามมาตรฐาน ASTM D 854-00

1. วิธีทดสอบ

1.1 วิธีการหาด้วยวิธีการทดลอง (Experimental Procedure)

1.1.1 ทำความสะอาดขวดแก้วฟลาสที่จะใช้ทำการทดลอง

1.1.2 เติมน้ำกลั่นในขวดประมาณ 3/4 ของคอขวด

1.1.3 ไล่อากาศในน้ำด้วยการต้มน้ำให้เดือดในเตาบุนเส็นหรือเตาแผ่นร้อน (Hot Plate) ประมาณ 10 นาที นำขวดแก้วลงจากเตา เติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่ฟองอากาศทิ้งไว้ลงในขวดแก้วฟลาส ให้เต็มด้วยวิธีการลักน้ำ (Siphon) จุ่มปลายสายยางลงใต้ผิวน้ำเพื่อไม่ให้อากาศเข้าไปผสมในน้ำอีก ปล่อยให้เย็น ถ้าต้องการให้เย็นเร็ว อาจแช่ในแช่อ่างน้ำ (Water Bath) จนกระทั่งอุณหภูมิลดลงถึงประมาณ 40 หรือ 50 องศา ตรวจสอบว่าอุณหภูมิของน้ำในขวดแก้วเท่ากันทุกระดับถ้าไม่เท่ากันคลึงขวดเอียงไปมาหรือใช้หลอดแก้วคน

1.1.4 แต่งขอบน้ำให้อยู่ที่ขีดบอกปริมาตร 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร สังเกตขอบล่างของโค้งผิวน้ำ เช็ดขวดภายนอกและภายในเหนือผิวน้ำให้แห้ง

1.1.5 นำขวดแก้วและน้ำขึ้นชั่งและวัดอุณหภูมิน้ำ ตรวจสอบอีกครั้งว่าอุณหภูมิของน้ำในขวดเท่ากันทุกระดับหรือไม่

1.1.6 ทำการทดลองในข้อ 4 - 5 อีก 3 - 4 ครั้ง ในช่วงอุณหภูมิจากประมาณ 40 หรือ 50 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิห้อง

1.2 ขั้นตอนการหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน

1.2.1 นำดินใส่ในขวดแก้วฟลาสและใส่น้ำลงไปประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของปริมาตรขวดโดยให้ดินจมอยู่ใต้น้ำทั้งหมด และอย่าให้ดินติดอยู่ข้าง ๆ ขวด

1.2.2 ทำการไล่ฟองอากาศโดยใช้ปั๊มสูญอากาศ (Vacuum Pump) แรงดูด 10 - 20 นิ้วปรอท ประมาณ 4 - 5 ชั่วโมงหรือนำไปกวนในน้ำร้อนอย่างน้อย 10 นาที หรือจะทำทั้งสองอย่างควบคู่กันไปก็ได้โดยใช้ปั๊มสุญญากาศไม่น้อยกว่า 10 นาทีแล้วจึงกวนในน้ำร้อน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

อีกประมาณ 10 นาที พร้อมกับกลิ้งขวดไปมาหลายรอบทำเช่นนี้สลับกันไปเรื่อย ๆ และคอยสังเกตว่ามีฟองอากาศเกิดขึ้นอีกหรือไม่ ทำจนกระทั่งฟองอากาศหมดไปซึ่งต้องใช้เวลา และความละเอียดในการสังเกต

1.2.3 หลังจากไล่ฟองอากาศหมดแล้ว ทำการเติมน้ำกลั่นให้ระดับท้องน้ำอยู่ที่ขีด 500 มิลลิลิตรพอดี ในการเติมน้ำกลั่นนี้ควรใช้หลอด และปล่อยน้ำกลั่นจากหลอดโดยจุ่มปากหลอดให้อยู่ใต้ระดับน้ำในขวดฟลาสเพื่อป้องกันอากาศลงไปอีก แล้วตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องทดสอบจนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำใน Flask เท่ากับอุณหภูมิห้องหรืออุณหภูมิที่ต้องการ (โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์คอยเช็คดูอยู่เสมอ) คอยสังเกตว่าถ้าระดับในขวดฟลาสต่ำว่าขีด 500 มิลลิลิตร ให้เติมน้ำกลั่นให้ท้องน้ำพอดีกับขีดอยู่เสมอ

1.2.4 นำขวดฟลาสไปชั่ง จะได้เป็นน้ำหนักของขวดฟลาส+น้ำ+ดิน (Flask+ Water +Soil) แล้วจึงทำการวัดอุณหภูมิโดยจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ให้อยู่ประมาณกึ่งกลางกระเปาะของขวด Flask คอยจนกระทั่งอุณหภูมิคงที่ บันทึกค่าอุณหภูมินี้ไว้ หลังจากนั้นนำไปเทใส่ภาชนะโดยต้องเทดินออกให้หมด จนกระทั่งขวด Flask สะอาด เสร็จแล้วจึงนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส โดยทิ้งไว้ประมาณ 1 คืน

1.2.5 นำดินที่อบแห้งแล้วไปชั่งแล้วบันทึกค่า เมื่อลบน้ำหนักภาชนะออก จะได้เป็นน้ำหนักของดินแห้ง

2. การคำนวณค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน

$$G_S = \frac{W_S K}{W_S + W_{FW} - W_{FWS}} \qquad (15)$$

เมื่อ G_S = ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินที่อุณหภูมิน้ำ 20 องศาเซลเซียส

W_S = น้ำหนักของตัวอย่างดินที่อบแห้ง

W_{FW} = น้ำหนักของ Volumetric Flask + น้ำ ที่อุณหภูมิหนึ่ง

W_{FWS} = น้ำหนักของ Volumetric Flask + น้ำ + ดินแห้งที่อุณหภูมิเท่ากับ WF

K = เป็นค่าตัวแปรปรับแก้เนื่องจากอุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ทดสอบหาขนาดมวลคละของดิน (Sieve Analysis) ตามมาตรฐาน ASTM D 422-63

1. การเตรียมตัวอย่างการทดสอบ

เอาดินตัวอย่างที่เตรียมไว้อบหรือตากแดดให้แห้ง ถ้ายังจับตัวกันเป็นก้อนให้ใช้ค้อนยางทุบให้แตกเสียก่อน นำตัวอย่างมาคลุกเคล้าให้เข้ากันบนผืนผ้าใบหรือบนพื้นเรียบแล้วเกลี่ยดินให้กระจาย และแยกด้วยวิธีแบ่งสี หรือใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่างดินโดยเอา 2 ใน 4 ส่วน สำหรับปริมาณของตัวอย่างดินที่จะนำมาทดสอบจะขึ้นอยู่กับขนาดเม็ดดินใหญ่สุดในตาราง 11

ตาราง 11 แสดงปริมาณน้ำหนักดินแห้งซึ่งใช้ในการร่อนผ่านตะแกรง

ขนาดเม็ดดินใหญ่สุด	น้ำหนักตัวอย่างดินอย่างน้อย (กรัม)
3/8 นิ้ว (9.5 มิลลิเมตร)	500
3/4 นิ้ว (19.0 มิลลิเมตร)	1000
1 นิ้ว (25.0 มิลลิเมตร)	2000
1.5 นิ้ว (37.5 มิลลิเมตร)	3000
2 นิ้ว (50.0 มิลลิเมตร)	4000
3 นิ้ว (75.0 มิลลิเมตร)	5000

ที่มา : สุกิจ นามพิชญ์ และคณะ. 2549 ข : 17

2. วิธีทดสอบ

2.1 ทำความสะอาดตะแกรงทั้งหมดด้วยแปรงทำความสะอาด แล้วทำการชั่งน้ำหนักของตะแกรงแต่เบอร์บันทึกค่า (ชั่งน้ำหนักของ Pan ด้วย)

2.2 นำตะแกรงมาเรียงซ้อนกันโดยให้ตะแกรงที่มีขนาดช่องใหญ่อยู่บน แล้วเรียงขนาดเล็กลงมาตามลำดับจนถึงตะแกรงขนาดเล็กสุด ดังนี้ No. 3/8 , 4 , 10 , 20 , 40 , 100 , 200 และ Pan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง

2.3 นำตัวอย่างดินที่เตรียมไว้เทใส่ลงบนตะแกรงชั้นบนสุด ปิดฝาแล้วนำเข้าเครื่องเขย่า ใช้เวลาในการเขย่าอย่างน้อย 10 นาที เสร็จแล้วนำตะแกรงไปชั่งน้ำหนัก จะได้น้ำหนักตะแกรงรวมกับดินที่ค้างบนตะแกรง นำดินที่ค้างอยู่บนตะแกรงออกทิ้งแล้วทำความสะอาดตะแกรงให้เรียบร้อย

3. การคำนวณหาขนาดมวลคละของดิน (Sieve Analysis)

3.1 น้ำหนักของดินที่ค้างบนตะแกรง (Weight of Soil Retained)

Weight of Soil Retained = (Wt. Sieve + Soil) - (Wt . Sieve)

3.2 เปอร์เซ็นต์ของดินที่ค้างบนตะแกรง (Percent Retained)

$$\text{Percent Retained} = \frac{\text{Wt.Soil Re tained}}{\text{Wt.of Sample}} \times 100 \qquad (16)$$

3.3 เปอร์เซ็นต์ค้างสะสม (Cumulative Percent Retained)

Cumulative Percent Retaine = นำ Percent Retained มาบวกแบบสะสม

3.4 เปอร์เซ็นต์ของดินที่ผ่านตะแกรง (Percent Finer or Percent Passing)

Percent Finer = 100 - Cumulative Percent Retained

3.5 สัมประสิทธิ์ของความสม่ำเสมอ (Coefficient of Uniformity : C_U)

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}} \qquad (17)$$

3.6 สัมประสิทธิ์ของความโค้ง (Coefficient of Curvature ; C_C)

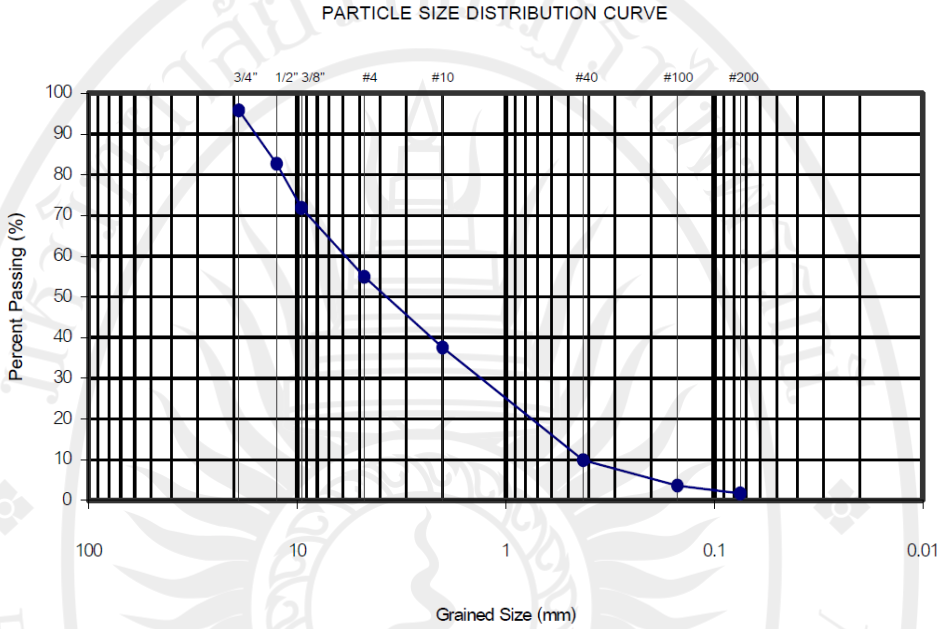
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

$$C_U = \frac{D_{30^2}}{D_{10} \times D_{60}} \qquad (18)$$

เมื่อ D_{10} = ขนาดของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่านี้จำนวนร้อยละ 10

D_{30} = ขนาดของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่านี้จำนวนร้อยละ 30

D_{60} = ขนาดของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่านี้จำนวนร้อยละ 60



ภาพประกอบ 27 ตัวอย่างกราฟการหาขนาดของดินด้วยวิธีร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐาน

ที่มา : สุกิจ นามพิชญ์ และคณะ. 2549 : 76

การจำแนกประเภทของดิน (Soil Classification)

ในงานวิจัยนี้ใช้การจำแนกประเภทดินตามระบบ Unified Soid Classification System (USCS)

วิธีการทดสอบหาปริมาณน้ำที่ดีที่สุดในการทำอิฐดินดิบ

ผสมดินและน้ำโดยใช้อัตราส่วนตามตาราง 12 แล้วเลือกอัตราส่วนของดินและน้ำที่ดีที่สุด คือ ปริมาณน้ำนั้นจะต้องไม่น้อยเกินไปจนการผสมทำได้ยากและต้องไม่มากเกินไปจนดินนั้นไม่สามารถคงรูปร่างอยู่ได้ เพื่อนำไปใช้เป็นอัตราส่วนในการผสมกับน้ำยางข้นในการทำอิฐดินดิบต่อไป

ตาราง 12 อัตราส่วนผสมดินและน้ำของอิฐดินดิบคิดเทียบจากปริมาณดิน 100 กรัม

ส่วนผสม	ปริมาณดิน (กรัม)	ปริมาณน้ำ (กรัม)
W10	100	10
W20	100	20
W30	100	30
W40	100	40
W50	100	50

ขั้นตอนการผสมอิฐดินดิบที่ใช้ในการทดสอบ

1. นำดินมาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 10 ขนาดของช่องตะแกรง 2 มิลลิเมตร จากนั้นเก็บดินใส่กระสอบพร้อมสำหรับการใช้งาน

2. นำดินและวัตถุดิบต่าง ๆ มาทำการชั่งตามอัตราส่วนที่กำหนด

3. เทส่วนผสมทั้งหมด ได้แก่ ดิน น้ำยางข้น และน้ำตามแต่ละอัตราส่วนคลุกให้เข้ากันผสมจนเป็นเนื้อเดียวกันมากที่สุด

4. นำดินที่ผสมเสร็จแล้วมาใส่ลงแบบที่เตรียมไว้สำหรับการหาค่าทดสอบต่าง ๆ โดยที่แบบนั้นควรทำให้เปียกเสียก่อนหรือทาแว๊กซ์ (Wax) ที่แบบ เพื่อไม่ให้ดินนั้นติดที่แบบขณะที่ถอดแบบออก

5. นำอิฐดินดิบไว้ในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และนำมาทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ตามช่วงอายุการทดสอบที่ได้กำหนดไว้

ออกแบบส่วนผสมการทำอิฐดินดิบที่มีน้ำยางข้นผสมเพิ่ม

เป็นการศึกษาผลของปริมาณน้ำยางข้นที่มีต่อคุณสมบัติของอิฐดินดิบ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงขนาด การดูดกลืนน้ำ และกำลังอัด โดยทำการผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ ดังตาราง 13

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 13 อัตราส่วนผสมของอิฐดินดิบคิดจากปริมาณดิน 100 กรัม

ส่วนผสม	ปริมาณดิน (กรัม)	ปริมาณน้ำ (กรัม)	ปริมาณน้ำยางข้น (กรัม)	ปริมาณน้ำยางข้น (คิดเป็นร้อยละ)
Control	100	40	0	0
R05	100	40	2	5
R10	100	40	4	10
R15	100	40	6	15
R20	100	40	8	20

การทดสอบคุณสมบัติของอิฐดินดิบ

การทดสอบสมบัติทางกายภาพของอิฐดินดิบ

1. การทดสอบการเปลี่ยนแปลงขนาด

ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงความยาวทั้ง 3 ด้าน คือ กว้าง ยาวและสูง ใช้ก้อนตัวอย่างอัตราส่วนละ 3 ก้อน แล้วหาค่าเฉลี่ย โดยจะวัดครั้งแรกหลังถอดจากแบบพิมพ์ จากนั้นผึ่งในที่ร่มและทำการวัดเมื่อครบทุกอายุ 7 วัน เป็นเวลา 2 เดือน แล้วคำนวณหาร้อยละของการหดตัวตามสมการที่ 1

2. การทดสอบการดูดกลืนน้ำ (Water Absorption)

ทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 243 - 2520 ซึ่งทำการทดสอบโดยการนำก้อนอิฐดินดิบไปทำให้แห้งโดยการอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิประมาณ 110 - 115 องศาสเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนัก เป็นน้ำหนักแห้ง W_s หลังจากนั้นทำให้เย็นโดยการนำก้อนอิฐดินดิบมาวางไว้ ในบริเวณห้องที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวกเป็นเวลา 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำก้อนอิฐดินดิบแช่ในน้ำสะอาดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบ 24 ชั่วโมงแล้วนำก้อนอิฐขึ้นมาจากน้ำแล้วใช้ผ้าชื้นเช็ดน้ำที่ติดตามผิวอิฐ แล้วชั่งนำหนักอิฐดินดิบให้เสร็จภายใน 5 นาที เป็นน้ำหนักอิ่มตัว W_d ทำการทดสอบการดูดกลืนน้ำที่อายุทดสอบ 28 วัน คำนวณร้อยละการดูดกลืนน้ำตามสมการที่ 2

การทดสอบคุณสมบัติทางกลของอิฐดินดิบ

การทดสอบกำลังต้านทานแรงอัด (Compressive Strength)

ทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 243 - 2520 ซึ่งทำการทดสอบโดยการนำก้อนอิฐดินดิบมาวางที่เครื่องทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดและให้ศูนย์กลางของอิฐดินดิบกับศูนย์กลางของแท่งธาร

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ของเครื่องอยู่ตรงกัน ทำการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของก้อนอิฐดินดิบ ทำการทดสอบกำลังอัดที่อายุทดสอบละ 3 ก้อน ที่อายุทดสอบ 28 วัน คำนวณกำลังต้านทานแรงอัดจากสมการที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ

1. ทำการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบ
2. วิเคราะห์ เปรียบเทียบระหว่างสมบัติต่าง ๆ ของอิฐดินดิบที่ผสมน้ำยางข้น
3. วิเคราะห์ปัญหา สาเหตุและการแก้ไขรวมถึงข้อเสนอแนะในการทดสอบครั้งต่อไปหรือการนำไปใช้งานจริง
4. สรุปผลการทดลองผลของน้ำยางข้นที่มีต่อการทำอิฐดินดิบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี