

มาตรฐานการทดสอบ การบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐานในห้องปฏิบัติการ

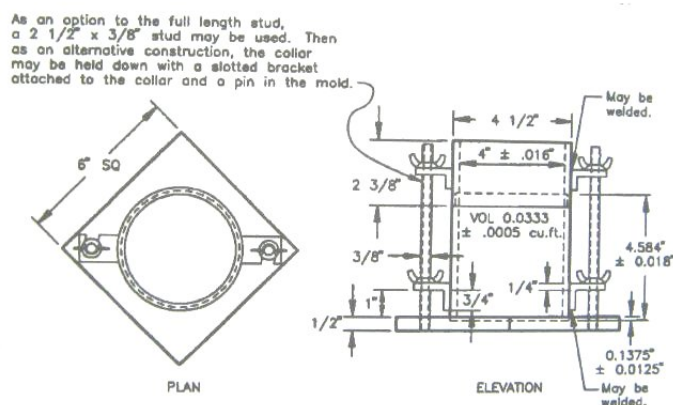
1. ขอบข่าย

การบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction) ในห้องปฏิบัติการ คือการทดสอบบดอัดดินเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและความหนาแน่นแห้งของดินหรือโคงการบดอัดโดยใช้พลังงานในการบดอัดดินเท่ากับ 56,000 ฟุต-ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต (2,700 กิโลนิวตัน-เมตรต่อลูกบาศก์เมตร) ในห้องปฏิบัติการ

2. เครื่องมือ

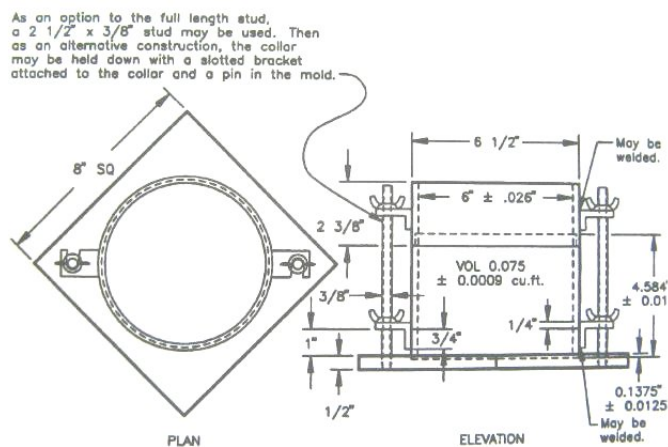
2.1 แบบเหล็ก (Mold) ทำด้วยโลหะแข็งรูปทรงกระบอกกลวงมี 2 ขนาดดังนี้

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



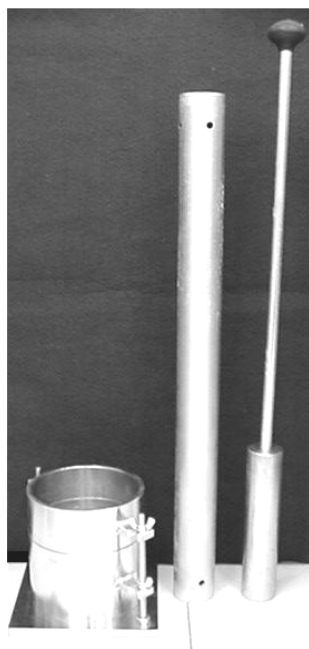
รูปที่ 1 แบบเหล็ก 4 นิ้ว

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



รูปที่ 2 แบบเหล็ก 6 นิ้ว

2.2 ค้อน (Rammer) ใช้บดอัดตัวอย่างทดสอบในแบบ ทำด้วยโลหะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0 ± 0.005 นิ้ว (50.8 ± 0.13 มิลลิเมตร) น้ำหนักค้อนเท่ากับ 10 ± 0.02 ปอนด์ (4.54 ± 0.01 กิโลกรัม) และมีระยะยกสูงจากผิวหน้าของตัวอย่างเท่ากับ 18 ± 0.05 นิ้ว (457.2 ± 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 5 ชั้น โดยภายหลังการบดอัดแล้วดินแต่ละชั้นควรมีความหนาโดยประมาณใกล้เคียงกัน ก่อนการบดอัดในแต่ละชั้นให้ใส่ตัวอย่างลงในแบบเหล็กและปรับให้มีความหนาสม่ำเสมอเท่ากันตลอด กระทั่งเบาๆ ด้วยค้อนเพื่อปรับตัวอย่างจนอยู่ในสภาพที่ไม่หลวม ทำการบดอัดตามวิธีที่กำหนดจนทั่วพื้นที่ ภายหลังการบดอัดดินในแต่ละชั้นเสร็จ ให้ทำการตรวจสอบและตัดดินที่ติดอยู่บริเวณด้านข้างของแบบเหล็กและยังมิได้รับการบดอัดออกไปก่อน ต่อจากนั้นจึงใส่ตัวอย่างและดำเนินการบดอัดดินในชั้นถัดไปจนเสร็จสิ้นชั้นสุดท้าย

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

ตารางที่ 2 วิธีการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐานและการใช้งาน

วิธี	เส้นผ่านศูนย์กลางแบบเหล็กนิ้ว	จำนวนชั้น	จำนวนครั้งต่อชั้น	การเตรียมตัวอย่าง	ปริมาณตัวอย่างโดยประมาณ กิโลกรัม	การใช้งาน
A	4	5	25	ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4	15	วัสดุค้างสะสมบนตะแกรงเบอร์ 4 เท่ากับหรือไม่เกินร้อยละ 20
B	4	5	25	ร่อนผ่านตะแกรง $\frac{3}{8}$ นิ้ว	15	วัสดุค้างสะสมบนตะแกรงเบอร์ 4 มากกว่าร้อยละ 20 และวัสดุค้างสะสมบนตะแกรง $\frac{3}{8}$ นิ้ว เท่ากับหรือไม่เกินร้อยละ 20
C	6	5	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 ρ_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 ρ_d คือ ความหนาแน่นแห้ง เป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
 ρ_t คือ ความหนาแน่นเปียก เป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
 w คือ ความชื้น เป็นร้อยละ

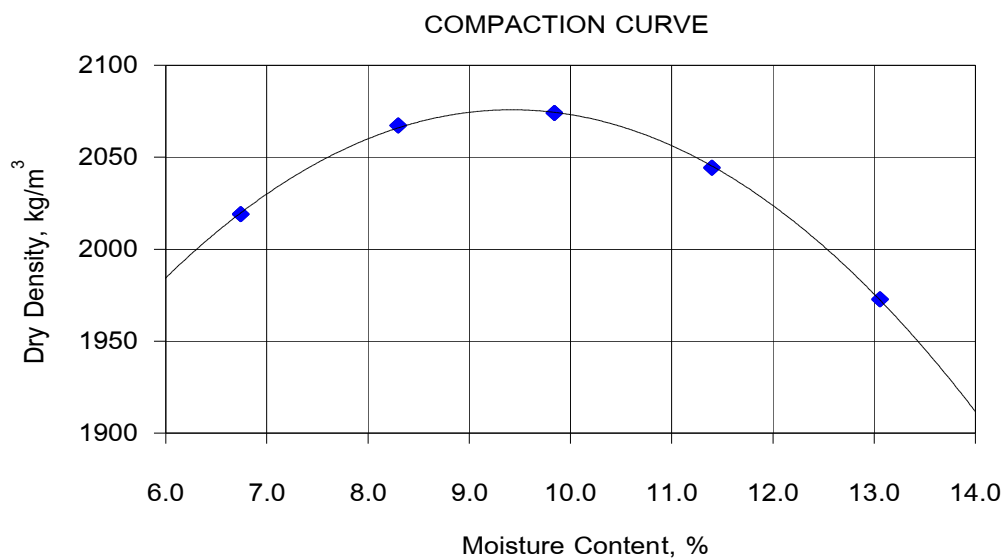
5. การรายงานผล

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

6. เอกสารอ้างอิง

6.1 American Society of Testing and Materials ; ASTM Standard : D1557-02a^{ε1}

MODIFIED COMPACTION TEST							
Method of Compaction		C	Mold Volume		2,130.61	cm ³	
Moisture Content Data							
Determination No.		1	2	3	4	5	
Can No.		A1	A2	A3	A4	A5	
Wet Soil + Can		g	346.00	320.00	330.00	329.50	330.20
Dry Soil + Can		g	333.76	307.68	315.40	312.99	311.00
Wt. of Can		g	152.22	159.16	167.02	168.14	164.00
Wt. of Water		g	12.24	12.32	14.60	16.51	19.20
Wt. of Dry Soil		g	181.54	148.52	148.38	144.85	147.00
Moisture Content		%	6.74	8.30	9.84	11.40	13.06
Density Data							
Wt. of Soil + Mold		g	7,360	7,538	7,622	7,620	7,520
Wt. of Mold		g	2,768	2,768	2,768	2,768	2,768
Wt. of Soil		g	4,592	4,770	4,854	4,852	4,752
Wet Density		kg/m ³	2,155	2,239	2,278	2,277	2,230
Dry Density		kg/m ³	2,019	2,067	2,074	2,044	1,973



Maximum Dry Density, ρ_{dmax}	2,076 kg/m ³	Optimum Moisture Content, OMC	9.42 %
------------------------------------	-------------------------	-------------------------------	--------