

บทที่ 4

วิเคราะห์ผลการวิจัย

ในการศึกษานี้ได้นำวัสดุดินลูกรังจาก ทล.3209 กม.32 + 500 ซ้ายทาง มาทำการทดสอบคุณสมบัติด้านกายภาพ และทดสอบคุณสมบัติด้านวิศวกรรมโดยปรับปรุงคุณภาพแอสฟัลต์ซีเมนต์ (AC) 2% และ 3% โดยน้ำหนักของดินแห้งและน้ำยางพารา 0%, 5%, 10%, 15% และ 20% โดยน้ำหนักของแอสฟัลต์ซีเมนต์ (AC) ซึ่งได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

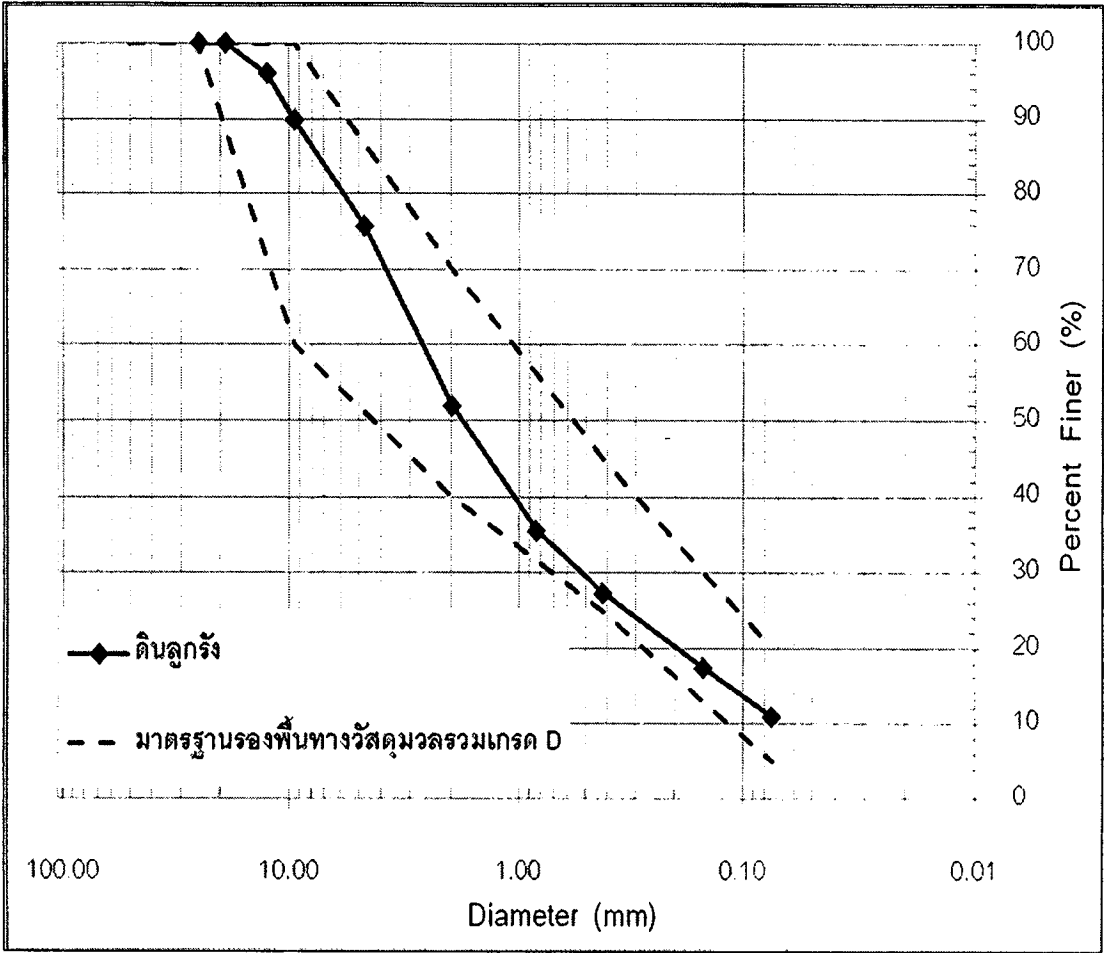
4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติด้านกายภาพของวัสดุดินลูกรัง

4.1.1 ผลทดสอบการหาขนาดคละ (Sieve Analysis)

ผลทดสอบการหาขนาดคละของวัสดุดินลูกรังเป็นดินตะกอนมีลักษณะหยาบมีเม็ดละเอียดผสมอยู่น้อย สัดส่วนขนาดคละไม่สม่ำเสมอ มีสีแดง ขนาดคละของวัสดุลูกรัง ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ขนาดคละวัสดุดินลูกรัง

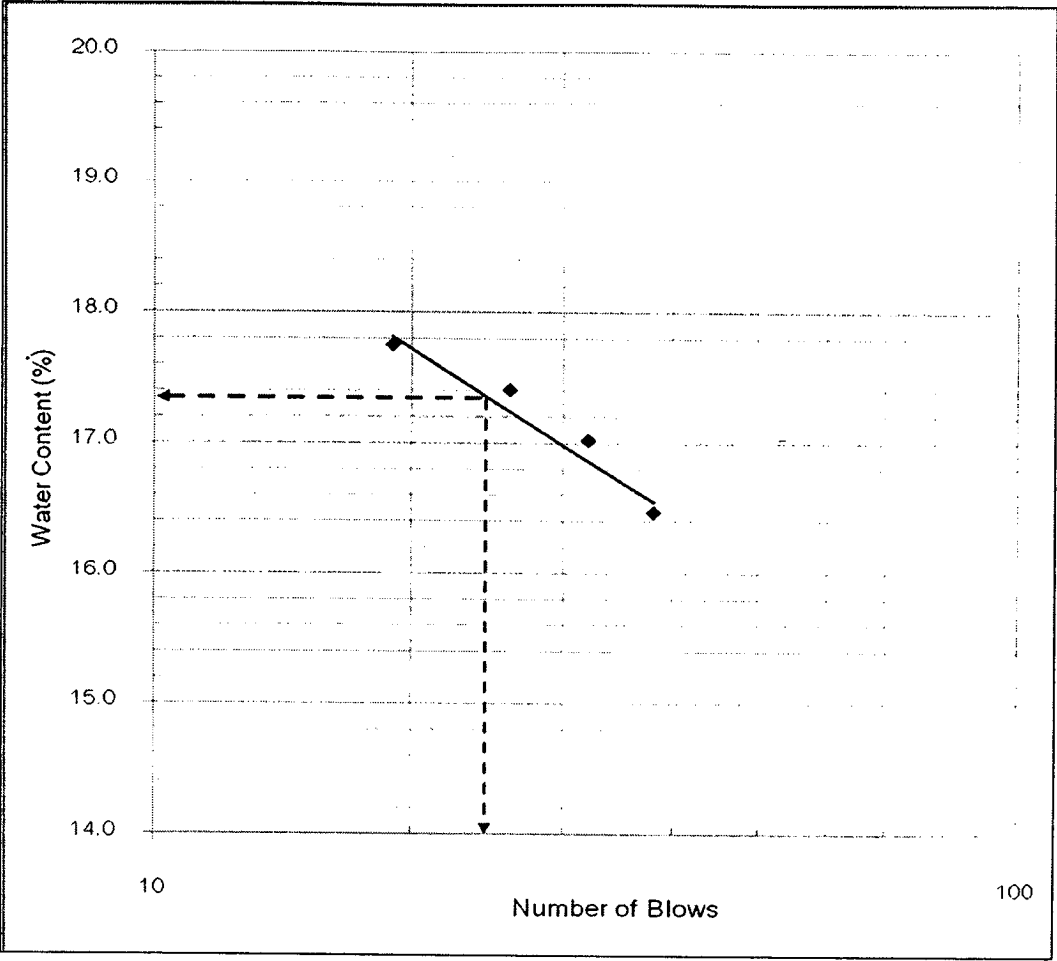
ขนาดตะแกรง (มิลลิเมตร)	ร้อยละที่ผ่านตะแกรงโดยมวล
เบอร์ 2" (50 มม.)	100.00
เบอร์ 1" (25 มม.)	100.00
เบอร์ 3/4" (19 มม.)	100.00
เบอร์ 1/2" (12.5 มม.)	95.99
เบอร์ 3/8" (9.5 มม.)	89.79
เบอร์ 4" (4.75 มม.)	75.65
เบอร์ 10" (2 มม.)	51.90
เบอร์ 20" (0.85 มม.)	35.51
เบอร์ 40" (0.425 มม.)	27.27
เบอร์ 100" (0.15 มม.)	17.45
เบอร์ 200" (0.075 มม.)	10.98



รูปที่ 4.1 ขนาดคละวัสดุดินลูกรัง

4.1.2 ผลทดสอบหาค่าดัชนีพลาสติก (Atterberg’s Limits)

ผลการทดสอบ Liquid Limit (LL) หาปริมาณน้ำในดินขณะที่ดินเริ่มเปลี่ยนสภาพจากของเหลวไปอยู่ในสภาพพลาสติกมีค่าเท่ากับ 17.4% ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ส่วนผลการทดสอบ Plastic Limit (PL) หาปริมาณน้ำในมวลดินขณะที่ดินเริ่มเปลี่ยนสภาพจากพลาสติกเป็นสภาพกึ่งแข็งมีค่าเท่ากับ 11.6% และค่าดัชนีพลาสติก Plasticity Index (PI) คือผลต่างระหว่างค่า Liquid Limit (LL) กับ Plastic Limit (PL) ดังนั้นค่าดัชนีพลาสติก Plasticity Index (PI) มีค่าเท่ากับ 5.8%



รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบ Liquid Limit (LL)

4.1.3 ผลทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

ผลทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะวัสดุดินลูกรัง ซึ่งจากผลการทดสอบได้ผลค่าความถ่วงจำเพาะมีค่าเท่ากับ 2.73 ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ

Determination	ดินลูกรัง			
Sample No.	1	2	3	4
Pycnometer + water + Soil M1 (gm)	736.6	738.6	740.7	743.3
Temperature (°C)	72	60	51	38
Pycnometer + water M2 (gm)	641.2	644.4	646.5	649.2
Dish + Dry Soil (gm)	185.5	186.4	186.2	185.8
Dish (gm)	37.4	37.8	38.3	38.7
Dry Soil M _s (gm)	148.1	148.6	148.0	147.0
Gt (เปิดตาราง ทล.-ท.101/2515) (gm/ml)	0.9767	0.9832	0.9876	0.9930
G _s	2.74	2.69	2.72	2.76
Average G _s	2.73			

4.1.4 ผลการจำแนกประเภทดินวัสดุดินลูกรัง

ผลการจำแนกประเภทดินของวัสดุดินลูกรัง ซึ่งพิจารณาจากผลการทดสอบหาขนาด
คละของวัสดุและผลการทดสอบหาค่าดัชนีพลาสติก เมื่อจำแนกตามระบบ Unified Soil
Classification จะอยู่ในกลุ่ม GC และจำแนกตามระบบ AASHTO จะอยู่ในกลุ่ม A-2-4

4.2 ผลทดสอบคุณสมบัติด้านวิศวกรรมวัสดุดินลูกรัง

ผลทดสอบคุณสมบัติด้านวิศวกรรมวัสดุดินลูกรังจากแหล่ง ทล.3209 กม.32 + 500 ชำยทาง มีผลการทดสอบดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลทดสอบการบดอัด (Compaction Test)

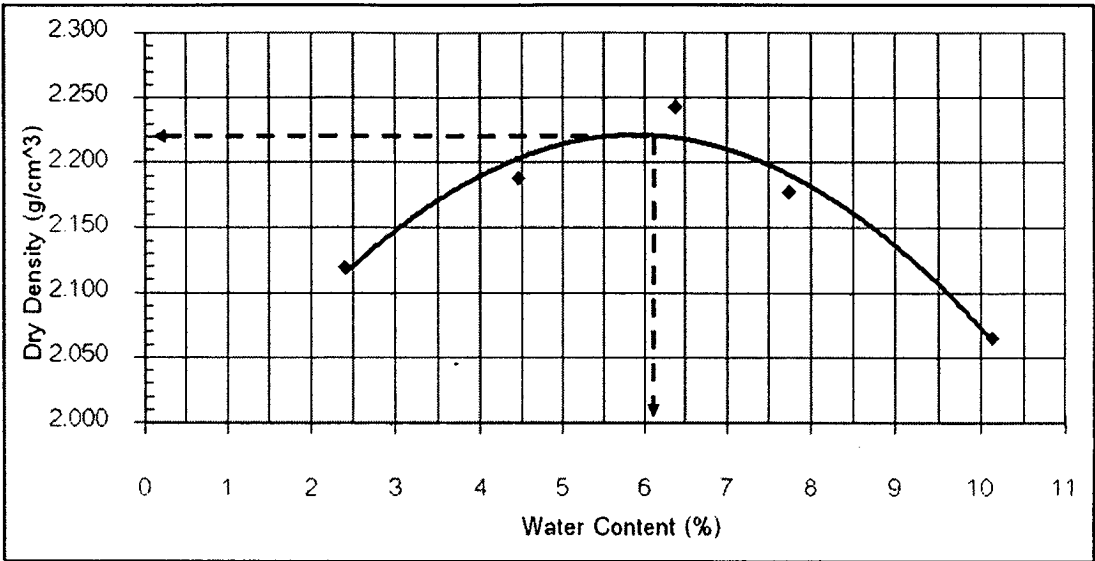
ผลทดสอบการบดอัดวัสดุดินลูกรัง ได้ค่าปริมาณน้ำที่ทำให้วัสดุมีความแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content) เท่ากับ 6.1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) เท่ากับ 2.220 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3

4.2.2 ผลทดสอบค่าการแบกทาน (California Bearing Ratio, CBR)

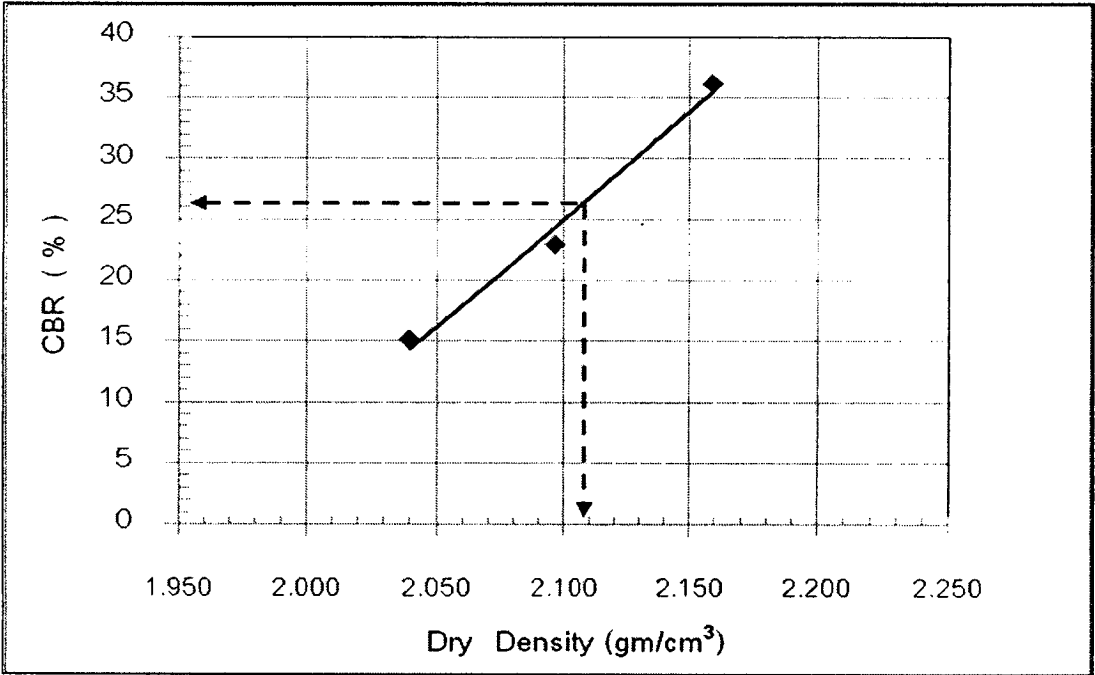
ผลทดสอบค่าการแบกทานวัสดุดินลูกรังได้ผลการทดสอบ CBR แบบแช่น้ำเท่ากับ 26.5 เปอร์เซ็นต์ ค่าการบวมตัวของวัสดุดินลูกรังเท่ากับ 0.37 เปอร์เซ็นต์ และผลการทดสอบ CBR แบบไม่แช่น้ำเท่ากับ 33.5 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 รูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.3 ผลทดสอบคุณสมบัติด้านวิศวกรรมวัสดุดินลูกรัง

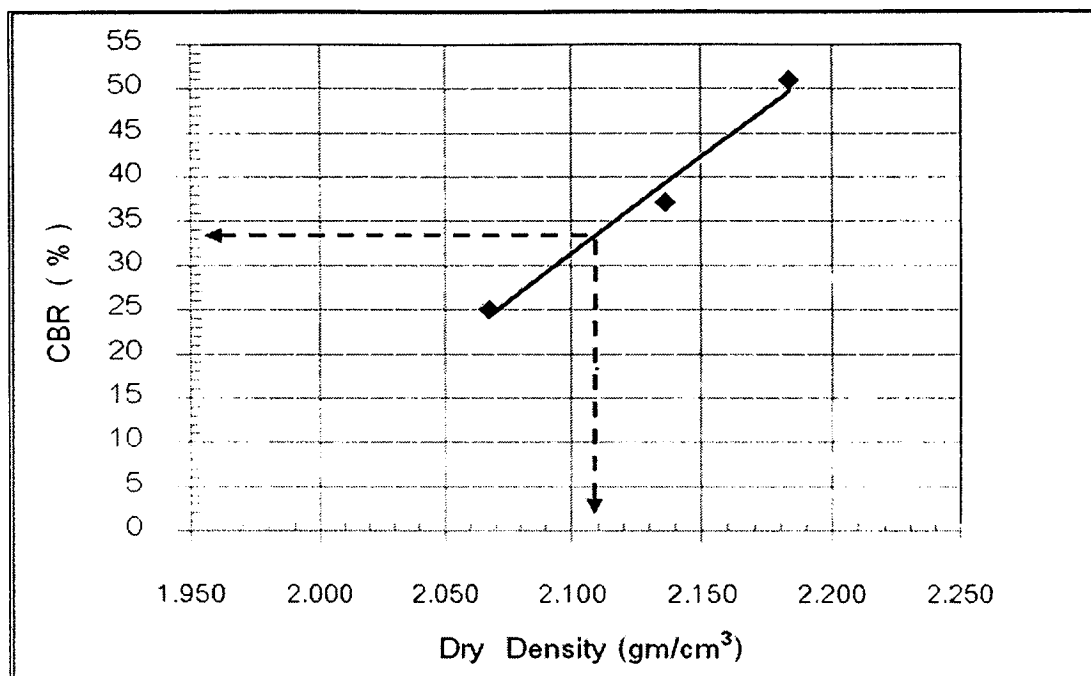
รายการทดสอบ	วัสดุดินลูกรัง
Optimum Moisture Content (OMC) (%)	6.1
Maximum Dry Density (gm/cm ³)	2.220
Maximum Dry Density at 95%	2.109
Unsoaked CBR (%)	33.5
Soaked CBR (%)	26.5
Swell (%)	0.37



รูปที่ 4.3 ผลทดสอบการบดอัด (Compaction Test)



รูปที่ 4.4 ผลทดสอบค่าการแบกทาน CBR แบบแช่น้ำ วัสดุดินลูกรัง



รูปที่ 4.5 ผลทดสอบค่าการแบกทาน CBR แบบไม่แช่น้ำ วัสดุดินลูกรัง

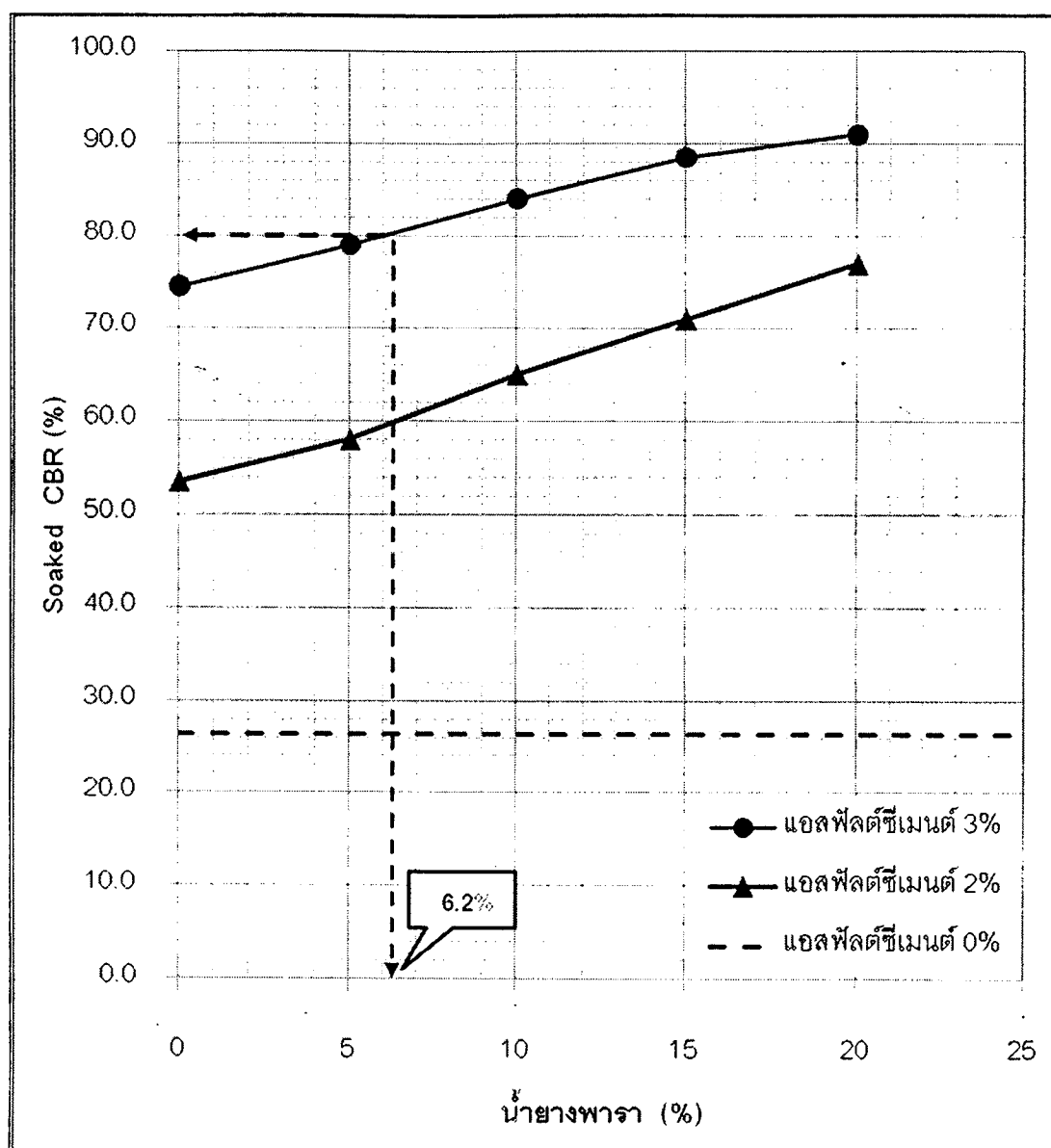
4.3 ผลทดสอบคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของวัสดุดินลูกรังปรับปรุงคุณภาพด้วยแอสฟัลต์ซีเมนต์และน้ำยางพารา

4.3.1 ผลทดสอบค่าการแบกทาน (California Bearing Ratio, CBR) วัสดุดินลูกรังปรับปรุงคุณภาพด้วยแอสฟัลต์ซีเมนต์และน้ำยางพารา

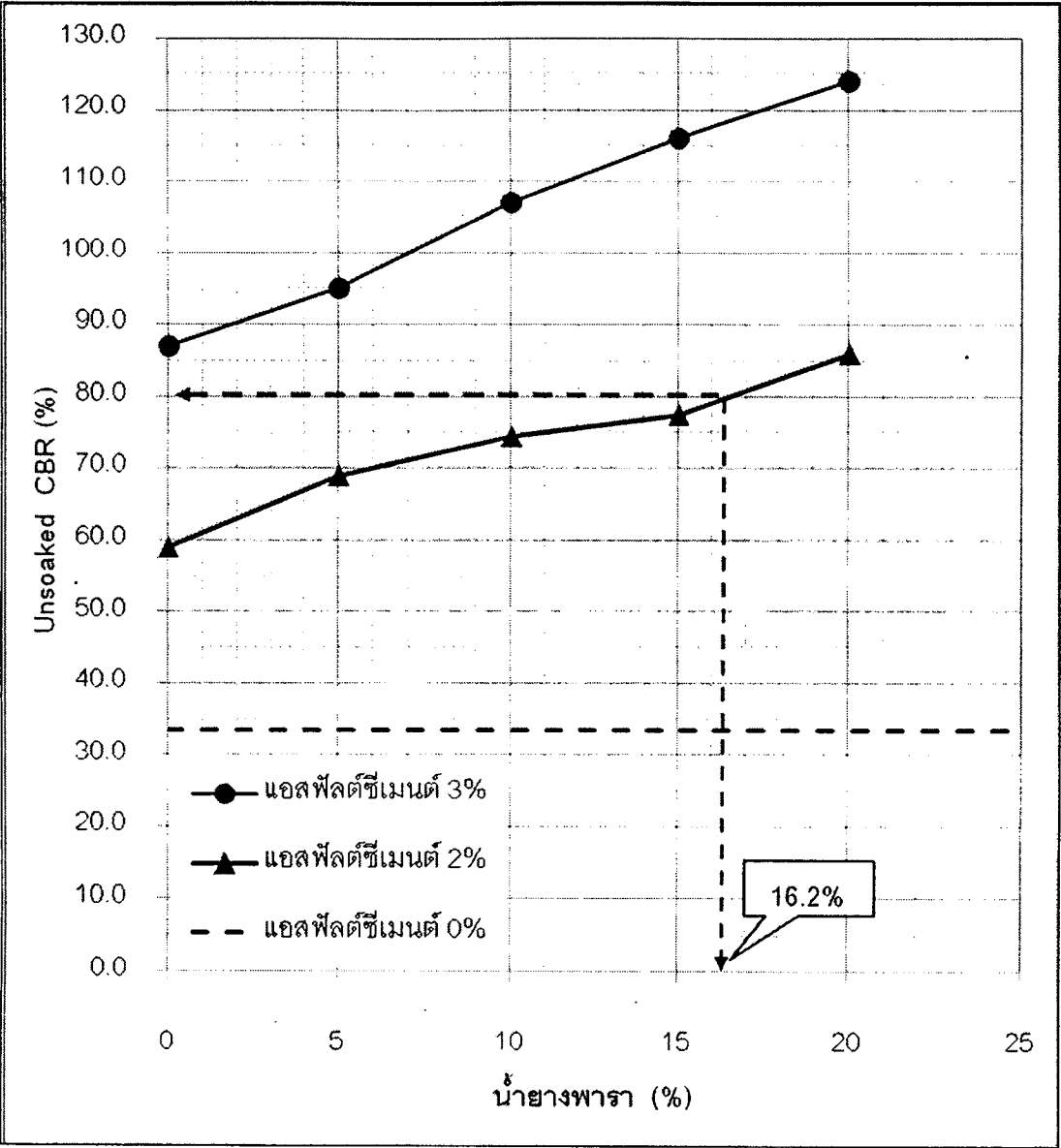
ผลทดสอบค่าการแบกทานของวัสดุดินลูกรังปรับปรุงคุณภาพด้วยแอสฟัลต์ซีเมนต์และน้ำยางพารา (CBR) แบบแช่น้ำ และแบบไม่แช่น้ำ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.4 รูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.4 ผลทดสอบค่าการแบกทาน (CBR) วัสดุดินลูกรังปรับปรุงคุณภาพด้วยแอสฟัลต์ซีเมนต์และน้ำยางพารา

แอสฟัลต์ซีเมนต์ (%)	น้ำยางพารา (%)	Unsoaked CBR (%)	Soaked CBR (%)
0	0	33.5	26.5
2	0	59.0	53.5
	5	69.0	58.0
	10	74.5	65.0
	15	77.5	71.0
	20	86.0	77.0
3	0	87.0	74.5
	5	95.0	79.0
	10	107.0	84.0
	15	116.0	88.5
	20	124.0	91.0



รูปที่ 4.6 ผลทดสอบค่าการแบกทาน CBR แบบแช่น้ำ วัสดุดินลูกรังปรับปรุงคุณภาพด้วยแอสฟัลต์ซีเมนต์และน้ำยางพารา



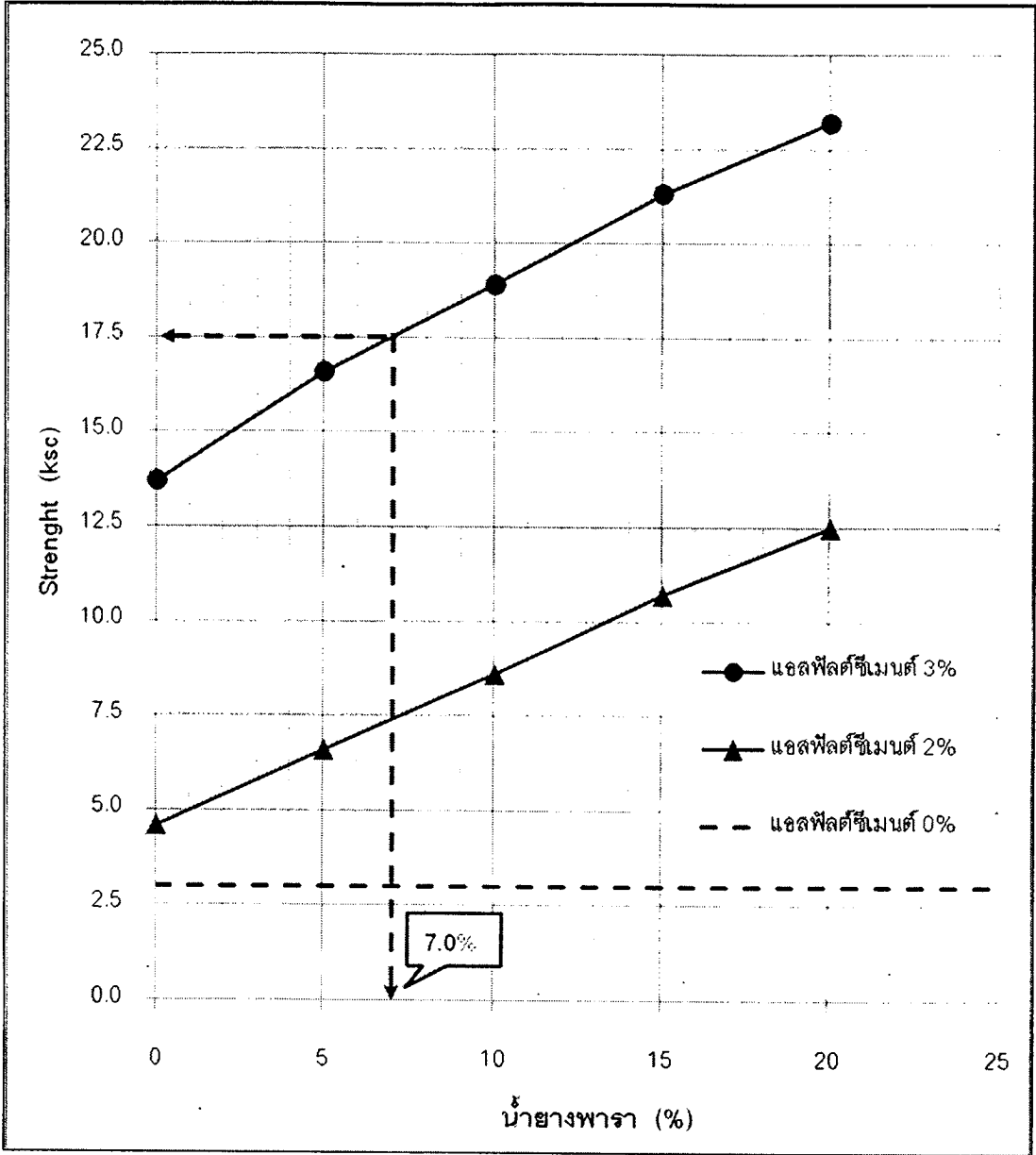
รูปที่ 4.7 ผลทดสอบค่าการแบกทาน CBR แบบไม่แช่น้ำ วัสดุดินลูกรังปรับปรุงคุณภาพด้วยแอสฟัลต์ซีเมนต์และน้ำยางพารา

4.3.2 ผลทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัด (Unconfined Compressive Strength, UCS) วัสดุดินลูกรังปรับปรุงคุณภาพด้วยแอสฟัลต์ซีเมนต์และน้ำยางพารา

ผลทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัด (Unconfined Compressive Strength, UCS) ของวัสดุดินลูกรังปรับปรุงคุณภาพด้วยแอสฟัลต์ซีเมนต์และน้ำยางพารา (UCS) ที่อายุ 7 วัน ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.5 ผลทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัด (UCS) วัสดุดินลูกรังปรับปรุงคุณภาพด้วยแอสฟัลต์ซีเมนต์และน้ำยางพารา

แอสฟัลต์ซีเมนต์ (%)	น้ำยางพารา (%)	Strenght (ksc)
0	0	3.0
2	0	4.6
	5	6.6
	10	8.6
	15	10.7
	20	12.5
3	0	13.7
	5	16.6
	10	18.9
	15	21.3
	20	23.2



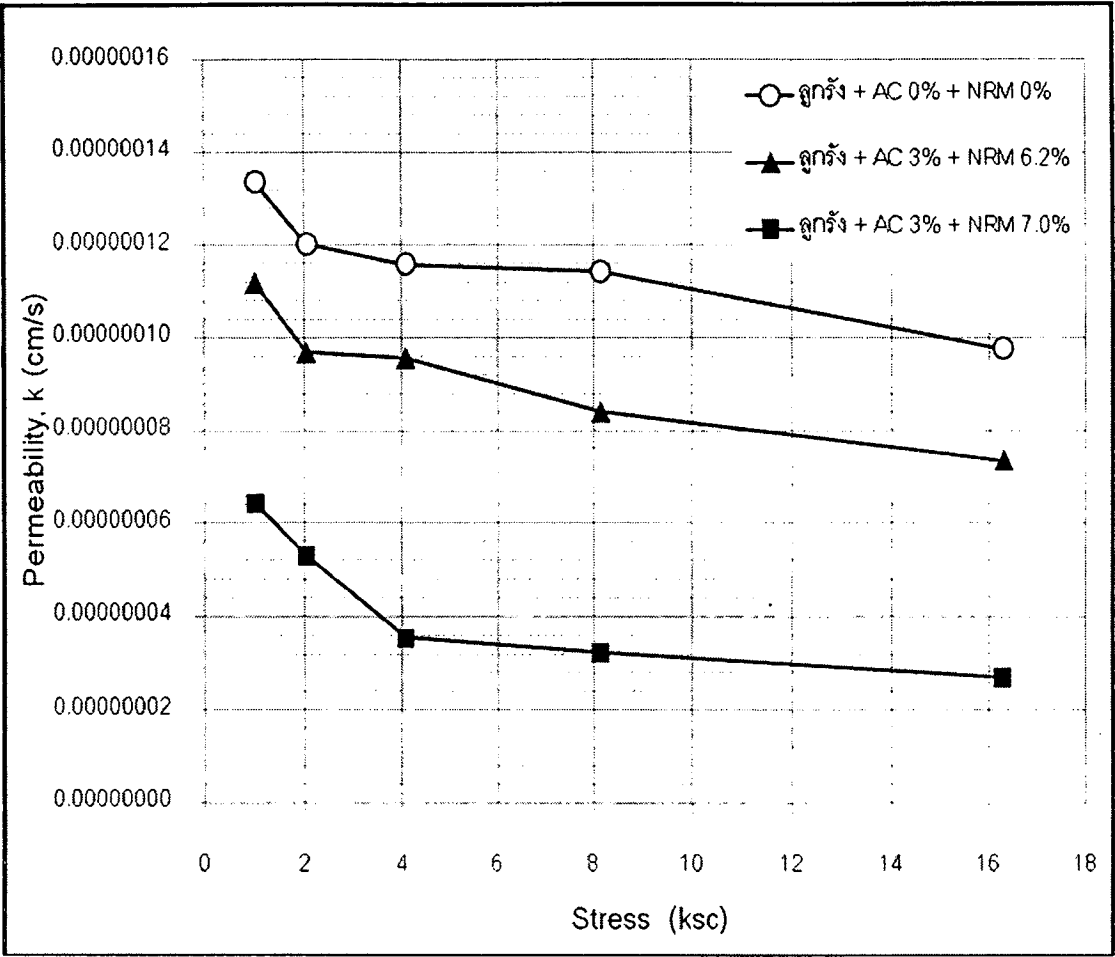
รูปที่ 4.8 ผลทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัด (UCS) วัสดุดินลูกรังปรับปรุงคุณภาพด้วยแอสฟัลต์ซีเมนต์และน้ำยางพารา

4.3.3 ผลทดสอบการอัดตัวคายน้ำ (Consolidation Test)

ผลการทดสอบการอัดตัวคายน้ำ (Consolidation Test) เพื่อหาค่าความสามารถในการไหลซึมผ่านได้ของน้ำในดิน (Permeability) โดยพิจารณาจากวัสดุดินลูกรังที่ยังไม่ปรับปรุงคุณภาพ และวัสดุดินลูกรังที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยแอสฟัลต์ซีเมนต์และยางพาราที่ผลการทดสอบค่าการแบกทาน (CBR) สูงสุดคือแอสฟัลต์ซีเมนต์ 3.0% ยางพารา 6.2% และผลการทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัด (UCS) สูงสุดคือแอสฟัลต์ซีเมนต์ 3.0% ยางพารา 7.0% ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.9

ตารางที่ 4.6 ผลทดสอบการอัดตัวคายน้ำ (Consolidation Test) และค่าความสามารถในการไหลซึมผ่านได้ของน้ำในดิน (Permeability)

รายการทดสอบ	Consolidation Test							Permeability Test			
	Load (kg)	Stress (ksc)	Settlement (mm)	Strain (%)	t_{90} (min)	H^2 (cm ²)	C_v (cm ² /min)	Mv (cm ² /kg)	r_w (kg/cm ³)	k (cm/min)	k (cm/s)
วัสดุดินลูกรัง	2.0	1.0	0.19	0.010	3.0	0.903	0.255	0.031	0.001	8.0E-06	1.3E-07
	4.0	2.0	0.37	0.019	4.3	0.903	0.178	0.041	0.001	7.2E-06	1.2E-07
	8.0	4.1	0.60	0.031	7.0	0.903	0.109	0.064	0.001	7.0E-06	1.2E-07
	16.0	8.1	0.96	0.051	7.6	0.903	0.101	0.068	0.001	6.9E-06	1.1E-07
	32.0	16.3	1.35	0.071	8.9	0.903	0.086	0.068	0.001	5.9E-06	9.8E-08
วัสดุดินลูกรังปรับปรุง คุณภาพด้วยแอสฟัลต์ ซีเมนต์ 3.0% และ ยางพารา 6.2%	2.0	1.0	0.13	0.007	4.3	0.903	0.178	0.038	0.001	6.7E-06	1.1E-07
	4.0	2.0	0.35	0.018	5.8	0.903	0.132	0.044	0.001	5.8E-06	9.7E-08
	8.0	4.1	0.60	0.032	9.0	0.903	0.085	0.067	0.001	5.7E-06	9.6E-08
	16.0	8.1	0.99	0.052	10.4	0.903	0.074	0.069	0.001	5.0E-06	8.4E-08
	32.0	16.3	1.38	0.073	11.9	0.903	0.064	0.069	0.001	4.4E-06	7.3E-08
วัสดุดินลูกรังปรับปรุง คุณภาพด้วยแอสฟัลต์ ซีเมนต์ 3.0% และ ยางพารา 7.0%	2.0	1.0	0.10	0.005	3.4	0.903	0.225	0.017	0.001	3.9E-06	6.4E-08
	4.0	2.0	0.20	0.011	5.3	0.903	0.144	0.022	0.001	3.2E-06	5.3E-08
	8.0	4.1	0.33	0.017	8.3	0.903	0.092	0.023	0.001	2.1E-06	3.5E-08
	16.0	8.1	0.46	0.024	13.5	0.903	0.057	0.034	0.001	1.9E-06	3.2E-08
	32.0	16.3	0.66	0.035	16.2	0.903	0.047	0.034	0.001	1.6E-06	2.7E-08



รูปที่ 4.9 ผลทดสอบการอัดตัวคายน้ำ (Consolidation Test)