



การทดลองที่ ทล.-ท. 104/2515

## วิธีการทดลองหา ค่า Shrinkage Factors

ปีที่จัดทำ พ.ศ. 2515



## คลังความรู้

มาตรฐาน ข้อกำหนด  
คู่มือกลาง

มาตรฐานวิธีการทดลอง (ทล.-ท.)



สำนักมาตรฐานและประเมินผล  
กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม

**กรมทางหลวง**  
**สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทาง**  
**วิธีการทดลองหาค่า Shrinkage Factors**  
**(เทียบเท่า AASHTO T 92)**

## 1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้ได้ปรับปรุงจาก AASHTO T 92 อธิบายถึงวิธีการหาคุณสมบัติต่างๆ 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 กระบอกลูกเต๋วขนาดปริมาตร 25 มิลลิลิตร และอ่านได้ละเอียดถึง 0.2 มิลลิลิตร

2.1.9 เครื่องชั่งชนิดอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

2.1.10 เตอบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่  $110 \pm 5$  องศาเซลเซียส

## 2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง

2.2.1 น้ำสะอาด

2.2.2 ปรอท (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  
 $\rho_w$  = 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

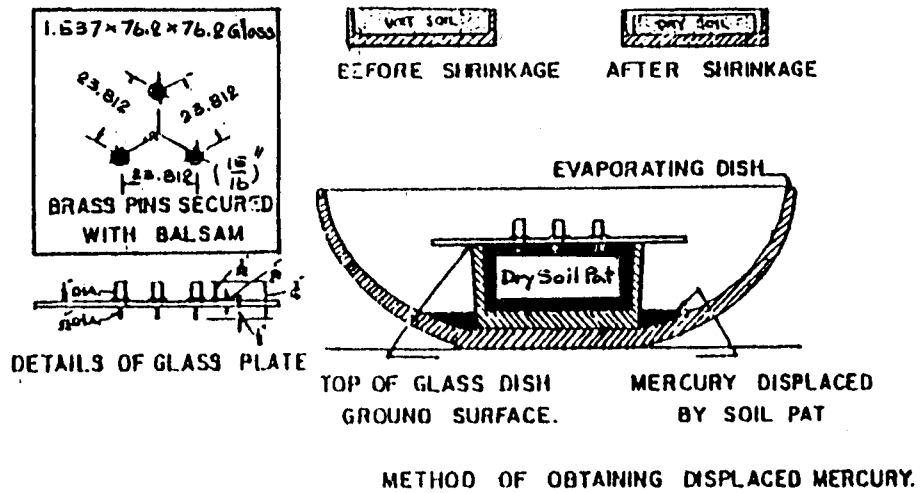
-

## 6. หนังสืออ้างอิง

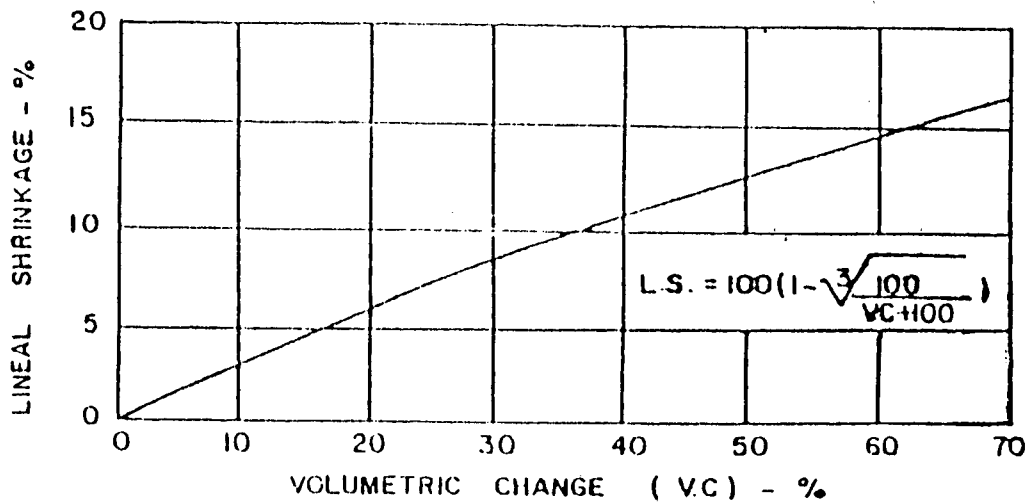
6.1 The American Association of State Highway Officials. Standard Specifications for Highway Materials and Methods of Sampling and Testing, Part II, ASSHTO Designation : T 92.

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

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

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

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

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