

CE 372 ENGINEERING SOIL TESTS

การทดสอบเรื่องที่ 3

การทดสอบเพื่อประเมินขนาดและปริมาณของเม็ดดินในมวลดินละเอียด
โดยวิธีร่อนผ่านตะแกรง

PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS

(MECHANICAL METHOD : SIEVE ANALYSIS)

1. บทนำ

มวลดินโดยทั่วไปประกอบไปด้วยเม็ดดินขนาดต่างๆปนกันอยู่ในปริมาณที่แตกต่างกัน การบ่งชี้ชนิดของมวลดินใดๆตามหลักวิชาการ จำเป็นจะต้องใช้ปริมาณของเม็ดดินขนาดต่างๆที่ประกอบกันขึ้นเป็นมวลดินนั้น เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจำแนกชนิดและประเภทของมวลดิน นอกจากนี้ปริมาณของเม็ดดินขนาดต่างๆในมวลดิน ยังใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการศึกษาวิเคราะห์ เพื่อประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางวิศวกรรมของมวลดินนั้นๆ เช่น ความหนาแน่นและความพรุนของมวลดิน คุณสมบัติการไหลซึมของน้ำผ่านมวลดิน เป็นต้น และยังใช้เป็นข้อกำหนดที่สำคัญในการคัดเลือกวัสดุดินที่จะนำไปใช้ในงานก่อสร้างต่างๆอีกด้วย ในการทดสอบนี้ จะกล่าวถึงการประเมินขนาดและปริมาณของเม็ดดินในมวลดินละเอียดที่ประกอบไปด้วยเม็ดดินขนาดใหญ่กว่า 0.075 มม. ซึ่งเป็นการทดสอบด้วยวิธีกล (mechanical method) โดยการร่อนมวลดินละเอียด ผ่านชุดตะแกรงที่มีช่องเปิดขนาดต่างๆกัน หรือเรียกโดยทั่วไปว่า sieve analysis

2. วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้วิธีการทดสอบ เพื่อประเมินขนาดและปริมาณของเม็ดดินที่มีอยู่ในมวลดินละเอียด โดยการร่อนผ่านตะแกรง ทั้งวิธีร่อนแบบแห้ง และวิธีล้างน้ำ รวมไปถึงการคำนวณและแสดงผลการทดสอบ ในรูปของ particle size distribution curve หรือ grading curve

3. เอกสารอ้างอิง

3.1 มาตรฐาน ASTM C 136

Standard Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

3.2 มาตรฐาน ASTM C 117

Standard Test Method for Materials Finer than 75 μ (No.200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing

3.3 มาตรฐาน ASTM D 422

Standard Method for Particle-Size Analysis of Soils

- 3.4 มาตรฐาน AASHTO DESIGNATION T 27
Standard Method of Test for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
- 3.5 มาตรฐาน AASHTO DESIGNATION T 11
Standard Method for Amount of Material Finer than 75 μ Sieve in Aggregate
- 3.6 มาตรฐาน AASHTO DESIGNATION T 88
Standard Method of Particle Size Analysis of Soils
- 3.7 มาตรฐานอังกฤษ (BRITISH STANDARD) BS 1377:1975 TEST 7(A) และ 7(B)
Determination of the Particle Size Distribution
(A) Standard Method by Wet Sieving
(B) Standard Method by Dry Sieving
- 3.8 BOWLES, J.E. (1992)
“Engineering Properties of Soils and Their Measurement”
McGraw-Hill Book Co.; Fourth Edition 1992; Experiment No.5
- 3.9 HEAD, K.H. (2006)
“Manual of Soil Laboratory Testing”
Volume 1 : Soil Classification and Compaction Tests
CRC Press, Taylor & Francis Group; Third Edition 2006
- 3.10 DAS, B.M. (2002)
“Soil Mechanics Laboratory Manual”
Oxford University Press; Sixth Edition 2002
- 3.11 LIU, C. and EVETT, J.B. (1997)
“Soil Properties: Testing, Measurement, and Evaluation”
Prentice-Hall Inc.; Third Edition 1997.

4. ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในมวลดินแต่ละใดๆ เม็ดดินที่ประกอบขึ้นเป็นมวลดินจะมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันไป เม็ดดินที่เกิดจากการสลายตัวของหินโดยการผุกร่อนทางกายภาพ จะมีรูปร่างลักษณะเป็นก้อนกลมหรือมีเหลี่ยมมุมโดยรอบ ขณะที่เม็ดดินซึ่งเกิดขึ้นจากการผุกร่อนโดยขบวนการทางกายภาพและมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้นภายในโครงสร้างของเม็ดดิน จะมีการสลายตัวเป็นเม็ดดินขนาดเล็ก รูปร่างลักษณะเป็นแผ่นแบน ดังนั้นคำว่าขนาดของเม็ดดิน หรือ particle size หรือ grain size จึงเป็นการระบุขนาดของเม็ดดินโดยสมมุติให้เม็ดดินมีลักษณะเป็นอนุภาครูปทรงกลม ดังนั้น ขนาดหรือ diameter ของเม็ดดิน จึงถือว่าเป็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเทียบเท่า (equivalent diameter) กับเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาครูปทรงกลมที่มีลักษณะทางกายภาพเท่าเทียมกัน ในกรณีของดินเม็ดหยาบที่มี equivalent diameter ใหญ่กว่า 75 μ หรือ 0.075 มม. ซึ่งทำการคัดแยกขนาดโดยการร่อนผ่านตะแกรง ขนาดของเม็ดดินจะเปรียบเทียบได้จากขนาดของช่องเปิดรูสี่เหลี่ยมจัตุรัสของตะแกรงร่อนดิน ที่ใช้ในการคัดแยกขนาดของเม็ดดินโดยถือว่า เม็ดดินที่สามารถลอดผ่านช่องเปิดของตะแกรงขนาดใดๆได้ จะเรียกเม็ดดินดังกล่าวว่า มีขนาดเล็กกว่าขนาดของช่องเปิดของตะแกรงนั้น ถ้าลอดผ่านไม่ได้ ก็ถือว่าเม็ดดินดังกล่าวมีขนาดใหญ่กว่าขนาดช่องเปิดของตะแกรงนั้น ในการคัดแยกขนาดของเม็ดดินในมวลดินแต่ละ จะใช้

ตะแกรงร่อนดินหลายอัน แต่ละอันจะมีขนาดช่องเปิดของตะแกรงแตกต่างกันไป ในการทดสอบแต่ละครั้ง ผู้ทดสอบจะกำหนดจำนวนตะแกรง และขนาดช่องเปิดของตะแกรงแต่ละอันที่ใช้ โดยพิจารณาจากลักษณะของมวลดินละเอียด และความละเอียดของข้อมูลที่ต้องการจากการทดสอบเป็นเกณฑ์ การจัดลำดับตะแกรงทดสอบ จะซ้อนตะแกรงที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่กว่าไว้ข้างบน เรียงลำดับตามขนาดของช่องเปิดตะแกรงจากใหญ่ไปเล็กเมื่อเทมวลดินลงบนตะแกรงอันบนสุดของชุดตะแกรง เมื่อดินจะร่อนผ่านช่องเปิดของตะแกรงขนาดต่างๆจากบนลงล่าง จนถึงตะแกรงที่มีขนาดช่องเปิดเล็กกว่าเม็ดดิน เม็ดดินนั้นก็ค้างอยู่บนตะแกรงดังกล่าว เช่น เม็ดดินร่อนลงไปค้างอยู่บนตะแกรง No.20 ที่มีขนาดช่องเปิด 0.85 มม. หากตะแกรงสุดท้ายที่เม็ดดินร่อนผ่านลงไปได้ เป็นตะแกรง No.10 ที่มีขนาดช่องเปิด 2.00 มม. ก็กล่าวได้ว่า เม็ดดินนั้นมีขนาดเม็ดดิน (particle size, particle diameter, grain size, หรือ grain diameter) เล็กกว่า 2.00 มม. แต่ใหญ่กว่า 0.85 มม. เป็นต้น

การทดสอบเพื่อคัดขนาดและประเมินปริมาณของเม็ดดินขนาดต่างๆในมวลดินละเอียดโดยวิธีร่อนผ่านตะแกรง จะนำมวลดินละเอียดอบแห้งที่เตรียมไว้มาร่อนผ่านชุดตะแกรง แล้วบันทึกข้อมูลน้ำหนักดินแห้งที่ค้างบนตะแกรงแต่ละอัน นำข้อมูลมาคำนวณหาปริมาณมวลละเอียดที่ร่อนผ่านตะแกรงแต่ละอัน เป็นค่าร้อยละของน้ำหนักมวลดินละเอียดอบแห้งที่ใช้ทำการทดสอบ และเมื่อใช้ขนาดช่องเปิดของตะแกรง เป็นขนาดเทียบเท่าของเม็ดดิน ก็สามารถรายงานผลการทดสอบได้เป็นค่า percentage finer หรือ percentage passing หรือเรียกกันโดยทั่วไปว่า percent finer ซึ่งเป็นค่าบอกปริมาณเม็ดดินในมวลดินละเอียดที่สามารถร่อนผ่านตะแกรงแต่ละขนาดได้ โดยระบุเป็นค่าร้อยละโดยน้ำหนักของมวลดินแห้งที่ใช้ทำการทดสอบที่เม็ดดินมีขนาดเล็กกว่าขนาดช่องเปิดของตะแกรงใดๆ หลังจากนั้น นำผลทดสอบไป plot เป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า percentage finer บน natural scale กับ ขนาดเทียบเท่าของเม็ดดิน (particle diameter หรือ grain diameter) บน logarithmic scale ในกระดาษกราฟ semi-log กราฟความสัมพันธ์นี้เรียกว่า particle size distribution curve หรือ grading curve รูปร่างลักษณะของ grading curve ของมวลละเอียดใดๆ นอกจากจะใช้บ่งชี้ปริมาณของเม็ดดินขนาดต่างๆที่มีอยู่ในมวลดินละเอียดนั้นแล้ว ยังสามารถแสดงให้เห็นได้ว่าส่วนผสมของเม็ดดินในมวลดินละเอียดนั้นมีลักษณะเป็น poorly graded (uniform graded หรือ gap graded) หรือเป็น well graded soils โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จาก grading curve 2 ค่า คือ ค่าสัมประสิทธิ์แห่งความสม่ำเสมอ (Coefficient of Uniformity, C_u) และสัมประสิทธิ์แห่งความโค้ง (Coefficient of Curvature, C_c หรือ C_2) grading curve นั้น โดยที่

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} D_{10}} \dots\dots\dots (3.2)$$

- เมื่อ D_{10} เป็นขนาดของเม็ดดิน ที่ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของมวลดินละเอียดนั้น มีขนาดเล็กกว่า
- D_{30} เป็นขนาดของเม็ดดิน ที่ร้อยละ 30 โดยน้ำหนักของมวลดินละเอียดนั้น มีขนาดเล็กกว่า
- D_{60} เป็นขนาดของเม็ดดิน ที่ร้อยละ 60 โดยน้ำหนักของมวลดินละเอียดนั้น มีขนาดเล็กกว่า

ในกรณีที่มีมวลดินละเอียด มีเม็ดดินขนาดเล็กกว่า 0.075 มม. ซึ่งจัดเป็นเม็ดดินประเภท silt และ clay ปนอยู่มากพอสมควร การใช้ตัวอย่างดินอบแห้งร่อนผ่านตะแกรงโดยตรงตามวิธีที่เรียกว่า การร่อนแบบแห้ง

หรือ dry sieving จะให้ข้อมูลที่ผิดไปจากความเป็นจริงได้มาก เพราะเม็ดดินขนาดเล็กจะยึดเกาะจับกันเป็นก้อน ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดรูตะแกรงขนาดเล็กได้ ทำให้การร่อนมวลดินละเอียดละเอียดอบแห้งผ่านตะแกรง ได้ผลผิดไปจากความเป็นจริง เพราะจะแสดงผลว่ามีดินเม็ดหยาบอยู่ในมวลละเอียดเป็นปริมาณมาก ในกรณีเช่นนี้ จำเป็นต้องทดสอบโดยการนำมวลดินละเอียดไปล้างน้ำผ่านตะแกรง ซึ่งเรียกว่าวิธี wet sieving หรือ wash sieving ซึ่งน้ำจะทำหน้าที่เป็นตัวกลาง แยกเม็ดดินที่เกาะกันอยู่ออกเป็นก้อนเม็ดดินที่มีขนาดเล็กลงพอที่จะทำให้เม็ดดิน เคลื่อนตัวผ่านช่องเปิดรูตะแกรงที่ใช้ล้างตัวอย่างดินนั้นลงไปได้โดยสะดวก ช่วยให้ผลการทดลองถูกต้องมากขึ้น การล้างเม็ดดินผ่านตะแกรง ปกติจะล้างตัวอย่างมวลดินละเอียดตะแกรง ASTM No.200 (75 μ) หลังจากล้างดินเม็ด ละเอียดผ่านตะแกรงไปหมดแล้ว นำมวลละเอียดส่วนที่ค้างบนตะแกรงดังกล่าวซึ่งเป็นดินเม็ดหยาบประเภททราย และ กรวด ไปอบให้แห้ง แล้วจึงนำไปร่อนผ่านชุดตะแกรงที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่โดยวิธี dry sieving ต่อไป

5. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- 5.1 มวลดินละเอียดอบแห้งหนักไม่น้อยกว่า 1000 กรัม (เม็ดดินขนาดใหญ่ที่สุดในมวลละเอียดควรมีขนาดไม่ต่ำกว่า 3/8 นิ้ว หรือ 9.5 มม.)
- 5.2 ตะแกรงร่อนดินมาตรฐาน ASTM จำนวน 1 ชุด ประกอบไปด้วยตะแกรงขนาดช่องเปิด 3/4 นิ้ว, 1/2 นิ้ว, 3/8 นิ้ว, No.4, No.10, No.20, No.40, No.100, และ No.200 พร้อมทั้งถาดรองชุดตะแกรง (pan) และฝาปิด
- 5.3 ตะแกรงร่อนดิน ASTM ขนาดช่องเปิด No.200 แบบขอบสูง (wash sieve) 1 อัน
- 5.4 เครื่องสั่นชุดตะแกรง
- 5.5 ค้อนยางทุบดิน และ ที่ตักดิน อย่างละ 1 อัน
- 5.6 แปรงทำความสะอาดตะแกรง 1 อัน
- 5.7 เต้าอบควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้
- 5.8 เครื่องชั่ง ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม
- 5.9 ถังพลาสติกสำหรับผสมน้ำดิน 1 ใบ
- 5.10 ถาดใส่น้ำดินเข้าเต้าอบได้ ความจุไม่น้อยกว่า 1500 cc 1 ใบ

6. วิธีการทดสอบ

สำหรับการทดสอบในเรื่องนี้จะทำการทดสอบต่อเนื่องกันไป โดยใช้ทั้งวิธีล้างดินผ่านตะแกรง และ วิธีร่อนแห้งโดยใช้เครื่องสั่นชุดตะแกรง มีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้

- 6.1 นำถาดอะลูมิเนียมที่เตรียมไว้มาบันทึกหมายเลขและชั่งน้ำหนัก
- 6.2 ชั่งและบันทึกน้ำหนักมวลดินละเอียดอบแห้งที่เตรียมไว้ (ประมาณ 1000 - 1200 กรัม)
- 6.3 นำมวลดินไปใส่ถังพลาสติก เทน้ำสะอาดใส่ลงไปพอประมาณ แล้วกวนให้เม็ดดินแตกตัวออกจากกัน
- 6.4 เทน้ำดินจากถังลงในตะแกรง No.200 แบบขอบสูงอย่างช้าๆ ระวังอย่าให้น้ำดินไหลล้นหรือหกออกนอกขอบตะแกรง หากมีการอุดตันของช่องเปิดของแผ่นตะแกรง ใช้มือกวนมวลดินบนแผ่นตะแกรง เพื่อเปิดทางให้น้ำและเม็ดดินไหลผ่านช่องเปิดของแผ่นตะแกรงได้โดยสะดวก น้ำและเม็ดดินที่ไหลผ่านตะแกรงไปแล้วให้ทิ้งไป

- 6.5 ใช้น้ำล้างเศษดินจากถังลงไปในตะแกรงให้หมด แล้วฉีดน้ำลงไปในตะแกรงเบาๆเพื่อล้างเม็ดดินขนาดเล็กออกจากมวลคละ และให้ไหลผ่านช่องเปิดของตะแกรงลงไปจนเหลือแต่เม็ดดินที่มีขนาดใหญ่กว่า ค้างอยู่บนตะแกรง ซึ่งจะเห็นได้จากน้ำที่ไหลผ่านตะแกรงออกมา จะเป็นน้ำใสและไม่มีเม็ดดินปนอยู่
- 6.6 เทมวลดินคละที่ค้างอยู่บนตะแกรงลงในภาชนะลุมิเนียมที่เตรียมไว้ ใช้น้ำล้างเม็ดดินจากตะแกรงลงในภาชนะให้หมด นำภาชนะดินเข้าเตาอบ ที่ 18-24 ชั่วโมงจนแห้ง แล้วเอาภาชนะดินแห้งออกจากเตาอบ นำไปชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาน้ำหนักดินแห้งที่หายไปจากการล้างผ่านตะแกรง No.200
- 6.7 นำชุดตะแกรงที่เตรียมไว้มาทำความสะอาด อย่าให้มีเม็ดดินติดค้างอยู่ในช่องเปิดของตะแกรง นำตะแกรงแต่ละอันไปชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกไว้ จัดตะแกรงเรียงซ้อนกันโดยให้ตะแกรงที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่กว่าอยู่ข้างบน ตะแกรงอันล่างสุดจะเป็นตะแกรง No.200 และ pan ตามลำดับ
- 6.8 เทมวลดินคละอบแห้งที่เหลือจากการล้างในข้อ 6.6 ลงไปในชุดตะแกรง แล้วปิดฝาชุดตะแกรง นำชุดตะแกรงไปวางบนเครื่องสั่น ยึดชุดตะแกรงเข้ากับเครื่องสั่นให้มั่นคง ถ้าจำนวนชั้นของตะแกรงมากเกินไปให้ร่อนมวลคละด้วยมือผ่านตะแกรงหยาบอันบนสุด เรียงลำดับลงมาจนกว่าจะสามารถยึดชุดตะแกรงที่เหลือเข้ากับเครื่องสั่นได้ เปิดเครื่องสั่นชุดตะแกรงทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที
- 6.9 นำชุดตะแกรงออกจากเครื่องสั่นแล้วเขย่าชุดตะแกรงด้วยมืออีกชั่วระยะเวลาหนึ่ง เพื่อให้แน่ใจว่าเม็ดดินได้สัมผัสกับแผ่นตะแกรงอย่างทั่วถึงและให้เม็ดดินมีโอกาส ลอดผ่านช่องเปิดของตะแกรงได้มากที่สุด
- 6.10 นำตะแกรงพร้อมเม็ดดินที่ค้างบนตะแกรงแต่ละอัน รวมทั้งเม็ดดินในภาชนะรองรับเม็ดดิน (pan) ไปชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกไว้ นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทั้งหมดไปทำการคำนวณ

7. การคำนวณผลการทดสอบ

- 7.1 คำนวณหาน้ำหนักดินแห้งที่ล้างผ่านตะแกรง No.200 จากการ wash sieving
- 7.2 คำนวณหาน้ำหนักดินแห้งที่ค้างในตะแกรงแต่ละอันจากการร่อนแห้ง (dry sieving)
- 7.3 น้ำหนักดินแห้งค้างใน pan จะเป็นน้ำหนักดินแห้งจากการร่อนผ่านตะแกรง No.200 โดยวิธี dry sieving รวมกับน้ำหนักดินที่หายไปจากการล้างผ่านตะแกรง No.200 (wash sieving)
- 7.4 รวมน้ำหนักดินแห้งที่ค้างบนตะแกรงทุกอันและใน pan แล้วเปรียบเทียบกับน้ำหนักมวลดินคละที่ใช้ทำการทดสอบ (น้ำหนักที่ชั่งได้ในขั้นตอนที่ 6.2) หากผิดไปมากกว่า 1 % ให้ทดสอบใหม่
- 7.5 คำนวณน้ำหนักของมวลดินแห้งที่ค้างบนตะแกรงแต่ละอัน และใน pan คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักมวลดินแห้งที่ใช้ทดสอบ โดยใช้น้ำหนักมวลดินคละรวมที่คำนวณได้ในขั้นตอนที่ 7.3 เป็นตัวหาร ผลการคำนวณขั้นตอนนี้เรียกว่า percent retained
- 7.6 คำนวณค่าร้อยละที่ค้างสะสม หรือ cumulative percent retained ซึ่งเป็นผลบวกของค่าร้อยละที่ค้าง (percent retained) บนตะแกรงแต่ละอันทุกอัน ที่อยู่เหนือตะแกรงนั้นขึ้นไป เช่น cumulative percent retained ของตะแกรง No.4 จะเป็นผลบวกของ percent retained บนตะแกรง 1/2 นิ้ว, 3/8 นิ้ว, และ 1/4 นิ้ว ตามลำดับ
- 7.7 ให้คำนวณค่าร้อยละโดยน้ำหนัก ของมวลดินแห้งที่เม็ดดินมีขนาดเล็กกว่าช่องเปิด ของตะแกรงใดๆ (percentage finer หรือ percentage passing) โดยใช้ค่า cumulative percent retained ของตะแกรงนั้นๆ ลบออกจาก 100

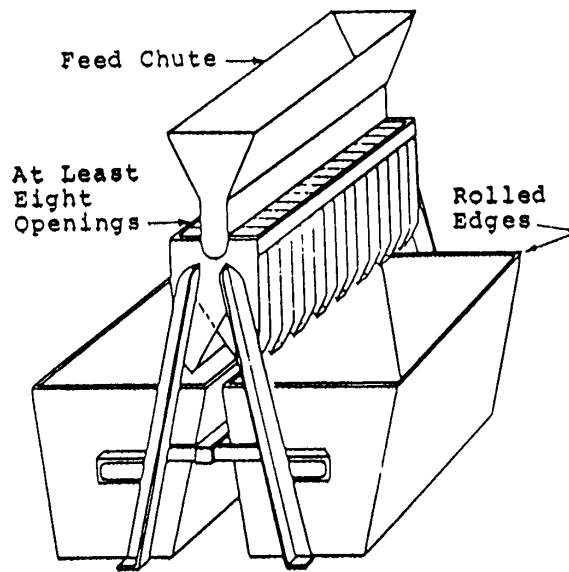
- 7.8 แสดงผลการทดสอบในรูปของ particle size distribution curve บนกระดาษกราฟ semi-log โดยใช้ค่าขนาดช่องเปิดของตะแกรงแต่ละอัน เป็นค่า particle size, plot ลงบน log scale และ plot ค่า percentage finer จากผลการคำนวณแต่ละตะแกรง ลงบน linear scale
- 7.9 ถ้าเป็นไปได้ให้อ่านค่า D_{60} , D_{30} , และ D_{10} จาก particle size distribution curve ดังกล่าว แล้วคำนวณหาค่า Coefficient of Uniformity (C_u) และค่า Coefficient of Curvature (C_c หรือ C_2) ของมวลดินละเอียดตัวอย่างนี้

8. บทวิเคราะห์หิววิจารณ์

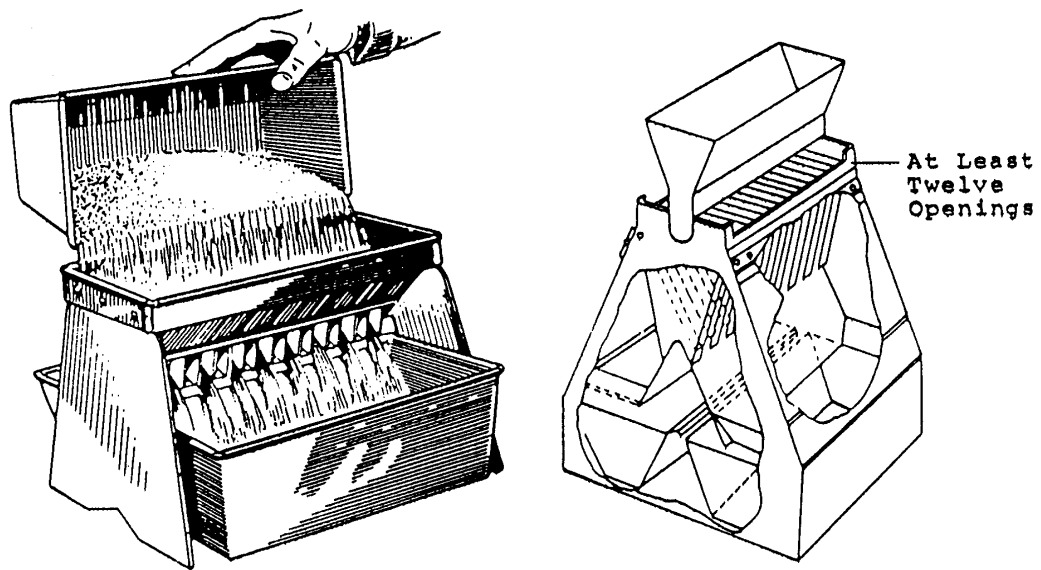
ให้พิจารณาผลการทดสอบและผลการคำนวณ แล้วให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการที่จะช่วยให้ผลการทดสอบมีความถูกต้องเป็นที่เชื่อถือได้ และมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น หลังจากนั้น ให้แสดงข้อคิดเห็นและวิจารณ์ เกี่ยวกับ ลักษณะชนิด และคุณสมบัติทางวิศวกรรม ของมวลละเอียดที่ใช้ทำการทดสอบ มาให้มากที่สุดเท่าที่จะสามารถวิเคราะห์ให้ได้

9. ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดสอบนี้

- 9.1 การคัดเลือกตัวอย่างดินเพื่อทำการทดสอบ ให้ใช้วิธีการตามที่กำหนดไว้โดย มาตรฐาน ASTM C 702 หรือ มาตรฐาน AASHTO designation T 248; Standard Methods for Reducing Field Samples of Aggregate to Testing Size ซึ่งวิธีการดังกล่าว มีวัตถุประสงค์ที่จะแบ่งตัวอย่างมวลดินละเอียดที่นำมาทำการทดสอบออกเป็นส่วนย่อย โดยพยายามให้ตัวอย่างดินแต่ละส่วน มีลักษณะการกระจายของเม็ดดินคงที่เท่าเทียมกันทุกประการ การแบ่งตัวอย่างมวลดินละเอียดโดยวิธีการที่กล่าวถึงนี้ นิยมใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า riffle sample splitter หรือเรียกโดยทั่วไปว่า split-box ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.1 หรืออาจใช้วิธีการคลุกเคล้าแล้วแบ่งส่วน ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.2 ก็ได้
- 9.2 ตะแกรงร่อนดินที่จัดหามาใช้ทำการทดสอบได้โดยทั่วไป มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของขอบตะแกรงหลายขนาดเพื่อการเลือกใช้ตามความเหมาะสม ตะแกรงที่นิยมใช้ส่วนใหญ่ ขอบตะแกรงมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ถ้าตัวอย่างมวลดินละเอียดที่จะทำการทดสอบมีปริมาณมาก ควรเลือกใช้ตะแกรงที่ขอบตะแกรงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ขึ้น หรือแบ่งมวลดินละเอียดออกทำการร่อนและบันทึกข้อมูลหลายครั้ง แล้วเอาข้อมูลทั้งหมดมารวมทำการคำนวณ ทั้งนี้เพราะหากทำการร่อนดินปริมาณมากในครั้งเดียว โดยใช้ตะแกรงขนาดเล็กที่มีความจุและพื้นที่ของแผ่นตะแกรงน้อย จะมีเม็ดดินค้างบนตะแกรงแต่ละอันเป็นปริมาณมาก อาจล้นตะแกรงได้ และเม็ดดินที่ทับถมอยู่บนเม็ดดินอื่นในส่วนบนของตะแกรง จะไม่มีโอกาสได้สัมผัสกับแผ่นลวดตะแกรง จึงไม่สามารถทดสอบประเมินขนาดที่แท้จริงของเม็ดดินเหล่านั้นได้ทำให้ผลการทดสอบผิดไปจากความเป็นจริงได้มาก
- 9.3 การร่อนดินผ่านชุดตะแกรงที่ประกอบไปด้วยตะแกรงหลายอัน ชุดตะแกรงอาจมีความสูงเกินกว่าที่จะติดตั้งเข้ากับเครื่องสั่นได้ ในกรณีเช่นนี้จำเป็นต้องตัดตอนชุดตะแกรงออกทำการทดสอบทีละส่วน แต่ละ ส่วนรองรับไว้ด้วย pan โดยเริ่มจากชุดตะแกรงหยาบก่อน แล้วนำดินที่ร่อนผ่านลงไปอยู่ใน pan ไปร่อนผ่านชุดตะแกรงที่ละเอียดกว่าต่อไปจนครบตามจำนวนตะแกรงที่ต้องการ

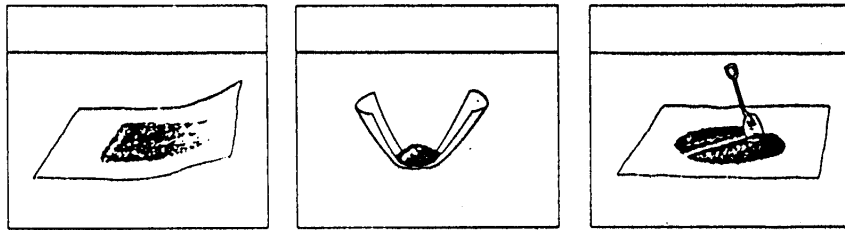


ก. RIFFLE SAMPLE SPLITTER ขนาดช่องเปิดใหญ่ สำหรับมวลดินละเอียดหยาบ



ข. RIFFLE SAMPLE SPLITTER ขนาดช่องเปิดเล็ก สำหรับมวลดินละเอียดละเอียด

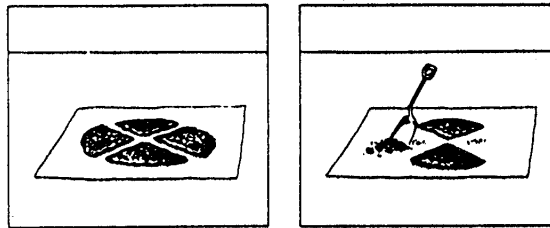
รูปที่ 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ทำการแบ่งตัวอย่างมวลดินละเอียดเป็นส่วนย่อย (RIFFLE SAMPLE SPLITTER หรือ SPLIT-BOX)



MIX BY ROLLING ON BLANKET

FORM CONE AFTER MIXING

QUARTER AFTER FLATTENING CONE

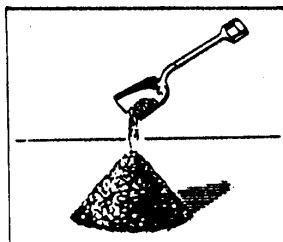


SAMPLE DIVIDED INTO QUARTERS

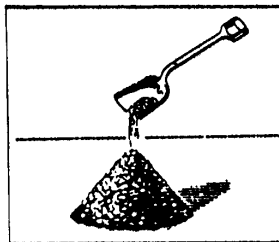
RETAIN OPPOSITE QUARTERS

REJECT THE OTHER TWO QUARTERS

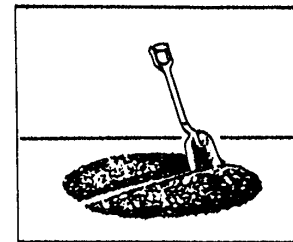
ก. QUARTERING มวลดินละเอียดละเอียดบนพื้นผ้าใบ



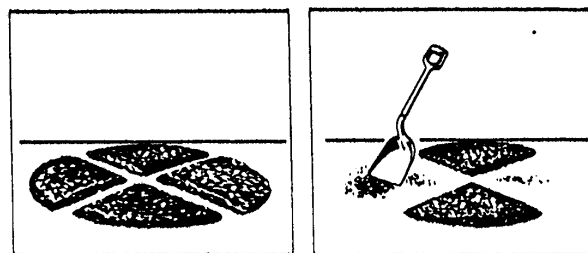
CONE SAMPLE ON HARD, CLEAN SURFACE



MIXING BY FORMING NEW CONE



QUARTER AFTER FLATTENING CONE



SAMPLE DIVIDED INTO QUARTERS

RETAIN OPPOSITE QUARTERS

REJECT THE OTHER TWO QUARTERS

ข. QUARTERING มวลดินละเอียดหยาบบนพื้นแข็งผิวเรียบ

รูปที่ 3.2 การแบ่งตัวอย่างมวลดินละเอียดเป็นส่วนย่อย โดยวิธี QUARTERING

- 9.4 การประเมินลักษณะส่วนผสมของเม็ดดินในมวลดินแต่ละใดๆ ว่ามีลักษณะส่วนผสมเป็นประเภท well graded หรือ poorly graded จะพิจารณาได้จากค่า Coefficient of Uniformity, C_u และค่า Coefficient of Curvature, C_z ของมวลดินแต่ละนั้นๆ โดยอาศัยหลักเกณฑ์ดังนี้
- ในกรณีของทราย หรือมวลดินเม็ดละเอียด มวลดินแต่ละมีลักษณะส่วนผสมของเม็ดดินเป็น well graded เมื่อ C_u มีค่ามากกว่า 6 และ C_z มีค่าระหว่าง 1 ถึง 3
 - ในกรณีของมวลดินละเอียดที่มีกรวดเป็นหลัก มวลดินแต่ละมีลักษณะส่วนผสมของเม็ดดินเป็น well graded เมื่อ C_u มีค่ามากกว่า 4 และ C_z มีค่าระหว่าง 1 ถึง 3
- หากค่า C_u และ C_z ของมวลดินแต่ละใดๆไม่เป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุไว้นี้ มวลดินแต่ละดังกล่าวจะมีลักษณะส่วนผสมของเม็ดดินเป็นประเภท poorly graded โดยที่ มวลดินแต่ละจะมีลักษณะส่วนผสมของเม็ดดินเป็นแบบ uniform graded คือเม็ดดินส่วนใหญ่ในมวลดินจะมีขนาดใกล้เคียงกัน เมื่อ C_u มีค่าน้อยกว่า 4 และ มวลดินแต่ละจะมีลักษณะส่วนผสมของเม็ดดินเป็นแบบ gap graded คือมีเม็ดดินบางขนาดอยู่น้อยมาก หรือขาดหายไปจากมวลดินแต่ละนั้น เมื่อ C_z มีค่าต่ำกว่า 1 หรือ สูงกว่า 3 มาก
- 9.5 มาตรฐาน ASTM C 136 และ AASHTO T 27 กำหนดปริมาณที่เหมาะสมของมวลดินแต่ละที่ใช้ทดสอบไว้ดังต่อไปนี้
- มวลดินแต่ละที่สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2.36 มม. (No. 8) ได้มากกว่า 95 % ให้ใช้วัสดุทดสอบมีปริมาณไม่น้อยกว่า 100 กรัม
 - มวลดินแต่ละที่สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (No. 4) ได้มากกว่า 85% และค้างบนตะแกรงขนาด 2.36 มม. (No. 8) มากกว่า 5 % ให้ใช้วัสดุในการทดสอบมีปริมาณไม่น้อยกว่า 500 กรัม
 - มวลดินแต่ละที่ประกอบไปด้วยเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่กว่าที่กล่าวมาแล้ว ปริมาณมวลดินแต่ละที่ใช้ในการทดสอบขึ้นอยู่กับ nominal maximum size ของมวลดินแต่ละนั้น ตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 3.1 ซึ่ง nominal maximum size ในที่นี้ เป็นขนาดช่องเปิดของตะแกรงที่เล็กที่สุด ที่เม็ดดินทั้งหมดในมวลดินแต่ละนั้น สามารถลอดผ่านไปได้โดยไม่มีเม็ดดินตกค้างบนตะแกรงเลย

ตารางที่ 3.1 ปริมาณที่เหมาะสมของมวลดินแต่ละที่ใช้ในการทดสอบ

NOMINAL MAXIMUM SIZE	ใช้มวลแต่ละทดสอบ มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า
9.5 มม. หรือ 3/8 นิ้ว	1 กิโลกรัม
12.5 มม. หรือ 1/2 นิ้ว	2 กิโลกรัม
19.0 มม. หรือ 3/4 นิ้ว	5 กิโลกรัม
25.0 มม. หรือ 1 นิ้ว	10 กิโลกรัม
37.5 มม. หรือ 1 1/2 นิ้ว	15 กิโลกรัม
50.0 มม. หรือ 2 นิ้ว	20 กิโลกรัม

ตารางที่ 3.2 ขนาดช่องเปิดของตะแกรงร่อนดินตามมาตรฐาน ASTM

SIEVE No.	OPENING (mm)	SIEVE No.	OPENING (mm)	SIEVE No.	OPENING (mm)
4 in.	100.0	No. 4	4.75	No. 40	0.425
3 in.	75.0	No. 5	4.00	No. 45	0.355
2 1/2 in.	63.0	No. 6	3.35	No. 50	0.300
2 in.	50.0	No. 7	2.80	No. 60	0.250
1 3/4 in.	45.0	No. 8	2.36	No. 70	0.212
1 1/2 in.	37.5	No. 10	2.00	No. 80	0.180
1 1/4 in.	31.5	No. 12	1.70	No. 100	0.150
1 in.	25.0	No. 14	1.40	No. 120	0.125
3/4 in.	19.0	No. 16	1.18	No. 140	0.106
5/8 in.	16.0	No. 18	1.00	No. 170	0.090
1/2 in.	12.5	No. 20	0.85	No. 200	0.075
3/8 in.	9.5	No. 25	0.71	No. 230	0.063
5/16 in.	8.0	No. 30	0.60	No. 325	0.045
1/4 in.	6.3	No. 35	0.50	No. 400	0.038

ตารางที่ 3.3 ขนาดช่องเปิดของตะแกรงร่อนดินมาตรฐานอังกฤษเดิม (B.S. Sieve)

SIEVE No.	OPENING (mm)	SIEVE No.	OPENING (mm)	SIEVE No.	OPENING (mm)
No. 5	3.353	No. 22	0.699	No. 100	0.152
No. 6	2.812	No. 25	0.599	No. 120	0.124
No. 7	2.411	No. 30	0.500	No. 150	0.104
No. 8	2.057	No. 36	0.422	No. 170	0.089
No. 10	1.676	No. 44	0.353	No. 200	0.076
No. 12	1.405	No. 52	0.295	No. 240	0.066
No. 14	1.204	No. 60	0.251	No. 300	0.053
No. 16	1.003	No. 72	0.211		
No. 18	0.853	No. 85	0.178		

ตารางที่ 3.4 ขนาดช่องเปิดของตะแกรงร่อนดินมาตรฐานอังกฤษปัจจุบัน (B.S. Sieve)

SIEVE No.	OPENING (mm)	SIEVE No.	OPENING (mm)	SIEVE No.	OPENING (mm)
16.0 mm	16.0	2.00 mm	2.00	250 μm	0.178
13.2 mm	13.2	1.70 mm	1.70	212 μm	0.212
11.2 mm	11.2	1.40 mm	1.40	180 μm	0.180
9.50 mm	9.50	1.18 mm	1.18	150 μm	0.150
8.00 mm	8.00	1.00 mm	1.00	125 μm	0.125
6.70 mm	6.70	850 μm	0.850	106 μm	0.106
5.60 mm	5.60	710 μm	0.710	90 μm	0.089
4.75 mm	4.75	600 μm	0.600	75 μm	0.075
4.00 mm	4.00	500 μm	0.500	63 μm	0.063
3.35 mm	3.35	425 μm	0.425	53 μm	0.053
2.80 mm	2.80	355 μm	0.355	45 μm	0.045
2.36 mm	2.36	300 μm	0.300	38 μm	0.038

@@@@@@@@@@@@@@@@

CE 372 ENGINEERING SOIL TESTS
EXPERIMENT No. 3
SIEVE ANALYSIS

ชื่อ-สกุล รหัส ตอนที่ กลุ่มที่ วันทดสอบ

ข้อมูลตัวอย่างดิน	เมื่อเตรียมตัวอย่าง ก่อนนำไปล้างผ่านตะแกรง	หลังจากล้าง ผ่านตะแกรง No. 200
เครื่องหมายภาควิชาตัวอย่างดิน		
น้ำหนักภาควิชา + ดินแห้ง (กรัม)		
น้ำหนักภาควิชาใส่ตัวอย่างดิน (กรัม)		
น้ำหนักดินแห้งที่ใช้ทดสอบ (กรัม)		
น้ำหนักดินแห้งส่วนที่ล้างผ่านตะแกรง No.200 (กรัม)		

ตะแกรง ASTM No.	ขนาดช่องเปิด แผ่นตะแกรง (ขนาดเม็ดดิน) (D) (มม.)	น้ำหนัก ตะแกรง + ดินแห้ง (กรัม)	น้ำหนัก ตะแกรง (กรัม)	น้ำหนัก ดินแห้ง ค้างบน ตะแกรง (กรัม)	Percent Retained (%)	Cumulative Percent Retained (%)	Percent Finer (%)
1 in.	25.0						
3/4 in.	19.0						
1/2 in.	12.5						
3/8 in.	9.50						
No. 4	4.75						
No. 10	2.00						
No. 20	0.850						
No. 40	0.425						
No. 100	0.150						
No. 200	0.075						
Pan	-----						
รวม							

น้ำหนักดินแห้งที่หายไปจากการทดสอบ กรัม Percent Error %

Note: น้ำหนักดินแห้งค้างใน Pan = (น้ำหนักดินแห้งค้างใน Pan จากการร่อนแห้ง) + (น้ำหนักดินแห้งส่วนที่ล้างผ่านตะแกรง No.200)