

กรมทางหลวง
สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทาง
วิธีการทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน
(เทียบเท่า AASHTO T 100)

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้เป็นวิธีการทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน (Soils) ที่มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) โดยใช้ขวด Pycnometer ถ้าดินที่มีขนาดใหญ่กว่าตะแกรงเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) ให้หาค่าความถ่วงจำเพาะโดยใช้วิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 207/2517 “วิธีการทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ” ส่วนค่าความถ่วงจำเพาะของดินที่จะนำไปใช้ในการคำนวณสำหรับการทดลอง Hydrometer ให้ใช้ดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 10 (2.00 มิลลิเมตร) และใช้ขวด Pycnometer เช่นเดียวกัน

การทดลองนี้ดัดแปลงมาจาก AASHTO T 100

2. วิธีทำ

2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือทดลองประกอบด้วย

2.1.1 ขวด Pycnometer ขนาด 500 มิลลิลิตร

2.1.2 เครื่องชั่งชนิดอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

2.1.3 เทอร์โมมิเตอร์ชนิด 0-100 องศาเซลเซียส

2.1.4 เตาอบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 110 ± 5 องศาเซลเซียส

2.1.5 เตาและภาชนะต้มน้ำ

2.1.6 อ่างน้ำ

2.1.7 เครื่องกวน (Stirring Apparatus)

2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง

น้ำกลั่น

2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์มที่ ว.2-06

2.4 การเตรียมตัวอย่าง

ดินที่จะนำมาทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ อาจเป็นดินที่มีน้ำผสมอยู่ตามธรรมชาติ หรือเป็นดินที่อบแห้งแล้วอย่างใดอย่างหนึ่ง

2.4.1 การเตรียมตัวอย่างดินที่มีน้ำผสมอยู่ตามธรรมชาติ เตรียมได้โดยการนำเอาดินมา ประมาณ 150 กรัม แฉลงในน้ำกลั่น ผสมดินให้เข้ากับน้ำกลั่น โดยใช้เครื่องกวน แล้วนำดินนี้ไปทดลอง

2.4.2 การเตรียมตัวอย่างดินที่อบแห้ง จะต้องอบที่อุณหภูมิประมาณ 100°C . อย่างน้อย 12 ชั่วโมง หรืออบจนกระทั่งมวลของตัวอย่างคงที่ นำออกมาวางทิ้งไว้ให้เย็น แล้วใช้ตัวอย่าง ประมาณ 100 กรัม แฉในน้ำกลั่นอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ก่อนนำไปทดลอง

2.5 การทดลอง

2.5.1 การเทียบมาตรฐานขวด Pycnometer ต้องเทียบมาตรฐานขวด Pycnometer ก่อน เพื่อความสะดวกในการใช้คราวต่อๆ ไป ให้ทำแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลของน้ำบวกมวล ของขวดกับอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) วิธีเทียบมาตรฐานทำได้ 2 วิธี คือ

(1) โดยการทดลอง ขวดที่จะนำมาเทียบมาตรฐานจะต้องสะอาดและแห้ง ซึ่งหา มวลของขวดเติมน้ำกลั่นลงไป จนกระทั่งส่วนโค้งตอนล่างสุดของระดับน้ำอยู่ที่ขีดเครื่องหมายที่คอขวด เช็ดขวดให้แห้งแล้วนำไปชั่งหามวลของน้ำบวกมวลของขวด และวัดอุณหภูมิของน้ำกลั่นในขวด นำขวด ไปอุ่นให้ร้อนในภาชนะต้มน้ำ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นระดับน้ำในขวดจะสูงเกินขีดเครื่องหมาย เอาจุกปิดที่ ปากขวดแล้วพลิกขวดไปมา เพื่อให้อุณหภูมิของน้ำในขวดสม่ำเสมอทั่วกัน เอาน้ำส่วนที่เกินออก จนกระทั่งส่วนโค้งตอนล่างสุดของระดับน้ำอยู่ที่ขีดเครื่องหมาย เช็ดขวดให้แห้ง นำไปชั่งและวัดอุณหภูมิ การทดลองดังกล่าวข้างต้น ให้ทำที่อุณหภูมิต่างๆ กัน ระหว่างอุณหภูมิ 35°C . และ 60°C . เพื่อสะดวกในการทำแผนภูมิที่ต้องการ

(2) โดยการคำนวณหาค่ามวลของน้ำบวกมวลของขวดที่อุณหภูมิต่างๆ ได้จาก สูตร

$$M = M_B + V_B (1 + \Delta T \cdot \epsilon) (\rho_t - \rho_a)$$

- ซึ่ง M = มวลของน้ำ + มวลของขวด มีหน่วยเป็นกรัม
- M_B = มวลของขวดเปล่าที่สะอาดและแห้ง มีหน่วยเป็นกรัม
- V_B = ปริมาตรของขวด (500 มิลลิลิตร)
- ΔT = $T - T_C$
- T = อุณหภูมิของน้ำเป็นองศาเซลเซียส ขณะที่ชั่งหามวล
- T_C = อุณหภูมิที่ใช้เทียบมาตรฐานขวดที่ปริมาตร V_B (โดยปกติใช้ที่ 20 องศาเซลเซียส)
- ϵ = สัมประสิทธิ์ของการขยายตัวโดยปริมาตรของแก้ว
ใช้ค่า 0.100×10^{-4} ต่อองศาเซลเซียส
- ρ_t = ความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิ T องศาเซลเซียส มีหน่วยเป็นกรัมต่อมิลลิลิตร (ดูตารางที่ 1)
- ρ_a = ความหนาแน่นของอากาศ ใช้ค่า 0.0012 กรัมต่อมิลลิลิตร

ให้ใช้ค่าที่ได้จากการทดลองมาทำแผนภูมิ ส่วนค่าที่ได้จากวิธีการคำนวณให้ใช้เป็นค่าตรวจสอบแผนภูมินั้น ถ้าแตกต่างกันมากให้ทำการทดลองตรวจสอบค่าที่ได้จากการทดลองใหม่

2.5.2 การหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน นำดินที่เตรียมไว้จากข้อ 2.4 ใส่ลงไปในขวด Pycnometer เทน้ำกลั่นลงไปจนกระทั่งของผสมมีปริมาณ 3 ใน 4 ของขวด Pycnometer แล้วนำไปแช่ในภาชนะตม่น้ำเพื่อไล่ฟองอากาศออกให้หมด โดยตม่น้ำของผสมในขวด Pycnometer ให้เดือดอย่างน้อย 10 นาที แล้วนำมาเขย่าให้ฟองอากาศขึ้นมาจากก้นขวดจนไม่เห็นฟองอากาศ เติมน้ำกลั่นลงไปอีกให้ส่วนโค้งตอนล่างสุดของระดับน้ำอยู่ที่ขีดเครื่องหมายแล้วเช็ดขวดภายนอกและภายในจนถึงระดับขีดเครื่องหมายให้แห้ง แล้วนำไปชั่งหามวล M_1 วัตถุอุณหภูมิ (ต้องทำให้อุณหภูมิมีสมาเสมอกันก่อนดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น) นำขวด Pycnometer มาแช่น้ำเย็นให้อุณหภูมิของผสมลดต่ำลง ซึ่งปริมาตรจะลดลง เติมน้ำกลั่นให้ส่วนโค้งตอนล่างสุดของระดับน้ำอยู่ที่เครื่องหมาย และปฏิบัติดังข้างต้น ได้มวลใหม่ที่อุณหภูมิใหม่ ทำเช่นนี้ 4 ครั้ง เสร็จแล้วเทของผสมลงไปในภาชนะที่ทราบมวลแล้ว ถ้ายังมีเศษดินเหลืออยู่ให้เติมน้ำกลั่นลงไปล้างเศษดินเทลงในภาชนะให้หมด นำภาชนะไปอบให้แห้ง ชั่งหามวลของภาชนะกับดินแห้ง จะทราบมวลของดินที่แห้ง (M_s)

3. การคำนวณ

คำนวณหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน ได้จากสูตร

$$G_s = \frac{G_t \cdot M_s}{M_s - M_1 + M_2}$$

- เมื่อ G_s = ค่าความถ่วงจำเพาะของดิน
 G_t = ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำที่อุณหภูมิ t องศาเซลเซียส (ดูตารางที่ 1)
 M_s = มวลของดินแห้ง มีหน่วยเป็นกรัม
 M_1 = มวลของขวด+มวลของน้ำ+มวลของดิน มีหน่วยเป็นกรัม
 M_2 = มวลของขวด+มวลของน้ำ มีหน่วยเป็นกรัม
 t = อุณหภูมิของของผสมในขวด Pycnometer ขณะชั่งหามวล มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส

4. การรายงาน

ให้รายงานชนิด สี สถานที่เก็บตัวอย่างดิน หลุมเจาะ ความลึก วัน เดือน ปี และเจ้าหน้าที่ผู้ทำการทดลอง พร้อมทั้งค่าต่างๆ ลงในแบบฟอร์มที่ ว. 2-06

5. ข้อควรระวัง

- 5.1 ของผสมหรือน้ำในขวด Pycnometer จะต้องมียุณหภูมิสม่ำเสมอในขณะวัด
- 5.2 ต้องชั่งหามวลของภาชนะก่อนที่จะนำเอาของผสมในขวด Pycnometer เทลงใส่
- 5.3 ต้องระมัดระวังไม่ให้ดินในขวด Pycnometer สูญหายไปในระหว่างเทลงในภาชนะเพื่ออบ มิฉะนั้น มวลของดินที่ได้หลังจากการอบแห้งแล้ว จะไม่ใช่มวลที่แท้จริงในการคำนวณหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน
- 5.4 ส่วนโค้งตอนล่างสุดของระดับน้ำในขวด Pycnometer จะต้องอยู่ที่ขีดเครื่องหมายทุกครั้ง
เมื่อเวลาชั่ง

6. หนังสืออ้างอิง

6.1 The American Association of State Highway Officials. Standard Specifications for Highway Materials and Methods of Sampling and Testing, Part II , AASHTO Designation : T 100.

6.2 State of California, Department of Public Works, Division of Highways. Materials Manual of Testing and Control Precedures, Vol I, Test Method No. Calif. 209-A.

6.3 Lambe, T.W. (1951). Soil Testing for Engineers, John Wiley and Sons, New York.

* * * * *

ตารางที่ 1 ความถ่วงจำเพาะของน้ำ (G_t)										
°ซ.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.9999	0.9999	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9999	0.9999
10	0.9997	0.9996	0.9995	0.9994	0.9993	0.9991	0.9990	0.9988	0.9986	0.9984
20	0.9982	0.9980	0.9978	0.9976	0.9973	0.9971	0.9968	0.9965	0.9963	0.9960
30	0.9957	0.9954	0.9951	0.9947	0.9944	0.9941	0.9937	0.9934	0.9930	0.9926
40	0.9922	0.9919	0.9915	0.9911	0.9907	0.9902	0.9898	0.9894	0.9890	0.9885
50	0.9881	0.9876	0.9872	0.9867	0.9862	0.9857	0.9852	0.9848	0.9842	0.9838
60	0.9832	0.9827	0.9822	0.9817	0.9811	0.9806	0.9800	0.9795	0.9789	0.9784
70	0.9778	0.9772	0.9767	0.9761	0.9755	0.9749	0.9743	0.9737	0.9731	0.9724
80	0.9718	0.9712	0.9706	0.9699	0.9693	0.9686	0.9680	0.9673	0.9667	0.9660
90	0.9653	0.9647	0.9640	0.9633	0.9626	0.9619	0.9612	0.9605	0.9598	0.9591
หมายเหตุ ตัวเลขในตารางนี้เป็นค่าความหนาแน่นของน้ำ (ρ_t) ด้วย มีหน่วยเป็นกรัมต่อมิลลิลิตร										

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง

อันดับทดลองที่ ...S-15/16.....
 เจ้าของตัวอย่าง บริษัทก่อสร้าง จำกัด
 หนังสือที่ 325/15วันที่รับหนังสือ 13 ต.ค. 15
 ทางสาย กรุงเทพฯ-สระบุรี
 เจ้าหน้าที่ทดลอง ธรรมนุญวันที่รับตัวอย่าง 13 ต.ค. 15 วันที่ทดลอง 14 ต.ค. 15

การทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน

SPECIFIC GRAVITY TEST

Sample : ดินสีเทาปนน้ำตาลบางส่วน
 Location : กม. 33+000Test No. 6
 Boring No. 2Sample Depth 10.00 ม. Sample No. B 5

Pycnometer No.			Dish No.			
Determination No.			1	2	3	4
M. Pycnometer+water+soils	M ₁	gm.	686.5	688.4	690.0	691.7
Temperature		t °C	60	51	46	35
M. Pycnometer + water	M ₂	gm.	630.0	632.2	633.3	635.4
M. dish + dry soils		gm.	231.3	231.3	231.3	231.3
M. Dish		gm.	142.8	142.8	142.8	142.8
M. Dry Soils	M _s	gm.	88.5	88.5	88.5	88.5
Sp. gr. of water at t °C		G _t	0.9832	0.9876	0.9898	0.9941
Sp. gr. of soils		G _s	2.72	2.70	2.75	2.73
Average Sp. gr. of Soils	G _s		2.72			

Remarks :

$$G_s = \frac{G_t \cdot M_s}{M_s - M_1 + M_2}$$

ผลการทดลองนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทางได้รับเท่านั้น
 ค่าธรรมเนียมการทดลองเป็นเงิน บาท