

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
1. บทนำ	
1.1 ประวัติความเป็นมาของ CBR	1
1.2 สถานที่เก็บข้อมูล	2
1.3 ความสำคัญและที่มา	2
1.4 วัตถุประสงค์	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 ขอบเขตการวิจัย	3
1.7 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	3
1.8 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	4
1.9 รายละเอียดงบประมาณโครงการ	5
2. หลักการและทฤษฎี	
2.1 ทฤษฎี	6
2.2 จุดประสงค์ของการทดสอบ CBR	6
2.3 ประโยชน์ของการทดสอบ CBR	7
2.4 ข้อกำหนด	7
2.5 ผลกระทบจากการเตรียมอุปกรณ์	7
2.6 การออกแบบความหนาของถนนลาดยาง โดยวิธีของ Road Research Laboratory	7
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย	
3.1 การเก็บตัวอย่าง	13
3.2 การทดสอบการบดอัดดิน โดยวิธีสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)	14
3.3 การทดลองเพื่อหาค่า CBR	26

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4. ผลการวิจัย	
4.1 ผลการทดลอง Compaction Test	38
4.2 ผลการทดลองหาค่า CBR	38
4.3 สรุปผลการทำการทดลอง	38
5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	
5.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง	90
5.2 สรุปผลการทำการทดลอง	92
บรรณานุกรมและเอกสารอ้างอิง	93
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก วิธีการทดลองตามมาตรฐานกรมทางหลวง	96
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ ตัวอย่างดินจากสำนักงานทางหลวงที่ 4	132
ภาคผนวก ค ตารางในการออกแบบความหนาชั้นทาง โดย Road Research Laboratory Method	142
ภาคผนวก ง บทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	145
ประวัติย่อผู้ทำการวิจัย	162

สารบัญรูป

รูป	เรื่อง	หน้า
ภาพประกอบที่ 1	สถานที่เก็บตัวอย่างดิน	13
ภาพประกอบที่ 2	ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างดิน	14
ภาพประกอบที่ 3	Mold CBR. & Mold Compaction	15
ภาพประกอบที่ 4	เครื่องดันตัวอย่างดิน	16
ภาพประกอบที่ 5	ตาชั่งแบบ Digital ความละเอียด 0.001 กิโลกรัม	16
ภาพประกอบที่ 6	ตาชั่งแบบ Digital ความละเอียด 0.001 กรัม	17
ภาพประกอบที่ 7	เดาอบ	18
ภาพประกอบที่ 8	อุปกรณ์ประกอบการทดลอง	19
ภาพประกอบที่ 9	การตากตัวอย่างดิน	20
ภาพประกอบที่ 10	การเตรียมตัวอย่างดิน โดยวิธี Quartering	20
ภาพประกอบที่ 11	ถาดตัวอย่างดิน	21
ภาพประกอบที่ 12	การผสมน้ำกับตัวอย่างดิน	22
ภาพประกอบที่ 13	การบดทับดินตัวอย่างลงใน Mold Compaction	23
ภาพประกอบที่ 14	การปรับแต่งผิวหน้าดินตัวอย่าง	24
ภาพประกอบที่ 15	การเก็บตัวอย่างดินเพื่อหาค่า Moisture Content	24
ภาพประกอบที่ 16	การนำดินตัวอย่างออกจากแบบ	25
ภาพประกอบที่ 17	เครื่องกด	27
ภาพประกอบที่ 18	แท่งโลหะและแผ่นถ่วงน้ำหนัก	28
ภาพประกอบที่ 19	แท่งกด	29
ภาพประกอบที่ 20	การบดทับดินตัวอย่างลงใน Mold CBR	32
ภาพประกอบที่ 21	การปรับแต่งผิวหน้าดินตัวอย่าง	32
ภาพประกอบที่ 22	การ Penetration Test	33
รูปที่ 4.01	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Dry density & %Water content	40
รูปที่ 4.02	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ Penetration ที่ added. Water 7%, 12 blow/layer	42
รูปที่ 4.03	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ ค่าCor.Penetration ที่ added. Water 7%, 12 blow/layer	43

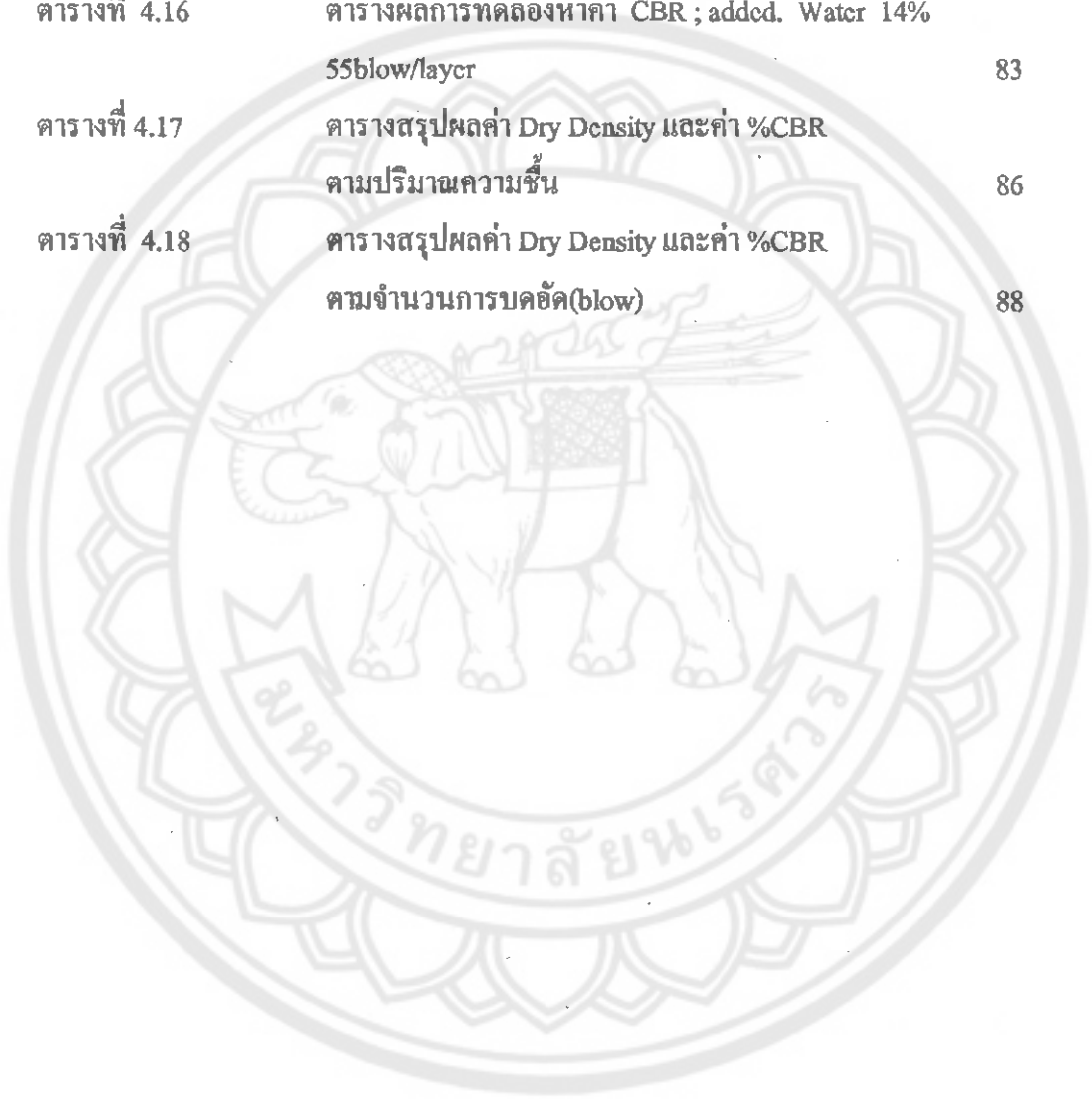
รูปที่ 4.04	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ Penetration ที่ added. Water 7%, 25 blow/layer	45
รูปที่ 4.05	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ ค่าCor.Penetration ที่ added. Water 7%, 25 blow/layer	46
รูปที่ 4.06	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ Penetration ที่ added. Water 7%, 55 blow/layer	48
รูปที่ 4.07	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ ค่าCor.Penetration ที่ added. Water 7%, 55 blow/layer	49
รูปที่ 4.08	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ Penetration ที่ added. Water 9%, 12 blow/layer	51
รูปที่ 4.09	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ ค่าCor.Penetration ที่ added. Water 9%, 12 blow/layer	52
รูปที่ 4.10	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ Penetration ที่ added. Water 9%, 25 blow/layer	54
รูปที่ 4.11	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ ค่าCor.Penetration ที่ added. Water 9%, 25 blow/layer	55
รูปที่ 4.12	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ Penetration ที่ added. Water 9%, 55 blow/layer	57
รูปที่ 4.13	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ ค่าCor.Penetration ที่ added. Water 9%, 55 blow/layer	58
รูปที่ 4.14	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ Penetration ที่ added. Water 11%, 12 blow/layer	60
รูปที่ 4.15	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ ค่าCor.Penetration ที่ added. Water 11%, 12 blow/layer	61
รูปที่ 4.16	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ Penetration ที่ added. Water 11%, 25 blow/layer	63
รูปที่ 4.17	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ ค่าCor.Penetration ที่ added. Water 11%, 25 blow/layer	64
รูปที่ 4.18	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ Penetration ที่ added. Water 11%, 55 blow/layer	66

รูปที่ 4.19	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ ค่าCor.Penetration ที่ added. Water 11%, 55 blow/layer	67
รูปที่ 4.20	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ Penetration ที่ added. Water 13%, 12 blow/layer	69
รูปที่ 4.21	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ ค่าCor.Penetration ที่ added. Water 13%, 12 blow/layer	70
รูปที่ 4.22	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ Penetration ที่ added. Water 13%, 25 blow/layer	72
รูปที่ 4.23	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ ค่าCor.Penetration ที่ added. Water 13%, 25 blow/layer	73
รูปที่ 4.24	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ Penetration ที่ added. Water 13%, 55 blow/layer	75
รูปที่ 4.25	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ ค่าCor.Penetration ที่ added. Water 13%, 55 blow/layer	76
รูปที่ 4.26	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ Penetration ที่ added. Water 14%, 12 blow/layer	78
รูปที่ 4.27	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ ค่าCor.Penetration ที่ added. Water 14%, 12 blow/layer	79
รูปที่ 4.28	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ Penetration ที่ added. Water 14%, 25 blow/layer	81
รูปที่ 4.29	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ ค่าCor.Penetration ที่ added. Water 14%, 25 blow/layer	82
รูปที่ 4.30	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ Penetration ที่ added. Water 14%, 55 blow/layer	84
รูปที่ 4.31	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Value กับ ค่าCor.Penetration ที่ added. Water 14%, 55 blow/layer	85
รูปที่ 4.32	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าDry density กับ %Water Content โดยมีค่า%CBR แสดงแต่ละจุด	87
รูปที่ 4.33	กราฟแสดงเส้นระดับ %CBR บนความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าDry density กับ %Water Content	89

สารบัญตาราง

ตาราง	เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 4.01	ตารางผลการทดลอง Compaction Test แบบ Modified Compaction Test	39
ตารางที่ 4.02	ตารางผลการทดลองหาค่า CBR ; added. Water 7% 12 blow/layer	41
ตารางที่ 4.03	ตารางผลการทดลองหาค่า CBR ; added. Water 7% 25 blow/layer	44
ตารางที่ 4.04	ตารางผลการทดลองหาค่า CBR ; added. Water 7% 55 blow/layer	47
ตารางที่ 4.05	ตารางผลการทดลองหาค่า CBR ; added. Water 9% 12blow/layer	50
ตารางที่ 4.06	ตารางผลการทดลองหาค่า CBR ; added. Water 9% 25blow/layer	53
ตารางที่ 4.07	ตารางผลการทดลองหาค่า CBR ; added. Water 9% 55blow/layer	56
ตารางที่ 4.08	ตารางผลการทดลองหาค่า CBR ; added. Water 11% 12blow/layer	59
ตารางที่ 4.09	ตารางผลการทดลองหาค่า CBR ; added. Water 11% 25blow/layer	62
ตารางที่ 4.10	ตารางผลการทดลองหาค่า CBR ; added. Water 11% 55blow/layer	65
ตารางที่ 4.11	ตารางผลการทดลองหาค่า CBR ; added. Water 13% 12blow/layer	68
ตารางที่ 4.12	ตารางผลการทดลองหาค่า CBR ; added. Water 13% 25blow/layer	71
ตารางที่ 4.13	ตารางผลการทดลองหาค่า CBR ; added. Water 13% 55blow/layer	74

ตารางที่ 4.14	ตารางผลการทดลองหาค่า CBR ; added. Water 14% 12blow/layer	77
ตารางที่ 4.15	ตารางผลการทดลองหาค่า CBR ; added. Water 14% 25blow/layer	80
ตารางที่ 4.16	ตารางผลการทดลองหาค่า CBR ; added. Water 14% 55blow/layer	83
ตารางที่ 4.17	ตารางสรุปผลค่า Dry Density และค่า %CBR ตามปริมาณความชื้น	86
ตารางที่ 4.18	ตารางสรุปผลค่า Dry Density และค่า %CBR ตามจำนวนการบดอัด(blow)	88



นิยามศัพท์

คำศัพท์	ความหมาย
Axle Loading	= แรงจากเพลาารถหรือเครื่องบิน(น้ำหนักลงเพลา)
Bearing Capacity	= ความสามารถในการรับแรงกด
Boundary Condition	= เงื่อนไขของขอบเขต
Capillary	= การดูดซึม
Collar	= ป้ลอกที่ใช้ร่วมกับ Mold
Compacted Crushed Rock	= การทดสอบด้วยน้ำหนักขนาดที่บด-
Dry density	= ความหนาแน่นแห้ง
Evapotranspiration	= การระเหย และ การดูดซึม
Existing Moisture Under Seal Surface	= ความชื้นที่มีอยู่จริงใต้ผิวถนนลาดยาง
Field Moisture Content	= ปริมาณความชื้นในสนาม
Flexible Pavement	= ผิวทางชนิดลาดยาง
Loading Machine	= เครื่องกด
Load-Penetration Relationship	= ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการจมของแท่งกด
Maximum Dry Density	= ความหนาแน่นสูงสุด
Maximum Size	= ขนาดใหญ่สุด
Modified Compaction Test	= วิธีทดสอบ Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน
Mold	= แบบที่ใช้ในการทดลอง
Optimum Moisture Content	= ปริมาณความชื้น
Pavement	= ชั้นทาง
Penetration Piston	= แท่งกด
Quartering	= การแบ่งขนาดตัวอย่างดิน โดยวิธีแบ่งสี่
Rammer	= ค้อน
Sample Extruder	= เครื่องคั้นตัวอย่าง
Sample Splitter	= เครื่องแบ่งตัวอย่างดิน
Sandy Clay	= ดินเหนียวปนทราย
Soil Compaction Test	= การทดลองบด - อัด ดิน
Soil- aggregate	= มวลรวม

Spacer Disc	=	แท่งโลหะรอง
Standard Load	=	แรงมาตรฐาน
Standard Unit Load	=	ค่าหน่วยแรงมาตรฐาน
Straight Edge	=	เหล็กปาก
Strength	=	ความแข็งแรงของดินเดิม
sub-base	=	ชั้นรองพื้นทาง
Surcharge Weight	=	แผ่นดั่งน้ำหนัก
Topography	=	ภูมิประเทศ
Traffic Frequency	=	ความหนาแน่นของการจราจร
Tropical Climate	=	ภูมิภาคเขตร้อน
Vibration	=	การสั่น
Volume Traffic	=	ปริมาณการจราจร
Weight of Traffic	=	ขนาดน้ำหนักรถ
Wet Density	=	ความหนาแน่นเปียก (ชั้น)



คำนำ

ในปัจจุบันการก่อสร้างถนนมีความจำเป็นจะต้องทราบคุณสมบัติต่าง ๆ ของดินที่จะทำหน้าทีเป็นฐานของถนน ซึ่งหนึ่งในคุณสมบัติที่สำคัญที่ใช้ในการออกแบบความหนาของผิวทางคือค่า CBR. แต่ในปัจจุบันค่า CBR. ที่ใช้ในการออกแบบถนนใช้วิธีการหาโดยสมมติฐานที่วิกฤติที่สุดที่ถนนจะพบ (ใช้การแช่น้ำเป็นเวลา 4 วัน) ซึ่งค่า CBR. ที่ได้อาจจะสูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริง ทำให้การออกแบบผิวทางผิดพลาดได้

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จะทำการวิจัยและนำเสนอวิธีการที่ใช้หาค่า CBR. ได้ง่ายขึ้นทำให้ผู้ที่ออกแบบมีความสะดวกในการออกแบบผิวทางมากยิ่งขึ้น

