

มาตรฐานการทดสอบ การหาค่า California Bearing Ratio (CBR)

1. ขอบข่าย

การทดสอบ CBR เป็นการทดสอบที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้เป็นวิธีในการคัดเลือกหรือพิจารณาความเหมาะสมของวัสดุในการใช้งาน เช่น ถนน และสนามบิน ในส่วนของชั้นดินเดิม ดินบดอัด วัสดุคัดเลือก ดินลูกรัง (ชั้นรองพื้นทาง) และหินคลุก (ชั้นพื้นทาง) เป็นต้น โดยทำการเปรียบเทียบหน่วยแรงต้านทานแรงกดของวัสดุตั้งกล่าวต่อหน่วยแรงต้านทานแรงกดของหินคลุกบดอัดมาตรฐาน (Standard Unit Load) ในระดับความลึกหรือระยะจมนของแท่งกดที่เท่ากัน

2. เครื่องมือ

2.1 เครื่องกด (Loading Machine) มีขีดความสามารถให้แรงกดไม่น้อยกว่า 10,000 ปอนด์ (ประมาณ 5,000 กิโลกรัม) อาจเป็นเครื่องชนิดใช้มือหมุนหรือมอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำให้ฐานหรือแท่งกดเคลื่อนที่ด้วยอัตรา 0.05 นิ้ว (1.27 มิลลิเมตร) ต่อนาที เพื่อใช้ดันให้แท่งกดจมลงในตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วในแบบเหล็ก และความละเอียดของแรงกดให้อ่านได้ไม่เกิน 10 ปอนด์ (4.45 กิโลกรัม)

2.2 แท่งกด (Piston) เป็นแท่งโลหะทรงกระบอกตันมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.95 นิ้ว มีพื้นที่หน้าตัด 3 ตารางนิ้ว ยาวไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว

2.3 แบบเหล็ก (Mold) ทำด้วยโลหะแข็งและเหนียวรูปทรงกระบอกกลวงมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 6 นิ้ว (152.4 มิลลิเมตร) สูง 7 นิ้ว (177.8 มิลลิเมตร) ยึดติดกับฐาน (Base Plate) ความหนา $\frac{3}{8}$ นิ้ว (9.5 มิลลิเมตร) ที่มีรูปขนาดของรูไม่เกิน $\frac{1}{16}$ นิ้ว (1.58 มิลลิเมตร) บริเวณด้านบนมีปลอกเหล็ก (Collar) ขนาดเดียวกับแบบสูง 2 นิ้ว (50.8 มิลลิเมตร)

2.4 แท่งโลหะรอง (Spacer Disc) เป็นแท่งโลหะทรงกระบอกตัน มีเส้นผ่านศูนย์กลาง $5\frac{15}{16}$ นิ้ว (150.8 มิลลิเมตร) สูง 2.416 นิ้ว (61.4 มิลลิเมตร) ใช้รองด้านล่างในแบบเพื่อให้ได้ตัวอย่างสูง 4.584 นิ้ว (116.4 มิลลิเมตร)

2.5 ค้อน (Rammer) ใช้บดอัดตัวอย่างทดสอบในแบบ ทำด้วยโลหะมีขนาดและน้ำหนักตาม สวพ.204/2548 มาตรฐานการทดสอบการบดอัดดิน

2.6 แผ่นเหล็กวัดการบวมตัว (Swell Plate) ใช้สำหรับวัดค่าการบวมตัวของตัวอย่างทดสอบ ทำด้วยโลหะที่ไม่เป็นสนิมง่าย มีเส้นผ่านศูนย์กลาง $5\frac{7}{8}$ นิ้ว (149.2 มิลลิเมตร)

หนา $\frac{1}{4}$ นิ้ว (6.4 มิลลิเมตร) มีก้านที่สามารถปรับให้สูงหรือต่ำได้และมีรูพูนเพื่อใช้ติดตั้งกับ

Dial Gauge สำหรับอ่านค่าการบวมตัว

2.7 สามขา (Tripod) ใช้ประกอบสำหรับวัดค่าการบวมตัวของตัวอย่างทดสอบ ทำด้วยโลหะและมีรูตรงส่วนบนเพื่อติดตั้ง Dial Gauge วัดได้ละเอียด 0.001 นิ้ว วัดได้ 1 นิ้ว (หรือจะใช้ที่วัดได้ละเอียด 0.01 มิลลิเมตร วัดได้ 25 มิลลิเมตร แทนก็ได้) สำหรับวัดการบวมตัว

2.8 น้ำหนักกดทับตัวอย่าง (Surcharge Weight) มีน้ำหนัก 5 ปอนด์ (2,268 กรัม) ใช้วางบนตัวอย่างทดสอบ เป็นเหล็กทรงกระบอกแบนรูปร่างกลมมีรูตรงกลาง หรือรูปเกือกม้ามีเส้นผ่านศูนย์กลาง $5\frac{7}{8}$ นิ้ว (149.2 มิลลิเมตร) รูตรงกลางมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ $2\frac{1}{8}$ นิ้ว (54 มิลลิเมตร) เพื่อให้แท่งทดสอบผ่านไปได้

2.9 Dial Gauge สำหรับอ่านค่าระยะจมของแท่งกด วัดได้ละเอียด 0.001 นิ้ว หรือ 0.01 มิลลิเมตร



รูปที่ 1 ชุดเครื่องมือทดสอบ CBR

2.10 เครื่องมือประกอบการทดลอง

2.10.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบบดอัดดิน (Compaction) ทั้งหมดยกเว้นตัวแบบหลัก

2.10.2 ตะแกรงมาตรฐาน ช่องเปิด $\frac{3}{4}$ นิ้ว (19 มิลลิเมตร) และเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร)

2.10.3 เครื่องแบ่งตัวอย่าง

2.10.4 กระดาษกรอง

2.10.5 เครื่องมือผสม เป็นอุปกรณ์จำเป็นต่างๆ ที่ใช้ผสมตัวอย่างทดสอบกับน้ำ เช่น ถาด ช้อน กระบอกลงวัดปริมาตรน้ำ

3. วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมตัวอย่าง

3.1.1 ถ้าขนาดของตัวอย่างก้อนที่ใหญ่ที่สุดมีขนาดเล็กกว่า $\frac{3}{4}$ นิ้ว หรือไม่มีส่วน ค้างบนตะแกรงขนาดดังกล่าว ให้ทำการคัดเลือกตัวอย่างโดยใช้เครื่องแบ่งตัวอย่างออกมา 8 ชุด ชุดละประมาณ 5 กิโลกรัม แล้วนำตัวอย่างสำหรับทดสอบ CBR จำนวน 3 ชุด เข้าตุ๋น ส่วนอีก 5 ชุด ใช้ทดสอบการบดอัดเพื่อหาค่าความชื้นที่เหมาะสม (OMC) ตาม สวพ.204/2548 การบดอัดดิน โดยใช้การบดอัดประเภท C (Type C) จากนั้นให้ดำเนินการตามข้อ 3.1.3

3.1.2 ถ้าขนาดของตัวอย่างก้อนที่ใหญ่ที่สุดมีขนาดใหญ่กว่า $\frac{3}{4}$ นิ้ว ให้ดำเนินการดังนี้

3.1.2.1 คัดเลือกตัวอย่างโดยใช้เครื่องแบ่งตัวอย่างประมาณ 10 กิโลกรัม อบแห้ง ชั่งน้ำหนักและบันทึกไว้ จากนั้นล้างตัวอย่างด้วยน้ำผ่านตะแกรง $\frac{3}{4}$ นิ้ว แล้วนำส่วนที่ ค้างทั้งหมด อบแห้ง ชั่งน้ำหนักและบันทึกไว้ นำค่าที่บันทึกคำนวณหาร้อยละของส่วนค้าง ตะแกรง $\frac{3}{4}$ นิ้ว ไว้สำหรับคำนวณส่วนที่จะชดเชย

3.1.2.2 คัดเลือกตัวอย่างโดยใช้เครื่องแบ่งตัวอย่างประมาณ 50 กิโลกรัม อบแห้ง ส่วนวัสดุที่เหลือร่อนผ่านตะแกรง $\frac{3}{4}$ นิ้ว และค้ำบนตะแกรงเบอร์ 4 ให้มีปริมาณ เท่ากับหรือมากกว่าส่วนที่จะชดเชย นำไปล้างน้ำแล้วอบแห้ง

3.1.2.3 ทำการเตรียมตัวอย่างจำนวน 8 ชุด ชุดละประมาณ 5.5 กิโลกรัม คิดเป็นปริมาณวัสดุแห้งทั้งหมดเท่ากับ 5.5×8 หรือ 44 กิโลกรัม สมมติว่าตัวอย่างมีร้อยละ ของส่วนค้างตะแกรง $\frac{3}{4}$ นิ้ว เท่ากับ 10 ดังนั้นวัสดุแห้งที่ค้ำบนตะแกรง $\frac{3}{4}$ นิ้ว เท่ากับ

$$44 \times \frac{10}{100} \quad \text{หรือ} \quad 4.4 \quad \text{กิโลกรัมและส่วนของวัสดุแห้งที่ผ่านตะแกรง} \quad \frac{3}{4} \quad \text{นิ้ว มีค่าเท่ากับ}$$

$$44 - 4.4 \quad \text{หรือ} \quad 39.6 \quad \text{กิโลกรัม}$$

3.1.2.4 ทำการร่อนตัวอย่างในข้อ 3.2.2 ผ่านตะแกรง $\frac{3}{4}$ นิ้ว เป็นจำนวน

39.6 กิโลกรัม และทิ้งส่วนที่ค้างไป แล้วชดเชยด้วยวัสดุที่ร่อนผ่านตะแกรง $\frac{3}{4}$ นิ้ว และค้ำบน

ตะแกรงเบอร์ 4 เป็นจำนวน 4.4 กิโลกรัม ใส่ลงไปและผสมให้ทั่วกันตลอดได้ปริมาณวัสดุแห้งทั้งหมดเท่ากับ $39.6 + 4.4$ หรือ 44 กิโลกรัม

3.1.2.5 นำวัสดุที่ได้จากข้อ 3.1.2.4 มาทำการคัดเลือกตัวอย่างโดยใช้เครื่องแบ่งตัวอย่างเป็นจำนวน 8 ชุด ชุดละประมาณ 5.5 กิโลกรัม แล้วนำตัวอย่างจำนวน 5 ชุดไปทดสอบการบดอัดเพื่อหาความชื้นที่เหมาะสมตาม สวพ.204/2548 การบดอัดดิน โดยใช้การบดอัดประเภท C (Type C) ส่วนอีก 3 ชุด ใช้ทดสอบ CBR

3.2 เตรียมดิน 3 ชุดสำหรับทดสอบ CBR ให้มีความชื้นตามความชื้นที่เหมาะสม แล้วบ่มตัวอย่างเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในภาชนะกันความชื้น

3.3 ชั่งน้ำหนักแบบเหล็ก จดบันทึกไว้แล้วประกอบแบบกับส่วนฐาน และปลอกเหล็ก

3.4 ใส่แท่งโลหะรองลงในแบบ แล้ววางกระดาษกรองทับลงไป

3.5 ใส่วัสดุลงไปแบบแล้วบดอัดแต่ละชุดด้วยพลังงานที่ต่างกันดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดการบดอัดแบบมาตรฐานและสูงกว่ามาตรฐาน

ชุดที่	การบดอัดแบบมาตรฐาน (Standard Compaction)			การบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction)		
	ขนาดค้อน (ปอนด์)	จำนวนชั้น	จำนวนครั้งต่อชั้น	ขนาดค้อน (ปอนด์)	จำนวนชั้น	จำนวนครั้งต่อชั้น
1	5.5	3	56	10	5	56
2	5.5	3	25	10	5	25
3	5.5	3	10	10	5	10

3.6 ทำการบดอัดชุดที่ 1 เป็นชั้นๆ ขึ้นมาโดยแต่ละชั้นมีปริมาณดินใกล้เคียงกัน และในชั้นสุดท้ายห้ามต่ำกว่าแบบเหล็ก และควรสูงกว่าแบบเหล็กประมาณ 10 มิลลิเมตร ในขณะที่ทำการบดอัดให้หาความชื้นของตัวอย่างไว้ตามข้อ 4.1

3.7 ถอดปลอกเหล็กออก ใช้เหล็กปาดแต่งหน้าให้เรียบเท่าระดับตอบนของแบบเหล็ก ในกรณีมีหลุมบนผิวหน้าให้เติมตัวอย่างลงไป ใช้เหล็กปาดวางทับแล้วใช้ค้อนยางทุบจนกระทั่งเหล็กปาดยุบลงถึงขอบแบบเหล็ก และปาดแต่งหน้าอีกครั้งจนเรียบ ถอดแบบเหล็กพร้อมตัวอย่างที่บดอัดแล้วออกจากฐานเพื่อนำไปชั่งน้ำหนักสำหรับคำนวณความหนาแน่นของตัวอย่างตามข้อ 4.2 และ 4.3

3.8 ประกอบแบบเหล็กพร้อมตัวอย่างดังกล่าวกลับไปยังฐานโดยนำแท่งโลหะรองออกจากฐานก่อนและวางกระดาษกรองแผ่นใหม่ลงบนฐาน แล้วพลิกแบบเหล็กโดยให้ด้านล่างของแบบเหล็กอยู่ด้านบนเป็นตัวอย่างสำหรับชุดที่ 1 ต่อจากนั้นทำการเตรียมตัวอย่างอีก 2 ชุด ที่เหลือเป็นตัวอย่างสำหรับทดสอบค่า CBR เป็นจำนวนทั้งสิ้น 3 ตัวอย่าง

3.9 กรณีที่เป็นการทดสอบ CBR แบบไม่แช่น้ำ (Unsoaked Sample) ก็ดำเนินการตามข้อ 4.11

3.10 กรณีที่เป็นการทดสอบ CBR แบบแช่น้ำ (Soaked Sample) ให้วางแผ่นเหล็กวัดการบวมตัวลงบนตัวอย่างทั้ง 3 แล้วตามด้วยน้ำหนักกดทับซึ่งต้องคำนึงถึงสภาพการรับน้ำหนักในพื้นที่จริง แต่ถ้าไม่ได้มีการกำหนดไว้ ให้ใช้น้ำหนักเท่ากับ 10 ปอนด์ หรือประมาณ 4.45 กิโลกรัม วางทับลงไป

3.11 แช่ตัวอย่างทั้ง 3 ชุดลงในน้ำโดยให้ระดับน้ำสูงกว่าผิววัสดุประมาณ 1 นิ้ว วางก้านสามขาพร้อม Dial gauge ลงบนแบบเหล็กและจัดให้ก้านของ Dial Gauge สัมผัสอยู่กึ่งกลางบนแกนของแผ่นเหล็กวัดการบวมตัว แล้วจึงปรับเข็มบน Dial Gauge ไว้ที่เลขศูนย์บันทึกเป็นค่าเริ่มต้น และให้ทำการบันทึกค่าการบวมตัวของตัวอย่างทดสอบทุก ๆ 24 ชั่วโมงจาก Dial gauge จนกระทั่งครบ 96 ชั่วโมง หรือเมื่อตัวอย่างทดสอบหยุดการบวมตัวแล้วตั้งแสดงในรูปที่ 2 เสร็จแล้วให้นำตัวอย่างขึ้นจากน้ำ ยกแผ่นเหล็กวัดการบวมตัวพร้อมน้ำหนักกดทับออก และเอียงแบบเหล็กให้น้ำไหลออกประมาณ 15 นาที จนไม่มีน้ำขังบนผิวหน้าและระวังอย่าให้ผิวหน้าของตัวอย่างเสียหาย ถอดแบบเหล็กออกจากฐาน ชั่งน้ำหนักไว้สำหรับหาน้ำหนักของตัวอย่างทดสอบต่อไป

3.12 นำน้ำหนักกดทับเดิมหรือน้ำหนักเท่ากับ 10 ปอนด์ วางลงบนตัวอย่าง แล้วนำตัวอย่างขึ้นตั้งบนที่ตั้งของเครื่องกดโดยตั้งให้แท่งกดอยู่ตรงพอดีกับรูตรงกลางของน้ำหนักกดทับ และค่อย ๆ ปรับให้แท่งกดสัมผัสกับผิวหน้าของตัวอย่างจนกระทั่งน้ำหนักกดที่อ่านได้จากเครื่องกดมีค่าเท่ากับ 10 ปอนด์ ปรับตั้งหน้าปัทม์ของเครื่องวัดแรงและหน้าปัทม์ของ Dial gauge สำหรับวัดระยะจมของแท่งกดให้เป็นศูนย์ดังแสดงในรูปที่ 3

3.13 เริ่มกดแท่งกดลงบนตัวอย่างทดสอบในอัตราการกดเท่ากับ 0.05 นิ้ว (1.27 มิลลิเมตรต่อนาที) อย่างสม่ำเสมอโดยการเคลื่อนที่ของเข็มเท่ากับ 50 ซีดต่อนาที ถ้า Dial Gauge วัดได้ละเอียด 0.001 นิ้ว หรือการเคลื่อนที่ของเข็มเท่ากับ 127 ซีดต่อนาที ถ้า Dial Gauge วัดได้ละเอียด 0.01 มิลลิเมตร



รูปที่ 2 วิธีวัดค่าการบวมตัวของตัวอย่าง
ทดสอบแบบแช่น้ำ



รูปที่ 3 การตั้งให้แท่งกดอยู่ตรงพอดีกับรูตรง
กลางของน้ำหนักรีดทับ

3.14 ทำการบันทึกค่าแรงกด (Load) ที่ระยะจม (Penetration) ของแท่งกดเท่ากับ 0.025, 0.05, 0.075, 0.1, 0.125, 0.15, 0.175, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 นิ้ว หรือเท่ากับ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 7.5, 10.0 และ 12.5 มิลลิเมตร ตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 4 เสร็จแล้วคลายแรงกด แล้วนำตัวอย่างพร้อมแบบเหล็กออกจากแท่นของเครื่องกดเพื่อนำไปเก็บตัวอย่างหาความชื้นในดินต่อไป

3.15 ดำเนินการทดสอบตามวิธีในข้อ 3.12 ถึง 3.14 กับตัวอย่างที่เตรียมไว้อีก 2 ตัวอย่าง

3.16 เขียนแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงกด (Unit Load) กับระยะจมของแท่งกดดังแสดงไว้ในรูปที่ 6 เพื่อหาค่า CBR ตามข้อ 4.5

3.17 เขียนแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างค่า CBR กับค่าความหนาแน่นแห้งของตัวอย่าง (ภายหลังการบดอัด) ทั้ง 3 ค่า เพื่อหาค่า CBR ที่ร้อยละของการบดอัดที่ต้องการต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 7

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



รูปที่ 4 การทดสอบแรงกดที่ระยะจมน้ำต่าง ๆ ของแท่งกดบนตัวอย่างทดสอบ

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

4.4 การคำนวณค่าการบวมตัว (Swell)

$$S = \frac{R}{H} \cdot 100$$

เมื่อ S คือ ค่าการบวมตัว เป็นร้อยละ
 R คือ ผลต่างระหว่างการอ่านค่าครั้งแรกและครั้งสุดท้ายของ Dial Gauge ที่วัดการบวมตัวในขณะที่แช่น้ำ เป็นมิลลิเมตร (นิ้ว)
 H คือ ความสูงเริ่มต้นของตัวอย่างก่อนแช่น้ำ เป็นมิลลิเมตร (นิ้ว)

4.5 การคำนวณค่า CBR

การคำนวณค่า CBR ของวัสดุเป็นการเปรียบเทียบค่าหน่วยแรงกดของวัสดุ กับค่าหน่วยแรงกดของหินคลุกมาตรฐาน (Standard Unit Load) ที่ระยะจมของแท่งกดเท่ากับ 0.1 นิ้ว และ 0.2 นิ้ว ตามลำดับ ในการใช้งานกำหนดค่าหน่วยแรงกดของหินคลุกมาตรฐานไว้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าหน่วยแรงกดของหินคลุกมาตรฐาน

ระยะจมของแท่งกด (นิ้ว)	หน่วยแรงกดของหินคลุกมาตรฐาน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
0.1 (2.54 มิลลิเมตร)	1,000 (70.3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)
0.2 (5.08 มิลลิเมตร)	1,500 (105.46 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)
0.3 (7.62 มิลลิเมตร)	1,900 (133.59 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)
0.4 (10.16 มิลลิเมตร)	2,300 (161.71 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)
0.5 (12.70 มิลลิเมตร)	2,600 (182.81 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

$$CBR = \frac{T}{ST} \cdot 100$$

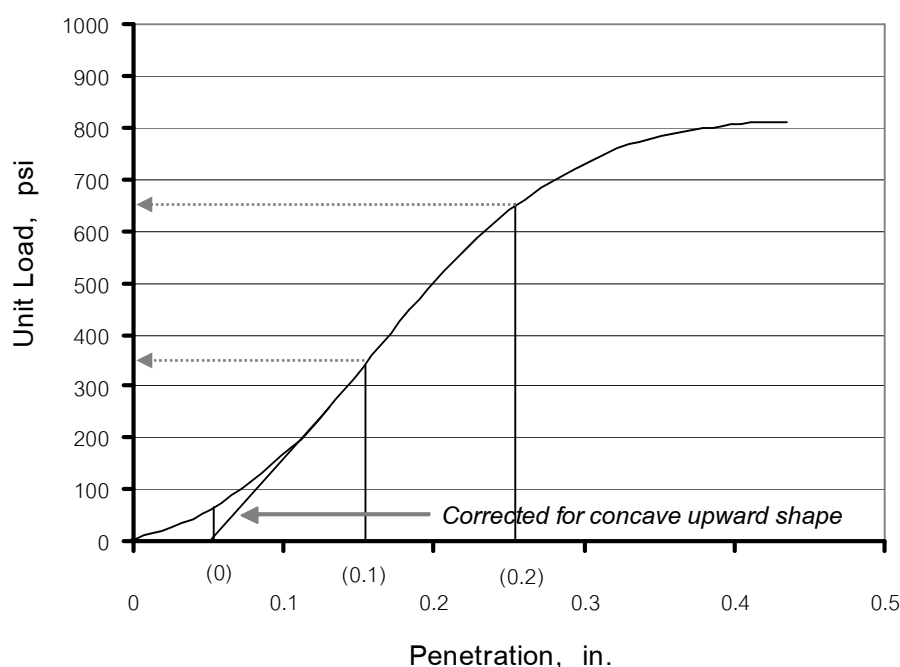
เมื่อ CBR คือ ค่า CBR เป็นร้อยละ

T คือ หน่วยแรงกดของวัสดุ เป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว
(กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

ST คือ หน่วยแรงกดของหินคลุกมาตรฐาน เป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว
(กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

5. การรายงานผล

5.1 เขียนแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างค่าหน่วยแรงกดเป็นแกนตั้งและระยะจมของแท่งกดเป็นแกนนอนของทั้งสามตัวอย่าง ถ้าความสัมพันธ์มีลักษณะโค้งคว่ำ ไม่ต้องทำการปรับแก้ แต่ถ้ามีลักษณะหงายขึ้นซึ่งเกิดจากการอ่อนยุบที่ผิวหน้าของตัวอย่างในขณะแช่น้ำต้องทำการปรับแก้เส้นแสดงความสัมพันธ์โดยการลากเส้นตรงให้สัมผัสกับแนวที่ชันที่สุด ตัดแกนนอนที่จุดใดให้ถือว่าจุดดังกล่าวเป็นจุดศูนย์ใหม่ของแกนนอนพร้อมกับเปลี่ยนตำแหน่งสเกลใหม่ให้ถูกต้องดังแสดงในรูปที่ 5 แล้วจึงดำเนินการหาค่า CBR ต่อไป



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงกดและระยะจม

การเปรียบเทียบค่า CBR มีข้อพิจารณาดังนี้

5.1.1 ถ้าค่า CBR ที่ระยะจมน้ำ 0.1 นิ้ว มากกว่าที่ระยะจมน้ำ 0.2 นิ้ว ให้รายงานผลที่ระยะจมน้ำ 0.1 นิ้ว

5.1.2 ถ้าค่า CBR ที่ระยะจมน้ำ 0.2 นิ้ว มากกว่าที่ระยะจมน้ำ 0.1 นิ้ว ให้ทำการเตรียมตัวอย่างทดสอบใหม่

5.1.3 ในการทดสอบใหม่ถ้าค่า CBR ที่ระยะจมน้ำ 0.2 นิ้ว ยังคงมากกว่าที่ระยะจมน้ำ 0.1 นิ้ว ให้รายงานผลที่ระยะจมน้ำ 0.2 นิ้ว

5.2 เขียนแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นแห้งเป็นแกนตั้งและค่า CBR เป็นแกนนอน เมื่อได้ค่า CBR ของทั้งสามตัวอย่างแล้วแสดงในรูปที่ 7 เพื่อนำไปหาค่า CBR ที่ร้อยละของการบดอัดหรือความหนาแน่นที่ต้องการต่อไป

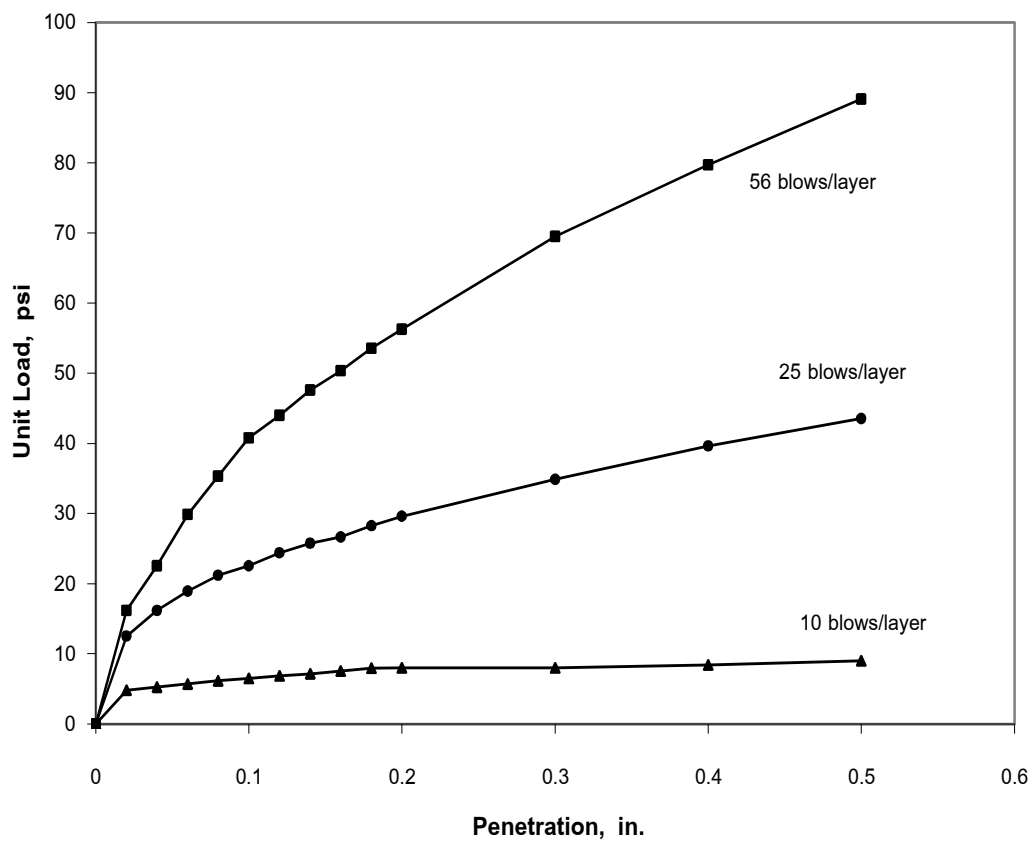
5.3 ค่าการบวมตัวเป็นร้อยละ

6. เอกสารอ้างอิง

American Society of Testing and Materials ; ASTM Standard : D 1883-87

Moisture Content and Unit Weight of Test Sample										
Description		Mold No. 1			Mold No. 2			Mold No. 3		
No. of Layers		3			3			3		
No. of Blows per Layer		56			25			10		
Condition of Sample		Before Soaking	After Soaking		Before Soaking	After Soaking		Before Soaking	After Soaking	
Wt. Wet Sample + Mold	g	6875.6	6977.5		6314.8	6593.8		6106.2	6436.7	
Wt. of Mold	g	2722.0	2722.0		2769.0	2769.0		2771.0	2771.0	
Ht. of Sample	cm	11.37	11.37		11.37	11.37		11.39	11.390	
Vol. of Sample	cm ³	2072.55	2072.55		2066.75	2066.75		2075.29	2075.29	
Wet Density	g/cm ³	2.000	2.053		1.720	1.850		1.610	1.766	
Moisture Content										
Can No.		B1	C1		B2	C2		B3	C3	
Wt. Wet Sample + Can	g	113.30	141.02		129.41	159.21		127.89	175.70	
Wt. Dry Sample + Can	g	104.35	126.44		119.93	138.36		117.65	148.69	
Wt. Water	g	8.95	14.58		9.48	20.85		10.24	27.01	
Wt. Can	g	35.48	35.85		35.71	35.77		35.86	35.86	
Wt. Dry Sample	g	68.87	90.59		84.22	102.59		81.79	112.83	
Moisture Content	%	13.00	16.09		11.26	20.32		12.52	23.94	
Dry Density	g/cm ³	1.774	1.769		1.542	1.538		1.428	1.425	
Swell Data										
Date	Time	Mold No. 1			Mold No. 2			Mold No. 3		
		Gauge	Swell		Gauge	Swell		Gauge	Swell	
		Reading	mm	%	Reading	mm	%	Reading	mm	%
20 เม.ย. 2544	10:30	0	0		0	0		0	0	
21 เม.ย. 2544	10:30	116	1.16	1.02	72	0.72	0.63	41	0.41	0.36
22 เม.ย. 2544	10:30	170	1.70	1.49	120	1.20	1.06	58	0.58	0.51
23 เม.ย. 2544	10:30	208	2.08	1.83	162	1.62	1.43	69	0.69	0.61
24 เม.ย. 2544	10:30	228.8	2.29	2.01	194.7	1.95	1.72	76.5	0.77	0.68

Penetration Data										
Penetration div.	Penetration in.	Mold No. 1			Mold No. 2			Mold No. 3		
		Load	Load	Unit load	Load	Load	Unit load	Load	Load	Unit load
		div.	lb	psi	div.	lb	psi	div.	lb	psi
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0.02	28	48.6	16.2	20	37.6	12.6	3	14.4	4.8
100	0.04	42	67.7	22.6	28	48.6	16.2	4	15.8	5.2
150	0.06	58	89.6	29.9	34	56.8	18.9	5	17.2	5.7
200	0.08	70	105.9	35.3	39	63.6	21.2	6	18.5	6.2
250	0.10	82	122.4	40.8	42	67.7	22.6	6.8	19.6	6.5
300	0.12	89	131.9	44.0	46	73.2	24.4	7.5	20.6	6.9
350	0.14	97	142.8	47.6	49	77.3	25.8	8.2	21.5	7.2
400	0.16	103	151.0	50.4	51	80.0	26.7	9.1	22.8	7.6
450	0.18	110	160.6	53.5	54.5	84.8	28.3	9.9	23.8	7.9
500	0.20	116	168.8	56.3	57.5	88.9	29.6	10	24.0	8.0
750	0.30	145	208.4	69.5	69	104.6	34.9	10	24.0	8.0
1000	0.40	167.5	239.2	79.7	79.5	118.9	39.6	10.9	25.2	8.4
1250	0.50	188	267.2	89.1	88	130.6	43.5	12.2	27.0	8.9



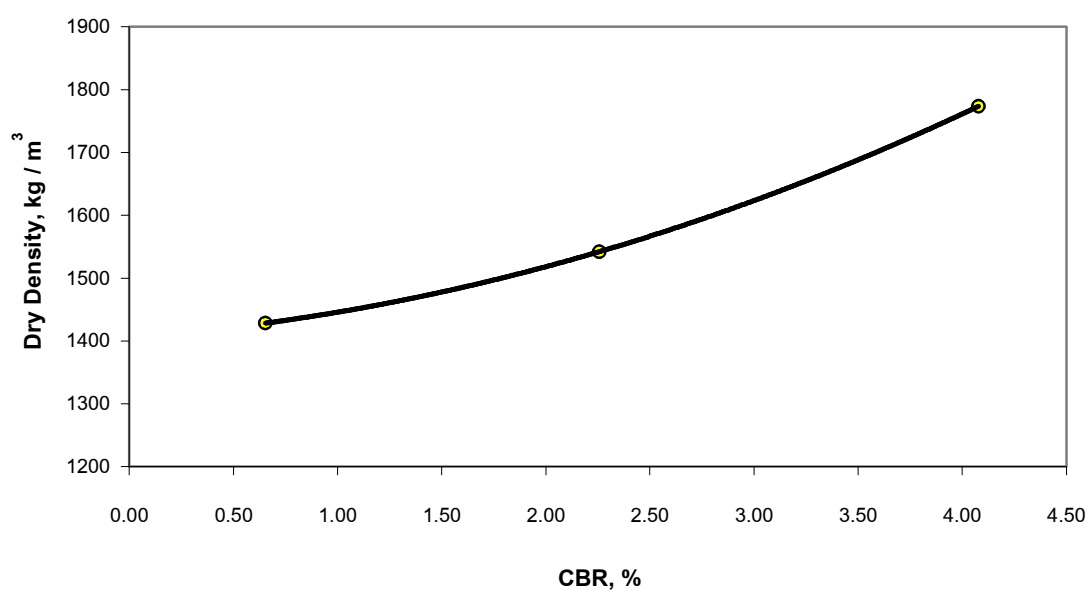
รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงกดและระยะจม

ตารางที่ 3 แสดงค่าหน่วยแรงกดและ CBR ของตัวอย่างทดสอบ

Mold No.	Unit Load		CBR		CBR
	psi		%		
	at 0.1 in.	at 0.2 in.	at 0.1 in.	at 0.2 in.	
1 (56 blows/layer)	40.8	56.3	4.08	3.75	4.08
2 (25 blows/layer)	22.6	29.6	2.26	1.98	2.26
3 (10 blows/layer)	6.5	8.0	0.65	0.53	0.65

ตารางที่ 4 ค่าความหนาแน่นแห้งและ CBR ของตัวอย่างทดสอบ

Mold No.	Dry Density kg/m ³	CBR %
1	1774	4.08
2	1542	2.26
3	1428	0.65



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแห้งและค่า CBR