

## มาตรฐานการทดสอบ ความถ่วงจำเพาะของดิน

### 1. ขอบข่าย

เป็นการหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 4 หรือมีขนาดโตสุดไม่เกิน 4.75 มิลลิเมตร

### 2. เครื่องมือ

- 2.1 Pycnometer แบบ Volumetric Flask ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 250 มิลลิลิตร
- 2.2 เครื่องทำสุญญากาศ ได้แก่ ปั๊มดูดอากาศ (Vacuum Pump) สามารถทำให้เกิดแรงดูดอากาศมีความดันเทียบเท่าความสูงของปรอทที่ 660 มิลลิเมตร หรือ 26 นิ้ว
- 2.3 เครื่องชั่ง (Balance) ชั่งได้ละเอียด 0.01 กรัม
- 2.4 ตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4
- 2.5 เทอร์โมมิเตอร์
- 2.6 กระบอกจืดน้ำ
- 2.7 ตู้อบ สามารถควบคุมอุณหภูมิที่  $110 \pm 5$  องศาเซลเซียส หรือตู้อบไมโครเวฟ
- 2.8 กระจกไฟฟ้าแบบเรียบ (Hot Plate)
- 2.9 กรวย



รูปที่ 1 Pycnometer แบบ Volumetric Flask, เทอร์โมมิเตอร์ และกระบอกจืดน้ำ

### 3. วิธีการทดลอง

3.1 นำตัวอย่างดินในสภาพแห้งในอากาศมาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 เพื่อเตรียมตัวอย่างก่อนการทดลอง

3.2 การเตรียมตัวอย่าง ทำได้ 2 วิธีคือ

3.2.1 การเตรียมตัวอย่างแบบมีความชื้น (Moisture Specimens) หรือตัวอย่างในสภาพแห้งในอากาศ ถ้าไม่ได้มีการกำหนดให้เตรียมตัวอย่างแบบแห้ง ให้ใช้วิธีการเตรียมตัวอย่างแบบนี้ นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับดินบางประเภทเช่น ดินอินทรีย์สาร ดินเม็ดละเอียดและดินที่มีความเหนียวสูง เป็นต้น วิธีการทดสอบแสดงอยู่ในข้อ 3.3

3.2.2 การเตรียมตัวอย่างแบบแห้ง (Oven-Dry Specimens) หรือตัวอย่างที่นำไปอบแห้งจนมีน้ำหนักคงที่ วิธีการทดสอบแสดงอยู่ในข้อ 3.4

สำหรับปริมาณตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแสดงอยู่ในตารางที่ 1 ซึ่งเป็นปริมาณของตัวอย่างสภาพแบบแห้งกับดินชนิดต่างๆ และขนาด Pycnometer

ตารางที่ 1 ปริมาณตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบของดินชนิดต่างๆ

ชนิดดิน	น้ำหนักอบแห้งเมื่อใช้ Pycnometer ขนาด 250 มิลลิลิตร	น้ำหนักอบแห้งเมื่อใช้ Pycnometer ขนาด 500 มิลลิลิตร
SP, SP-SM	$60 \pm 10$	$100 \pm 10$
SP-SC, SM, SC	$45 \pm 10$	$75 \pm 10$
Silt or Clay	$35 \pm 5$	$50 \pm 10$

3.3 การทดสอบดินในสภาพที่มีความชื้น นำตัวอย่างดินชื้นที่มีน้ำหนักเมื่ออบแห้งตามตารางที่ 1 ใส่ลงในเครื่องกวนดินหรือเครื่องผสมอื่นๆ ที่มีน้ำกลั่นอยู่ประมาณ 100 มิลลิลิตร ผสมดินและน้ำให้เข้ากัน โดยใช้เครื่องกวนจนมีลักษณะเป็นน้ำโคลนเหลว วางกรวยลงบนขวด Pycnometer และเทน้ำโคลนดังกล่าวลงไป ต่อจากนั้นฉีดน้ำล้างดินในกรวยให้ลงไปในขวดจนหมด นำกรวยออกจากขวด และทดสอบตามข้อ 3.5 ต่อไป

3.4 การทดสอบดินในสภาพแบบแห้ง ใช้ช้อนตักตัวอย่างดินตามปริมาณที่กำหนดในตารางที่ 1 ใส่ลงในขวด Pycnometer ผ่านกรวยที่วางบนขวดอีกที และฉีดน้ำล้างดินในกรวยให้ลงไปในขวดจนหมด แล้วนำกรวยออกจากขวด

3.5 เติมน้ำลงไปจนมีระดับน้ำอยู่ระหว่าง  $\frac{1}{3}$  ถึง  $\frac{1}{2}$  ของความสูงขวด Pycnometer แล้วเขย่าหรือแกว่งขวดไปมาจนส่วนผสมเป็นน้ำโคลน และฉีดน้ำล้างดินที่ติดอยู่ข้างขวดให้ไหลลงไปในน้ำโคลนจนหมด

### 3.6 การไล่ฟองอากาศในน้ำโคลนทำได้ 3 วิธีคือ

3.6.1 ใช้ความร้อนโดยการนำไปต้มจนน้ำโคลนเดือดและมีฟองอากาศปุดขึ้นมา หลังจากนั้นใช้ความร้อนพอประมาณทำการต้มต่อไปเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง และเขย่าขวดเป็นระยะๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ดินแห้งเกาะติดอยู่ข้างขวด

3.6.2 ใช้เครื่องทำสุญญากาศสำหรับดูดอากาศที่แทรกอยู่ระหว่างเม็ดดินพร้อมกับเขย่าหรือแกว่งขวดไปมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ดินอยู่ในสภาพแขวนลอยตลอดเวลาเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ลักษณะการดูดอากาศมีความสม่ำเสมอและมีแรงดูดเพียงพอที่จะทำให้เกิดฟองอากาศปุดขึ้นมาตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของการไล่ฟองอากาศ ดังแสดงในรูปที่ 2

3.6.3 ใช้ทั้งความร้อนและเครื่องทำสุญญากาศไปพร้อมๆ กัน โดยการแช่ขวดในน้ำอุ่นมีอุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส และรักษาระดับน้ำด้านนอกขวดให้ต่ำกว่าในขวดเล็กน้อยพร้อมกับดูดอากาศเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง และเขย่าขวดเป็นระยะๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ดินแห้งเกาะติดอยู่ข้างขวด



รูปที่ 2 การติดตั้งขวด Pycnometer เข้ากับเครื่องทำสุญญากาศ

3.7 เติมน้ำที่ไล่ฟองอากาศออกแล้ว (โดยการต้มหรือดูดอากาศออก) ลงในขวดด้วยกระบอกจัดน้ำอย่างช้าๆ เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้มีฟองอากาศเกิดขึ้นในขวด และถ้าในขวดเกิดฟองขึ้นมา ให้รักษาระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าขีดเครื่องหมายบนขวดและเติมน้ำส่วนที่เหลือในวันถัดไป

3.8 เติมน้ำจนกระทั่งระดับท้องน้ำอยู่ที่ขีดเครื่องหมายบนขวด เช็ดทำความสะอาดด้านนอกขวดให้แห้งและนำไปชั่งน้ำหนักขวดรวมดินและน้ำที่อยู่ข้างใน บันทึกค่าไว้

3.9 ใช้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงในน้ำเพื่อวัดอุณหภูมิและบันทึกค่าไว้

3.10 ทำการทดสอบซ้ำโดยใช้ตัวอย่างใหม่อีกอย่างน้อย 1 ครั้ง ในกรณีที่ความถ่วงจำเพาะมีค่าต่างกันมากกว่า 0.02 ต้องทำการทดลองใหม่ แต่ถ้าต่างกันไม่เกินค่าที่กำหนดให้รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยของความถ่วงจำเพาะดังกล่าว

#### 4. การคำนวณ

##### 4.1 ความถ่วงจำเพาะของดิน

$$G_s = \frac{K \cdot W_s}{W_s + W_a - W_b}$$

- เมื่อ  $G_s$  คือ ความถ่วงจำเพาะของดิน  
 $W_s$  คือ น้ำหนักดินแห้ง เป็นกรัม  
 $W_a$  คือ น้ำหนักขวด Pycnometer และน้ำ เป็นกรัม  
 (วิธีการหาค่าแสดงอยู่ในภาคผนวก)  
 $W_b$  คือ น้ำหนักขวด Pycnometer รวมกับดินและน้ำที่อยู่ข้างใน เป็นกรัม  
 $K$  คือ ค่าปรับแก้สำหรับเปลี่ยนความถ่วงจำเพาะของดินที่อุณหภูมิน้ำต่าง ๆ ไปเป็นความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความหนาแน่นของน้ำและค่าปรับแก้สำหรับน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ องศาเซลเซียส	ความหนาแน่นของน้ำ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร	ค่าปรับแก้ (K)
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993

ตารางที่ 2 (ต่อ) ความหนาแน่นของน้ำและค่าปรับแก้สำหรับน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ องศาเซลเซียส	ความหนาแน่นของน้ำ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร	ค่าปรับแก้ (K )
24	0.99732	0.9991
25	0.99707	0.9988
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99567	0.9974
31	0.99540	0.9972
32	0.99510	0.9969
33	0.99470	0.9965
34	0.99440	0.9962
35	0.99410	0.9959

4.2 ความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยของดินที่มีเม็ดดินขนาดใหญ่กว่า 4.75 มิลลิเมตร (ตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4) และขนาดเล็กกว่าผสมรวมกันอยู่ คำนวณได้ดังนี้

$$G_{avg} = \frac{1}{\frac{R}{100 \cdot G_1} + \frac{P}{100 \cdot G_2}}$$

- เมื่อ  $G_{avg}$  คือ ความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยของดิน  
 $R$  คือ ปริมาณดินค้ำบนตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 เป็นร้อยละ  
 $P$  คือ ปริมาณดินผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 เป็นร้อยละ  
 $G_1$  คือ ความถ่วงจำเพาะของดินค้ำบนตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส  
 $G_2$  คือ ความถ่วงจำเพาะของดินผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

## 5. การรายงานผล

5.1 ความถ่วงจำเพาะของดิน ไม่มีหน่วย มีความละเอียดเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง

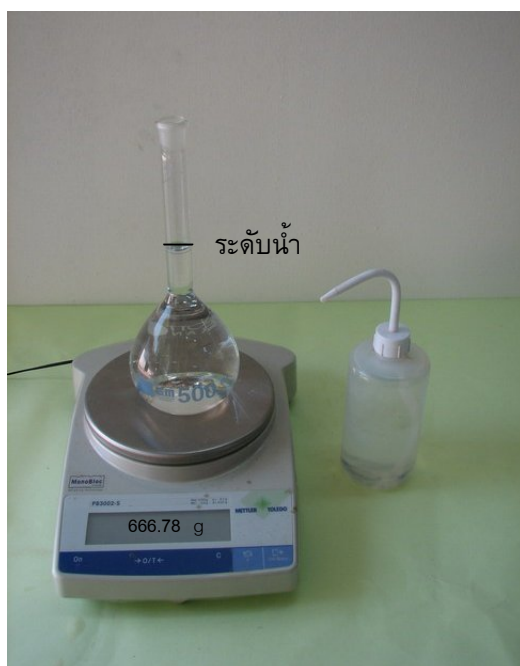
## 6. เอกสารอ้างอิง

6.1 American Society of Testing and Materials ; ASTM Standard : D 854-02

### ภาคผนวก

การสอบเทียบ (Calibration) เครื่องมือ Pycnometer แบบ Volumetric Flask

1. เติมน้ำที่ไล่ฟองอากาศออกแล้วลงในขวด Pycnometer ให้ถึงขีดเครื่องหมายบนขวดโดยให้ท้องน้ำอยู่ระดับเดียวกับขีดพอดี และพยายามไม่ให้มีฟองอากาศเกิดขึ้นในน้ำ
2. ชั่งน้ำหนักขวด Pycnometer และน้ำ บันทึกค่าไว้ดังแสดงในรูปผนวกที่ 1
3. ใช้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงในน้ำเพื่อวัดอุณหภูมิและบันทึกค่าไว้คู่กัน ดังแสดงในรูปผนวกที่ 2
4. ทดลองตามข้อ 1 ถึง 3 หลายๆ ครั้ง ที่อุณหภูมิของน้ำต่างๆ กัน และรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไว้สำหรับการทดสอบต่อไป ดังแสดงในตารางผนวกที่ 1 และรูปผนวกที่ 3



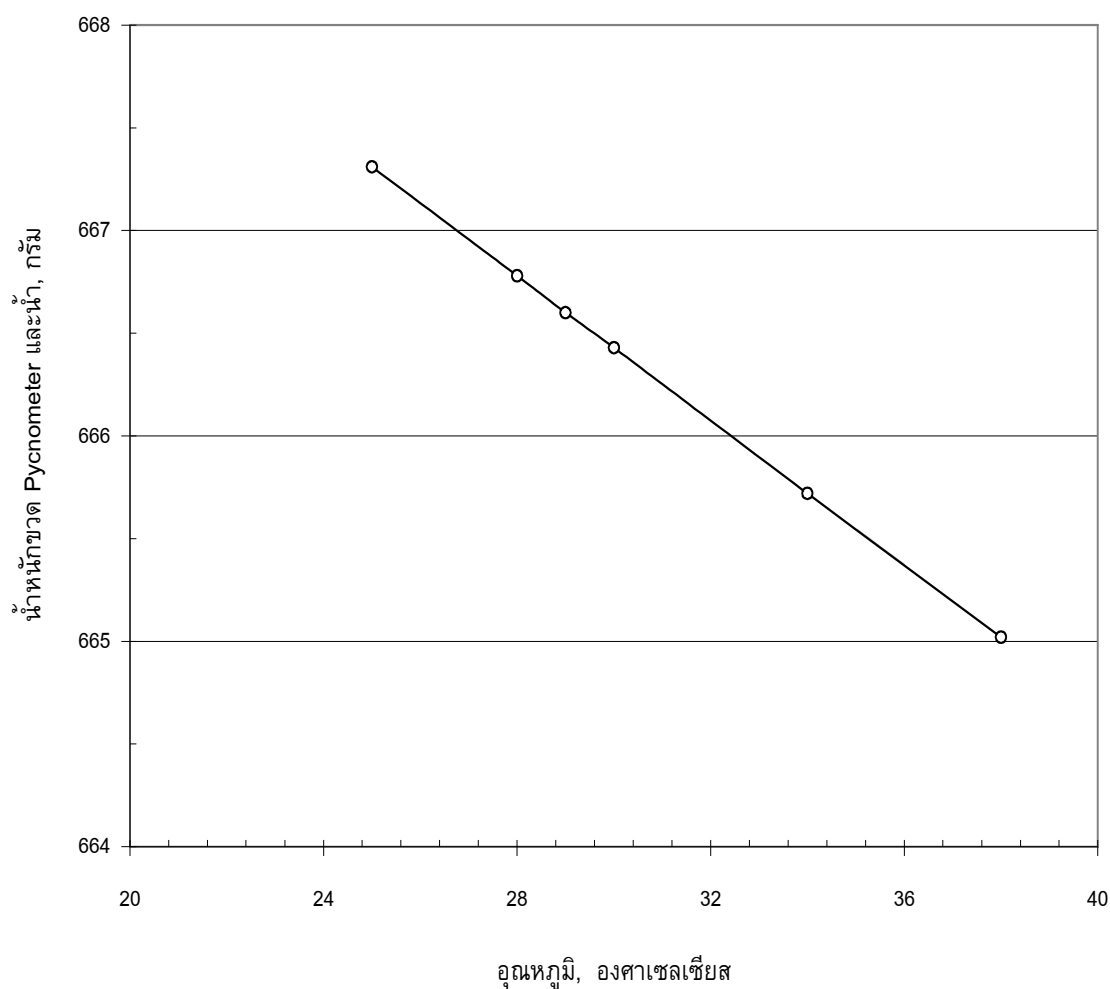
รูปผนวกที่ 1 ชั่งน้ำหนักขวด Pycnometer และน้ำ



รูปผนวกที่ 2 วัดอุณหภูมิของน้ำ

ตารางผนวกที่ 1 ค่าการสอบเทียบเครื่องมือ Pycnometer แบบ Volumetric Flask

การทดลองครั้งที่	อุณหภูมิ องศาเซลเซียส	น้ำหนักขวด Pycnometer และน้ำ กรัม
1	25	667.31
2	28	666.78
3	29	666.60
4	30	666.43
5	34	665.72
6	38	665.02



รูปผนวกที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักขวด Pycnometer และน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ

สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

สวพ.ทล.303/2551

โครงการ รังสิตเหนือ จ. ปทุมธานี		
ลำดับงานที่ SE25/2549	ผู้ทดสอบ อุบล	วันที่ 15 ก.ค. 2549
	ผู้ตรวจสอบ สมบัติ	วันที่ 15 ก.ค. 2549

## การทดสอบความถ่วงจำเพาะของดิน

Boring No. TPA 1	Soil Description ดินสีเทาดำ
Sample No. 1	Depth 0.00 – 2.00 m

Determination No.	1	2	
Pycnometer No.	12	12	
Wt. Pycnometer + Water + Soil, $W_b$ g	702.15	700.80	
Temperature °C	28.0	29.0	
Wt. Pycnometer + Water, $W_a$ g	666.78	666.60	
Evaporating Dish No.	A1	A1	
Wt. Dish + Dry Soil g	495.59	493.92	
Wt. Dish g	438.92	438.92	
Wt. Dry Soil, $W_s$ g	56.67	55.00	
Correction Factor, K	0.9980	0.9977	
Specific Gravity of Soil, $G_s = \frac{K \cdot W_s}{W_s + W_a - W_b}$	2.66	2.64	

 $G_s$ 

2.65