

กรมทางหลวง
สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทาง
วิธีการทดลองหาค่า Shrinkage Factors
(เทียบเท่า AASHTO T 92)

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้ได้ปรับปรุงจาก AASHTO T 92 อธิบายถึงวิธีการหาคคุณสมบัติต่างๆ ของดิน คือ Shrinkage Limit, Shrinkage Ratio, Volumetric Change และ Linear Shrinkage

2. วิธีทำ

2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือทดลองประกอบด้วย

2.1.1 ถ้วยกระเบื้องเคลือบสำหรับผสมดินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 115 มิลลิเมตร (4 1/2 นิ้ว)

2.1.2 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Evaporating Dish) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว)

2.1.3 Spatula

2.1.4 ภาชนะกระเบื้องหรือโลหะฐานราบ (Shrinkage Dish) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร (1 3/4 นิ้ว) และสูงประมาณ 12.7 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)

2.1.5 เหล็กปาด (Straight Edge)

2.1.6 ถ้วยแก้ว (Glass Dish)

2.1.7 แผ่นแก้วที่มีชาโลหะสามขา (ดูรูปที่ 1)

2.1.8 กระบอกลูกทวงขนาดปริมาตร 25 มิลลิลิตร และอ่านได้ละเอียดถึง 0.2 มิลลิลิตร

2.1.9 เครื่องชั่งชนิดอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

2.1.10 เตอบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 110 ± 5 องศาเซลเซียส

2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง

2.2.1 น้ำสะอาด

2.2.2ปรอท (Mercury)

2.2.3 Vaseline หรือน้ำมันหล่อลื่นที่เหมาะสม

2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์มที่ ว.2-20

2.4 การเตรียมตัวอย่าง

ใช้ดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 40 (0.425 มิลลิเมตร) ประมาณ 30 กรัม (โดยปกติใช้ตัวอย่างอันเดียวกันกับที่ใช้ทดลองหาค่า Liquid Limit)

2.5 การทดลอง

2.5.1 ผสมดินตัวอย่างในถ้วยกระเบื้องเคลือบด้วยน้ำ ให้น้ำแทนที่ Voids โดยทั่วถึง ปริมาณของน้ำที่ต้องการจะเท่ากับ Liquid Limit หรือมากกว่าเล็กน้อย (คำนวณได้ล่วงหน้าจากค่า Liquid Limit)

2.5.2 ทาด้านในของ Shrinkage Dish ด้วย Vaseline หรือน้ำมันหล่อลื่นอื่นๆ ที่เหมาะสมบางๆ เพื่อป้องกันมิให้ดินติดภาชนะ ใส่ดินที่ผสมโดยสม่ำเสมอแล้วประมาณ 1 ใน 3 ของปริมาตรของ Shrinkage Dish ลงตรงกลางภาชนะ ค่อยๆ เคาะดินให้ไหลไปชนด้านข้างของภาชนะ ใช้ดินประมาณเท่าเดิมเติมลงไปและทำซ้ำดังข้างต้น จนกระทั่งดินแน่นเต็มภาชนะและให้ล้นออกไปด้านข้าง ใช้เหล็กปาดปาดหน้าให้เรียบ เช็ดดินส่วนที่ติดอยู่ข้างๆ ภาชนะออกให้หมด

2.5.3 ชั่งหามวลของดินเต็มภาชนะแล้วบันทึกไว้ ปล่อยให้ดินในภาชนะแห้งที่อุณหภูมิของห้องทดลอง (ปกติถึงข้ามคืนหรือจนดินเปลี่ยนสีเห็นได้ชัด) แล้วนำเข้าอบในเตาอบที่อุณหภูมิ $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$. จนแห้ง ชั่งหามวลของดินแห้งและภาชนะ หามวลและปริมาตรของภาชนะเปล่า (ปริมาตรหาได้โดยใช้ปรอทแทนที่)

2.5.4 หาปริมาตรของดินแห้ง โดยให้ดินแห้งแทนที่ปรอทในถ้วยแก้วที่มีปรอทเต็ม ทำได้ดังนี้

เติมปรอทให้เต็มถ้วยแก้ว ใช้แผ่นแก้วที่มีชาโลหะสามขาจดแน่นที่ปากถ้วย เช็ดปรอทที่จับอยู่ภายนอกถ้วยออกให้สะอาด วางถ้วยแก้วที่มีปรอทเต็มในถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Evaporating Dish) รมั้ดระวังมิให้ปรอทหกหรือสูญหาย ใส่ก้อนดินที่อบแห้งแล้วลงในถ้วย ปรอท และใช้แผ่นแก้วที่มีชาโลหะสามขาจดก้อนดินให้จมในปรอท จนแผ่นแก้วสนิทแน่นที่ปากถ้วย วัดปริมาตรของปรอทที่ถูกแทนที่ด้วยกระบอกตวง และบันทึกเป็นปริมาตรของดินแห้ง (V_o) หรือจะชั่งหามวลของปรอทที่ถูกแทนที่แล้วคำนวณหาปริมาตรของดินแห้งก็ได้ การกดแผ่นแก้วให้สนิทแน่นที่ปากถ้วย ต้องให้ด้านที่มีสามขาจมในปรอทและไม่ให้มีฟองอากาศติดอยู่

3. การคำนวณ

3.1 คำนวณหาปริมาณน้ำในดิน (Water Content) ปริมาณน้ำในดินขณะที่ใส่ลงในถ้วย Shrinkage Dish คำนวณได้จากสูตร

$$W = \frac{M - M_o}{M_o} \times 100$$

- เมื่อ
- W = ปริมาณน้ำในดินเมื่อใส่ Shrinkage Dish มีหน่วยเป็นร้อยละ
 - M = มวลของดินเปียก มีหน่วยเป็นกรัม
 - M_o = มวลของดินที่อบแห้งแล้ว มีหน่วยเป็นกรัม

3.2 คำนวณหาค่า Shrinkage Limit

ค่า Shrinkage Limit คือ ปริมาณน้ำที่มากที่สุดในดินคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อปริมาณน้ำลดลงอีกจะไม่ทำให้ดินมีปริมาตรลดลง คำนวณได้จากสูตร

$$S = \frac{w - (V - V_o) \rho_w}{M_o} \times 100$$

- เมื่อ
- S = Shrinkage Limit มีหน่วยเป็นร้อยละ
 - w = ปริมาณน้ำในดิน จากข้อ 3.1
 - V = ปริมาตรของดินเปียก มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร
 - V_o = ปริมาตรของดินแห้ง มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร
 - M_o = มวลของดินแห้ง มีหน่วยเป็นกรัม
 - ρ_w = ความหนาแน่นของน้ำ มีค่าเท่ากับ 1 กรัมต่อมิลลิลิตร

3.3 คำนวณหาค่า Shrinkage Ratio

ค่า Shrinkage ratio (R) คำนวณได้จากสูตร

$$R = \frac{M_O}{V_O \cdot \rho_w}$$

3.4 คำนวณหาค่า Volumetric Change

ค่า Volumetric Change (VC) คำนวณได้จากสูตร

$$VC = (w_1 - S) R$$

เมื่อ VC = Volumetric Change

 w_1 = Water Content ของดินในสภาพใดสภาพหนึ่ง

3.5 คำนวณหาค่า Lineal Shrinkage

ค่า Lineal Shrinkage (LS) คำนวณได้จากสูตร

$$LS = 100 \left(1 - \sqrt[3]{\frac{100}{VC+100}} \right)$$

หรือจาก Curve ในรูปที่ 2

4. การรายงาน

ให้รายงานตามแบบฟอร์ม ที่ ว. 2-20

5. ข้อควรระวัง

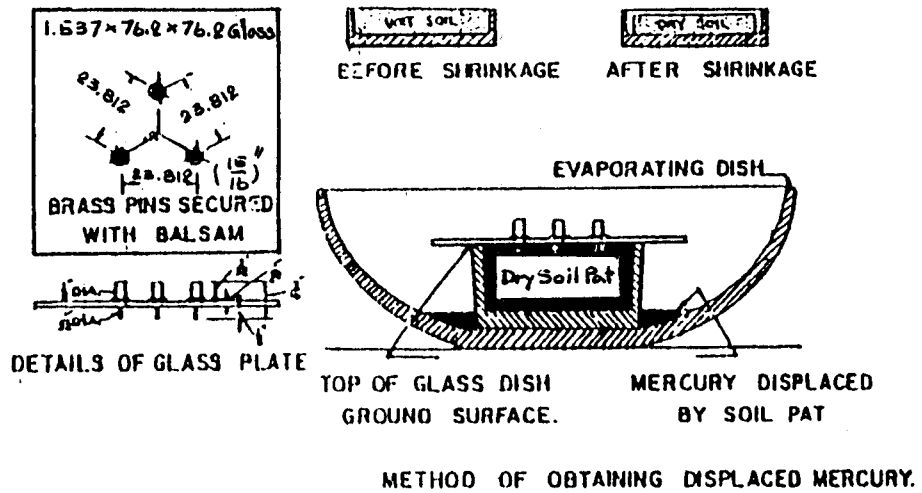
-

6. หนังสืออ้างอิง

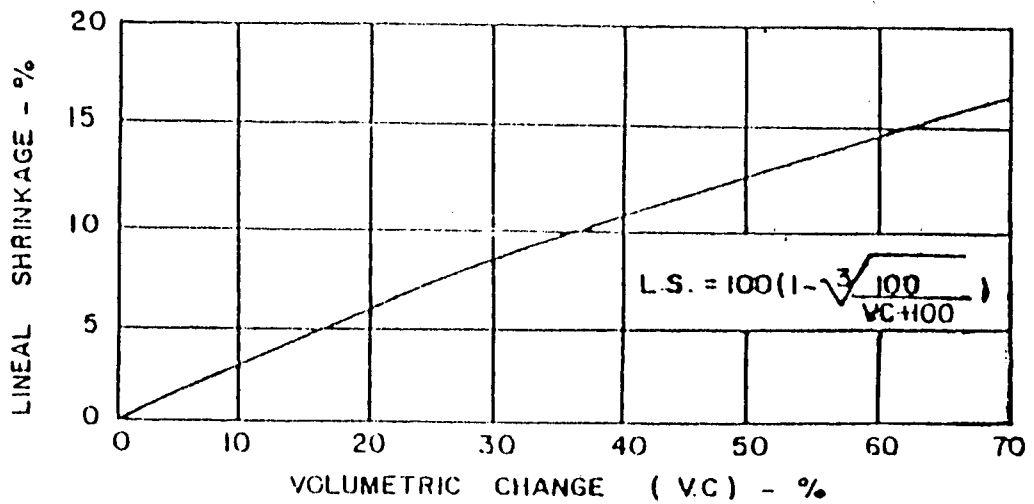
6.1 The American Association of State Highway Officials. Standard Specifications for Highway Materials and Methods of Sampling and Testing, Part II, ASSHTO Designation : T 92.

6.2 American society for Testing and Materials. ASTM Standrads, Part II, ASTM Designation : D 427.

6.3 Lambe, T. W. (1959). Soil Testing for Engineers, John Wiley & Sons, New York.



รูปที่ 1 Apparatus for Determining the Shrinkage Factors of Soils.



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Volumetric Change และ Lineal Shrinkage.

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง

อันดับทดลองที่ 513/08 วันที่รับตัวอย่าง 6 มี.ค. 08 วันที่ทดลอง 7 มี.ค. 08
 เจ้าของตัวอย่าง โครงการฯ หนังสือที่ -
 ทางสาย บ้านไผ่-ร้อยเอ็ด เจ้าหน้าที่ทดลอง ดำรง

SHRINKAGE EICTORS TEST

Shrinkage dish No.	3 B	
Vol. Of dish, V	10.83	cc
M. of dish	109.35	gm
Wet Soil+dish	135.30	gm
Dry Soil+dish	129.01	gm
M. of water	6.29	gm
M. Of dry soil, No.	19.66	gm
M. of wet soil. M.	25.95	gm
Water Centent. W.	31.99	cc
Vol. Of dry soil, Vo.	8.00	cc

CALCULATIONS

$$\text{Shrinkage Limit, } S = W - \frac{(v - V_0) \rho_w}{W_0 M_0} \times 100 = 17.34\%$$

$$\text{Shrinkage Ratilo, } R = \frac{M_{wo}}{V_0 \rho_w} = 2.46$$

$$\text{Volumetric Change, } VC = (W_1 - S) R = 25.60\%$$

Q 28% mixture (National)

$$\text{Rineal Sirhnkage. } LS = 100 \left(1 - \sqrt[3]{\frac{100}{VC + 100}} \right)$$

7.32% (from cakulation)

7.4% (from curre fig.2)

ค่าธรรมเนียมการทดลองเป็นเงิน.....บาท
 ผลการทดลองรับรองเฉพาะตัวอย่างที่กองวิเคราะห์และวิจัยได้รับเท่านั้น