

มาตรฐานการทดสอบ การหาขนาดผลของดินด้วยไฮโดรมิเตอร์

1. ขอบข่าย

เป็นการหาขนาดและปริมาณของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 200 (0.075 มิลลิเมตร) สำหรับพิจารณาการกระจายตัวของเม็ดดินส่วนที่เป็นเม็ดละเอียด

2. เครื่องมือ

- 2.1 ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer) ชนิด 152H
- 2.2 เครื่องกวน (Stirring Apparatus)
- 2.3 กระบอกตวงทำด้วยแก้ว มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 60 มิลลิเมตร ($2\frac{1}{2}$ นิ้ว) สูงประมาณ 460 มิลลิเมตร (18 นิ้ว) ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 2 กระบอก
- 2.4 ถังน้ำสำหรับแช่กระบอกตวงที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่สม่ำเสมอ
- 2.5 เทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิได้ละเอียดถึง 0.5 องศาเซลเซียส
- 2.6 เครื่องชั่งน้ำหนัก มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 0.01 กรัม
- 2.7 ถ้วยแก้วขนาด 250 มิลลิลิตร
- 2.8 นาฬิกาจับเวลา



รูปที่ 1 ไฮโดรมิเตอร์



รูปที่ 2 เครื่องกวนดิน

2.9 สารละลาย Sodium Hexametaphosphate หรือ Sodium Silicate ความเข้มข้นร้อยละ 4 เตรียมโดยใช้สาร Sodium Hexametaphosphate หรือ Sodium Silicate จำนวน 40 กรัม เติมน้ำกลั่นลงไปจนได้ปริมาตรสารละลาย 1,000 มิลลิลิตร

2.10 ตู้อบ สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 110 ± 5 องศาเซลเซียสได้

2.10 กระบอกจืดน้ำ

2.11 น้ำกลั่น

3. วิธีการทดลอง

3.1 นำตัวอย่างดินอบแห้งที่ได้จากการร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 แบบล้างน้ำจากการทดสอบหาขนาดผลของดินด้วยตะแกรงตาม สวพ.201/2548 การหาขนาดผลของดินด้วยตะแกรง ซึ่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 50 ถึง 100 กรัม ใส่ถ้วยแก้ว เติมสารละลาย Sodium Hexametaphosphate หรือ Sodium Silicate ความเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 125 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันจนทั่วแช่ทิ้งไว้อย่างน้อย 16 ชั่วโมง

3.2 เมื่อแช่จนครบกำหนดให้นำตัวอย่างดินใส่ลงในกระบอกกวนโดยใช้น้ำจืดล้างออกจากถ้วยจนหมด แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปให้สูงประมาณ 3 ส่วนใน 4 ส่วนของกระบอกกวน นำเข้าเครื่องกวนและกวนดินเป็นเวลาประมาณ 1 นาที เพื่อให้เม็ดดินแยกตัวออกจากกัน

3.3 นำดินในกระบอกกวนเทใส่ลงในกระบอกตวงโดยใช้กระบอกจืดน้ำล้างดินในกระบอกกวนออกจนหมด เติมน้ำกลั่นลงไปจนกระทั่งของผสมมีปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร พอดีต่อจากนั้นใช้ฝ่ามือหรือฝ่าจุกยางปิดปากกระบอกตวง พลิกกลับไปกลับมาจนผสมกันทั่วเป็นเวลา 1 นาที นำกระบอกตวงแช่ในถังน้ำเพื่อควบคุมอุณหภูมิให้คงที่

3.4 ใส่ไฮโดรมิเตอร์ลงในกระบอกตวงและอ่านค่าที่เวลา 1, 4, 19, 60, 435 และ 1,545 นาที ตามลำดับนับตั้งแต่วางกระบอกตวงลงในถังน้ำ หรือจะอ่านค่าไฮโดรมิเตอร์นอกเหนือไปจากเวลาดังกล่าวตามความเหมาะสม การอ่านค่าไฮโดรมิเตอร์ต้องใส่ไฮโดรมิเตอร์ลงในกระบอกตวงก่อนที่จะอ่านค่าประมาณ 20 ถึง 25 วินาที เพื่อให้ไฮโดรมิเตอร์หยุดนิ่งก่อน โดยอ่านค่าจากขีดตรงส่วนบนสุดของน้ำที่จับข้างหลอดไฮโดรมิเตอร์

3.5 นำไฮโดรมิเตอร์ออกจากกระบอกตวงและเก็บในกระบอกตวงอีกอันหนึ่งที่บรรจุน้ำกลั่นซึ่งอยู่ในถังน้ำเดียวกัน นอกจากนี้ให้ใช้เทอร์โมมิเตอร์อ่านอุณหภูมิของน้ำขณะทดลองทันทีทุกครั้ง



รูปที่ 3 การใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดค่าเพื่อหา
ขนาดเม็ดดิน



รูปที่ 4 การเก็บไฮโดรมิเตอร์ในขณะรอเวลา
ทดสอบ

4. การคำนวณ

4.1 ค่าปรับแก้ของไฮโดรมิเตอร์ 152H เนื่องจากเม็ดดินมีความถ่วงจำเพาะต่างไปจาก 2.65

$$a = \frac{1.65 G_s}{2.65 (G_s - 1)}$$

เมื่อ a คือ ค่าปรับแก้ไฮโดรมิเตอร์เนื่องจากความถ่วงจำเพาะของดิน
 G_s คือ ความถ่วงจำเพาะของดิน

4.2 ค่าปรับแก้เนื่องจากสารละลายที่ผสมลงไปในสภาพอุณหภูมิต่างๆ (C_{2T}) เมื่อผสมสารละลายลงไปในน้ำเพื่อทำให้เม็ดดินกระจายไม่จับตัวกันเป็นก้อน ก็จะทำให้ความถ่วงจำเพาะของน้ำที่ผสมสารละลายมีค่ามากขึ้น และเมื่อใส่ไฮโดรมิเตอร์ลงไปก็จะลอยสูงกว่าในน้ำที่ไม่ผสมสารละลาย แต่ในทางตรงกันข้ามอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ไฮโดรมิเตอร์ลอยต่ำลง ดังนั้นจึงต้องทำการปรับแก้ค่าการอ่านดังกล่าวโดยวิธีสอบเทียบ (Calibration) ไฮโดรมิเตอร์ที่จะนำมาใช้งาน ดังนี้คือ เตรียมสารละลาย Sodium Hexametaphosphate หรือ Sodium Silicate ความเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 125 มิลลิลิตร ใส่ลงในกระบอกตวงใบหนึ่งและเติมน้ำกลั่นลงไปจนถึงขีดบอก

ระดับ 1,000 มิลลิลิตร พอดี ทำการเขย่าจนส่วนผสมเข้ากันดีและวางลงในถังน้ำสำหรับควบคุมอุณหภูมิ น้ำไฮโดรมิเตอร์ใส่ลงในกระบอกตวงแล้วทำการอ่านค่าไฮโดรมิเตอร์ (C_{ZT}) และอุณหภูมิของน้ำขณะนั้น บันทึกค่าเก็บไว้และทำเช่นนี้ซ้ำอีกหลายครั้งแต่เปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำทุกครั้งจนครอบคลุมอุณหภูมิของน้ำที่จะใช้ในการทดลอง ก็จะได้ค่าปรับแก้เนื่องจากสารละลายในสภาพอุณหภูมิต่างๆ สำหรับใช้งานต่อไป

4.3 ค่าการปรับแก้ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer Correction)

$$R_C = R_A + C_{ZT}$$

เมื่อ R_C คือ ค่าการปรับแก้ไฮโดรมิเตอร์
 R_A คือ ค่าที่อ่านจากไฮโดรมิเตอร์
 C_{ZT} คือ ค่าปรับแก้เนื่องจากสารละลายในสภาพอุณหภูมิต่างๆ

4.4 ระยะทางที่เม็ดดินตกตะกอน ดังแสดงในรูปที่ 5

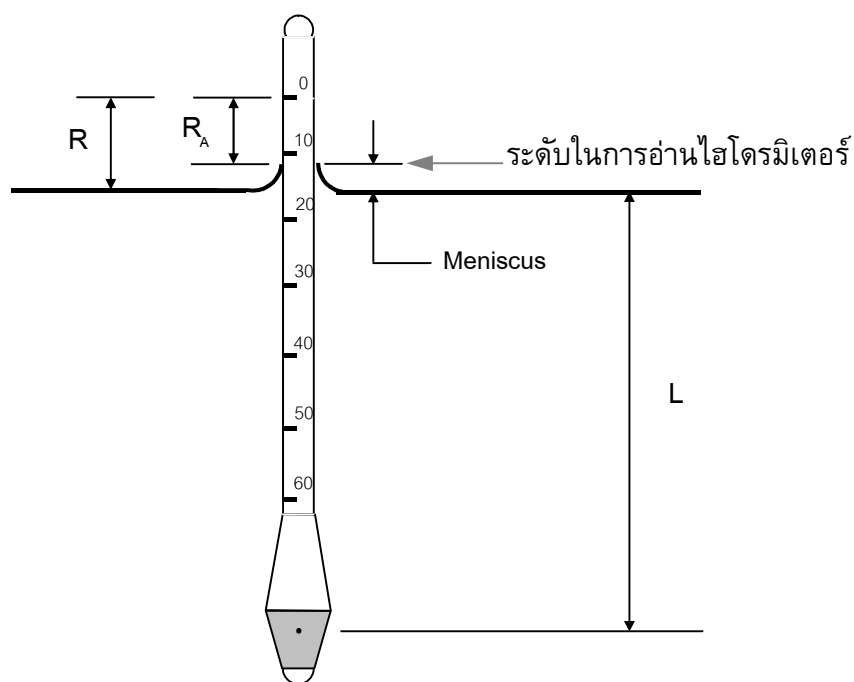
$$L = 16.3 - 0.164 R$$

เมื่อ L คือ ระยะทางที่เม็ดดินตกตะกอน เป็นเซนติเมตร
 R คือ ค่าที่อ่านจากไฮโดรมิเตอร์และปรับแก้เนื่องจากส่วนโค้งของผิวน้ำ (Meniscus) โดย $R = R_A + \text{Meniscus}$ และค่า Meniscus นี้ได้จากการอ่านค่าส่วนโค้งของผิวน้ำในวิธีสอบเทียบไฮโดรมิเตอร์

4.5 ขนาดเม็ดดิน (Diameter of Soil)

$$D = K \cdot \frac{L}{t}$$

เมื่อ D คือ ขนาดเม็ดดิน เป็นมิลลิเมตร
 K คือ ค่าคงที่แสดงอยู่ในตารางที่ 1
 L คือ ระยะทางที่เม็ดดินตกตะกอน เป็นเซนติเมตร
 t คือ ระยะเวลาการตกตะกอนของเม็ดดิน เป็นนาที



รูปที่ 5 ไฮโดรมิเตอร์ 152H

ตารางที่ 1 ค่า K สำหรับการคำนวณขนาดเม็ดดิน

อุณหภูมิ องศา เซลเซียส	ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน								
	2.45	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85
16	0.01510	0.01505	0.01481	0.01457	0.01435	0.01414	0.01394	0.01374	0.01356
17	0.01511	0.01486	0.01462	0.01439	0.01417	0.01396	0.01376	0.01356	0.01338
18	0.01492	0.01467	0.01443	0.01421	0.01399	0.01378	0.01359	0.01339	0.01321
19	0.01474	0.01449	0.01425	0.01403	0.01382	0.01361	0.01342	0.01323	0.01305
20	0.01456	0.01431	0.01408	0.01386	0.01365	0.01344	0.01325	0.01307	0.01289
21	0.01438	0.01414	0.01391	0.01369	0.01348	0.01328	0.01309	0.01291	0.01273
22	0.01421	0.01397	0.01374	0.01353	0.01332	0.01312	0.01294	0.01276	0.01258
23	0.01404	0.01381	0.01358	0.01337	0.01317	0.01297	0.01279	0.01261	0.01243
24	0.01388	0.01365	0.01342	0.01321	0.01301	0.01282	0.01264	0.01246	0.01229
25	0.01372	0.01349	0.01327	0.01306	0.01286	0.01267	0.01249	0.01232	0.01215
26	0.01357	0.01334	0.01312	0.01291	0.01272	0.01253	0.01235	0.01218	0.01201
27	0.01342	0.01319	0.01297	0.01277	0.01258	0.01239	0.01221	0.01204	0.01188
28	0.01327	0.01304	0.01283	0.01264	0.01244	0.01225	0.01208	0.01191	0.01175
29	0.01312	0.01290	0.01269	0.01249	0.01230	0.01212	0.01195	0.01178	0.01162
30	0.01298	0.01276	0.01256	0.01236	0.01217	0.01199	0.01182	0.01165	0.01149

4.6 ร้อยละของขนาดเม็ดดิน

$$P = \frac{R_c \cdot a}{W_s} \cdot 100$$

เมื่อ	P	คือ	ร้อยละของขนาดเม็ดดิน
	R _c	คือ	ค่าการปรับแก้ไฮโดรมิเตอร์
	a	คือ	ค่าปรับแก้ไฮโดรมิเตอร์เนื่องจากความถ่วงจำเพาะของดิน
	W _s	คือ	น้ำหนักดินแห้งที่ใช้ในการทดสอบ

5. การรายงานผล

- 5.1 ขนาดเม็ดดิน เป็นมิลลิเมตร มีความละเอียดเป็นทศนิยม 3 ตำแหน่ง
- 5.2 ค่าร้อยละของขนาดเม็ดดิน มีความละเอียดเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- 5.3 แผนภูมิการกระจายตัวของเม็ดดิน

6. เอกสารอ้างอิง

American Society of Testing and Materials ; ASTM Standard : D 422-63

สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

สวพ.ทล.302 /2551

Project	อ่างเก็บน้ำลำปาว	Lab. No.	SE 83/2548
Location	จ. กาฬสินธุ์		
Boring No.	TPA 4	Test No.	1
Soil Description		Depth	0.00 – 4.00 m
Tested by		Date	14 พ.ย. 2548
Checked by		Date	15 พ.ย. 2548

HYDROMETER ANALYSIS

Hydrometer No.	1	Specific gravity of soil	2.62
Weight of dry soil g	50	Starting time	07:39

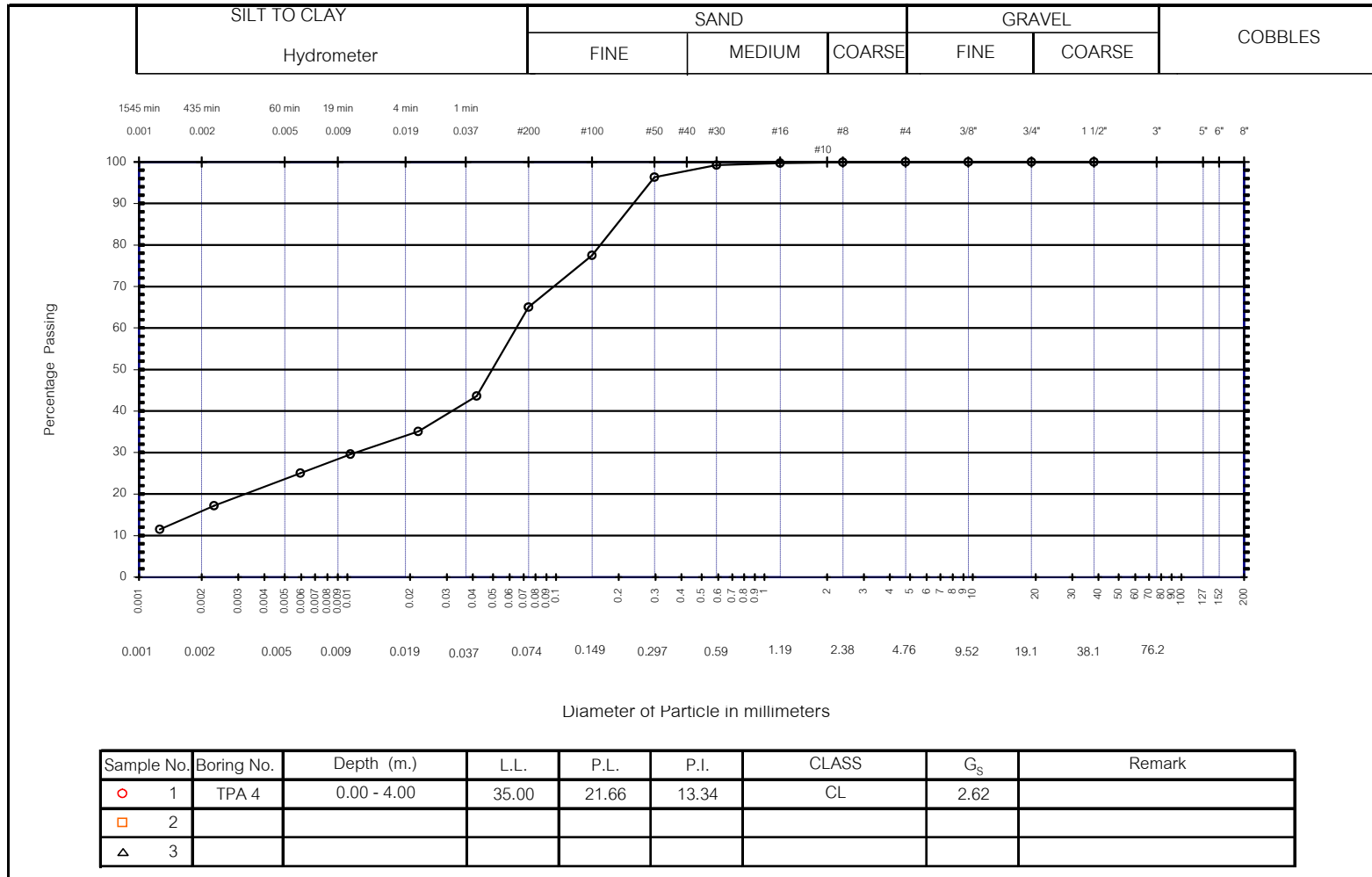
Time min.	Temperature °C	Hydrometer Reading	Hydrometer Correction	Corrected Hydromete r Reading	Passing %	Particle Size mm
1	27.5	32.0	1.30	33.30	43.60	0.042
4	27.5	25.5	1.30	26.80	35.09	0.022
19	27.0	21.5	1.13	22.63	29.63	0.010
60	27.0	18.0	1.13	19.13	25.05	0.006
435	27.0	12.0	1.13	13.13	17.19	0.002
1,545	26.0	8.0	0.78	8.78	11.50	0.001

Office of Research and Development Royal Irrigation Department

Project อ่างเก็บน้ำลำปาว จ.กาฬสินธุ์

GRADATION TEST

Lab.No. SE 83/2548



Drawn Checked Date Sheet of