

## มาตรฐานการทดสอบ การบดอัดแบบมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ

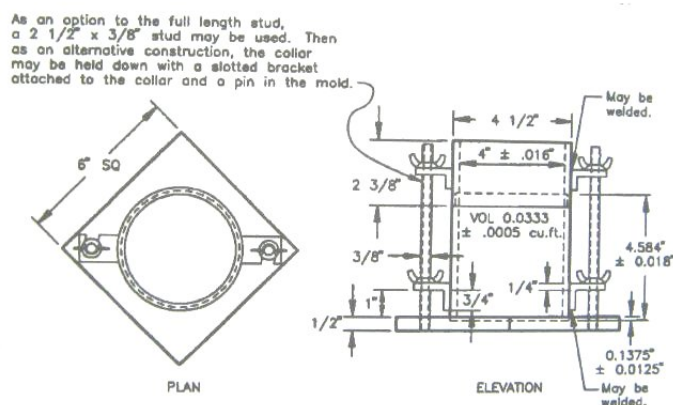
### 1. ขอบข่าย

การบดอัดแบบมาตรฐาน (Standard Compaction) ในห้องปฏิบัติการ คือการทดสอบบดอัดดินเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและความหนาแน่นแห้งของดินหรือโคงการบดอัดโดยใช้พลังงานในการบดอัดดินเท่ากับ 12,400 ฟุต-ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต (600 กิโลนิวตัน-เมตรต่อลูกบาศก์เมตร) ในห้องปฏิบัติการ

### 2. เครื่องมือ

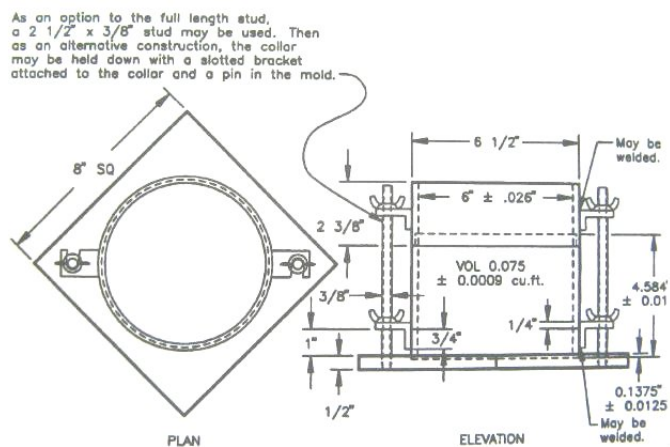
2.1 แบบเหล็ก (Mold) ทำด้วยโลหะแข็งรูปทรงกระบอกกลวงมี 2 ขนาดดังนี้

2.1.1 แบบเหล็ก 4 นิ้ว มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน  $4.0 \pm 0.016$  นิ้ว ( $101.6 \pm 0.4$  มิลลิเมตร) สูง  $4.584 \pm 0.018$  นิ้ว ( $116.4 \pm 0.5$  มิลลิเมตร) มีปริมาตร  $0.0333 \pm 0.0005$  ลูกบาศก์ฟุต ( $944 \pm 14$  ลูกบาศก์เซนติเมตร) ยึดติดกับฐาน (Base Plate) บริเวณด้านบนมีปลอกเหล็ก (Collar) ขนาดเดียวกับแบบเหล็กยึดติดอยู่ดังแสดงในรูปที่ 1



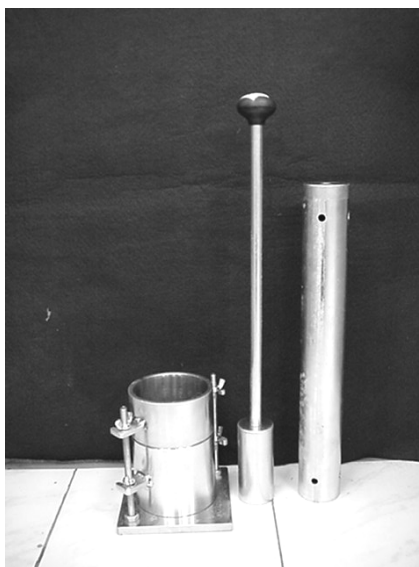
รูปที่ 1 แบบเหล็ก 4 นิ้ว

2.1.2 แบบเหล็ก 6 นิ้ว มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน  $6.0 \pm 0.026$  นิ้ว ( $152.4 \pm 0.7$  มิลลิเมตร) สูง  $4.584 \pm 0.018$  นิ้ว ( $116.4 \pm 0.5$  มิลลิเมตร) มีปริมาตร  $0.075 \pm 0.0009$  ลูกบาศก์ฟุต ( $2,124 \pm 25$  ลูกบาศก์เซนติเมตร) ยึดติดกับฐาน และมีปลอกเหล็กขนาดเดียวกับแบบเหล็กยึดติดอยู่ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แบบเหล็ก 6 นิ้ว

2.2 ค้อน (Rammer) ใช้กดอัดตัวอย่างทดสอบในแบบ ทำด้วยโลหะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง  $2.0 \pm 0.005$  นิ้ว ( $50.8 \pm 0.13$  มิลลิเมตร) น้ำหนักค้อนเท่ากับ  $5.5 \pm 0.02$  ปอนด์ ( $2.5 \pm 0.01$  กิโลกรัม) และมีระยะยกสูงจากผิวหน้าของตัวอย่างเท่ากับ  $12 \pm 0.05$  นิ้ว ( $304.8 \pm 1.3$  มิลลิเมตร) ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แบบเหล็ก และ ค้อน

2.3 เครื่องดันตัวอย่าง (Sample Extruder) ใช้สำหรับดันตัวอย่างดินบดอัดออกจากแบบเหล็ก

2.4 เครื่องชั่ง (Balance) ชั่งได้ละเอียด 1 กรัม

2.5 เครื่องชั่ง (Balance) ชั่งได้ละเอียด 0.01 กรัม

2.6 เหล็กสำหรับปาดตัวอย่าง (Straightedge) เป็นเหล็กที่มีความแข็งและตรงตลอดความยาว มีความยาวไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว (254 มิลลิเมตร)

2.7 ตะแกรงมาตรฐานช่องเปิด  $\frac{3}{4}$  นิ้ว (19 มิลลิเมตร),  $\frac{3}{8}$  นิ้ว (9.5 มิลลิเมตร) และเบอร์

4 (4.75 มิลลิเมตร)

2.8 เครื่องมือผสมตัวอย่าง เป็นอุปกรณ์จำเป็น ที่ใช้ผสมตัวอย่างทดสอบเช่น ถาดช้อนตักตัวอย่าง เป็นต้น

### 3. วิธีการทดลอง

3.1 นำตัวอย่างดินไปผึ่งให้แห้งในอากาศ หรืออบในตู้อบที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส จนแห้ง ถ้าเม็ดดินมีการจับตัวกันเป็นก้อนจนมีขนาดใหญ่ ควรใช้ค้อนยางทุบให้เม็ดดินเหล่านั้นแยกออกจากกัน

3.2 ร่อนตัวอย่างดินผ่านตะแกรงตามวิธี A, B หรือ C โดยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดผลของตัวอย่างดิน ดังแสดงในตารางที่ 2

3.3 เตรียมดินในข้อ 3.2 อย่างน้อย 4 ตัวอย่าง ให้มีน้ำหนักตัวอย่างละประมาณ 3 กิโลกรัม และเตรียมดินให้มีความชื้นใกล้เคียงกับความชื้นเหมาะสม (Optimum Moisture Content, OMC) ในสภาพความหนาแน่นแห้งสูงสุดขึ้นมาก่อน และตัวอย่างที่เหลือก็เตรียมให้มีความชื้นอยู่ทางด้านเปียกและแห้งของความชื้นเหมาะสมดังกล่าวอย่างละประมาณ 2 ตัวอย่าง โดยความชื้นในแต่ละตัวอย่างควรมีค่าต่างกันประมาณร้อยละ 2 และไม่เกินร้อยละ 4 และบ่มตัวอย่างไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 3 ถึง 16 ชั่วโมง แล้วแต่ชนิดของดินดังแสดงในตารางที่ 3

3.4 ประกอบแบบเหล็ก ปลอกเหล็ก ยึดติดกับฐานให้เรียบร้อย นำไปวางบนพื้นที่มีลักษณะแข็งเช่น แท่นคอนกรีตที่มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 90 กิโลกรัม และยึดติดกับพื้นนั้นให้แน่น

3.5 แบ่งการบดอัดเป็น 3 ชั้น โดยภายหลังการบดอัดแล้วดินแต่ละชั้นควรมีความหนาโดยประมาณใกล้เคียงกัน ก่อนการบดอัดในแต่ละชั้นให้ใส่ตัวอย่างลงในแบบเหล็กและปรับให้มีความหนาสม่ำเสมอเท่ากันตลอด กระทั่งเบาๆ ด้วยค้อนเพื่อปรับตัวอย่างจนอยู่ในสภาพที่ไม่หลวม ทำการบดอัดตามวิธีที่กำหนดจนทั่วพื้นที่ ภายหลังการบดอัดดินในแต่ละชั้นเสร็จ ให้ทำการตรวจสอบและตัดดินที่ติดอยู่บริเวณด้านข้างของแบบเหล็กและยังไม่ได้รับการบดอัดออกไป ก่อนต่อจากนั้นจึงใส่ตัวอย่างและดำเนินการบดอัดดินในชั้นถัดไปจนเสร็จสิ้นชั้นสุดท้าย

3.6 ถอดปลอกเหล็กออกจากแบบและตรวจสอบความสูงของตัวอย่างบดอัดจากแบบเหล็กต้องไม่เกิน  $\frac{1}{4}$  นิ้ว (6 มิลลิเมตร) แต่ถ้าตัวอย่างมีความสูงมากกว่านี้หรือต่ำกว่าแบบเหล็กให้ทำการทดสอบใหม่

ตารางที่ 2 วิธีการบดอัดดินแบบมาตรฐานและการใช้งาน

วิธี	เส้นผ่านศูนย์กลางแบบเหล็กนิ้ว	จำนวนชั้น	จำนวนครั้งต่อชั้น	การเตรียมตัวอย่าง	ปริมาณตัวอย่างโดยประมาณ กิโลกรัม	การใช้งาน
A	4	3	25	ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4	15	วัสดุค้างสะสมบนตะแกรงเบอร์ 4 เท่ากับหรือไม่เกินร้อยละ 20
B	4	3	25	ร่อนผ่านตะแกรง $\frac{3}{8}$ นิ้ว	15	วัสดุค้างสะสมบนตะแกรงเบอร์ 4 มากกว่าร้อยละ 20 และวัสดุค้างสะสมบนตะแกรง $\frac{3}{8}$ นิ้ว เท่ากับหรือไม่เกินร้อยละ 20
C	6	3	56	ร่อนผ่านตะแกรง $\frac{3}{4}$ นิ้ว	30	วัสดุค้างสะสมบนตะแกรง $\frac{3}{8}$ นิ้วมากกว่าร้อยละ 20 และวัสดุค้างสะสมบนตะแกรง $\frac{3}{4}$ นิ้ว ไม่เกินร้อยละ 30

หมายเหตุ ปริมาณตัวอย่างในตารางเป็นน้ำหนักของตัวอย่างในสภาพดินแห้ง

ตารางที่ 3 ระยะเวลาในการบ่มตัวอย่าง

กลุ่มดิน	ระยะเวลาอย่างน้อยสำหรับการบ่มตัวอย่าง ชั่วโมง
GW, GP, SW, SP	ไม่กำหนด
GM, SM	3
ดินประเภทอื่น	16

3.7 ใช้เหล็กสำหรับปาดตัวอย่าง ค่อยๆ ปาดแต่งดินที่อยู่เหนือแบบเหล็กออกจนได้พื้นผิวเป็นระนาบเสมอกับขอบแบบเหล็ก ในกรณีที่มีรูหรือโพรงก็อัดดินลงไปด้วยมือจนเต็มช่องว่างดังกล่าว

3.8 ถอดแบบเหล็กออกจากฐาน นำแบบเหล็กที่มีดินบดอัดไปชั่งน้ำหนัก บันทึกค่าไว้ จากนั้นดันก้อนตัวอย่างดินในแบบเหล็กออกด้วยเครื่องดันตัวอย่าง และเก็บตัวอย่างในบริเวณส่วนกลางของก้อนประมาณ 100 ถึง 500 กรัม สำหรับหาความชื้นต่อไป

#### 4. การคำนวณ

##### 4.1 การคำนวณความชื้น (Moisture Content)

$$w = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \cdot 100$$

เมื่อ  $w$  คือ ค่าความชื้นในวัสดุ เป็นร้อยละ  
 $W_1$  คือ น้ำหนักของวัสดุเปียก เป็นกรัม  
 $W_2$  คือ น้ำหนักของวัสดุแห้ง เป็นกรัม

##### 4.2 การคำนวณความหนาแน่นเปียก (Wet Density)

$$\rho_t = \frac{W_t}{V}$$

เมื่อ  $\rho_t$  คือ ความหนาแน่นเปียก เป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร  
 $W_t$  คือ น้ำหนักของวัสดุบดอัดในแบบเหล็ก เป็นกรัม  
 $V$  คือ ปริมาตรของวัสดุบดอัดในแบบเหล็กหรือปริมาตรของแบบเหล็กเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

## 4.3 การคำนวณความหนาแน่นแห้ง (Dry Density)

$$\rho_d = \frac{\rho_t}{1 + \frac{w}{100}}$$

เมื่อ  $\rho_d$  คือ ความหนาแน่นแห้ง เป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร  
 $\rho_t$  คือ ความหนาแน่นเปียก เป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร  
 $w$  คือ ความชื้น เป็นร้อยละ

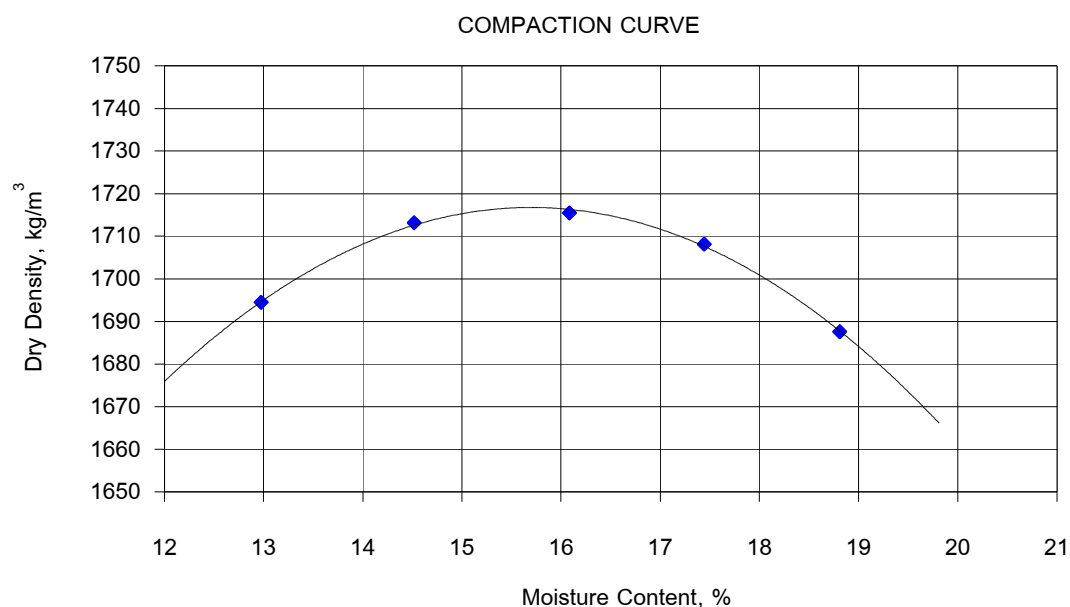
## 5. การรายงานผล

5.1 เขียนแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแห้งเป็นแกนตั้งและความชื้นเป็นแกนนอน ของค่าที่ได้จากการทดลอง และลากเส้นโค้งการบดอัดผ่านจุดดังกล่าว เพื่อหาค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density,  $\rho_{dmax}$ ) และความชื้นเหมาะสม (Optimum Moisture Content, OMC) ในสภาพดังกล่าว

## 6. เอกสารอ้างอิง

6.1 American Society of Testing and Materials ; ASTM Standard : D 698-00a<sup>๘1</sup>

STANDARD COMPACTION TEST						
Method of Compaction		A	Mold Volume		948.09	cm <sup>3</sup>
Moisture Content Data						
Determination No.		1	2	3	4	5
Can No.		A1	A2	A3	A4	A5
Wet Soil + Can		g	180.44	183.96	179.20	190.00
Dry Soil + Can		g	163.61	165.18	158.98	166.79
Wt. of Can		g	33.91	35.82	33.25	33.73
Wt. of Water		g	16.83	18.78	20.22	23.21
Wt. of Dry Soil		g	129.70	129.36	125.73	133.06
Moisture Content		%	12.98	14.52	16.08	17.44
Density Data						
Wt. of Soil + Mold		g	3,617	3,662	3,690	3,704
Wt. of Mold		g	1,802	1,802	1,802	1,802
Wt. of Soil		g	1,815	1,860	1,888	1,902
Wet Density		kg/m <sup>3</sup>	1,914	1,962	1,991	2,006
Dry Density		kg/m <sup>3</sup>	1,695	1,713	1,715	1,708



Maximum Dry Density, $\rho_{dmax}$	1,717 kg/m <sup>3</sup>	Optimum Moisture Content, OMC	15.70 %
------------------------------------	-------------------------	-------------------------------	---------