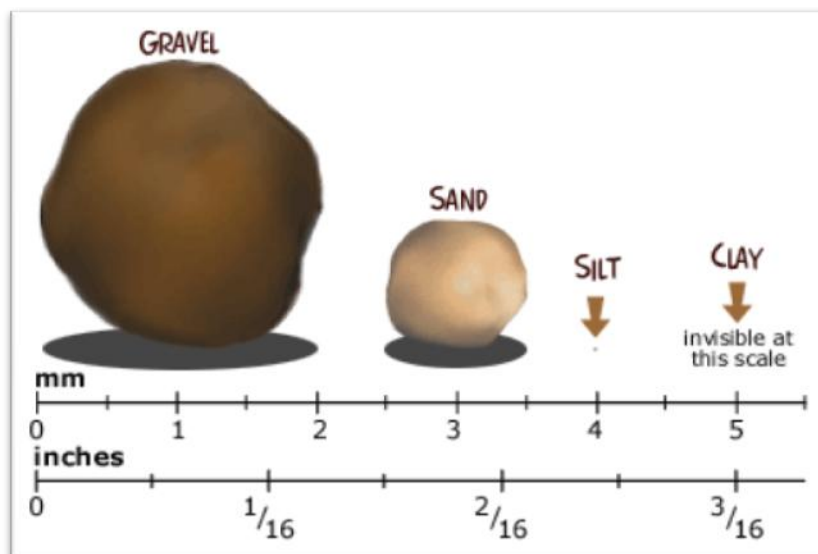


## หน่วยที่ 5

### การทดสอบหาขนาดมวลคละของดิน (Sieve Analysis)



<sup>1</sup> <http://204.143.68.15/login/index.php>



## หน่วยที่ 5

### การทดลองหาขนาดมวลละเอียดของดิน (Sieve Analysis)

#### หัวข้อเรื่อง

- 5.1 การหาขนาดมวลละเอียดของดินและการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ที่สม่ำเสมอและสัมประสิทธิ์ของเส้นโค้ง
- 5.2 ขอบข่ายการทดลองหาขนาดมวลละเอียดของดิน
- 5.3 ใบบางขั้นการทดลองหาขนาดมวลละเอียดของดิน
- 5.4 การคำนวณผลการทดลองหาขนาดมวลละเอียดของดิน

#### สาระสำคัญ

การหาขนาดของเม็ดดินโดยวิธีการร่อนผ่านตะแกรง จะใช้ตะแกรงที่มีขนาดช่องเปิดแตกต่างกันออกไป สำหรับเบอร์ตะแกรงที่นิยมใช้กันก็คือขนาด 3/8 นิ้ว เบอร์ 4, 10, 20, 40, 100 และ 200 โดยเบอร์ตะแกรงที่จะขาดไม่ได้ก็คือ เบอร์ 4, 100 และ 200 ซึ่งตะแกรงที่มีช่องเปิดใหญ่ที่สุดจะอยู่ด้านบนและไล่ตามลำดับลงมา ดินหรือหินที่เล็กกว่าช่องเปิดของตะแกรงก็จะหล่นลงมาในชั้นต่อไป ดินที่ใหญ่กว่าช่องเปิดของตะแกรงก็จะค้างอยู่บนตะแกรง แต่ก็ไม่แน่นอนเสมอไปเพราะว่าตะแกรงนั้นไม่สามารถแบ่งแยกความแบนความยาวได้ บางครั้งหินหรือดินเม็ดเล็ก แต่มีความยาวกว่าขนาดของตะแกรงก็สามารถค้างอยู่บนตะแกรงนั้นได้ การหาขนาดและการกระจายของเม็ดดินอาจทำได้ด้วยกันหลายวิธี แต่ที่นิยมปฏิบัติกันแพร่หลาย คือ วิธีการร่อนผ่านตะแกรง (Sieve Analysis) ที่มีช่องขนาดต่างๆ กัน มักใช้กับดินที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.075 มม. ขึ้นไปวิธีตกตะกอนโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ หรือหลอดดูด (Pipette) วัดการตกตะกอนเหมาะสำหรับเม็ดดินขนาด 0.2 มม. ถึง 0.0002 มม. ทั้งสองวิธีดังกล่าวอาจใช้ร่วมกันในการวิเคราะห์ขนาดของตัวอย่างเดียวกันได้



## จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายการหาขนาดมวลผลของดินได้
2. อธิบายข้อบ่งชี้การทดลองหาขนาดมวลผลของดินได้
3. ทดลองหาขนาดมวลผลของดินได้
4. คำนวณเปอร์เซ็นต์ผ่านตะแกรงและสรุปผลการทดลองได้

## บทนำ

มวลดินหนึ่งลูกบาศก์เมตร อาจประกอบด้วยเม็ดดินหลายขนาด เช่น 10 ซม. ลงมาจนกระทั่ง 0.0002 มม. ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า สมบัติทางฟิสิกส์ของมวลดินจะขึ้นอยู่กับขนาดเม็ดดินอย่างมาก เช่น มวลดินที่มีเม็ดใหญ่กว่าตะแกรงเบอร์ 200 ส่วนมากจะไม่มี ความเหนียวหรือแรงยึดเกาะระหว่างเม็ดดิน ซึ่งเรียกว่าดินทราย ส่วนดินที่มีส่วนประกอบเป็นเม็ดเล็กมาก ก็จะเรียกว่าดินเหนียว นอกจากนั้นขนาดเม็ดดินยังมีอิทธิพลกับความชื้นน้ำ การรับแรง อัตราการทรุดตัวและอื่นๆอีกมาก การก่อสร้างทั่วไปดินมักจะเป็นส่วนประกอบทางวิศวกรรมอย่างหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นการสร้างเขื่อนสนามบิน ถนน แม้แต่ฐานรากอาคารขนาดใหญ่ แต่ดินที่ใช้ในงานก่อสร้างได้ดินนั้นจะต้องมีขนาดผลที่เหมาะสม ซึ่งในการหาว่าดินมีขนาดความผลกันอย่างไรนั้นจะต้องทำการหาขนาดของเม็ดดิน โดยดินเม็ดหยาบใช้วิธีการร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐาน และนำขนาดผลของดินมาใช้ในการจำแนกประเภทของดินต่อไป

### 5.1 การหาขนาดมวลผลของดิน (Sieve Analysis)

สามารถทำได้ 3 วิธี ซึ่งแต่ละการทดลองจะขึ้นอยู่กับลักษณะของดิน คือ

1) Sieve Analysis วิธีนี้เหมาะกับดินเม็ดหยาบ เช่น กรวด ทราย การทดสอบโดยวิธีนี้ทำได้โดยการนำดินที่ต้องการหาขนาดไปใส่ลงในตะแกรงมาตรฐาน ซึ่งตะแกรงที่ใช้ร่อนนั้นมีหลายขนาด โดยจัดให้ตะแกรงขนาดใหญ่ที่สุดอยู่ข้างบนและขนาดเล็กสุดอยู่ข้างล่าง ขนาดเล็กสุดเป็นตะแกรงเบอร์ 200 ซึ่งมีขนาดรูตะแกรงเท่ากับ 0.075 มม. ดังรูปที่ 5.5 เมื่อทำการร่อนผ่านตะแกรงเสร็จ



แล้ว จะนำมาซึ่งเพื่อคำนวณหาปริมาณดินส่วนที่ค้างหรือผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ เป็นเปอร์เซ็นต์กับน้ำหนักดินทั้งหมด ดังสมการที่ 5.1

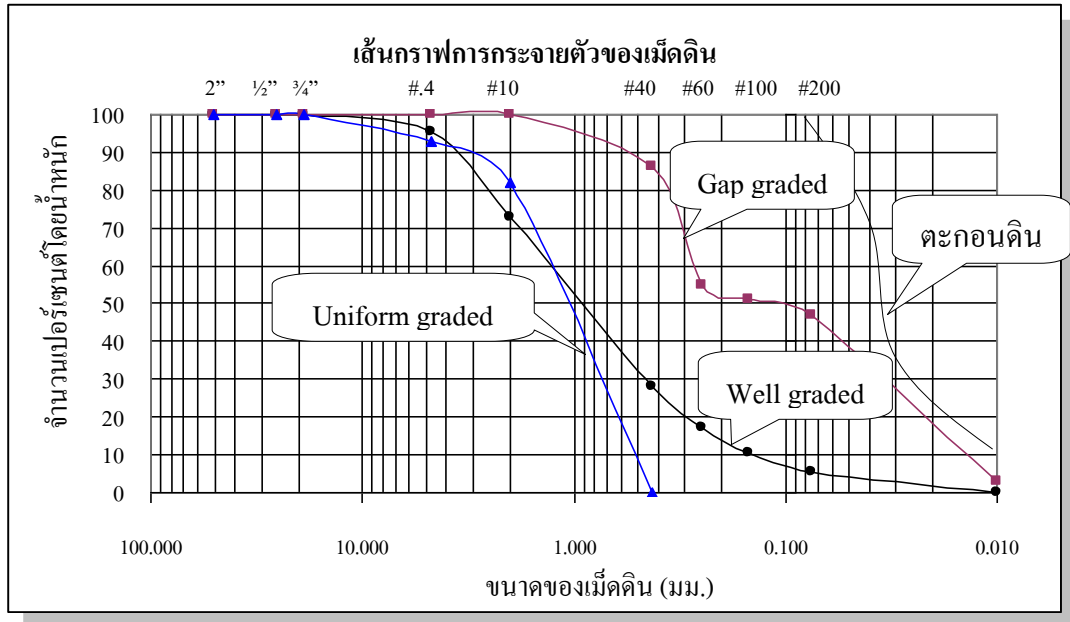
$$\text{เปอร์เซ็นต์ของดินที่ค้างบนตะแกรง} = \frac{\text{น้ำหนักของดินในแต่ละ ตะแกรง}}{\text{น้ำหนักของดินทั้งหมด}} \times 100 \dots\dots\dots(5.1)$$

เปอร์เซ็นต์ค้างสะสมหาจากผลบวกสะสมของเปอร์เซ็นต์ของดินที่ค้างบนตะแกรงที่ใหญ่กว่าเปอร์เซ็นต์ของดินที่ผ่านตะแกรง (%Passing หรือ %Finer หรือ %Smaller) = 100 – เปอร์เซ็นต์ค้างสะสม ส่วนเม็ดดินที่ผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 200 นำมาวิเคราะห์วิธีไฮโดรมิเตอร์ จากนั้นนำผลที่ได้ไปเขียนกราฟก็จะได้ค่าประมาณร้อยละของดินเหนียว จากการทราบปริมาณร้อยละของขนาดเม็ดดินนั้น

2) Hydrometer Analysis วิธีนี้เหมาะสำหรับดินเม็ดละเอียดซึ่งมีขนาดกว่า 0.075 มม. หรือตะแกรงเบอร์ 200 เช่น ตะกอนทรายหรือดินเหนียว การทดสอบทำได้โดยนำดินที่ต้องการ หาขนาดมาละลายน้ำแล้วใส่ลงในหลอดแก้ว เพื่อให้เม็ดดินกระจายตัวและแขวนลอยอยู่ในน้ำ แล้วใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดอัตราการตกตะกอน หรือวัดความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินที่ละลายแขวนลอยอยู่ในน้ำ ที่ความลึก h ในช่วงเวลาต่างๆกันซึ่งจะเป็นไปตามกฎของสโตค (Storke's Law) คือ ความเร็วของการตกตะกอนของเม็ดดินจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของเม็ดดิน ความหนาแน่นของของเหลว ความหนืดของของเหลวและขนาดของเม็ดดิน กล่าวคือดินเม็ดใหญ่จะตกตะกอนเร็วกว่าดินเม็ดเล็ก เมื่อทราบความเร็วของการตกตะกอนก็สามารถหาขนาดของเม็ดดินได้

3) Combined Analysis คือใช้กับดินเหนียวที่มีกรวด ทราย ซิลต์ ปนอยู่ ซึ่งเป็นการทดลอง Sieve Analysis บวกกับการทดลอง Hydrometer Analysis

การหาการกระจายขนาดของเม็ดดินนั้น ทำโดยการนำผลการทดสอบการหาขนาดของเม็ดดิน(ดินพวกเม็ดหยาบที่ได้จากวิธีร่อนผ่านตะแกรง และดินพวกเม็ดละเอียดที่ได้จากวิธีตกตะกอน) มาเขียนเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดดิน ที่มีขนาดเล็กกว่าโดยน้ำหนักในกระดาษ Semi-log จะได้กราฟกระจายตัวของเม็ดดิน ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงเส้นกราฟการกระจายตัวของเม็ดดิน

จากรูปที่ 5.1 จะเห็นว่าลักษณะกราฟการกระจายตัวของเม็ดดินสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1) ดินที่มีขนาดละเอียดได้แก่ดินที่มีขนาดต่างๆตั้งแต่ขนาดใหญ่ไปจนถึงขนาดเล็กจะกันอย่างเหมาะสม เส้นกราฟที่เขียนได้จะเป็นเส้นโค้งสม่ำเสมอจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งหรือสามารถหาจากค่า Coefficient of uniformity ( $C_u$ ) ซึ่งแสดงการกระจายตัวของเม็ดดินว่ามีความสม่ำเสมอได้จากสมการ

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \dots\dots\dots(5.2)$$

โดยที่  $D_{60}$  = คือขนาดของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่า 60%

$D_{10}$  = คือขนาดของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่า 10% เรียกว่า ขนาดประสิทธิผล (Effective Size)



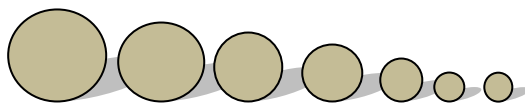
นอกจากนี้สามารถหาจากความโค้งของเส้นกราฟที่เรียกว่า Coefficient of Curvature ( $C_c$ ) ซึ่ง จะแสดงถึงขนาดละกันว่า ขนาดละกันดี จะต้องมิลักษณะตามตารางที่ 2.2 หรือ ขนาดละกันไม่ดี ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}} \dots\dots\dots(5.3)$$

$D_{30}$  = คือขนาดของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่า 30%

ตารางที่ 5.1 ลักษณะของดินที่มีขนาดละกันดี

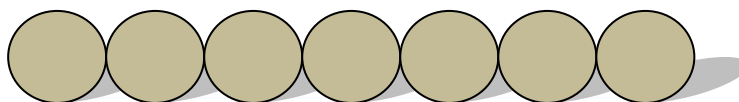
ชนิดของดิน	$C_u$	$C_c$
กรวด	มากกว่า 4	1 – 3
ทราย	มากกว่า 6	1 – 3



รูปที่ 5.2 แสดงดินที่มีขนาดละกันดี (Well Graded Soil)<sup>2</sup>

2) ดินที่มีขนาดละกันไม่ดี (Poorly Graded Soil) แบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

ก. ดินที่มีขนาดเม็ดสม่ำเสมอ (Uniform Graded) คือดินมีขนาดเดียวกันเป็นส่วนใหญ่ เส้นกราฟที่ได้จะมีลักษณะเป็นเส้นในแนวตั้งขนานแกน y



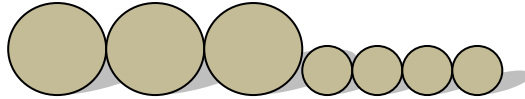
รูปที่ 5.3 แสดงดินที่มีขนาดเม็ดสม่ำเสมอ (Uniform Graded)<sup>3</sup>

<sup>2</sup> ภาพโดย : มานิต ช่างงาน มิ.ย. 2552

<sup>3</sup> ภาพโดย : มานิต ช่างงาน มิ.ย. 2552



ข. ดินที่มีขนาดเม็ดขนาดช่วง (Skip หรือ Gap Graded) คือดินที่มีแต่ขนาดใหญ่หรือขนาดเล็ก ขนาดขนาดใดขนาดหนึ่งไป เส้นกราฟจะมีลักษณะเป็นเส้นราบในช่วงที่ขนาดเม็ดดินขาดหายไป สำหรับดินที่มีขนาดผละกันไม่ดีนี้



รูปที่ 5.4 แสดงดินที่มีขนาดเม็ดขนาดช่วง (Skip หรือ Gap Graded)<sup>4</sup>

## 5.2 ขอบข่ายในการทดสอบหาขนาดมวลผละของดิน

เป็นการทดลองเพื่อหาขนาดเม็ดดินของมวลดินและการกระจายส่วนผละของเม็ดดินโดยใช้วิธีการร่อนผ่านตะแกรง สำหรับเบอร์ตะแกรงที่นิยมใช้กันก็คือขนาด 3/8 นิ้ว เบอร์ 4, 10, 20, 40, 100 และ 200 โดยเบอร์ตะแกรงที่จะขาดไม่ได้ก็คือ เบอร์ 4, 100, 200 ซึ่งตะแกรงที่มีช่องเปิดใหญ่ที่สุดจะอยู่บนและไล่ตามลำดับลงมา ดินหรือหินที่เล็กกว่าช่องเปิดของตะแกรงก็จะหล่นลงมาในชั้นต่อไป ดินที่ใหญ่กว่าช่องเปิดของตะแกรงก็จะค้างอยู่บนตะแกรง

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบคือ ASTM D - 422 Standard Test Method of Particle Size Analysis of Soils

<sup>4</sup> ภาพโดย : มานิต ช่างงาน มิ.ย. 2552



### 5.3 ใบงานชิ้นการทดลองหาขนาดมวลผลของดิน

รหัส 3106-2010	ใบงานที่ 6	หน่วยที่ 5
วิชา ปฐพีกลศาสตร์		สอนครั้งที่ 7
ชื่อหน่วย การทดลองหาขนาดมวลผลของดิน	ชื่องาน การทดลองหาขนาดมวลผลของดิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

#### 5.3.1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 1) สามารถใช้เครื่องมือในการทดลองหาขนาดมวลผลของดินได้
- 2) สามารถนำวิธีการขั้นตอนไปปฏิบัติหาขนาดมวลผลของดินได้
- 3) มีทักษะในการปฏิบัติการทดลองหาขนาดมวลผลของดินได้
- 4) สามารถคำนวณหาขนาดมวลผลของดินได้

#### 5.3.2 เครื่องมืออุปกรณ์

- 1) ตะแกรงโลหะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ซม. เบอร์ 3/8" , 4 , 10 , 20 , 40 , 100 , 200 และ ถาดรองตะแกรง พร้อมเครื่องมือเขย่าตะแกรง
- 2) เครื่องชั่งขนาด 2 กิโลกรัม อ่านละเอียด 0.1 กรัม
- 3) เครื่องแบ่งตัวอย่างขนาดต่างๆ
- 4) แปรงลวดทองเหลือง แปรงพลาสติก และแปรงขน สำหรับทำความสะอาดตะแกรง
- 5) เตาอบสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้  $110 \pm 5$  องศาเซลเซียส
- 6) ก้อนยาง



รูปที่ 5.5 แสดงตะแกรงโลหะ



รูปที่ 5.6 แสดงเครื่องเขย่าตะแกรง

ภาพโดย : มานิต ช่วรงาน ห้องปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ มี.ย. 2552





รหัส 3106-2010	ใบงานที่ 6	หน่วยที่ 5
วิชา ปฐพีกลศาสตร์		สอนครั้งที่ 7
ชื่อหน่วย การทดลอง หาขนาดมวลผลของดิน	ชื่องาน การทดลองหาขนาดมวลผลของดิน	จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 5.7 แสดงเตาอบ  $110 \pm 5$  องศาเซลเซียส      รูปที่ 5.8 แสดงเครื่องชั่งอ่านได้ถึง 0.01 กรัม  
ภาพโดย : มานิต ช่วรงาน ห้องปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ มี.ย. 2552

### 5.3.3 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

เอาดินตัวอย่างที่เตรียมไว้ มาอบหรือตากแดดให้แห้ง ถ้ายังจับตัวกันเป็นก้อนให้ใช้ค้อนยางทุบให้แตกเสียก่อน นำตัวอย่างมาคลุกเคล้าให้เข้ากันบนผืนผ้าใบหรือบนพื้นเรียบแล้วเกลี่ยดินให้กระจายและแยกด้วยวิธีแบ่งสี่ หรือใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่างดินโดยเอา 2 ใน 4 ส่วน สำหรับปริมาณของตัวอย่างดินที่จะนำมาทดสอบจะขึ้นอยู่กับขนาดเม็ดดินใหญ่สุดดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงปริมาณน้ำหนักดินแห้งซึ่งใช้ในการร่อนผ่านตะแกรง

ขนาดเม็ดดินใหญ่สุด	น้ำหนักตัวอย่างดินอย่างน้อย (กรัม)
3/8 นิ้ว (9.5 มม.)	500
3/4 นิ้ว (19.0 มม.)	1,000
1 นิ้ว (25.0 มม.)	2,000
1 1/4 นิ้ว (37.5 มม.)	3,000
2 นิ้ว (50.0 มม.)	4,000
3 นิ้ว (75.0 มม.)	5,000



รหัส 3106-2010	ใบงานที่ 6	หน่วยที่ 5
วิชา ปลูกพืชศาสตร์		สอนครั้งที่ 7
ชื่อหน่วย การทดลอง หาขนาดมวลละเอียดของดิน	ชื่องาน การทดลองหาขนาดมวลละเอียดของดิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

#### 5.3.4 แบบฟอร์ม

- 1) ตารางที่ 5.3 ตารางบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองและคำนวณผลของการทดลอง
- 2) ตารางที่ 5.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตะแกรงกับเปอร์เซ็นต์ผ่าน

#### 5.3.5 ขั้นตอนการทดลอง

- 1) ทำความสะอาดตะแกรงทั้งหมดด้วยแปรงทำความสะอาด แล้วทำการชั่งน้ำหนักของตะแกรงแต่ละเบอร์บันทึกค่า (ชั่งน้ำหนักของ Pan ด้วย)
- 2) นำตะแกรงมาเรียงซ้อนกันโดยให้ตะแกรงที่มีขนาดช่องใหญ่อยู่บน แล้วเรียงขนาดเล็กตามลำดับดังนี้ เบอร์ 3/8" , 4 , 10 , 20 , 40 , 100 , 200 และ Pan
- 3) นำตัวอย่างดินที่เตรียมไว้เทใส่ลงบนตะแกรงชั้นบนสุด ปิดฝาแล้วนำเข้าเครื่องเขย่า ใช้เวลาในการเขย่าอย่างน้อย 10 นาที แล้วนำตะแกรงแต่ละอันไปชั่งน้ำหนัก จะได้น้ำหนักตะแกรงรวมกับดินที่ค้างบนตะแกรง นำดินที่ค้างอยู่บนตะแกรงออกทิ้งแล้วทำความสะอาดตะแกรงให้เรียบร้อย



รูปที่ 5.9 แสดงการใช้ค้อนขย้างดิน

รูปที่ 5.10 แสดงการร่อนดินด้วยตะแกรง

ภาพโดย : มานิต ช่วยงาน ห้องปฏิบัติการปลูกพืชศาสตร์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ ม.ย. 2552



รหัส 3106-2010	ใบงานที่ 6	หน่วยที่ 5
วิชา ปฐพีกลศาสตร์		สอนครั้งที่ 7
ชื่อหน่วย การทดลอง หาขนาดมวลละเอียดของดิน	ชื่องาน การทดลองหาขนาดมวลละเอียดของดิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
<p><b>5.3.6 การรายงาน</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) รายงานค่าเปอร์เซ็นต์ผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ ต่อมวลรวม ลงในตารางที่ 5.3</li> <li>2) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตะแกรงกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่านลงในตารางที่ 5.4</li> <li>3) แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ (<math>C_u</math>) และสัมประสิทธิ์ความโค้ง (<math>C_c</math>)</li> <li>4) แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด</li> </ol> <p><b>5.3.7 ข้อควรระวัง</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ห้ามนำตะแกรงที่ชำรุดมาใช้สำหรับการทดลองซึ่งจะทำให้ได้ค่าที่ได้เกิดความผิดพลาด</li> <li>2) ไม่ควรใส่ดินในตะแกรงมากเกินไปเพราะจะทำให้การร่อนทำได้ยาก</li> <li>3) ควรใช้เวลาในการร่อนตะแกรงให้เพียงพอหรือแน่ใจว่าดินขนาดต่างๆ ได้ผ่านตะแกรงตามขนาดเม็ดดินจริงๆ</li> <li>4) ระวังอย่าให้เม็ดดินหายไปในช่วงการทดลอง</li> </ol> <p><b>5.3.8 สรุปและข้อเสนอแนะ</b></p> <p>ผลจากการทดลองจะทำให้เห็นถึงการกระจายของมวลละเอียดของดิน ขนาดของเม็ดดิน โดยที่การกระจายตัวของขนาดเม็ดดิน มักแสดงด้วยกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเม็ดในสเกลลอการิทึม และเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเม็ดที่มีขนาดเม็ดเล็กกว่าที่ระบุ ซึ่งเรียกว่ากราฟการกระจายของขนาดเม็ดดิน</p>		

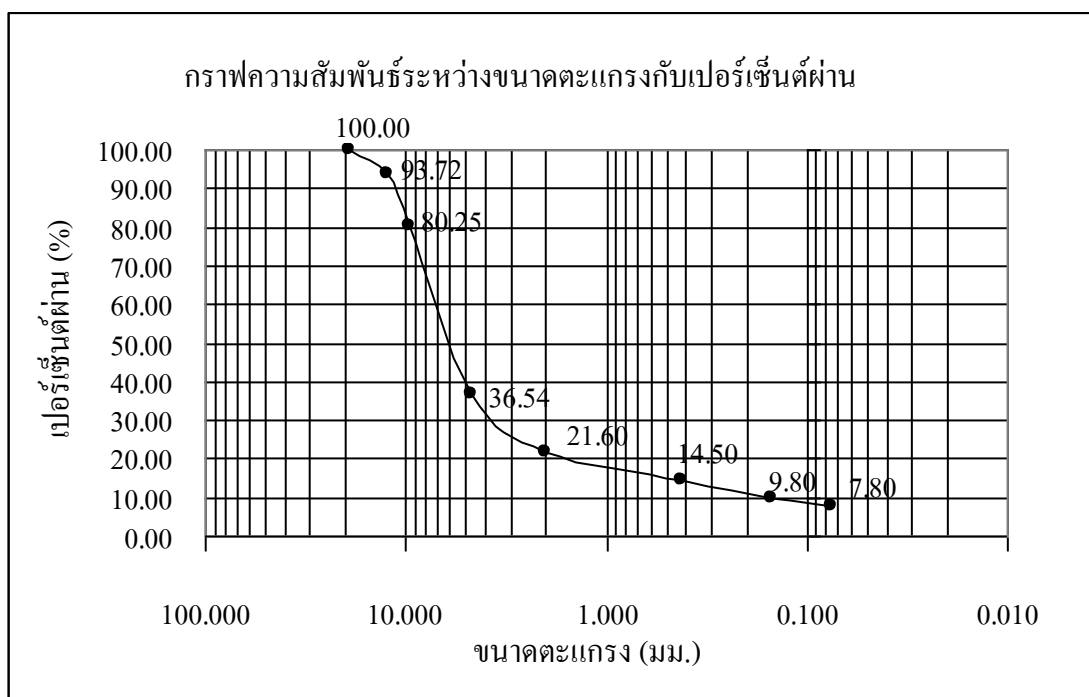


รหัส 3106-2010	ใบงานที่ 6		หน่วยที่ 5				
วิชา ปฐพีกลศาสตร์			สอนครั้งที่ 7				
ชื่อหน่วย การทดลอง หา ขนาดมวลผลของดิน	ชื่องาน การทดลองหาขนาดมวลผลของดิน		จำนวน 4 ชั่วโมง				
5.3.9 ตารางการปฏิบัติการทดลองหาขนาดมวลผลของดิน							
ตารางที่ 5.3 แสดงตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองและคำนวณผลการทดลอง							
การวิเคราะห์ขนาดเม็ดดินด้วยตะแกรงร่อนดิน							
น้ำหนักดินแห้งที่ใช้ในการทดลองเท่ากับ 500 กรัม							
ตะแกรง ขนาด เบอร์	ช่องเปิด ของ ตะแกรง มม.	น้ำหนัก ของ ตะแกรง กรัม	น้ำหนัก ของ ตะแกรง + ดิน กรัม	น้ำหนัก ของ ดินที่ค้าง กรัม	น้ำหนัก ของ ดินค้าง ตะแกรง %	น้ำหนัก ของ ดินค้าง สะสม %	ส่วนที่ ผ่าน ตะแกรง %
¼ นิ้ว	19.000	689.50	689.50	0.00	0.00	0.00	100.00
½ นิ้ว	12.500	717.66	968.86	251.20	6.28	6.28	93.72
3/8 นิ้ว	9.510	575.00	1113.80	538.80	13.47	19.75	80.25
No.4	4.750	477.45	2225.85	1748.40	43.71	63.46	36.54
No.10	2.000	419.55	1017.15	597.60	14.94	78.40	21.60
No.40	0.425	340.50	624.50	284.00	7.10	85.50	14.50
No.100	0.150	341.50	529.50	188.00	4.70	90.20	9.80
No.200	0.075	301.10	569.10	268.00	6.70	92.20	7.80
Pan	-	-	-	256.00	6.40	98.60	1.40



รหัส 3106-2010	ใบงานที่ 6	หน่วยที่ 5
วิชา ปฐพีกลศาสตร์		สอนครั้งที่ 7
ชื่อหน่วย การทดลองหาขนาดมวลละเอียดของดิน	ชื่องาน การทดลองหาขนาดมวลละเอียดของดิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 5.4 แสดงตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตะแกรงกับเปอร์เซ็นต์ผ่าน





#### 5.4 การคำนวณที่ได้จากผลการทดลองหาขนาดมวลผลของดิน

- 1) น้ำหนักของดินที่ค้างบนตะแกรง (Weight of Soil Retained )

$$= ( \text{น้ำหนักของตะแกรง+ดิน} ) - ( \text{น้ำหนักของตะแกรง} ) \dots\dots\dots(5.4)$$

- 2) เปอร์เซ็นต์ของดินที่ค้างบนตะแกรง (Percent Retained )

$$= \frac{\text{น้ำหนักดิน ที่ค้างบนตะแกรง}}{\text{น้ำหนักของ ตัวอย่างดิน}} \times 100 \dots\dots\dots(5.5)$$

- 3) เปอร์เซ็นต์ค้างสะสม (Cumulative Percent Retained )

$$= \text{นำเปอร์เซ็นต์ของดินที่ค้างบนตะแกรง มาบวกแบบสะสม} \dots\dots\dots(5.6)$$

- 4) เปอร์เซ็นต์ของดินที่ผ่านตะแกรง (Percent Finer or Percent Passing )

$$= 100 - \text{เปอร์เซ็นต์ค้างสะสม} \dots\dots\dots(5.7)$$



## 5) การบันทึกและคำนวณข้อมูลจากการทดลองหาขนาดผลของดิน

ตารางที่ 5.5 แสดงตารางการบันทึกและการคำนวณข้อมูลของดินตัวอย่างที่ 1

น้ำหนักดินแห้งที่ใช้ในการทดลอง		4,000	จากการชั่งน้ำหนัก
ตะแกรงขนาด เบอร์		3/4 นิ้ว	จากการบันทึกข้อมูล
ช่องเปิดของตะแกรง	มม.	19.000	จากการบันทึกข้อมูล
น้ำหนักของตะแกรง	กรัม	689.50	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของตะแกรง+ดิน	กรัม	689.50	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของดินที่ค้าง	กรัม	0.00	$= 689.50 - 689.50 = 0.00$
น้ำหนักของดินค้างตะแกรง	%	0.00	$= \frac{0.00}{4,000} \times 100 = 0.00$
น้ำหนักของดินค้างสะสม	%	0.00	$= 0.00$
ส่วนที่ผ่านตะแกรง	%	100.00	$= 100 - 0.00 = 100$

ตารางที่ 5.6 แสดงตารางการบันทึกและการคำนวณข้อมูลของดินตัวอย่างที่ 2

น้ำหนักดินแห้งที่ใช้ในการทดลอง		4,000	จากการชั่งน้ำหนัก
ตะแกรงขนาด เบอร์		1/2 นิ้ว	จากการบันทึกข้อมูล
ช่องเปิดของตะแกรง	มม.	12.500	จากการบันทึกข้อมูล
น้ำหนักของตะแกรง	กรัม	717.66	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของตะแกรง+ดิน	กรัม	968.86	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของดินที่ค้าง	กรัม	251.20	$= 968.86 - 717.66 = 251.20$
น้ำหนักของดินค้างตะแกรง	%	6.28	$= \frac{251.20}{4,000} \times 100 = 6.28$
น้ำหนักของดินค้างสะสม	%	6.28	$= 0.00 + 6.28 = 6.28$
ส่วนที่ผ่านตะแกรง	%	93.72	$= 100 - 6.28 = 93.72$



ตารางที่ 5.7 แสดงตารางการบันทึกและการคำนวณข้อมูลของดินตัวอย่างที่ 3

น้ำหนักดินแห้งที่ใช้ในการทดลอง		4,000	จากการชั่งน้ำหนัก
ตะแกรงขนาด เบอร์		3/8 นิ้ว	จากการบันทึกข้อมูล
ช่องเปิดของตะแกรง	มม.	9.510	จากการบันทึกข้อมูล
น้ำหนักของตะแกรง	กรัม	575.00	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของตะแกรง+ดิน	กรัม	1,113.80	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของดินที่ค้าง	กรัม	538.80	$= 1,113.80 - 575.00 = 538.80$
น้ำหนักของดินค้างตะแกรง	%	13.47	$= \frac{538.80}{4,000} \times 100 = 13.47$
น้ำหนักของดินค้างสะสม	%	19.75	$= 6.28 + 13.47 = 19.75$
ส่วนที่ผ่านตะแกรง	%	80.25	$= 100 - 19.75 = 80.25$

ตารางที่ 5.8 แสดงตารางการบันทึกและการคำนวณข้อมูลของดินตัวอย่างที่ 4

น้ำหนักดินแห้งที่ใช้ในการทดลอง		4,000	จากการชั่งน้ำหนัก
ตะแกรงขนาด เบอร์		No.4	จากการบันทึกข้อมูล
ช่องเปิดของตะแกรง	มม.	4.750	จากการบันทึกข้อมูล
น้ำหนักของตะแกรง	กรัม	477.45	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของตะแกรง+ดิน	กรัม	2,225.85	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของดินที่ค้าง	กรัม	1,748.40	$= 2,225.85 - 477.45 = 1,748.40$
น้ำหนักของดินค้างตะแกรง	%	43.71	$= \frac{1,748.40}{4,000} \times 100 = 43.71$
น้ำหนักของดินค้างสะสม	%	63.46	$= 13.47 + 43.71 = 63.46$
ส่วนที่ผ่านตะแกรง	%	36.54	$= 100 - 63.46 = 36.54$





ตารางที่ 5.9 แสดงตารางการบันทึกและการคำนวณข้อมูลของดินตัวอย่างที่ 5

น้ำหนักดินแห้งที่ใช้ในการทดลอง		4,000	จากการชั่งน้ำหนัก
ตะแกรงขนาด เบอร์		No.10	จากการบันทึกข้อมูล
ช่องเปิดของตะแกรง	มม.	2.000	จากการบันทึกข้อมูล
น้ำหนักของตะแกรง	กรัม	419.55	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของตะแกรง+ดิน	กรัม	1,017.15	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของดินที่ค้าง	กรัม	597.60	$= 1,017.15 - 419.55 = 597.60$
น้ำหนักของดินค้างตะแกรง	%	14.94	$= \frac{597.60}{4,000} \times 100 = 14.94$
น้ำหนักของดินค้างสะสม	%	78.40	$= 63.46 + 14.94 = 78.40$
ส่วนที่ผ่านตะแกรง	%	21.60	$= 100 - 78.40 = 21.60$

ตารางที่ 5.10 แสดงตารางการบันทึกและการคำนวณข้อมูลของดินตัวอย่างที่ 6

น้ำหนักดินแห้งที่ใช้ในการทดลอง		4,000	จากการชั่งน้ำหนัก
ตะแกรงขนาด เบอร์		No.40	จากการบันทึกข้อมูล
ช่องเปิดของตะแกรง	มม.	0.425	จากการบันทึกข้อมูล
น้ำหนักของตะแกรง	กรัม	340.50	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของตะแกรง+ดิน	กรัม	624.50	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของดินที่ค้าง	กรัม	284.00	$= 624.50 - 340.50 = 284.00$
น้ำหนักของดินค้างตะแกรง	%	7.10	$= \frac{284.00}{4,000} \times 100 = 7.10$
น้ำหนักของดินค้างสะสม	%	85.50	$= 78.40 + 7.10 = 85.50$
ส่วนที่ผ่านตะแกรง	%	14.50	$= 100 - 85.50 = 14.50$



ตารางที่ 5.11 แสดงตารางการบันทึกและการคำนวณข้อมูลของดินตัวอย่างที่ 7

น้ำหนักดินแห้งที่ใช้ในการทดลอง		4,000	จากการชั่งน้ำหนัก
ตะแกรงขนาด เบอร์		No.100	จากการบันทึกข้อมูล
ช่องเปิดของตะแกรง	มม.	0.150	จากการบันทึกข้อมูล
น้ำหนักของตะแกรง	กรัม	341.50	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของตะแกรง+ดิน	กรัม	529.50	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของดินที่ค้าง	กรัม	188.00	$= 529.50 - 341.50 = 188.00$
น้ำหนักของดินค้างตะแกรง	%	4.70	$= \frac{188.00}{4,000} \times 100 = 4.70$
น้ำหนักของดินค้างสะสม	%	90.20	$= 85.50 + 4.70 = 90.20$
ส่วนที่ผ่านตะแกรง	%	9.80	$= 100 - 90.20 = 9.80$

ตารางที่ 5.12 แสดงตารางการบันทึกและการคำนวณข้อมูลของดินตัวอย่างที่ 8

น้ำหนักดินแห้งที่ใช้ในการทดลอง		4,000	จากการชั่งน้ำหนัก
ตะแกรงขนาด เบอร์		No.200	จากการบันทึกข้อมูล
ช่องเปิดของตะแกรง	มม.	0.075	จากการบันทึกข้อมูล
น้ำหนักของตะแกรง	กรัม	301.10	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของตะแกรง+ดิน	กรัม	381.10	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของดินที่ค้าง	กรัม	80.00	$= 381 - 301.10 = 80.00$
น้ำหนักของดินค้างตะแกรง	%	2.00	$= \frac{80.00}{4,000} \times 100 = 2.00$
น้ำหนักของดินค้างสะสม	%	92.20	$= 90.20 + 2.00 = 92.20$
ส่วนที่ผ่านตะแกรง	%	7.80	$= 100 - 92.20 = 7.80$



ตารางที่ 5.13 แสดงตารางการบันทึกและการคำนวณข้อมูลของดินตัวอย่างที่ 9

น้ำหนักดินแห้งที่ใช้ในการทดลอง	4,000	จากการชั่งน้ำหนัก
ตะแกรงขนาด เบอร์	PAN	จากการบันทึกข้อมูล
ช่องเปิดของตะแกรง มม.	-	จากการบันทึกข้อมูล
น้ำหนักของตะแกรง กรัม	-	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของตะแกรง+ดิน กรัม	-	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของดินที่ค้าง กรัม	256.00	จากการชั่งน้ำหนัก
น้ำหนักของดินค้างตะแกรง %	6.40	$= \frac{256}{4,000} \times 100 = 6.40$
น้ำหนักของดินค้างสะสม %	98.60	$= 92.20 + 6.40 = 98.60$
ส่วนที่ผ่านตะแกรง %	1.40	$= 100 - 98.60 = 1.40$



## แบบทดสอบที่ 5 วิชาปฐพีกลศาสตร์ 3106-2010 ระดับ ปวส.

## หน่วยที่ 3 เรื่อง การทดลองหาขนาดผลของดิน

คำชี้แจง. จงกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การจำแนกดินทุกระบบจำเป็นจะต้องใช้ตะแกรงขนาดใดเป็นตัวจำแนก

ก. No. 200, No.10

ข. No. 200, No.40

ค. No. 200

ง. No. 100

2. ค่าสัมประสิทธิ์ของความสม่ำเสมอของดินคือข้อใด

ก.  $D_{60} / D_{30}$

ข.  $D_{30} / D_{60}$

ค.  $D_{60} / D_{10}$

ง.  $D_{10} / D_{60}$

3. การหาขนาดของเม็ดดินไม่เหมาะกับดินประเภทใด

ก. ดินเหนียว

ข. ทราย

ค. ทรายแป้ง

ง. กรวด

4. จะหาเปอร์เซ็นต์ของดินที่ค้างบนตะแกรงได้จากข้อใด

ก.  $\frac{\text{น้ำหนักดิน ในตะแกรง}}{\text{น้ำหนักของ ดินผ่านตะแกรง}}$

ข.  $\frac{\text{น้ำหนักดิน ในตะแกรง}}{\text{น้ำหนักของ ตะแกรง}}$

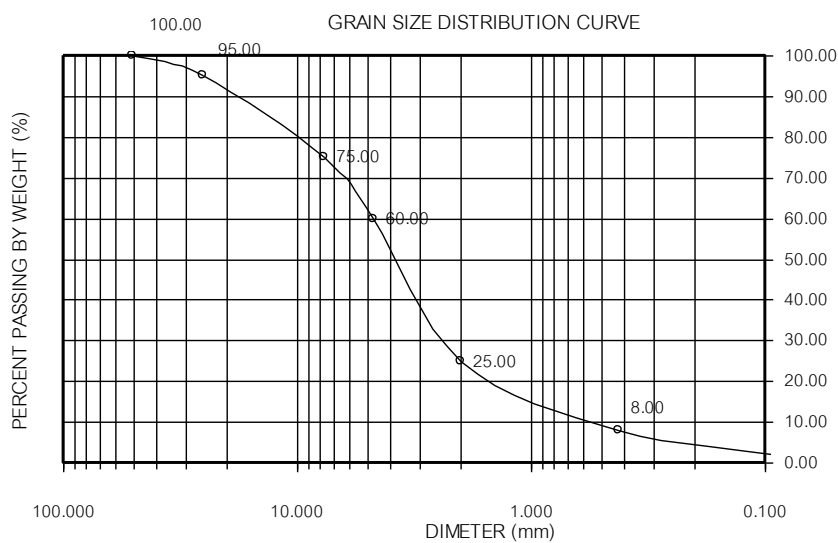
ค.  $\frac{\text{น้ำหนักดิน ผ่านตะแกรง}}{\text{น้ำหนักของ ดินในตะแกรง}}$

ง.  $\frac{\text{น้ำหนักดิน ในตะแกรง}}{\text{น้ำหนักของ ดินทั้งหมด}}$



5. ดินที่มีขนาดผลกันไม่ดี Poorly Graded soil คือข้อใด
- ก. ดินที่มีขนาดสม่ำเสมอเท่ากัน
  - ข. ดินที่มีขนาดของเม็ดเหลี่ยมและกลมผลกัน
  - ค. ดินที่มีเฉพาะเม็ดเหลี่ยม
  - ง. ดินที่มีเฉพาะเม็ดกลม
6. ดินตัวอย่างขนาดเม็ดใหญ่สุด 19 มม. จะใช้ตัวอย่างของดินจำนวนเท่าไรในการทดลองหาขนาดผลเม็ดดินด้วยตะแกรง
- ก. 500 กรัม
  - ข. 1,000 กรัม
  - ค. 2,000 กรัม
  - ง. 3,000 กรัม
7. ตะแกรงที่มีขนาด No.100 หมายถึงข้อใด
- ก. ช่องของตะแกรงมี 100 ช่องใน 1 ซม<sup>2</sup>
  - ข. ช่องของตะแกรงมี 100 ช่องใน 1 นิ้ว<sup>2</sup>
  - ค. ช่องของตะแกรงมีขนาด 100 x 100 ซม<sup>2</sup>
  - ง. ช่องของตะแกรงมีขนาด 100 x 100 นิ้ว<sup>2</sup>

จากรูปให้ตอบคำถามข้อ 8 – ข้อ 10





8. จากรูปค่าของ  $D_{60}$  มีค่าเท่าไร

- ก. 60%
- ข. 15.5 มม.
- ค. 4.8 มม.
- ง. 4 %

10. ค่าของ  $C_c$  มีค่าเท่ากับเท่าใด

- ก. 21.34
- ข. 2.83
- ค. 1.40
- ง. 0.02

10. ค่าของ  $C_u$  มีค่าเท่ากับเท่าใด

- ก. 10.89
- ข. 5.556
- ค. 1.96
- ง. .510

คำชี้แจง 2. ให้กาเครื่องหมาย (✓) หน้าข้อที่ถูกต้อง และกาเครื่องหมายผิด (✗) หน้าข้อที่ผิด

- .....2.1 ขนาดของตะแกรงร่อนดิน นิยมใช้ No 200- 100- 80- 60- 40- 10- 4
- .....2.2 รุตะแกรงขนาด 0.075 มม. คือตะแกรงเบอร์ 100
- .....2.3 ค่าสัมประสิทธิ์ความโค้งคือ  $\frac{D_{10}^2}{D_{60} \times D_{30}}$
- .....2.4 ดินผ่านตะแกรงเบอร์ 200 มากกว่า 10 % ควรหาขนาดเม็ดดินด้วยวิธีอื่น
- .....2.5 ขนาดของตะแกรงที่จะขาดไม่ได้คือตะแกรงเบอร์ 4 และเบอร์ 200
- .....2.6 ลักษณะของช่องรูตะแกรงมีลักษณะรูปทรงกลม
- .....2.7 ถ้าค่าของ  $C_u$  ต่ำ (น้อยกว่า 4 หรือ 6) แสดงว่าเม็ดดินมีขนาดใกล้เคียงกัน
- .....2.8 ดินเม็ดหยาบ หมายถึง ดินที่มีขนาดโตกว่าช่องเปิดของตะแกรงเบอร์ 200
- .....2.9 ดินเม็ดละเอียด หมายถึง ดินที่มีขนาดเล็กกว่าช่องเปิดตะแกรง เบอร์ 200
- .....2.10 ค่าของ  $D_{10}$  หมายความว่า ปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของดินมีขนาดเล็กกว่า 0.083 มม.



## ตอนที่ 2 แบบฝึกปฏิบัติการทดลองหาขนาดมวลผลของดิน

1. ให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มๆ ละ 5 คน และโดยเก็บตัวอย่างดินจำนวน 4 ตัวอย่าง และให้ทำการทดลองหาขนาดมวลผลของดิน โดยปฏิบัติการทดลองดังนี้

- 1) ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนการหาค่าขนาดมวลผลของดิน
- 2) บันทึกการทดลองที่ได้ตามตารางที่ 5.13

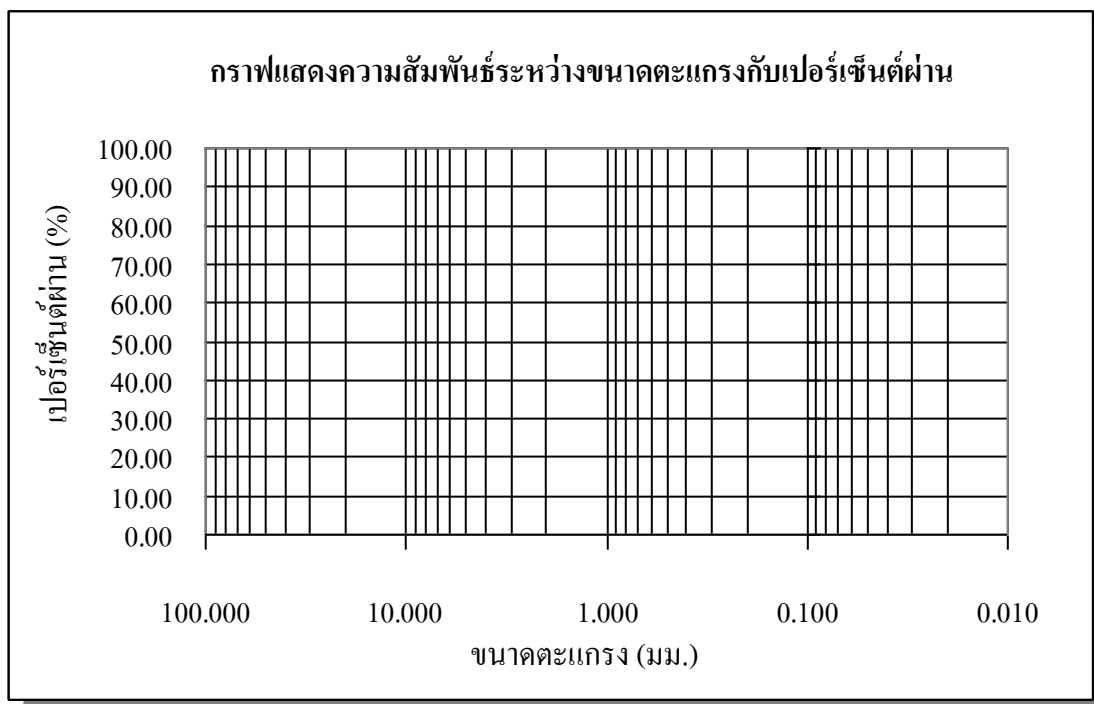
ตารางที่ 5.14 ตารางบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองหาค่าขนาดมวลผลของดิน

การวิเคราะห์ขนาดเม็ดดินด้วยตะแกรงร่อนดิน							
น้ำหนักดินแห้งที่ใช้ในการทดลองเท่ากับ.....กรัม							
ตะแกรง ขนาด เบอร์	ช่องเปิด ของ ตะแกรง มม.	น้ำหนัก ของ ตะแกรง กรัม	น้ำหนัก ของ ตะแกรง + ดิน กรัม	น้ำหนัก ของ ดินที่ค้าง กรัม	น้ำหนัก ของ ดินค้าง ตะแกรง %	น้ำหนัก ของ ดินค้าง สะสม %	ส่วนที่ ผ่าน ตะแกรง %
3/4 นิ้ว							
1/2 นิ้ว							
3/8 นิ้ว							
No.4							
No.10							
No.40							
No.100							
No.200							
PAN							



- 3) เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตะแกรงกับเปอร์เซ็นต์ผ่านตะแกรงลงในตารางที่ 5.14
- 4) คำนวณหาค่า  $C_u$  และ  $C_c$

ตารางที่ 5.15 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตะแกรงกับเปอร์เซ็นต์ผ่าน



- 5) สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....