คุณสมบัติของวัสดุอัดแน่นเทียบเท่ากับชั้นรองพื้นทางของลาเท็กซ์และทราย

Properties of Compact Materials, Latex and Sand, as Subbase of Road

นายชนม์พัฒน์ โอปณะโสภิต

นายพัทธพล สุขศรี

นายอภิณัฐ ปฐมไพบูลย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

คุณสมบัติของวัสดุอัดแน่นเทียบเท่ากับชั้นรองพื้นทางของลาเท็กซ์และทราย

Properties of Compact Materials, Latex and Sand, as Subbase of Road

นายชนม์พัฒน์ โอปณะโสภิต

นายพัทธพล สุขศรี

นายอภิณัฐ ปฐมไพบูลย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Properties of Compact Materials, Latex and Sand, as Subbase of Road

CHONNAPAT OPANASOPIT

PATTAPON SUKSRI

APINAT PATHOMPAIBUN

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ คุณสมบัติของวัสดุอัดแน่นเทียบเท่ากับชั้นรองพื้นทางของลาเท็กซ์และทราย

นักศึกษา นายชนม์พัฒน์ โอปณะโสภิต รหัสนักศึกษา 58010235

นายพัทธพล สุขศรี รหัสนักศึกษา 58010865

นายอภิณัฐ ปฐมไพบูลย์ รหัสนักศึกษา 58011407

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ อุบะ ศิริแก้ว

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. ธนาดล คงสมบูรณ์	.....
ดร.ศลิษา ไชยพุทธ	.....
ดร.ประทีป หลือประเสริฐ	.....
ดร. วิรุฬห์ คำชุม	.....
อาจารย์ อุบะ ศิริแก้ว	.....

ภาควิชาวิศกรรมโยธารับรองแล้ว

(ผศ.ดร.อาทิตย์ เพชรศศิธร)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา
วันที่.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของวัสดุอัดแน่นเทียบเท่ากับชั้นรองพื้นทางของลาเท็กซ์และทราย

นายชนม์พัฒน์ โอปณะโสภิต รหัสนักศึกษา 58010235

นายพัทธพล สุขศรี รหัสนักศึกษา 58010865

นายอภิณัฐ ปฐมไพบูลย์ รหัสนักศึกษา 58011407

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้ มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาสารที่มาเพิ่มกำลังของดินที่มีคุณสมบัติรับกำลังได้น้อย ไม่เหมาะสมต่อการสร้างถนน เพื่อมาแทนวิธีเพิ่มกำลังดินทรายโดยใช้ปูนซีเมนต์หรือนำวัสดุหินคลุกจากพื้นที่อื่นมาแทน ซึ่งการเพิ่มกำลังแรงรับนี้ สามารถลดต้นทุนในการสร้างถนนและปริมาณดิน สารที่ใช้ในการเพิ่มกำลังรับแรงที่เลือกมาคือ Latex เพราะว่ามีคุณสมบัติในการยึดแน่นที่ดี โดยนำมาปรับปรุงคุณสมบัติของดินที่ไม่เหมาะสมต่อการสร้างถนน ชนิด SP-SM โดยทำการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนามตามคุณสมบัติตามมาตรฐานวิศวกรรมที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ Grain Size Analysis , Compaction Test , C.B.R. Test , Field C.B.R. Test และ Field Density Test (Sand Cone) ซึ่งผลการทดลองทั้งหมดนี้สามารถบอกได้ว่า Latex สามารถเพิ่มกำลังรับแรงอัดของดิน พร้อมลดปริมาตรดินในการสร้างถนนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Properties of Compact Materials, Latex and Sand, as Subbase of Road

Mr.Chonnapat Opanasopit Student ID. 58010235

Mr.Pattapon Suksri Student ID. 58010865

Mr.Apinat Pathompaibun Student ID. 58011407

Advisor: Asst. Prof. Somkiat Khwanpruk

Academic Year 2018

Abstract

This special project aims to investigate the suitable quantity of an additive mixture for improve low strenght soil which cannot constructed the roads. Then the additive mixture can be used for reduce cost and develop the soil strength. Latex was selected as additive mixture due to the good bonding property. SP-SM and latex were mixed and tested the soil properties along with the engineering standard i.e. grain size analysis, compaction test, California Bearing Ratio. Test , Field California Bearing Ratio. Test and Field Density Test (Sand Cone Method). The results can be concluded that Latex can improve the compressive strenght and reduce the soil volumn for road construction.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก คณะอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ คอยให้คำปรึกษาให้ความสะดวกในการทำปริญญานิพนธ์และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางในการดำเนินงาน

ขอขอบพระคุณ คุณธีรเดช คำวิไล ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือ และคอยแนะนำการใช้เครื่องมือในการทดลอง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่อนุเคราะห์ตลอดจนเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือประสานงานให้สำเร็จด้วยดี

ขอขอบพระคุณบิดามารดาที่สนับสนุนและให้กำลังใจจนงานวิจัยสำเร็จด้วยดีคุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอน้อมบูชาพระคุณบิดามารดาและบูรพาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้และให้ความเมตตาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และเป็นกำลังใจสำคัญ ที่ทำให้การศึกษาวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

นายชนม์พัฒน์ โอปณะโสภิต

นายพัทธพล สุขศรี

นายอภิณัฐ ปฐมไพบูลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

1.1 ความเป็นมา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตการศึกษา 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่2 3

เอกสารที่เกี่ยวข้อง 3

2.1ข้อมูลของวัสดุชั้นทาง 3

2.2 การจำแนกดิน (Soil Classification) 4

2.2.1การจำแนกดินตามระบบ Unified Soil Classification 4

2.2.2 Sieve Analysis 6

2.2.3 Atterbergs' limit 6

2.3การทดลองการบดอัดดิน (Compaction Test) 7

2.4 CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) 8

2.5 การทดสอบ Field density test 10

2.5.1 Sand Cone Method 10

2.6 Unconfined Compression Test 10

2.7 Field C.B.R. Test 11

2.8 คุณสมบัติของสาร latex 12

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

2.9.1 การศึกษากำลังแบกทานของดินทรายจากผลการทดสอบการเจาะหยั่งแบบเบาโดยพิจารณาอิทธิพลของมุมปลายกรวยหัวหยั่ง(2014) 13

2.9.2 การศึกษาและพัฒนาระบบการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพงานกรมทางหลวงชนบท(2008) 13

บทที่ 3 14

วิธีการดำเนินการ 14

3.1. รูปแบบการวิจัย 14

3.2. การรวบรวมข้อมูลทำการรวบรวมข้อมูล 15

3.3. ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย 15

3.4 การจำแนกดินทำโดย 15

3.4.1 วิธีร่อนผ่านตะแกรง (Sieve Analysis) 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การหาพิกัด Atterberg's 15
3.5 การหาปริมาณความชื้นที่เหมาะสมและความหนาแน่นแห้งสูงสุดของทราย 17
3.6 การหากำลังรับแรงอัดของดินที่บดอัดจนแน่น 18
3.6.1 การทดลองแบบไม่แช่น้ำ (Unsoaked Sample) 18
3.7หาแรงเฉือนแบบไม่ถูกจำกัด 19
3.8หาความหนาแน่นของดินตัวอย่างในแบบจำลองภาคสนาม 20
3.8.1การหาน้ำหนักของทรายในกรวย 20
3.8.2 การหาความหนาแน่นของทรายที่ใช้ในการทดสอบ 21
3.8.3 การทดลองหาความแน่นของดินในสนาม 21
3.9 ทดสอบ Field C.B.R. test 21
3.10 วิธีการแสดงความสัมพันธ์ของผลการศึกษา 23
บทที่ 4 24
ผลการศึกษา 24
4.1 บทนำ 24
4.2 ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ 24
4.2.1 การทดสอบขนาดคละและชนิดของเม็ดดิน (Grain size and Soil classification) 24
4.2.2 การทดสอบการบดอัดดิน (Compaction Test) 24
4.2.3 การทดสอบ C.B.R. Test 25
4.2.4 การทดสอบ Unconfined compression Test 26
4.2.5 การทดสอบ Field C.B.R. Test 27
4.2.6 การเปรียบเทียบค่า C.B.R. Test และ Field C.B.R. Test 27
บทที่5 29
สรุปผลการศึกษา 29
5.1 สรุปผลการศึกษา 29
5.2 ข้อเสนอแนะ 29
5.3 ปัญหาและอุปสรรค 29
บรรณานุกรม 30
ภาคผนวก ก ผลการทดสอบ Soil Classification 31
ภาคผนวก ข ผลการทดสอบ Compaction Test 34
ภาคผนวก ค ผลการทดสอบ California Bearing Ratio Test 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง ผลการทดสอบ Field California Bearing Ratio Test.....66

ภาคผนวก จ ผลการทดสอบ UNCONFINED COMPRESSTION TEST.....86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หัวข้อ **หน้าที่**

ตารางที่ 2.1 การจำแนกประเภทดินโดยระบบ Unified Soil Classification 5
ตารางที่ 2.2 การจำแนกประเภทดินเม็ดละเอียด 5
ตารางที่ 2.3 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้และข้อกำหนดในการทดลอง Compaction Test 8
ตารางที่ 2.4 ค่า standard unit load ความลึกต่างๆ 8
ตารางที่ 2.5 ความสัมพันธ์ของ % CBR และการใช้งาน 9
ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1 14
ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 2 14
ตารางที่ 4.1 Grain size Analysis 24
ตารางที่ 4.2 Average Compaction Test 25
ตารางที่ 4.3 ค่าการทดสอบ C.B.R. Test 26
ตารางที่ 4.4 ค่าการทดสอบ Unconfined 26
ตารางที่ 4.5 ค่า Field C.B.R. Test บนพื้นดินเหนียวและพื้นคอนกรีต 27
ตารางที่ 4.6 การศึกษาเปรียบเทียบ latex Styrene acrylic กับ ยางธรรมชาติ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หัวข้อ **หน้าที่**

รูปภาพที่ 2.1 ชั้นทาง 3
รูปภาพที่ 2.2 การแยกจุดเปลี่ยนสภาพมวลดิน 6
รูปภาพที่ 2.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Dry Density กับ Water Content 7
รูปภาพที่ 2.4 การทดสอบ Field CBR Test 12
รูปภาพที่ 3.1 การผสมดินกับสาร Latexในการทดสอบ Compaction test 18
รูปภาพที่ 3.2 การบดอัดดินในการทดสอบ Compaction test 18
รูปภาพที่ 3.3 ผลการทดสอบ C.B.R. 19
รูปภาพที่ 3.4 การทดสอบ C.B.R. Test 19
รูปภาพที่ 3.5 การนำตัวอย่างดินผสมสาร Latex ออกจากแม่แบบในการทดสอบUnconfined 20
รูปภาพที่ 3.6 ผลการทดสอบ Unconfined Test 20
รูปภาพที่ 3.7 การผสมดินเข้ากับสาร Latex ในการทดสอบ Field C.B.R. 22
รูปภาพที่ 3.8 การติดตั้งอุปกรณ์ ในการทดสอบ Field C.B.R. 22
รูปภาพที่ 3.9 ผลการทดสอบ Field C.B.R. Test. 22
รูปภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ ดินธรรมดา Dry Density กับ Water Content 25
รูปภาพที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่า C.B.R. Test และ Field C.B.R. Test (Sand Origin) 27
รูปภาพที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่า C.B.R. Test และ Field C.B.R. Test (Sand mix Latex 5%) 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันปริมาณผู้ใช้ถนนมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความต้องการใช้ถนนเพิ่มขึ้นตามในขณะที่ปริมาณถนนมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ และในบางพื้นที่ยังไม่มีการก่อสร้างถนน ทำให้การคมนาคมไม่สามารถเชื่อมโยงพื้นที่ดังกล่าวเข้าด้วยกันได้ เกิดความไม่สะดวกในการเดินทางและขนส่ง ซึ่งในการก่อสร้างถนนจำเป็นต้องคำนึงถึงความแข็งแรง ความเหมาะสม การประหยัดต้นทุนในการก่อสร้าง

ในที่ นี้จึงได้มีการนำสารเคมี Latex เข้ามาปรับปรุงคุณสมบัติของชั้นดินและวิเคราะห์ เปรียบเทียบกับวัสดุชั้นดิน เพื่อลดต้นทุนและปริมาณดินในการก่อสร้างถนน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นในมวลดิน (Moisture Content) ที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้เกิดความหนาแน่นแห้ง (Dry Density) เพื่อนำไปใช้ในการบดอัดถนน

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณสารที่ผสมเพิ่ม (Latex) ที่เหมาะสมที่สุดที่เพิ่มกำลังรับแรงอัดของดิน โดยวิเคราะห์จาก % C.B.R. ของดินตัวอย่าง

1.2.3 เพื่อศึกษาผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมและความแข็งที่ต่างกันของพื้นรองของดินผสมสารLatex ว่ามีผลกระทบอย่างไรต่อค่าC.B.R.

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 การศึกษาโดยใช้แบบจำลองขนาด 300x100x20 เซนติเมตร สำหรับวางบนชั้นดินที่มีค่า C.B.R. มากกว่า 80%และแบบจำลองขนาด 300x100x30 เซนติเมตร สำหรับวางบนชั้นดินที่มีค่า C.B.R. ต่ำกว่า 6 %

1.3.2 ดินตัวอย่างเป็นทรายที่ผ่านการจำแนกดินตามระบบ Unified (Unified Soil Classification System) แล้วพบว่าเป็นดินประเภท Poorly graded sand

1.3.3 ตัวอย่างที่นำมาทดสอบ C.B.R. เป็นแบบ Unsoaked

1.3.4 การทดสอบ Compaction โดยวิธีทดสอบแบบโมดิฟายด์ (Modified Proctor Test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อทราบพฤติกรรมดิน Poorly graded sand ที่ผสมสาร Latex สำหรับเป็นวัสดุทางเลือกในการนำมาใช้กับงานถนน

1.4.2 ทราบความสัมพันธ์ของความหนาแน่นแห้ง (Dry Density) ปริมาณความชื้น (Moisture Content) และปริมาณสาร Latex ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่า C.B.R. ของตัวอย่างดินประเภท Poorly graded sand

1.4.3 สามารถกำหนดส่วนผสมของดินทรายและสาร Latex ได้เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในชั้นทางที่เหมาะสม

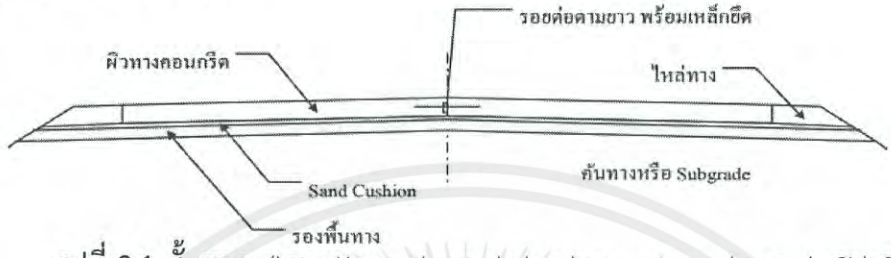
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1ข้อมูลของวัสดุชั้นทาง

ถนนคอนกรีตโดยทั่วไปจะมีรูปตัดขวาง(Typical Cross Section) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 องค์ประกอบต่าง ๆของถนนคอนกรีตประกอบด้วย



รูปที่ 2.1 ชั้นทาง (http://www.theptadadevelopment.com/page.php?id=9)

ผิวทางคอนกรีต (Concrete Slab)

ทำจากคอนกรีตบางทีเรียกว่าพื้นทางคอนกรีต (Concrete Base) เนื่องจากเป็นชั้นทางหลักที่ทำหน้าที่รับแรงกระทำจากยานพาหนะและถ่ายแรงลงสู่ชั้นรองพื้นทางและชั้นดินเดิมต่อไปนอกจากนี้ผิวทางคอนกรีตยังทำหน้าที่ให้คุณภาพการขับขี่และ Skid Resistance อีกด้วย

รองพื้นทาง (Subbase)

บางครั้งมีผู้เรียกสับสนว่าเป็นชั้นพื้นทาง (Base) เพราะเป็นชั้นที่สองจากดานบนซึ่งจากที่กล่าวมาแล้วว่าในถนนคอนกรีตนั้นชั้นคอนกรีตจะทำหน้าที่หลักในการถ่ายน้ำหนักลงชั้นดินเดิมจึงทำหน้าที่เป็นชั้นพื้นทางไปในตัวชั้นวัสดุที่อยู่ใต้ ชั้นคอนกรีตจึงเป็นส่วนประกอบของถนนคอนกรีตส่วนหนึ่งการเพิ่มความหนาของชั้นรองพื้นทางเพื่อเพิ่มกำลังของถนนคอนกรีตจะไม่ค่อยมีผลมากนักอย่างไรก็ตามชั้นรองพื้นทางของถนนคอนกรีตมีหน้าทีดังต่อไปนี้

-เป็น Working Platform สำหรับเครื่องจักรในการก่อสร้าง

- เพื่อให้การรองรับแผนคอนกรีตมีความเรียบ, สม่ำเสมอ

- ลดการแอ่นตัวของแผ่นคอนกรีต

- เพื่อป้องกันการเกิด Pumping บริเวณรอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นดินเดิม (Subgrade)

คือ ดินเดิมหรือดินคันทาง (Embankment) ปกติแล้วในการออกแบบถนนคอนกรีตความสามารถในการรับน้ำหนักของชั้นดินเดิมจะวัดในรูปของ Modulus of Subgrade Reaction หรือค่า k ซึ่งได้จากการทดสอบ Plate Bearing Test (ASTM) แต่อาจจะเทียบค่า k กับค่า C.B.R. ซึ่งเป็นที่คุ้นเคยกันมากกว่าก็ได้

2.2 การจำแนกดิน (Soil Classification)

การจำแนกดินเป็นการจัดกลุ่มดินที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันไว้ด้วยกัน โดยสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่และกลุ่มย่อยแยกตามพฤติกรรมทางด้านวิศวกรรม ในช่วงเริ่มต้นการจำแนกดินจะใช้เฉพาะขนาดของเม็ดดินในการพิจารณาจัดกลุ่ม แต่เมื่อมีการศึกษาเพิ่มเติมพบว่าการใช้เฉพาะขนาดของเม็ดดินไม่สามารถบอกถึงคุณลักษณะเบื้องต้นอื่น ๆ ของดินได้ในช่วงหลังจึงได้มีการพัฒนาการจำแนกดินโดยนำค่าพิกัดอัตเทอร์เบอร์กของดินมาพิจารณาร่วมด้วย ในปัจจุบันการจำแนกดินที่นิยมใช้มีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบได้แก่การจำแนกดินตามระบบ AASHTO และ ระบบ Unified โดยระบบ AASHTO นิยมใช้จำแนกดินสำหรับงานก่อสร้างถนน ในขณะที่การจำแนกดินตาม ระบบ Unified จะถูกใช้มากในงานด้านธรณีเทคนิค

2.2.1การจำแนกดินตามระบบ Unified Soil Classification

ระบบนี้นิยมใช้กันมากผู้ที่คิดระบบนี้เป็นคนแรกคือ Arthure Casagrande (1942) ต่อมา U.S. Crops of Engineer ได้นำ มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำมาใช้ในการจำแนกดินในงานสร้างลานบินและ นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานอื่นนำเอาการจำแนกดินระบบนี้ไปแก้ไขเพิ่มเติม และตั้งเป็นระบบใหม่อีกหลายๆระบบในประเทศต่าง

ใช้อักษรย่อ 2 ตัว ทำให้จดจำง่าย และมีความหมายในตัวเอง เช่น G = Gravel (กรวด), S = Sand (ทราย), M = Silt (ดินทราย), C = Clay (ดินเหนียว), W = Well Graded (เม็ดคละ), P = Poorly Grade (เม็ดไม่คละ), H = High Liquid Limit (L.L. มีค่าสูง), L = Low Liquid Limit (L.L. มีค่าต่ำ) หรือ O = Organic (ดินมีอินทรียสารปนมาก)

ขั้นตอนในการจำแนกทำได้ดังนี้

1. แบ่งตามลักษณะขนาดเม็ดดิน เป็นพวกเม็ดหยาบได้แก่ กรวด (Gravel) และทราย (Sand) และพวกเม็ดละเอียด ได้แก่ ดินเหนียว (Clay) และดินทราย (Silt)

2. แบ่งย่อยตามลักษณะการกระจายของเม็ด สำหรับพวกเม็ดหยาบเป็นพวกที่เม็ดคละหลายขนาด (Well Graded) และเม็ดไม่คละ เนื่องจากมีเม็ดขนาดเดียวกันมากหรือขนาดเม็ดขาดช่วง (Poorly Grade)

3. แบ่งย่อยตามค่า Atterberg's Limits สำหรับพวกเม็ดละเอียด เรียกว่า Plasticity เช่น พวกมีค่า L.L. และ P.I. สูงเรียกว่า High Liquid Limit เป็นต้น เมื่อถึงขั้นสุดท้าย จะมีอักษรย่อแทน 2 ตัว (ในกรณีก้ำกึ่งใช้ 4 ตัว) เช่น CH, GW, SP หรือ GM-GC, ML-CL

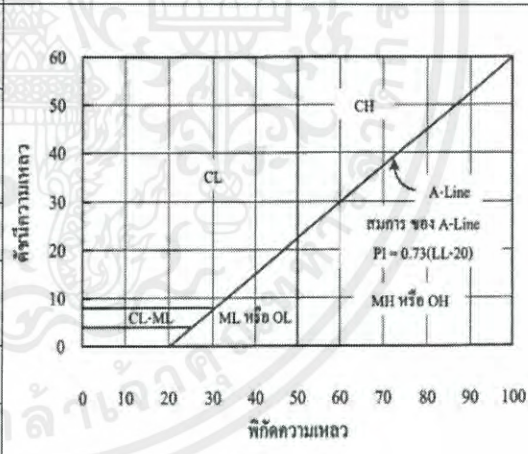
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การจำแนกประเภทดินโดยระบบ Unified Soil Classification

(http://krumanit.cmtc.ac.th/main/images/stories/6.pdf)

การจำแนกประเภททั่วไป			สัญลักษณ์กลุ่ม	ชื่อกลุ่มดิน	เกณฑ์การจำแนกประเภท		
ดินหยาบ ค้างตะแกรงเบอร์ 200 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50%	กรวด ค้างตะแกรงเบอร์ 4 มากกว่ากึ่งหนึ่งของส่วนที่เป็นเม็ดหยาบ	กรวดสะอาดมีเม็ดละเอียดปนอยู่น้อยหรือไม่มีเลย	GW	กรวดมีขนาดคละกันดี กรวดผสมทรายมีเม็ดละเอียดปนบ้างหรือไม่มีเลย	การจำแนกประเภทของดินโดยอาศัยร้อยละของดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 น้อยกว่า 5% : GW GP SW SP ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 มากกว่า 12% : GM GC SM SC ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ระหว่าง 5%-12% : ต้องใช้สัญลักษณ์ 4 ตัว	C_u มากกว่า 4 C_c อยู่ระหว่าง 1-3	
			GP	กรวดมีขนาดคละกันไม่ดี กรวดผสมทรายมีเม็ดละเอียดปนบ้างหรือไม่มี		ไม่เข้าเกณฑ์ประเภท GW	
		กรวดมีเม็ดละเอียดปน	GM	กรวดมีตะกอนทรายปน กรวด-ทราย-ตะกอนทรายผสมกัน		Atterberg limits อยู่ได้เส้น A หรือ P.I. < 4	Atterberg limits อยู่ในHatched ใช้เกี่ยวกับสัญลักษณ์ 4 ตัว
			GC	กรวดมีดินเหนียวปน กรวด-ทราย-ดินเหนียวผสมกัน		Atterberg limits อยู่เหนือเส้น A หรือ P.I. > 7	
	ทราย ค้างตะแกรงเบอร์ 4 มากกว่ากึ่งหนึ่งของส่วนที่เป็นเม็ดหยาบ	ทรายสะอาดมีเม็ดละเอียดปนอยู่น้อยหรือไม่มีเลย	SW	ทรายมีขนาดคละกันดี ทรายปนกรวดมีเม็ดละเอียดปนบ้างหรือไม่มี		C_u มากกว่า 6 C_c อยู่ระหว่าง 1-3	
			SP	ทรายมีขนาดคละกันไม่ดี ทรายปนกรวดมีเม็ดละเอียดปนบ้างหรือไม่มี		ไม่เข้าเกณฑ์ประเภท SW	
		ทรายมีเม็ดละเอียดปน	SM	ทรายมีตะกอนทรายปน ทราย-ตะกอนทรายผสมกัน		Atterberg limits อยู่ได้เส้น A หรือ P.I. < 4	Atterberg limits อยู่ในHatched ใช้เกี่ยวกับสัญลักษณ์ 4 ตัว

ตารางที่ 2.2 การจำแนกประเภทดินเม็ดละเอียด(http://krumanit.cmtc.ac.th/main/images/stories/6.pdf)

การจำแนกประเภททั่วไป		สัญลักษณ์กลุ่ม	ชื่อกลุ่มดิน	เกณฑ์การจำแนกประเภท
ดินพวกเม็ดละเอียด ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 มากกว่า 50%	ตะกอนทรายและดินเหนียว L.L. น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50	ML	ตะกอนทรายอินทรีย์และทรายละเอียดมาก หินฝุ่น ทรายละเอียดปนตะกอนทราย หรือดินเหนียวมีความเหนียวเล็กน้อย	
		CL	ตะกอนทรายอนินทรีย์มีความเหนียวต่ำถึงปานกลาง ดินเหนียวปนกรวด ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนตะกอนทราย ดินเหนียวล้วน	
		OL	ตะกอนทรายอนินทรีย์และดินเหนียวปนตะกอนทรายอินทรีย์ มีมีความเหนียวต่ำ	
	ตะกอนทรายและดินเหนียว L.L. มากกว่า 50	MH	ตะกอนทรายอนินทรีย์และทรายละเอียดหรือตะกอนทรายปนไมก้าหรือดินเบา ตะกอนทรายที่อิดหยุ่น	
		CH	ดินเหนียวอนินทรีย์มีความเหนียวสูง ดินเหนียวมีความเหนียวสูง	
		OH	ดินเหนียวอินทรีย์มีความเหนียวปานกลางถึงสูง ตะกอนทรายอินทรีย์	
		PT	พีต โคลนสีดำ และดินอินทรีย์สูงอื่นๆ	แยกได้โดย สี กลิ่น การสัมผัสและลักษณะเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 Sieve Analysis

มวลดินหนึ่งคิวบิตฟุตอาจประกอบด้วยเม็ดดินหลายขนาด เช่น 10 ซม. ลงมาจนกระทั่ง 0.0002 ม.ม. ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของมวลดินจะขึ้นอยู่กับขนาดเม็ดดินอย่างมาก เช่น มวลดินที่มีเม็ดใหญ่กว่าตะแกรงเบอร์ 200 ส่วนมากจะไม่มีความเหนียวหรือแรงยึดเกาะระหว่างเม็ดดิน ซึ่งเรียกว่าดินทราย (Granular Soil) ส่วนดินที่มีส่วนประกอบเป็นเม็ดเล็กมากก็จะเรียกว่าดินเหนียว (Cohesive Soil) นอกจากนั้นขนาดเม็ดดินยังมีอิทธิพลกับความซึมน้ำ (Permeability), การรับแรง (Strength), อัตราการทรุดตัว (Rate of Consolidation) และอื่น ๆ อีกมาก

การหาขนาดและการกระจายของเม็ดดินอาจทำได้ด้วยกันหลายวิธี แต่ที่นิยมปฏิบัติกันแพร่หลาย คือ วิธีร่อนผ่านตะแกรง (Sieve Analysis) ที่มีช่องขนาดต่าง ๆ กัน มักใช้กับดินที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.075 ม.ม. ขึ้นไปวิธีตกตะกอนโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ หรือหลอดดูด (pipette) วัดการตกตะกอนเหมาะสำหรับเม็ดดินขนาด 0.2 ม.ม. ถึง 0.0002 ม.ม. ทั้งสองวิธีดังกล่าวอาจใช้ร่วมกันในการวิเคราะห์ขนาดของตัวอย่างเดียวกันได้

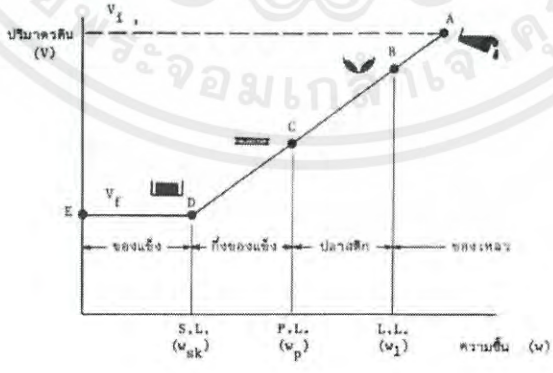
2.2.3 Atterbergs' limit

จุดเปลี่ยนสถานภาพ หรือ ลิมิตของมวลดิน ถูกเสนอขึ้นเป็นครั้งแรกโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวสวีเดน ชื่อ A.Atterbergs' โดยมีอยู่ด้วยกัน 5 ลิมิต คือ Cohesion limit, Sticky limit, Shrinkage limit, Plastic limit, และliquid limit แต่ภายหลังนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านปฐพีกลศาสตร์เพียงสามลิมิตสุดท้ายเท่านั้น

1. Liquid Limit (W_L หรือ L.L.) คือ ความชื้นในมวลดินขณะที่มวลดินเริ่มเปลี่ยนสภาพจากของเหลว (Viscous Fluid) ไปเป็นสารหนืดตัวในสถานภาพพลาสติก (Plastic State) ที่จุด B

2. Plastic Limit (W_Pหรือ P.L.) คือ ความชื้นในมวลดินขณะที่เปลี่ยนสถานภาพจากพลาสติกเป็นกึ่งของแข็ง (Semi - solid state) ที่จุด C

3. Shrinkage Limit (W_{SK}หรือ S.L.) คือ ความชื้น ณ.ที่จุด D ซึ่งดินเปลี่ยนจากสภาพกึ่งของแข็งเป็นของแข็ง และจะไม่มีการหดตัวต่อไปอีกแล้ว แต่เมื่อความชื้นยิ่งลดลงไป ฟองอากาศจะเริ่มแทรกเข้าไปในมวลดิน และทำให้เกิดสภาวะไม่อิ่มตัวเกิดขึ้น จนกระทั่งไม่มีความชื้นอยู่เลย ณ. ที่จุด E



รูปที่ 2.2 การแยกจุดเปลี่ยนสภาพมวลดิ(http://www.gerd.eng.ku.ac.th/Cai/Ch08/ch083_theory.htm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

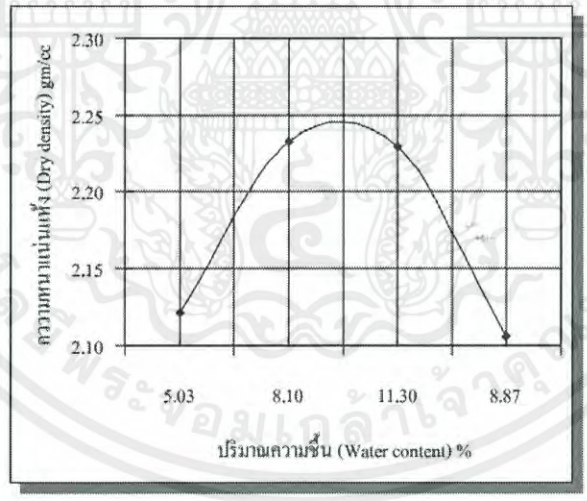
ค่าความชื้นในสถานภาพพลาสติกของดิน เราเรียกว่า Plasticity Index (P.L. หรือ Ip) คือผลต่างของ L.L และ P.L มักเป็นตัวแสดงถึงความเหนียวของดินและยังแสดงความไวต่อการเปลี่ยนสถานภาพต่อความชื้นของมวลดินนั้น จึงเป็นค่าที่สำคัญใช้มากในการจำแนกมวลดิน

2.3การทดลองการบดอัดดิน (Compaction Test)

การบดอัดดินคือ การปรับปรุงคุณภาพดินโดยการประยุกต์ใช้พลังงานเชิงกล ซึ่งเป็นการปรับปรุงคุณภาพดินปริมาณความชื้นที่มีความเหมาะสมที่สุด สำหรับดินที่ไม่มีความเชื่อมแน่นจะ ปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการบดอัดโดยอาศัยการสั่นสะเทือนและสำหรับดินเม็ดละเอียด สามารถ ทดสอบการบดอัดดินได้ในห้องปฏิบัติการ โดยวิธีของ Proctor แต่ถ้าเป็นในสนามสามารถเลือกใช้ เครื่องจักรบดอัดชนิดต่างๆกัน โดยพิจารณาความเหมาะสมตามชนิดของดินจุดประสงค์ของการบดอัดดินก็เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของมวลดิน ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์หลายข้อ ดังนี้

1. ลดการทรุดตัวของดิน
2. เพิ่มกำลังต้านทานแรงเฉือนของดินและปรับปรุงเสถียรภาพความลาดชัน
3. ปรับปรุงกำลังต้านทานน้ำหนักของพื้นทาง
4. ไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาตร เช่น สาเหตุจากการบวมตัวและการหดตัว ของดิน
5. ลดการซึมผ่านของน้ำในดิน

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแห้ง และค่าความชื้นจากผลการบดอัดในห้องทดลอง การบดอัดในห้องทดลอง โดยทำการบดอัด 4-6ครั้งครอบคลุมค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุด



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Dry Density กับ Water Content
(http://krumanit.cmtc.ac.th/main/images/stories/7.pdf)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2.3 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้และข้อกำหนดในการทดลอง Compaction Test

(http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/4339/2/POKIN)

วิธีทดสอบ	ขนาดแบบ		น้ำหนักค้อนบดอัด	จำนวนชั้น	ระยะยกค้อนสูง	จำนวนการบดอัดแต่ละชั้น	แบบโมล
	เส้นผ่าศูนย์กลาง ซม.	ความสูง ซม.	กก.		ซม.	ครั้ง	
โมลมาตรฐาน	10.16	11.68	2.5	3	30	25	แบบ 1
	15.24	12.70	2.5	3	30	56	แบบ 2
โมลสูงกว่ามาตรฐาน	10.16	11.68	4.5	5	45	25	แบบ 1
	15.24	12.70	4.5	5	45	56	แบบ 2

2.4 CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)

การทดสอบหาค่า C.B.R. เป็นวิธีการทดสอบวัดแรงเฉือน (Shearing resistance) ของดินที่บดอัดจนแน่นดีแล้ว (บดอัดด้วยค่าปริมาณความชื้นที่ OMC: Optimum Moisture Content) โดย การใช้ท่อนเหล็กกลมตัน (Piston) ขนาดพื้นที่หน้าตัด 3 in2 กดลงบนดินตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้ ด้วยอัตราการกดประมาณ 0.05 in/min. แล้วนำไปหาอัตราส่วนเปรียบเทียบกับค่า Unit stress มาตรฐานที่ได้จากการทดลองกด Piston ขนาดเดียวกันนี้บนหินคลุก (Crushed stone) ที่บดอัดแน่น ที่ความลึกของการกดอัด (Penetration) เดียวกัน ค่าที่ได้นี้จะเรียกว่า "ค่า % C.B.R." สามารถหาได้จากสมการที่2.1

$$CBR = \frac{\text{Test unit stress}}{\text{Standard unit stress}} \times 100\% \qquad (2.1)$$

ค่า Standard unit stress ซึ่งได้จากการทดลองกดท่อนเหล็กกลมตัน (Piston) พื้นที่ 3 in^2 บน หินคลุกมาตรฐานบดอัดแน่นขนาดต่าง ๆ กัน มีค่ามาตรฐานดังนี้

ตารางที่ 2.4 ค่า standard unit load ความลึกต่างๆ(http://www.denichsoiltest.com/laboratory/cbr-test.html)

Penetration (in.)	Standard Unit stress (psi)
0.1	1,000
0.2	1,500
0.3	1,900
0.4	2,300
0.5	2,600

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า % C.B.R. โดยทั่วไป จะใช้ค่าอัตราส่วนของแรงกดที่ความลึก 0.1 in แต่ถ้าผลการทดสอบออก มาว่า % C.B.R. ของแรงกดที่ความลึก 0.2 in มากกว่าค่าที่ความลึก 0.1 in จะต้องทำการทดสอบ ใหม่อีกครั้งหนึ่ง ซึ่ง ถ้าค่า % CBR ที่ได้จากแรงกดที่ความลึก 0.2 in ยังมากกว่าที่ 0.1 in อยู่ ก็ ให้ใช้ค่า % C.B.R .ที่การยุบตัว 0.2 in

ค่า % C.B.R. ของดินแต่ละชนิดยังสามารถกำหนดคุณสมบัติของดินอย่างคร่าว ๆ ว่าเหมาะสมจะ ใช้กับงาน ก่อสร้างถนนในชั้นดินถม ชั้นรองพื้นทาง (Subbase) หรือชั้นพื้นทาง (Base) ดังตาราง ด้านล่าง

ตารางที่ 2.5 ความสัมพันธ์ของ % C.B.R. และการใช้งาน(http://www.denichsoiltest.com/laboratory/cbr-test.html)

% CBR	Rating	Uses	Classification System	
			Unified	AASHTO
0 - 3	Very poor	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 – 7	Poor to fair	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A4 ,A5, A6, A7
7 – 20	Fair	Subbase	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2 ,A4, A6, A7
20 – 50	Good	Subbase, Base	GM, GC, SW, SM, SP,GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
> 50	Excellent	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

การทดสอบ C.B.R. ทำได้ทั้งในห้องปฏิบัติการและในสนามจากตัวอย่างดินบดอัดแน่นตามวิธีการ ของ Standard หรือ Modified Proctor โดยดินตัวอย่างที่เตรียมสำหรับทดลองในห้องปฏิบัติ การจะต้องเตรียม ขึ้นมา 2 ชุด ชุดหนึ่งใช้กดทดลองหาค่า C.B.R. ทันทีหลังจากเตรียมตัวอย่างเสร็จ (Unsoaked) อีกชุดหนึ่ง จะต้องแช่น้ำไว้ประมาณ 96 ชั่วโมง เพื่อให้ดินอมน้ำจนอิ่มตัว (Soaked) และเพื่อจุดประสงค์การวัดหาอัตรา การบวมตัวของดิน โดยในระหว่างทำการแช่น้ำอยู่ ต้องมีการวางน้ำหนักดินกดทับบนตัวอย่าง (Surcharge) ไม่ น้อยกว่า 10 ปอนด์

หรือเท่ากับน้ำ หนักของพื้นทางและผิวจราจร เหตุผลที่ต้องทำการแช่น้ำตัวอย่างดินก่อนทำการทดสอบการกด อัด คือ ในหน้าฝนระดับน้ำใต้ดินจะสูงจนทำให้ดินที่รองรับถนนอยู่อิ่มตัวและอัตราการบวมตัว ของดินที่จะมา ใช้ในการก่อสร้างจะเป็นค่าหนึ่งซึ่งสามารถบ่งบอกถึงคุณสมบัติและความเหมาะ สมในการใช้งานของวัสดุนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การทดสอบ Field density test

การหาความแน่นของดิน คือ การหาน้ำหนักของดินในบริเวณที่บดอัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว หารด้วยปริมาตรของหลุมที่ขุดดินออกมา และการที่จะหาปริมาตรของหลุมที่กล่าวนี้ จำเป็นจะต้องวัดหรือใช้วัสดุที่รู้ความแน่น (density) และความถ่วงจำเพาะแน่นอน แล้วไปแทนที่ในหลุมที่ขุดดินขึ้นมา ซึ่งการทดสอบดังกล่าวอาจกระทำได้โดยวิธีใช้ทรายมาตรฐาน (Sand Cone Method) ช่วยในการทดสอบหรือใช้น้ำ (Balloon Density Method) ทั้งสองวิธีนี้ต่างก็อาศัยหลักอันเดียวกัน คือ ขั้นแรกจะต้องขุดดินบริเวณที่จะทำการทดสอบให้เป็นหลุมเล็ก ๆ และนำดินที่ขุดออกมาทั้งหมดไปชั่งหาน้ำหนัก หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น และหาปริมาตรของหลุมที่ขุดดินออกมา ดังสมาการที่2.2

$$\gamma_{wet} = \frac{\text{น้ำหนักของดินชื้นขุดจากหลุมทั้งหมด}}{\text{ปริมาตรของหลุม}} \qquad (2.2)$$

2.5.1 Sand Cone Method วิธีนี้อาศัยทรายช่วยในการหาปริมาตรของหลุมโดยทรายที่ใช้คือ ทรายอ๊อตตาวา (Ottawa Sand) ซึ่งขนาดของเม็ดทรายจะมีลักษณะกลมและมีขนาดเท่า ๆ กันหรือจะ ใช้ทรายที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์20 ค้างตะแกรงเบอร์ 30 ก็ได้เพื่อที่จะให้ผลของความหนาแน่นที่ เท่ากันโดยตลอด และไม่เกิดการแยกตัวของเม็ดหยาบและเม็ดเล็กขณะทำการทดสอบ

2.6 Unconfined Compression Test

ความแข็งแรงหรือกำลังของดินทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือดินไม่มีแรงเหนี่ยวนำซึ่งเกิดจากแรงดึงดูดทางไฟฟ้า-เคมีระหว่างเม็ดดิน แรงเสียดทานซึ่งเกิดจากการขัดตัวระหว่างเม็ดดิน และความฝืดระหว่างผิวของเม็ดดิน ส่วนการทดสอบแท่งดินชนิดมีแรงเหนี่ยวนำโดยไม่มีวัสดุอื่นใด มาห่อหุ้มแท่งดินตัวอย่างให้นำดินตัวอย่างมาเข้าเครื่องกดทดสอบแบบธรรมดา ซึ่งได้ถูกทดสอบมานานแล้ว และต่อมาก็เป็นที่ยอมรับกันว่าการที่นำแท่งดินมาทดสอบแบบนี้สามารถที่จะหาความต้านทานแรงเฉือนของดินโดยประมาณได้อย่างรวดเร็ว จากการเขียน Mohr' s Circle หรือ จากการคำนวณอย่างง่าย ๆ ค่าความต้านทานแรงเฉือนของดินประเภทมีแรงเหนี่ยวนำ คือแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างเม็ดดินนั้นเอง ซึ่งใช้สัญลักษณ์เป็นตัว (c) ดินจำพวกมีแรงเหนี่ยวนำได้แก่ ดินเหนียว เมื่อดิน ได้รับแรงกดจะเกิดความเค้นขึ้นที่ผิวสัมผัสถ้าดินอยู่ในสภาพหลวมจะทำให้ดินจับตัวกันแน่นลดช่องว่างระหว่างเม็ดดินลงแต่ถ้ามีแรงเพิ่มขึ้นอีกจนกระทั่งไม่มีช่องว่างของเม็ดดินเหลืออยู่หรือแรงกระทำเพิ่มมากอย่างรวดเร็วจนทำ ให้พื้นที่สัมผัสระหว่างเม็ดดินเพิ่มขึ้นไม่ทันก็จะทำให้เกิดแรงศักย์ ขึ้นภายในมวลดินนั้นดินก้อนอยู่ในสภาวะที่ไม่สมดุลทำให้เกิดการเคลื่อนที่จะทำให้มวลดินเกิดการ พิบัติและระนาบของการพิบัติเรียกว่าระนาบการเลื่อนไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 Field C.B.R. Test

เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดกับการทรุดตัว โดยให้น้ำหนักกดผ่านแผ่นเหล็กรูปวงกลม ตาม ASTM D 1196 – 93 (Re-approved 1997) การบดอัดดินนอกจากจะมีวัตถุประสงค์เพื่อลดช่องว่างระหว่างมวลหรือทำให้ดินมีความแน่นแล้วยังต้องการให้ดินหรือมวลรวมที่ถูกบดอัดเสถียร(Stable) กล่าวคือ มีกำลังต้านทานน้ำหนักกดทับ เช่น น้ำหนักจากอาคารทั้งหมด น้ำหนักจากยวดยานพาหนะ โดยที่ดินไม่ยุบ หรือทรุดตัว (Settlement) ไม่เกินกว่าเกณฑ์กำหนดดังนั้นการทำให้ดินแน่นขึ้น(กรณีดินถมใหม่หรือชั้นทางต่าง ๆ) จึงขึ้นอยู่กับการเลือกใช้เครื่องจักรกลบดอัดดินซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณงานกลสมบัติที่ต้องการ (เช่น ความแน่น) กำลัง หรือประสิทธิภาพของเครื่องจักรกล ปกติเครื่องจักรกลบดอัดดินแบ่งเป็น 4 ประเภทหลักตามองค์ประกอบและกลไกในการบดอัด ได้แก่ บดอัดโดยกดทับด้วยน้ำหนัก (Static loading compactor) คืออาศัยน้ำหนักกดทับเพื่อให้ดินหรือวัสดุคัดเลือกอื่นแน่นตัวโดยกระบวนอัดตัวคายน้ำ (Consolidation) บดอัดโดยกดทับหรือวิ่งผ่านซ้ำ ๆ กันหลายรอบ (Rolling) วิธีนี้ใช้น้ำหนักของเครื่องจักรกลวิ่งกดทับซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ รอบ (Pass) จำนวนรอบของการบดอัดแต่ละชั้นขึ้นอยู่กับความหนาของดินหรือวัสดุคัดเลือกแต่ละชั้น(Lift)และน้ำหนักของเครื่องจักรกล

ความแน่นของดินจึงขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิด หรือคุณสมบัติทางกายภาพของดินหรือวัสดุคัดเลือก เช่น ขนาดมวลความชื้น (หรือปริมาณน้ำที่แทรกตัวระหว่างมวลดิน) ในสภาพ จริงนอกจากดินหรือมวลรวมจะยุบตัวภายใต้น้ำหนักกดแล้ ยังอาจยุบตัวเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดิน การเคลื่อนตัวทางด้านข้างของดินบริเวณข้างเคียง เป็นต้น ดังนั้นแม้ดินหรือมวลรวมจะถูกบดอัดโดยวิธีหรือเครื่องจักรกลที่เหมาะสม จนมีความแน่น เพียงพอ(ซึ่งทดสอบความแน่นโดยหาหน่วยน้ำหนัก หรือความหนาแน่น - Density ทั้งความหนาแน่นในห้องปฏิบัติการ หรือในสนาม)แล้วยังต้องทดสอบความแน่นของดินในเชิงใช้งาน คือ การยุบตัวหรือทรุดตัวเมื่อรับน้ำหนักหรือต้านทางแรงกด หลักการทดสอบความแน่นของดิน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดกับการทรุดตัว คือให้น้ำหนักกดผ่านแผนเหล็กรูปวงกลมหลายขนาดที่วางซ้อนและรวมศูนย์กันเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกด(หรือหน่วยแรง)และการทรุดตัว ปกติการทรุดตัวจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มน้ำหนักกดและเมื่อคลายน้ำหนักดินหรือมวลรวมจะคลายตัว(ในทิศทางตรงข้าม) เรียกการคืนตัว อย่างไรก็ตามหากน้ำหนักกดมีค่ามากพอ เมื่อคลายน้ำหนักออกก็จะยังปรากฏค่าทรุดตัวคงค้างหรือค่าทรุดตัวคงเหลือ

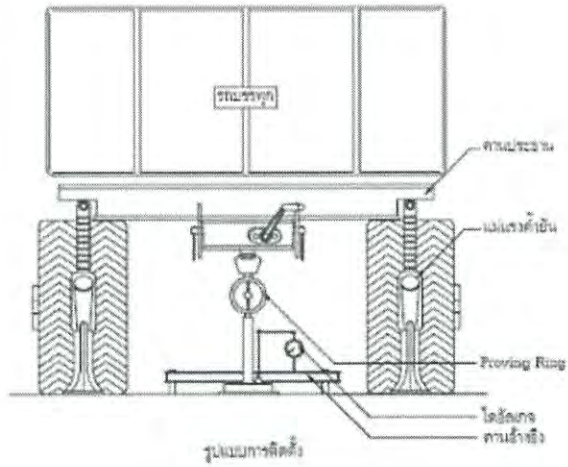
นิยามศัพท์เกี่ยวกับการทรุดตัว (Settlement)หรือการขจัดในแนวดิ่ง

1. Deflection (ค่าการขจัด หรือทรุดตัว) หมายถึงปริมาณการทรุดตัวในแนวดิ่งของผิวทดสอบเนื่องจากมีน้ำหนักกระทำบนพื้นผิวนั้น

2. Rebound Deflection (ค่าการคืนตัว) หมายถึงปริมาณการคืนตัวในแนวดิ่งของผิว ทดสอบเมื่อมีการนำน้ำหนักกระทำนั้นออกไป

3. Residual Deflection (ค่าการทรุดตัวคงเหลือ) หมายถึง ค่าส่วนต่างระดับของ พื้นผิวทดสอบก่อนมีน้ำหนักกระทำและหลังจากเอาน้ำหนักกระทำนั้นออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การทดสอบ Field C.B.R. Test(https://www.ele.com/Product/field-cbr-test-set-metric)

2.8 คุณสมบัติของสาร latex

เป็นผลิตภัณฑ์ที่สังเคราะห์ขึ้นเพื่อเลียนแบบยางธรรมชาติ ซึ่งจัดว่าเป็นนอิลาสโทเมอร์ หรือวัสดุยืดหยุ่นสังเคราะห์ (artificial elastomer) ชนิดหนึ่งที่มีสมบัติพิเศษคือ สามารถเปลี่ยนรูปภายใต้ความเค้นได้มากกว่าวัสดุชนิดอื่นและสามารถกลับคืนรูปได้เหมือนเดิมโดยไม่เกิดการเสียรูปอย่างถาวร สามารถสังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชั่น (polymerization) ของสารตั้งต้นที่เป็นผลผลิตพลอยได้จากกระบวนการกลั่นปิโตรเลียมซึ่งเรียกว่า “มอนอเมอร์ (monomer)” เพื่อพัฒนาให้ได้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติทางกายภาพ ทางกล และทางเคมีตามต้องการ

สไตรีนอะคริลิค(Styrene acrylic) เป็นสารพอลิเมอร์ซึ่งประกอบไปด้วยการเชื่อมระหว่างมอนอเมอร์ของสไตรีน (C8H8)และพอลิเมอร์ของอะคริลิค (CH2=CHR) มีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

- ความหนาแน่น 1000-1200 kg/m3
- ค่า pH 7-8
- มีสารที่เป็นสถานะของแข็งผสม 56-58% โดยน้ำหนัก
- ความยืดหยุ่นสูงและการยึดเกาะที่ดีเยี่ยม
- ความสามารถในการรับแรงอัด และแรงเฉือนที่มากขึ้น (สามารถรับแรงอัดและแรงเฉือนได้สูงสุดเมื่อสารแห้งสนิท)
- มีความคงทนสูง ทำให้การเปลี่ยนรูปร่างเกิดขึ้นยาก (เมื่อสารแห้งสนิท)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 การศึกษากำลังแบกทานของดินทรายจากผลการทดสอบการเจาะหยั่งแบบเบาโดยพิจารณาอิทธิพลของมุมปลายกรวยหัวหยั่ง(2014)

การศึกษากำลังแบกทานจากผลกระทบของระดับน้ำใต้ดินต่อความสามารถรับน้ำหนักแบกทานของดินทรายมีขนาดคละไม่ดีนั้นจะมีค่ากำลังแบกทานเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินในสภาพแห้งอยู่ในช่วงร้อยละ 35-40 และในดินทรายปนตะกอนค่ากำลังแบกทานของดินลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับดินในสภาพแห้งโดยลดลงร้อยละ 70-75และอิทธิพลของระดับน้ำใต้ดินมีผลต่อกำลังแบกทานของดินทรายปนตะกอนมีระยะ 0.6 เมตรเหนือระดับน้ำใต้ดิน

2.9.2 การศึกษาและพัฒนาระบบการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพงานกรมทางหลวงชนบท(2008)

การผสมสารเคมีลงในดินเพื่อปรับปรุงดิน ได้แก่ ควบคุมการเปลี่ยนแปลงปริมาตร การปรับปรุงคุณภาพในการรับน้ำหนักหรือพฤติกรรมของหน่วยแรงและความเครียด ปรับปรุงการไหลซึมของน้ำที่ผ่านดินและความคงทนต่อการกัดกร่อนของหิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

3.1. รูปแบบการวิจัย

การวิเคราะห์และเปรียบเทียบการเสริมกำลังระหว่างแบบจำลองธรรมดากับแบบจำลองที่เพิ่มสารผสม Latex เข้าไปในแบบจำลอง แสดงแผนการวิจัยดังตารางที่ 1.1 และ ตารางที่ 1.2

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1

การดำเนินงาน	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน
การเลือกหัวข้อ	←	→		
บทวิจัยที่เกี่ยวข้อง	←	→		
การวางแผนงาน	←	—	→	
การปฏิบัติการ				
Soil Classification	←	→		
Compaction	←	—	→	
C.B.R. Lab		←	—	→
Field Density Test			←	→
Analysis & writing	←	—	—	→
Preparation for Report			←	→

ตารางที่ 3.2 แสดงแผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 2

การดำเนินงาน	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
การปฏิบัติการ				
C.B.R. Lab (Sand mixed with Latex)	←	—	→	
Unconfined Test (Sand mix with Latex)			←	→
Field C.B.R. Test (Sand Origin)		←	—	→
Field Density Test		←	—	→
Analysis & writing	←	—	—	→
Preparation for Report				← →

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2. การรวบรวมข้อมูลทำการรวบรวมข้อมูล จากวิทยานิพนธ์ หนังสือ และเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยได้ให้ รายละเอียดไว้แล้วในบทก่อนหน้านี้

3.3. ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาและจำแนกขนาดและชนิดของดินตัวอย่างโดยวิธี Sieve Analysisและการตรวจสอบค่าพิกัด Atterberg's

2. ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในปริมาณที่เหมาะสมกับความหนาแน่นสูงสุดเปรียบเทียบระหว่างดินทราย กับ ดินทรายผสมlatex โดยวิธี Compaction

3. ศึกษาหากำลังรับแรงเฉือนของดินที่บดอัดจนแน่นเปรียบเทียบระหว่างดินทราย กับ ดินทรายผสม latex โดยวิธี California Bearing Ratio (CBR)

4. ศึกษาหาความหนาแน่นของดินตัวอย่างในแบบจำลองภาคสนามเปรียบเทียบระหว่างดินทราย กับ ดินทรายผสมlatex โดยวิธี Field Density Test

3.4 การจำแนกดินทำโดย

3.4.1 วิธีร่อนผ่านตะแกรง (Sieve Analysis)

วิธีการทดลอง

1) ชั่งตะแกรงขนาดที่ใช้ โดยตาชั่งอ่านได้ถึง 0.1 กรัม โดยตะแกรงชุดหนึ่งไม่ควร เกิน 7 ใบ โดยมีขนาดละเอียดถึงเบอร์ 200 อยู่ด้วยทุกครั้ง

2) ในกรณีที่ตัวอย่างดินเกาะเป็นก้อนใหญ่ให้ทุบ แยกดินออกเป็นเม็ดอิสระด้วยค้อน ยาง แต่ต้องระวังอย่าให้แรงมากจนเม็ดดินแตก

3) นำตัวอย่างดินที่อบชั่งน้ำหนักแล้วใส่ลงในตะแกรงที่เรียงล้าดับจากหยาบไปหา ละเอียด โดยมีฝาปิดด้านบนและมีถาด (pan) รองด้านล่าง รวมเป็นเถาของตะแกรงนำไปเข้าเครื่อง เขย่า (sieve shaker) เขย่านานอย่างน้อย 10 นาที

วิธีการคำนวณ

1) คำนวณ เปอร์เซ็นต์ของดินที่ค้างบนตะแกรง

เปอร์เซ็นต์ของดินที่ค้างบนตะแกรง = น้ำหนักดินที่ค้างบนแต่ละตะแกรงหารน้ำหนักดินทั้งหมด X 100%

2) เปอร์เซ็นต์การค้างสะสม = ผลบวกสะสมของเปอร์เซ็นต์ของดินที่ค้างบนตะแกรงที่ หยาบกว่า

3) เปอร์เซ็นต์ของดินที่ผ่านตะแกรง (% finer) = 100 – เปอร์เซ็นต์ค้างสะสม

3.4.2 การหาพิกัด Atterberg's

-Liquid limit

1.ร่อนตัวอย่างดินแห้งผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ประมาณ 200 กรัม (ถ้าเป็นดินเหนียวเนื้อละเอียด เช่น ดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯสามารถใช้ดินในสภาพธรรมชาติได้ อาจใช้ตัวอย่างดินแบ่งดินดังกล่าวประมาณ 50 กรัม ไว้ทำ Shrinkage limit ส่วนที่เหลือใช้ทดสอบ Liquid Limit และ Plastic Limit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ตัวอย่างดินมาผสมน้ำโดยให้น้ำเข้าไปในเนื้อดินอย่างทั่วถึงในบางกรณีอาจจะต้องแช่ดินที่ผสมดังกล่าวทิ้งไว้ 1 คืนใช้มีดปาด (Spatula) ตักดินปาดลงบนถ้วยทองเหลือง (Casaerade Cup) โดยความหนาของดินตรงกลางประมาณ 1 ซ.ม. แล้วบากโดยเครื่องมือบาก (Grooving Tool) ให้เป็นร่องตรงกลาง

3.เคาะถ้วยทองเหลืองด้วยความเร็วสม่ำเสมอ 2 ครั้งต่อวินาที จนกระทั่งดินตอนล่างของรอยบากเคลื่อนเข้าบรรจบกัน 1 ซ.ม. ดังรูป แล้วจดบันทึกจำนวนครั้งของการเคาะไว้

4.ปาดแต่งดินอีกครั้ง ทำรอยบากแล้วเคาะซ้ำ ถ้าจำนวนการเคาะเท่ากันหรือห่างกันไม่เกิน 2 ครั้งให้ใช้ค่าเฉลี่ยเป็นจำนวนการเคาะ (N) ที่ถูกต้อง นำดินบริเวณรอยบากไปหาปริมาณความชื้น (การเคาะครั้งแรกจำนวนครั้งควรจะประมาณ 40 - 50 ครั้ง ถ้ามากกว่าให้เพิ่มน้ำอีก แต่ถ้าน้อยกว่ามากให้ทำให้แห้งลง)

5. ผสมน้ำในดินแล้วทำตามข้อ 3 และ 4 โดยให้มีจำนวนครั้งของการเคาะน้อยลงประมาณ 10 ครั้ง แล้วนำดินไปหาความชื้น ทำเช่นนี้จนได้จำนวนครั้งของการเคาะอย่างน้อย 4 ค่า (จำนวนการเคาะครั้งสุดท้ายควรอยู่ราว 5 ถึง 10 ครั้ง)

6.เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการเคาะ (N) และความชื้นโดยให้จำนวนการเคาะอยู่ในรูปของ log scale ดังรูป

7. ความสัมพันธ์ดังกล่าวควรจะเป็นเส้นตรง ค่าความชื้นที่จำนวนการเคาะ 25 ครั้ง เรียกว่า "Liquid Limit" (W_L หรือ L_L)

-Plastic limit

1. นำดินที่เหลือจากการทดลอง Liquid Limit มาผึ่งให้หมาดๆ แล้วนำมาปั้นคลึงเป็นแท่งยาวขนาดประมาณ 1 ซ.ม. แล้วค่อย ๆ คลึงให้ดินเล็กลงจนมีขนาดเท่ากับ 1 หุน (1/8 นิ้ว) แล้วคลึงต่อไปเรื่อยๆ โดยพยายามรักษาขนาดดังกล่าวจนดินเริ่มแตกปริออก ดังแสดงในรูป

2. เมื่อดินเริ่มแตก นำดินไปอบหาความชื้น ความชื้นดังกล่าวเรียกว่า Plastic Limit (Wp หรือ PL)

-Shrinkage limit

1.นำตัวอย่างดินมาผสมน้ำ ใช้มีดปาด (Spatula) รวมผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีความเหลวมากกว่า เมื่อครั้งทำ Liquid Limit

2.ชั่งถ้วยเหล็กสำหรับหา Shrinkage แล้วทาจาระบีหรือสารหล่อลื่นภายในบาง ๆ เพื่อไม่ให้ดินติดขณะแห้ง

3.ตักดินใส่ในถ้วยประมาณหนึ่งในสาม แล้วเคาะลงกับพื้นโต๊ะ เพื่อไล่ฟองอากาศในมวลดินจนหมด แล้วเติมดินชั้นที่ 2 และ 3 โดยมีการเคาะไล่ฟองอากาศเหมือนชั้นแรก

4.ใช้มีดปาดแต่งผิวหน้าให้เรียบเสมอขอบถ้วยเหล็ก เช็ดเศษดินที่เปื้อนอยู่ภายนอกถ้วยออกให้หมดแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.ปล่อยดินในถ้วยเหล็กให้แห้งตามธรรมชาติโดยตากไว้ในห้องทดลอง 24 ชม. แล้วจึงนำเข้าเตาอบจนแห้งสนิท จึงชั่งน้ำหนักอีกครั้ง สังเกตว่า มวลดินจะหดลงเล็กกว่าเดิม และเป็นก้อนเดียว (ถ้านำตัวอย่างดินเข้าเตาอบเร็วเกินไป ดินจะแตกเป็นหลายก้อน ยากต่อการหาปริมาตรภายหลัง)

6.นำก้อนดินที่อบแห้งแล้วมาหาปริมาตรโดยแทนที่ปรอท ชั่งถ้วยซึ่งมีปรอทเต็ม (ใช้แผ่นพลาสติกกดไล่ปรอทให้เสมอขอบ)

3.5 การหาปริมาณความชื้นที่เหมาะสมและความหนาแน่นแห้งสูงสุดของทราย

สามารถหาได้โดยการทำการทดสอบ(Compaction Test)

ขั้นตอนการทดลอง

(1) นำตัวอย่างดินที่ได้จัดเตรียมไว้มาเทลงในถาดผสมดินใช้ค้อนยางทุบดินที่เกาะอยู่ออกจากกัน ถ้าตัวอย่างเป็นดินเหนียว ผึ่งให้แห้งแล้วทุบให้ละเอียดหรืออาจใช้เครื่องบดร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หนักประมาณ 3 – 5 กิโลกรัม

(2) วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง, ความสูงของโมลเพื่อหาปริมาตรของดินในโมลจากนั้นประกอบโมลและแผ่นฐานพร้อมชั่งน้ำหนัก(ไม่ต้องชั่งปลอกสวม)

(3) นำตัวอย่างดินที่เตรียมไว้อย่างน้อย 3 กิโลกรัมสำหรับทดสอบแบบมาตรฐานและ 5 กิโลกรัมสำหรับการทดสอบแบบสูงกว่ามาตรฐาน โดยเริ่มผสมน้ำให้มีความชื้น ตามค่าที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน

(4) ตักดินใส่โมลที่ประกอบไว้แล้ว โดยประมาณให้ความสูงในแต่ละชั้นเท่าๆกันโดยมีจำนวน 3 ชั้นสำหรับโมลแบบมาตรฐานและ5 ชั้นสำหรับโมลแบบสูงกว่ามาตรฐานเมื่อบดอัดครบจำนวนชั้นแล้วให้ดินพ้นขอบโมลขึ้นไปประมาณ 1 -2 ซม

(5) ใช้ค้อนหนัก5.5 ปอนด์สำหรับบดอัดแบบมาตรฐานและ 10 ปอนด์สำหรับบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐานบดอัดดินในโมลแต่ละชั้นให้ทั่วทั้งโมลให้บดอัดชั้นละ 25 ครั้งสำหรับโมลขนาด 4 นิ้ว. และ 56 ครั้งสำหรับโมลขนาด 6 นิ้ว

(6) เมื่อตอกกระทุ้งบดอัดครบจำนวนครั้งแล้วถอดปลอกสวมของโมลออกใช้บรรทัดเหล็กปาดดินส่วนที่สูงเกินปากโมลออกและอุดแต่งผิวดินให้เรียบเสมอปากโมลใช้แปรงปัดทำความสะอาดดินที่ค้างอยู่นอกโมลแล้วถอดแผ่นฐานออกนำไปชั่งหาน้ำหนักดินในโมลให้ได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

(7) ดันแท่งตัวอย่างดินออกจากโมลแล้วผ่ากลางตามแนวตั้ง เก็บดินตัวอย่างตามแนวผ่าอย่างน้อย 100 กรัม แล้วนำไปชั่งน้ำหนักและนำเข้าในเตาอบเพื่อคำนวณหาปริมาณความชื้น ต่อไป

(8) ใช้ค้อนยางทุบก้อนดินที่เหลือให้แตกออกจนร่วน แล้วผสมน้ำเพิ่มอีก 2 - 3 % คลุกเคล้ากันให้ทั่วสม่ำเสมอแล้วทำการทดลองซ้ำตามข้อ 4 ถึง 7 จนกระทั้งน้ำหนักดินในโมลที่ ชั่งได้ครั้งสุดท้ายลดลงและอย่างน้อยควรจะเปลี่ยนหรือเพิ่มปริมาณน้ำถึง 5 ครั้ง

(9) หาค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุด และค่าปริมาณน้ำสูงสุดที่ทำให้ดินแน่นที่สุด จากการ เขียนกราฟระหว่าง Maximum Dry Density (แกน y) และ Optimum Water Content (แกน x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 รูปการผสมดินกับสาร Latexในการทดสอบ Compaction test

รูปที่ 3.2 รูปการบดอัดดินในการทดสอบ Compaction test

3.6 การหากำลังรับแรงอัดของดินที่บดอัดจนแน่น

สามารถหาได้โดยการทำการทดสอบ C.B.R.

ขั้นตอนการทดลอง

3.6.1 การทดลองแบบไม่แช่น้ำ (Unsoaked Sample)

1.ชั่งน้ำหนักของโมลแล้วยึดโมลกับแผ่นฐานรองให้แน่นพอสมควร และนำSpacer Disc มาใส่ลงในโมลหมุนเอาหูหิ้วออกนำเอากระดาษกรองมารองบน Spacer Disc เพื่อป้องกันตัวอย่างทดสอบติดกับ Spacer Disc พร้อมประกอบปลอกสวมให้ เรียบร้อย

2.ทำการบดอัดตามมาตรฐาน ASTM D1140 – 54 โดยใช้ค้อนบดอัดขนาด 2.5 กก. ระยะตก 12 นิ้ว ทำการบดอัดจำนวน 3 ชั้น ชั้นละ 56 ครั้ง หรือ D 1557 – 00 ใช้ค้อนบดอัดขนาด 4.54 กก.ระยะตก 18 นิ้ว ทำการบดอัดจำนวน 3 ชั้น ชั้นละ56 ครั้ง

3.หลังจากบดอัดจนครบจำนวนชั้นและจำนวนครั้งแล้วถอดปลอกสวมออก ใช้มีดเหล็กสำหรับปาดดิน ปาดดินส่วนที่สูงเกินขอบโมลพร้อมกับซ่อมตกแต่งผิวบนของ ดินตัวอย่างให้เรียบเสมอกับปากโมล(ในกรณีที่ผิวหน้าไม่เรียบโดยเกิดจากการปาด ด้วยเหล็ก)

4.ถอดแผ่นฐานรอง และ Spacer Disc ออกนำโมลและดินไปชั่งหาน้ำหนักเพื่อจะนำไปหาความหนาแน่นดินเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

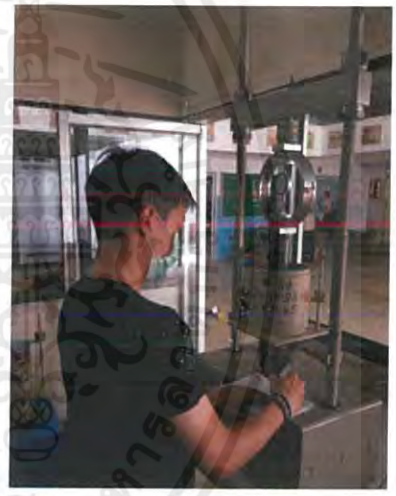
5.นำตัวอย่างทดสอบที่เตรียมไว้ตามขั้นตอนที่ 2 มาทดสอบโดยการวางแผ่นน้ำหนักที่มีน้ำหนักใกล้เคียงหรือเท่ากับน้ำหนักของวัสดุที่กดลงบนชั้นพื้นดินจริงแต่จะต้องไม่น้อยกว่า 10 ปอนด์ (4.54 กก.) ให้กดทบลงบนผิวหน้าของตัวอย่างทดสอบแล้วให้นำไปวางในเครื่องทดสอบแรงกด

6.ปรับแท่งกดโดยให้ผ่านรูตรงกลางของแผ่นน้ำหนักและให้แท่งกดสัมผัสกับผิวหน้าของตัวอย่างทดสอบพอดีโดยค่อยๆ ปรับและคอยสังเกตเข็มมาตรวัด เริ่มจะหมุนเคลื่อนที่จึงหยุดปรับจากนั้นทำการติดตั้งวงแหวนวัดแรง เพื่ออ่านค่าระยะจมของแท่งกดแล้วทำการปรับมาตรวัดทั้งสองให้เข็มอยู่ในตำแหน่งเลขศูนย์

7.เริ่มกดแท่งกดลงบนตัวอย่างทดสอบด้วยอัตราการกด 0.05 นิ้วต่อนาทีต่อเนื่องกันอย่างสม่ำเสมอให้อ่านค่าน้ำหนักกดจากมาตรวัดที่ระยะจม ดังนี้ 0.025 , 0.050 , 0.075 , 0.100 , 0.125 , 0.150 , 0.175 , 0.200 , 0.250 , 0.300 , 0.350 , 0.400, 0.450 และ 0.500 นิ้ว ตามลำดับ

8.เสร็จแล้วถอดโมลออกจากเครื่องกดทดลองและเก็บตัวอย่างดินตรงกลางตามแนวตั้งประมาณ 100 กรัมหรือประมาณ 500 กรัมเพื่อที่จะนำไปหาเปอร์เซ็นต์ปริมาณในดิน

รูปที่ 3.3 รูปผลการทดสอบ C.B.R.



รูปที่ 3.4 รูปการทดสอบ C.B.R. Test

3.7หาแรงเฉือนแบบไม่ถูกจำกัด

สามารถหาได้โดยการทำการทดสอบ Unconfined Compression Test

1.ก่อนเริ่มทดสอบจะต้องตรวจสอบการติดตั้งตัวอย่างและเครื่องมือดังนี้

- แป้นกดของเครื่องจะต้องสัมผัสตัวอย่างพอดี
- Dial gage สำหรับวัดหดตัวและวัดแรง (ใน Proving ring) ให้ตั้งอยู่ที่ศูนย์

2. เริ่มการกดตัวอย่างโดยอัตราการกด การเคลื่อนที่ทางแนวดิ่งของเครื่องให้อยู่ในช่วง 0.05 นิ้วต่อนาที

3. บันทึกข้อมูลจากวงแหวนวัดแรงทุก ๆ การหดตัว 0.2 และ 0.5 มิลลิเมตรของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อแรงในวงแหวนวัดแรงเพิ่มขึ้นไปสูงสุดแล้วเริ่มจะลดลง ซึ่งแสดงว่าถึงจุดสูงสุดของกำลังของดิน ให้ยังคงอ่านผลต่อไปจนเห็นแนวเฉือน (Failure plane) บนตัวอย่างได้ชัดเจน

5. เขียนรูปตัวอย่างลักษณะการเกิดรอยเฉือน และวัดมุมที่รอยเฉือนทำกับแนวราบ

รูปที่ 3.5 รูปการนำตัวอย่างดินผสมสาร Latex ออกจากแม่แบบโดย ในการทดสอบ Unconfined

รูปที่ 3.6 รูปผลการทดสอบ Unconfined Test

3.8หาความหนาแน่นของดินตัวอย่างในแบบจำลองภาคสนาม

สามารถหาได้โดยการทำการทดสอบ Field Density Test

ขั้นตอนการทดลอง

3.8.1การหาน้ำหนักของทรายในกรวย

1.ชั่งขวดที่มีทรายบรรจุอยู่

2.วางเครื่องมือลักษณะหัวลงบนพื้นราบและเปิดลิ้นปล่อยให้ทรายไหล ระวังอย่าให้เกิด การสั่นสะเทือน

3.ปิดลิ้นทันทีเมื่อทรายหยุดไหลชั่งน้ำหนักของเครื่องมือและทรายที่เหลือในขวด ก็จะทราบน้ำหนักของทรายที่มีปริมาตรเท่ากรวย

4.ทำการทดลองอย่างน้อย 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ยมาเพื่อใช้ในการทดลองในสนามต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2 การหาความหนาแน่นของทรายที่ใช้ในการทดสอบ

1) นำโมลทดสอบการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐานมาประกอบเข้ากับฐานแล้วชั่งน้ำหนักซึ่งจะได้น้ำหนักโมล

2) นำขวดใส่ทรายประมาณค่อนขวดพร้อมทั้งกรวยมาวางบนโมลให้ได้ระดับที่สม่ำเสมอแล้วเปิดวาลว์ปล่อยให้ทรายไหลตกอย่างอิสระโดยพยายามอย่าให้เกิดการสั่นสะเทือน เมื่อแน่ใจว่าทรายหยุดไหลแล้วทำการปิดวาล์วหงายกรวยทรายขึ้นวางไว้ใช้มีดเหล็ก สันตรงหรือแผ่นเหล็กปาดทรายที่ล้นบนขอบโมลให้เสมอกับขอบโมลและใช้แปรง ขนอ่อนค่อยๆปัดทรายออกจากฐานโมลให้สะอาดแล้วนำไปชั่ง จะได้น้ำ หนักทรายรวมกับโมลเมื่อหักน้ำหนักโมลออกก็จะได้น้ำหนักทรายที่อยู่ในโมล

3.ใช้เวอร์เนียร์หรือไม้บรรทัดวัดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงโมลเพื่อหาปริมาตร

4.ทำการทดสอบแบบเดียวกันนี้2 – 3 ครั้งเพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องที่สุดแล้วนำค่าน้ำหนักทรายในโมลและปริมาตรของโมลไปหาค่าความหนาแน่นของทราย

3.8.3 การทดลองหาความแน่นของดินในสนาม

1.ปรับพื้นผิวทดลองให้เรียบและได้ระดับจากนั้นก็วางแผ่นฐานให้สนิทกับพื้นดินแล้วตอกตะปูยึดแผ่นฐานให้แน่นปัดฝุ่นที่ผิวดินและที่แผ่นฐานออกให้หมด

2.ใช้สกัดเจาะดินบริเวณตรงกลางแผ่นฐานรองให้มีความลึกประมาณ 10 เซนติเมตร และก้นหลุมที่เจาะจะต้องมีขนาดเท่ากับปากหลุมเจาะ ดินที่ขุดจากหลุมจะต้องเก็บให้หมดโดยใช้ช้อนเล็กตักในกรณีเหลือดินน้อยให้ใช้แปรงทาสีปัดเศษดินที่อยู่ในหลุมให้เรียบร้อย

3.นำดินที่ได้จากการขุดมาชั่งและจดบันทึกค่าไว้หลังจากนั้นนำดินส่วนหนึ่งที่ขุดได้ไปชั่งเสร็จแล้วนำไปเข้าเตาอบเพื่อหาค่าปริมาณความชื้น

4.ทำการคว่ำขวดทรายที่เตรียมไว้แล้วลงบนปากหลุมโดยให้กรวยทรายพอดีกับแผ่นฐานรองแล้วเปิดวาลว์ระวังอย่าให้เกิดการกระทบกระเทือนในขณะปล่อยทรายลงหลุมเพราะจะทำให้ค่าที่ได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

5.สังเกตว่าเมื่อทรายที่ปล่อยลงหลุมหยุดไหลแล้วก็ทำการปิดวาล์วแล้วนำทรายที่เหลืออยู่ในขวดไปชั่งน้ำหนักพร้อมกับกรวยทรายและจดบันทึกค่าไว้

6.นำทรายที่อยู่ในหลุมใส่ลงในขวดตามเดิมโดยพยามอย่าให้มีดินที่อยู่ในก้นหลุมติดทรายขึ้นมาด้วยเพราะว่าทรายที่เก็บขึ้นมาจะต้องทดสอบในหลุมอื่น อีกต่อไป

3.9 ทดสอบ Field C.B.R. test

ของดินทรายทั้งแบบ Origin และใส่สารผสม Latex ประกอบด้วย

ขั้นตอนการทดสอบ

1.ติดตั้งคานคำยันโดนนำแผ่นเหล็กมาเป็นน้ำหนักในการต้านแรงตัด

2.ปรับผิวหน้าดินให้เรียบ แล้ววางแผ่น Surcharge น้ำหนักไม่เกิน 30 ปอนด์ ลงบนบริเวณที่ทำการทดสอบ

3.ติดตั้ง Proving ring และ Dial gauge เข้ากับ Hydraulic Jack ขนาด 3 ตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ดัน Hydraulic Jack เพื่อให้เกินโหลดดันลงสู้พื้นทำให้พื้นเกิดการยุบตัว และอ่านค่า Proving ring เมื่อค่าน้ำหนักที่ตรงกับ penetration ที่เราต้องการทราบ

5.นำค่าที่ได้ไปทำการหาค่าC.B.R.ในสนาม

รูปที่ 3.7 รูปการผสมดินเข้ากับสาร Latex ในการทดสอบ Field C.B.R.

รูปที่ 3.8 รูปการติดตั้งอุปกรณ์ ในการทดสอบ Field C.B.R.

รูปที่ 3.9 รูปผลการทดสอบ Field C.B.R. Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 วิธีการแสดงความสัมพันธ์ของผลการศึกษา

การแสดงความสัมพันธ์ของผลการศึกษา ประกอบด้วย การเปรียบเทียบระหว่างดินทรายละเอียดปกติ กับ ดินทรายละเอียดที่ผสมสาร Latex ที่ 1% , 3% , และ 5% โดยน้ำหนักดิน และการเปรียบเทียบระหว่างผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการและงานสนาม สามารถศึกษาความสัมพันธ์ได้จากผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการและงานสนาม โดยการใช้กราฟ กับ ตาราง เปรียบเทียบโดยใช้ค่า C.B.R. Test และ Water content

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 บทนำ

การศึกษานี้เป็นการทดสอบเพื่อแสดงว่าสารผสม Latex นั้นสามารถเพิ่มกำลังรับแรงได้ จากการทดสอบ California Bearing Ratio และ Unconfined Compression Test โดยการเลือกใช้วัสดุชั้นทางที่ไม่มีคุณสมบัติงานทาง ได้เลือกดินทรายมาทำการทดสอบ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุชั้นทางให้มีกำลังแรงรับที่เพิ่มขึ้น จากการทดสอบดังนี้

4.2 ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

4.2.1 การทดสอบขนาดคละและชนิดของเม็ดดิน (Grain size and Soil classification)

ตารางที่ 4.1 ปริมาณดินและขนาดของเม็ดดินพล็อตกราฟในภาคผนวกมีค่า Cc=1.31 Cu=2.51 พบว่าเป็นดินกลุ่ม SP-SM ในระบบ USCS และ A-3 ในระบบ AASHTO

ตารางที่ 4.1 Grain size Analysis

Sieves NO.	Sieves Opening, (mm)	Weight of Sieves, (g)	Weight of Sieves + Soil, (g)	Weight of Soil Retained, (g)	Cumulative Retained, (g)	Cumulative Retained, (%)	Percent Finer, (%)
1/2"	12.5	800	800	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.75	680	715	35	35	2.77	97.23
10	2.00	380	465	85	120	9.49	90.51
40	0.43	575	915	340	460	36.36	63.64
100	0.15	515	1200	685	1145	90.51	9.49
200	0.08	275	360	85	1230	97.23	2.77
PAN	-	375	405	30	1260	99.6	0.40

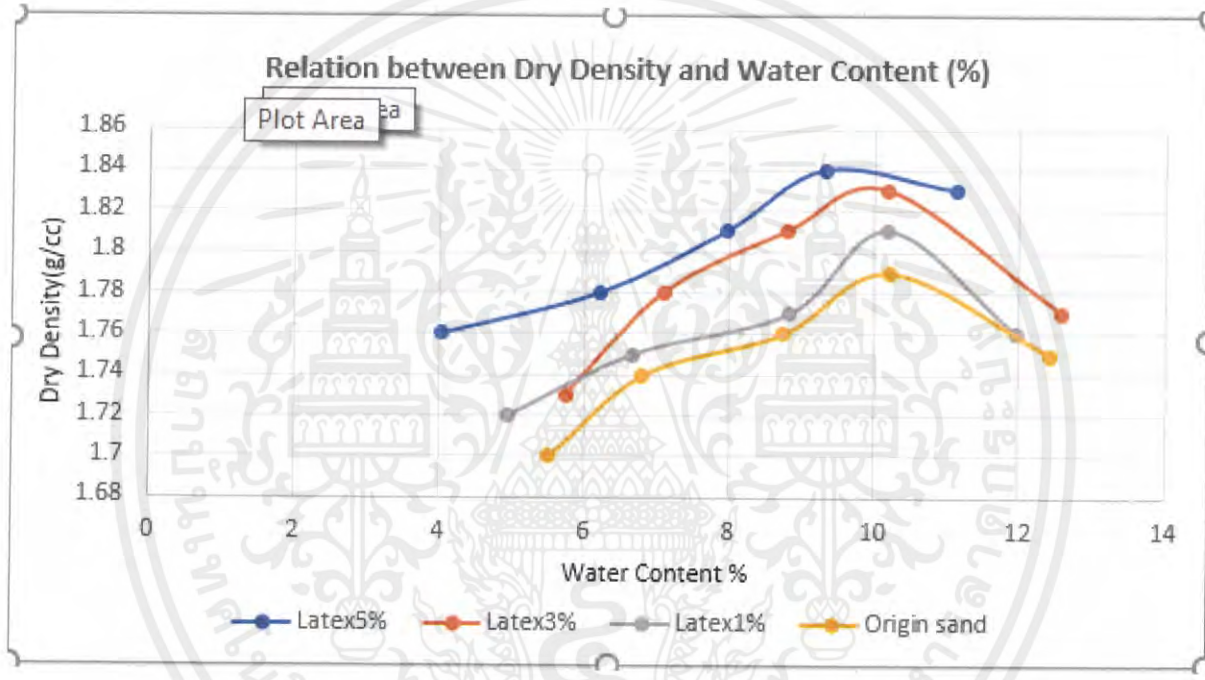
4.2.2 การทดสอบการบดอัดดิน (Compaction Test)

จากการทดสอบค่าสามครั้ง ผลที่ได้จากการทดสอบได้ว่าดินทรายธรรมดาและ ดินทรายผสมสารLatex ที่ 1% 3% และ 5% จะได้ค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุดเฉลี่ย คือ 1.790 g/cc , 1.809 g/cc , 1.829 g/cc และ 1.838 g/cc ตามลำดับ โดยมี ความชื้นที่เหมาะสมเฉลี่ย คือ 11.67% , 10.2 % ,9.8 % และ 9.6 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 Average Compaction Test

Sample	Maximum Dry Density (g/cc)	Optimum Moisture Content (%)
ดินธรรมดา	1.790	11.67
ดินผสมสาร latex ที่ 1%	1.809	10.2
ดินผสมสาร latex ที่ 3%	1.829	9.8
ดินผสมสาร latex ที่ 5%	1.838	9.6



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ ดินธรรมดา Dry Density กับ Water Content

การเพิ่มปริมาณสารที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมน้อยลงทำให้ Water Content ลดลงตามไปด้วย

4.2.3 การทดสอบ C.B.R. Test

จากการตารางที่ 4.3 พบว่าดินทรายธรรมดา มีค่า C.B.R. คือ 24.95% ดินทรายผสมสาร Latex ที่ 1% ทิ้งไว้ที่ 1, 3, 7 และ 14 วัน มีค่า C.B.R. เฉลี่ย เท่ากับ 32.76%, 40.83%, 44.08% และ 48.16% ตามลำดับ ดินทรายผสมสาร Latex ที่ 3% ทิ้งไว้ที่ 1, 3, 7 และ 14 วัน มีค่า C.B.R. เฉลี่ย เท่ากับ 34.14%, 43.79%, 48.67% และ 53.83% ตามลำดับ และ ดินทรายผสม สาร Latex ที่ 5% ทิ้งไว้ที่ 1, 3, 7 และ 14 วัน มีค่า C.B.R. เฉลี่ย เท่ากับ 38.70%, 47.03%, 54.23% และ 63.73% ตามลำดับ จากการศึกษา เมื่อค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Water Content = 0.18 % จะทำให้ได้ค่า C.B.R. เฉลี่ย สูงถึง 111.29% ซึ่งเป็นค่าที่ดีสุดที่ latex สามารถเพิ่มกำลังรับแรงอัดได้ดีมาก

ตารางที่ 4.3 ค่าการทดสอบ C.B.R. Test

	ดินธรรมดา	ดินผสมสาร latex 1%				ดินผสมสาร latex 3%				ดินผสมสาร latex 5%				
	ระยะเวลา (วัน)	ระยะเวลา(วัน)				ระยะเวลา(วัน)				ระยะเวลา(วัน)				
	-	1	3	7	14	1	3	7	14	1	3	7	14	-
C.B.R Test (%)	24.95	32.76	40.83	44.08	48.16	34.14	43.79	48.67	53.83	38.70	47.03	54.23	63.73	111.29
Water Content (%)	11.48	8.95	8.16	6.97	5.87	9.15	8.01	7.20	6.30	9.20	8.07	7.04	5.81	0.18

4.2.4 การทดสอบ Unconfined compression Test

จากตารางที่ 4.4 ผลการศึกษาะบว่าดินทรายผสมสาร Latex ที่ 1% ทิ้งไว้ที่ 1, 3, 7 และ 14 วัน มีค่า Unconfined Shear Strength (QU) เท่ากับ 0.2ksc, 1.36ksc, 2.08ksc และ 2.72ksc ตามลำดับ ดินทรายผสมสาร Latex ที่ 3% ทิ้งไว้ที่ 1, 3, 7 และ 14 วัน มีค่า Unconfined Shear Strength (QU) เท่ากับ 0.3ksc, 0.94ksc, 2.54ksc และ 3.0ksc ตามลำดับ ดินทรายผสมสาร Latex ที่ 5% ทิ้งไว้ที่ 1, 3, 7 และ 14 วัน มีค่า Unconfined Shear Strength (QU) เท่ากับ 0.4ksc, 1.36ksc, 2.34ksc และ 3.08ksc ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 ค่าการทดสอบ Unconfined compression Test

ค่า	ดินผสมสาร latex 1%				ดินผสมสาร latex 3%				ดินผสมสาร latex 5%			
	ระยะเวลา(วัน)				ระยะเวลา(วัน)				ระยะเวลา(วัน)			
	1	3	7	14	1	3	7	14	1	3	7	14
Compressive strength Q (ksc)	0.20	1.36	2.08	2.72	0.30	0.94	2.54	3.0	0.40	1.36	2.34	3.08
Water Content (%)	6.16	2.36	0.59	0.01	5.98	3.15	0.83	0.02	6.05	3.3	1.01	0.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 การทดสอบ Field C.B.R. Test

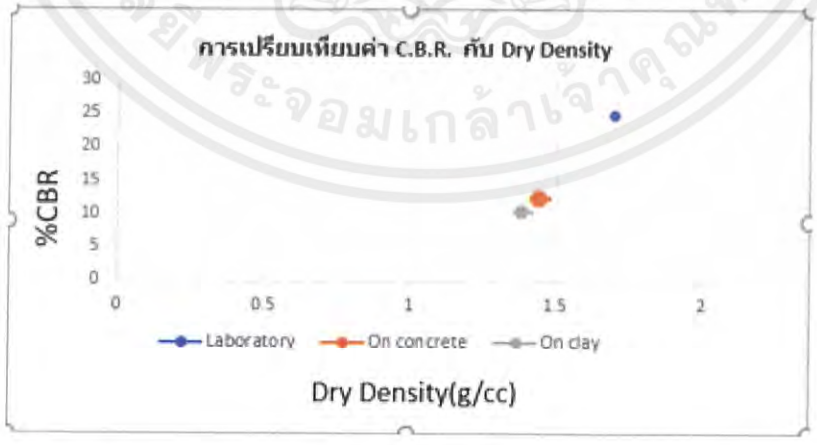
จากการทดสอบ Field C.B.R. Test โดยดินทราย บนพื้นคอนกรีตมีค่า C.B.R. 12 % ขณะที่อยู่พื้นดินเหนียว มีค่า C.B.R. 10.4% และซึ่งทำให้ทราบว่าบนพื้นคอนกรีตดินสามารารถรับแรงจากการบดอัดได้มากกว่าพื้นดินเหนียวเมื่อผสมสารlatex 5% บนพื้นทั้งสองแบบถึงใวเป็นระยะเวลา 1, 3, 7 , 14 และ 28 วัน ทำให้ทราบว่าค่า Field C.B.R. Test ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ทำการทดสอบโดยพื้นยิ่งมีความแข็งมากยิ่งมีค่าC.B.R. มากเพราะเมื่อน้ำหนักกดทับส่งผลให้พื้นที่แข็งมีแรงต้านกลับเป็น reactionมากกว่าพื้นมีลักษณะเป็นดินเหนียว สำหรับ 3 วันแรกการพัฒนากำลังค่อนข้างน้อยเนื่องจากปริมาณความชื้นในมาลดดินยังมากอยู่แต่เมื่อเวลาผ่านไปความชื้นลดน้อยลงทำให้ค่าC.B.R.เพิ่มขึ้นทำให้ทราบว่าความชื้นมีผลต่อค่าC.B.R. ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่า Field C.B.R. Test บนพื้นดินเหนียวและพื้นคอนกรีต

ระยะเวลา(วัน)	Field C.B.R. Test (%)			
	พื้นดินเหนียว ทรายธรรมดา	พื้นคอนกรีต ทรายธรรมดา	พื้นดินเหนียว (mix Latex 5%)	พื้นคอนกรีต (mix Latex 5%)
1	10.4	12	11.35	10.39
3			14.10	10.96
7			14.78	22.02
14			19.9	33.03
28			27.72	39.88

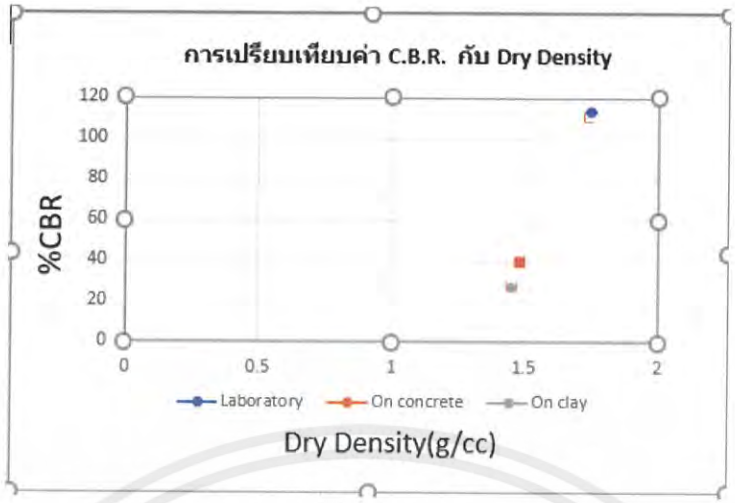
4.2.6 การเปรียบเทียบค่า C.B.R. Test และ Field C.B.R. Test

ตารางเปรียบเทียบค่า C.B.R. Test ที่มากที่สุดของดินทรายธรรมดา และดินทรายผสมสาร Latex ในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม ในห้องทดลอง บนพื้นดินเหนียว บทพื้นคอนกรีต ได้ค่าC.B.R. 25.5% 10.4% 12%ตามลำดับ ทรายผสมสาร5% ได้ค่า 111.29% 27.72% 39.88% ตามลำดับ ได้ค่ารูปภาพที่ 4.1 และรูปภาพที่ 4.2



รูปภาพที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่า C.B.R. Test และ Field C.B.R. Test (Sand Origin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

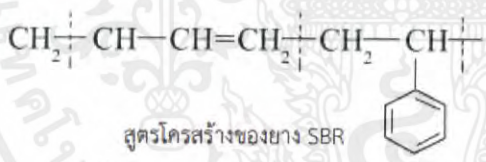
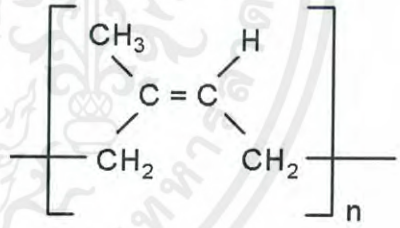


รูปภาพที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่า C.B.R. Test และ Field C.B.R. Test (Sand mix Latex 5%)

จากการนำค่า C.B.R. Test และ Field C.B.R. Test มาเปรียบเทียบทำให้ทราบว่า ค่า C.B.R. ขึ้นอยู่กับชั้นพื้น Subgrade และ ค่า C.B.R. Test ในดินทรายผสมสาร Latex สูงกว่าดินทรายธรรมดา

4.3การศึกษาเปรียบเทียบ latex Styrene acrylic กับ ยางธรรมชาติ แสดงดังตาราง4.6

ตารางที่4.6การศึกษาเปรียบเทียบ latex Styrene acrylic กับ ยางธรรมชาติ

ชนิด	latex Styrene acrylic	ยางธรรมชาติ
โครงสร้างทางเคมี	 สูตรโครสร้างของยาง SBR	
ความหนาแน่น	1-1.2 g/cm^3	0.93 g/cm^3
อุณหภูมิที่ใช้งาน	-50 ถึง 100 องศาเซลเซียส ลักษณะทางกายภาพเสถียร	-50 ถึง 100 องศาเซลเซียส ลักษณะทางกายภาพไม่เสถียร
ความสามารถทนความร้อน	ทนความร้อน	ไม่ทนความร้อน
อุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว	-55 องศาเซลเซียส	-75 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาได้ตั้งวัตถุประสงค์ 3 ประการ

1)เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นในมวลดิน (Moisture Content) ที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้เกิดความหนาแน่นแห้ง (Dry Density) เพื่อนำไปใช้ในการบดอัดถนน การศึกษา Compaction Test เพื่อหาความชื้นที่เหมาะสมจะได้ว่า ดินที่ผสมLatex 1%, 3%, 5%จะมีค่า Optimum Moisture Content 10.2%, 9.8%, 9.6% ตามลำดับ และมีค่า Maximum Dry Density 1.809 g/cc, 1.829 g/cc, 1.838 g/cc ตามลำดับ

2)เพื่อศึกษาปริมาณสารที่ผสมเพิ่ม (Latex) ที่เหมาะสมที่สุดที่เพิ่มกำลังรับแรงอัดของดิน โดยวิเคราะห์จาก %) C.B.R. ของดินตัวอย่างจากการทดสอบC.B.R.เพื่อหาปริมาณสาร Latex ที่เหมาะสมที่สุด จากผลการทดสอบคือ C.B.R. ของดินธรรมดามีค่าเท่ากับ 24.95% ค่า C.B.R ของดินที่ผสมสาร5% ค่าเท่ากับ 111.29% ซึ่งค่า C.B.R. ที่เพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ความชื้นในมวลดิน ยิ่งความชื้นน้อยค่าC.B.R.ยิ่งมาก

3) เพื่อศึกษาผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมและความแข็งที่ต่างกันของพื้นรองของดินผสมสารLatexว่ามีผลกระทบอย่างไรต่อค่าC.B.R.จากการทดสอบภาคสนามเพื่อดูผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมภายนอก และเปรียบเทียบการบดอัดบนพื้นคอนกรีตและดินเหนียวซึ่งผลการทดสอบผสมสาร latex5%ทิ้งไว้28วันได้ค่าดังนี้ C.B.R.บนคอนกรีตเท่ากับ 39.88% และ C.B.R.บนดินเหนียวเท่ากับ 27.72% สรุปว่าพื้นที่มีความแข็งมากกว่าจะมีค่าC.B.R.ที่มากกว่า

5.2 ข้อเสนอแนะ

1.การเปลี่ยนชนิดดินจาก SP-SM เป็นดินที่มีค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านที่ดี จะทำให้ latex พัฒนากำลังได้ดีขึ้น

2.การเปลี่ยนสภาพพื้นดินจากดินเหนียวและคอนกรีต เป็นพื้นที่มีค่าความกำลังสูง จะทำให้ค่า CBR มีกำลังสูงขึ้น

3.การศึกษาสังเกตได้ว่าการเพิ่มปริมาณสารทำให้ปริมาณความชื้นในมวลดินลดลงดั้งนั้นควรศึกษาวิธีการผสมเพื่อให้ได้ความชื้นที่น้อยลง เพื่อให้มีการพัฒนากำลังที่เร็วขึ้น

4.ศึกษาวิธีการเพิ่มคุณสมบัติของสาร latex อาทิ การบ่ม การกวน เป็นต้น

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

1.การระบายความชื้นในมวลดินค่อนข้างช้า ส่งผลให้การพัฒนากำลังรับแรงอัด C.B.R. ได้ช้า

2.การทดสอบสนามไม่สามารถควบคุมความชื้น และอุณภูมิ ส่งผลให้กำลังรับแรงอัด C.B.R มีค่าน้อยกว่าที่ควรจะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] วิธีการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน. (Standard Compaction Test) “มทช. (ท) 501.1-2545”. [Online].
Avaiable : http://www.trec.in.th/dorr/goodroad/wp- f/คู่มือหมวดงานทดสอบ. (2545)

[2] วิธีการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม. (FIELD DENSITY TEST) “มทช. (ท) 501.4-2545”. [Online].
Avaiable : http://research.drr.go.th/sites/research.drr.go.th/files/mthch.th501.4-2545.pdf. (2545)

[3] วิธีการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) “มทช. (ท) 501.3-2545”. [Online].
Avaiable : http://research.drr.go.th/sites/research.drr.go.th/files/mthch.th501.3-2545.pdf. (2545)

[4] มาตรฐานงานทาง กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย. [Online].
Avaiable : http://subsites.dpt.go.th/edocument/images/pdf/sd_work/std2100.pdf. (2557)

[5] มาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวงชนบท. [Online].
Avaiable : http://drr15.drr.go.th/sites/drr15.drr.go.th//files/drr15%209-6-60.PDF. (2560)

[6] นายสถิต ชินอ่อน. (2556) คุณสมบัติการบดอัดและค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) ของดินถมคันทาง.
Avaiable : https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20180221171252_1_file.pdf. (2556)

[7] สำนักวิเคราะห์ วิจัยและพัฒนา. (2545) มาตรฐานวัสดุชั้นรองพื้นทาง. มทช.(ท) 202-2545 กรมทางหลวงชนบท

[8] สำนักวิเคราะห์ วิจัยและพัฒนา. (2545) มาตรฐานวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก มทช.(ท) 203-2545 กรมทางหลวงชนบท

[9] สำนักวิเคราะห์ วิจัยและพัฒนา. (2545) มาตรฐานวัสดุคัดเลือก มทช.(ท) 204-2545 กรมทางหลวงชนบท

[10] สำนักวิเคราะห์ วิจัยและพัฒนา. (2545) มาตรฐานงานชั้นรองพื้นทาง มทช.(ท) 222-2545 กรมทางหลวงชนบท

[11] สำนักวิเคราะห์ วิจัยและพัฒนา. (2545) มาตรฐานงานชั้นพื้นทาง มทช.(ท) 223-2545 กรมทางหลวงชนบท

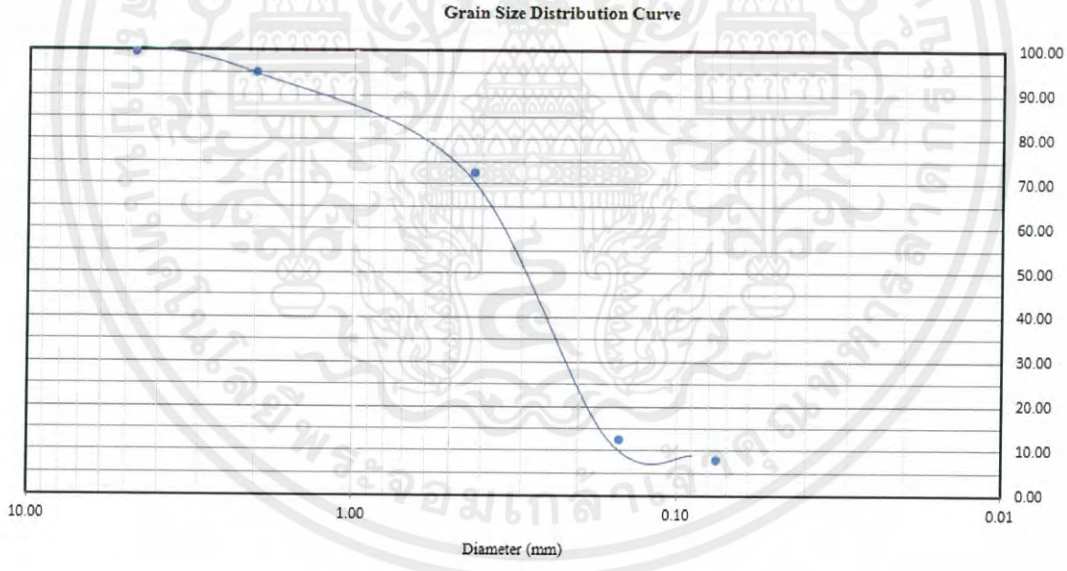
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบ Soil Classification

ตารางที่ ก 1 ผลการทดสอบ Soil Classification ครั้งที่ 1

Tray NO.			1				
Weight of tray ,g							
Weight of tray + Dry soil ,g							
Weight of Dry soil ,g			2000.00				
Sieves Standard			American Standard				
Sieves NO.	Sieves Opening ,mm	Weight of Sieves ,g	Weight of Sieves + Soil ,g	Weight of Soil Retained ,g	Cumulative Retained ,g	Cumulative Retained ,%	Percent Finer ,%
1/2"	12.5	788.9	788.9	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5	790.29	794.29	4.00	4.00	0.20	99.80
4	4.75	761.10	769.02	7.92	7.92	0.40	99.60
10	2.00	638.43	728.41	89.98	97.90	4.90	95.11
40	0.43	370.53	824.93	454.40	552.30	27.62	72.39
100	0.15	515.82	1710.00	1194.18	1746.48	87.32	12.68
200	0.08	514.84	606.98	92.14	1838.62	91.93	8.07
PAN	-	318.14	479.47	161.33	1999.95	100.00	0.00



D_{10}=0.16mm D_{30}=0.23mm D_{60}=0.35 mm

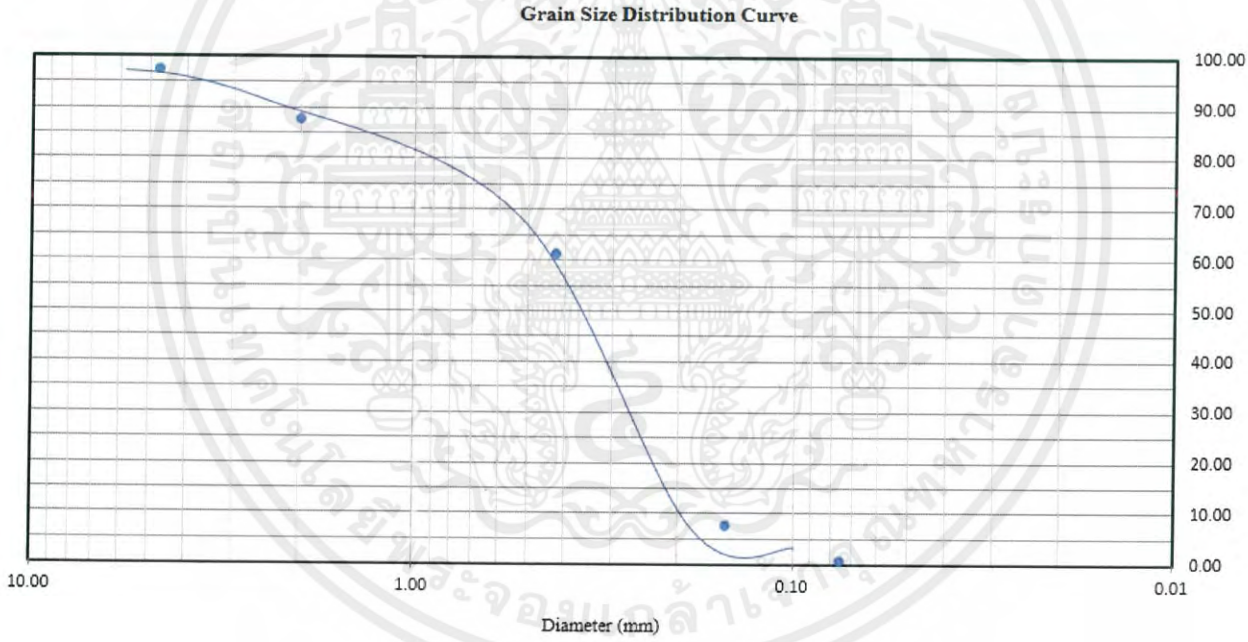
$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.19$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = 0.94$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 2 ผลการทดสอบ Soil Classification ครั้งที่ 2

Tray NO.			1				
Weight of tray ,g			120				
Weight of tray + Dry soil ,g			1305.00				
Weight of Dry soil ,g			1185.00				
Sieves Standard			American Standard				
Sieves NO.	**Sieves Opening ,mm**	**Weight of Sieves ,g**	**Weight of Sieves + Soil ,g**	**Weight of Soil Retained ,g**	**Cumulative Retained ,g**	**Cumulative Retained ,%**	**Percent Finer ,%**
1/2"	12.5	800	800	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.75	680.00	710.00	30.00	30.00	2.53	97.47
10	2.00	380.00	495.00	115.00	145.00	12.24	87.76
40	0.43	575.00	890.00	315.00	460.00	38.82	61.18
100	0.15	515.00	1150.00	635.00	1095.00	92.41	7.59
200	0.08	275.00	355.00	80.00	1175.00	99.16	0.84
PAN	-	375.00	395.00	20.00	1195.00	100.84	-0.84



D_{10}=0.2mm D_{30}=0.28mm D_{60}=0.43mm

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.15$$

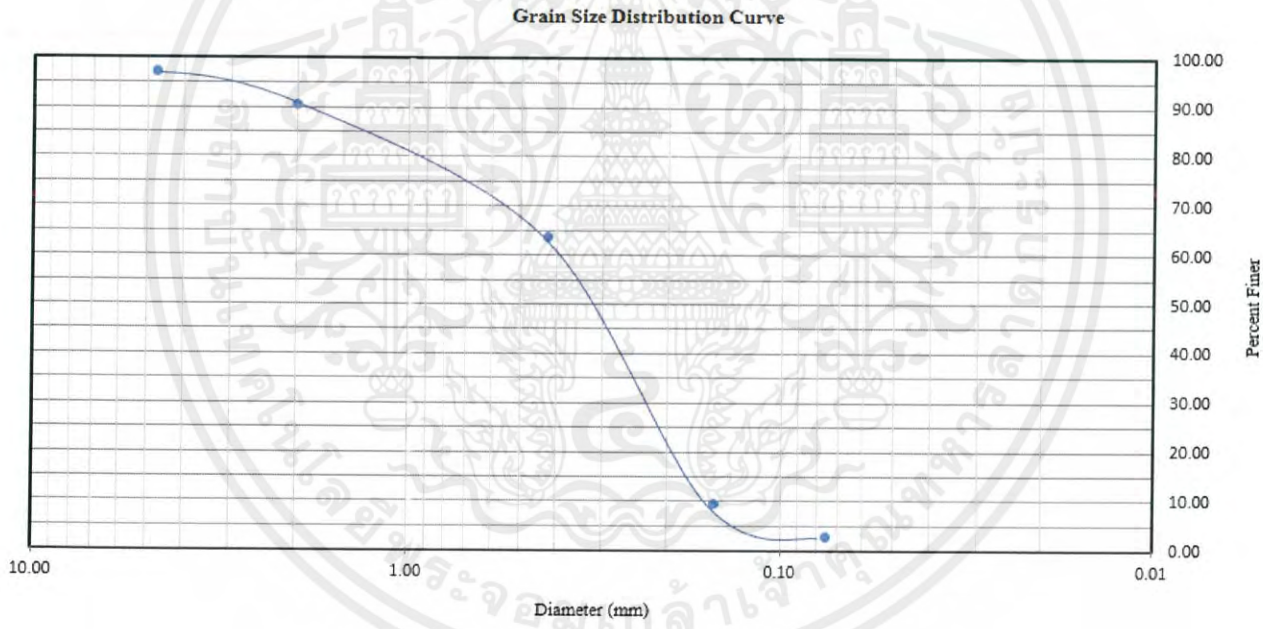
$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = 1.31$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 3 ผลการทดสอบ Soil Classification ครั้งที่ 3

Tray NO.	1
Weight of tray ,g	120
Weight of tray + Dry soil ,g	1385.00
Weight of Dry soil ,g	1265.00
Sieves Standard	American Standard

Sieves NO.	Sieves Opening ,mm	Weight of Sieves ,g	Weight of Sieves + Soil ,g	Weight of Soil Retained ,g	Cumulative Retained ,g	Cumulative Retained ,%	Percent Finer ,%
1/2"	12.5	800	800	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.75	680.00	715.00	35.00	35.00	2.77	97.23
10	2.00	380.00	465.00	85.00	120.00	9.49	90.51
40	0.43	575.00	915.00	340.00	460.00	36.36	63.64
100	0.15	515.00	1200.00	685.00	1145.00	90.51	9.49
200	0.08	275.00	360.00	85.00	1230.00	97.23	2.77
PAN	-	375.00	405.00	30.00	1260.00	99.60	0.40



D_{10}=0.18mm D_{30}=0.24mm D_{60}=0.40mm

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.22$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = 0.8$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบ Compaction Test

ตารางที่ ข 1 ผลการทดสอบ Compaction Test ของดินทรายผสม Latex 1 %

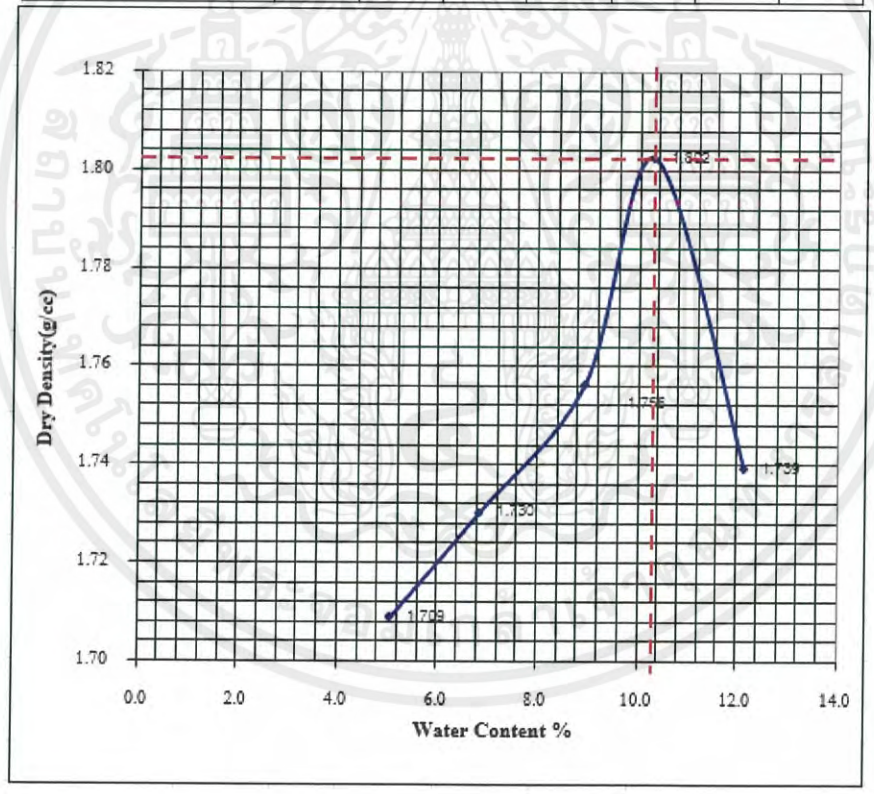
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 329 - 8333

COMPACTION TEST

(Refer to ASTM D698)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road
Location : -
Sample From : Lab 5 Compaction
Sample Description : ดินทราย **Type of Testing** Modified Proctor

Determination No.	1	2	3	4	5	6	7
Water content , w	5.07	6.86	8.94	10.29	12.16		
Dry density, Gd	1.71	1.73	1.76	1.80	1.74		



Maximum Dry Density =	**1.806**	**g/cc**
Optimum Moisture Content =	**10.80**	**%**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 329 - 8333

COMPACTION TEST

(Refer to ASTM D698)

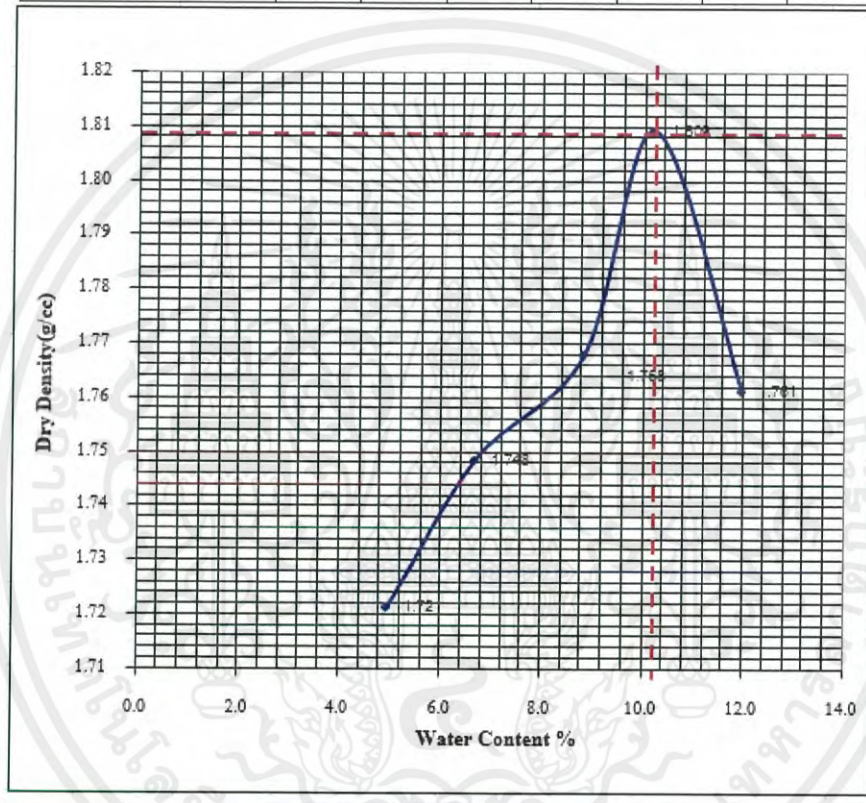
Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

Location : -

Sample From : Lab 5 Compaction

Sample Description : ดินทราย **Type of Testing** Modified Proctor

Determination No.	1	2	3	4	5	6	7
Water content , w	4.94	6.67	8.83	10.18	11.96		
Dry density, Gd	1.72	1.75	1.77	1.81	1.76		



Maximum Dry Density =	**1.809**	**g/cc**
Optimum Moisture Content =	**10.20**	**%**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข 2 ผลการทดสอบ Compaction Test ของดินทรายผสม Latex 3 %

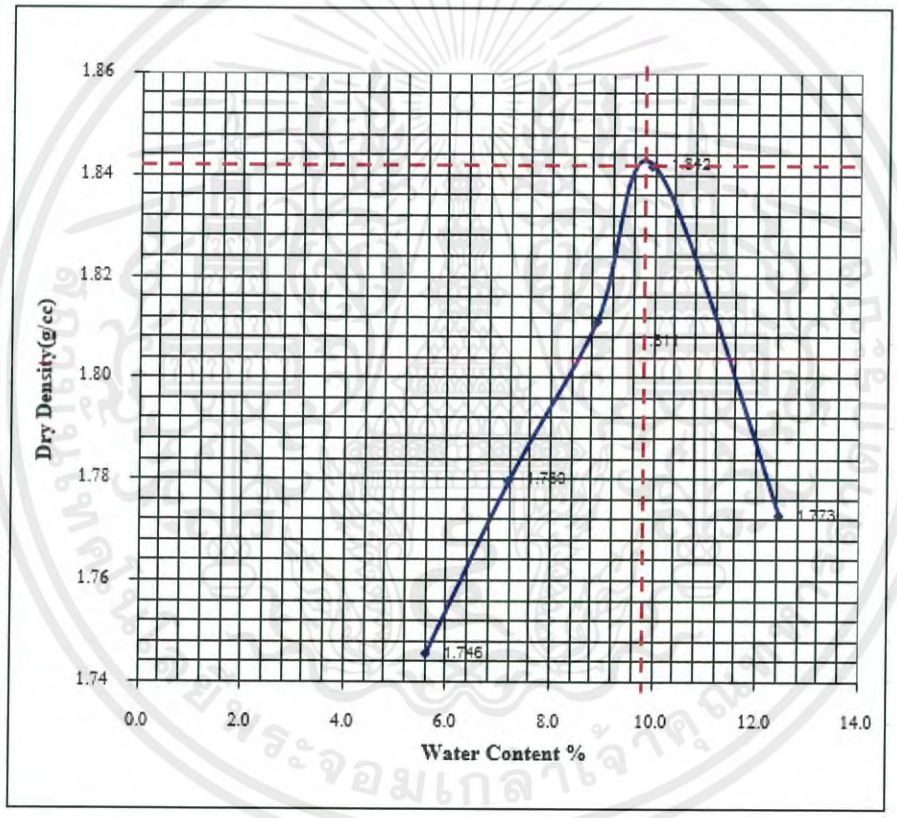
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 329 - 8333

COMPACTION TEST

(Refer to ASTM D698)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road
Location : -
Sample From : Lab 5 Compaction
Sample Description : ดินทราย **Type of Testing** Modified Proctor

Determination No.	1	2	3	4	5	6	7
Water content , w	5.62	7.19	8.88	9.96	12.44		
Dry density, Gd	1.75	1.78	1.81	1.84	1.77		



Maximum Dry Density	**=**	**1.806**	**g/cc**
Optimum Moisture Content	**=**	**10.80**	**%**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

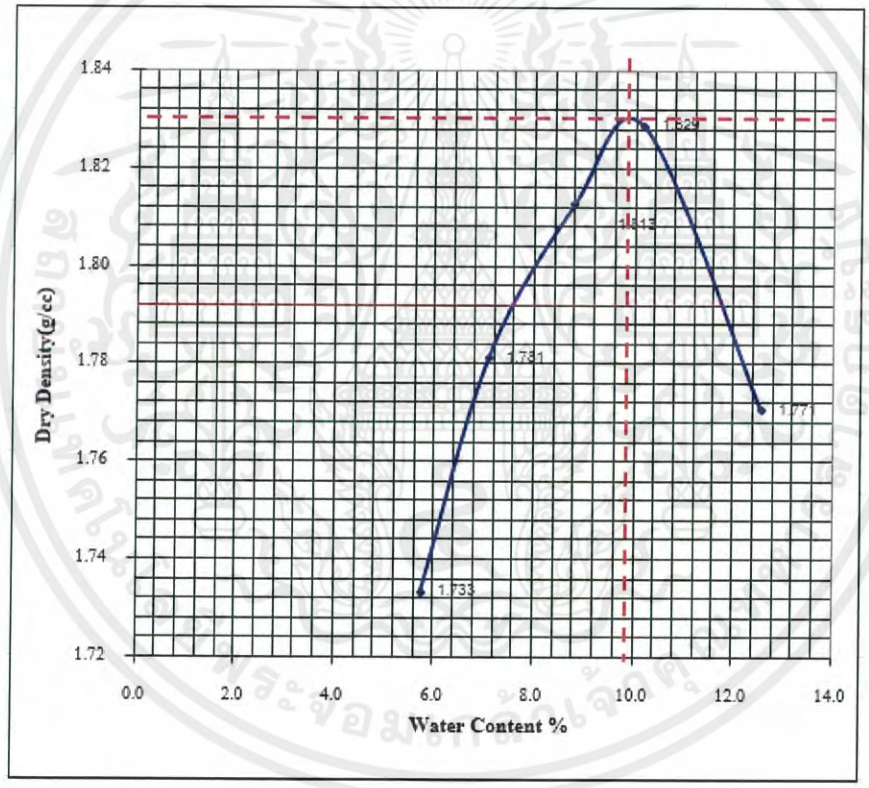
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 329 - 8333

COMPACTION TEST

(Refer to ASTM D698)

Project :	Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road		
Location :	-		
Sample From :	Lab 5 Compaction		
Sample Description :	ดินทราย	**Type of Testing**	Modified Proctor

Determination No.	1	2	3	4	5	6	7
Water content , w	5.75	7.11	8.79	10.17	12.58		
Dry density, Gd	1.73	1.78	1.81	1.83	1.77		



Maximum Dry Density	**=**	**1.829**	**g/cc**
Optimum Moisture Content	**=**	**9.80**	**%**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข 3 ผลการทดสอบ Compaction Test ของดินทรายผสม Latex 5 %

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 329 - 8333

COMPACTION TEST

(Refer to ASTM D698)

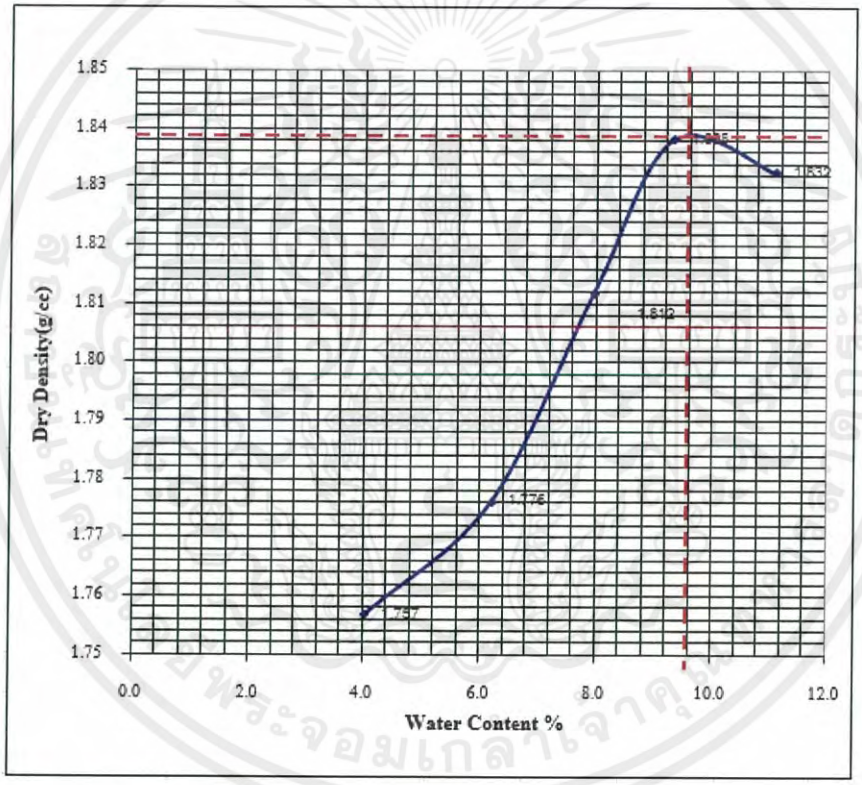
Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

Location : -

Sample From : Lab 5 Compaction

Sample Description : ดินทราย **Type of Testing** Modified Proctor

Determination No.	1	2	3	4	5	6	7
Water content , w	4.03	6.21	7.96	9.31	11.11		
Dry density, Gd	1.76	1.78	1.81	1.84	1.83		



Maximum Dry Density	**=**	**1.838**	**g/cc**
Optimum Moisture Content	**=**	**9.60**	**%**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

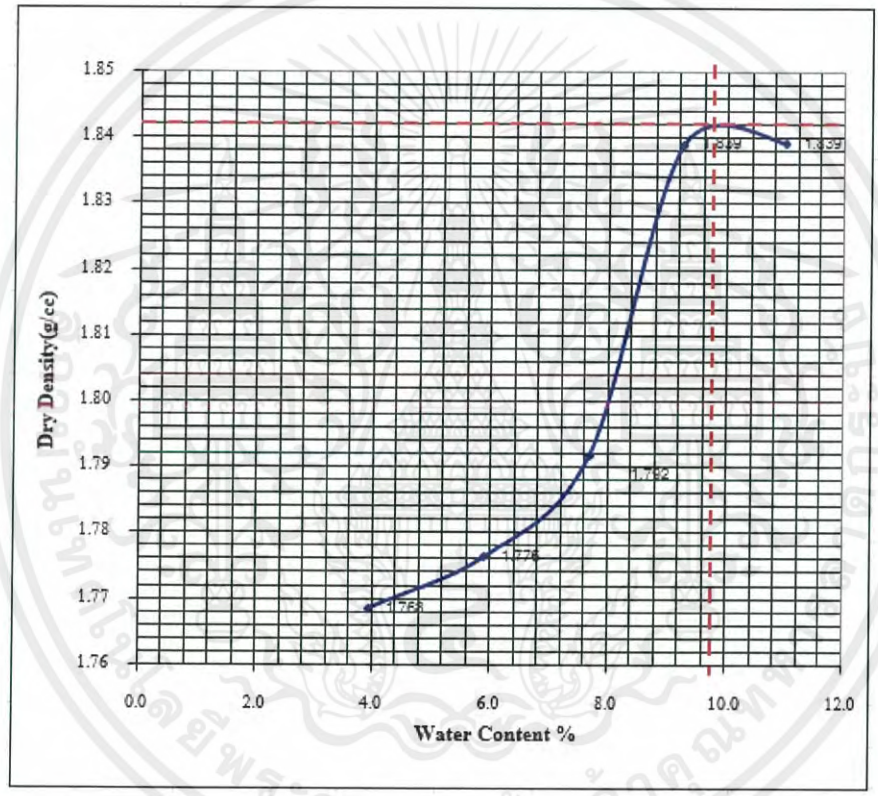
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 329 - 8333

COMPACTION TEST

(Refer to ASTM D698)

Project :	Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road		
Location :	-		
Sample From :	Lab 5 Compaction		
Sample Description :	ดินทราย	**Type of Testing**	Modified Proctor

Determination No.	1	2	3	4	5	6	7
Water content , w	3.95	5.90	7.68	9.27	11.00		
Dry density, Gd	1.77	1.78	1.79	1.84	1.84		



Maximum Dry Density	**=**	**1.806**	**g/cc**
Optimum Moisture Content	**=**	**10.80**	**%**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผลการทดสอบ California Bearing Ratio Test

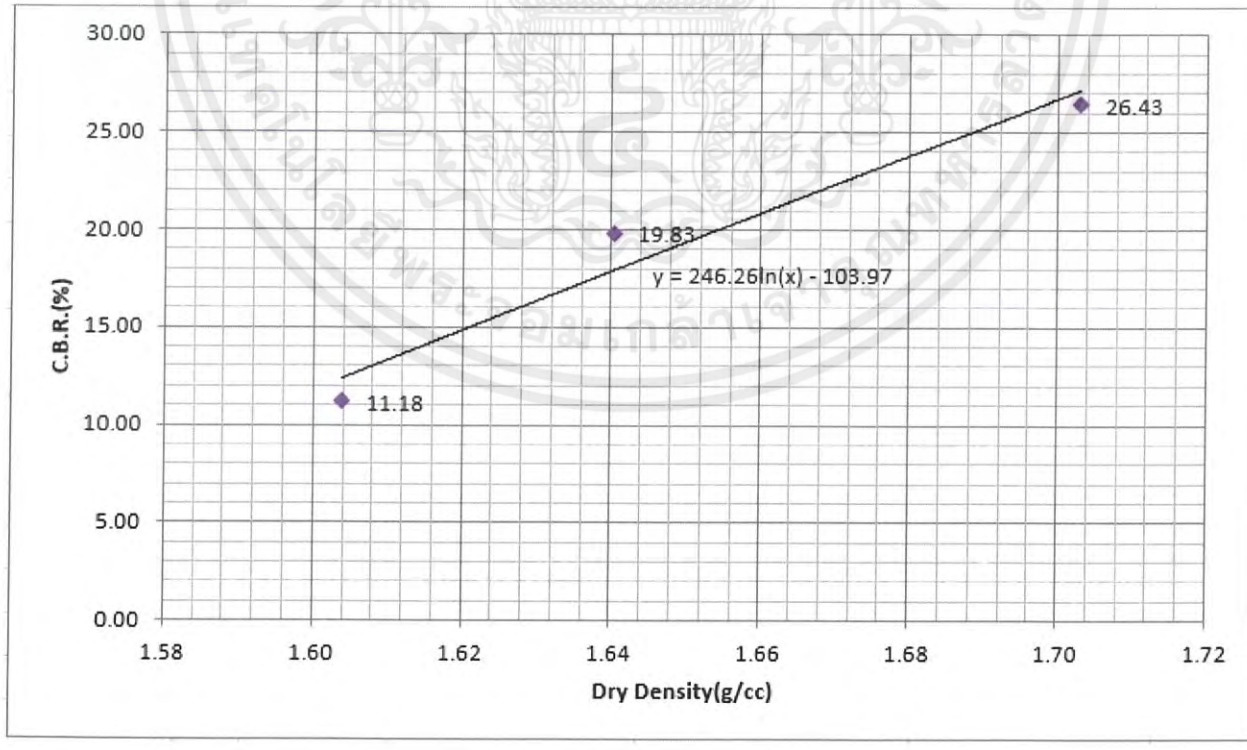
ตารางที่ ค 1 ผลการทดสอบ C.B.R. Test ของดินทราย

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333
SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)
(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road
Location : -
Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)
Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.60	11.18	-
25	1.64	19.83	-
56	1.70	26.43	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.790 g/cc.
95% Compaction (Modified Proctor) 1.701 g/cc. C.B.R. 26.85 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

Location : -

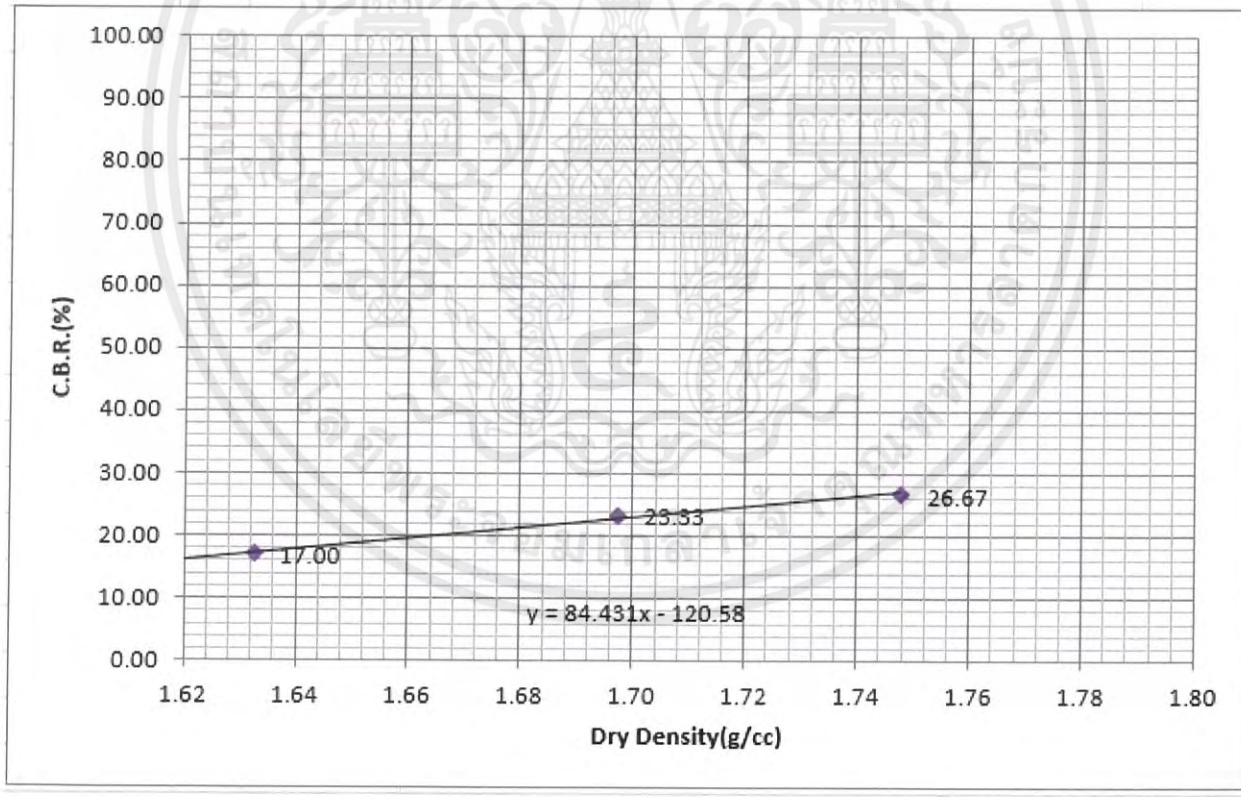
Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)

Sample Description : 0 **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.63	17.00	-
25	1.70	23.33	-
56	1.75	26.67	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.79 g/cc.

95% Compaction (Modified Proctor) 1.70 g/cc. C.B.R 23.04 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

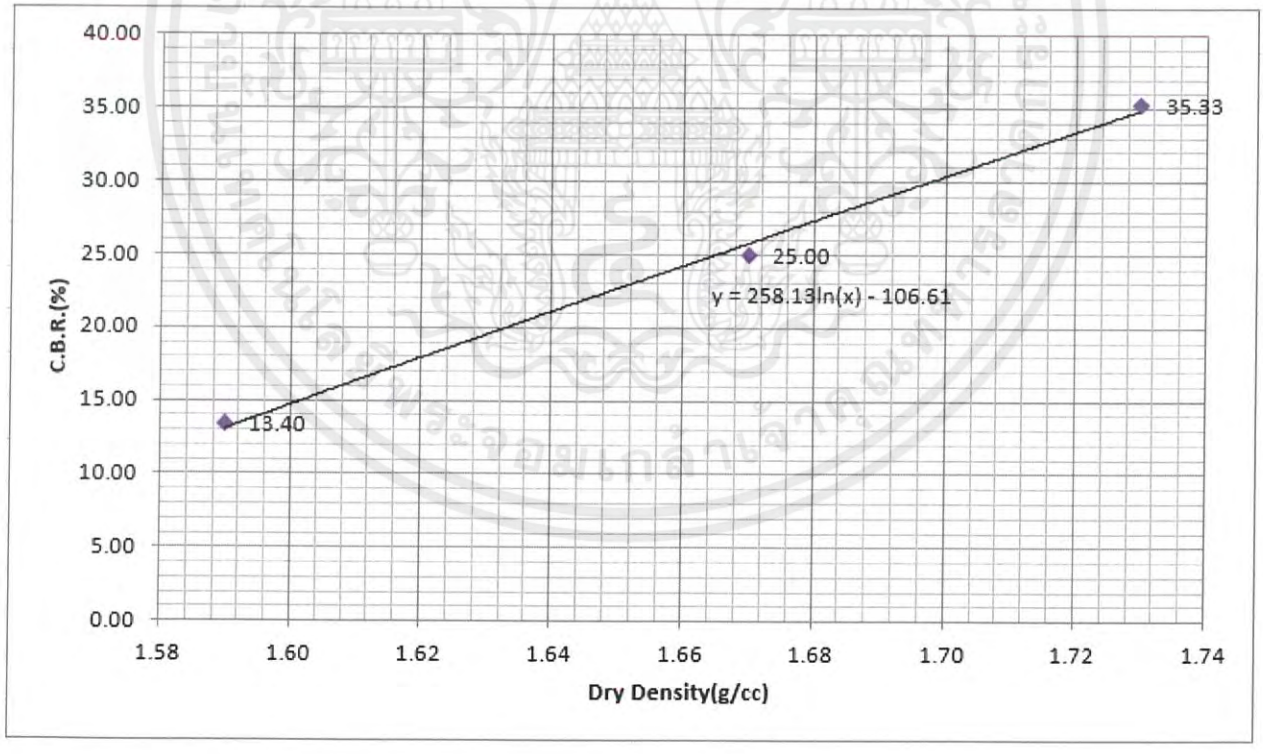
ตารางที่ ค 2 ผลการทดสอบ C.B.R. Test ของดินทรายที่ผสมสาร Latex 1 % หลังทิ้งไว้ 1วัน

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333
SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)
(Refer ASTM D1883)

Project :	Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road		
Location :	-		-
Sample From :	Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)		
Sample Description :	ทราย	**Type of Compaction :**	Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.59	13.40	-
25	1.67	25.00	-
56	1.73	35.33	-

100% Compaction (Modified Proctor)	1.809	g/cc.			
95% Compaction (Modified Proctor)	1.719	g/cc.	C.B.R.	33.23	%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

Location : -

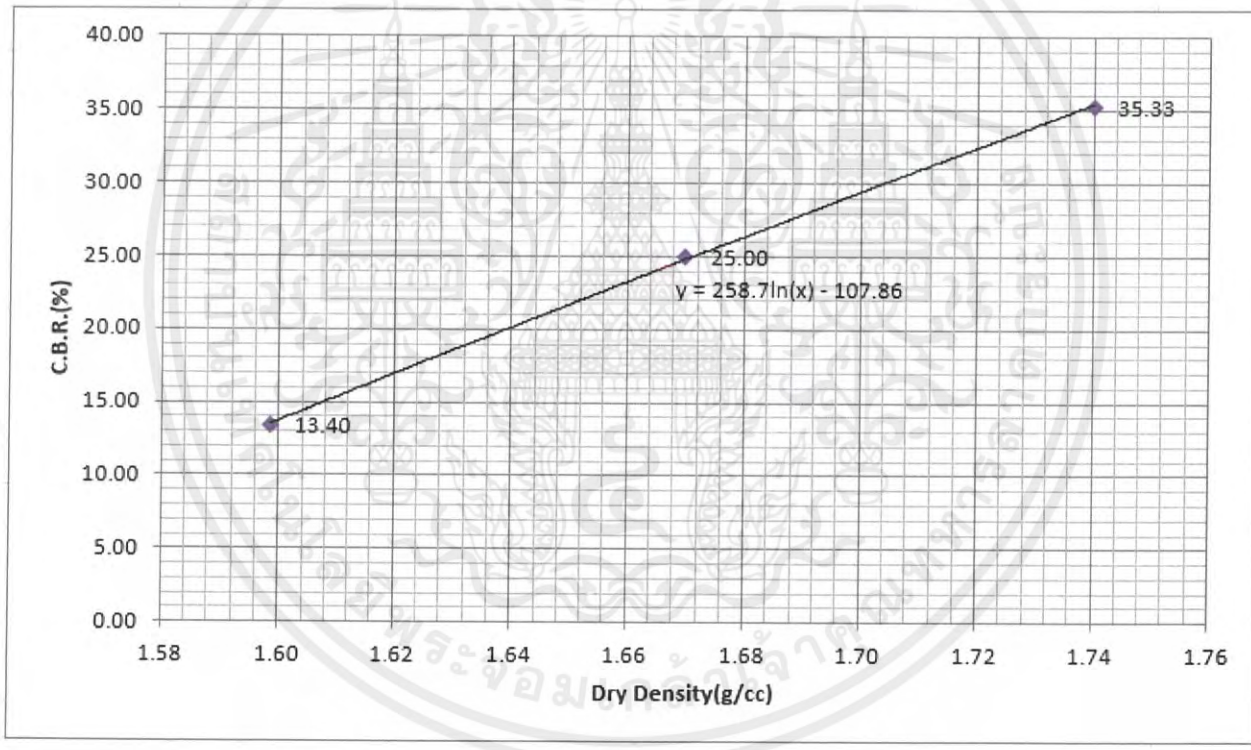
Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)

Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.60	13.40	-
25	1.67	25.00	-
56	1.74	35.33	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.809 g/cc.

95% Compaction (Modified Proctor) 1.719 g/cc. C.B.R. 32.29 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

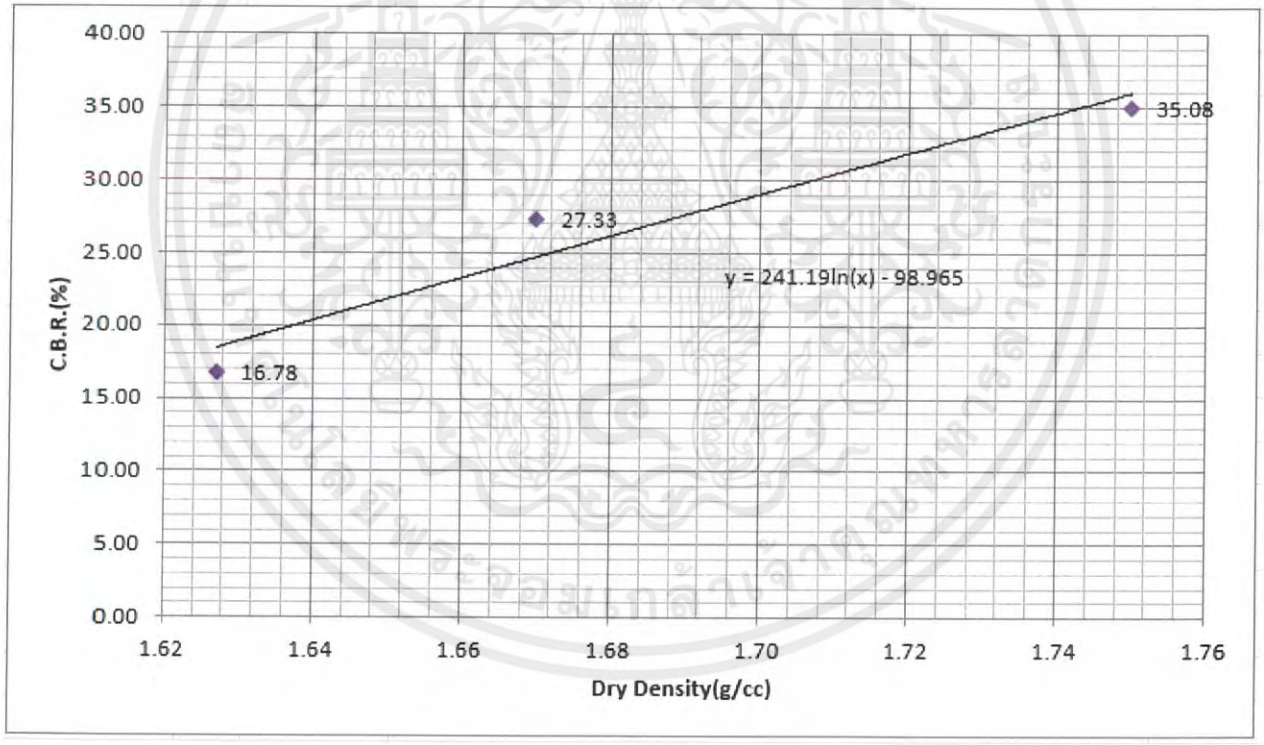
ตารางที่ ค 3 ผลการทดสอบ C.B.R. Test ของดินทรายที่ผสมสาร Latex 3 % หลังทิ้งไว้ 1วัน

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333
SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)
(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road
Location : -
Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)
Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.63	16.78	-
25	1.67	27.33	-
56	1.75	35.08	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.829 g/cc.
95% Compaction (Modified Proctor) 1.738 g/cc. C.B.R. 34.33 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

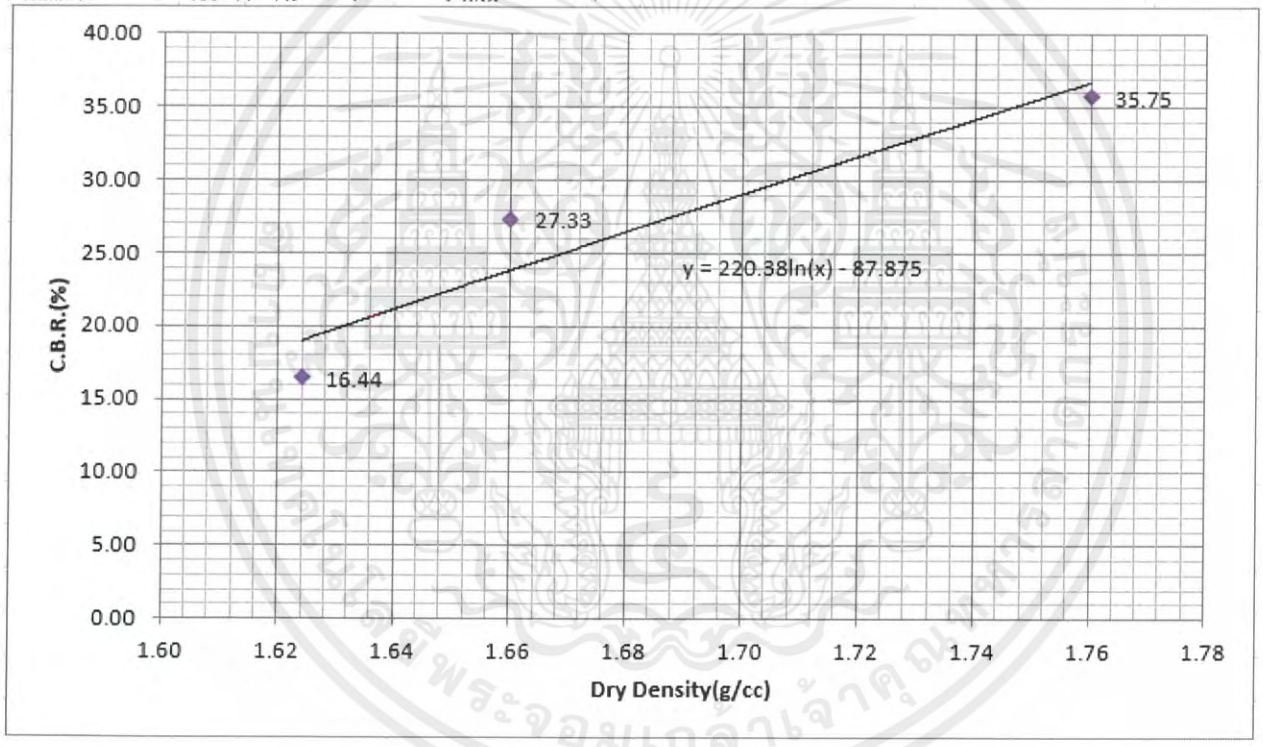
Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

Location : -

Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)

Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.62	16.44	-
25	1.66	27.33	-
56	1.76	35.75	-



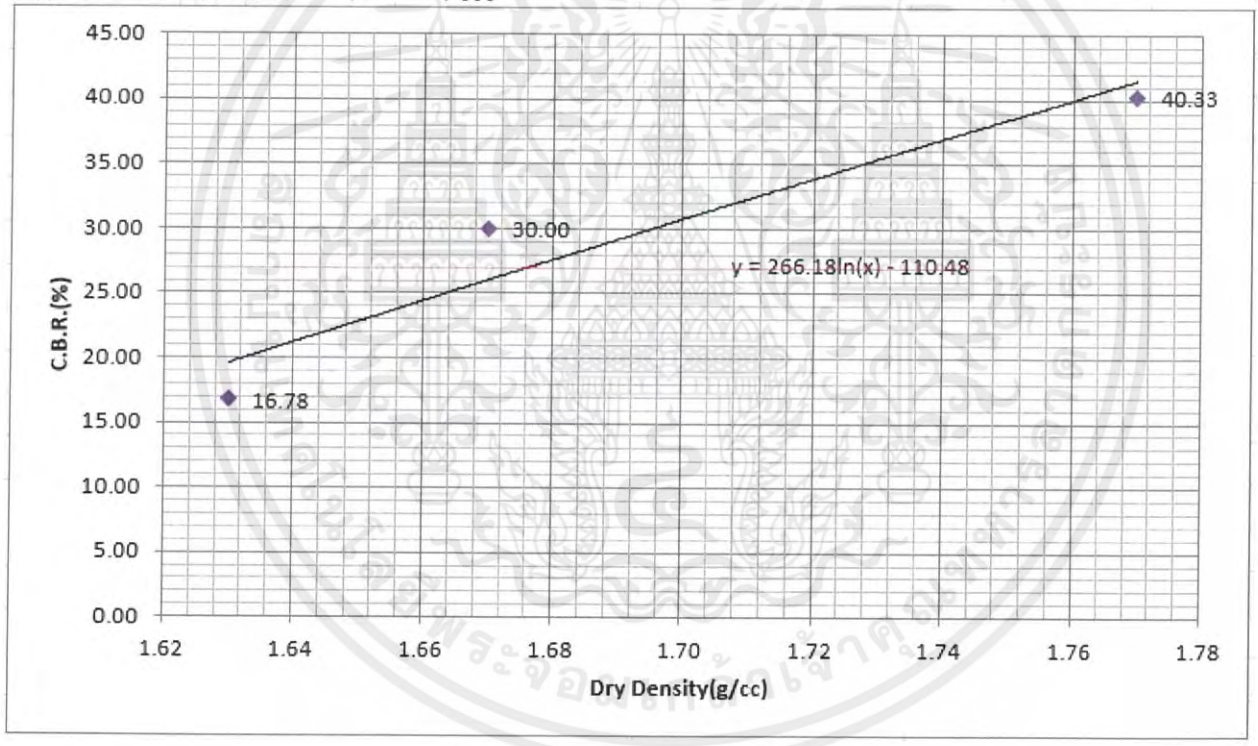
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 4 ผลการทดสอบ C.B.R. Test ของดินทรายที่ผสมสาร Latex 5 % หลังทิ้งไว้ 1วัน

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333
SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)
(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road
Location : -
Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)
Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.63	16.78	-
25	1.67	30.00	-
56	1.77	40.33	-



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

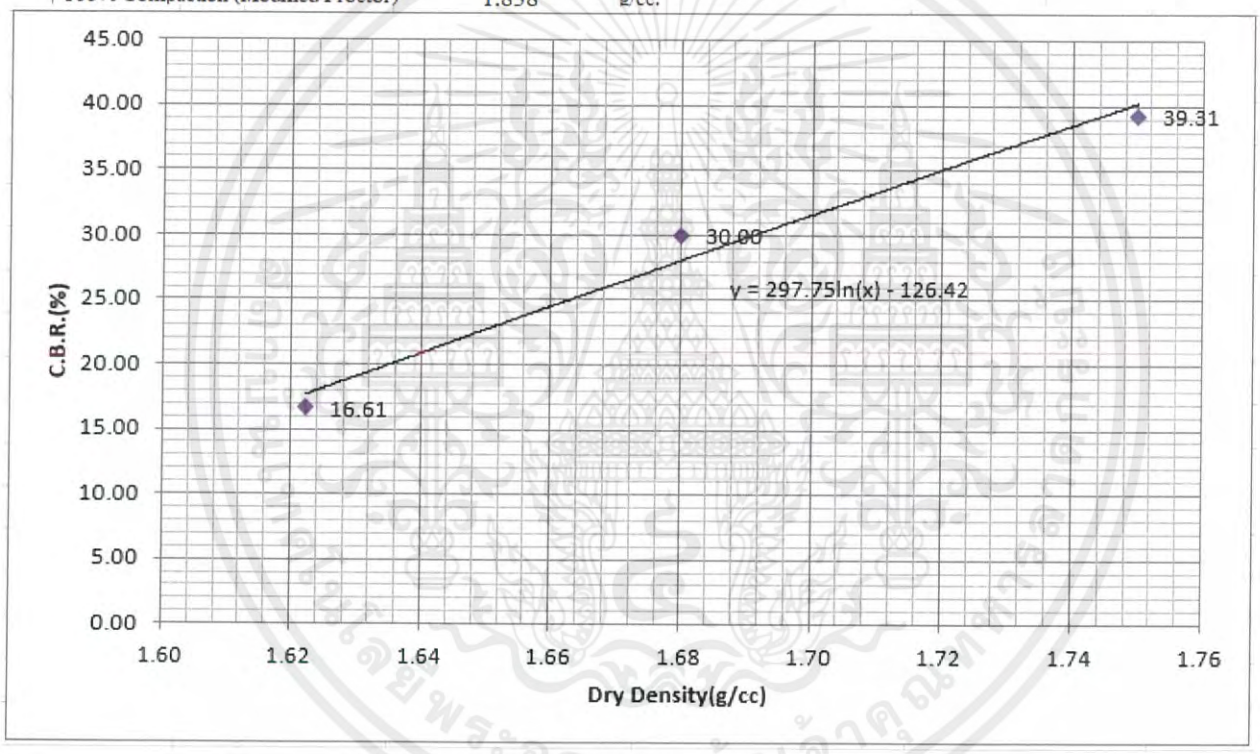
Location : -

Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)

Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.62	16.61	-
25	1.68	30.00	-
56	1.75	39.31	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.838 g/cc.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

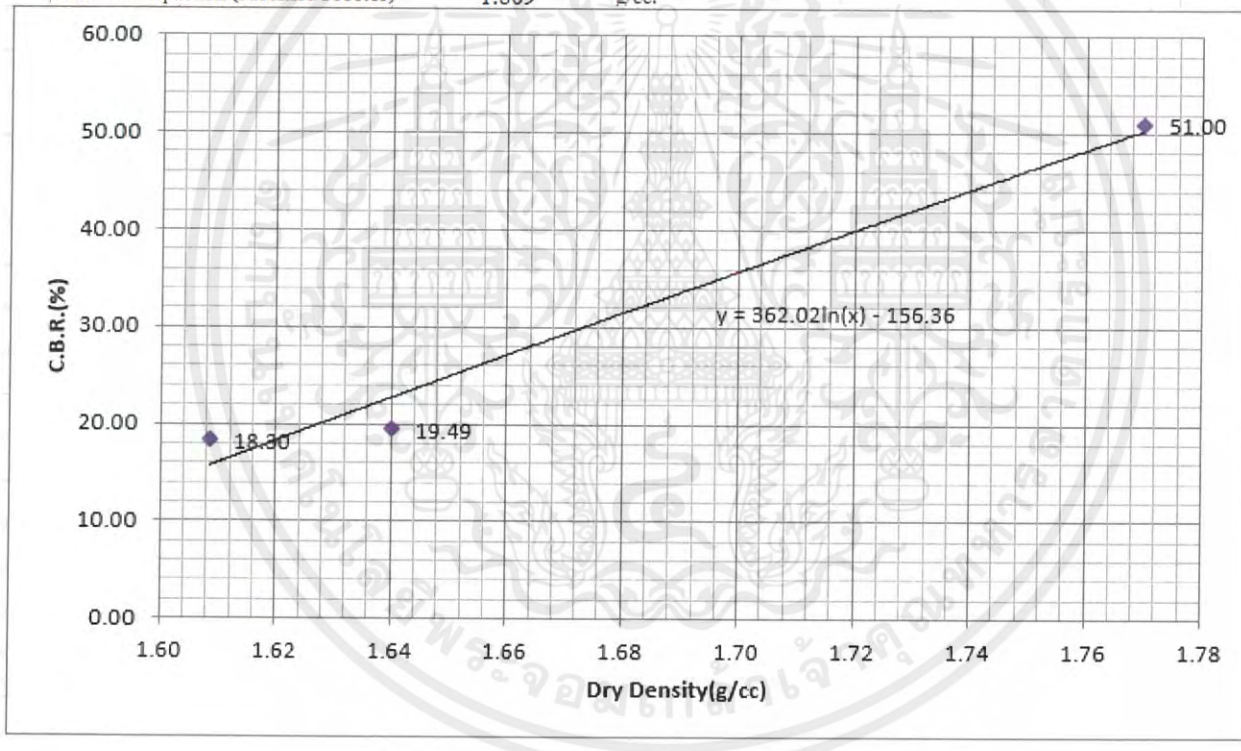
ตารางที่ ค 5 ผลการทดสอบ C.B.R. Test ของดินทรายที่ผสมสาร Latex 1 % หลังทิ้งไว้ 3วัน

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333
SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)
(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road
Location : -
Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)
Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.61	18.30	-
25	1.64	19.49	-
56	1.77	51.00	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.809 g/cc.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

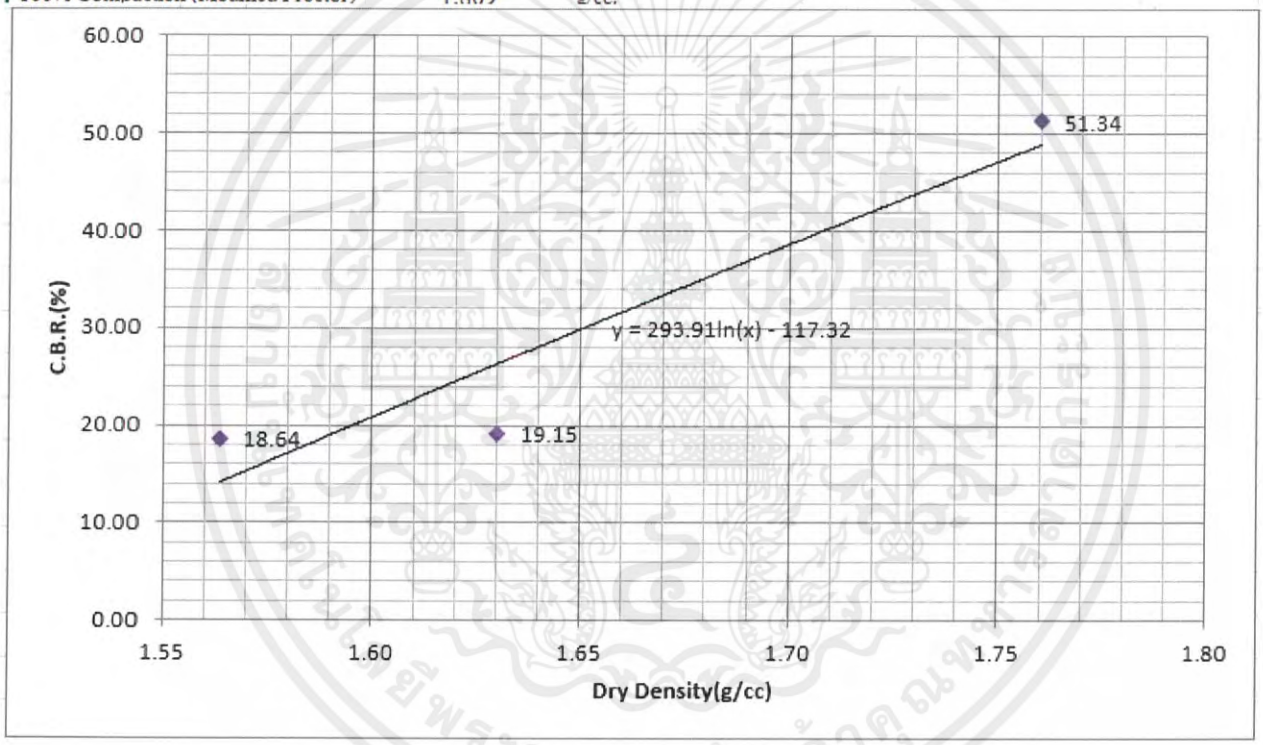
Location : -

Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)

Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.56	18.64	-
25	1.63	19.15	-
56	1.76	51.34	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.809 g/cc.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 6 ผลการทดสอบ C.B.R. Test ของดินทรายที่ผสมสาร Latex 3 % หลังทิ้งไว้ 3วัน

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

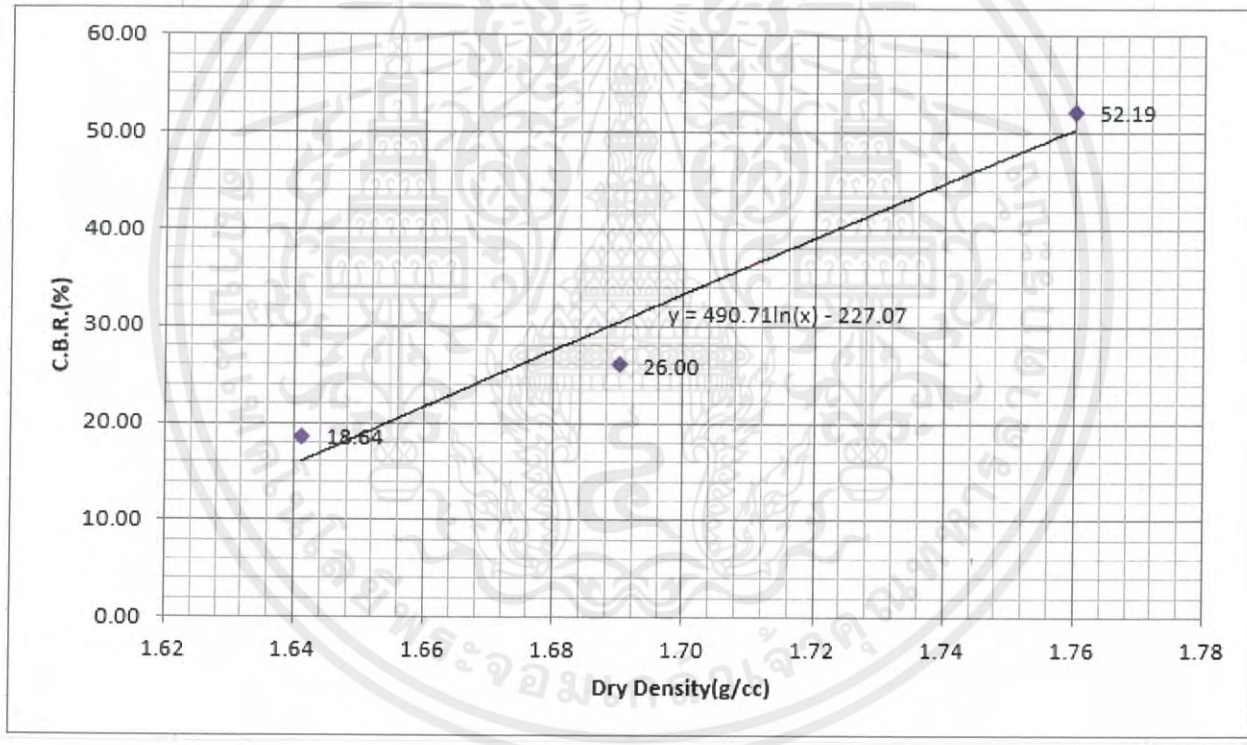
Location : -

Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)

Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.64	18.64	-
25	1.69	26.00	-
56	1.76	52.19	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.829 g/cc.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

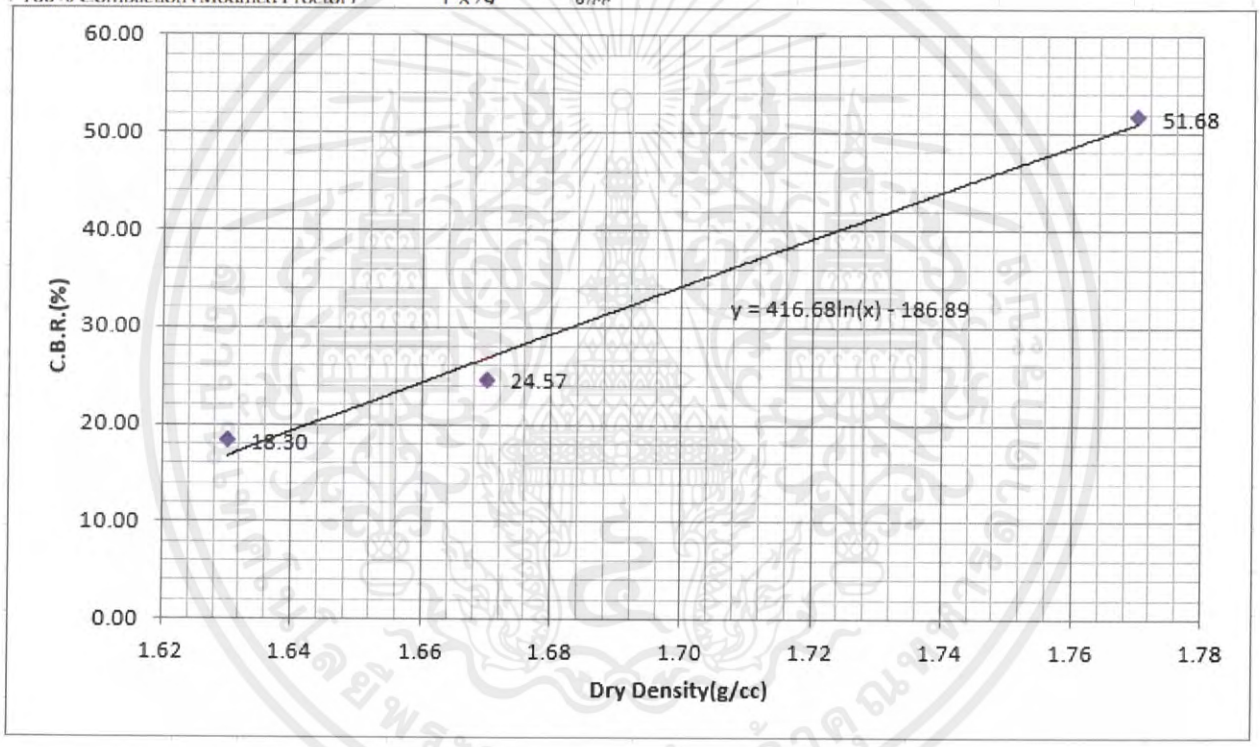
Location : -

Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)

Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.63	18.30	-
25	1.67	24.57	-
56	1.77	51.68	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.829 g/cc



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

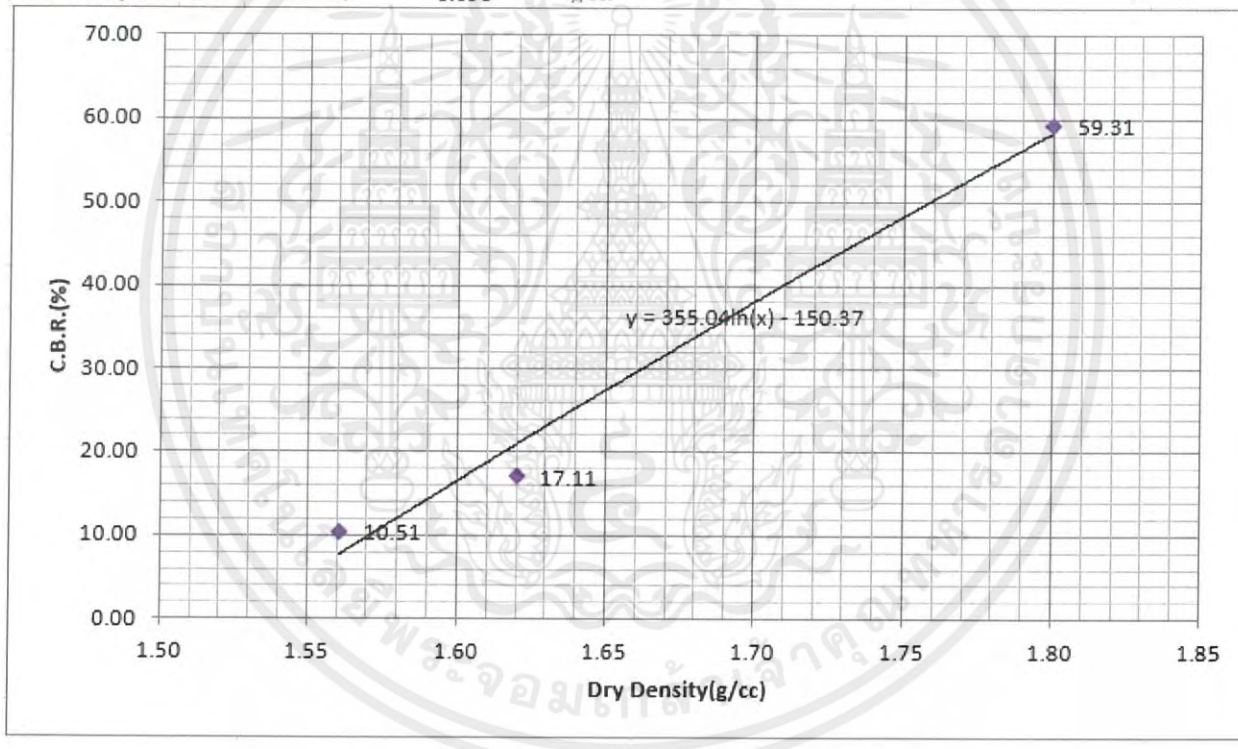
ตารางที่ ค 7 ผลการทดสอบ C.B.R. Test ของดินทรายที่ผสมสาร Latex 5 % หลังทิ้งไว้ 3วัน

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333
SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)
(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road
Location : -
Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)
Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.56	10.51	-
25	1.62	17.11	-
56	1.80	59.31	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.838 g/cc.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

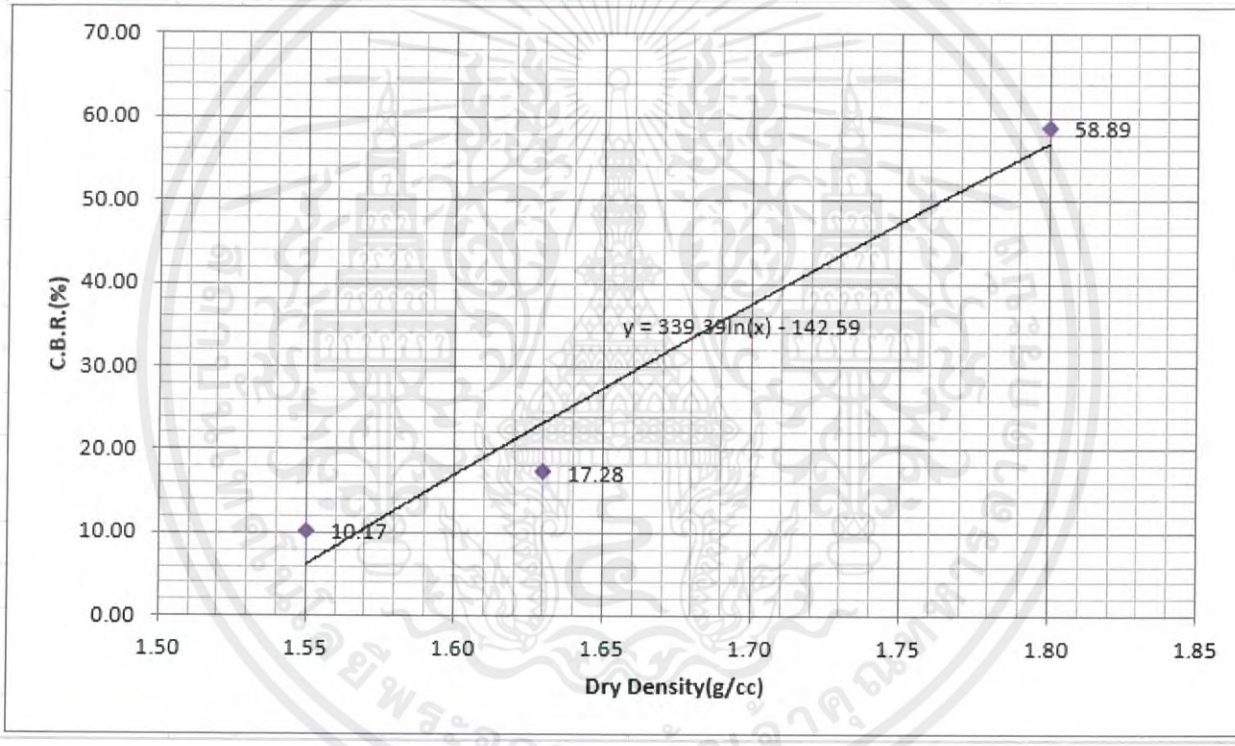
Location : -

Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)

Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.55	10.17	-
25	1.63	17.28	-
56	1.80	58.89	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.838 g/cc.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 8 ผลการทดสอบ C.B.R. Test ของดินทรายที่ผสมสาร Latex 1 % หลังทิ้งไว้ 7วัน

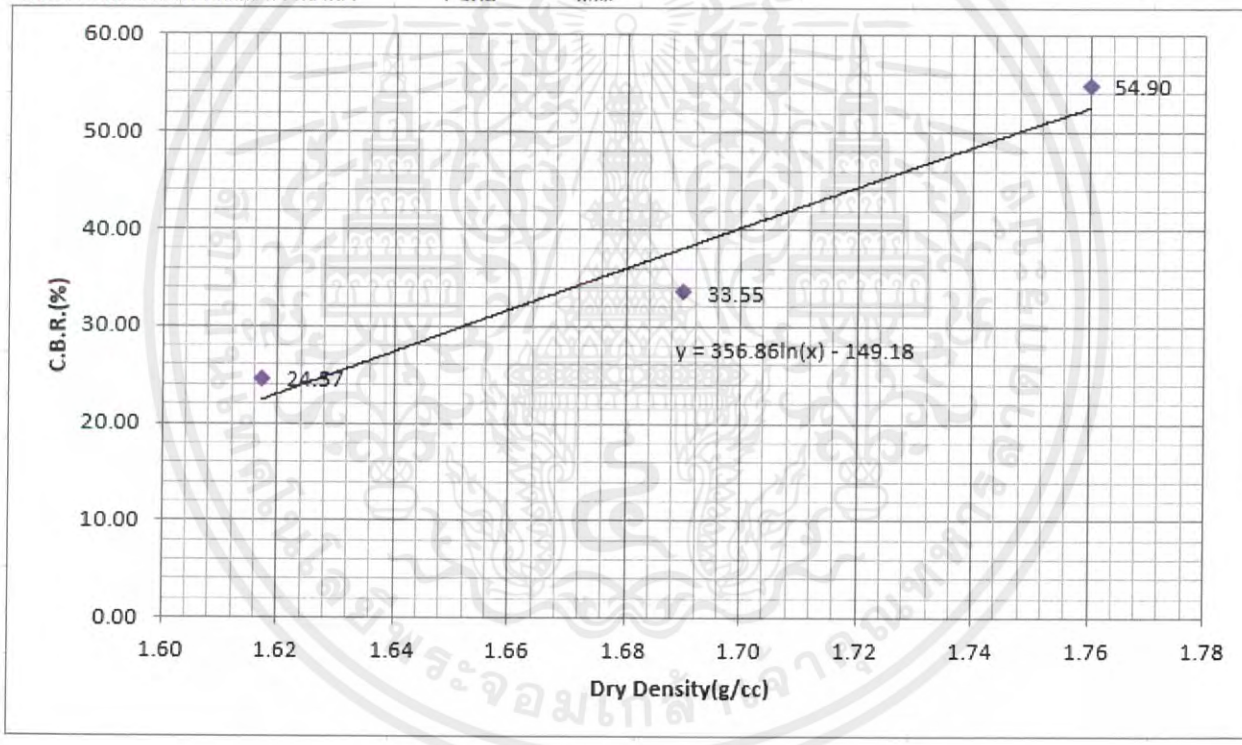
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333
SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)
(Refer ASTM D1883)

Project :	Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road
Location :	-
Sample From :	Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)
Sample Description :	ทราย

Type of Compaction : Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.62	24.57	-
25	1.69	33.55	-
56	1.76	54.90	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.809 g/cc



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

Location : -

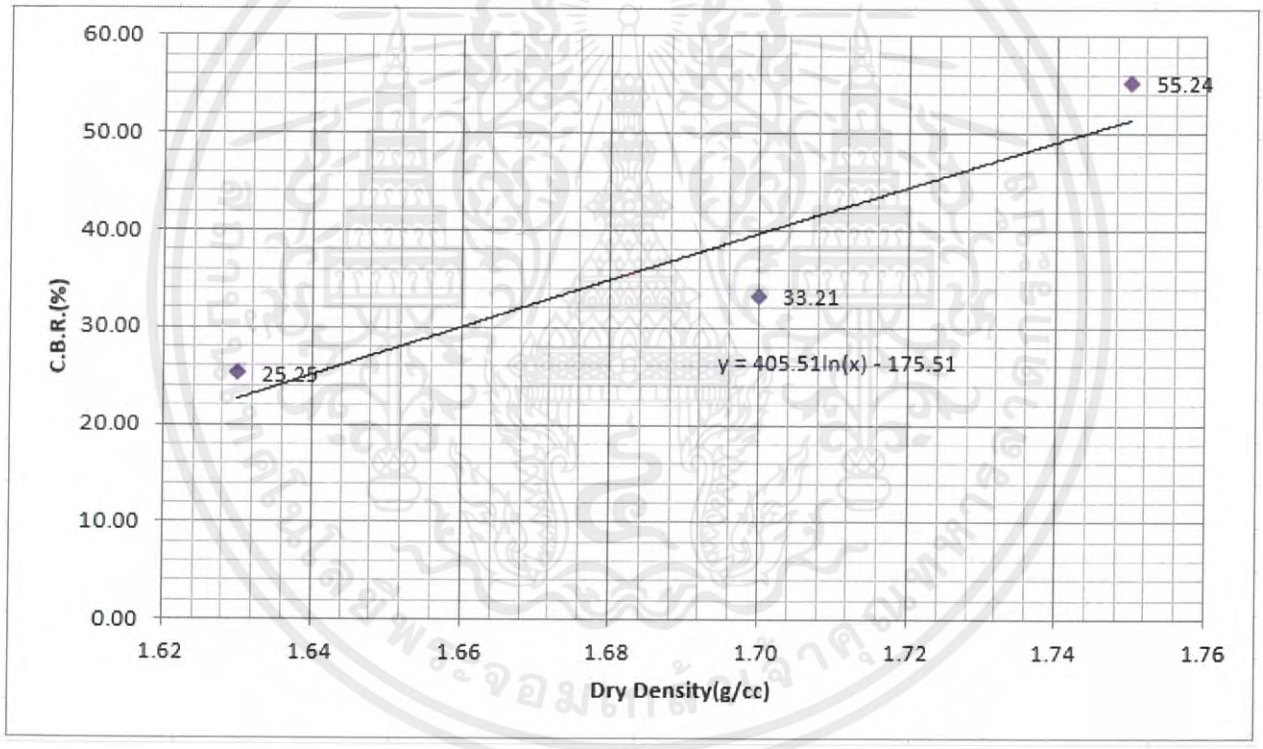
Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)

Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.63	25.25	-
25	1.70	33.21	-
56	1.75	55.24	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.809 g/cc.

95% Compaction (Modified Proctor) 1.719 g/cc. C.B.R. 44.17 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

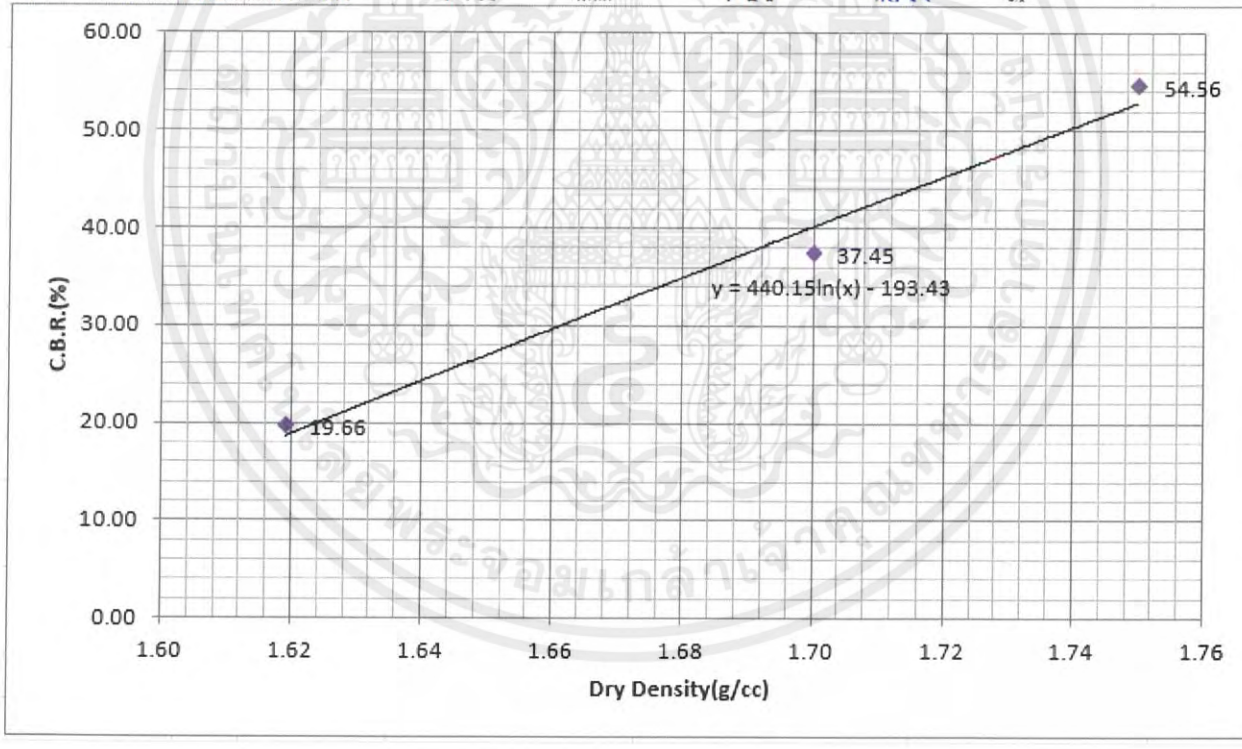
ตารางที่ ค 9 ผลการทดสอบ C.B.R. Test ของดินทรายที่ผสมสาร Latex 3 % หลังทิ้งไว้ 7วัน

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333
SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)
(Refer ASTM D1883)

Project :	Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road		
Location :	-		
Sample From :	Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)		
Sample Description :	ทราย	**Type of Compaction :**	Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.62	19.66	-
25	1.70	37.45	-
56	1.75	54.56	-

100% Compaction (Modified Proctor)	1.829	g/cc.			
95% Compaction (Modified Proctor)	1.738	g/cc.	C.B.R.	40.85	%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

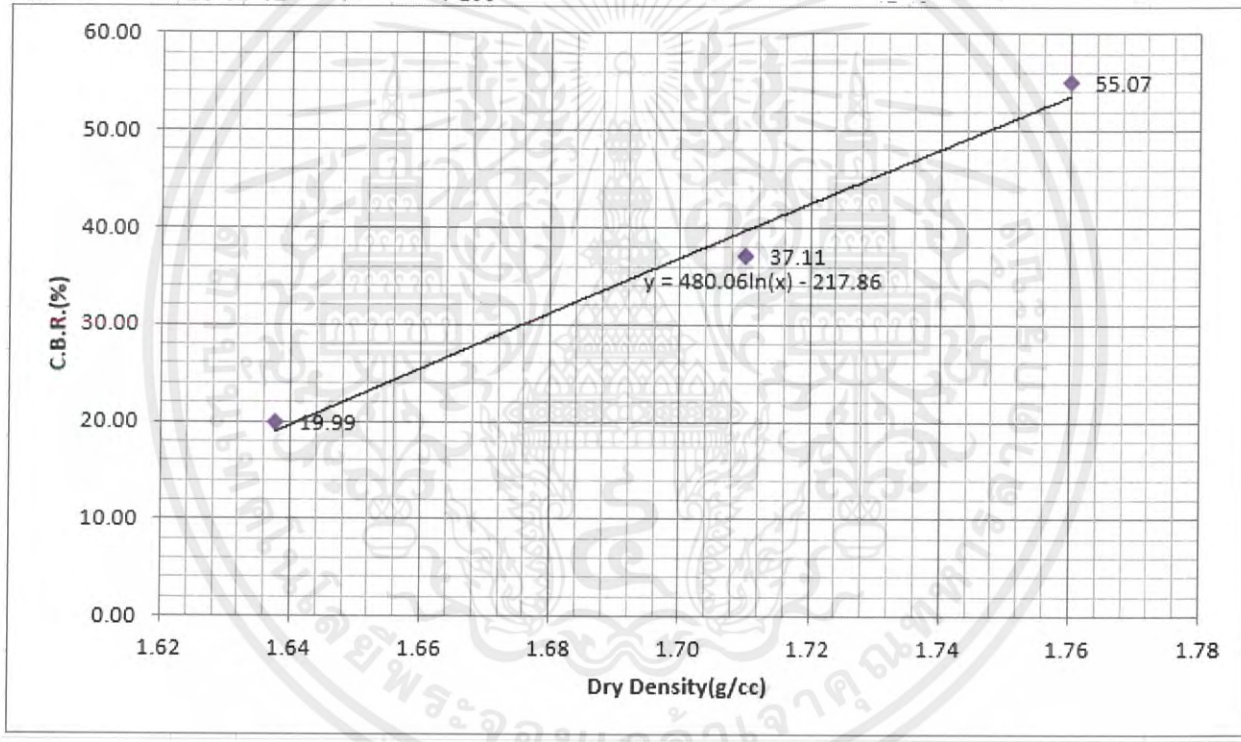
Location : -

Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)

Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.64	19.99	-
25	1.71	37.11	-
56	1.76	55.07	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.829 g/cc.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

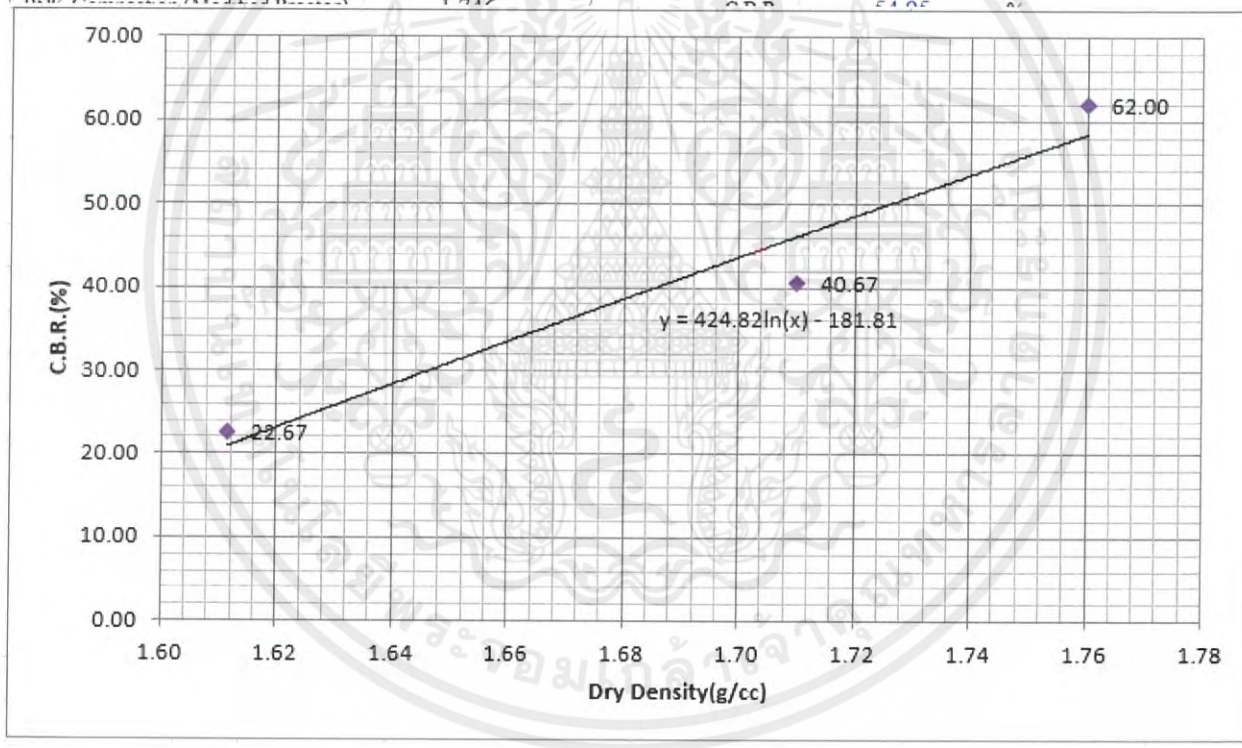
ตารางที่ ค 10 ผลการทดสอบ C.B.R. Test ของดินทรายที่ผสมสาร Latex 5 % หลังทิ้งไว้ 7วัน

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333
SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)
(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road
Location : -
Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)
Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.61	22.67	-
25	1.71	40.67	-
56	1.76	62.00	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.838 g/cc.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

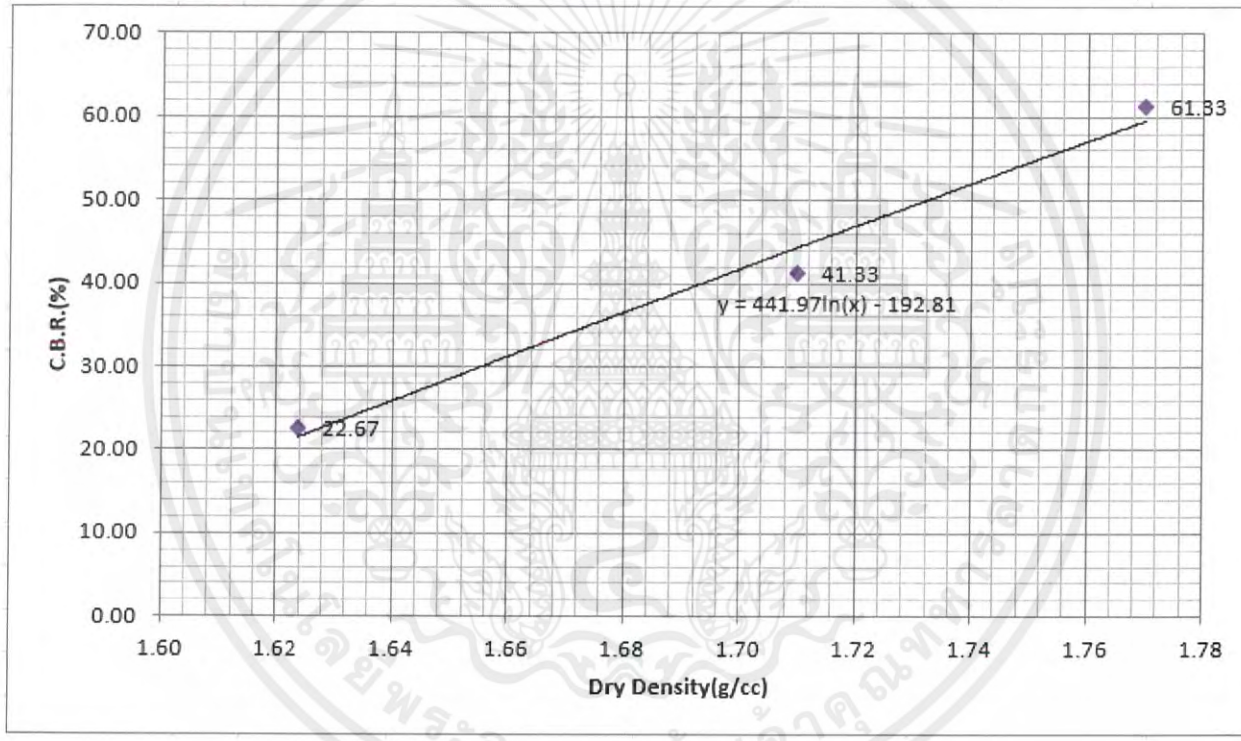
Location : -

Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)

Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.62	22.67	-
25	1.71	41.33	-
56	1.77	61.33	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.838 g/cc.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

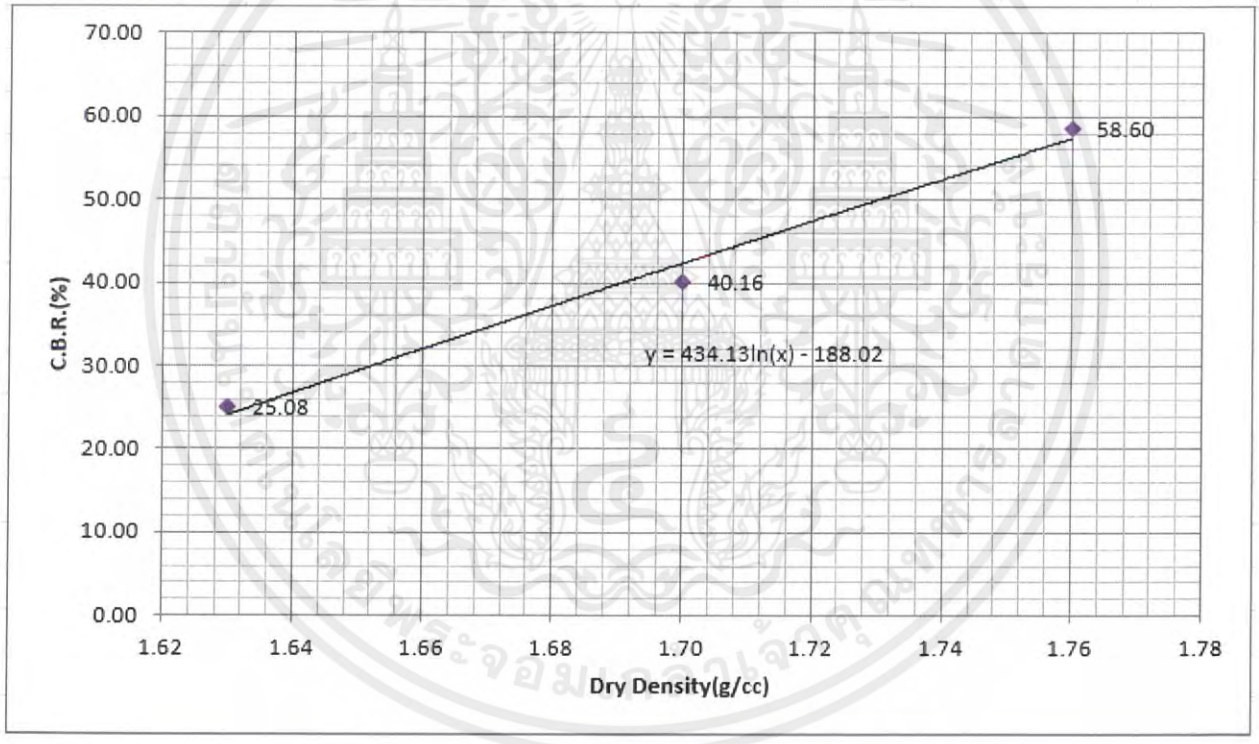
ตารางที่ ค 11 ผลการทดสอบ C.B.R. Test ของดินทรายที่ผสมสาร Latex 1 % หลังทิ้งไว้ 14วัน

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333
SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)
(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road
Location : -
Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)
Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.63	25.08	-
25	1.70	40.16	-
56	1.76	58.60	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.809 g/cc.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

Location : -

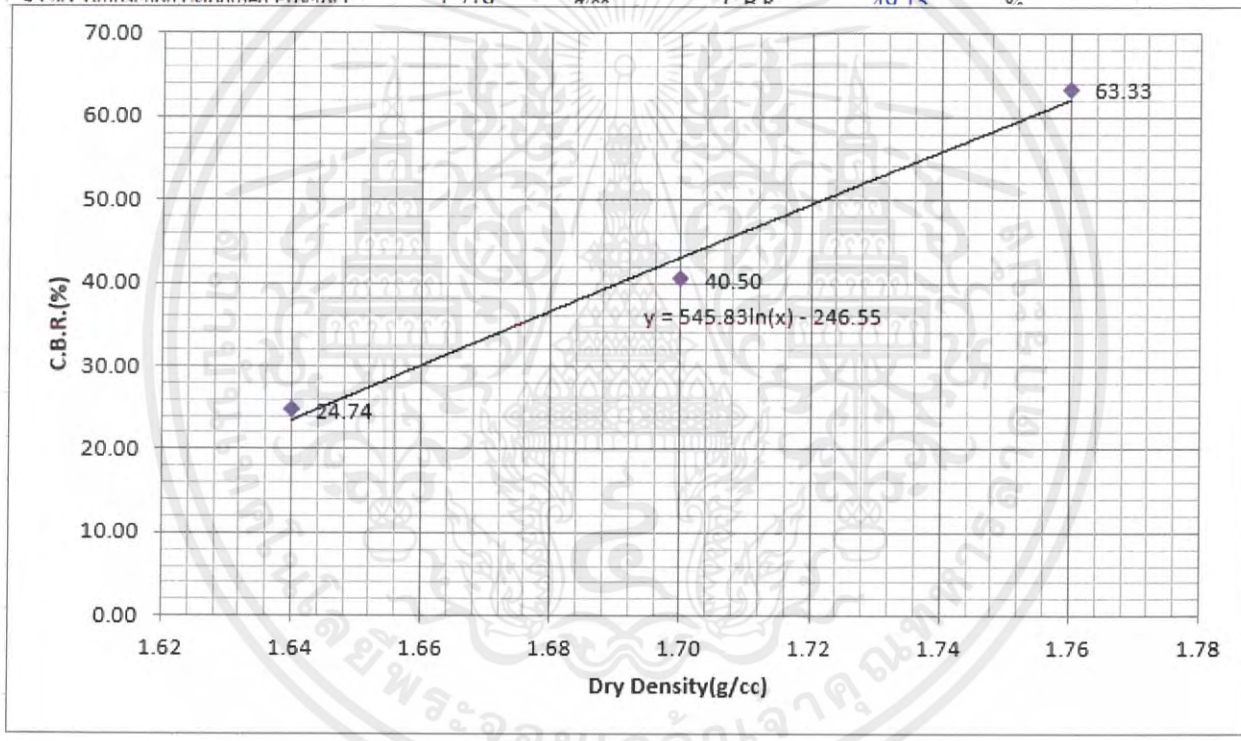
Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)

Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.64	24.74	-
25	1.70	40.50	-
56	1.76	63.33	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.809 g/cc.

95% Compaction (Modified Proctor) 1.719 g/cc. C.B.R. 49.15 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

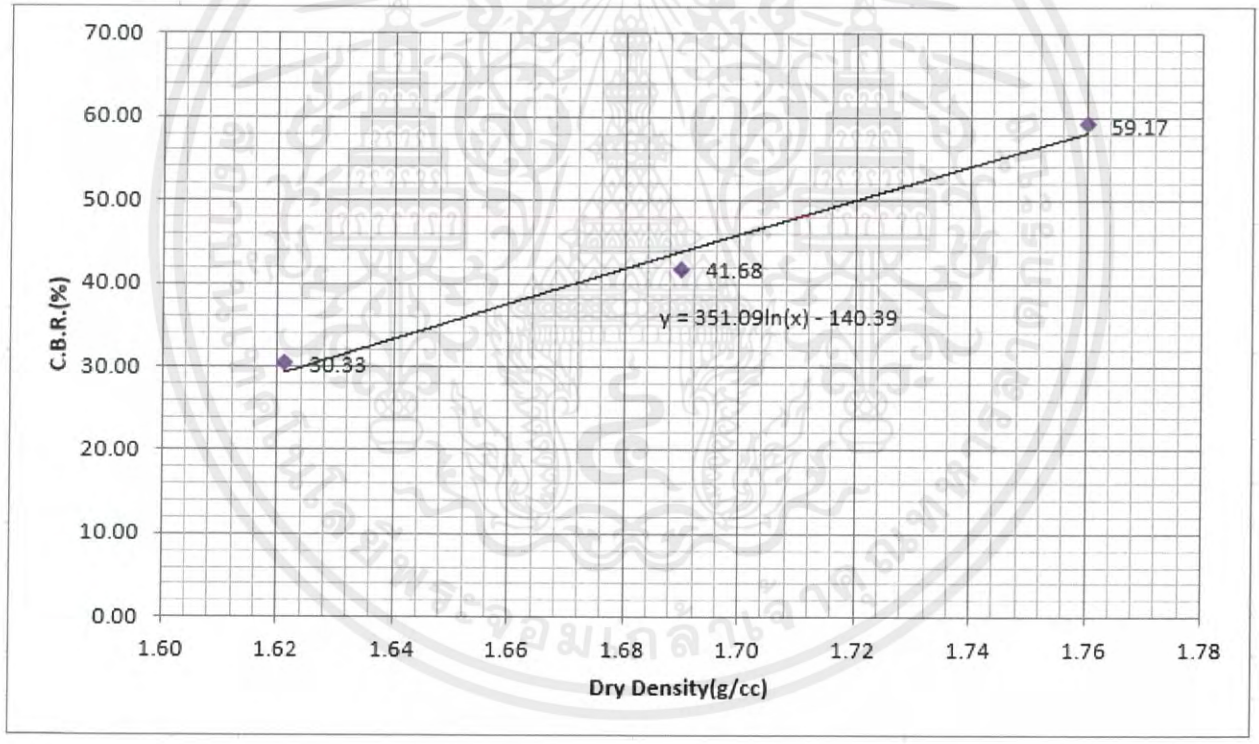
ตารางที่ ค 12 ผลการทดสอบ C.B.R. Test ของดินทรายที่ผสมสาร Latex 3 % หลังทิ้งไว้ 14วัน

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333
SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)
(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road
Location : -
Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)
Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.62	30.33	-
25	1.69	41.68	-
56	1.76	59.17	-

100% Compaction (Modified Proctor)	1.829	g/cc.			
95% Compaction (Modified Proctor)	1.738	g/cc.	C.B.R.	53.67	%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

Location : -

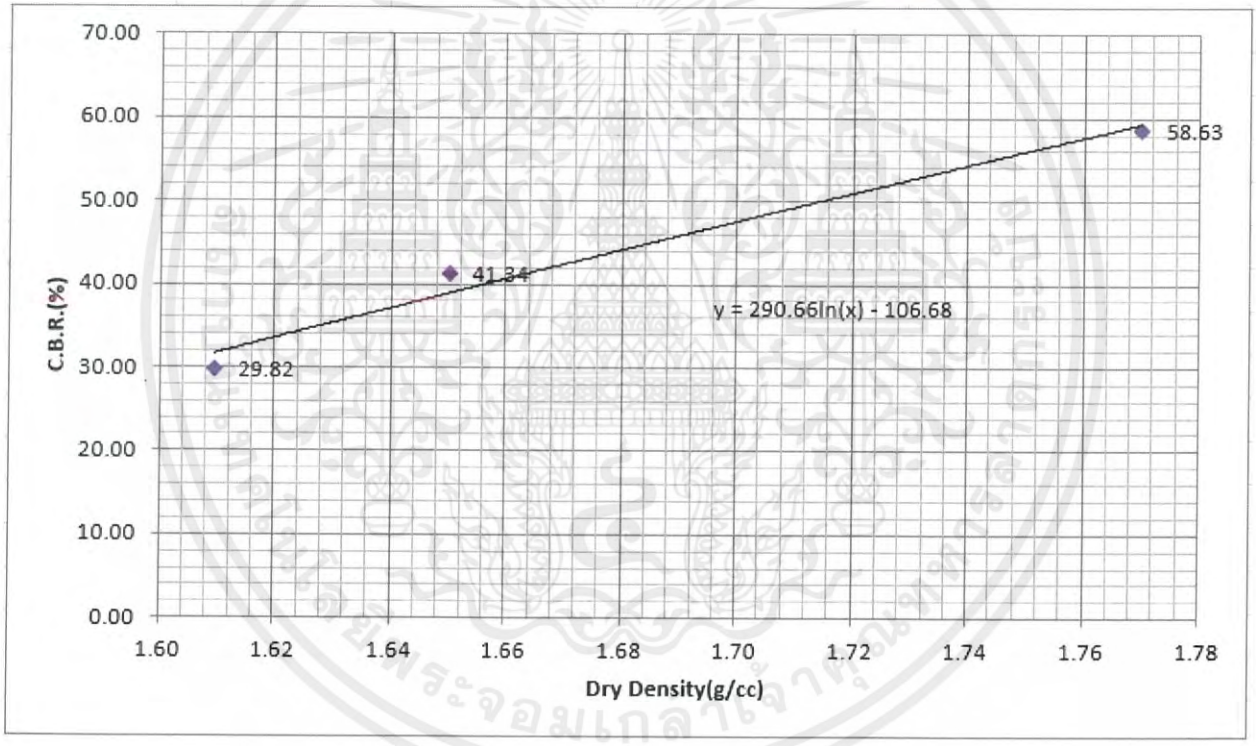
Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)

Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.61	29.82	-
25	1.65	41.34	-
56	1.77	58.63	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.829 g/cc.

95% Compaction (Modified Proctor) 1.738 g/cc. C.B.R. 53.98 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 13 ผลการทดสอบ C.B.R. Test ของดินทรายที่ผสมสาร Latex 5 % หลังทิ้งไว้ 14วัน

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

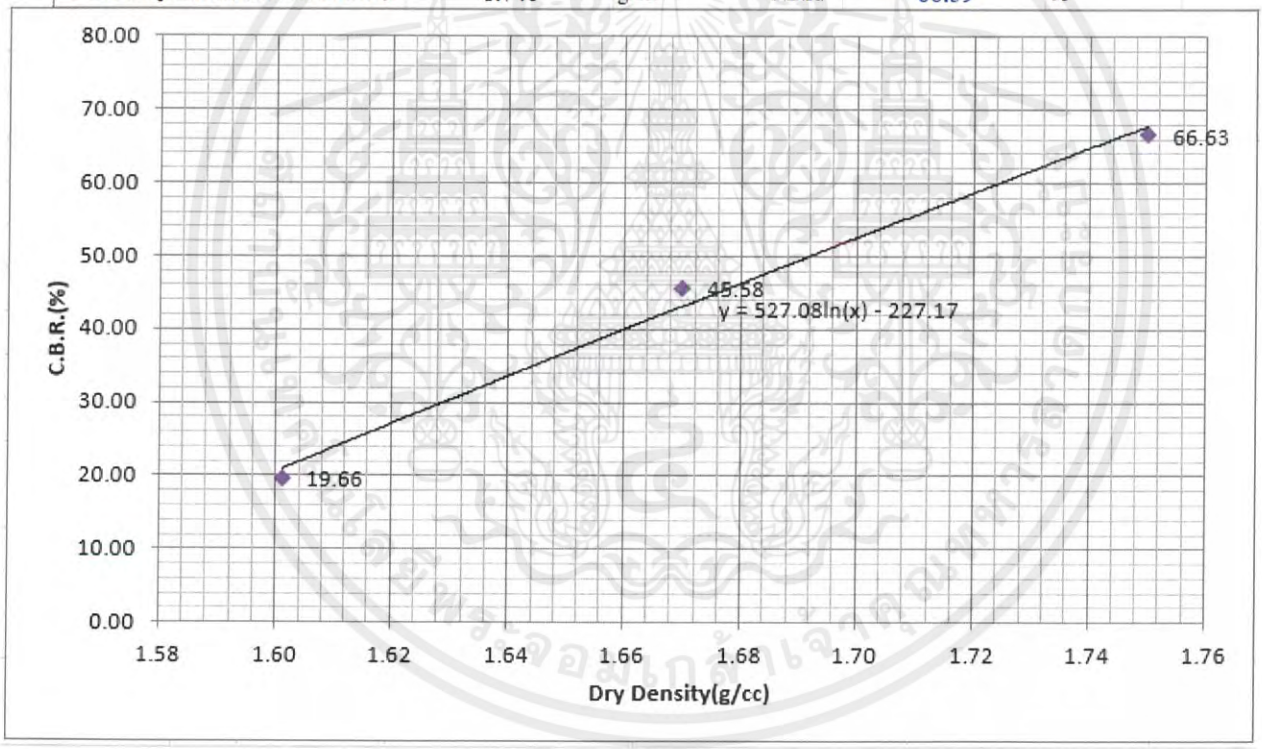
SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project :	Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road		
Location :	-		
Sample From :	Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)		
Sample Description :	ทราย	**Type of Compaction :**	Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.60	19.66	-
25	1.67	45.58	-
56	1.75	66.63	-

100% Compaction (Modified Proctor)	1.838	g/cc.			
95% Compaction (Modified Proctor)	1.746	g/cc.	C.B.R.	66.59	%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

Location : -

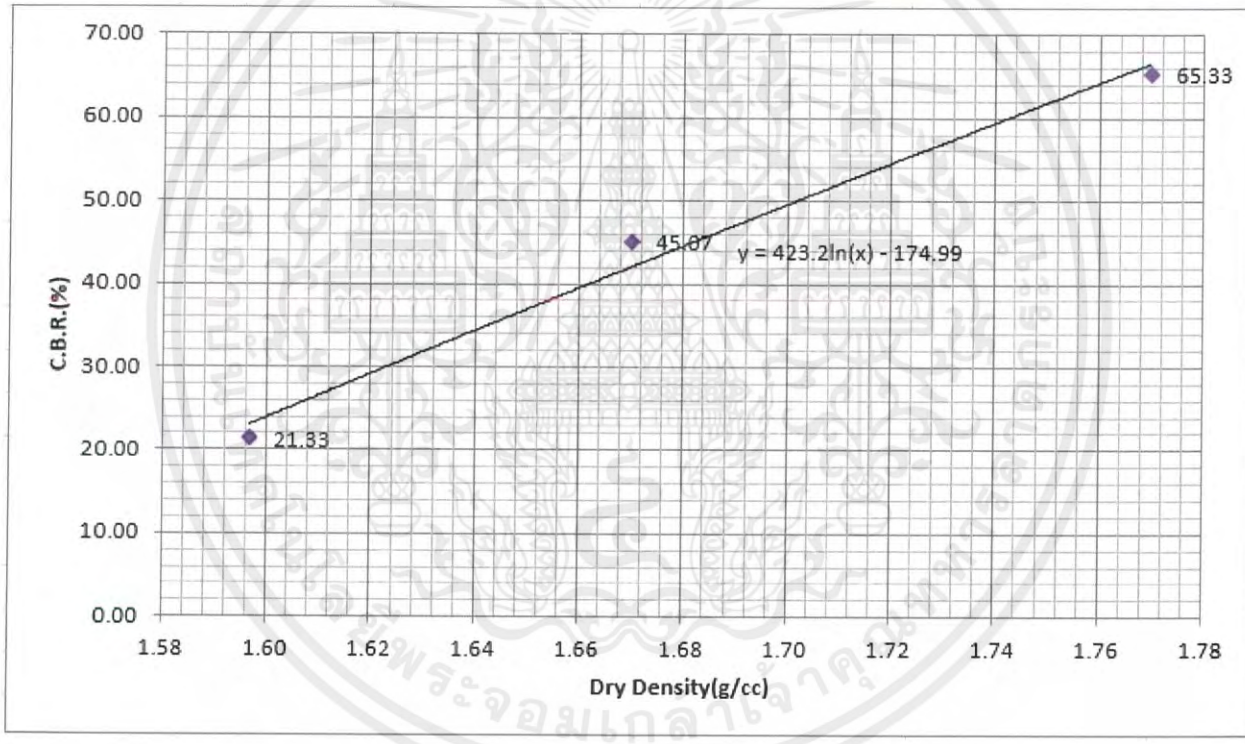
Sample From : Lab 6 C.B.R. (Unsoaked)

Sample Description : ทราย **Type of Compaction :** Modified Proctor

No. of Blows	Density (g/cc.)	C.B.R. (%)	SWELL (%)
12	1.60	21.33	-
25	1.67	45.07	-
56	1.77	65.33	-

100% Compaction (Modified Proctor) 1.838 g/cc.

95% Compaction (Modified Proctor) 1.746 g/cc. C.B.R. 60.87 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบ Field California Bearing Ratio Test

ตารางที่ ง 1 ผลการทดสอบ C.B.R. Field Test ของดินทรายผสมสาร Latex 5% ที่เวลา 1 วันบนแปลงคอนกรีต

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333
SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)
(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/cc	1.60
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA

PENETRATION, in.	LOAD, lbs.	LOAD, psi.
0.000	0.00	0.00
0.025	119.00	39.67
0.050	148.40	49.47
0.075	196.00	65.33
0.100	225.40	75.13
0.150	270.20	90.07
0.200	287.00	95.67
0.250	0.00	0.00
0.300	0.00	0.00
0.400	0.00	0.00
0.500		
0.600		

% C.B.R. at 0.2" = 7.51 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/c	1.69
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA

PENETRATION, in.	LOAD, lbs.	LOAD, psi.
0.000	0.00	0.00
0.025	140.00	46.67
0.050	211.40	70.47
0.075	243.60	81.20
0.100	277.20	92.40
0.150	294.00	98.00
0.200	302.40	100.80
0.250	313.60	104.53
0.300	0.00	0.00
0.400		
0.500	-	-
0.600	-	-

% C.B.R. at 0.2" = 9.24 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 2 ผลการทดสอบ C.B.R. Field Test ของดินทรายผสมสาร Latex 5% ที่เวลา 3 วันบนแปลงคอนกรีต

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333
SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)
(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/cc	1.60
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA

PENETRATION, in.	LOAD, lbs.	LOAD, psi.
0.000	0.00	0.00
0.025	127.40	42.47
0.050	193.20	64.40
0.075	229.60	76.53
0.100	274.40	91.47
0.150	343.00	114.33
0.200	361.20	120.40
0.250	382.20	127.40
0.300	404.60	134.87
0.400	0.00	0.00
0.500		
0.600		

% C.B.R. at 0.2" = 9.15 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/c	1.69
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA		
PENETRATION, in.	LOAD, lbs.	LOAD, psi.
0.000	0.00	0.00
0.025	109.20	36.40
0.050	196.00	65.33
0.075	316.40	105.47
0.100	406.00	135.33
0.150	448.00	149.33
0.200	460.60	153.53
0.250	0.00	0.00
0.300	0.00	0.00
0.400		
0.500	-	-
0.600	-	-

% C.B.R. at 0.2" = 13.53 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 3 ผลการทดสอบ C.B.R. Field Test ของดินทรายผสมสาร Latex 5% ที่เวลา 7 วันบนแปลงคอนกรีต

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/cc	1.50
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA		
PENETRATION, in.	LOAD, lbs.	LOAD, psi.
0.000	0.00	0.00
0.025	195.66	65.22
0.050	308.94	102.98
0.075	437.67	145.89
0.100	489.16	163.05
0.150	561.24	187.08
0.200	612.73	204.24
0.250	0.00	0.00
0.300	0.00	0.00
0.400	0.00	0.00
0.500		
0.600		

% C.B.R. at 0.2" = 16.31 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/c	1.38
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA

PENETRATION, in.	LOAD, lbs.	LOAD, psi.
0.000	0.00	0.00
0.025	205.96	68.65
0.050	288.34	96.11
0.075	365.58	121.86
0.100	406.77	135.59
0.150	447.96	149.32
0.200	494.30	164.77
0.250	0.00	0.00
0.300	0.00	0.00
0.400		
0.500	-	-
0.600	-	-

% C.B.R. at 0.2" = 13.56 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 4 ผลการทดสอบ C.B.R. Field Test ของดินทรายผสมสาร Latex 5% ที่เวลา 14 วันบนแปลงคอนกรีต

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/cc	1.50
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA

PENETRATION, in.	LOAD, lbs.	LOAD, psi.
0.000	0.00	0.00
0.025	314.09	104.70
0.050	520.05	173.35
0.075	597.28	199.09
0.100	695.12	231.71
0.150	741.46	247.15
0.200	777.50	259.17
0.250	0.00	0.00
0.300	0.00	0.00
0.400	0.00	0.00
0.500		
0.600		

% C.B.R. at 0.2" = 23.17 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/c	1.38
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA

PENETRATION, in.		LOAD, lbs.	LOAD, psi.
	0.000	0.00	0.00
	0.025	154.47	51.49
	0.050	211.11	70.37
	0.075	355.28	118.43
	0.100	484.01	161.34
	0.150	576.69	192.23
	0.200	689.97	229.99
	0.250	767.20	255.73
	0.300	0.00	0.00
	0.400		
	0.500	-	-
	0.600	-	-

% C.B.R. at 0.2" = 10.98 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 5 ผลการทดสอบ C.B.R. Field Test ของดินทรายผสมสาร Latex 5% ที่เวลา 28 วันบนแปลงคอนกรีต

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/cc	1.48
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA		
PENETRATION, in.	LOAD, lbs.	LOAD, psi.
0.000	0.00	0.00
0.025	257.45	85.82
0.050	401.62	133.87
0.075	489.16	163.05
0.100	638.48	212.83
0.150	751.75	250.58
0.200	818.69	272.90
0.250	854.73	284.91
0.300	0.00	0.00
0.400	0.00	0.00
0.500		
0.600		

% C.B.R. at 0.2" = 21.28 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/c	1.43
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA

PENETRATION, in.		LOAD, lbs.	LOAD, psi.
	0.000	0.00	0.00
	0.025	236.85	78.95
	0.050	339.83	113.28
	0.075	468.56	156.19
	0.100	535.50	178.50
	0.150	628.18	209.39
	0.200	669.37	223.12
	0.250	0.00	0.00
	0.300	0.00	0.00
	0.400		
	0.500	-	-
	0.600	-	-

% C.B.R. at 0.2" = 17.85 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 6 ผลการทดสอบ C.B.R. Field Test ของดินทรายผสมสาร Latex 5% ที่เวลา 1วันบนแปลงดินเหนียว

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/cc	1.55
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA		
PENETRATION, in.	LOAD, lbs.	LOAD, psi.
0.000	0.00	0.00
0.025	168.00	56.00
0.050	215.60	71.87
0.075	249.20	83.07
0.100	267.40	89.13
0.150	294.00	98.00
0.200	310.80	103.60
0.250	0.00	0.00
0.300	0.00	0.00
0.400	0.00	0.00
0.500		
0.600		

% C.B.R. at 0.2" = 8.91 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/c	1.60
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA

PENETRATION, in.		LOAD, lbs.	LOAD, psi.
	0.000	0.00	0.00
	0.025	176.40	58.80
	0.050	229.60	76.53
	0.075	260.40	86.80
	0.100	285.60	95.20
	0.150	301.00	100.33
	0.200	305.20	101.73
	0.250	308.00	102.67
	0.300	0.00	0.00
	0.400		
	0.500	-	-
	0.600	-	-

% C.B.R. at 0.2" = 9.52 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 7 ผลการทดสอบ C.B.R. Field Test ของดินทรายผสมสาร Latex 5% ที่เวลา 3วันบนแปลงดินเหนียว

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/cc	1.60
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA		
PENETRATION, in.	LOAD, lbs.	LOAD, psi.
0.000	0.00	0.00
0.025	89.60	29.87
0.050	147.00	49.00
0.075	229.60	76.53
0.100	275.80	91.93
0.150	382.20	127.40
0.200	441.00	147.00
0.250	0.00	0.00
0.300	0.00	0.00
0.400	0.00	0.00
0.500		
0.600		

% C.B.R. at 0.2" = 9.80 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/c	1.55
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA

PENETRATION, in.	LOAD, lbs.	LOAD, psi.
0.000	0.00	0.00
0.025	89.60	29.87
0.050	155.40	51.80
0.075	207.20	69.07
0.100	240.80	80.27
0.150	317.80	105.93
0.200	376.60	125.53
0.250	431.20	143.73
0.300	0.00	0.00
0.400		
0.500	-	-
0.600	-	-

% C.B.R. at 0.2" = 8.37 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 8 ผลการทดสอบ C.B.R. Field Test ของดินทรายผสมสาร Latex 5% ที่เวลา 7วันบนแปลงดินเหนียว

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/cc	1.58
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA

PENETRATION, in.		LOAD, lbs.	LOAD, psi.
	0.000	0.00	0.00
	0.025	133.00	44.33
	0.050	215.60	71.87
	0.075	277.20	92.40
	0.100	348.60	116.20
	0.150	455.00	151.67
	0.200	546.00	182.00
	0.250	0.00	0.00
	0.300	0.00	0.00
	0.400	0.00	0.00
	0.500		
	0.600		

% C.B.R. at 0.2" = 12.13 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/c	1.56
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA

PENETRATION, in.	LOAD, lbs.	LOAD, psi.
0.000	0.00	0.00
0.025	113.40	37.80
0.050	180.60	60.20
0.075	259.00	86.33
0.100	319.20	106.40
0.150	422.80	140.93
0.200	532.00	177.33
0.250	588.00	196.00
0.300	0.00	0.00
0.400		
0.500	-	-
0.600	-	-

% C.B.R. at 0.2" = 11.82 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 9 ผลการทดสอบ C.B.R. Field Test ของดินทรายผสมสาร Latex 5% ที่เวลา 14วันบนแปลงดินเหนียว

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/cc	1.56
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA

PENETRATION, in.		LOAD, lbs.	LOAD, psi.
	0.000	0.00	0.00
	0.025	180.22	60.07
	0.050	267.75	89.25
	0.075	360.43	120.14
	0.100	458.26	152.75
	0.150	561.24	187.08
	0.200	643.63	214.54
	0.250	0.00	0.00
	0.300	0.00	0.00
	0.400	0.00	0.00
	0.500		
	0.600		

% C.B.R. at 0.2" = 15.28 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/c	1.60
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA		
PENETRATION, in.	LOAD, lbs.	LOAD, psi.
0.000	0.00	0.00
0.025	221.41	73.80
0.050	262.60	87.53
0.075	381.03	127.01
0.100	468.56	156.19
0.150	586.99	195.66
0.200	674.52	224.84
0.250	731.16	243.72
0.300	0.00	0.00
0.400		
0.500	-	-
0.600	-	-

% C.B.R. at 0.2" = 16.25 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 10 ผลการทดสอบ C.B.R. Field Test ของดินทรายผสมสาร Latex 5% ที่เวลา 28วันบนแปลงดินเหนียว

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/cc	1.56
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA

PENETRATION, in.	LOAD, lbs.	LOAD, psi.
0.000	0.00	0.00
0.025	205.96	68.65
0.050	324.39	108.13
0.075	386.18	128.73
0.100	489.16	163.05
0.150	592.14	197.38
0.200	669.37	223.12
0.250	762.05	254.02
0.300	0.00	0.00
0.400	0.00	0.00
0.500		
0.600		

% C.B.R. at 0.2" = 16.31 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

SUMMARY OF RESULTS (CBR-UNSOAKED)

(Refer ASTM D1883)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

COMPACTION DATA		
WET DENSITY	g/cc	
DRY DENSITY	g/c	1.68
SAMPLE WEIGHT BEFORE SOAKING	g	
% WATER CONTENT BEFORE SOAKING	%	
SAMPLE WEIGHT AFTER SOAKING		-
% WATER CONTENT AFTER SOAKING		-
% ABSORBTION	%	-

C.B.R. LOAD TEST DATA		
PENETRATION, in.	LOAD, lbs.	LOAD, psi.
0.000	0.00	0.00
0.025	205.96	68.65
0.050	360.43	120.14
0.075	540.65	180.22
0.100	669.37	223.12
0.150	798.10	266.03
0.200	978.31	326.10
0.250	1096.74	365.58
0.300	0.00	0.00
0.400		
0.500	-	-
0.600	-	-

% C.B.R. at 0.2" = 22.31 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

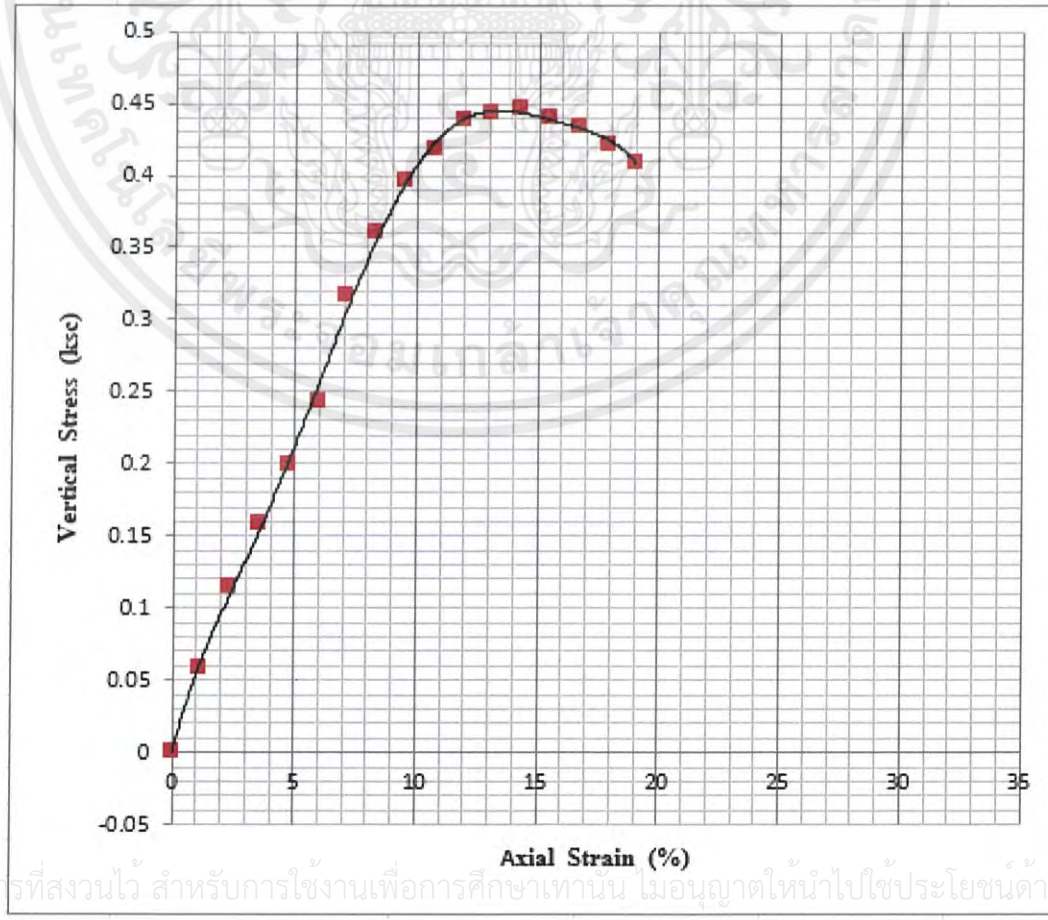
ผลการทดสอบ UNCONFINED COMPRESSTION TEST

ตารางที่ จ 1 ผลการทดสอบ UNCONFINED COMPRESSTION TEST ของดินทรายผสมสาร Latex 5% ที่เวลา 1วัน

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
ACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOG
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 329 - 8333

UNCONFINED COMPACTION TEST (Undisturbed)
(Refer to ASTM D 2166)
UNCONFINED TEST RESULT :

Deformation dial Reading (Div)	Vertical Deformation(mm.)	Axial Strin (%)	Correcter Area (cm^2.)	Axial Load (kg.)	Vertical Stress (ksc)
0	0	0	97.07	0	0
20	0.20	1.19	98.24	5.72	0.06
40	0.40	2.38	99.44	11.43	0.11
60	0.60	3.57	100.67	15.88	0.16
80	0.80	4.76	101.93	20.32	0.20
100	1.00	5.96	103.22	25.09	0.24
120	1.20	7.15	104.54	33.03	0.32
140	1.40	8.34	105.90	38.11	0.36
160	1.60	9.53	107.29	42.55	0.40
180	1.80	10.72	108.72	45.41	0.42
200	2.00	11.91	110.19	48.27	0.44
220	2.20	13.10	111.71	49.54	0.44
240	2.40	14.29	113.26	50.49	0.45
260	2.60	15.49	114.85	50.49	0.44
280	2.80	16.68	116.50	50.49	0.43
300	3.00	17.87	118.19	49.86	0.42
320	3.20	19.06	119.93	48.90	0.41
Unconfined Compressive Strength,(ksc) =		0.45	Unconfined Shear Strength,(ksc) =		0.22



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
ACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOG
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 329 - 8333

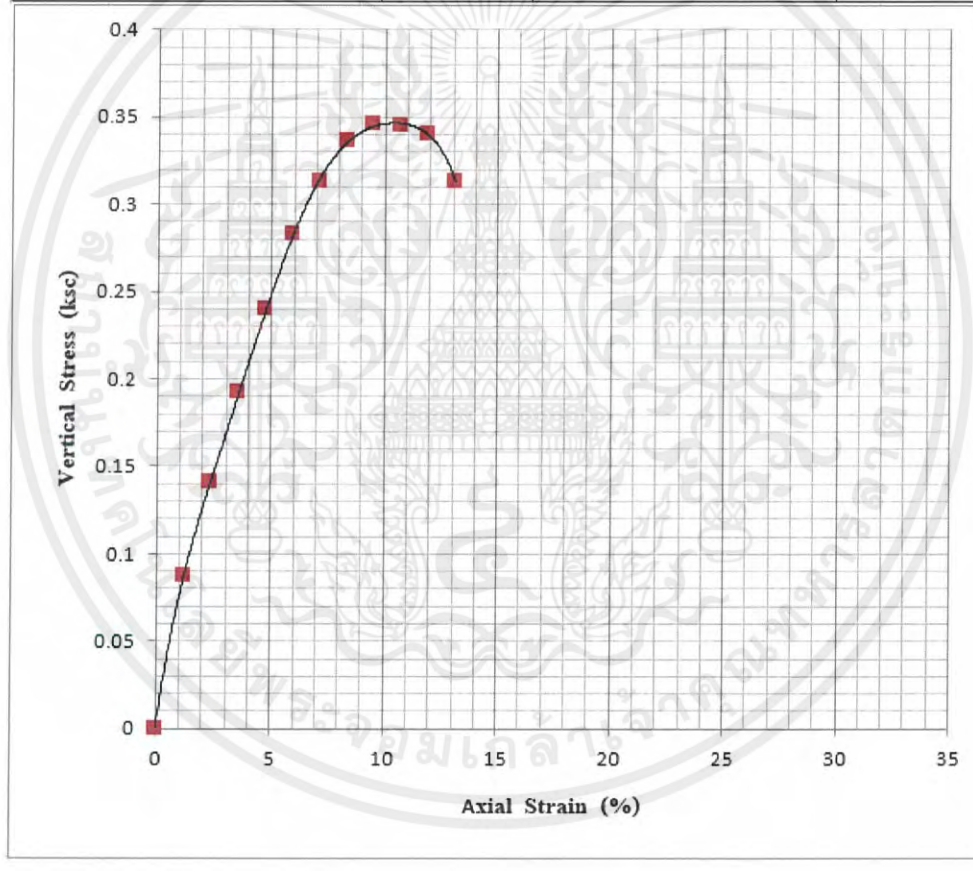
UNCONFINED COMPACTION TEST (Undisturbed)

(Refer to ASTM D 2166)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

UNCONFINED TEST RESULT :

Deformation dial Reading (Div)	Vertical Deformation(mm.)	Axial Strin (%)	Correcter Area (cm^2.)	Axial Load (kg.)	Vertical Stress (ksc)
0	0	0	97.07	0	0
20	0.20	1.19	98.24	8.57	0.09
40	0.40	2.38	99.44	13.97	0.14
60	0.60	3.57	100.67	19.37	0.19
80	0.80	4.76	101.93	24.45	0.24
100	1.00	5.96	103.22	29.21	0.28
120	1.20	7.15	104.54	32.71	0.31
140	1.40	8.34	105.90	35.57	0.34
160	1.60	9.53	107.29	37.15	0.35
180	1.80	10.72	108.72	37.47	0.34
200	2.00	11.91	110.19	37.47	0.34
220	2.20	13.10	111.71	34.93	0.31
Unconfined Compressive Strength,(ksc) =		0.35	Unconfined Shear Strength,(ksc) =		0.17



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 2 ผลการทดสอบ UNCONFINED COMPRESSTION TEST ของดินทรายผสมสาร Latex 5% ที่เวลา 3วัน

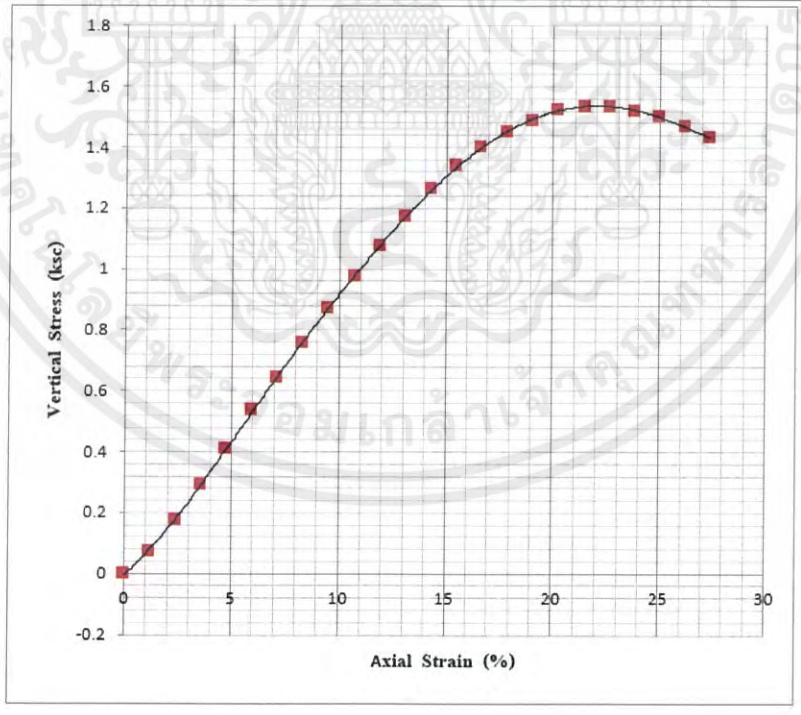
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
ACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOG
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 329 - 8333

UNCONFINED COMPACTION TEST (Undisturbed)
(Refer to ASTM D 2166)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

Deformation dial Reading (Div)	Vertical Deformation(mm.)	Axial Strin (%)	Correcter Area (cm^2.)	Axial Load (kg.)	Vertical Stress (ksc)
0	0	0	97.07	0	0
20	0.20	1.19	98.24	6.99	0.07
40	0.40	2.38	99.44	17.78	0.18
60	0.60	3.57	100.67	29.21	0.29
80	0.80	4.76	101.93	41.92	0.41
100	1.00	5.96	103.22	55.25	0.54
120	1.20	7.15	104.54	67.32	0.64
140	1.40	8.34	105.90	80.02	0.76
160	1.60	9.53	107.29	93.36	0.87
180	1.80	10.72	108.72	106.06	0.98
200	2.00	11.91	110.19	118.76	1.08
220	2.20	13.10	111.71	130.83	1.17
240	2.40	14.29	113.26	142.90	1.26
260	2.60	15.49	114.85	153.69	1.34
280	2.80	16.68	116.50	163.22	1.40
300	3.00	17.87	118.19	171.48	1.45
320	3.20	19.06	119.93	178.46	1.49
340	3.40	20.25	121.72	185.45	1.52
360	3.60	21.44	123.56	189.26	1.53
380	3.80	22.63	125.46	192.44	1.53
400	4.00	23.82	127.43	193.71	1.52
420	4.20	25.01	129.45	194.34	1.50

Unconfined Compressive Strength,(ksc) =	1.53	Unconfined Shear Strength,(ksc) =	0.77



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
ACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOG
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 329 - 8333

UNCONFINED COMPACTION TEST (Undisturbed)

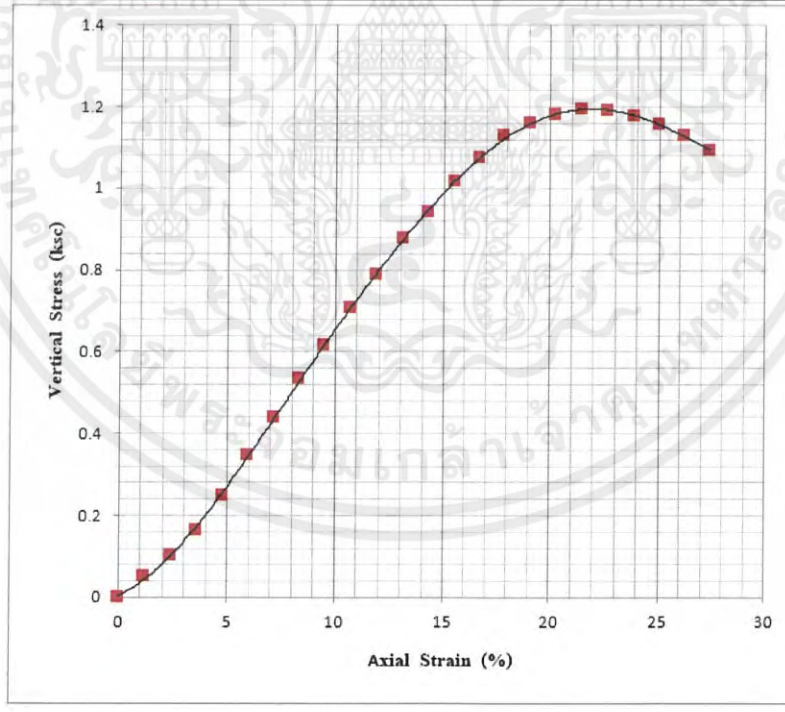
(Refer to ASTM D 2166)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

UNCONFINED TEST RESULT :

Deformation dial Reading (Div)	Vertical Deformation(mm.)	Axial Strin (%)	Correcter Area (cm^2.)	Axial Load (kg.)	Vertical Stress (ksc)
0	0	0	97.07	0	0
20	0.20	1.19	98.24	5.08	0.05
40	0.40	2.38	99.44	10.16	0.10
60	0.60	3.57	100.67	16.51	0.16
80	0.80	4.76	101.93	25.40	0.25
100	1.00	5.96	103.22	35.57	0.34
120	1.20	7.15	104.54	45.73	0.44
140	1.40	8.34	105.90	56.52	0.53
160	1.60	9.53	107.29	66.05	0.62
180	1.80	10.72	108.72	76.85	0.71
200	2.00	11.91	110.19	87.01	0.79
220	2.20	13.10	111.71	97.81	0.88
240	2.40	14.29	113.26	106.70	0.94
260	2.60	15.49	114.85	116.86	1.02
280	2.80	16.68	116.50	125.11	1.07
300	3.00	17.87	118.19	133.37	1.13
320	3.20	19.06	119.93	139.09	1.16
340	3.40	20.25	121.72	143.53	1.18
360	3.60	21.44	123.56	147.34	1.19
380	3.80	22.63	125.46	149.25	1.19
400	4.00	23.82	127.43	149.88	1.18
420	4.20	25.01	129.45	149.57	1.16
440	4.40	26.21	131.54	148.61	1.13
460	4.60	27.40	133.70	146.07	1.09

Unconfined Compressive Strength,(ksc) =	1.19	Unconfined Shear Strength,(ksc) =	0.60



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 3 ผลการทดสอบ UNCONFINED COMPRESSTION TEST ของดินทรายผสมสาร Latex 5% ที่เวลา 7วัน

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
ACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOG
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 329 - 8333

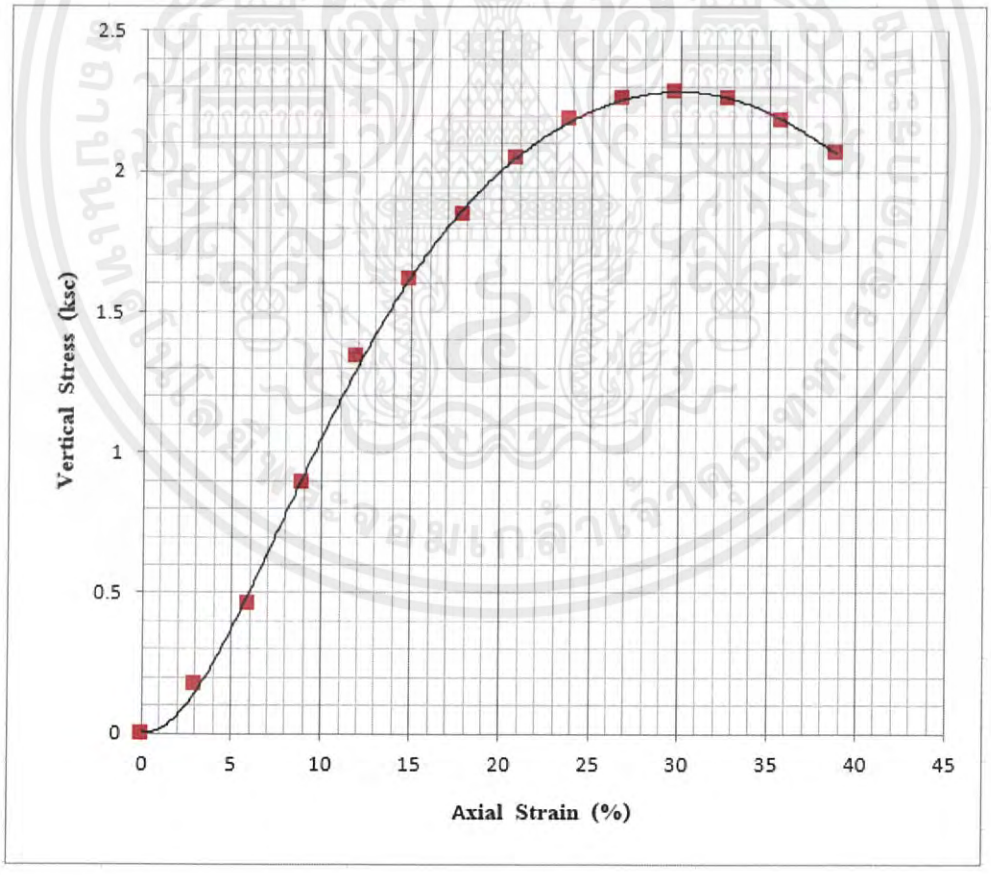
UNCONFINED COMPACTION TEST (Undisturbed)
(Refer to ASTM D 2166)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

UNCONFINED TEST RESULT :

Deformation dial Reading (Div)	Vertical Deformation(mm.)	Axial Strin (%)	Correcter Area (cm^2.)	Axial Load (kg.)	Vertical Stress (ksc)
0	0	0	97.07	0	0
50	0.50	2.98	100.05	17.78	0.18
100	1.00	5.96	103.22	47.63	0.46
150	1.50	8.93	106.59	95.27	0.89
200	2.00	11.91	110.19	147.98	1.34
250	2.50	14.89	114.05	184.18	1.61
300	3.00	17.87	118.19	218.47	1.85
350	3.50	20.85	122.63	250.86	2.05
400	4.00	23.82	127.43	278.17	2.18
450	4.50	26.80	132.61	299.77	2.26
500	5.00	29.78	138.23	315.64	2.28
550	5.50	32.76	144.36	325.81	2.26
600	6.00	35.74	151.05	329.62	2.18
650	6.50	38.71	158.39	327.08	2.07

Unconfined Compressive Strength,(ksc) =	2.28	Unconfined Shear Strength,(ksc) =	1.14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
ACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOG
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 329 - 8333

UNCONFINED COMPACTION TEST (Undisturbed)

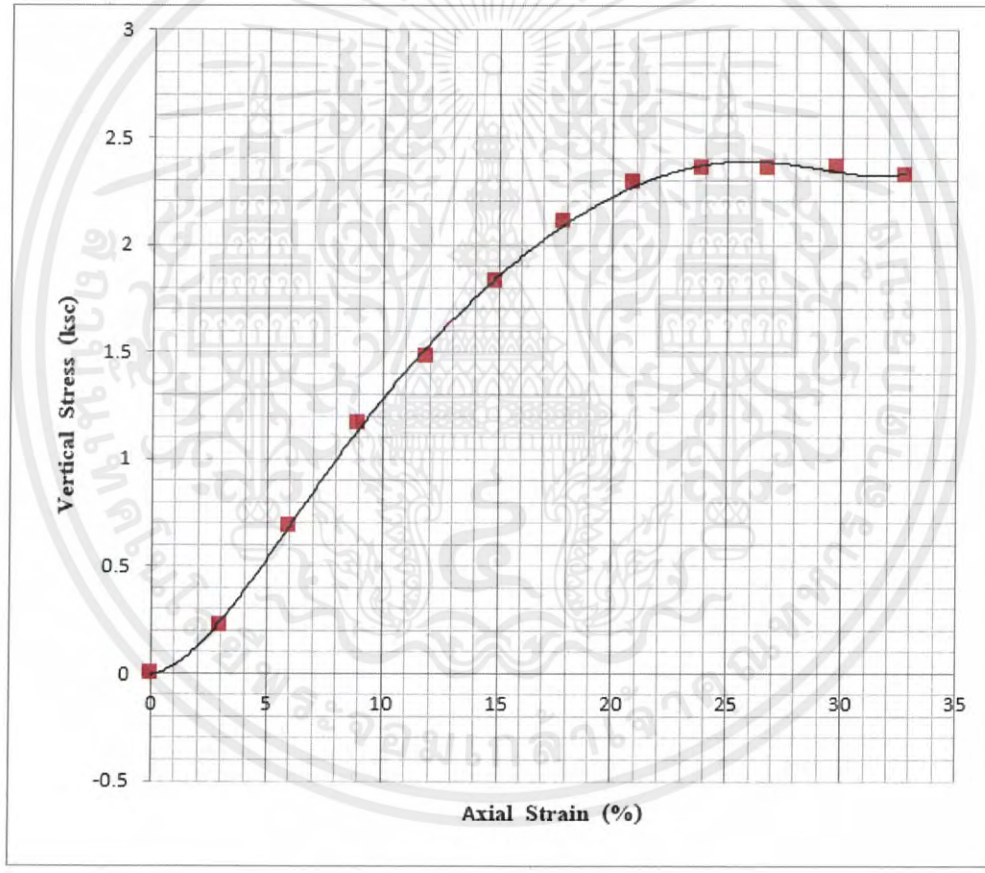
(Refer to ASTM D 2166)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

UNCONFINED TEST RESULT :

Deformation dial Reading (Div)	Vertical Deformation(mm.)	Axial Strin (%)	Correcter Area (cm^2.)	Axial Load (kg.)	Vertical Stress (ksc)
0	0	0	97.07	0	0
50	0.50	2.98	100.05	22.23	0.22
100	1.00	5.96	103.22	71.13	0.69
150	1.50	8.93	106.59	124.48	1.17
200	2.00	11.91	110.19	162.59	1.48
250	2.50	14.89	114.05	208.95	1.83
300	3.00	17.87	118.19	248.96	2.11
350	3.50	20.85	122.63	281.35	2.29
400	4.00	23.82	127.43	300.40	2.36
450	4.50	26.80	132.61	312.47	2.36
500	5.00	29.78	138.23	327.08	2.37
550	5.50	32.76	144.36	335.97	2.33

Unconfined Compressive Strength,(ksc) =	2.37	Unconfined Shear Strength,(ksc) =	1.18



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 4 ผลการทดสอบ UNCONFINED COMPRESSTION TEST ของดินทรายผสมสาร Latex 5% ที่เวลา 14วัน

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
ACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOG
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 329 - 8333

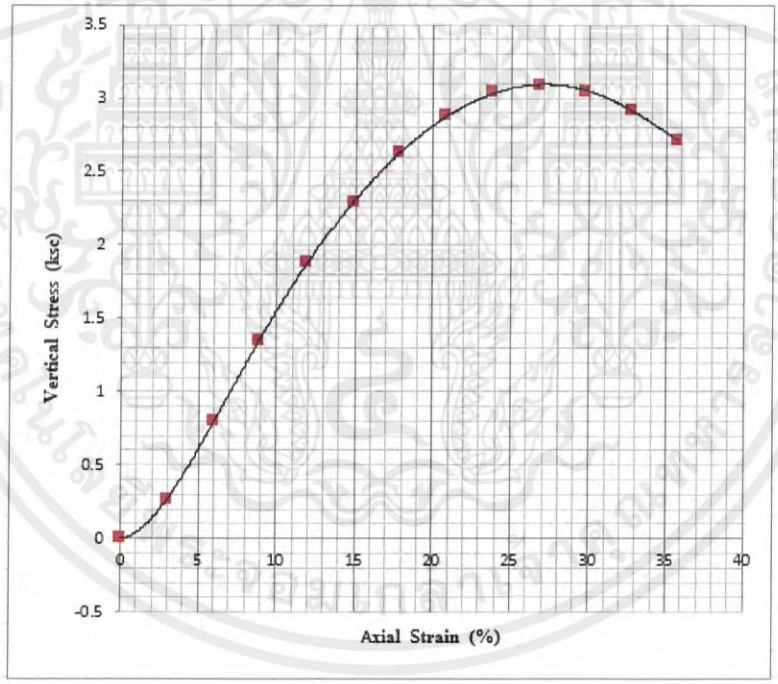
UNCONFINED COMPACTION TEST (Undisturbed)

(Refer to ASTM D 2166)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

UNCONFINED TEST RESULT :

Deformation dial Reading (Div)	Vertical Deformation(mm.)	Axial Strin (%)	Correcter Area (cm^2.)	Axial Load (kg.)	Vertical Stress (ksc)
0	0	0	97.07	0	0
50	0.50	2.98	100.05	25.87	0.26
100	1.00	5.96	103.22	82.31	0.80
150	1.50	8.93	106.59	143.46	1.35
200	2.00	11.91	110.19	206.96	1.88
250	2.50	14.89	114.05	261.05	2.29
300	3.00	17.87	118.19	310.44	2.63
350	3.50	20.85	122.63	352.77	2.88
400	4.00	23.82	127.43	386.87	3.04
450	4.50	26.80	132.61	409.21	3.09
500	5.00	29.78	138.23	420.97	3.05
550	5.50	32.76	144.36	420.97	2.92
600	6.00	35.74	151.05	409.21	2.71
Unconfined Compressive Strength,(ksc) =		3.09	Unconfined Shear Strength,(ksc) =		1.54



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
ACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOG
LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 02 - 329 - 8333

UNCONFINED COMPACTION TEST (Undisturbed)

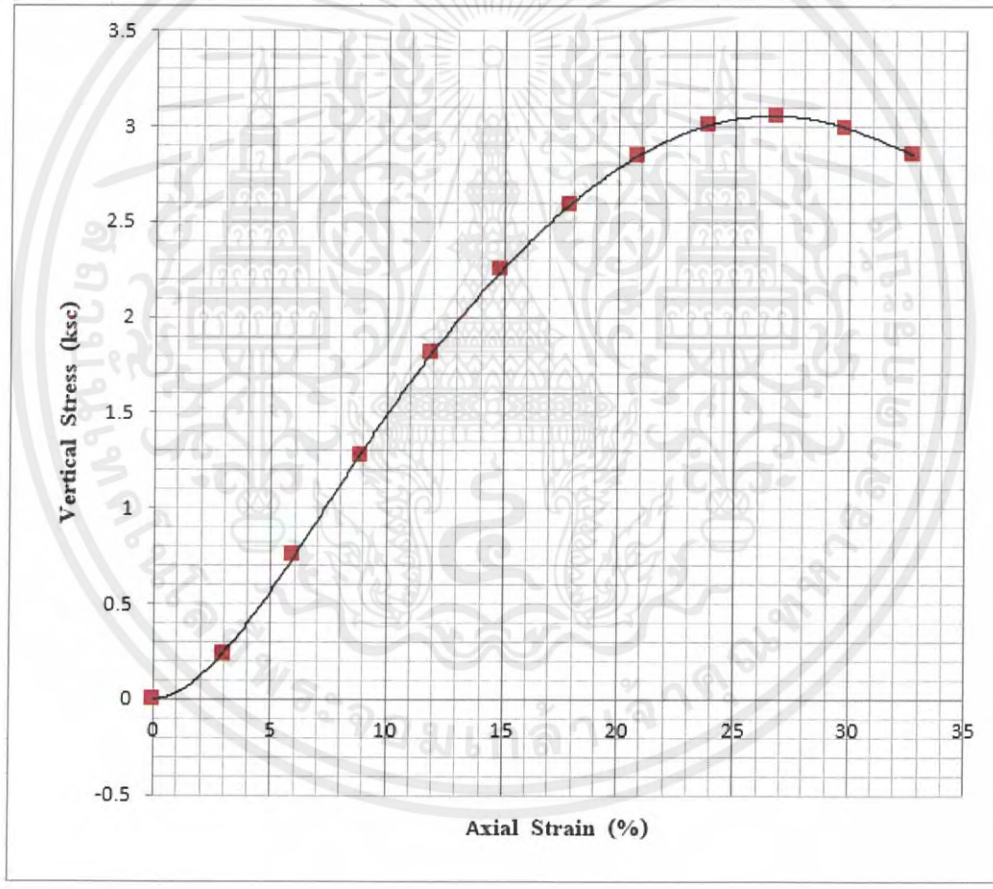
(Refer to ASTM D 2166)

Project : Properties of Compact Materials, Latex and sand,as Subbase of Road

UNCONFINED TEST RESULT :

Deformation dial Reading (Div)	Vertical Deformation(mm.)	Axial Strin (%)	Correcter Area (cm^2.)	Axial Load (kg.)	Vertical Stress (ksc)
0	0	0	97.07	0	0
50	0.50	2.98	100.05	23.52	0.24
100	1.00	5.96	103.22	77.61	0.75
150	1.50	8.93	106.59	136.40	1.28
200	2.00	11.91	110.19	199.90	1.81
250	2.50	14.89	114.05	256.35	2.25
300	3.00	17.87	118.19	305.73	2.59
350	3.50	20.85	122.63	349.24	2.85
400	4.00	23.82	127.43	383.34	3.01
450	4.50	26.80	132.61	405.69	3.06
500	5.00	29.78	138.23	413.92	2.99
550	5.50	32.76	144.36	411.57	2.85

Unconfined Compressive Strength,(ksc) =	3.06	Unconfined Shear Strength,(ksc) =	1.53



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้