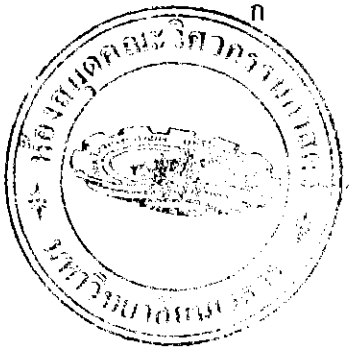
การวิเคราะห์คุณสมบัติของดินภูเขา ในเขตภัยพิบัติ จังหวัดอุตรดิตถ์

PROPERTY OF MOUTAIN SOIL ANALYSIS IN DISASTER ZONE , UTTARADIT PROVINCE

นายทศพร ทิอ้าย รหัส 54361282
นายเฉียบชัย แก้วพรม รหัส 54364474
นายบัณฑิต วรกิจเจริญสุข รหัส 54364726

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ ...
เลขทะเบียน 1ค9 0249 07
เลขเรียกหนังสือ ...
มหาวิทยาลัยนเรศวร พ.ศ. 2557

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2557



ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การวิเคราะห์คุณสมบัติของดินภูเขาในเขตภัยพิบัติ จังหวัดอุตรดิตถ์

ผู้ดำเนินโครงงาน นายทศพร ทิอ้าย รหัส 54361282

นายเฉียบชัย แก้วพรม รหัส 54364474

นายบัณฑิต วรกิจเจริญสุข รหัส 54364726

ที่ปรึกษาโครงงาน ผศ. ทิพย์วิมล แตะกระโทก

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2557

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผศ. ทิพย์วิมล แตะกระโทก)

.....กรรมการ

(ผศ.ดร. สสิกรณณ์ เหลืองวิชชเจริญ)

.....กรรมการ

(ดร. พงษ์ธร จุฬพันธ์ทอง)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การวิเคราะห์คุณสมบัติของดินภูเขาในเขตภัยพิบัติ จังหวัดอุตรดิตถ์	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายทศพร ทิอ้าย	รหัส 54361282
	นายเฉียบชัย แก้วพรม	รหัส 54364474
	นายบัณฑิต วรกิจเจริญสุข	รหัส 54364726
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผศ. ทิพย์วิมล แตะกระโทก	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
ปีการศึกษา	2557	

.....

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยอาศัยการทดสอบในสนามและการทดสอบในห้องปฏิบัติการทางปฐพีกลศาสตร์ ผลการทดสอบถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลคุณสมบัติของดินที่ได้จากการทดสอบในพื้นที่ใกล้เคียง จากหน่วยงานของรัฐ เช่น กรมทัพยากรธรณีธรรมชาติและกรมโยธาธิการและผังเมือง เป็นต้น ซึ่งมีขอบเขตเป็นพื้นที่ในจังหวัดอุตรดิตถ์ โดยดินที่ใช้ในการทดสอบเป็นดินที่ถูกแปรสภาพแล้วนำมาทำการจำลองสภาพให้เหมือนจริงอีกครั้ง

ผลการศึกษาพบว่าดินที่ทำการทดสอบ จัดอยู่ในกลุ่มของ SW-SM (Well-graded sand with silt) ซึ่งแตกต่างจากดินบริเวณอื่นที่ส่วนมากจัดอยู่ในกลุ่มของ CL แต่ก็มีส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 สามารถจัดอยู่ในกลุ่ม ML ค่า Liquid Limit , L.L. อยู่ในช่วง 35-50 % ค่า Plastic Limit , P.L. อยู่ในช่วง 20-40% ผลการทดสอบหาขนาดคละของเม็ดดินด้วยวิธี Sieve analysis พบค่า $C_u > 4$, ค่า C_c อยู่ระหว่าง 1-3 ค่า Maximum Past Pressure เท่ากับ 3.8 Kg/cm^2 ส่วนคุณสมบัติทางวิศวกรรม เช่น การรับแรงอัดแบบ (Unconfined Compression Test) จะมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับดินบริเวณอื่น

Project title	Property of mountain soil analysis in disaster zone, Uttaradit province		
Name	Mr. Thotsaporn	Tiai	ID. 54361282
	Mr. Cheipchai	Kaewprom	ID. 54364474
	Mr. Bundit	Worakitcharoensuk	ID. 54364726
Project advisor	Asst.Prof. Tipwemol Taekratok		
Major	Civil Engineering		
Department	Civil Engineering		
Academic year	2014		

Abstract

The project is the study of soil property in disaster area, Tumbon Maepoon, Amphur Lublae, Uttaradit Province by field investigation and soil laboratory test . The results are compared to those of near-by area ; investigating by official department such as; The Department of Mineral Resources, The Department of Public Works and Town & country Planning and etc.

The result shows that the study soil can be classified as SW-SM (Well-graded sand with silt) , which is different from those of near-by areas classified as CL. But the passing-sieve #200 portion can be classified as ML. Liquid Limit (L.L.) and Plastic Limit (P.L.) are in range of 35-50% and 20-40% , respectively. The sieve analysis found that coefficient of uniformity, C_u was larger than four ,$C_u > 4$ and coefficient of curvature, C_c was in a range of 1-3 . The maximum past pressure was about 3.8 Kg/cm^2. The unconfined compression strengths were closed to those of near-by areas.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ลุล่วงด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจาก ผศ.ทิพวิมล แตะกระโทก ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและ นายอภิชาติ สุโยธีธนรัตน์ , นายกาลไกล วรินทร์ , นายชัยวัฒน์ กล่ำแย้ม ที่กรุณาให้คำปรึกษา ตรวจแก้ไขและข้อเสนอแนะ คณะผู้ดำเนินโครงการรู้สึกสำนึกในความกรุณาและขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ที่มีความเอื้อเฟื้อในการทำโครงการครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่น้องที่สนับสนุนจนสำเร็จการศึกษา

คณะผู้ดำเนินโครงการ ขอมอบคุณงานความดีทั้งหมดแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ส่วนข้อผิดพลาดที่ท่านผู้อ่านอาจพบในโครงการนี้ คณะผู้จัดทำโครงการขอรับผิดชอบทั้งหมด

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายทศพร ทิอ้าย
นายเฉียบขัย แก้วพรม
นายบัณฑิต วรกิจเจริญสุข

มกราคม 2558

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ฆ
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน 2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 3
1.6 แผนการดำเนินงาน 4
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน 4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 5
2.1 ลักษณะสำคัญของสภาพธรณีวิทยาจังหวัดอุตรดิตถ์ 5
2.2 ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ที่ทำการทดสอบดินในสนาม 8
2.3 การทดสอบคุณสมบัติของดินในเชิงวิศวกรรม 11
2.3.1.หลักการทดสอบในสนาม (Field Test) 11
2.3.2. หลักการทดสอบในห้องปฏิบัติการ (Laboratory Test) 23

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 66
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ 66
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 66

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ 68
4.1 การหาค่าความหนาแน่นของดินในสนาม (Field Density Test) 68
4.2 การขนาดคละของเม็ดดินด้วยตะแกรงมาตรฐาน (Grain Size Analysis) 70
4.3 การหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลว (Atterberg ' s Limit) 74
4.4 การหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน (Specific Gravity Test) 79
4.5 การทดสอบแรงอัดแบบไม่จำกัด (Unconfined Compression Test) 82
4.6 การทดสอบหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรง (Direct Shear Test) 85
4.7 การทดสอบการยุบอัดตัวคายน้ำของดิน (Consolidation Test) 86

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 92
5.1 บทสรุป 92
5.1.1 สรุปผลการทดสอบคุณสมบัติของดิน 92
5.1.2 ผลการเปรียบเทียบดินตัวอย่างกับดินบริเวณอื่นในจังหวัดอุตรดิตถ์ 93

เอกสารอ้างอิง 94

ภาคผนวก ก.การทดลองหาหาความหนาแน่นในสนาม (Field Density Test) 95
ภาคผนวก ข.การขนาดคละของเม็ดดินด้วยตะแกรงมาตรฐาน (Grain Size Analysis) 102
ภาคผนวก ค.การหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลว (Atterberg ' s Limit) 114
ภาคผนวก ง.การหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน (Specific Gravity Test) 184
ภาคผนวก จ.การทดสอบแรงอัดแบบไม่จำกัด (Unconfined Compression Test) 189
ภาคผนวก ฉ.การทดสอบหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรง (Direct Shear Test) 264
ภาคผนวก ช.การทดสอบการยุบอัดตัวคายน้ำของดิน (Consolidation Test) 336
ภาคผนวก ซ.Boring log พื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ 363

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินงานของโครงงาน 4

2.1 ชนิดของดินแบ่งตามขนาดของเม็ดดิน 34

2.2 แสดงปริมาณน้ำหนักดินแห้งซึ่งใช้ในการร่อนผ่านตะแกรง 38

2.3 ค่าความถ่วงจำเพาะของดินชนิดต่างๆ 41

2.4 แสดงค่าตัวแปลงปรับแก้ , K 42

2.5 แสดงการคำนวณน้ำหนักที่ใช้แขวน 63

4.1 สรุปค่าความหนาแน่นแห้งและความหนาแน่นเปียก 68

4.2 จำแนกความแน่นของดินไม่เชื่อมแน่นตามค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ 69

4.3 ผลการทดสอบการขนาดคละของเม็ดดินด้วยตะแกรงมาตรฐานดินหลุมบน 70

4.4 ผลการทดสอบการขนาดคละของเม็ดดินด้วยตะแกรงมาตรฐานดินหลุมข้าง 71

4.5 ผลการทดสอบการขนาดคละของเม็ดดินด้วยตะแกรงมาตรฐานดินหลุมล่าง 71

4.6 ข้อมูลสรุปค่าขีดจำกัดความข้นเหลว Boring 1 (ดินหลุมบน) 74

4.7 ข้อมูลสรุปค่าขีดจำกัดความข้นเหลว Boring 2 (ดินหลุมข้าง) 74

4.8 ข้อมูลสรุปค่าขีดจำกัดความข้นเหลว Boring 3 (ดินหลุมล่าง) 74

4.9 Typical Values of Liquid Limit, Plastic Limit, and Activity of Some Clay 75

4.10. การจำแนกประเภทและคุณลักษณะของดินจากค่า PI 76

4.11 แสดงชนิดของดินตามค่าความถ่วงจำเพาะของดิน 79

4.12 ค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน ในจังหวัดอุตรดิตถ์ข้อมูลจากสำนักเทคโนโลยีธรณีกรมทรัพยากรธรณี 80

4.13 สรุปค่า Undrained Shear Strength ของหลุม 5 ตำแหน่งเจาะที่พื้น 82

4.14 General Relationship of Consistency and Unconfined Compression Strength of Clay 83

4.15 สรุปค่ามุมเสียดทานภายใน (ϕ) 85

4.16 วิเคราะห์ผลการทดลองจากความสัมพันธ์ของ อัตราส่วนของช่องว่าง (Void Ratio) , ปริมาณความชื้น Moisture Content และความหนาแน่นแห้ง (Dry Unit Weight) 87

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.12 Summary Results of soil (1)..... 89
4.13 Summary Results of soil (2)..... 90
4.14 Summary Results of soil (3)..... 91

ตารางผนวกที่ หน้า

ก.1 ผลการทดลองการหาความหนาแน่นของดินในสนาม..... 96
ก.2 ผลการทดลองการหาความหนาแน่นของดินในสนามหลุมบนความลึก 30 cm..... 97
ก.3 ผลการทดลองการหาความหนาแน่นของดินในสนามหลุมบนความลึก 9.81 cm..... 98
ก.4 ผลการทดลองการหาความหนาแน่นของดินในสนามหลุมข้าง#1..... 99
ก.5 ผลการทดลองการหาความหนาแน่นของดินในสนามหลุมข้าง#2..... 100
ก.6 ผลการทดลองการหาความหนาแน่นของดินในสนามหลุมพื้น..... 101
ข.1 ผลการทดลองการหาขนาดคละของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงมาตรฐานหลุม 1 (92cm)..... 104
ข.2 ผลการทดลองการหาขนาดคละของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงมาตรฐานหลุม1 (82cm)..... 105
ข.3 ผลการทดลองการหาขนาดคละของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงมาตรฐานหลุมข้าง#1..... 107
ข.4 ผลการทดลองการหาขนาดคละของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงมาตรฐานหลุมข้าง#2..... 108
ข.5 ผลการทดลองการหาขนาดคละของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงมาตรฐานหลุม5 (101cm)..... 110
ข.6 ผลการทดลองการหาขนาดคละของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงมาตรฐานหลุม5 (130cm)..... 111
ข.7 สรุปผลการทดลองการหาขนาดคละของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงมาตรฐาน..... 112
ข.8 เกณฑ์แสดงความคละของเม็ดหยาบ(ASTM D-2487)..... 113
ค.1 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 18 cm..... 116
ค.2 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 18 cm..... 117
ค.3 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 25 cm..... 118
ค.4 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 25 cm..... 119
ค.5 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 34 cm..... 120
ค.6 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 34 cm..... 121

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

ค.7 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 46 cm..... 122
ค.8 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 46 cm..... 123
ค.9 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 53 cm..... 124
ค.10 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 53 cm..... 125
ค.11 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 72 cm..... 126
ค.12 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 72 cm..... 127
ค.13 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 82 cm..... 128
ค.14 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 82 cm..... 129
ค.15 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 92 cm..... 130
ค.16 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 92 cm..... 131
ค.17 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 98 cm..... 132
ค.18 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 98 cm..... 133
ค.19 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 109 cm..... 134
ค.20 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 109 cm..... 135
ค.21 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 117 cm..... 136
ค.22 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 117 cm..... 137
ค.23 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 128 cm..... 138
ค.24 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 128 cm..... 139
ค.25 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 136 cm..... 140
ค.26 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 136 cm..... 141
ค.27 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 205 cm..... 143
ค.28 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 205 cm..... 144
ค.29 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 331 cm..... 146
ค.30 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 331 cm..... 147
ค.31 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 339 cm..... 148

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

ค.32 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 339 cm..... 149
ค.33 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 346 cm..... 150
ค.34 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 346 cm..... 151
ค.35 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 357 cm..... 152
ค.36 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 357 cm..... 153
ค.37 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 366 cm..... 154
ค.38 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 366 cm..... 155
ค.39 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 376 cm..... 156
ค.40 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 376 cm..... 157
ค.41 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 383 cm..... 158
ค.42 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 383 cm..... 159
ค.43 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 393 cm..... 160
ค.44 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 393 cm..... 161
ค.45 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 402 cm..... 162
ค.46 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 402 cm..... 163
ค.47 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 411 cm..... 164
ค.48 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 411 cm..... 165
ค.49 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 423 cm..... 166
ค.50 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 423 cm..... 167
ค.51 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 432 cm..... 168
ค.52 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 432 cm..... 169
ค.53 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 443 cm..... 170
ค.54 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 443 cm..... 171
ค.55 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 452 cm..... 172
ค.56 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 452 cm..... 173

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

ค.57 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 462 cm..... 174
ค.58 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 462 cm..... 175
ค.59 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 471 cm..... 176
ค.60 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 471 cm..... 177
ค.61 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 482 cm..... 178
ค.62 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 482 cm..... 179
ค.63 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 488 cm..... 180
ค.64 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 488 cm..... 181
ง.1 ผลการทดลองการหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน#1..... 185
ง.2 ผลการทดลองการหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน#2..... 186
ง.3 ค่าความถ่วงจำเพาะของดินชนิดต่างๆ..... 187
ง.4 แสดงค่าตัวแปรปรับแก้ , K..... 187
จ.1 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 22%..... 190
จ.2 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 22%..... 194
จ.3 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 24%..... 195
จ.4 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 24%..... 199
จ.5 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 26%..... 200
จ.6 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 26%..... 204
จ.7 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 28%..... 205
จ.8 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 28%..... 209
จ.9 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.46m,W 20%..... 211
จ.10 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.46m,W 20%..... 215
จ.11 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.46m,W 22%..... 216
จ.12 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.46m,W 22%..... 221
จ.13 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.46m,W 24%..... 222
จ.14 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.46m,W 24%..... 226
จ.15 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 18%..... 228

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

จ.16 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 18%..... 230
จ.17 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 22%..... 232
จ.18 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 22%..... 236
จ.19 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 26%..... 237
จ.20 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 26%..... 240
จ.21 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 30%..... 241
จ.22 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 30%..... 243
จ.23 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 24%..... 244
จ.24 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 24%..... 247
จ.25 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 26%..... 248
จ.26 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 26%..... 251
จ.27 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 28%..... 253
จ.28 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 28%..... 256
จ.29 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 30%..... 258
จ.30 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 30%..... 261
ฉ.1 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 2 W0%..... 265
ฉ.2 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 2 W5%..... 267
ฉ.3 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 2 W10%..... 270
ฉ.4 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 2 W12%..... 273
ฉ.5 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 2 W15%..... 276
ฉ.6 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 4 W0%..... 277
ฉ.7 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 4 W5%..... 280
ฉ.8 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 4 W10%..... 283
ฉ.9 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 4 W15%..... 285
ฉ.10 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 8 W0%..... 288

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

ฉ.11 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 8 W5%..... 290
ฉ.12 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 8 W10%..... 293
ฉ.13 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 8 W15%..... 295
ฉ.14 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 13 W0%..... 298
ฉ.15 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 13 W5%..... 301
ฉ.16 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 13 W10%..... 303
ฉ.17 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 13 W15%..... 305
ฉ.18 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 14 W0%..... 308
ฉ.19 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 14 W5%..... 310
ฉ.20 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 14 W10%..... 313
ฉ.21 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 14 W15%..... 316
ฉ.22 สรุปค่า Shearing Stress ที่ W0%..... 318
ฉ.23 สรุปค่า Shearing Stress ที่ W5%..... 321
ฉ.24 สรุปค่า Shearing Stress ที่ W10%..... 324
ฉ.25 สรุปค่า Shearing Stress ที่ W15%..... 327
ฉ.26 สรุปค่า Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่ W0%..... 330
ฉ.27 สรุปค่า Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่ W5%..... 331
ฉ.28 สรุปค่า Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่ W10%..... 332
ฉ.29 สรุปค่า Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่ W15%..... 333
ช.1 แสดงการคำนวณน้ำหนักที่ใช้แขวน..... 337
ช.2 แสดงผลของข้อมูลดินที่ใช้ในการทดสอบค่ายุบอัดตัวคายน้ำที่ W0%..... 338
ช.3 Summary Consolidation test (W0%)..... 339
ช.4 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 1 kg..... 341
ช.5 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 2 kg..... 342
ช.6 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 4 kg..... 343

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

ช.7 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 8 kg..... 344
ช.8 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 16 kg..... 345
ช.9 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 32 kg..... 346
ช.10 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 10 kg..... 347
ช.11 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 0 kg..... 348
ช.12 แสดงผลของข้อมูลดินที่ใช้ในการทดสอบค่ายุบอัดตัวคายน้ำที่ W10%..... 349
ช.13 Summary Consolidation test (W10%)..... 350
ช.14 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 1 kg..... 352
ช.15 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 2 kg..... 353
ช.16 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 4 kg..... 354
ช.17 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 8 kg..... 355
ช.18 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 16 kg..... 356
ช.19 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 32 kg..... 357
ช.20 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 10 kg..... 358
ช.21 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 0 kg..... 359

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อหาคุณสมบัติทางธรณีวิศวกรรมของดิน..... 3

2.1 แผนผังลักษณะสำคัญของสภาพธรณีวิทยาจังหวัดอุตรดิตถ์..... 5

2.2 แสดงลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่โครงการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินเชิงวิศวกรรมในจังหวัดอุตรดิตถ์ พิกัด 17.715053, 100.01446..... 8

2.3 แสดงลักษณะภูมิประเทศโดยรอบในพื้นที่โครงการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินเชิงวิศวกรรมในจังหวัดอุตรดิตถ์ พิกัด 17.715053, 100.01446..... 9

2.4 แสดงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่โครงการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินเชิงวิศวกรรมในจังหวัดอุตรดิตถ์ พิกัด 17.715053, 100.01446..... 10

2.5 แสดงการเจาะสำรวจชั้นดินด้วยวิธีการเจาะแบบใช้สว่านมือ (Hand Auger)..... 12

2.6 แสดงการสำรวจพื้นที่และตำแหน่งของการเจาะสำรวจชั้นดิน..... 13

2.7 แสดงการเก็บตัวอย่างดิน..... 13

2.8 แสดงอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการทดสอบหาค่าความหนาแน่นของดินในสนามโดยวิธีกรวยทราย..... 15

2.9 แสดงการหาน้ำหนักทรายในกรวย..... 16

2.10 แสดงการประกอบโมลและวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโมลทดสอบ..... 17

2.11 แสดงการคว่ำขวดทรายลงบนโมลพร้อมเปิดวาล์วให้ทรายไหลลงมาอย่างอิสระ..... 17

2.12 แสดงการใช้มีดสันตรงปาดบนขอบโมลและใช้แปรงทำความสะอาดรอบฐานโมล..... 18

2.13 แสดงการชั่งน้ำหนักทรายรวมกับโมลบนเครื่องชั่งน้ำหนัก..... 18

2.14 แสดงการปรับสภาพพื้นที่ให้ได้ระดับมีความสม่ำเสมอ เพื่อที่จะวางอุปกรณ์ทดสอบได้สะดวก 19

2.15 แสดงการวางแผ่นหาความหนาแน่น(Field Density Plate) พร้อมตอกเหล็กยึดบนรูที่อยู่ตรงมุมของแผ่นหาความหนาแน่น..... 20

2.16 แสดงการทดสอบตามขั้นตอนที่ 5..... 21

2.17 การเก็บทรายที่ใช้ทดสอบโดยการร่อนผ่านตะแกรง..... 21

2.18 การทดสอบหาความหนาแน่นของดินในสนามโดยลึกเข้าไปในแนวราบของชั้นดิน..... 22

2.19 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับทดสอบหา Atterberg 's Limits..... 25

2.20 เครื่องมือปาดร่องดินและเครื่องทดสอบหาขีดจำกัดเหลว..... 26

2.21 มีดปาดดินและชามกระเบื้องเคลือบ..... 26

2.22 แสดงขั้นตอนการทดสอบ Liquid Limit ขั้นตอนที่ 1..... 27

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.23	แสดงขั้นตอนการทดสอบ Liquid Limit ขั้นตอนที่ 2	27
2.24	แสดงขั้นตอนการทดสอบ Liquid Limit ขั้นตอนที่ 3	28
2.25	แสดงขั้นตอนการทดสอบ Liquid Limit ขั้นตอนที่ 4	28
2.26	แสดงขั้นตอนการทดสอบ Liquid Limit ขั้นตอนที่ 6	29
2.27	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับจำนวนครั้งที่เคาะ	30
2.28	แสดงขั้นตอนการทดสอบ Plastic Limit ขั้นตอนที่ 1-2	31
2.29	แผนผังแสดงการจัดจำแนกประเภทดินเม็ดหยาบ	35
2.30	อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการทดสอบการหาขนาดของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรง	36
2.31	ตะแกรงที่ใช้ร่อนตัวอย่างพร้อมถาดรอง และเครื่องเขย่าตะแกรง	37
2.32	แสดงขั้นตอนการทดสอบแบบไม่ล้างตะแกรง ขั้นตอนที่ 1	38
2.33	แสดงขั้นตอนการทดสอบแบบไม่ล้างตะแกรง ขั้นตอนที่ 2	39
2.34	แสดงขั้นตอนการทดสอบแบบไม่ล้างตะแกรง ขั้นตอนที่ 3	39
2.35	ตารางการหาขนาดของดินด้วยวิธีร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐาน Sieve Analysis	40
2.36	อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน	44
2.37	ขวดแก้วและเทอร์โมมิเตอร์	45
2.38	แท่งแก้วและหลอดดูดน้ำ	45
2.39	น้ำกลั่น	45
2.40	ขั้นตอนการทดสอบเทียบ ขั้นตอนที่ 3	47
2.41	ขั้นตอนการทดสอบเทียบ ขั้นตอนที่ 4	47
2.42	ขั้นตอนการทดสอบเทียบ ขั้นตอนที่ 5	48
2.43	ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ขั้นตอนที่ 1	48
2.44	ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ขั้นตอนที่ 2	49
2.45	ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ขั้นตอนที่ 3	50
2.46	ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ขั้นตอนที่ 4	50
2.47	ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ขั้นตอนที่ 5	51
2.48	แสดงตำแหน่งที่เลือกดินไปทดสอบในห้องปฏิบัติการและแสดงแนวหินผุพัง	53
2.49	แสดงการผสมดิน	54
2.50	แสดงการถอดตัวอย่างดินออกจากโมลและการห่อตัวอย่างดิน	54

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.51 แสดงการประกอบ Shear Box และการบดอัดดินใน Shear Box	57
2.52 แสดงการประกอบ Shear Box ที่มีตัวอย่างดินในเครื่องทดสอบแรงเฉือนโดยตรง	57
2.53 แสดงตำแหน่งของดินด้านข้างหลุมที่ 1 และแนวหินผุพัง	60
2.54 แสดงการติดตั้ง Consolidation Cell บนเครื่องทดสอบ	61
2.55 วิธีรากที่สองของเวลา (Square root of time method)	64
3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงาน	67
4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นแห้งของดินในจังหวัดอุตรดิตถ์	69
4.2 กราฟแสดงเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ชนิดดินในจังหวัดอุตรดิตถ์	72
4.3 แผนผังวิเคราะห์การจำแนก Group symbol และ Group name ของดิน	3
4.4 Plasticity Chart ของดินที่ทำการทดสอบ	76
4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบชนิดดินเม็ดละเอียดในพื้นที่จังหวัด	77
4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินของพื้นที่ต่างๆในจังหวัดอุตรดิตถ์	80
4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Effective กับ Void Ratio	86

รูปผนวกที่	หน้า
ข.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ขนาดคละกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่านหลุม1(92cm)	104
ข.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ขนาดคละกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่านหลุม1(82cm)	105
ข.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ขนาดคละกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่านหลุมข้าง#1	107
ข.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ขนาดคละกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่านหลุมข้าง#2	108
ข.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ขนาดคละกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่านหลุม5(101cm)	110
ข.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ขนาดคละกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่านหลุม5(130cm)	111
ข.7 กราฟสรุปผลแสดงความสัมพันธ์ขนาดคละกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่านของทั้งสามหลุม	112
ค.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ18 cm	116
ค.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ25 cm	118
ค.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ34 cm	120
ค.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ46 cm	122
ค.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ53 cm	124
ค.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ72 cm	126

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปผนวกที่	หน้า
ค.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ82 cm	128
ค.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ92 cm	130
ค.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ98 cm	132
ค.10กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ109cm	134
ค.11กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ117cm	136
ค.12กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ128cm	138
ค.13กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ136cm	140
ค.14กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ205cm	143
ค.15กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ331cm	146
ค.16กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ339cm	148
ค.17กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ346cm	150
ค.18กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ357cm	152
ค.19กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ366cm	154
ค.20กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ376cm	156
ค.21กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ383cm	158
ค.22กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ393cm	160
ค.23กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ402cm	162
ค.24กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ411cm	164
ค.25กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ423cm	166
ค.26กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ432cm	168
ค.27กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ443cm	170
ค.28กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ452cm	172
ค.29กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ462cm	174
ค.30กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ471cm	176
ค.31กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ482cm	178
ค.32กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม1ระยะ488cm	180
จ.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress ลึก 4.02m,W 22%	194
จ.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress ลึก 4.02m,W 24%	199

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปผนวกที่	หน้า
จ.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress ลึก 4.02m,W 26%	204
จ.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress ลึก 4.02m,W 28%	210
จ.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress ลึก 3.46m,W 20%	215
จ.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress ลึก 3.46m,W 22%	221
จ.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress ลึก 3.46m,W 24%	227
จ.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างAxial Strain กับ Vertical Stress ลึก 3.76m,W 18%	231
จ.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress ลึก 3.76m,W 22%	236
จ.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับVertical Stress ลึก 3.76m,W 26%	240
จ.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับVertical Stress ลึก 3.76m,W 30%	243
จ.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับVertical Stress ลึก 4.88m,W 24%	247
จ.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับVertical Stress ลึก 4.88m,W 26%	252
จ.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับVertical Stress ลึก 4.88m,W 28%	257
จ.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับVertical Stress ลึก 4.88m,W 30%	261
ฉ.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนกับการเคลื่อนที่ในแนวราบเพิ่มน้ำ 0%.....	320
ฉ.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนกับการเคลื่อนที่ในแนวราบเพิ่มน้ำ 5%.....	323
ฉ.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนกับการเคลื่อนที่ในแนวราบเพิ่มน้ำ 10%.....	326
ฉ.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนกับการเคลื่อนที่ในแนวราบเพิ่มน้ำ 15%.....	329
ฉ.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่ W0%	330
ฉ.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่ W5%	331
ฉ.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่W10%	332
ฉ.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่W15%	333
ช.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างEffective Pressure กับVoid Ratioของดินw0%#1	340
ช.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างEffective Pressure กับVoid Ratioของดินw0%#2	340
ช.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 1 kg.....	341
ช.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 2 kg.....	342

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปผนวกที่	หน้า
ช.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 4 kg	343
ช.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 8 kg	344
ช.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 16 kg	345
ช.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 32 kg	346
ช.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 10 kg	347
ช.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 0 kg	348
ช.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างEffective Pressure กับVoid Ratio ของดินw10%#1	351
ช.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างEffective Pressure กับVoid Ratio ของดินw10%#2	351
ช.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 1 kg	352
ช.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 2 kg	353
ช.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 4 kg	354
ช.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 8 kg	355
ช.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 16 kg	356
ช.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 32 kg	357

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปผนวกที่	หน้า
ช.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 10 kg	358
ช.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 0 kg	359
ช.1 Boring log ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 1	364
ช.2 Boring log ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 2	365
ช.3 Boring log ตำบลบ้านแก่ง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 1	366
ช.4 Boring log ตำบลบ้านแก่ง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 2	367
ช.5 Boring log ตำบลบ้านแก่ง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 3	368
ช.6 Boring log ตำบลบ้านแก่ง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 4	369
ช.7 Boring log ตำบลบ้านหาดสองแคว อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 1	370
ช.8 Boring log ตำบลบ้านหาดสองแคว อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 2	371
ช.9 Boring log อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 1	372
ช.10 Boring log อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 2	373

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน คือ การศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์และกลศาสตร์ของดินแต่ละประเภทเพื่อที่จะศึกษาว่าดินเหล่านี้จะให้คุณสมบัติไปในทิศทางใด เพราะดินที่นำมาศึกษาพบว่ามักจะเกิดปัญหาดินถล่มและการเลื่อนไถลของดินบ่อยครั้ง จึงได้นำไปสู่โครงการการศึกษาคุณสมบัติของดินอุตรดิตถ์ โดยมีการเก็บตัวอย่างดินมาผ่านปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์พร้อมกับวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินในด้านต่างๆ ดังนี้

การหาค่าความหนาแน่นของดินในสนาม (Field Density Test)

การขนาดคละของเม็ดดินด้วยตะแกรงมาตรฐาน (Grain Size Analysis)

การหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลว (Atterberg ' s Limit)

การหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน (Specific Gravity Test)

การทดลองแรงเฉือนแบบโดยตรง (Direct Shear test)

การทดลองแรงเฉือนแบบไม่จำกัด (Unconfined Compression Test)

การทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำของดิน (Consolidation test)

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

- เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์)
- เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางวิศวกรรมกับพื้นที่บริเวณอื่นๆในจังหวัดอุตรดิตถ์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบถึงลักษณะโครงสร้าง ประเภทของดิน และคุณสมบัติในด้านต่างๆทางวิศวกรรม

1.3.2 เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาสำหรับผู้ที่สนใจ

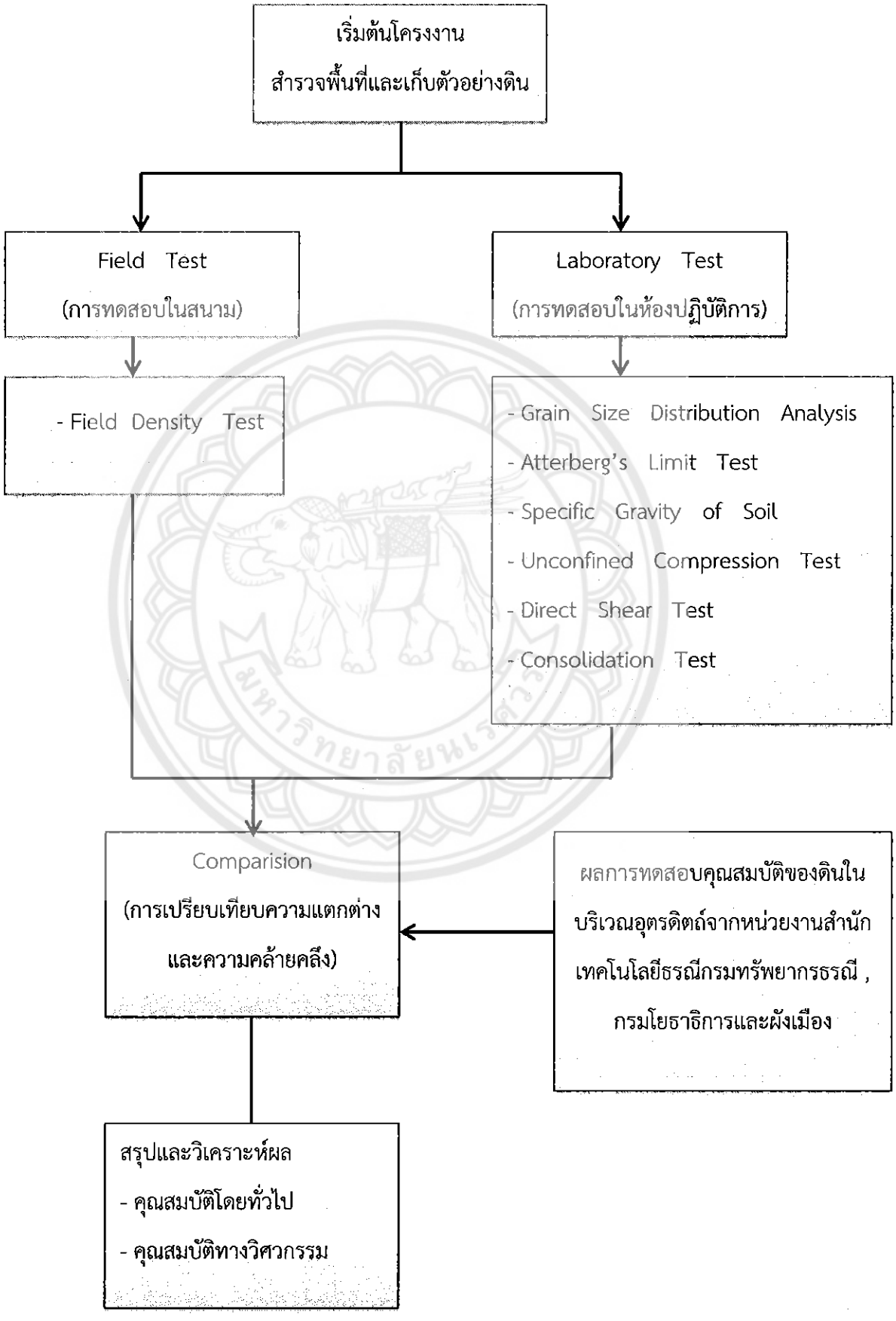
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

1.4.1 บริเวณลงพื้นที่สำรวจและเก็บตัวอย่างดิน ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

1.4.2 เจาะสำรวจดิน 5 หลุม แบ่งเป็น หลุมบน 2 หลุม หลุมข้าง 2 หลุม และหลุมล่าง 1 หลุม โดยใช้วิธีการเจาะสำรวจดินและเก็บตัวอย่างดินมาทดสอบคือ วิธีการขุดเจาะด้วยสว่านมือ (Hand Auger)

1.4.3 ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินในพื้นที่ธรณีพิบัติ

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 1.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อหาคุณสมบัติทางธรณีวิศวกรรมของดิน

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานของโครงงาน

ประเภทงาน	เดือน					
	ม.ค. - ก.พ.	มี.ค.-เม.ย.	พ.ค. - มิ.ย.	ก.ค. - ส.ค.	ก.ย. - ต.ค.	พ.ย. - ธ.ค.
1.วางแผน						
2.เจาะสำรวจดินพร้อมเก็บตัวอย่าง						
3.ทำการทดลอง						
4.วิเคราะห์ผล						
5.เขียนโครงการ						

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1.7.1 งบประมาณในการเดินทาง - บาท

1.7.2 งบประมาณในการขุดเจาะและเก็บตัวอย่าง 1,500 บาท

1.7.3 งบประมาณในการทำการทดลอง 1,000 บาท

1.7.4 งบประมาณในการจัดทำรายงาน 500 บาท

รวมเป็นเงิน -3,000- บาท (สามพันบาทถ้วน)

คณะผู้ดำเนินโครงการ **อาจารย์ควบคุมโครงการ**

1. นายทศพร ทิอ้าย _____

2. นายเฉียบชัย แก้วพรม (ผศ.ทิพย์วิมล แตะกระโทก)

3. นายบัณฑิต วรกิจเจริญสุข วันที่..23.มกราคม พ.ศ. 2558

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 ลักษณะสำคัญของสภาพธรณีวิทยาจังหวัดอุตรดิตถ์

จังหวัดอุตรดิตถ์ เป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ในเขตภาคเหนือตอนล่าง พื้นที่ร้อยละ 80 อยู่ในเขตภูเขาสูง มีแนวเทือกเขาสลับซับซ้อน พื้นที่ลุ่มพบเฉพาะด้านล่างของจังหวัด มีแม่น้ำน่านเป็นแม่น้ำสายหลักไหลผ่านจากด้านทิศเหนือลงมาทิศใต้ พัดพาตะกอนมาทับถมในแนวลำน้ำและที่ราบสองฝั่งแม่น้ำ ลักษณะสำคัญของสภาพธรณีวิทยา จังหวัดอุตรดิตถ์ แบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ ดังนี้

รูปที่ 2.1 แผนผังลักษณะสำคัญของสภาพธรณีวิทยาจังหวัดอุตรดิตถ์

ธรณีวิทยากายภาพ

ลักษณะทางกายภาพหรือวิทยาหินของจังหวัดอุตรดิตถ์ ประกอบด้วยหิน 3 ประเภท ได้แก่ **หินอัคนี** หินแปร และหินตะกอน หินแต่ละประเภทแยกออกจากกันโดยอาศัยลักษณะทางกายภาพ การเกิด การสะสมตัว และอายุ เป็นสำคัญ ในจังหวัดอุตรดิตถ์ พบหมวดหินที่มีอายุทางธรณีกาลตั้งแต่ยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน ถึงยุคควอเทอร์นารี (ประมาณ 430 ล้านปี ถึงปัจจุบัน) แต่ละลำดับชั้นหินเรียงจากอายุแก่ไปหาอายุอ่อน มีลักษณะสำคัญดังนี้

-หินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน (SD)

(ช่วง 360-438 ล้านปี) เป็นชุดหินที่อยู่ลำดับล่างสุดของจังหวัดอุตรดิตถ์ พบกระจายตัวอยู่ด้านตะวันออกของอำเภอเมืองอุตรดิตถ์ เขตอำเภอท่าปลา ประกอบด้วยหินแปรทั้งหมด ได้แก่ หินฟิลไลต์ หินชีสต์ และหินควอร์ตไซต์

-หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (C)

(ช่วง 286-360 ล้านปี) พบกระจายตัวอยู่ด้านทิศตะวันตกของหินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียนในเขตอำเภอท่าปลา กับอำเภอทองแสนขัน ประกอบด้วยหินทราย หินดินดาน หินทรายแป้ง หินเชิร์ต และหินปูน

-หินยุคเพอร์เมียน (P)

(ช่วง 245-286 ล้านปี) มีการกระจายตัวอยู่ตามขอบด้านตะวันตกและตอนกลางของจังหวัดอุตรดิตถ์ ในเขตอำเภอเมือง อำเภอลับแล อำเภอน้ำปาด อำเภอฟากท่า และอำเภอทองแสนขัน ประกอบด้วยหินทราย หินดินดาน หินปูน หินเชิร์ต และหินตะกอนมีเศษเถ้าภูเขาไฟปน มีซากดึกดำบรรพ์แบ่งออกเป็น 4 หมวดหินย่อย ได้แก่ หมวดหินกิ่วลม หมวดหินผาหวดและหมวดหินห้วยทาก (อยู่ในกลุ่มหินงาว) และหมวดหินลับแล มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกับหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส และไม่ต่อเนื่องกับหินยุคไทรแอสซิก

-หินยุคไทรแอสซิก (TR)

(ช่วง 210-245 ล้านปี) พบอยู่ขอบด้านบนตะวันตกสุดของจังหวัดอุตรดิตถ์ ในเขตอำเภอเมืองลับแล และอำเภอท่าปลา และอยู่ทางด้านทิศเหนือของคลองตรอน ในเขตอำเภอน้ำปาด ประกอบด้วยหินกรวดเหลี่ยม หินกรวดมน หินทราย หินดินดาน หินโคลน หินตะกอนมีเศษเถ้าภูเขาไฟปน และหินเชิร์ต แบ่งออกเป็น 4 หมวดหินย่อย ได้แก่ หมวดหินพระธาตุ และหมวดหินฮ่องหอย (อยู่ในกลุ่มหินลำปาง) หมวดหินเขาพลึง และหมวดหินแม่เฉย

-หินยุคจูแรสซิก (J)

(ช่วง 140-210 ล้านปี) กระจายอยู่ส่วนน้อย พบอยู่ตามขอบด้านตะวันตกสุดของอำเภอฟากท่า ด้านตะวันออกสุดของอำเภอบ้านโคก และอำเภอพิชัย ประกอบด้วย 2 หมวดหิน ได้แก่ หมวดหินซัมบอน และหมวดหินภูกระดึง (อยู่ในกลุ่มหินโคราช) ประกอบด้วยหินทราย หินดินดาน หินทรายแป้ง

หินอัคนี

หินอัคนีแบ่งตามการเกิดได้ 2 ชนิด คือ 1) หินอัคนีแทรกซอน เป็นหินอัคนีเกิดอยู่ในระดับลึก โดยการตกผลึกจากหินหนืด เนื้อหินมีลักษณะหยาบหรือค่อนข้างหยาบ สามารถมองเห็นเม็ดแร่ด้วยตาเปล่าได้อย่างชัดเจน 2) หินภูเขาไฟ เป็นหินที่เกิดจากการเย็นตัวของหินหนืดใกล้ผิวโลก เนื้อหินจะมีเม็ดละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด หินอัคนีในจังหวัดอุตรดิตถ์ จำแนกโดยชนิดหิน อายุ และความสัมพันธ์กับหินอื่นๆ

ตะกอนร่วนยุคควอเทอร์นารี

ตะกอนปฐมภูมิ เกิดจากการผุพังของหินเดิม มีการสะสมตัวแบบอยู่กับที่ หรืออาจจะถูกพัดพาไปแต่ไม่ไกลจากหินต้นกำเนิดมากนัก พบอยู่ใกล้ที่ลาดภูเขาหรือที่เชิงเขา

ตะกอนทุติยภูมิ เกิดจากการตกทับถมกันโดยแม่น้ำพามาจากแม่น้ำสายหลัก ได้แก่ แม่น้ำน่านและแม่น้ำคลองตรอน เป็นสำคัญ ชั้นตะกอนแผ่กระจายตัวมากที่สุด พบครอบคลุมพื้นที่ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัด

โครงสร้างทางธรณีวิทยา

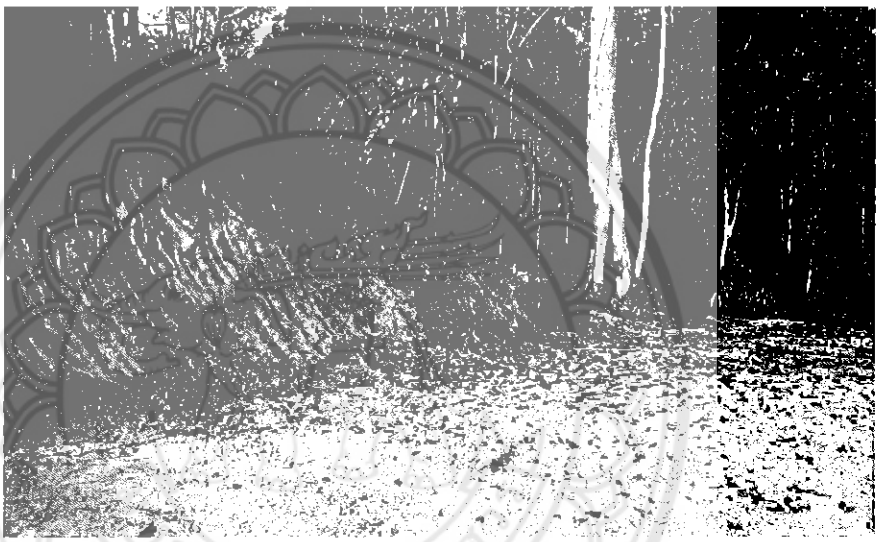
โครงสร้างทางธรณีวิทยาในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ เป็นผลจากการบีบอัด การขยาย การแยกและการเลื่อนออกจากกันของเปลือกโลก เนื่องด้วยเหตุการณ์แปรสัณฐานหลายช่วงเวลา มีทิศทางอยู่ในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้เกือบทั้งหมด ซึ่งกำกับรูปร่างและทิศทางการวางตัวของจังหวัดและอีกหนึ่งแนววางตัวทิศเหนือ-ทิศใต้ ตามแนวของแม่น้ำน่าน พบตั้งแต่ช่วงอำเภอเมืองอุตรดิตถ์ ผ่านอำเภอตรอนจนถึงอำเภอพิชัย โครงสร้างธรณีวิทยาที่สำคัญประกอบด้วยการวางตัวชั้นหิน ชั้นหินโค้งงอ รอยแยกและรอยเลื่อน แนวแตกเรียบ และรอยชั้นไม่ต่อเนื่อง โครงสร้างธรณีวิทยาดังกล่าว มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมักเกิดอยู่ด้วยกันมากกว่า 2 ชนิด

2.2 ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ที่ทำการทดสอบดินในสนาม

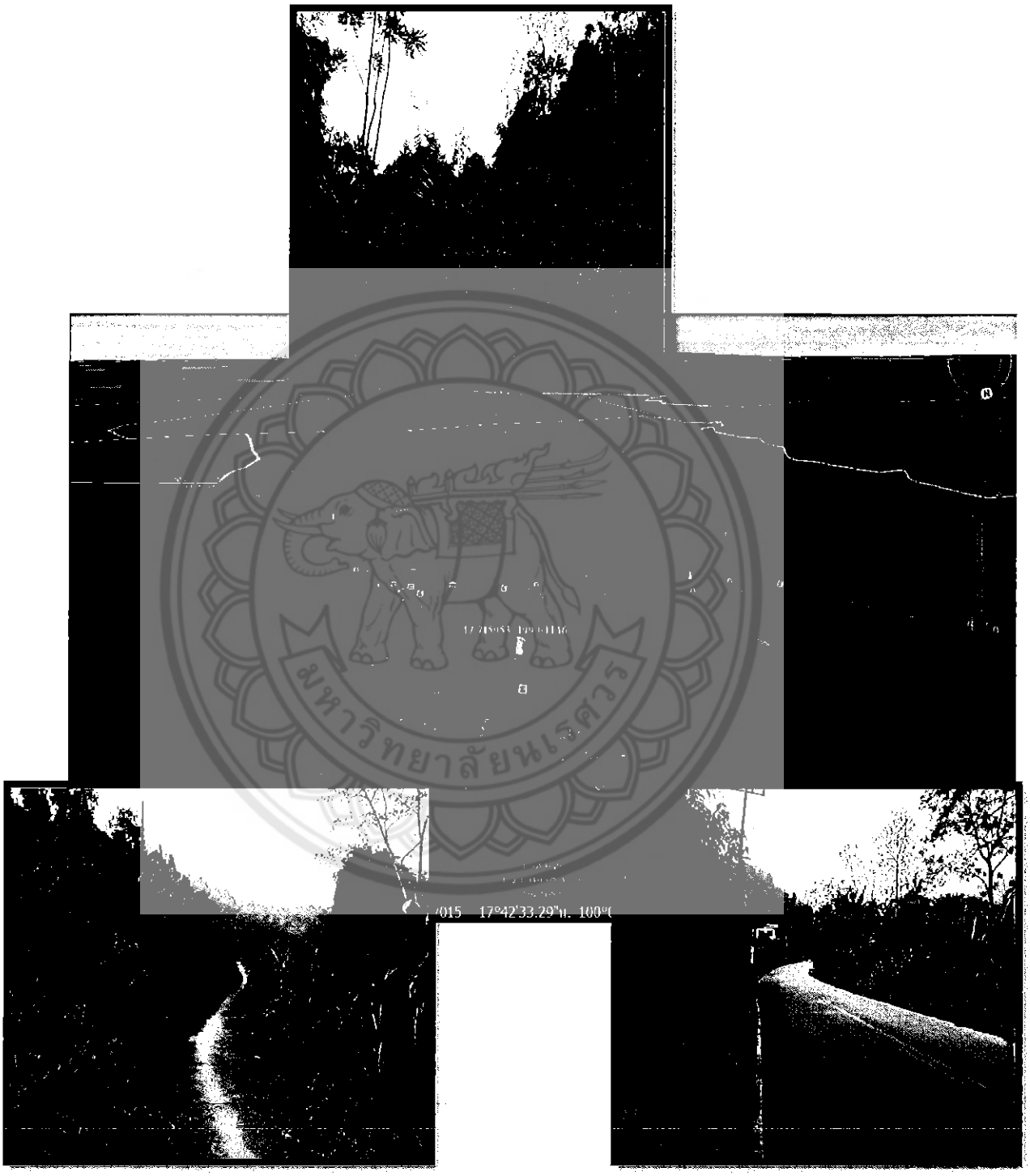
พิกัด 17.715053, 100.01446 (17°42'54.2"N 100°00'52.1"E)

ที่ตั้ง ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

จากการปฏิบัติในภาคสนามซึ่งเป็นการเจาะสำรวจชั้นดินและการทดสอบหาค่าความหนาแน่นของดินในสนาม สามารถใช้ข้อมูลทางทฤษฎีและในทางปฏิบัติอธิบายถึงลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่การทดสอบคุณสมบัติของดินเชิงวิศวกรรมได้ดังรูปภาพที่ 2.51

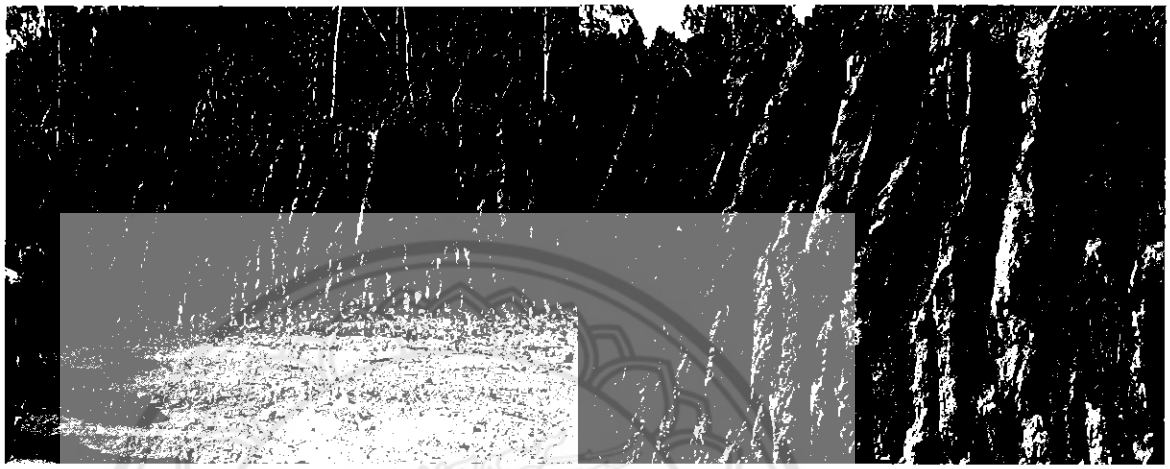


รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่โครงการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินเชิงวิศวกรรมในจังหวัดอุตรดิตถ์ พิกัด 17.715053, 100.01446



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะภูมิประเทศโดยรอบในพื้นที่โครงการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินเชิงวิศวกรรมในจังหวัดอุตรดิตถ์ พิกัด 17.715053, 100.01446

สภาพของดินในพื้นที่ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ทำการทดสอบเป็นที่ราบภูเขาสูง มีป่าไม้ปกคลุม ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่โครงการโดยส่วนมากจะเป็นชั้นดินเรียงตัวลึก มีแนวหินผุพังปะปนอยู่และมีสภาพแน่น เนื่องมาจากสภาพทางธรณีวิทยาเป็นปัจจัยที่กำหนดลักษณะทางกายภาพของดิน โดยรายละเอียดจะกล่าวในหัวข้อลักษณะทางธรณีวิทยาของจังหวัดอุตรดิตถ์



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่โครงการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินเชิงวิศวกรรมในจังหวัดอุตรดิตถ์ พิกัด 17.715053, 100.01446

2.3 การทดสอบคุณสมบัติของดินในเชิงวิศวกรรม

2.3.1.หลักการทดสอบในสนาม (Field Test)

2.3.1.1 การเจาะสำรวจชั้นดิน

2.3.1.2 การทดสอบหาค่าความหนาแน่นของดินในสนามโดยวิธีกรวยทราย

2.3.2. หลักการทดสอบในห้องปฏิบัติการ (Laboratory Test)

2.3.2.1 การขนาดคละของเม็ดดินด้วยตะแกรงมาตรฐาน

2.3.2.2 การหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลว

2.3.2.3 การหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน

2.3.2.4 การทดสอบแรงอัดแบบไม่จำกัด

2.3.2.5 การทดสอบหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรง

2.2.2.6 การทดสอบการยุบอัดตัวคายน้ำของดิน

2.3.1.หลักการทดสอบในสนาม (Field Test)

2.3.1.1 การเจาะสำรวจชั้นดิน

หลักการและทฤษฎี

การเจาะสำรวจชั้นดิน คือ การเจาะลงไปในชั้นดินเพื่อเก็บตัวอย่างดินมาทดสอบหาคุณสมบัติ ซึ่งการเจาะสำรวจชั้นดินในเขตพื้นที่ศึกษาธรณีพิบัติภัยจังหวัดอุตรดิตถ์จะเลือกใช้วิธีการเจาะสำรวจโดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า การเจาะสำรวจชั้นดินโดยใช้สว่านมือ (Hand Auger) เป็นการเจาะสำรวจโดยใช้แรงคนเพื่อดูชั้นดิน จะได้ตัวอย่างดินแบบแปรสภาพมาทดสอบในห้องปฏิบัติการ การเจาะสำรวจด้วยวิธีนี้มีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถเก็บตัวอย่างดินได้ลึกมาก

มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ

ASTM D 1452-80(2000) Standard Practice for Soil Investigation and Sampling by Auger Boring

รูปที่ 2.5 แสดงการเจาะสำรวจชั้นดินด้วยวิธีการเจาะแบบใช้สว่านมือ (Hand Auger)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. สว่านมือสำหรับเจาะดิน (Hand Auger)
2. ถุงเก็บตัวอย่างดิน
3. อุปกรณ์ปรับสภาพพื้นที่ เช่น จอบ
4. ตลับเมตร สายวัด

ขั้นตอนการทดสอบ

1. สำรวจพื้นที่ตั้งโครงการและวางแผนการดำเนินงานในส่วนของการเจาะสำรวจชั้นดิน

2. เลือกตำแหน่งที่จะทำการเจาะสำรวจชั้นดินในพื้นที่ตั้งโครงการของการทดสอบคุณสมบัติของดินเชิงวิศวกรรม โดยมีเหตุผลของการเลือกที่สอดคล้องกับคุณสมบัติของดินในพื้นที่นั้นๆ

รูปที่ 2.6 แสดงการสำรวจพื้นที่และตำแหน่งของการเจาะสำรวจชั้นดิน

3. เตรียมความพร้อมของอุปกรณ์

4. ทำการเจาะชั้นดินและตรวจสอบสภาพของชั้นดินไปพร้อมๆกัน เพื่อประมาณช่วงความลึกที่เหมาะสมระหว่างการขุดเจาะ เนื่องจากบางทีสภาพของดินมีความแน่นมาก มีเศษหินปะปน หรือมีเศษวัสดุอื่นๆปะปนอยู่ในชั้นดิน อาจทำให้เจาะชั้นดินได้ไม่ลึกมาก ต้องมีการเปลี่ยนตำแหน่งการเจาะสำรวจใหม่

5. วัดความลึกของชั้นดินพร้อมเก็บตัวอย่างดินในอุปกรณ์ที่สามารถรักษาความชื้นได้ เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนในขั้นตอนของการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

รูปที่ 2.7 แสดงการเก็บตัวอย่าง

2.3.1.2 การทดสอบหาค่าความหนาแน่นของดินในสนามโดยวิธีกรวยทราย

(Determination of Field Density Test by Sand Cone Method)

ขอบเขตของการทดสอบ

ก่อนเริ่มทำการทดสอบหาความหนาแน่นของดินในสนาม จะต้องพิจารณาสภาพของพื้นที่และคุณสมบัติของดินเบื้องต้น เพื่อช่วยกำหนดวิธีการเจาะสำรวจอีกทั้งยังช่วยให้การทดสอบหาความหนาแน่นของดินในสนามมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น กรณีการทดสอบหาความหนาแน่นของดินในสนามตรงบริเวณด้านข้างของชั้นดินหรือลึกเข้าไปในแนวราบของชั้นดิน ต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการทดสอบใหม่ให้สอดคล้องกับสภาพของพื้นที่ เป็นต้น

ทฤษฎีและหลักการ

การทดสอบหาค่าความหนาแน่นของดินในสนามโดยวิธีกรวยทรายเป็นวิธีที่อาศัยทรายช่วยในการหาปริมาตรของหลุมโดยทรายที่ใช้คือ ทรายออตตาวา Ottawa Sand ซึ่งขนาดของเม็ดทรายจะมีลักษณะกลมและมีขนาดเท่าๆกันหรือจะใช้ทรายที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 ค้างตะแกรงเบอร์ 30 ก็ได้ เพื่อที่จะได้ความหนาแน่นที่เท่ากันตลอด

วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

เพื่อหาค่าความหนาแน่นแห้ง ความหนาแน่นเปียก และปริมาณความชื้นสำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินเชิงวิศวกรรมทั้งในสนามและห้องปฏิบัติการทดสอบ

มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ

ASTM D 1556 – 00 Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. กรวยทรายขนาดปากกรวย $6\frac{1}{2}$ นิ้วหรือ $4\frac{1}{2}$ นิ้วมีเกลียวสำหรับหมุนเข้าขวดแก้วและมีวาล์วเปิด-ปิดให้ทรายไหลได้

2. ขวดใส่ทราย ซึ่งมีความจุประมาณ 1 แกลลอน มีเกลียวสำหรับหมุนเข้ากรวยทราย

3. แผ่นหาความหนาแน่น (Field Density Plate) ขนาดประมาณ 12X12 นิ้ว มีขอบกันดินรอบด้าน

4. ทรายสำหรับหาปริมาตรหลุมคือ Ottawa Sand เป็นทรายที่มีขนาดเท่าๆ กันหรือ ทรายที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 และค้างบนตะแกรงเบอร์ 30

รูปที่ 2.8 แสดงอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการทดสอบหาค่าความหนาแน่นของดินในสนามโดยวิธีกรวยทราย

ขั้นตอนของการทดสอบ

การ Calibration เครื่องมือทดสอบความหนาแน่นของดินในสนาม

มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่า ความหนาแน่นของทรายออตตาวาเป็นค่าพารามิเตอร์ใน การคำนวณหาปริมาตรของหลุมทดสอบ

1. เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือทดสอบสำหรับการ Calibration มีดังนี้

- โมลทดสอบการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน
- ทรายออตตาวา (Ottawa Sand)
- แผ่นหาความหนาแน่น(Field Density Plate)

- กรวยทรายและขวดใส่ทราย

- มีดเหล็กสันตรง

- แปรง

- ถาด

2. การหาน้ำหนักทรายในกรวยมีรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

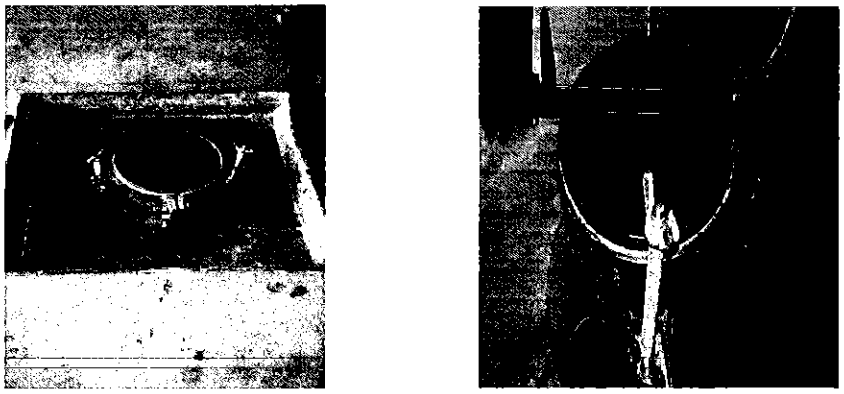
2.1 วางแผ่น Plate ลงในถาดบนพื้นที่เรียบ แล้วชั่งน้ำหนักทรายในขวดพร้อมกรวยบันทึกค่าน้ำหนัก คว่ำขวดทรายลงบนแผ่น Plate ให้กรวยทรายพอดีกับขอบของแผ่น Plate แล้วเปิดวาล์วให้ทรายไหลอย่างอิสระระวังอย่าให้เกิดการสั่นสะเทือน

2.2 เมื่อแน่ใจว่าทรายหยุดไหลแล้ว ทำการปิดวาล์วแล้วนำทรายที่เหลือในขวดพร้อมกรวยนำไปชั่งน้ำหนัก ผลต่างของน้ำหนักก่อนทดสอบและหลังทดสอบจะเป็นน้ำหนักทรายที่อยู่ในกรวย

รูปที่ 2.9 แสดงการหาน้ำหนักทรายในกรวย

3. หาความหนาแน่นของทรายที่ใช้ในการทดสอบ

3.1 ประกอบโมลทดสอบการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโมลเพื่อหาปริมาตรและชั่งน้ำหนักโมลที่ประกอบแล้วเพื่อเป็นค่าพารามิเตอร์ในการคำนวณหาค่าความหนาแน่นของทรายออตตาวา

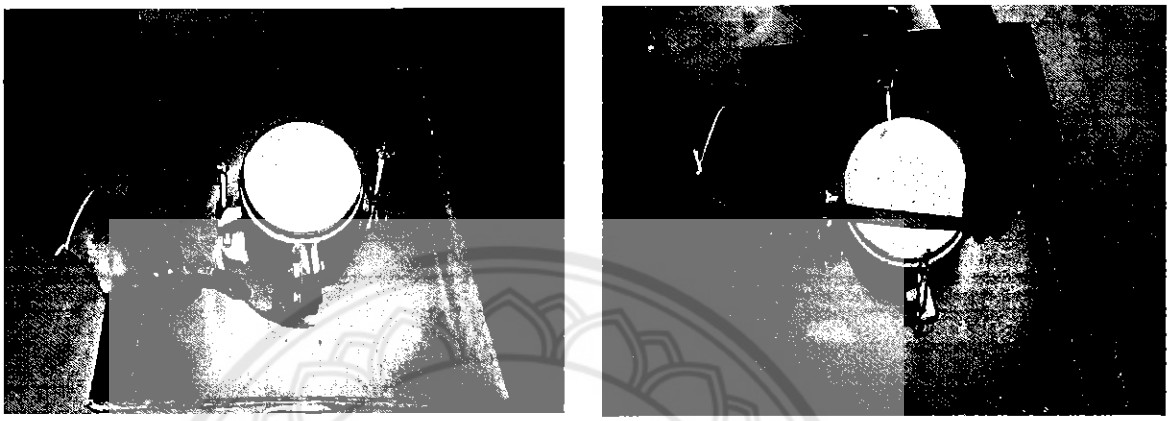


รูปที่ 2.10 แสดงการประกอบโมลและวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโมลทดสอบ

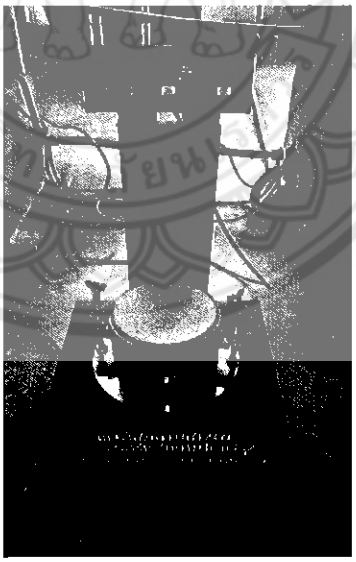
3.2 นำขวดทรายที่ใส่ทรายประมาณค่อนขวดพร้อมทั้งกรวยมาวางบนโมลให้ได้ระดับที่สม่ำเสมอ จากนั้นทำการเปิดวาล์วให้ทรายไหลอย่างอิสระ

รูปที่ 2.11 แสดงการคว่ำขวดทรายลงบนโมลพร้อมเปิดวาล์วให้ทรายไหลลงมาอย่างอิสระ

3.3 เมื่อแน่ใจว่าทรายหยุดไหลแล้ว ให้ปิดวาล์วหงายกรวยทรายขึ้น ใช้มีดเหล็กสันตรงปาดทรายที่ล้นบนขอบโมลให้เสมอกับขอบโมล จากนั้นใช้แปลงค่อยๆปัดทรายบริเวณรอบฐานโมลให้สะอาด แล้วนำไปชั่งจะได้น้ำหนักทรายรวมกับโมลเมื่อหักน้ำหนักโมลออกก็จะได้น้ำหนักทรายที่อยู่ในโมล



รูปที่ 2.12 แสดงการใช้มีดสันตรงปาดบนขอบโมลและใช้แปรงทำความสะอาดรอบฐานโมล



รูปที่ 2.13 แสดงการชั่งน้ำหนักทรายรวมกับโมลบนเครื่องชั่งน้ำหนัก

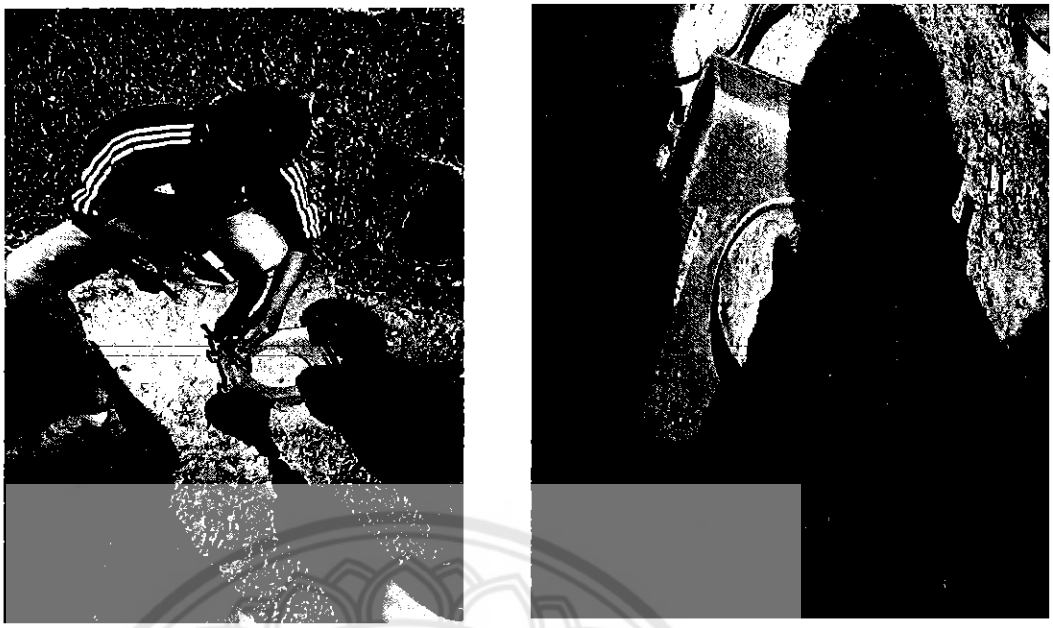
ขั้นตอนการทดสอบหาความหนาแน่นของดินในสนามหลังจากที่ได้ Calibration เรียบร้อยแล้ว

1. เตรียมอุปกรณ์ทดสอบให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน จากนั้นให้ชั่งน้ำหนักทรายในขวดทราย พร้อมกรวยทรายไว้ก่อน เป็นน้ำหนักทรายก่อนทดสอบ

2. เมื่อเลือกพื้นที่ที่จะทำการทดสอบหาค่าความหนาแน่นของดินในสนามได้แล้ว ต้องปรับสภาพของพื้นที่ให้มีความราบเรียบ สม่ำเสมอและได้ระดับก่อน เพื่อที่จะสามารถวางแผ่นหาความหนาแน่น(Field Density Plate)กับขวดทรายพร้อมกรวยทรายได้อย่างสะดวกและจะช่วยให้การไหลของทรายสามารถไหลได้อย่างอิสระ ทำให้ความหนาแน่นของทรายมีความคงที่ตลอด

รูปที่ 2 .14 แสดงการปรับสภาพพื้นที่ให้ได้ระดับ มีความสม่ำเสมอ เพื่อที่จะวางอุปกรณ์ทดสอบได้สะดวก

3. วางแผ่นหาความหนาแน่น (Field Density Plate) ลงบนพื้นที่ที่ได้ทำการปรับระดับไว้ก่อนแล้ว จากนั้นให้ใช้เหล็กยึดตอกลงไปบนรูที่อยู่ตรงมุมของแผ่นหาความหนาแน่น เพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นหาความหนาแน่นเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งเดิมระหว่างการทดสอบ

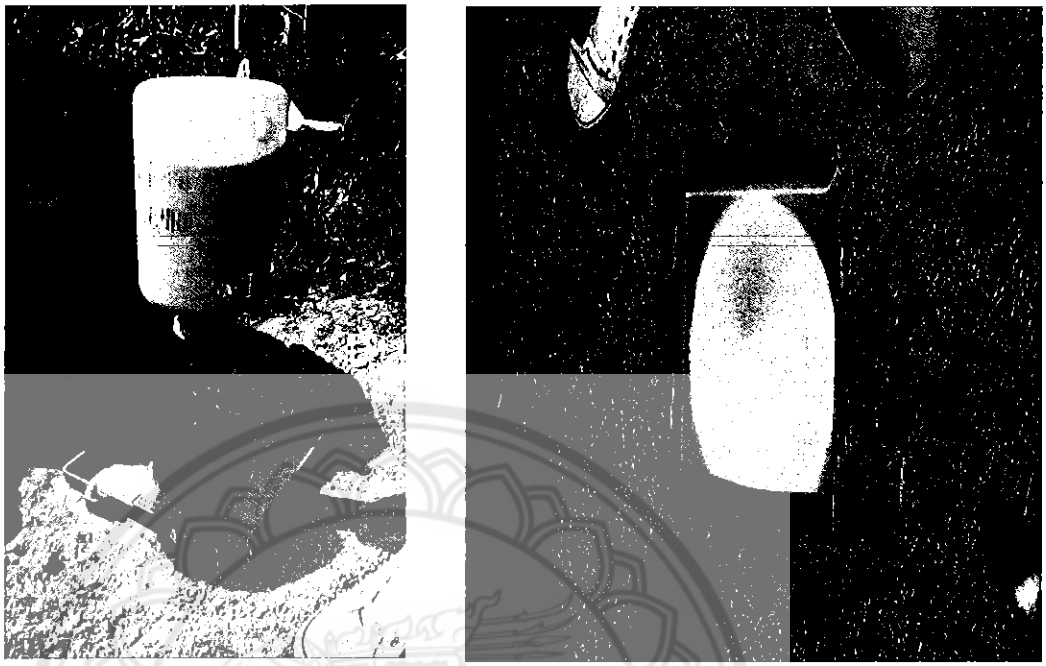


รูปที่ 2 .15 แสดงการวางแผ่นหาความหนาแน่น(Field Density Plate) พร้อมตอกเหล็กยึดบนรูที่อยู่ตรงมุมของแผ่นหาความหนาแน่น

4. เมื่อแผ่นหาความหนาแน่นอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานแล้ว จากนั้นให้ใช้ค้อนตอกสกัดเพื่อเปิดปากหลุมให้มีความลึกประมาณ 10 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.1 เก็บตัวอย่างดินของหลุมใส่อุปกรณ์ที่เก็บความชื้นได้เช่น ถุงพลาสติก เป็นต้น ให้นำไปชั่งบันทึกค่าไว้ หลังจากนั้นให้นำดินส่วนหนึ่งที่ขุดไว้ไปชั่ง แล้วนำไปเข้าตู้อบเพื่อหาปริมาณความชื้นสำหรับใช้ในการคำนวณหาค่าความหนาแน่นเปียกและความหนาแน่นแห้งต่อไป

5. นำขวดทรายที่ใส่ทรายพร้อมกรวยทรายมาคว่ำลงบนแผ่นหาความหนาแน่น แล้วเปิดวาล์วให้ทรายไหลอย่างอิสระ เมื่อแน่ใจว่าทรายหยุดไหลให้ปิดวาล์วแล้วยกออกไป จากนั้นชั่งหนักทรายที่เหลือในขวดทรายพร้อมกรวยทราย บันทึกค่าไว้ เป็นน้ำหนักทรายหลังทดสอบ ทำการคำนวณหาค่าน้ำหนักทรายในหลุมตามขั้นตอนดังนี้

5.1 น้ำหนักทรายก่อนทดสอบ – น้ำหนักทรายหลังทดสอบ – น้ำหนักทรายในกรวยทราย จะได้เป็น น้ำหนักทรายในหลุม



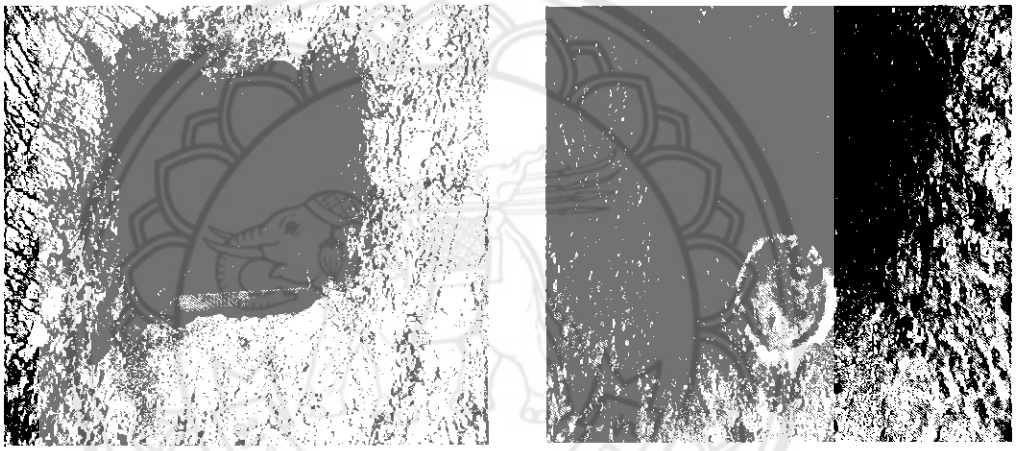
รูปที่ 2 .16 แสดงการทดสอบตามขั้นตอนที่ 5

6. เก็บทรายที่อยู่ในแผ่นหาความหนาแน่นและในหลุม โดยนำมาร่อนผ่านตะแกรงเพื่อกำจัดสิ่งเจือปน เพื่อเอาไว้ใช้ในคราวต่อไป

รูปที่ 2 .17 การเก็บทรายที่ใช้ทดสอบโดยการร่อนผ่านตะแกรง

เทคนิคการทดสอบหาความหนาแน่นของดินในสนาม
ในแนวด้านข้างขั้นดินหรือลึกเข้าไปในแนวราบของชั้นดิน

ขั้นตอนการทดสอบเหมือนการทดสอบหาความหนาแน่นของดินในสนามปกติแต่เปลี่ยนแค่อุปกรณ์ทดสอบ คือ จะใช้ถุงพลาสติกใส่ทรายออตตาวาแทนขวดใส่ทรายเพราะในขั้นตอนการปฏิบัติไม่สามารถวางขวดทรายในพื้นที่ทดสอบได้ โดยขั้นตอนจะแสดงดังรูป



รูปที่ 2 .18 การทดสอบหาความหนาแน่นของดินในสนามโดยลึกเข้าไปในแนวราบของชั้นดิน

2.3.2. หลักการทดสอบในห้องปฏิบัติการ (Laboratory Test)

2.3.2.1 การทดสอบหาขีดจำกัดของอัตเตอร์เบิร์ก

(Determination of Atterberg's Limits)

ทฤษฎีและหลักการ

ขีดจำกัดอัตเตอร์เบอร์ก (Atterberg 's Limits) หรือ ขีดจำกัดความข้นเหลว (Consistency 's Limit) หมายถึงปริมาณน้ำในมวลดินที่ทำให้สภาพความเหนียวตัวของมวลดินเปลี่ยนแปลงไป สถานภาพของมวลดิน แบ่งออกเป็น 5 สถานภาพ โดยจุดแบ่งแต่ละสถานะภาพเรียกว่า ขีดจำกัด (Limit) ดังนี้

1. Cohesion Limit คือ ปริมาณน้ำในมวลดินที่ทำให้เศษดินเริ่มมีการยึดเกาะเข้าด้วยกัน

2. Sticky Limit คือ ปริมาณน้ำในมวลดินที่ทำให้มวลดินเริ่มมีการยึดเกาะกับผิวของโลหะ

3. ขีดจำกัดเหลว (Liquid Limit, L.L.) หมายถึง ปริมาณความชื้นที่น้อยที่สุดในดินที่ทำให้ดินสามารถไหลตัวได้ด้วยน้ำหนักของตัวเอง หรือถ้าพิจารณาจากกราฟแสดงสถานะภาพของดินก็จะเป็นขีดจำกัด ที่เปลี่ยนจากของเหลว เป็น พลาสติก สามารถหาค่าได้กับดินที่มีความเชื่อมแน่น

4. ขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limit, P.L.) หมายถึง ปริมาณความชื้นที่น้อยที่สุดในดินที่ทำให้ดินมีสภาพเหนียวหนืดมากขึ้น จะมีปริมาณความชื้นในดิน น้อยกว่าขีดจำกัดเหลวหรือถ้าพิจารณาจากกราฟแสดงสถานภาพของดินก็คือขีดที่ดินเปลี่ยนจากสภาพ พลาสติก เป็น กึ่งของแข็ง

5. ขีดจำกัดการหดตัว (Shrinkage Limit, S.L.) หมายถึง ปริมาณน้ำมากที่สุดในมวลดินที่ไม่ทำให้ปริมาตรทั้งหมดของมวลดินเปลี่ยนแปลง ในที่นี้ก็คือ ปริมาตรของดินแห้งซึ่งเม็ดดินจะอยู่ชิดกัน แม้จะลดปริมาณน้ำจากขีดจำกัดการหดตัวและสูญเสียความชื้นไปอีกก็ตาม ก็ไม่ทำให้ปริมาตรมวลดินเปลี่ยนแปลงไปทำให้ดินเริ่มมีความแข็งแรงขึ้น ซึ่งความชื้นในดินนี้จะน้อย

กว่าขีดจำกัดพลาสติก หรือถ้าพิจารณาจากกราฟแสดงสถานภาพของดิน ก็จะเป็นขีดจำกัดที่ดินเปลี่ยนจาก สภาพกึ่งของแข็งเป็นของแข็ง ค่าขีดจำกัดหดตัวนี้เป็นค่าที่บอกถึงสภาพการหดตัวหลังจากดินสูญเสียความชื้นไปว่ามีการหดตัวมากน้อยเพียงใดต่อมาได้มีการนำค่าขีดจำกัดมาประยุกต์ ซึ่งในปัจจุบันทางด้านวิศวกรรมโยธาจะใช้กันอยู่ 3 ขีดจำกัดคือ ขีดจำกัดการไหลตัว (Liquid Limit) ขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limit) และขีดจำกัดการหดตัว (Shrinkage Limit) ซึ่งค่าขีดจำกัดเหลวและขีดจำกัดการอ่อนตัว จะใช้พิจารณาในการจำแนกดิน (Soils Classification) สภาพกำลังของดินประมาณการทรุดตัวของดินแบบอัดตัวคายน้ำ (Consolidation) และประมาณความหนาแน่นสูงสุดจากการบดอัดดินได้ (Compaction) ส่วนค่าขีดจำกัดการหดตัวจะใช้พิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของดินจากปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในดินที่มีการเปลี่ยนแปลงไป

วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

- เพื่อหาปริมาณความชื้นของดินในสภาพขีดจำกัดเหลว (Liquid Limit) ขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limit) และ ขีดจำกัดหดตัว (Shrinkage Limit) ได้

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

- ASTM D 4318-93 Test Method for Liquid Limit , Plastic Limit , and Plasticity Index of Soils
- ASTM D 427-98 Test Method for Shrinkage Factors of Soils by the Mercury Method

อุปกรณ์และเครื่องมือ

รูปที่ 2.19 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับทดสอบหา Atterberg 's Limits

อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับทดสอบหา Liquid Limit

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เฉพาะ

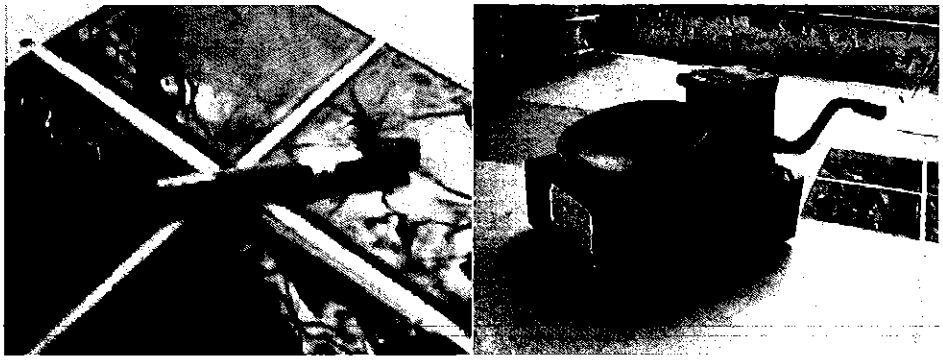
1) เครื่องทดสอบหาขีดจำกัดเหลว (Liquid Limit Device) ตามมาตรฐานASTM D 4318

2) เครื่องมือปาดร่องดิน (Grooving Tool)

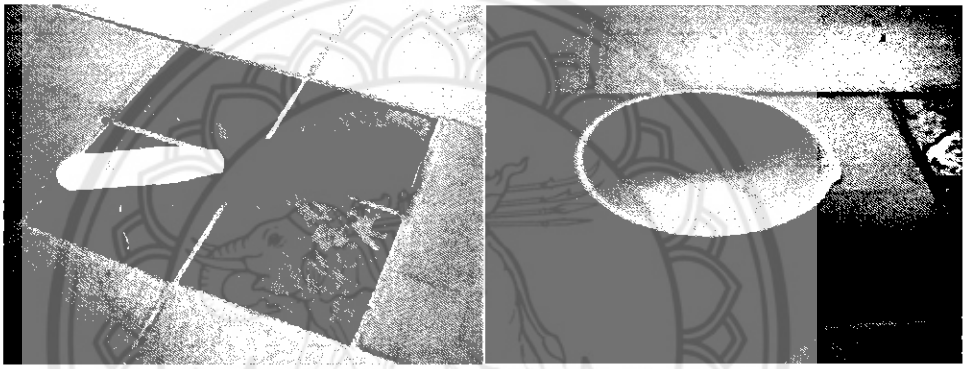
3) มีดปาดดิน (Spatula) ขนาดกว้างประมาณ 3/4 นิ้ว (19 มิลิเมตร) และยาว

ประมาณ 3 นิ้ว (76 มิลลิเมตร)

4) ชามกระเบื้องเคลือบ (Coat Dish)



รูปที่ 2.20 เครื่องมือปาดร่องดินและเครื่องทดสอบหาขีดจำกัดเหลว



รูปที่ 2.21 มีดปาดดินและชามกระเบื้องเคลือบ

อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับทดสอบหา Plastic Limit

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เฉพาะ

1) แผ่นกระจกทดสอบ Plastic Limit (Glass Plate) ขนาดไม่น้อยกว่า 10 × 10 เซนติเมตร

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทั่วไป

1) ขวดฉีดน้ำ (Wash Bottle)

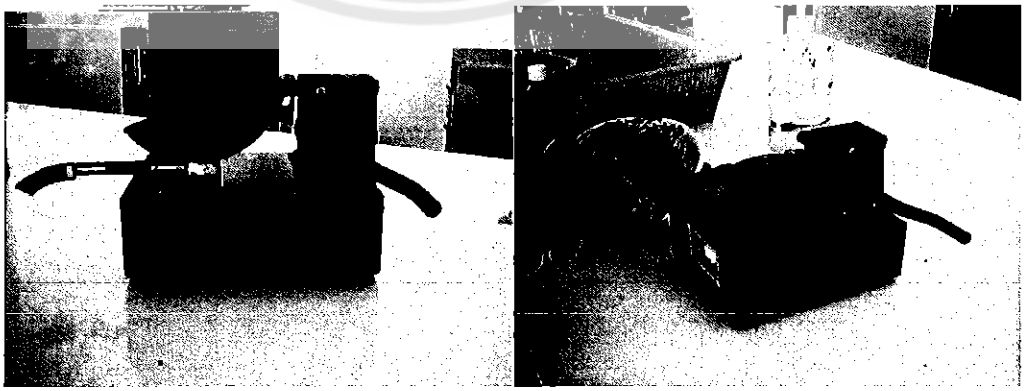
<u>การเตรียมตัวอย่างและขั้นตอนการทดสอบ</u>

ขั้นตอนการทดสอบ Liquid Limit

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> นำดินที่เตรียมไว้ใส่ในถ้วยเคลือบแล้ว ใส่น้ำประมาณ 15 – 20 มิลลิลิตร หรือใน ปริมาณที่ไม่เหนียวจนเกินไป แล้วผสมให้เข้ากัน

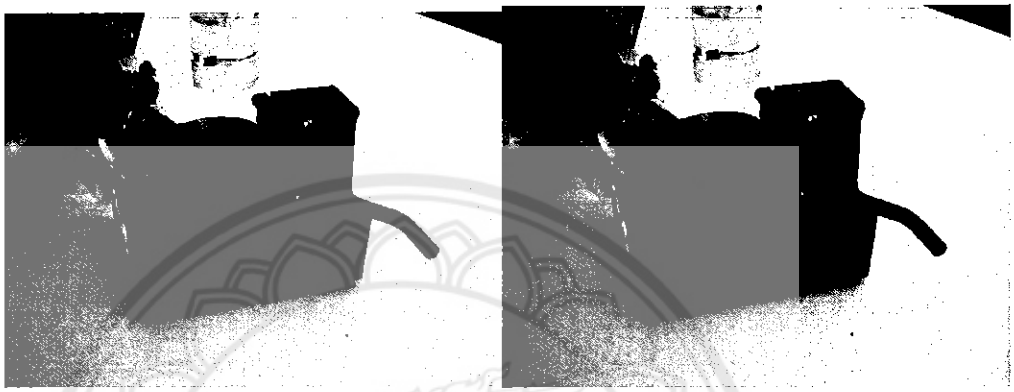
รูปที่ 2.22 แสดงขั้นตอนการทดสอบ Liquid Limit ขั้นตอนที่ 1

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> เตรียมอุปกรณ์ชุดทดสอบ ให้ความสูงของก้นจานอยู่สูงกว่าพื้นรอง 1 ± 0.2 เซนติเมตร โดยใช้ด้ามของ Grooving Tool วัด ทำการปรับปุ่มเลื่อนต่าง ๆ ให้แน่น แล้วใช้มีดปาดดิน (Spatula) ตักดินใส่ลงในจาน แล้วปาดให้เรียบ โดยให้มีความหนาของดินตรงกลางประมาณ 1 เซนติเมตร



รูปที่ 2.23 แสดงขั้นตอนการทดสอบ Liquid Limit ขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 3 ทำการบากดินในจาน ด้วย Grooving Tool ให้เป็นร่องในครั้งเดียวจนเห็นพื้นรองจานและรอยร่องนี้จะแบ่งดินออกเป็น 2 ข้างเท่า ๆ กัน (ในการบากดินเป็นร่องควรทำครั้งเดียวไม่ควรทำหลายครั้ง เพราะแนวร่องที่ตัดซ้ำจะไม่อยู่ในรอยเดิม ทำให้ยากแก่การสังเกตแนวร่องที่ดินจะไหลมาชนกันจากการตกกระทบของจาน)



รูปที่ 2.24 แสดงขั้นตอนการทดสอบ Liquid Limit ขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 4 ทำการหมุนให้จานตกกระทบกับพื้นรองในทันที ซึ่งใช้ความเร็วในการหมุน 1.9 –2.1 ครั้ง ต่อ 1 วินาที (ประมาณ 2 ครั้ง ต่อ 1 วินาที) โดยนับจำนวนครั้งไว้ด้วย ทำการหมุนจนกระทั่งดินที่บากไว้ไหลเข้ามาชนกันเป็นระยะทาง1/2 นิ้ว (12.7 มิลิเมตร)

รูปที่ 2.25 แสดงขั้นตอนการทดสอบ Liquid Limit ขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 5 ในการหาค่า Liquid Limit จะนับจำนวนการเคาะที่ 25 ครั้ง แล้วดินไหลมาชนกันเป็นระยะทาง1/2 นิ้ว (12.7 มิลิเมตร) พอดีนั้นทำได้ยาก จึงได้มีการกำหนดจำนวน การเคาะครั้งแรกและครั้งต่อ ๆ ไป เพื่อความสะดวก ดังนี้ (ตามมาตรฐาน ASTM D 4318)

จำนวนการเคาะ ครั้งที่ 1 ประมาณ 25 – 35 ครั้ง

จำนวนการเคาะ ครั้งที่ 2 ประมาณ 20 - 30 ครั้ง

จำนวนการเคาะ ครั้งที่ 3 ประมาณ 15 – 25 ครั้ง

ขั้นตอนที่ 6 เมื่อได้จำนวนการเคาะตามที่กำหนด และดินไหลมาชนกันเป็นระยะทาง1/2 นิ้ว แล้วทำการตักดินเฉพาะตรงที่ดินไหลมาชนกัน โดยใช้ Spatula ปาดขนานกันให้ระยะห่างพอดีกับระยะที่ดินไหลมาชนกันนี้แล้วจึงตัดหัวท้ายของรอยตัดขาดนี้ในแนวตั้งฉากกัน นำดินที่ถูกตักใส่ในกระป๋อง แล้วนำไปอบเพื่อหาค่าปริมาณความชื้น

รูปที่ 2.26 แสดงขั้นตอนการทดสอบ Liquid Limit ขั้นตอนที่ 6

ขั้นตอนที่ 7 นำดินที่เหลือในจานออกแล้วนำกลับไปผสมกับดินที่เหลืออยู่ในถ้วยเคลือบ โดยเติมน้ำ ทีละน้อย ผสมเข้ากันให้ทั่ว ทำความสะอาดจานของชุดทดสอบ , Grooving Tool, Spatula ให้เรียบร้อย อย่าให้มีเศษดินติดอยู่ พร้อมที่จะทำการทดสอบครั้งต่อไป

ขั้นตอนที่ 8 ทำการทดสอบซ้ำเหมือนขั้นตอนที่ 4 - 7 จนกระทั่งครบตามจำนวนตัวอย่างดินที่ต้องการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 9 นำข้อมูลที่จำนวนการเคาะ (N) และปริมาณความชื้น (Water Content, w %) ไปเขียนกราฟในกระดาษกราฟ Semi - Log โดยให้จำนวนการเคาะ (N) อยู่ในแนวแกน X (Scale Log) และปริมาณความชื้น (Water Content, w %) อยู่ในแนวแกน Y แล้วลากเส้นตรงผ่านจุดเหล่านั้น

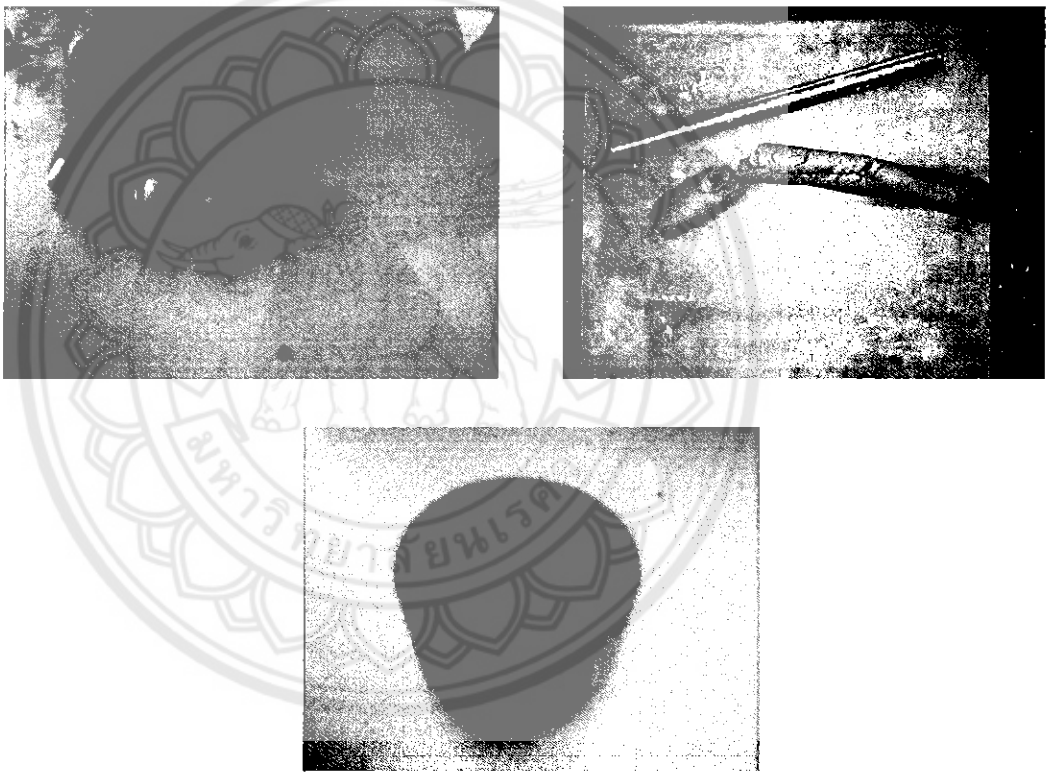
ขั้นตอนที่ 10 จากจำนวนการการเคาะ 25 ครั้ง ให้ลากเส้นตรงในแนวดิ่งตัดเส้นกราฟที่ได้เขียนไว้แล้วลากเส้นขนานแนวราบไปตัดแกน Y ค่าปริมาณความชื้นที่ได้นี้คือ ค่า Liquid Limit, L.L. ดังแสดงในรูปที่ 2.24

รูปที่ 2.27 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับจำนวนครั้งที่เคาะ

ขั้นตอนการทดสอบ Plastic Limit

ขั้นตอนที่ 1 นำดินที่เตรียมไว้สำหรับการหาค่า Liquid Limit นำมาประมาณ 20 กรัม ผสมกับน้ำให้เข้ากันพยายามให้หมาดที่สุด แล้วปั้นเป็นก้อนกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 มิลลิเมตร

ขั้นตอนที่ 2 นำไปคลึงบนแผ่นกระจกในอัตรา 80 – 90 ครั้ง / นาที จนกระทั่งเป็นเส้นกลมยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง 1/8 นิ้ว (3.2 มิลิเมตร) แล้วให้เกิดรอยแตกเล็ก ๆ ทั่วไป จึงจะนำตัวอย่างที่ได้ไปใส่กระป๋องเพื่อหาค่าปริมาณความชื้น



รูปที่ 2.28 แสดงขั้นตอนการทดสอบ Plastic Limit ขั้นตอนที่ 1-2

ขั้นตอนที่ 3 ทำการทดสอบซ้ำอย่างน้อย 3 –5 ตัวอย่าง แล้วนำค่ามาเฉลี่ยกัน (ค่าที่จะนำมาเฉลี่ยได้ต้องมีค่าใกล้เคียงกัน คือต่างกันไม่เกิน 2 %)

การรายงานผลการทดสอบ

1) เขียน Flow Curve ลงใน Semi – logarithmic Graph จากปริมาณน้ำในดินและจำนวนครั้งที่ เคาะ (Number of Blows) เป็นเส้นตรง ให้ผ่านหรือใกล้เคียงอย่างน้อย 3 จุด

2) ในกรณีที่ไม่สามารถหาค่า Liquid Limit หรือ Plastic Limit ได้ให้รายงานค่า PI ว่า "NP (Non –Plastic)"

3) รายงานค่าคุณสมบัติดังนี้

1. ขีดจำกัดเหลว
2. ขีดจำกัดพลาสติก
3. ขีดจำกัดหดตัว
4. ดัชนีพลาสติก
5. ดัชนีเหลว
6. ดัชนีการไหล

ข้อควรระวัง

1) ดินตัวอย่างที่มีค่า PI ต่ำเช่น Silty Clay หรือ Sandy Clay ขณะที่ปริมาณน้ำในดินน้อยๆ การเคลื่อนที่ของตัวอย่างเข้าติดกันในร่อง อาจจะไม่ใช่การเคลื่อนที่ (Flow) เข้าสัมผัสกันอย่างแท้จริงแต่อาจเกิดจากปริมาณน้ำในดินน้อยเกินไปตัวอย่างจึงไม่ยึดเกาะพื้นผิวกระทะ ที่ปรากฏให้เห็นการเคลื่อนที่เข้าติดกันนั้น อาจเป็นเพราะตัวอย่างลื่นไถล (Slip) มาชนกัน ให้ตรวจสอบโดยใช้ Spatula ถ่างดูตรงที่ตัวอย่างชนกัน ถ้าปรากฏว่าตัวอย่าง "ชนกัน" เฉยๆ ไม่ "ติดเป็นเนื้อเดียว" แสดงว่าเกิดการ Slip ขึ้น ให้เพิ่มน้ำแล้วทำการทดสอบใหม่

2) ในการเตรียมตัวอย่างทดสอบ จะต้องแน่ใจว่า Sand Grains และ Clay Lumps ต่างๆ แยกออกจากกันจนสามารถผ่านตะแกรงเบอร์ 40 (0.425 มม.) ได้ อย่าอบตัวอย่างที่อุณหภูมิเกิน 60 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้ค่า PI และ LL ของวัสดุบางชนิดลดลง และ Organic Mattersอาจจะถูกเผาไหม้

3) ให้เก็บตัวอย่างทันทีเมื่อตัวอย่างเคลื่อนที่เข้ามาติดกันเกิน 12.7 มม. (1/2 นิ้ว) แล้วรีบชั่งหามวล เนื่องจากปริมาณน้ำในดินมีจำนวนน้อยอยู่แล้ว การเก็บรอไว้จะทำให้น้ำระเหยออกไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องทำงานหรือท้องถิ่นที่มีอากาศร้อน การระเหยของน้ำจะมีมากขึ้น

4) ตัวอย่างดินพวก Silt หรือพวก PI ต่ำๆ จะทำลำบากมาก ก่อนคลึงให้แต่งดินเป็นเส้นยาวน้ำหนักนิ้วที่ใช้กดคลึงต้องเบา มิฉะนั้นแท่งตัวอย่างจะแตกทันที และระหว่างคลึงอาจจะต้องคอยซับน้ำที่ออกจากตัวอย่าง

5) ในกรณีที่ตัวอย่างทรายปนมาก ให้หาค่า Plastic Limit ก่อนค่า Liquid Limit ถ้าเป็น Non Plastic จะได้ไม่ต้องทดสอบหาค่า Liquid Limit

6) ห้ามผสมตัวอย่างกับน้ำในถ้วยกระทะของเครื่องมือทดสอบ แต่ให้ผสมตัวอย่างในถ้วยกระเบื้องเคลือบ

7) ให้วางเครื่องมือทดสอบกับพื้นราบทุกครั้งในขณะหมุนเครื่อง ห้ามใช้มืออุ้มเครื่องขึ้นเพื่อหมุนทดสอบ

8) น้ำที่ใช้ทดสอบต้องเป็นน้ำสะอาด เช่น น้ำกลั่น

2.3.2.2 การทดสอบหาขนาดของเม็ดดินโดยใช้ ตะแกรงมาตรฐาน (Grain Size Determination of Sieve Analysis)

ทฤษฎีและหลักการ

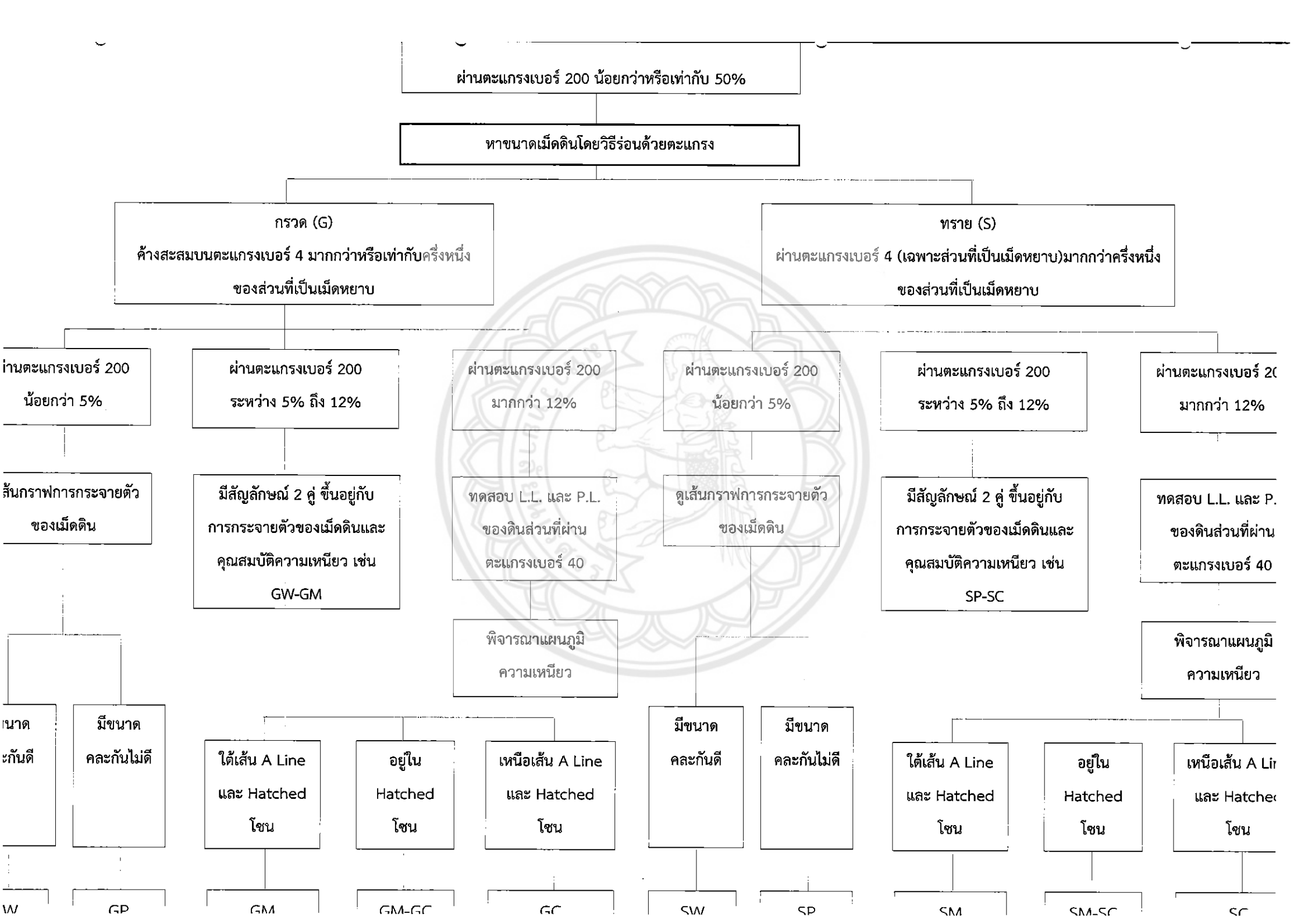
การก่อสร้างทั่วไปดินมักจะเป็นส่วนประกอบทางวิศวกรรมอย่างหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นการสร้างเขื่อนสนามบิน ถนน แม้แต่ฐานรากอาคารขนาดใหญ่ แต่ดินที่ใช้ในงานก่อสร้างได้ดีนั้นจะต้องมีขนาดคละที่เหมาะสมซึ่งในการหาว่าดินมีขนาดความคละกันอย่างไรนั้นจะต้องทำการหาขนาดของเม็ดดินโดยดินเม็ดหยาบใช้วิธีการร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐาน และนำขนาดคละของดินมาใช้ในการจำแนกประเภทของดินต่อไป

การหาขนาดของเม็ดดินโดยวิธีการร่อนผ่านตะแกรงจะใช้ตะแกรงที่มีขนาดช่องเปิดแตกต่างกันออกไป สำหรับเบอร์ตะแกรงที่นิยมใช้กันก็คือขนาด 3/8 นิ้ว เบอร์ 4, 10, 20, 40, 100 และ 200 โดยเบอร์ตะเกรงที่จะขาดไม่ได้ก็คือ เบอร์ 4, 100, 200 ซึ่งตะแกรงที่มีช่องเปิดใหญ่ที่สุดจะอยู่บนและไล่ตามลำดับลงมา ดินหรือหินที่เล็กกว่าช่องเปิดของตะแกรงก็จะหล่นลงมาในชั้นต่อไป ดินที่ใหญ่กว่าช่องเปิดของตะแกรงก็จะค้างอยู่บนตะแกรง แต่ก็ไม่แน่เสมอไปเพราะว่าตะแกรงนั้นไม่สามารถแบ่งแยกความแบน ความยาวได้ บางครั้งหินหรือดินเม็ดเล็กแต่มีความยาวกว่าขนาดของตะแกรงก็สามารถค้างอยู่บนตะแกรงนั้นได้

การวิเคราะห์ขนาดของเม็ดดิน

ตารางที่ 2.1 ชนิดของดินแบ่งตามขนาดของเม็ดดิน

ชนิดของดิน	ขนาดของเม็ดดิน
Boulder	ใหญ่กว่า 0.3 ม.
Cobble	0.3 ม. - 0.15 ม.
กรวด	0.15 ม. – 2.00 มม.
ทราย	2.00 มม. – 0.075 มม.
ดินตะกอน	0.075 มม. – 0.002 มม.
ดินเหนียว	เล็กกว่า 0.002 มม.


ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50%
หาขนาดเม็ดดินโดยวิธีร่อนด้วยตะแกรง
กรวด (G)
ค้างสะสมบนตะแกรงเบอร์ 4 มากกว่าหรือเท่ากับครึ่งหนึ่ง
ของส่วนที่เป็นเม็ดหยาบ
ทราย (S)
ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (เฉพาะส่วนที่เป็นเม็ดหยาบ)มากกว่าครึ่งหนึ่ง
ของส่วนที่เป็นเม็ดหยาบ
ผ่านตะแกรงเบอร์ 200
น้อยกว่า 5%
ผ่านตะแกรงเบอร์ 200
ระหว่าง 5% ถึง 12%
ผ่านตะแกรงเบอร์ 200
มากกว่า 12%
ผ่านตะแกรงเบอร์ 200
น้อยกว่า 5%
ผ่านตะแกรงเบอร์ 200
ระหว่าง 5% ถึง 12%
ผ่านตะแกรงเบอร์ 20
มากกว่า 12%
ขของเม็ดดิน
มีสัญลักษณ์ 2 คู่ ขึ้นอยู่กับ
การกระจายตัวของเม็ดดินและ
คุณสมบัติความเหนียว เช่น
GW-GM
ทดสอบ L.L. และ P.L.
ของดินส่วนที่ผ่าน
ตะแกรงเบอร์ 40
ดูเส้นกราฟการกระจายตัว
ของเม็ดดิน
มีสัญลักษณ์ 2 คู่ ขึ้นอยู่กับ
การกระจายตัวของเม็ดดินและ
คุณสมบัติความเหนียว เช่น
SP-SC
ทดสอบ L.L. และ P.
ของดินส่วนที่ผ่าน
ตะแกรงเบอร์ 40
พิจารณาแผนภูมิ
ความเหนียว
พิจารณาแผนภูมิ
ความเหนียว
มีขนาด
คละกันไม่ดี
ใต้เส้น A Line
และ Hatched
โซน
อยู่ใน
Hatched
โซน
เหนือเส้น A Line
และ Hatched
โซน
มีขนาด
คละกันดี
มีขนาด
คละกันไม่ดี
ใต้เส้น A Line
และ Hatched
โซน
อยู่ใน
Hatched
โซน
เหนือเส้น A Li
และ Hatche
โซน
GP
GM
GM-GC
GC
SW
SP
SM
SM-SC
SC

วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

- เพื่อหาขนาดของเม็ดดินและการกระจายส่วนคละของเม็ดดินโดยใช้วิธีการร่อนผ่านตะแกรง

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

- ASTM D - 422 Standard Test Method of Particle Size Analysis of Soils

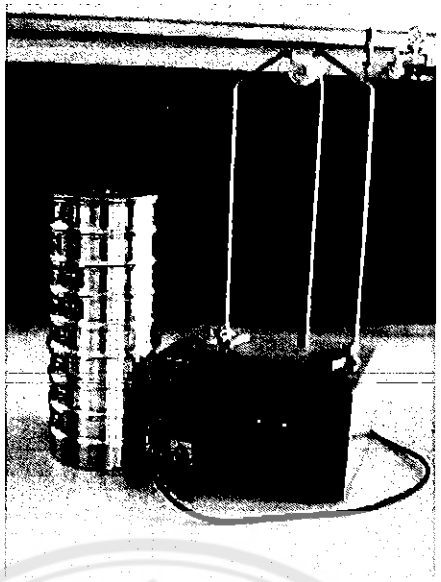
อุปกรณ์และเครื่องมือ

รูปที่ 2.30 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการทดสอบการหาขนาดของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรง

อุปกรณ์และเครื่องมือที่จะใช้ในการทดสอบการหาขนาดของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรง

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เฉพาะ

1) ตะแกรงที่ใช้ร่อนตัวอย่างพร้อมถาดรอง และเครื่องเขย่าตะแกรง



รูปที่ 2.31 ตะแกรงที่ใช้ร่อนตัวอย่างพร้อมถาดรอง และเครื่องเขย่าตะแกรง

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทั่วไป

1) ถาดใส่ตัวอย่าง

2) ค้อนยาง

3) เครื่องชั่งขนาด 2 กิโลกรัม อ่านละเอียด 0.1 กรัม

4) แปรงทำความสะอาดตะแกรง

5) ตู้อบ (Drying Oven) ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้คงที่ 105 ± 5 องศาเซลเซียส

การเตรียมตัวอย่างและขั้นตอนการทดสอบ

การเตรียมตัวอย่างการทดสอบ

เอาดินตัวอย่างที่เตรียมไว้อบหรือตากแดดให้แห้ง ถ้ายังจับตัวกันเป็นก้อนให้ใช้ค้อนยางทุบให้แตกเสียก่อน นำตัวอย่างมาคลุกเคล้าให้เข้ากันบนผืนผ้าใบหรือบนพื้นเรียบแล้วเกลี่ยดินให้กระจายและแยกด้วยวิธีแบ่งสี หรือใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่างดินโดยเอา 2 ใน 4 ส่วน สำหรับปริมาณของตัวอย่างดินที่จะนำมาทดสอบจะขึ้นอยู่กับขนาดเม็ดดินใหญ่สุดในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงปริมาณน้ำหนักดินแห้งซึ่งใช้ในการร่อนผ่านตะแกรง

ขนาดเม็ดดินใหญ่สุด	น้ำหนักตัวอย่างดินอย่างน้อย (กรัม)
3/8 นิ้ว (9.5 มม.)	500
3/4 นิ้ว (19.0 มม.)	1000
1 นิ้ว (25.0 มม.)	2000
$1\frac{1}{2}$ นิ้ว (37.5 มม.)	3000
2 นิ้ว (50.0 มม.)	4000
3 นิ้ว (75.0 มม.)	5000

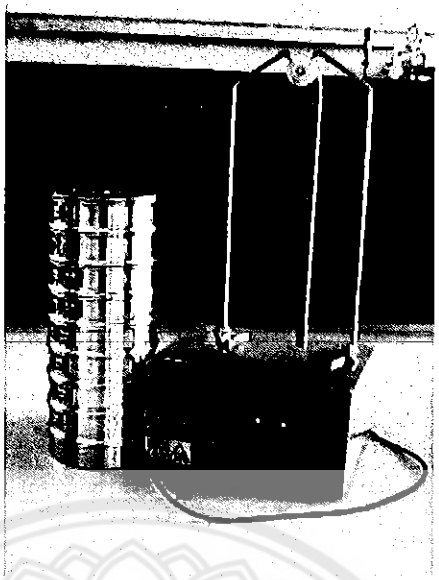
ขั้นตอนการทดสอบ

1. วิธีการทดสอบแบบไม่ล้างตะแกรง

ขั้นตอนที่ 1 ทำความสะอาดตะแกรงทั้งหมดด้วยแปรงทำความสะอาด แล้วทำการชั่งน้ำหนักของตะแกรงแต่เบอร์บันทึกค่า (ชั่งน้ำหนักของ Pan ด้วย)

รูปที่ 2.32 แสดงขั้นตอนการทดสอบแบบไม่ล้างตะแกรง ขั้นตอนที่ 1

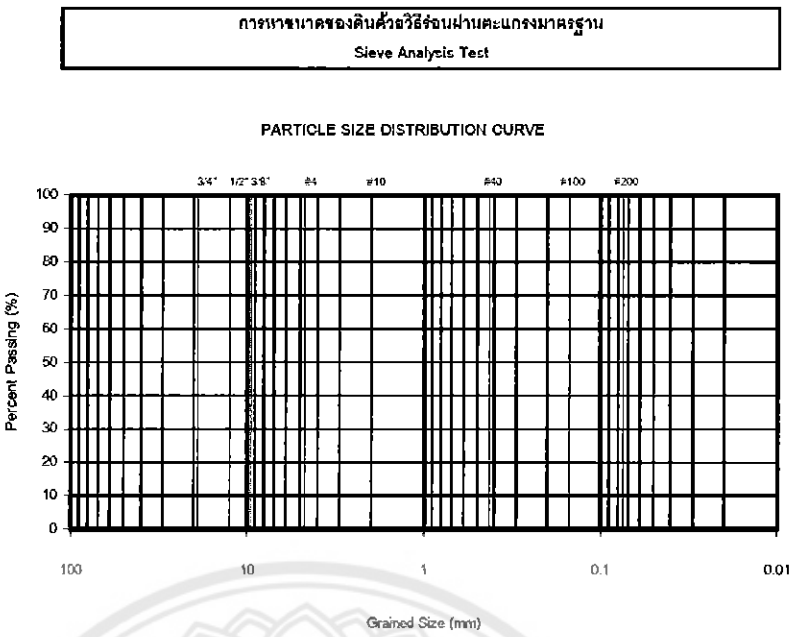
ขั้นตอนที่ 2 นำตะแกรงมาเรียงซ้อนกันโดยให้ตะแกรงที่มีขนาดช่องใหญ่อยู่บน แล้วเรียงขนาดเล็กลงมาตามลำดับจนถึงตะแกรงขนาดเล็กสุด ดังนี้ No. 3/8, 4, 10, 20, 40, 100, 200 และ Pan



รูปที่ 2.33 แสดงขั้นตอนการทดสอบแบบไม่ล้างตะแกรง ขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 3 นำตัวอย่างดินที่เตรียมไว้เทใส่ลงบนตะแกรงชั้นบนสุด ปิดฝาแล้วนำเข้าเครื่องเขย่า ใช้เวลาในการเขย่าอย่างน้อย 10 นาที เสร็จ แล้วนำตะแกรงไปชั่งน้ำหนัก จะได้น้ำหนักตะแกรงรวมกับดินที่ค้างบนตะแกรง นำดินที่ค้างอยู่บนตะแกรงออกทิ้งแล้วทำความสะอาดตะแกรงให้เรียบร้อย

รูปที่ 2.34 แสดงขั้นตอนการทดสอบแบบไม่ล้างตะแกรง ขั้นตอนที่ 3



รูปที่ 2.35 ตารางการหาขนาดของดินด้วยวิธีร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐาน Sieve Analysis

การรายงานผลการทดสอบ

1) รายงานค่าเปอร์เซ็นต์ผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ

2) แสดงกราฟการกระจายตัวของเม็ดดิน

3) แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ (Cu) และสัมประสิทธิ์ความโค้ง (CC)

4) แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

ข้อควรระวัง

1) ห้ามนำตะแกรงที่ชำรุดมาใช้สำหรับการทดลองซึ่งจะทำให้ได้ค่าที่ได้เกิดความผิดพลาด

2) ไม่ควรใส่ดินในตะแกรงมากเกินไปเพราะจะทำให้การร่อนทำได้ยาก

3) ควรใช้เวลาในการร่อนตะแกรงให้เพียงพอหรือแน่ใจว่าดินขนาดต่างๆ ได้ผ่านตะแกรงตามขนาดเม็ดดินจริงๆ

4) ถ้าใช้วิธีแบบล้างน้ำต้องแน่ใจว่าดินเม็ดละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 จนหมด

5) ระวังอย่าให้เม็ดดินหายไปในระหว่างการทดลอง

2.3.2.3 การทดสอบการหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน
(Determination of Specific Gravity of Soil)

หลักการและทฤษฎี

ดินตามธรรมชาติ(Natural Soil) จะประกอบด้วย อากาศ น้ำ และเม็ดดินโดยเม็ดดินจะเกิดจากการรวมตัวกันของแร่ธาตุที่แตกต่างกันออกไปดังนั้นจึงเป็นผลให้ดินในแต่ละพื้นที่มีความถ่วงจำเพาะต่างกันในขณะที่น้ำจะมีความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกันแต่ก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ

ความถ่วงจำเพาะของดินคืออัตราส่วนของน้ำหนักดินต่อน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับดินในอุณหภูมิหนึ่ง ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่แสดงให้ทราบถึงลักษณะทั่วไปของดินได้ และยังจะสามารถที่จะนำคุณสมบัตินี้ไปใช้ ในการคำนวณค่าคุณสมบัติอื่นๆ เช่นความพรุน (Porosity) อัตราส่วนช่องว่าง (Void Ratio) ของดิน ระดับความอิ่มตัว (Saturation) ความหนาแน่น (Density) เป็นต้น ทั้งยังสามารถนำค่าความ ถ่วงจำเพาะของเม็ดดินไปใช้สำหรับวิเคราะห์หาขนาดของเม็ดดินด้วยวิธีไฮโดรมิเตอร์แบบ 151 H ได้ด้วย

โดยทั่วไปค่าความถ่วงจำเพาะของดินจะมีค่าอยู่ในช่วง 2.6 - 2.8 ถ้าค่าต่ำกว่านี้ก็อาจจะมีพวกอินทรีย์สารหรือพวกธาตุเบาต่างๆปะปนอยู่ และถ้าค่าสูงกว่านี้ก็อาจมีธาตุหนักปะปนอยู่ สำหรับค่าความถ่วงจำเพาะ โดยทั่วไปของดินชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง ที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่าความถ่วงจำเพาะของดินชนิดต่างๆ

ชนิดของดิน	ค่าความถ่วงจำเพาะของดิน, Gs
Sand	2.65 – 2.67
Silty Sand	2.67 – 2.70
Inorganic Clay	2.70 – 2.80
Soil with Mica or Iron	2.75 – 3.00
Organic Soil	1.00 – 2.60

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าตัวแปลงปรับแก้ , K

อุณหภูมิ ^{o}C	ความหนาแน่นของน้ำ , กรัม/ซม.^{3}	ค่าตัวแปรปรับแก้ , K
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99732	0.9991
25	0.99707	0.9989
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99567	0.9974

วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

- เพื่อหาความถ่วงจำเพาะของเม็ดเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) โดยใช้ Volumetric Flask ขนาด 500 ml

มาตรฐานที่ในการทดสอบ

- ASTM D 854 – 00 Standard Test Methods for Specific Gravity Of Soil Solids By Water Pycnometer

ขอบข่ายการทดลองหาความถ่วงจาเพาะของดิน

วิธีการทดลองนี้ เป็นวิธีการทดลองหาความถ่วงจาเพาะของดิน ที่มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) โดยใช้ขวดฟลาส ส่วนความถ่วงจาเพาะของดินที่จะนาไปใช้ในการคำนวณสำหรับการทดลอง Hydrometer ให้ใช้ดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 10 (2.00 มิลลิเมตร) และใช้ขวดฟลาส เพื่อหาความถ่วงจาเพาะของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 4 โดยใช้ขวดฟลาส ขนาด 500 มิลลิลิตร มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบคือ ASTM D 854 – 00 Standard Test Methods for Specific Gravity Of Soil Solids By Water Pycnometer

อุปกรณ์และเครื่องมือ

รูปที่ 2.36 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เฉพาะ

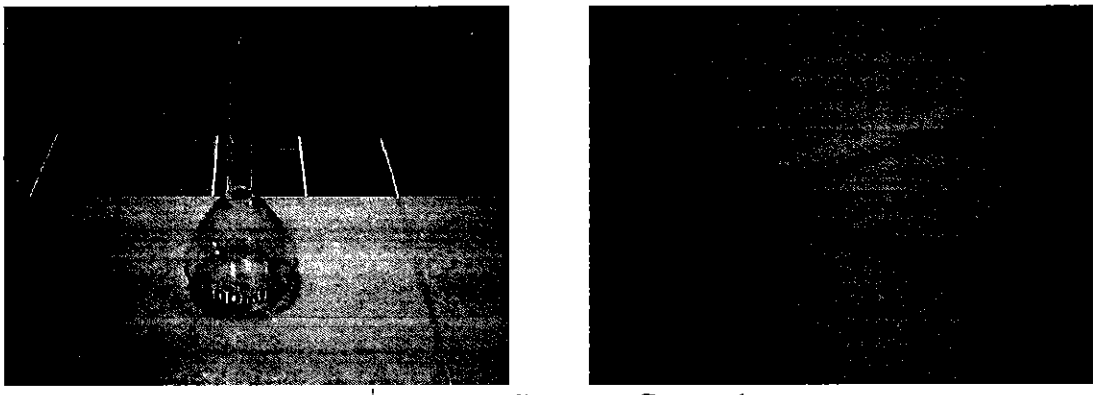
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เฉพาะ

1) ขวดแก้วฟลาส(Volumetric Flask)ขนาดความจุ 500 mlที่สามารถทนความร้อนได้สูง

2) เทอร์โมมิเตอร์ 0 - 100 องศาเซลเซียส อ่านได้ละเอียด 0.1-0.5 องศาเซลเซียส

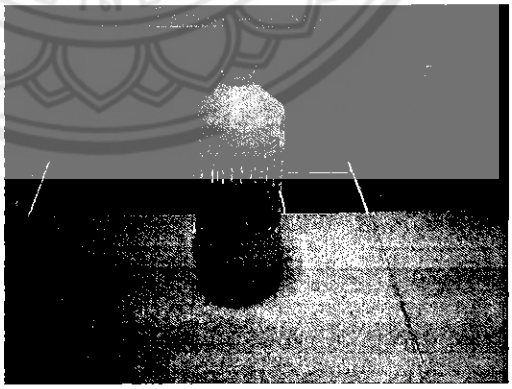
3) แท่งแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มม. ยาว 30 ซม. แท่งแก้วคน

4) หลอดใช้ดูดน้ำออกหรือเพิ่มน้ำใน Volumetric Flask



รูปที่ 2.37 ขวดแก้วและเทอร์โมมิเตอร์

รูปที่ 2.38 แท่งแก้วและหลอดดูดน้ำ



รูปที่ 2.39 น้ำกลั่น

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทั่วไป

1) ตู้อบ (Drying Oven) ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้คงที่ 105 ± 5 c

2) เครื่องชั่ง (Balance) ที่มีความละเอียด 0.01 กรัม

3) เตาและภาชนะต้มน้ำ หรือเครื่องปั๊มสุญญากาศ

<u>การเตรียมตัวอย่างและขั้นตอนการทดสอบ</u>

การเตรียมตัวอย่างการทดสอบ

ตัวอย่างดินเหนียว ประมาณ 500 กรัม

ขั้นตอนการทดสอบ

การสอบเทียบ (Calibrate) ขวดฟลาส ก่อนหรือหลังการทดลอง

วัตถุประสงค์

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักน้ำในขวดฟลาส (ที่ขีดปริมาตร 500 ซม3) และน้ำหนักขวดที่อุณหภูมิต่างๆ กัน (ในช่วงที่ทำการทดลอง) สำหรับอ่านค่าน้ำหนักของน้ำในขวดฟลาสที่อุณหภูมิทดลอง

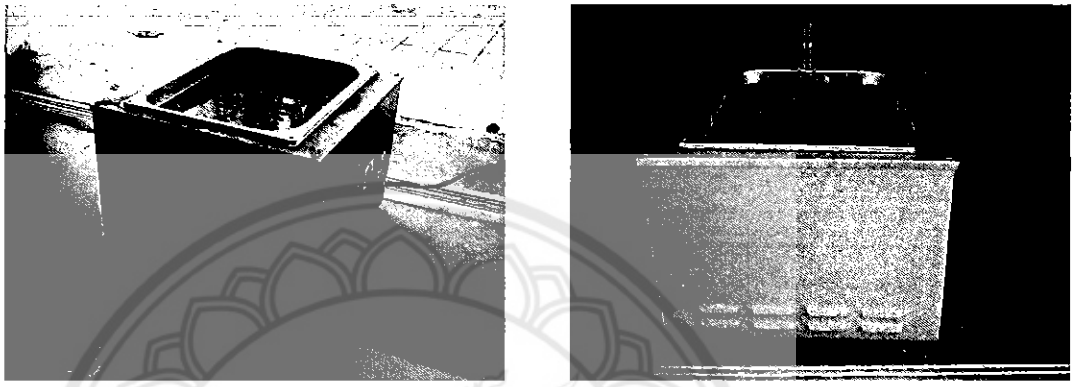
วิธีการหาด้วยวิธีการทดลอง (Experimental Procedure)

1) ทำความสะอาดขวดแก้วฟลาสที่จะใช้ทำการทดลอง

2) เติมน้ำกลั่นในขวดประมาณ 3/4 ของคอขวด (เพื่อไม่ให้น้ำเดือดขวดแก้วจะแตก)

3) ไล่อากาศในน้ำ ด้วยการต้มน้ำให้เดือดในเตาบุนเส็น หรือ เตาแผ่นร้อน (Hot Plate) ประมาณ 10 นาที นำขวดแก้วลงจากเตา เติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่ฟองอากาสทิ้งไว้แล้วลงในขวดแก้วฟลาสให้เต็มด้วยวิธีการลักน้ำ (Siphon) จุ่มปลายสายยางลงใต้ผิวน้ำเพื่อไม่ให้

อากาศเข้าไปผสมในน้ำอีก ปล่อยให้เย็น ถ้าต้องการให้เย็นเร็ว อาจแช่ในแช่อ่างน้ำ (Water Bath) จนกระทั่งอุณหภูมิลดลงถึงประมาณ 40(50) องศา ตรวจสอบว่าอุณหภูมิของน้ำในขวดแก้วเท่ากันทุกระดับถ้าไม่เท่ากันคลึงขวดเอียงไปมาหรือใช้หลอดแก้วคน



รปที่ 2.40 ขั้นตอนการทดสอบเทียบ ขั้นตอนที่ 3

4) แต่งขอบน้ำให้อยู่ที่ขีดบอกปริมาตร 500 ซม^3 สังเกตขอบล่างของโค้งผิวน้ำ เช็ดขวดภายนอกและภายในเหนือผิวน้ำให้แห้ง

รปที่ 2.41 ขั้นตอนการทดสอบเทียบ ขั้นตอนที่ 4

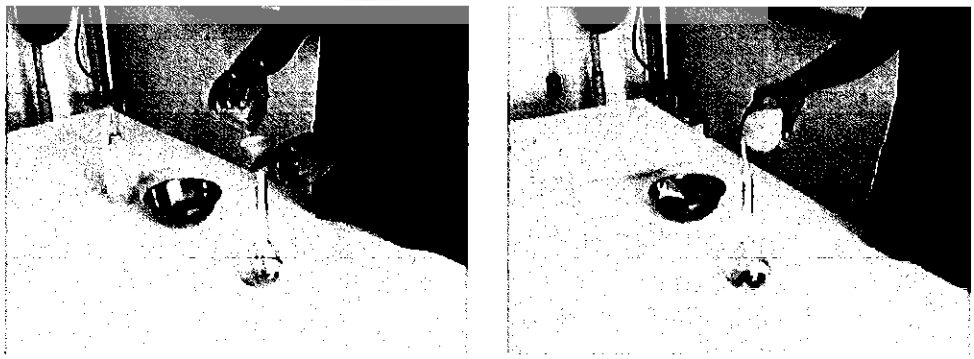
5) นำขวดแก้วและน้ำ ขึ้นชั่ง และวัดอุณหภูมิน้ำ ตรวจสอบอีกครั้งว่าอุณหภูมิของน้ำในขวดเท่ากันทุกระดับหรือไม่

รปที่ 2.42 ขั้นตอนการทดสอบเทียบ ขั้นตอนที่ 5

6) ทำการทดลองในข้อ 4 – 5 อีก 3 – 4 ครั้ง ในช่วงอุณหภูมิจากประมาณ 40(หรือ 50)องศา จนถึงอุณหภูมิห้อง ถ้าต้องการให้อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของห้อง ใช้น้ำแข็งผสมในอ่างแช่น้ำ แต่ต้องระวังขณะอ่านค่า อุณหภูมิทดลองจะต้องกวนน้ำ (แบบไม่ให้อากาศเข้าไปผสม) ให้มีอุณหภูมิเท่ากันทั่วขวด

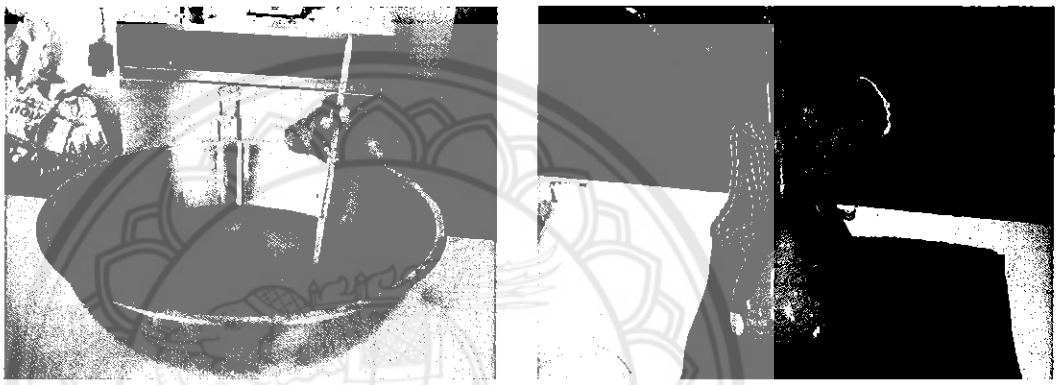
ขั้นตอนการหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน

ขั้นตอนที่ 1 นำดินใส่ในขวดแก้วฟลาสและใส่น้ำลงไปประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของปริมาตรขวด โดยให้ดินจมอยู่ใต้น้ำทั้งหมดและอย่าให้ดินติดอยู่ข้างๆ ขวด



รปที่ 2.43 ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ขั้นตอนที่ 1

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> ทำการไล่ฟองอากาศโดยใช้ ปั๊มสูญอากาศ (Vacuum Pump) แรงดูด 10 - 20 นิ้ว ปรอทประมาณ 4 - 5 ชั่วโมงหรือนำไปกวนในน้ำร้อนอย่างน้อย 10 นาที หรือจะทำทั้งสอง อย่างควบคู่กันไปก็ได้โดยใช้ ปั๊มสุญญากาศไม่น้อยกว่า 10 นาทีแล้วจึงกวนในน้ำร้อนอีก ประมาณ 10 นาที พร้อมกับกลิ้งขวดไปมาหลายรอบทำเช่นนี้สลับกันไปเรื่อยๆและคอยสังเกตว่ามีฟองอากาศเกิดขึ้นอีกหรือไม่ ทำจนกระทั่งฟองอากาศหมดไปซึ่งต้องใช้เวลาและความละเอียดในการสังเกต

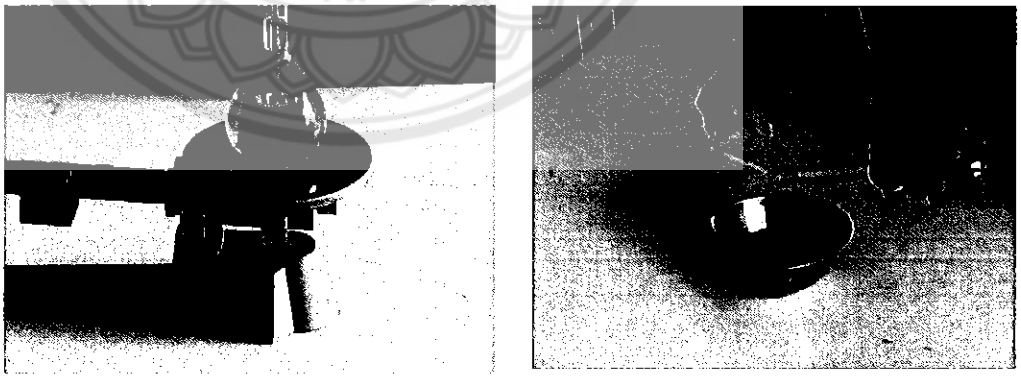


รูปที่ 2.44 ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ขั้นตอนที่ 2

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> หลังจากไล่ฟองอากาศหมดแล้ว ทำการเติมน้ำกลั่นให้ระดับท้องน้ำอยู่ที่ขีด 500 มิลลิลิตรพอดี ในการเติมน้ำกลั่นนี้ควรใช้หลอด และปล่อยน้ำกลั่นจากหลอดโดยจุ่มปากหลอดให้อยู่ใต้ระดับน้ำในขวดฟลาสเพื่อป้องกันอากาศลงไปอีก แล้วตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องทดสอบ จนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำใน Flask เท่ากับอุณหภูมิห้องหรืออุณหภูมิที่ต้องการ (โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์คอยเช็คดูอยู่เสมอ) และคอยสังเกตว่าถ้าระดับในขวดฟลาสต่ำว่าขีด 500 มิลลิลิตร ก็ให้เติมน้ำกลั่นให้ท้องน้ำพอดีกับขีดอยู่เสมอ

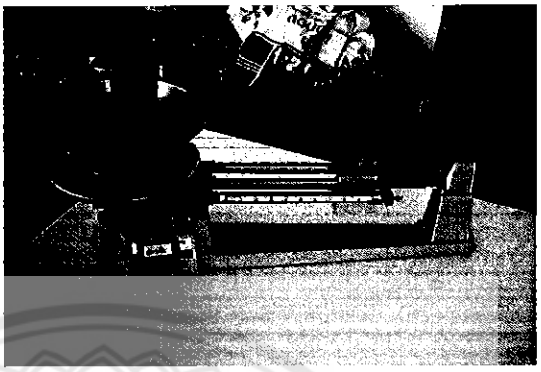
รูปที่ 2.45 ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 4 นำขวดฟลาสไปชั่ง จะได้เป็นน้ำหนักของขวดฟลาส + น้ำ + ดิน (Flask + Water + Soil) แล้วจึงทำการวัดอุณหภูมิโดยจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ให้อยู่ประมาณกึ่งกลางกระเปาะของขวด Flask คอยจนกระทั่งอุณหภูมิคงที่ แล้วจึงบันทึกค่าอุณหภูมินี้ไว้ หลังจากนั้นนำไปเทใส่ภาชนะโดยต้องเทดินออกให้หมด จนกระทั่งขวดFlaskสะอาด เสร็จแล้วจึงนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส โดยทิ้งไว้ประมาณ 1 คืน



รูปที่ 2.46 ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ขั้นตอนที่ 4

<u>ขั้นตอนที่ 5</u> นำดินที่อบแห้งแล้วไปชั่งแล้วบันทึกค่า เมื่อลบน้ำหนักภาชนะออก จะได้เป็นน้ำหนักของดินแห้ง



รูปที่ 2.47 ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ขั้นตอนที่ 5

การรายงานผลการทดสอบ

1) ค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน

2) ค่าที่ได้จากการทดสอบบ่งชี้ถึงดินอะไร

3) ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

ข้อควรระวัง

1) ในการตรวจวัดค่าในขวดฟลาสหรือน้ำผสมดิน จะต้องมีอุณหภูมิเสมอในขณะวัด

2) จะต้องชั่งมวลของภาชนะก่อนจะนำของผสมระหว่างน้ำและดินเทลงไป

3) ต้องไม่ให้ดินที่ใช้ในการทดสอบสูญเสียระหว่างเทลงในขวดฟลาส

4) ต้องให้ส่วนโค้งของน้ำด้านล่างอยู่ตรงขีดของขวดทุกครั้งเมื่อนำไปชั่ง

2.3.2.4 การทดสอบแรงอัดแบบไม่จำกัด
(Unconfined Compression Test)

วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

เพื่อหากำลังต้านทานแรงเฉือนของดิน โดยไม่มีแรงด้านข้างของดินที่มีความเชื่อมแน่นสูง

เพิ่มสัดส่วนของปริมาณน้ำเข้าไปเพื่อดูความสามารถในการต้านทานแรงกด

ทฤษฎีและหลักการ

การทดสอบแรงอัดแบบไม่จำกัด เป็นการหากำลังต้านทานต่อแรงกดสูงสุดของเนื้อดิน ซึ่งในการทดสอบจะกระทำโดยให้แรงกดกับแท่งตัวอย่างดิน จนกระทั่งแท่งตัวอย่างดินวิบัติ แล้วนำค่าความเค้น (Stress) และความเครียด (Strain) ไปเขียนกราฟเพื่อหาความเค้นสูงสุด ซึ่งความเค้นที่ได้นี้จะเรียกว่า Unconfined Compression Strength (q_u)

ขอบเขตของการทดสอบ

เนื่องจากการศึกษาคุณสมบัติของดินเชิงวิศวกรรมเบื้องต้นในจังหวัดอุตรดิตถ์ สามารถประเมินลักษณะของดินจากการสังเกตและอ้างอิงจากการทดสอบในปฏิบัติการอื่นๆพบว่า ดินที่นำมาทดสอบเป็นดินเหนียวปนดินทรายแป้ง ซึ่งดินชนิดนี้จะขึ้นรูปได้ยากเพราะปกติสภาพดินมีความหนาแน่นแห้งค่อนข้างมากอีกทั้งการเก็บตัวอย่างดินเป็นการเก็บตัวอย่างดินแบบแปรสภาพ ดังนั้น ในการทดสอบแรงอัดแบบไม่จำกัดจึงต้องควบคุมความหนาแน่นในห้องปฏิบัติการให้ใกล้เคียงกับความหนาแน่นจริงในสนาม และต้องจำลองตัวอย่างดินที่ใช้ทดสอบขึ้นมาหลายๆตัวอย่างเพื่อหาความน่าจะเป็นของค่าความหนาแน่นว่าใกล้เคียงกับสภาพจริงในสนามหรือไม่

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ASTM D 2166-00 Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องทดสอบ Unconfined Compression Test Machine พร้อม Dial Gauge ที่อ่านค่าได้ละเอียด 0.01 มิลลิเมตร

2. โมลบดอัดดินสำเร็จรูปขนาดเล็ก

3. ถาดสำหรับผสมดิน

4. เกรียงเหล็กสำหรับผสมดิน

5. เหล็กตำสำหรับบดอัดดิน

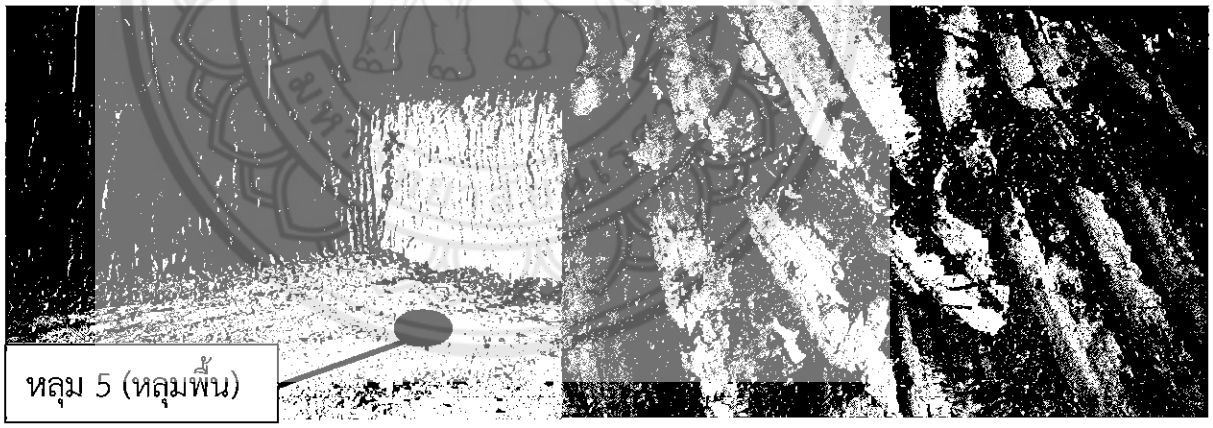
6. วาสลีน

7. กระดาษฟอยล์

ขั้นตอนการทดสอบ

การเตรียมตัวอย่างก่อนการทดสอบ

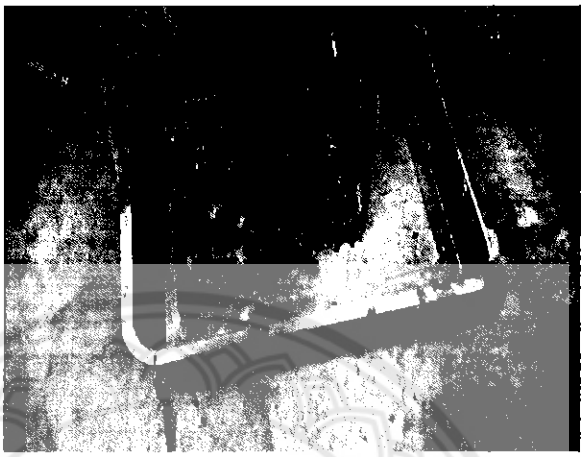
1. เลือกดินหลุม 5 หรือเรียกว่า หลุมพื้น ตรงหน้าดินที่ปรับระดับใหม่ไว้**แสดงในรูปภาพที่** 3.5**เนื่อง**มาจากสภาพของชั้นดินมีลักษณะของชั้นหินผุพังแทรกอยู่ ซึ่งเป็นจุดที่สำ**คัญในการวิเคราะห์** และการทดสอบ เพราะเป็นจุดที่ทำให้เกิดธรณีพิบัติภัยได้มากที่สุด



รูปที่ 2.48 แสดงตำแหน่งที่เลือกดินไปทดสอบในห้องปฏิบัติการและแสดงแนวหินผุพัง

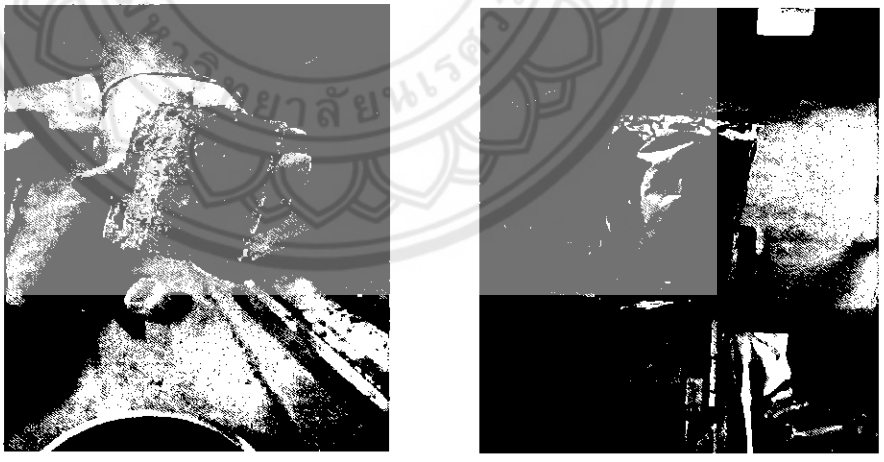
2. ใช้ปริมาณความชื้นจากการหาค่าความหนาแน่นของดินในสนามของหลุม 5 (หลุมพื้น) เป็นตัวแปรควบคุม ซึ่งปริมาณความชื้นที่ใช้เท่ากับ 18% ใช้น้ำหนักดินทดสอบ 200 กรัม ในการจำลองตัวอย่างดินแปรสภาพ

3. เทดินที่ได้เตรียมไว้ลงบนถาด แล้วทำการผสมดินกับน้ำให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้วาสลีนทาบนโมลสำเร็จรูปขนาดเล็กเพื่อหล่อลื่นตอนถอดตัวอย่างดินออกจากโมล จากนั้นนำดินมาบดอัดลงในโมลสำเร็จรูปขนาดเล็ก



รูปที่ 2.49 แสดงการผสมดิน

4. เมื่อบดอัดดินจนได้สภาพแน่นพอดีแล้ว ให้ถอดตัวอย่างดินออกจากโมล แล้วใช้กระดาษฟอยล์ห่อไว้เพื่อรักษาความชื้นก่อนทำการทดสอบ



รูปที่ 2.50 แสดงการถอดตัวอย่างดินออกจากโมลและการห่อตัวอย่างดิน

2.3.2.5 การทดสอบแรงเฉือนโดยตรง

(Direct Shear Test)

ขอบเขตของการทดสอบ

เนื่องจากการศึกษาคุณสมบัติของดินเชิงวิศวกรรมเบื้องต้นในจังหวัดอุตรดิตถ์ สามารถประเมินลักษณะของดินจากการสังเกตและอ้างอิงจากการทดสอบในปฏิบัติการอื่นๆพบว่า ดินที่นำมาทดสอบเป็นดินเหนียวปนดินทรายแป้ง ซึ่งดินชนิดนี้จะขึ้นรูปได้ยากเพราะปกติสภาพดินมีความหนาแน่นแห้งค่อนข้างมาก มีความเหนียวต่ำ อีกทั้งการเก็บตัวอย่างดินเป็นการเก็บตัวอย่างดินแบบแปรสภาพ ดังนั้น ในการทดสอบแรงเฉือนโดยตรงจึงต้องควบคุมปัจจัยด้านความหนาแน่นของมวลดินเป็นหลัก เพราะดินในพื้นที่เดียวกันจะประกอบไปด้วยดินในสภาพแน่นและดินในสภาพหลวมปนกัน ทำให้คุณสมบัติการรับแรงเฉือนต่างกัน

โดยในการทดสอบจะศึกษาเกี่ยวกับค่ามุมเสียดทานและค่าความยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดิน ผลการทดสอบที่ได้จะนำประกอบการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินเชิงวิศวกรรม

ข้อผิดพลาดที่พบในการทดสอบ

ผลการทดสอบของค่ามุมเสียดทานและค่าความยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินที่ได้จากเครื่องทดสอบแรงเฉือนโดยตรง มีความคลาดเคลื่อนไปจากปกติเนื่องมาจากการทำงานของเครื่องทดสอบไม่สอดคล้องข้องกับตัวอย่างดินที่นำมาทดสอบ

ทฤษฎีและหลักการ

การทดสอบแรงเฉือนโดยตรง เป็นการทดสอบหาแรงเฉือนของเนื้อวัสดุที่เป็นดินทรายและดินเหนียวคงสภาพ ซึ่งวิธีที่ใช้ในการทดสอบตัวอย่างดิน คือ Unconsolidated – Undrained Test (Quick Test) เป็นการทดสอบแบบไม่ให้ตัวอย่างดินยุบอัดตัวคายน้ำออกไป หรือ ไม่ให้น้ำในตัวอย่างดินระบายออกไป

วัตถุประสงค์ในการทดสอบ

เพื่อหาค่าคงตัวของแรงเฉือน Shear Strength Parameter (Angle of friction , ϕ Cohesion , c) ของตัวอย่างดินทรายหรือดินเหนียวคงสภาพ

มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ

ASTM D 3080-98 Standard Test Method for Direct Shear Test of Soil Under Consolidated Drained Conditions

อุปกรณ์ในการทดสอบ

1. เครื่องมือทดสอบแรงเฉือนโดยตรงแบบฉุดกำลังด้วยมอนิเตอร์ไฟฟ้า

2. กล่องใส่ตัวอย่างดิน (Shear Box)

3. แผ่นน้ำหนัก (Surcharge Weight)

4. เวอร์เนียร์ (Vernier)

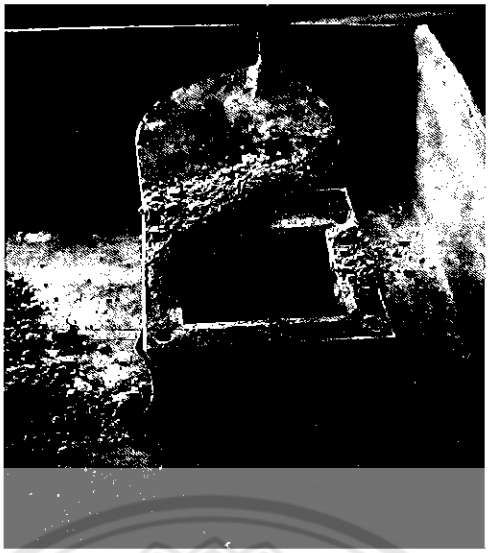
5. อุปกรณ์สำหรับบดอัดดิน

ขั้นตอนในการทดสอบ

1. เตรียมอุปกรณ์และตัวอย่างดินที่ใช้ทดสอบ โดยตัวอย่างดินที่จะใช้เป็น**ตัวอย่างดินเหนียว**ปนดิน**ทราย**แป้ง

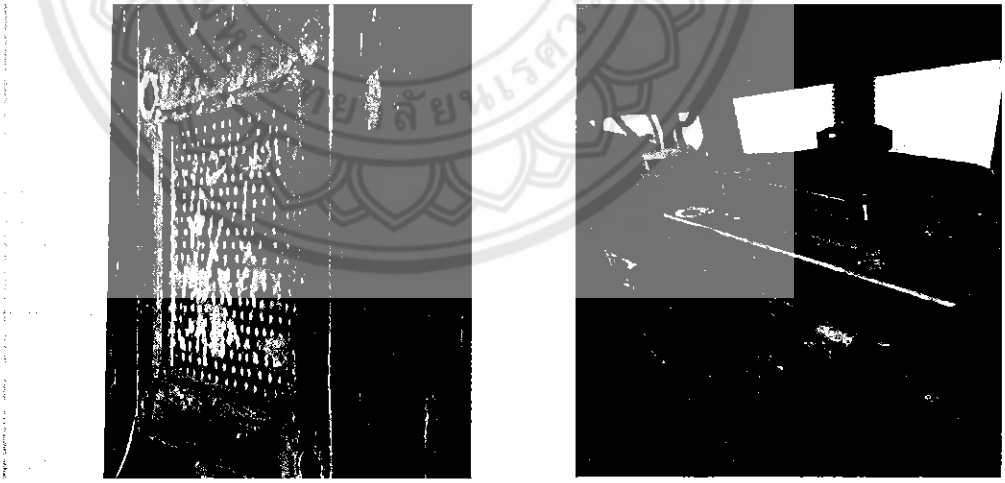
2. ตรวจสอบขนาดคละของเม็ดดินก่อนว่ามีความสม่ำเสมอกันหรือไม่ ถ้า**ขนาดของเม็ดดินมีความไม่**สม่ำเสมอกัน ต้องนำดินมาทุบก่อนเพื่อกระจายขนาดของเม็ดดินให้เท่ากัน **เพราะเป็นการควบคุม**ความหนาแน่นของดินในขั้นตอนการบดอัด

3. ชั่งน้ำหนัก Shear Box และวัดขนาด Shear Box บันทึกค่าไว้ จากนั้น**ประกอบ** Shear Box **แล้ว**นำดินที่มีขนาดสม่ำเสมอมาบดอัดลงในกล่องใส่ตัวอย่างดิน (Shear Box) **โดยการบดอัดดินจะต้องมีความหนาแน่นไม่มากหรือน้อยจนเกินไป**



รูปที่ 2.51 แสดงการประกอบ Shear Box และการบดอัดดินใน Shear Box

4. เมื่อบดอัดดินเสร็จแล้ว นำแผ่นน้ำหนักมาปิดบน Shear Box จากนั้นจึงนำไปชั่งน้ำหนักต่อมานำ Shear Box ที่มีตัวอย่างดินไปเข้าเครื่องทดสอบแรงเฉือนโดยตรง



รูปที่ 2.52 แสดงการประกอบ Shear Box ที่มีตัวอย่างดินในเครื่องทดสอบแรงเฉือนโดยตรง

5. หลังจากที่ทำการทดสอบเสร็จแล้ว ให้นำตัวอย่างดินออกจาก Shear Boxและทำความสะอาดอุปกรณ์ทดสอบให้เรียบร้อยและทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 1-4

2.3.2.6 การทดสอบการยุบอัดตัวคายน้ำ
(Consolidation Test)

ทฤษฎีและหลักการ

การยุบอัดตัวคายน้ำ (Consolidation) เป็นลักษณะการทรุดตัวแบบหนึ่งเมื่อมีแรงกดหรือน้ำหนักมากระทำ จะเกิดขึ้นกับดินที่มีความเชื่อมแน่น (Cohesion Soil) เช่น ดินเหนียว (Clay) ซึ่งเป็นการยุบตัวแบบช้าๆ และใช้ระยะเวลานาน ในหลักของการทดสอบ จะนำน้ำหนักมากดทับบนตัวอย่างดินแล้วทิ้งไว้และวัดระยะการยุบตัวของตัวอย่างดินตามระยะเวลาที่กำหนด แล้วนำค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบไปเขียนกราฟหาความสัมพันธ์ต่อไป ผลการทดสอบที่ได้นั้น สามารถนำไปประมาณค่าการทรุดตัวได้แต่ต้องพิจารณาถึง สภาพของตัวอย่างดิน ความละเอียดในการทดสอบและผลที่ได้ก่อนนำไปใช้ เป็นต้น เนื่องจากสภาพการทดสอบของตัวอย่างดินจะไม่เหมือนกับสภาพชั้นดินที่อยู่ในธรรมชาติจริง และอุปกรณ์ทดสอบก็มีข้อจำกัดอยู่หลายอย่าง

ข้อจำกัดของการทดสอบ

เนื่องจากการเก็บตัวอย่างดินเป็นการเก็บตัวอย่างแบบแปรสภาพและดินที่นำมาทดสอบมีลักษณะเป็นดินเหนียวที่มีทรายปนอยู่ส่วนมาก ทำให้เกิดข้อจำกัดในการทดสอบ เช่น

1. เมื่อจำลองตัวอย่างดินที่ทดสอบขึ้นมา สภาพของดินในห้องปฏิบัติการจะไม่เหมือนกับสภาพจริงทำให้ค่าที่ได้เป็นเพียงค่าประมาณเท่านั้น สามารถนำข้อมูลหรือค่าที่ได้ไปวิเคราะห์คุณสมบัติของดินเชิงวิศวกรรมเบื้องต้นได้

2. การเก็บตัวอย่างดินแบบแปรสภาพจะทำให้ดินถูกรบกวนมาก คุณสมบัติของดินจะเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะคุณสมบัติด้านความหนาแน่นของดินและปริมาณน้ำที่อยู่ในดิน

วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

1. เพื่อหาค่าดัชนีของความกดอัด (Compression index, C_c)

2. เพื่อหาค่าความเค้นสูงสุดในอดีต (Maximum Past Pressure, P'_c)

3. เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การยุบตัว (Coefficient of Consolidation, C_v)

มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ

ASTM D 2435-96 Test Method for one – Dimensional Consolidation Properties of soil

อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการยุบอัดตัวคายน้ำ

1. เครื่องทดสอบ Consolidometer หรือ Odometer พร้อม Dial Gauge

2. Consolidation Cell สำหรับบรรจุตัวอย่างดิน ซึ่งประกอบด้วย

วงแหวน Cutting Ring เป็นวงแหวนโลหะด้านหนึ่งคม อีกด้านหนึ่งเรียบ

หินพรุน Porous Stone จะประกอบอยู่ทั้งข้างบนและข้างล่างของวงแหวน สามารถใส่ลงในวงแหวนได้ เพื่อใช้กดตัวอย่างดิน

หัวกดตัวอย่างดิน Load Head เป็นโลหะเพื่อใช้ส่งถ่ายน้ำหนักเพื่อกดตัวอย่างดิน

3. แผ่นเหล็ก ขนาด 0.5, 1, 2, 5, 10 kg

4. นาฬิกาจับเวลา

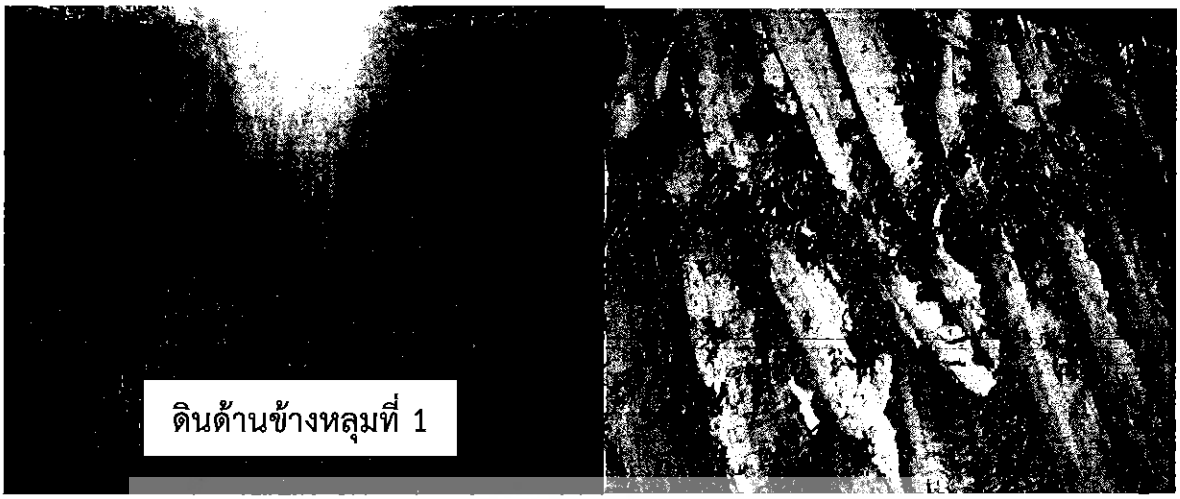
ขั้นตอนการทดสอบ

ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ การเตรียมตัวอย่างดินและการเลือกน้ำหนักที่ใช้แขวน

การเตรียมตัวอย่างดิน

หมายเหตุ เนื่องจากการเก็บตัวอย่างดินในภาคสนาม เป็นการเก็บตัวอย่างดิน แบบแปรสภาพทำให้เกิดข้อจำกัดในการทดสอบโดยต้องนำดินมาบดอัดแบบสูงกว่า มาตรฐาน และพยายามควบคุมความหนาแน่นของดินในห้องปฏิบัติการให้มีความ ใกล้เคียงกับความหนาแน่นของดินในสนามมากที่สุด เพื่อเป็นการจำลองสภาพของดิน ก่อนนำไปทดสอบ จะใช้ข้อมูลความหนาแน่นของดินจากการหาค่าความหนาแน่นของดินในสนามโดยวิธีกรวยทรายมาเป็นข้อมูลอ้างอิง

ดินที่นำมาทดสอบเป็นดินหลุมข้างหลุมที่ 1 เนื่องมาจากสภาพของชั้นดินมีลักษณะของชั้นหินผุพังแทรกอยู่ ซึ่งเป็นจุดที่สำคัญในการวิเคราะห์และการทดสอบ เพราะเป็นจุดที่ทำให้เกิดธรณีพิบัติภัยได้มากที่สุด



รูปที่ 2.53 แสดงตำแหน่งของดินด้านข้างหลุมที่ 1 และแนวหินผุพัง

ดินที่นำมาทดสอบเป็นดินที่มีปริมาณความชื้นค่อนข้างต่ำ ทำให้เวลาเตรียม ตัวอย่างดินต้องเพิ่มปริมาณความชื้นเข้าไปเพื่อทำให้ความหนาแน่นในห้องปฏิบัติการมี ความใกล้เคียงกับความหนาแน่นจริงในสนาม ซึ่งมีวิธีการเตรียมดังนี้

1. ปริมาณความชื้นที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเท่ากับ 0% ของน้ำหนักดินที่ทำการบดอัด และนำตัวอย่างดินที่ทำการบดอัดแล้วไปหาค่าความหนาแน่นเปียกและความ หนาแน่นแห้ง ามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\rho_{wet} = \frac{\text{น้ำหนักดินในวงแหวน}}{\text{ปริมาตรของวงแหวน}} = \frac{74}{38.573} = 1.92 \text{ g/cm}^3 \text{ หรือ } 18.84 \text{ kN/m}^3$$

$$\rho_{dry} = \frac{\rho_{wet}}{1+\frac{\omega}{100}} = \frac{18.84}{1+\frac{0}{100}} = 18.84 \text{ kN/m}^3$$

สรุป ความหนาแน่นแห้งในห้องปฏิบัติการเท่ากับ 18.84 kN/m^3

ความหนาแน่นแห้งจริงในสนามเท่ากับ 12.10 kN/m^3

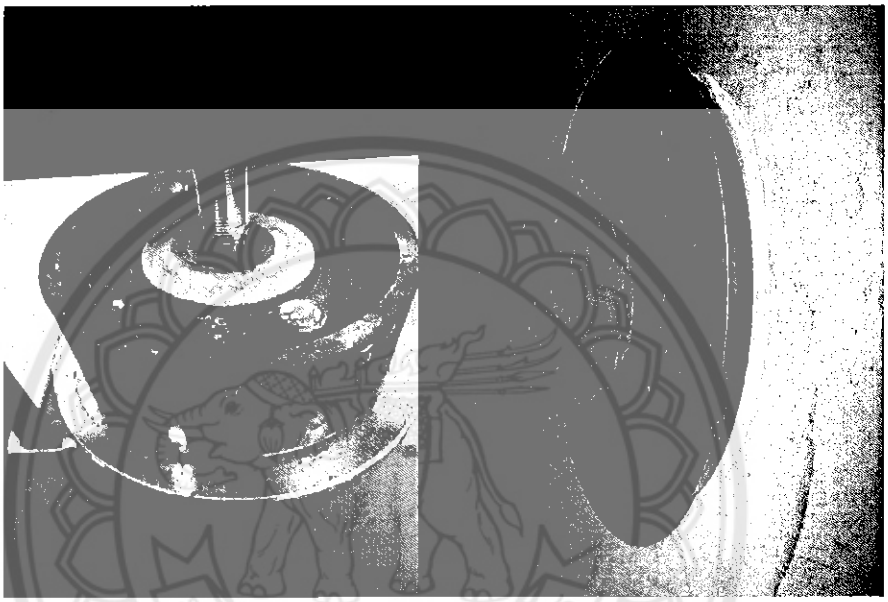
2. ปริมาณความชื้นที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเท่ากับ 10% ของน้ำหนักดินที่ทำการ บดอัด และนำตัวอย่างดินที่ทำการบดอัดแล้วไปหาค่าความหนาแน่นเปียกและความหนาแน่น

$$\rho_{wet} = \frac{\text{น้ำหนักดินในวงแหวน}}{\text{ปริมาตรของวงแหวน}} = \frac{80}{38.573} = 2.07 \text{ g/cm}^3 \text{ หรือ } 20.31 \text{ kN/m}^3$$

$$\rho_{dry} = \frac{\rho_{wet}}{1+\frac{\omega}{100}} = \frac{20.31}{1+\frac{10}{100}} = 18.46 \text{ kN/m}^3$$

สรุป ความหนาแน่นแห้งในห้องปฏิบัติการเท่ากับ 18.46 kN/m^3

ความหนาแน่นแห้งจริงในสนามเท่ากับ 12.10 kN/m^3



รูปที่ 2.54 แสดงการติดตั้ง Consolidation Cell บนเครื่องทดสอบ

การเลือกน้ำหนักที่ใช้แขวน

ขั้นตอนที่ 1

จากข้อมูลชั้นดินคำนวณหาค่า $\sigma'_{vo} = \gamma \times D$

เมื่อ γ = ค่าความหนาแน่นเปียกจริงของดินในสนาม ใช้ค่าความหนาแน่น เปียก เท่ากับ 14.211 kN/m^3 หรือ 0.0014211 kg/cm^3

D = ความสูงของชั้นดิน (cm) ใช้ค่าความสูงเท่ากับ 300 cm

คำนวณความเค้นที่กระทำในแนวดิ่ง (σ'_{vo}) ซึ่งเป็นน้ำหนักดินที่กดทับได้ดังนี้

จากสูตร $\sigma'_{vo} = 0.0014211 \times 300 = 0.43$ kg/cm^2

ขั้นตอนที่ 2

คำนวณหาค่า $\frac{1}{8}\sigma'_{vo}$, $\frac{1}{4}\sigma'_{vo}$, $\frac{1}{2}\sigma'_{vo}$, σ'_{vo} , $2\sigma'_{vo}$, $4\sigma'_{vo}$, $8\sigma'_{vo}$, $16\sigma'_{vo}$ $32\sigma'_{vo}$

ขั้นตอนที่ 3

คำนวณค่า Load ที่จะใช้แขวนคานในแต่ละขั้นของการให้ Load

จากสูตร Load = $\frac{\sigma' A}{R}$

เมื่อ Load = น้ำหนักที่แขวนปลายคาน (Applied Load , kg)

σ = แรงดันกดทับ (Applied Pressure, kg/cm^2)

A = พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างทดสอบ (Area of Sample, cm2)

R = อัตราส่วนแทนน้ำหนักของคาน (Beam Ratio) สมมติใช้ 10:1 (R=10)

ขั้นตอนที่ 4

เลือกน้ำหนักที่จะใช้แขวนจริงให้ใกล้เคียงกับน้ำหนักที่คำนวณได้ เนื่องจากตุ้มน้ำหนักที่ใช้จะเป็นจำนวนเต็ม เช่น 0.5 , 1 , 2,5 , 10 kg

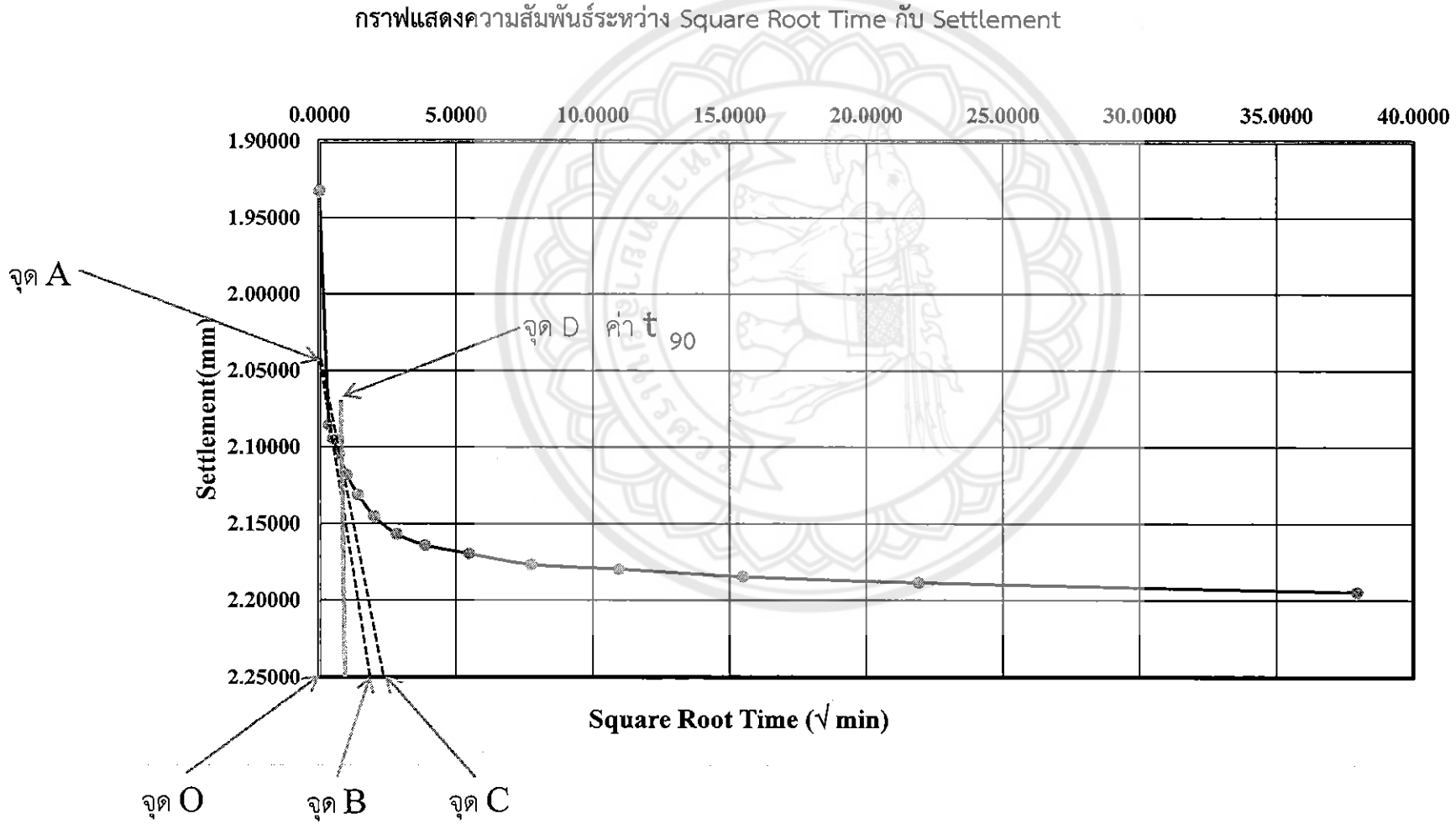
ขั้นตอนที่ 5

ย้อนหาความเค้น(Stress) ที่เกิดขึ้นจริงบนตัวอย่างดินใน Consolidation Cell = $\frac{\text{load.R}}{A}$

ตารางที่ 2.5 แสดงการคำนวณน้ำหนักที่ใช้แขวน

Consolidation Cell Diameter (cm) = 4.992			Area (cm^2) = 19.58
σ'_{vo} = 0.43 ksc		Beam Ratio = 10 : 1	R = 10
Applied Pressure , σ (ksc)		น้ำหนักที่ใช้แขวน , Load (kg) $\frac{\sigma A}{R}$	เลือกน้ำหนักแขวนที่ใช้จริง , (kg)	Stress ที่เกิดขึ้นจริงบนตัวอย่างดิน , σ (ksc) , $\frac{\text{Load R}}{A}$
$\frac{1}{8}\sigma'_{vo}$	0.053	0.104	no	no
$\frac{1}{4}\sigma'_{vo}$	0.107	0.209	no	no
$\frac{1}{2}\sigma'_{vo}$	0.213	0.417	0.5	0.255
σ'_{vo}	0.426	0.835	1	0.511
$2\sigma'_{vo}$	0.853	1.670	2	1.021
$4\sigma'_{vo}$	1.705	3.339	4	2.043
$8\sigma'_{vo}$	3.411	6.678	8	4.086
$16\sigma'_{vo}$	6.821	13.356	16	8.172
$32\sigma'_{vo}$	13.643	26.712	32	16.343

ค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวคายน้ำ (C_v)



รูปที่ 2.55 วิธีรากที่สองของเวลา (Square root of time method)

ขั้นตอนการหาเวลาการยุบตัว t_{90}

หมายเหตุ ใช้วิธีรากที่สองของเวลา (Square root of time methods) อ้างอิงจาก Taylor (1942)

วิธีนี้จะทำการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการเสียรูปกับรากที่สองของเวลา ดังแสดงในรูปที่ 4.1 วิธีการคำนวณหา C_v ทำได้โดย

1. ลากเส้นตรง AB ผ่านส่วนที่เป็นเส้นตรงของกราฟ

2. ลากเส้นตรง AC ที่ทำให้ความยาว OC เท่ากับ 1.15 เท่าของความยาว OB จุด D คือจุดตัดของเส้นตรง AC กับเส้นกราฟการอัดตัวคายน้ำ และเป็นจุดที่ระดับการอัดตัวคายน้ำเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 90

3. ที่ระดับการอัดตัวคายน้ำเฉลี่ยร้อยละ 90 แฟคเตอร์เวลา t_{90} เท่ากับ 0.848 ดังนั้น

$$C_v = \frac{0.848 H_{dr}^2}{t_{90}}$$

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวคายน้ำ C_v

จากกราฟจะได้ t_{90} = 45 วินาที

H_{dr}^2 = 1.76 cm (ข้อมูลผลการทดลองจากการทดสอบการยุบอัดตัวคายน้ำ)

$$C_v = \frac{0.848 \times \left(\frac{1.76}{2}\right)^2}{45}$$

C_v = 1.45×10^{-2} cm^2/sec

ดังนั้นจะได้ค่าสัมประสิทธิ์การยุบอัดตัวคายน้ำ เท่ากับ 1.45×10^{-2} cm^2/sec

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

ในการจัดทำโครงงานวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติของดินภูเขาในเขตภัยพิบัติ จังหวัดอุตรดิตถ์ นี้ ผู้จัดทำโครงงานวิธีการดำเนินงานโครงงาน ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 วัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์หรือโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

3.1.2 โปรแกรมในการบันทึกค่าและคำนวณเช่น Microsoft Excel และ Microsoft Word

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.1 ลงสำรวจพื้นที่จริง (ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์) เพื่อเก็บตัวอย่างดิน

3.2.2 นำตัวอย่างดินที่ได้ มาทำการทดสอบคุณสมบัติของดิน โดยทำการทดสอบดังต่อไปนี้

การหาค่าความหนาแน่นของดินในสนาม (Field Density Test)

การขนาดคละของเม็ดดินด้วยตะแกรงมาตรฐาน

(Grain Size Distribution Analysis)

การหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลว (Atterberg ' s Limit)

การหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน (Specific Gravity Test)

การทดลองแรงเฉือนแบบไม่จำกัด (Unconfined Compression Test)

การทดลองแรงเฉือนแบบโดยตรง (Direct Shear test)

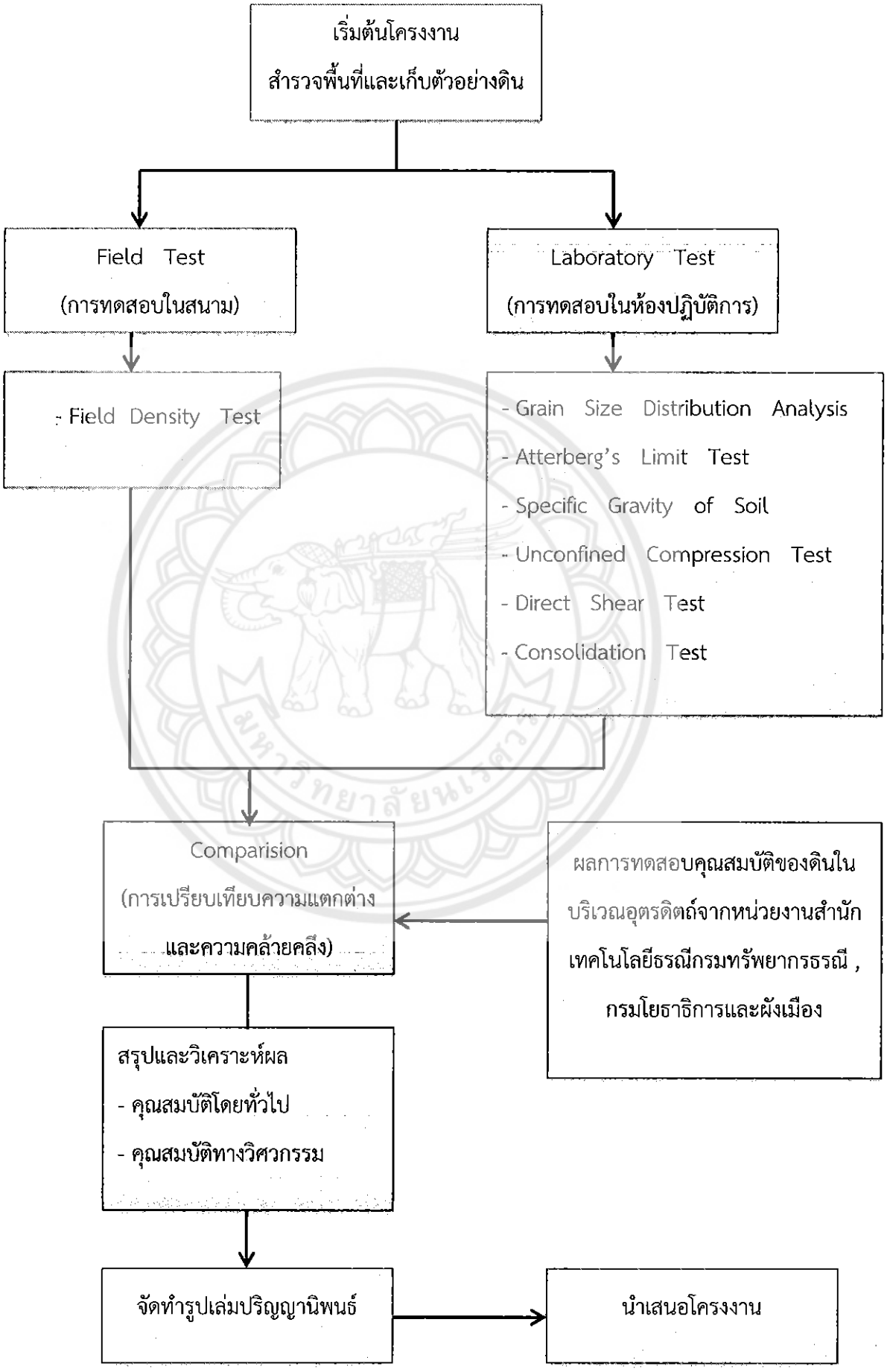
การทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำของดิน (Consolidation test)

3.2.3 เปรียบเทียบความแตกต่างและความคล้ายคลึงคุณสมบัติของดิน

3.2.4 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

3.2.5 จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

3.2.6 นำเสนอโครงงาน



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงาน

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

การจัดทำโครงงานการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินภูเขาในเขตภัยพิบัติ จังหวัดอุตรดิตถ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของดินในพื้นที่ ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่พิกัด 17.715053, 100.01446 (N17 42 54 , E100 00 52) และเปรียบเทียบคุณสมบัติกับดินในพื้นที่ใกล้เคียง โดยใช้วิธีการทางปฐพีกลศาสตร์ในการทดสอบ ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้

4.1 การหาค่าความหนาแน่นของดินในสนาม (Field Density Test)

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 สรุปค่าความหนาแน่นแห้งและความหนาแน่นเปียก

ตำแหน่งที่สำรวจ	ความลึก (cm)	Moist Unit Weight , γ (kN/m^3)	Dry Unit Weight , γ_d (t/m^3)
ดินหลุมบน(ถาด 1)	30	9.42	-
ดินหลุมบน(ถาด 2)	9.81	12.65	1.16
ดินด้านข้างหลุม 1 (ถาด 3)	210	14.21	1.23
ดินด้านข้างหลุม 2 (ถาด 4)	210	16.10	1.43
หลุมพื้น HA-1	331	14.21	1.23

*หมายเหตุ – หมายถึงการทดสอบไม่สมบูรณ์

เนื่องจากการทดสอบจากการทดสอบ Unconfined Compression Test ต้องทำการรีโมลตัวอย่างดินขึ้นมาใหม่ จึงสามารถหาค่าความหนาแน่นแห้งที่ได้จากห้องปฏิบัติการของดินซึ่งนำมาอ้างอิงผลใช้ในการคำนวณเพื่อหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์จากสูตร $D_r = \left[\frac{\rho_d - \rho_{d(min)}}{\rho_{d(max)} - \rho_{d(min)}}\right]\frac{\rho_{d(max)}}{\rho_d}$ ได้ค่า $\gamma_{d(max)}$ =1.72 g/cm^3 , $\gamma_{d(min)}$=1.38 g/cm^3 คำนวณหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์(D_r) ได้ค่า D_r = 17.4%

สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

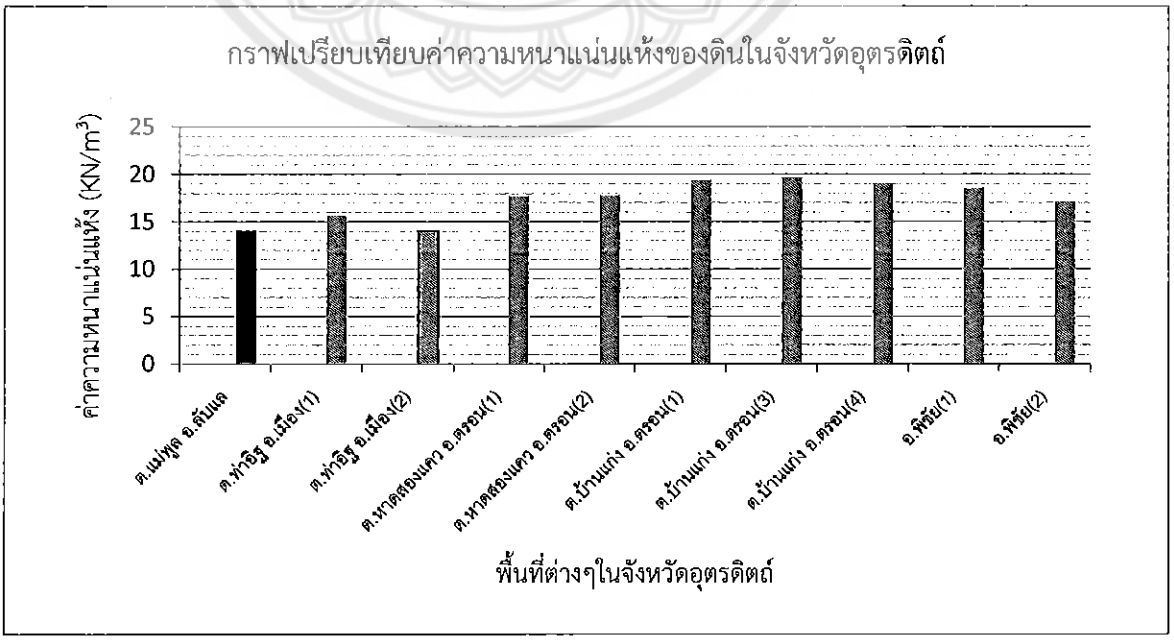
ตารางที่ 4.2 จำแนกความแน่นของดินไม่เชื่อมแน่นตามค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์

(Asst.Prof. Chusak Kererat , University of Technology Rattanakosin)

จำแนกความแน่น	D_r (%)
หลวมมาก (Very Loose)	0-15
หลวม (Loose)	15-35
แน่นปานกลาง (Medium Dense)	35-70
แน่น (Dense)	70-85
แน่นมาก (Very Dense)	85-100

จากการทดลองเมื่อพิจารณาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์(D_r) จากตารางที่ 4.2 พบว่าข้อมูลที่ได้อยู่ในช่วงของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์(D_r) ที่ 15-35 % ดินที่นำมาทดสอบจะจัดจำแนกความแน่นได้เป็นชนิด หลวม (Loose) คือมีความหนาแน่นน้อย จัดเรียงตัวกันแบบหลวม

จากการเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นแห้งกับ Boring log ของดินในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยเลือกจากค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุดในช่วงความลึก 6 เมตรแรก จะเห็นได้ว่าค่าความหนาแน่นแห้ง มีความใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าจากการทดลองของตำบลแม่พูลมีค่าน้อยกว่าของตำบลอื่นๆ แสดงได้จากรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นแห้งของดินในจังหวัดอุตรดิตถ์

4.2 การขนาดคละของเม็ดดินด้วยตะแกรงมาตรฐาน
(Grain Size Distribution Analysis)

การวิเคราะห์หาขนาดของเม็ดดินและความคละของเม็ดดินจะต้องใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์หาขีดจำกัดข้นเหลวมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อจำแนกประเภทของดินเหนียวได้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพราะการวิเคราะห์ขนาดของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงร่อนจะให้ประเภทของดินเป็นดินเม็ดหยาบ

ผลการทดสอบ

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการขนาดคละของเม็ดดินด้วยตะแกรงมาตรฐานดินหลุมบน

Percent passing Sieve No.4 (%)	98.7
Percent passing Sieve No.200 (%)	7.2
D_{10} (mm)	0.086
D_{30} (mm)	0.25
D_{60} (mm)	0.71
Coefficient of Uniformity , C_u	8.26
Coefficient of Curvature , C_C	1.02
Percent Gravel (%)	1.3
Percent Sand (%)	91.5
Percent Silt and Clay (%)	7.2

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการขนาดคละของเม็ดดินด้วยตะแกรงมาตรฐานดินหลุมข้าง

Percent passing Sieve No.4 (%)	98
Percent passing Sieve No.200 (%)	7.2
D_{10} (mm)	0.091
D_{30} (mm)	0.28
D_{60} (mm)	0.86
Coefficient of Uniformity , C_u	9.45
Coefficient of Curvature , C_C	1.00
Percent Gravel (%)	2.0
Percent Sand (%)	90.8
Percent Silt and Clay (%)	7.2

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการขนาดคละของเม็ดดินด้วยตะแกรงมาตรฐานดินหลุมล่าง

Percent passing Sieve No.4 (%)	94.3
Percent passing Sieve No.200 (%)	4.4
D_{10} (mm)	0.15
D_{30} (mm)	0.52
D_{60} (mm)	1.5
Coefficient of Uniformity , C_u	10.00
Coefficient of Curvature , C_C	1.20
Percent Gravel (%)	5.7
Percent Sand (%)	89.9
Percent Silt and Clay (%)	4.4

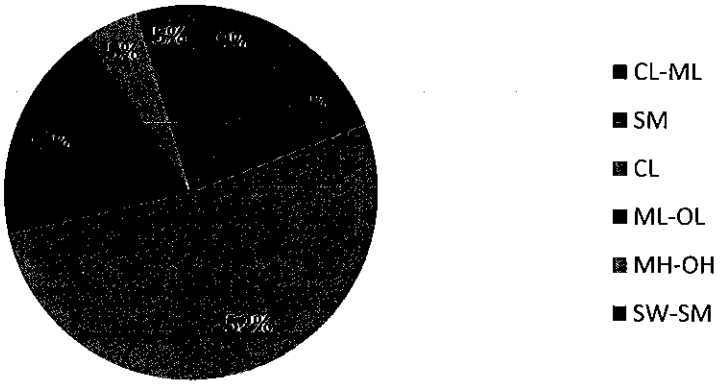
สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดสอบสามารถสรุปผลและจำแนกประเภทของดินจากรูปที่ 4.3 ได้ดังนี้

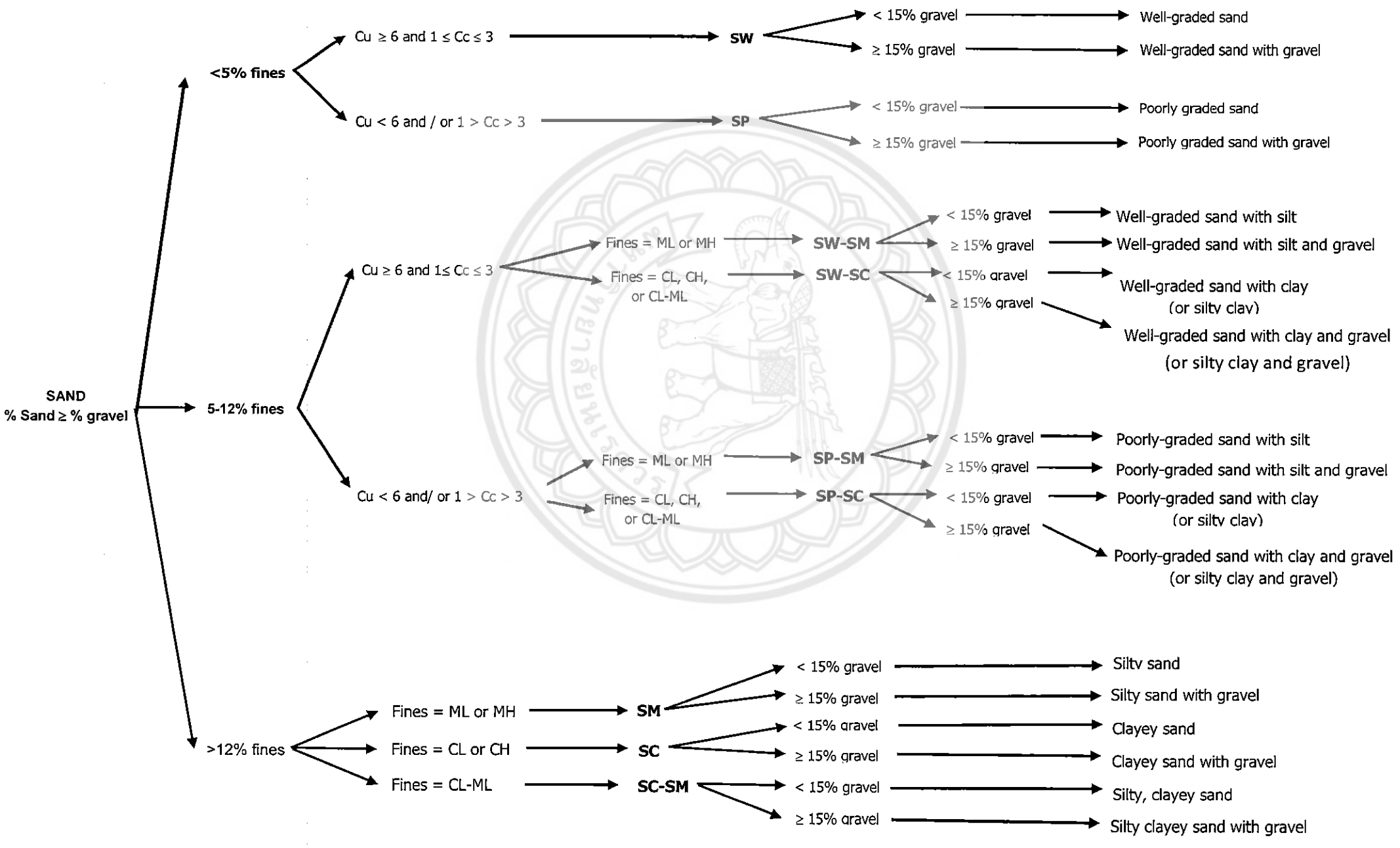
- จะได้ประเภทของดินตามมาตรฐานของ Unified Soil Classification System เป็นดินในกลุ่ม SW – SM (Well-graded sand with silt)
- ดินเป็นดินเม็ดหยาบ เนื่องจาก Percent passing Sieve No.200 น้อยกว่า 50%
- ดินเม็ดหยาบเป็นทราย เนื่องจาก Percent passing Sieve No.4 มากกว่า 50% และ Percent Sand มากกว่า Percent Gravel
- ดินมีเม็ดละเอียดปานกลาง เนื่องจาก Percent passing Sieve No.200 อยู่ระหว่าง 5 -12%
- ดินมีการกระจายของเม็ดดินดี เนื่องจากค่า $C_u > 4$ และ C_c อยู่ระหว่าง 1 - 3

เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าจาก Boring log (ในภาคผนวก ซ.) ของพื้นที่ต่างๆในจังหวัดอุตรดิตถ์ ในช่วงความลึก 0 – 5 เมตรแรก พบว่าดินจะเป็นกลุ่มของ CL , ML-OL และมี SM บ้างเล็กน้อย และจากข้อมูลของกรมทรัพยากรธรณีจะพบว่า คุณสมบัติของดินในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ เป็นชุดตัวอย่างดินจากหมวดหินลับแล เป็นดินเหนียวผสมดินทรายแป้ง และมีกรวดและทรายเม็ดหยาบปะปนบ้างเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างจากดินที่ทำการทดลองที่เป็นกลุ่ม SW – SM คิดเป็น 5% ของข้อมูลดินทั้งหมดแสดงได้ดังรูปที่ 4.2

กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ชนิดดินในจังหวัดอุตรดิตถ์



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ชนิดดินในจังหวัดอุตรดิตถ์



รูปที่ 4.3 แผนผังวิเคราะห์การจำแนก Group symbol และ Group name ของดิน

4.3 การหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลว (Atterberg ' s Limit)

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลสรุปค่าขีดจำกัดความข้นเหลว Boring 1 (ดินหลุมบน)

Liquid Limit , L.L. (%)	38.08
Plastic Limit , P.L. (%)	26.77
Plasticity Index , P.I. (%)	11.31

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลสรุปค่าขีดจำกัดความข้นเหลว Boring 2 (ดินหลุมข้าง)

Liquid Limit , L.L. (%)	42.54
Plastic Limit , P.L. (%)	28.83
Plasticity Index , P.I. (%)	13.71

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลสรุปค่าขีดจำกัดความข้นเหลว Boring 3 (ดินหลุมล่าง)

Liquid Limit , L.L. (%)	43.59
Plastic Limit , P.L. (%)	29.92
Plasticity Index , P.I. (%)	13.67

หมายเหตุ ค่าข้างต้นเป็นค่าเฉลี่ยในแต่ละหลุมที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบ

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.9 Typical Values of Liquid Limit, Plastic Limit, and Activity of Some Clay mineral (Burmister 1949 ; classified the plasticity index in a qualitative manner as follows)

Mineral	Liquid limit , LL	Plastic limit , PL	Activity , A
Kaolinite	35-100	20-40	0.3-0.5
Illite	60-120	35-60	0.5-1.2
Montmorillonite	100-900	50-100	1.5-7.0
Halloysite (hydrated)	50-70	40-60	0.1-0.2
Halloysite (dehydrated)	40-55	30-45	0.4-0.6
Attapulgite	150-250	100-125	0.4-1.3
Allophane	200-250	120-150	0.4-1.3

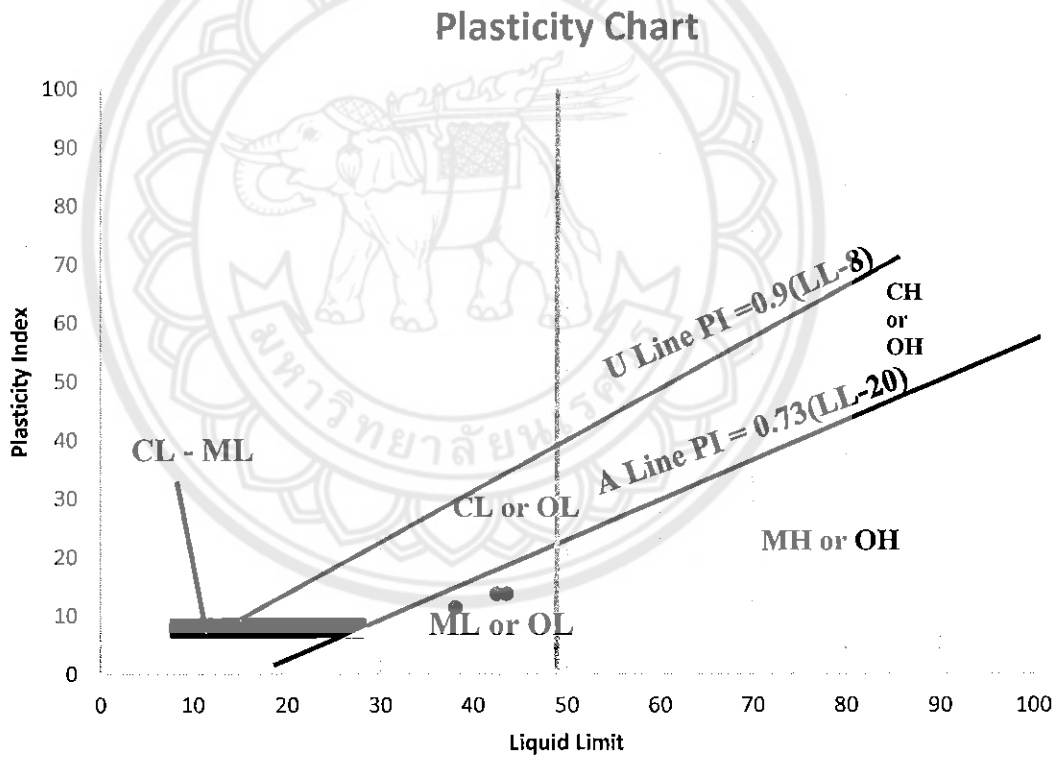
จากผลการทดลองที่ได้ตามตารางที่ 4.6-4.8 สามารถวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.9 ได้ว่า ดินทั้งสามตัวอย่างจะมีค่า Liquid Limit อยู่ในช่วง 35-10 % และค่า plastic Limit อยู่ในช่วง 20-40 % ซึ่งเปรียบเทียบจากตารางข้างต้น จะมีแร่เคโอลิไนต์ (Kaolinite) ประกอยด้วย Silica Sheet และ Alumina Sheet โดยแร่ดินเหนียวชนิดนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือสลายตัวได้ยาก ทำให้มีค่า Activity ต่ำ ทำให้มีลักษณะดินนั้นมีการยืดและหดตัวต่ำเป็นส่วนใหญ่

* (อ้างอิงจาก หนังสือ Principles of Geotechnical engineering 8th Edition's เขียนโดย BRAJA M.DAS หน้า 102)

ตารางที่ 4.10 การจำแนกประเภทและคุณลักษณะของดินจากค่า PI

Plasticity index , PI	Description
0	Nonplastic
1-5	Slightly Plastic
5-10	Low Plasticity
10-20	Medium Plasticity
20-40	High Plasticity
>40	Very High Plasticity

(อ้างอิงจาก: คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา, 2541 และ สุวณี, 2538)



รูปที่ 4.4 Plasticity Chart ของดินที่ทำการทดสอบ

ดินทั้งสามตัวอย่างนี้มีค่า Plasticity Index อยู่ในช่วง 10 – 20 % ซึ่งแบ่งค่าของดัชนีความเหนียวตามคุณสมบัติของ Burmister (1949) เป็นดินที่มีความเหนียวต่ำถึงปลานกลาง

จาก Plasticity Chart (รูปที่ 4.4) จะอยู่ในกลุ่มของ ML or OL ซึ่งเป็นดินจำพวกตะกอนดินที่มีความเหนียวต่ำและเป็นดินที่มีสารอินทรีย์และมีความเหนียวต่ำ

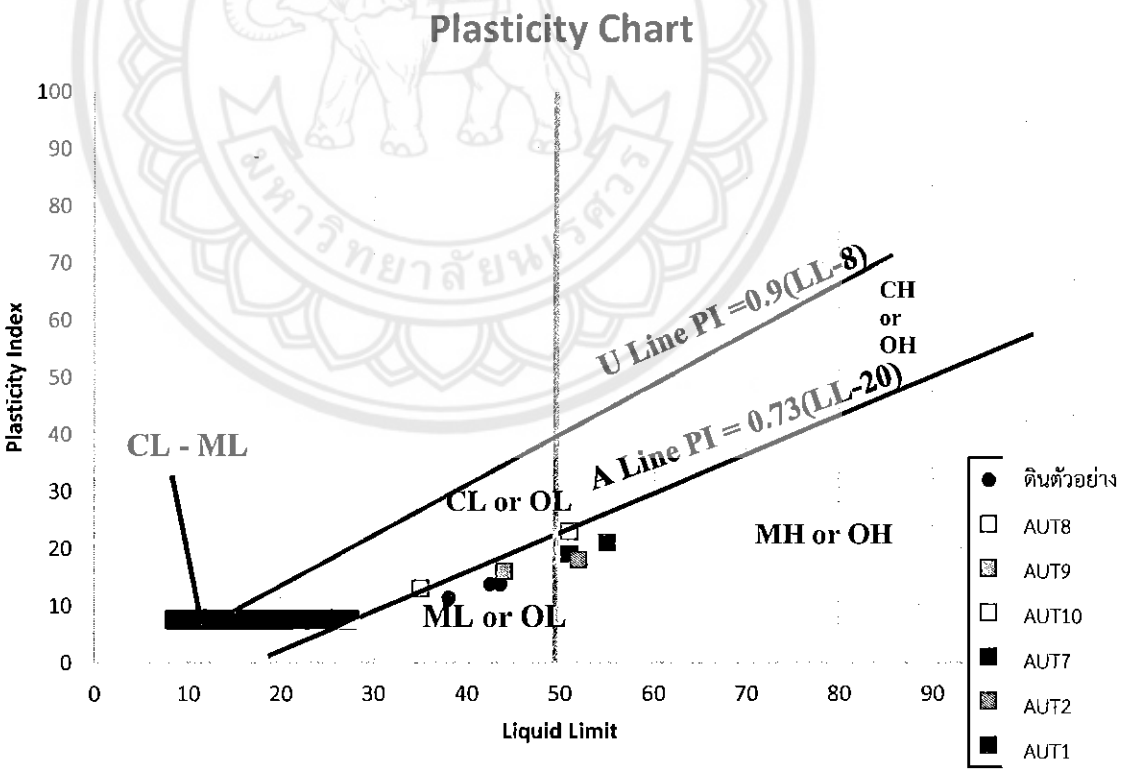
สรุปผลวิเคราะห์ได้ดังนี้

- ส่วนละเอียดของดินทดสอบจะอยู่ในกลุ่มของ ML หรือ OL
  - ML เป็นตะกอนทรายอนินทรีย์หรือดินเหนียวที่มีความเหนียวเล็กน้อย
  - OL เป็นตะกอนทรายอินทรีย์และดินเหนียวปนตะกอนทรายอินทรีย์ทีมีความเหนียวต่ำ

*** เมื่อนำมาจัดจำแนกจะต้องเป็นดินในกลุ่ม ML เพราะว่าเป็นสารอนินทรีย์ อนึ่งถ้าเป็นสารอินทรีย์ ดินจะมีกลิ่นเน่าและมีสีดำ แต่ดินที่ศึกษามีสีน้ำตาลเข้ม

- จัดเป็น Medium or Low Plasticity เนื่องจากค่า L.L. < 50
- มีค่า Activity ต่ำ จะทำให้ลักษณะดินนั้นมีการยืดและหดตัวต่ำเป็นส่วนใหญ่

เปรียบเทียบดินจาก สำนักเทคโนโลยีธรณีกรมทรัพยากรธรณี



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบชนิดดินเม็ดละเอียดในพื้นที่จังหวัด

จากรูปที่ 4.5 ข้างต้นจะเห็นได้ว่า ดินตัวอย่างมีความเหมือนกับดินในชุด AUT8 และ AUT9 มีส่วนละเอียดเป็น ML-OL ซึ่งเมื่อดูจากจากสถานที่แล้วเป็นสถานที่ใกล้เคียงกัน (ตำบลเดียวกันและใกล้เคียง) โดยจะแตกต่างจากส่วนที่เหลือ ที่มีส่วนละเอียดเป็น MH-OH

***หมายเหตุ

AUT1 คือ บ้านปางต้นผึ้ง ต.บ้านด่านนาขาม อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์

AUT2 คือ บ้านห้วยลึก ต.บ้านด่านนาขาม อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์

AUT7 คือ บ้านดอนแก้ว ต.หัวดง อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์

AUT8 คือ บ้านดอนแก้ว ต.หัวดง อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์

AUT9 คือ บ้านผามูบ ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์

AUT10 คือ บ้านผามูบ ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์

4.4 การหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน (Specific Gravity Test)

ผลการทดลอง

ได้ค่า Specific Gravity = 2.86

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.11 แสดงชนิดของดินตามค่าความถ่วงจำเพาะของดิน

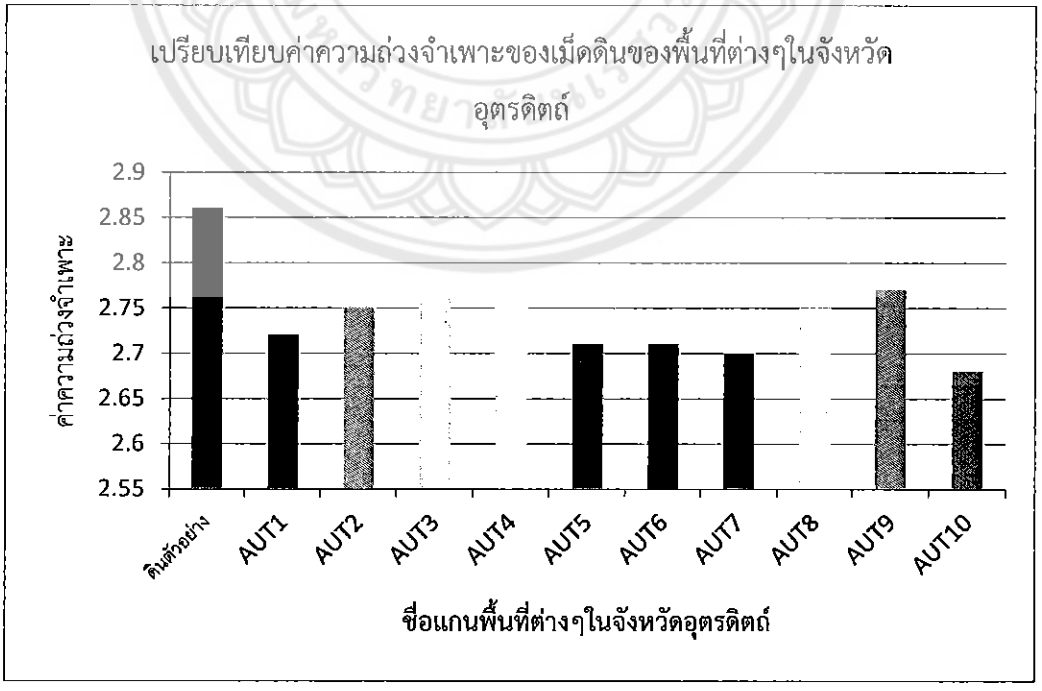
ชนิดของดิน	ความถ่วงจำเพาะ
ทราย Sand	2.65-2.67
ทรายปนดินตะกอน Silt	2.67-2.70
ดินเหนียว Inorganic Clay	2.70-2.80
ดินที่มีแร่ไมก้าหรือแร่เหล็ก Soil with Mica or Iron	2.75-3.00
ดินอินทรีย์ Organic Soil	1.00-2.60

จากการทดลองพบว่าค่าความถ่วงจำเพาะของดินท่ากับ 2.86 จากตารางที่ 4.11 อยู่ในช่วง 2.75-3.00 จัดเป็นดินชนิดที่มีธาตุหนัก เช่น แร่ไมกาหรือแร่เหล็ก (Soil with Mica or Iron) ปะปนอยู่ในดิน

ตารางที่ 4.12 ค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน ในจังหวัดอุตรดิตถ์ข้อมูลจากสำนักเทคโนโลยีธรณี กรมทรัพยากรธรณี

ตัวอย่างดิน	ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน
AUT1	2.72
AUT2	2.75
AUT3	2.76
AUT4	2.75
AUT5	2.71
AUT6	2.71
AUT7	2.70
AUT8	2.75
AUT9	2.77
AUT10	2.68

เมื่อเปรียบเทียบค่าความถ่วงจำเพาะของดินตัวอย่างที่ทำการทดสอบกับข้อมูลดินจากสำนักเทคโนโลยีธรณีกรมทรัพยากรธรณี จะเห็นได้ว่าดินตัวอย่างมีค่าความถ่วงจำเพาะที่สูงกว่าแสดงว่าดินตัวอย่างมีการปะปนของธาตุหนักมากกว่าดินในบริเวณอื่น แสดงดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินของพื้นที่ต่างๆในจังหวัดอุตรดิตถ์

***หมายเหตุ

AUT1 คือ บ้านปางต้นผึ้ง ต.บ้านด่านนาขาม อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์

AUT2 คือ บ้านห้วยลึก ต.บ้านด่านนาขาม อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์

AUT3 คือ บ้านห้วยแก้ว ต.บ้านด่านนาขาม อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์

AUT4 คือ บ้านป่าหว้าน ต.บ้านด่านนาขาม อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์

AUT5 คือ บ้านน้ำต๊ะ ต.ไทรงาม อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์

AUT6 คือ บ้านน้ำต๊ะ ต.ไทรงาม อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์

AUT7 คือ บ้านดอนแก้ว ต.หัวดง อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์

AUT8 คือ บ้านดอนแก้ว ต.หัวดง อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์

AUT9 คือ บ้านผามูบ ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์

AUT10 คือ บ้านผามูบ ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

4.5 การทดลองแรงอัดแบบไม่จำกัด (Unconfined Compression Test)

การทดลองนี้เป็นการหากำลังอัดแบบ Unconfined ของเนื้อดิน ซึ่งในการทดสอบจะกระทำโดยให้แรงกดกับแท่งตัวอย่าง จนกระทั่งแท่งตัวอย่างดินวิบัติ และเนื่องจากการเก็บตัวอย่างมาทดลองเป็นการเก็บตัวอย่างดินแบบแปรสภาพ (Disturbed) จึงต้องทำการจำลองสภาพดินให้เหมือนจริง โดยการควบคุมค่าความหนาแน่น (Density) ให้มีความใกล้เคียงกับดินในสภาพธรรมชาติมากที่สุด ได้ผลการทดลองดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 4.13 สรุปค่า Undrained Shear Strength ของหลุม 5 ตำแหน่งเจาะที่พื้น

ความลึก (m)	ปริมาณน้ำ(%) ของดิน 200 g	Undrained Shear Strength(N/cm^2)	Undrained Shear Strength(KN/m^2)
3.46	20%	6.49	64.9
3.46	22%	2.62	26.2
3.46	24%	1.73	17.3
3.76	18%	9.08	90.8
3.76	22%	5.72	57.2
3.76	26%	1.03	10.3
3.76	30%	0.37	3.70
4.02	22%	7.60	76
4.02	24%	6.89	68.9
4.02	26%	3.70	37
4.02	28%	1.02	10.2
4.88	24%	6.87	68.7
4.88	26%	5.49	54.9
4.88	28%	2.77	27.7
4.88	30%	1.24	12.4

หมายเหตุ สีเหลืองคือ ค่าสูงสุดของแต่ละชั้น

สีฟ้า คือ ค่าที่มีความหนาแน่นใกล้เคียงกับดินในสนาม

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.14 General Relationship of Consistency and Unconfined Compression Strength of Clay (Braja M. Das. (2010). Principle of Geotechnical Engineering. (7^{th}ED). Stamford Elizabeth Madison, Inc)

Consistency	q_u	
	kN/m^2	ton/ft^2
Very Soft	0-25	0-0.25
Soft	25-50	0.25-0.5
Medium	50-100	0.5-1
Stiff	100-200	1-2
Very Stiff	200-400	2-4
Hard	>400	>4

ผลจากการทดลอง เมื่อเราเลือกใช้ค่าในแถบสีฟ้าจากตารางที่ 4.8 ซึ่งเป็นค่าที่มีความหนาแน่นใกล้เคียงกับความหนาแน่นของดินในสนาม จะได้ว่าค่าแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (Undrained Shear Strength ; S_u) จะอยู่ในช่วง 10 – 20 KN/m^2 ดังนั้นค่าแรงเค้นสูงสุด (Unconfined Compression Strength ; q_u) จะอยู่ในช่วง 0 – 25 KN/m^2 เมื่อวิเคราะห์ผลจากตารางข้างต้น สามารถจัดจำแนก Consistency ของดินตัวอย่างได้เป็น Very Soft หรือ Soft

สรุปผลการทดลอง

ดินตัวอย่างสามารถรับแรงกดของเนื้อดินสูงสุด อยู่ในช่วง 0 – 25 KN/m^2 และอ้างอิงผลจากการทดลอง Sieve analysis และ Atterberg's Limit ดินตัวอย่างจัดอยู่ในจำพวกของ Sandy Silt , Sandy Clay หรือ Silt ซึ่งการรับแรงจะเป็นในลักษณะใช้ทั้งแรงยึดเหนี่ยวและแรงเสียดทาน (Friction) ระหว่างเม็ดดินช่วยกันรับแรงต่างๆที่เกิดขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบกับดินตาม Boring log ในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ (ในภาคผนวก ซ.) ในระดับช่วงความลึก 0 – 10 เมตรแรก ได้ผลดังนี้

- ต.หาดสองแคว อ.ตรอน (รูปที่ ซ.7-ซ.8)

ค่า UC มากกว่า 0.45 ksc

- อ.พิชัย (รูปที่ ซ.9-ซ.10)

ค่า UC อยู่ในช่วง 0.17 – 5.43 ksc

ส่วนค่ากำลังรับแรงอัดแบบ Unconfined ของดินตัวอย่างจะอยู่ที่ช่วง 0.103 – 0.176 ksc จะเห็นได้ว่าค่า UC จะต่ำกว่าบริเวณอื่น แสดงว่าจะสามารถรับแรงกด และแรงเฉือนได้ต่ำกว่าดินบริเวณอื่น แต่อาจจะมีการผิดพลาดของข้อมูล เนื่องจากการทำการทดสอบนี้เป็นการจำลองสภาพดินให้เหมือนจริงของดินที่ถูกแปรสภาพมาแล้ว จึงอาจจะมีผลต่อความแข็งแรงของดิน

4.6 การทดลองแรงเฉือนแบบโดยตรง (Direct Shear test)

การทดสอบนี้จะถูกบังคับให้วิบัติในระนาบที่กำหนด โดยปกติจะเป็นแนวนอนประมาณครึ่งหนึ่งของความสูงตัวอย่าง ซึ่งในความเป็นจริง การวิบัติของดินจะไม่เกิดขึ้นตามระนาบที่กำหนด โดยการทดลองนี้เป็นแบบ Unconsolidated – Undrained Test (Quick Test) และเนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบ จึงประมาณค่ามุมเสียดทานภายใน (ϕ) โดยใช้ค่า Plasticity Index จากการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลว ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.15

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.15 สรุปค่ามุมเสียดทานภายใน (ϕ)

ตำแหน่งของดินที่ทำการทดสอบ	ค่ามุมเสียดทานภายใน (ϕ)
หลุมบน (1)	35
หลุมด้านข้าง	33
หลุม 5 น่าข่ายตำแหน่งพื้น	33

เนื่องจากมีมุมเสียดทานภายในที่ค่อนข้างสูงสำหรับดินจึงสอดคล้องกับผลที่ได้ว่าดินเป็นประเภท SW – SM (Well-graded Sand with silt ซึ่งมีผลต่อค่ากำลังต้านทานต่อแรงเฉือนของดิน สำหรับดินชนิดที่ไม่มีความเชื่อมแน่น ยิ่งมีค่ามุมเสียดทานมากก็จะมีกำลังต้านทานต่อแรงเฉือนมาก

เมื่อเปรียบเทียบกับ Boring log ตำบลบ้านแก่ง อำเภอตรอน (รูปที่ ช.3-ช.6) จะมีค่า มุมเสียดทานภายในอยู่ในช่วง 26 – 37 องศา และมีค่า cohesion เท่ากับ 0 จะเห็นได้ว่าดินตัวอย่างที่ทำการทดสอบก็มีค่ามุมเสียดทานอยู่ในช่วง มีความใกล้เคียง คล้ายคลึงกัน

4.7 การทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำของดิน (Consolidation test)

ผลการทดลอง

<u>ดินสภาพแห้ง</u>

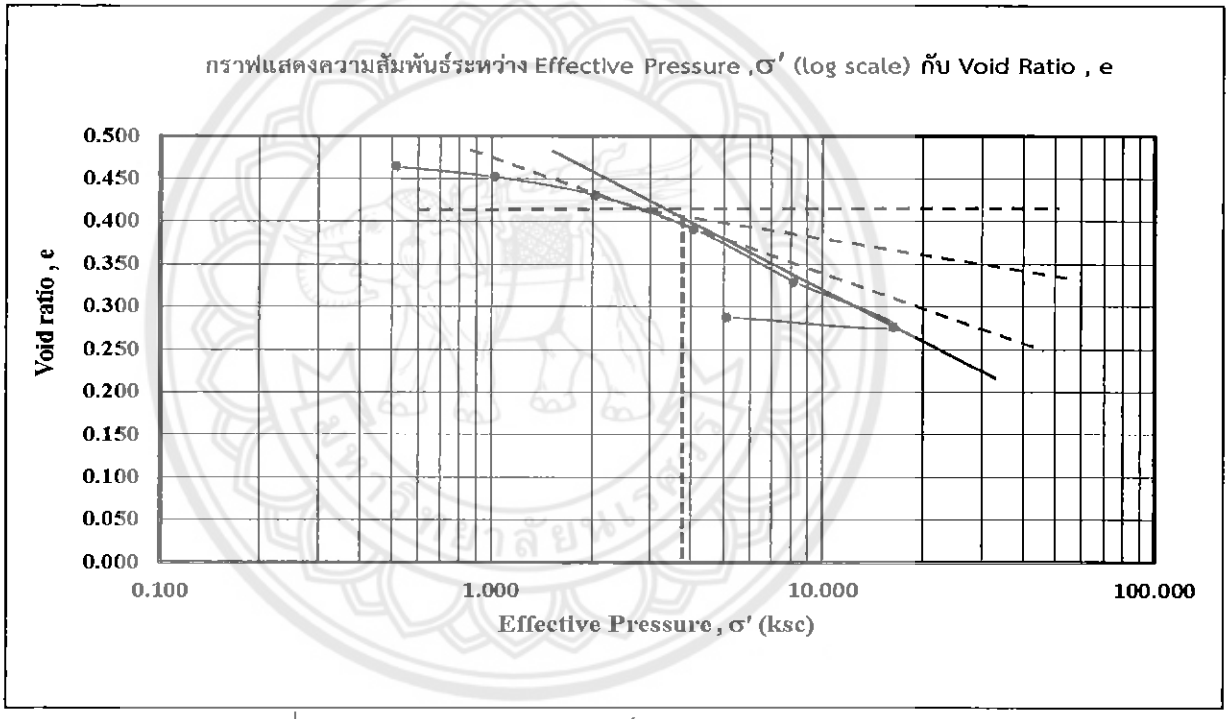
ได้ค่าดัชนีความกดอัดของดิน (C_c) เท่ากับ 0.202

อัตราส่วนของช่องว่าง (Void Ratio) = 0.61

ความหนาแน่นแห้ง (γ_d) = 1.78 g/cm^3 = 17.4618 kN/m^3

ปริมาณความชื้นหลังกด (Water Content , %) = 21.88

ปริมาณความชื้นก่อนกด(Water Content , %) = 8



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Effective กับ Void Ratio

จากรูปที่ 4.7 ได้ค่า หน่วยแรงดันสูงสุดในอดีต P'_c ของดินสภาพแห้ง (Dry Soil) เท่ากับ 3.8 kg/cm^2 หรือ 372.78 kN/m^2

ตารางที่ 4.16 วิเคราะห์ผลการทดลองจากความสัมพันธ์ของ อัตราส่วนของช่องว่าง (Void Ratio) , ปริมาณความชื้น Moisture Content และความหนาแน่นแห้ง (Dry Unit Weight)

Type of Soil	Void ratio, e	Natural moisture content in a saturated state (%)	Dry unit weight , γ_d	
			lb/ft^3	kN/m^3
Loose uniform sand	0.8	30	92	14.5
Dense uniform sand	0.45	16	115	18
Loose angular – grained silty sand	0.65	25	102	16
Dense angular – grained silty sand	0.4	15	121	19
Stiff clay	0.6	21	108	17
Soft clay	0.9-1.4	30-50	73-93	11.5-14.5
Loess	0.9	25	86	13.5
Soft organic clay	2.5-3.2	90-120	38-51	6-8
Glacial till	0.3	10	134	21

หมายเหตุ อ้างอิงจาก Principles of Geotechnical Engineering , BRAJA M.DAS , Seventh Edition

จากตารางที่ 4.16 สามารถเปรียบเทียบข้อมูลจาก void ratio และ dry unit weight ของผลการทดสอบ ได้ตรงกับชนิดของดิน stiff clay แต่เนื่องจากการทดลองนี้เป็นการจำลองสภาพธรรมชาติของดินขึ้นมาใหม่ ผลของการทดลองอาจมีการคลาดเคลื่อนและผิดพลาดจึงทำให้ไม่สอดคล้องกับผลการทดสอบในการทดลองที่ผ่านมาข้างต้น

เนื่องจากไม่สามารถค้นหาข้อมูลดินที่เกี่ยวกับการทดสอบการยุบอัดตัวคายน้ำของดินในจังหวัดอุตรดิตถ์ได้ จึงใช้ข้อมูลเปรียบเทียบกับดินกรุงเทพฯ อ้างอิงจากวิทยานิพนธ์

พรสวัสดิ์ วงศ์วิวัฒน์ 2548; การศึกษาพฤติกรรมการยุบอัดตัวคายน้ำของดินชั้นน้ำบาดาลระดับลึกเพื่อวิเคราะห์การทรุดตัวของพื้นดินกรุงเทพฯ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ประธานกรรมการที่ปรึกษา; รองศาสตราจารย์วรากร ไม้เรียง, Ph.D. 187 หน้า (ISBN 974-9845-68-4)

ความว่า “ชั้นน้ำกรุงเทพ ตัวอย่างดินเนื้อละเอียดที่พบจัดจำแนกด้วยวิธี USCS เป็นพวก CH ซึ่งมีค่า e_0 อยู่ในช่วงระหว่าง 0.548-0.595 ค่า Compression index,C_c อยู่ระหว่าง 0.152-0.181 ค่า C_v อยู่ในช่วง (1.25-3.00)x10^{-4} cm^2/s และค่า P'_c อยู่ในช่วง 150-320 t/m^2”

เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจากผลการทดลองที่ได้ พบว่า ดินตัวอย่างจะมีค่า Compression index,Cc ที่สูงกว่าดินเหนียวกรุงเทพ แต่จะมีค่า C_v และค่า P'_c ที่ต่ำกว่า

สรุปรวมค่าที่ได้จากการทดลอง

ตารางที่ 4.12 Summary Results of soil (1)

โครงการ : วิเคราะห์คุณสมบัติของดินภูเขาในเขตภัยพิบัติ จังหวัดอุตรดิตถ์	ผู้ทดสอบ : นายบัณฑิต วรกิจเจริญสุข
สถานที่ : ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	นายเฉียบชัย แก้วพรม
พิกัด : 17.715053, 100.01446	นายทศพร ทิอ้าย
หลุมเจาะ : หลุมด้านบน	

DEPTH (cm)		SAMPLE TYPE No.	ATTERBERG'S LIMITS (%)			GRAIN SIZE ANALYSIS (%finer)		MC, %	UNCONFINED COMPRESSION STRENGTH,		UNIT WEIGHT g/cm^3	Gs	DIRECT SHEAR TEST,	
FORM	TO		LL.	PL.	PI.	No.4	No.200		Qu	Qu/2			C	Ø
0	18	SS-1	25.39	20.31	5.08				-	-		-	-	-
18	25	SS-2	31.77	22.25	9.52				-	-		-	-	-
25	34	SS-3	33.46	25.27	8.19				-	-		-	-	-
34	46	SS-4	37.75	27.22	10.53	98.7	7.2		-	-		-	-	-
46	53	SS-5	37.56	23.71	13.85				-	-		-	-	-
53	72	SS-6	36.74	27.18	9.56				-	-		-	-	-
72	82	SS-7	40.79	27.64	13.15			14.56	-	-	0.912	-	-	-
82	92	SS-8	41.22	29.18	12.04				-	-		-	-	-
92	98	SS-9	42.42	33.99	8.43				-	-		-	-	-
98	109	SS-10	41.49	26.70	14.79	98.9	7.2		-	-		-	-	-
109	117	SS-11	44.20	26.61	17.59				-	-		-	-	-
117	128	SS-12	40.39	29.46	10.93				-	-		-	-	-
128	136	SS-13	41.85	28.52	13.33				-	-		-	-	-

ตารางที่ 4.13 Summary Results of soil (2)

โครงการ : วิเคราะห์คุณสมบัติของดินภูเขาในเขตภัยพิบัติ จังหวัดอุตรดิตถ์ สถานที่ : ตำบลแม่พูน อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ พิกัด : 17.715053, 100.01446 หลุมเจาะ : หลุมด้านข้าง	ผู้ทดสอบ : นายบัณฑิต วรกิจเจริญสุข นายเฉียบชัย แก้วพรม นายทศพร ทิอ้าย

DEPTH (cm)		SAMPLE TYPE No.	ATTERBERG'S LIMITS (%)			GRAIN SIZE ANALYSIS (%finer)		MC, %	UNCONFINED COMPRESSION STRENGTH,		UNIT WEIGHT g/cm^3	Gs	DIRECT SHEAR TEST,	
FORM	TO		LL.	PL.	PI.	No.4	No.200		Qu	Qu/2			C	Ø
175	205	SS-1	42.54	28.832	13.707	96.25	6.4	17.39	-	-	1.45	2.86	-	-

ตารางที่ 4.14 Summary Results of soil (3)

โครงการ : วิเคราะห์คุณสมบัติของดินภูเขาในเขตภัยพิบัติ จังหวัดอุตรดิตถ์	ผู้ทดสอบ : นายบัณฑิต วรกิจเจริญสุข
สถานที่ : ตำบลแม่พูน อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์	นายเฉียบชัย แก้วพรม
พิกัด : 17.715053, 100.01446	นายทศพร ทิอ้าย
หลุมเจาะ : หลุมด้านล่าง	

DEPTH (cm)		SAMPLE TYPE No.	ATTERBERG'S LIMITS (%)			GRAIN SIZE ANALYSIS (%finer)		MC, %	UNCONFINED COMPRESSION STRENGTH,		UNIT WEIGHT g/cm^3	Gs	DIRECT SHEAR TEST,	
FORM	TO		LL.	PL.	PI.	No.4	No.200		Qu	Qu/2			C	Ø
322	331	SS-1	33.39	25.13	8.26							-		
331	339	SS-2	37.79	25.38	12.41							-		
339	346	SS-3	36.04	26.62	9.42							-		
346	357	SS-4	38.51	27.85	10.66							-		
357	366	SS-5	39.19	28.88	10.31	94.3	1.8					-		
366	376	SS-6	39.51	25.90	13.61							-		
376	383	SS-7	41.30	26.91	14.39							-		
383	393	SS-8	41.11	31.86	9.25							-		
393	402	SS-9	55.90	28.53	27.37			18			1.45	-		
402	411	SS-10	48.13	33.65	14.48							-		
411	423	SS-11	48.65	38.81	9.84							-		
423	432	SS-12	53.77	33.32	20.45							-		
432	443	SS-13	47.80	35.57	12.23							-		
443	452	SS-14	43.53	35.39	8.14	94.3	4.4					-		
452	462	SS-15	45.05	34.43	10.62							-		
462	471	SS-16	45.65	35.94	9.71							-		
471	482	SS-17	43.99	0.00	43.99							-		
482	488	SS-18	45.32	44.39	0.93							-		

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การจัดทำโครงงานเรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติของดินภูเขาในเขตภัยพิบัติ จังหวัดอุตรดิตถ์ นี้ สามารถสรุปผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผล

5.1.1 สรุปผลการทดสอบคุณสมบัติของดิน

จากการทดสอบคุณสมบัติในสนามและในห้องปฏิบัติการทางปฐพีกลศาสตร์ พบว่าดินที่ศึกษามีคุณสมบัติดังนี้

- ดินเป็นประเภท SW – SM (Well-graded Sand with silt)
- ดินตัวอย่างที่ทำการทดสอบ มีเนื้อดินคือมีลักษณะ Sand เป็นหลัก
- ดินจะมีส่วนละเอียดอยู่ในกลุ่มของ ML or OL
- ดินมีสีเข้ม เนื่องจากมีอินทรียวัตถุตกตะกอนทับถมอยู่
- ความแน่นของดินจัดอยู่ในประเภท ดินหลวม (Loose)
- มีแร่ดินเหนียวทำให้มีค่า Activity ต่ำ จะทำให้ลักษณะดินนั้นมีการยืดและหดตัวต่ำเป็นส่วนใหญ่
- เป็นดินที่มีความเหนียวต่ำถึงปลานกลาง
- ดินตัวอย่างมีการปะปนของธาตุหนัก
- ดินตัวอย่างสามารถรับแรงกดได้สูงสุด อยู่ในช่วง 0 – 25 KN/m^2

5.1.2 ผลการเปรียบเทียบดินตัวอย่างกับดินบริเวณอื่นในจังหวัดอุตรดิตถ์

ค่าความหนาแน่นแห้ง มีความใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าความหนาแน่นจากการทดลองของตำบลแม่พูนมีค่าน้อยกว่าของตำบลอื่นๆ

ดินของพื้นที่ต่างๆในจังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งพบว่าในช่วงความลึก 0 – 5 เมตรแรก ดินจะเป็น กลุ่มของ CL , ML-OL และมี SM บ้างเล็กน้อย เป็นดินเหนียวผสมดินทรายแป้งและมีกรวดและทรายเม็ดหยาบปะปนบ้างเล็กน้อย แต่ดินที่ทำการทดสอบเป็น SW - SM

ดินตัวอย่างที่ทำการทดสอบ เนื้อดินมีความหยาบมากกว่าพื้นที่อื่น มีเนื้อดินคือมีลักษณะ Sand เป็นหลัก ซึ่งต่างจากพื้นที่อื่นที่มีเนื้อละเอียดกว่าเพราะมี Silt หรือ Clay เป็นหลัก

ส่วนละเอียดของดินที่ได้จาก Plasticity Chart ข้อมูลดินจะอยู่ในช่วง ML ซึ่งข้อมูลของดินตัวอย่างกับบริเวณอื่นๆในจังหวัดเป็นชนิดเดียวกัน

เมื่อเปรียบเทียบค่าความถ่วงจำเพาะของดินตัวอย่างที่ทำการทดสอบกับข้อมูลดินจากสำนัก เทคโนโลยีธรณีกรมทรัพยากรธรณี จะเห็นได้ว่าดินตัวอย่างมีค่าความถ่วงจำเพาะที่สูงกว่าเล็กน้อย แสดงว่าดินตัวอย่างมีการปะปนของธาตุหนักมากกว่าดินในบริเวณอื่น

ส่วนค่ากำลังรับแรงอัดแบบ Unconfined ของดินตัวอย่างจะอยู่ที่ช่วง 0.103–0.176 ksc จะเห็นได้ว่าค่ากำลังรับแรงอัดแบบ Unconfined , (UC) จะต่ำกว่าบริเวณอื่น แสดงว่าจะสามารถรับแรงกดและแรงเฉือนได้ต่ำกว่าดินบริเวณอื่น

เมื่อเปรียบเทียบกับ Boring log ตำบลบ้านแก่ง อำเภอตรอน (ในภาคผนวก) จะมีค่ามุม เสียดทานภายในอยู่ในช่วง 26 – 37 องศา และมีค่า cohesion เท่ากับ 0 จะเห็นได้ว่า ดินตัวอย่างที่ทำการทดสอบก็มีค่ามุมเสียดทานอยู่ในช่วง มีความใกล้เคียง คล้ายคลึงกัน

เอกสารอ้างอิง

กิจการ พรหมมา. (2556). ธรณีวิทยาสำหรับวิศวกร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศ.ดร.สุขสันต์ หอพิบูลสุข และ ผศ.ดร.รุ้งลาวัลย์ ราชัน.(2554). ปฐพีกลศาสตร์ 2/e. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แมคกรอ-ฮิล

Braja M. Das. (2010). Principle of Geotechnical Engineering. (7th ED). Stamford: Elizabeth Madison, Inc.

มหาวิทยาลัยนเรศวร

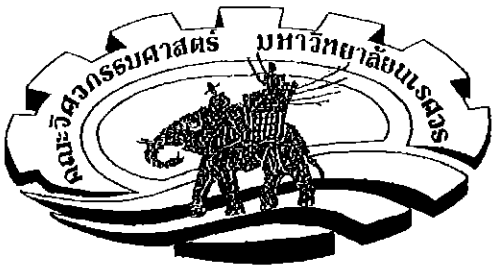
ภาคผนวก ก

การทดลองหาหาความหนาแน่นในสนาม
(Field Density Test)

การทดสอบการหาความหนาแน่นของดินในสนามโดยวิธีกรวยทราย

Determination of Field Density Test by Sand Cone Method

ตารางผนวกที่ ก.1 ผลการทดลองการหาความหนาแน่นของดินในสนาม

	การทดลองที่ 8 ความหนาแน่นของดินในสนาม (In-place soil density Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง นาย เฉียบชัย แก้วพรม วันที่ทำการทดลอง โครงการ "การสำรวจสภาพชั้นดิน..." ที่ตั้ง 17.715053, 100.01446 หลุมเจาะ ถาด 1(หลุมบน) ความลึก 30 เซ็นติเมตร
3. วิธีการ Calibration, Sand Cone Method	
วิธีการหา Sand density	
ชนิดของทรายที่ใช้	ทรายที่มีขนาดคละเท่ากัน
ชนิดของภาชนะวัดปริมาตร (cm^3) {Dia. = 15.6 cm, 15.5 cm.}, H =11.7 cm.	741
ปริมาตรของภาชนะ,Vm = $\prod r^2 h$ = $3.14 \times (7.775)^2 \times 11.7 = 2{,}220.84\ cm^3$	$2{,}220.84\ cm^3$
น้ำหนักของทรายที่วัดครั้งที่ 1, กิโลกรัม นน. mold =8.29 kg., นน mold+ทราย = 11.51 kg., น้ำหนักทรายในกรวย = 3.22 kg.	3.22
น้ำหนักของทรายที่วัดครั้งที่ 2, กิโลกรัม นน. mold = 8.29 kg., นน mold +ทราย = 11.52 kg. น้ำหนักของทรายในกรวย = 3.23 kg.	3.23
ความหนาแน่นของทราย (ครั้งที่ 1), $\rho_{sand} = M / V_h$	$(3.22 \times 1000)/2{,}220.84 = 1.45\ g/cm^3$
ความหนาแน่นของทราย (ครั้งที่ 2), $\rho_{sand} = M / V_h$	$(3.23 \times 1000)/2{,}220.84 = 1.45\ g/cm^3$
การทดสอบการหาน้ำหนักของทรายที่เติมในกรวย	1.81 Kg., 1.82 Kg., 1.81 Kg.
น้ำหนักของขวดและกรวย(Jug + cone), g	

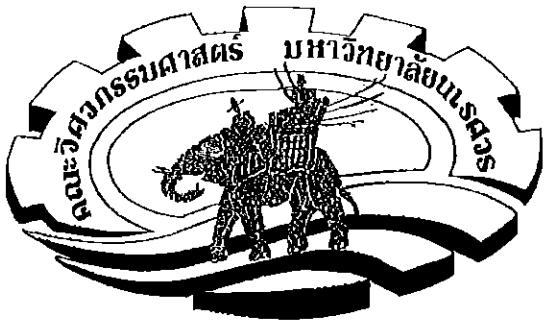
ตารางผนวกที่ ก.2 ผลการทดลองการหาความหนาแน่นของดินในสนามหลุมบนความลึก 30 cm

	การทดลองที่ 8 ความหนาแน่นของดินในสนาม (In-place soil density Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง นาย เฉียบชัย แก้วพรม วันที่ทำการทดลอง โครงการ “การสำรวจสภาพชั้นดิน...” ที่ตั้ง 17.715053, 100.01446 หลุมเจาะ ถาด 1(หลุมบน) ความลึก 30 เซ็นติเมตร
1. Sand Cone Method ในห้องปฏิบัติการ	2. Sand Cone Method ในสนามโดยใช้ Ottawa Sand
น้ำหนักของดินเปียก+ภาชนะบรรจุ (กรัม)____1300____ น้ำหนักของภาชนะบรรจุ (กรัม)_____120____ น้ำหนักของดินเปียก (กรัม) M′_____1180____ น้ำหนักของดินเปียก+ถาดรอง(กิโลกรัม)1.18+0.12=1.30 น้ำหนักของดินแห้ง+ถาดรอง (กิโลกรัม)____1.15 _____ น้ำหนักของถาดรอง (กิโลกรัม)_____0.12_____ น้ำหนักของดินแห้ง (กรัม)_____1030____ Water content, w %_____14.56_____	ชนิดของวัสดุที่ใช้ทรายละเอียดที่มีขนาดเม็ดเท่ากัน ความหนาแน่นของวัสดุ, ρ_{sand}, g/cm^3____1.45___ น้ำหนักของกรวยและขวดก่อนการทดสอบ(Kg)_9.24 น้ำหนักของกรวยและขวดหลังการทดสอบ5.65_,(Kg.)_ น้ำหนักของวัสดุที่ใช้(hole+cone)____3.59 Kg.___ น้ำหนักของวัสดุในกรวย (จากการCalibration) _____1.81 Kg._____ น้ำหนักของวัสดุในหลุม(hole), M,Kg.____1.78____ ปริมาตรของหลุม, V_h= M /ρ_{sand},cm^3_____ _____1227.586 cm^3_____ ρ_{wet}= M ′/ V_h_____0.91236_____
Unit weight ของดิน = γ_{wet} = ρ_{wet}× 9.807	9.421074 kN/m^3
Unit weight ของดิน = γ_{dry} = γ_{wet}/(1+w)	8.223703 kN/m^3

ตารางผนวกที่ ก.3 ผลการทดลองการหาความหนาแน่นของดินในสนามหลุมบนความลึก 9.81 cm

	การทดลองที่ 8 ความหนาแน่นของดินในสนาม (In-place soil density Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง นาย เฉียบชัย แก้วพรม วันที่ทำการทดลอง โครงการ "การสำรวจสภาพชั้นดิน..." ที่ตั้ง 17.715053, 100.01446 หลุมเจาะ ถาด 2 (หลุมบน) ความลึก 9.81 cm.
1. Sand Cone Method ในห้องปฏิบัติการ	2. Sand Cone Method ในสนามโดยใช้ Ottawa Sand
น้ำหนักของดินเปียก+ภาชนะบรรจุ (กรัม)____1960____ น้ำหนักของภาชนะบรรจุ (กรัม)_____190_____ น้ำหนักของดินเปียก (กรัม)_____1770_____ น้ำหนักของดินเปียก+ถาดรอง(กิโลกรัม)1.77+0.19=1.96 น้ำหนักของดินแห้ง+ถาดรอง (กิโลกรัม)__1.79 _____ น้ำหนักของถาดรอง (กิโลกรัม)_____0.19____ น้ำหนักของดินแห้ง (กิโลกรัม)_____1.6_____ Water content, w %_____10.63_____	ชนิดของวัสดุที่ใช้___ทรายละเอียดที่มีขนาดเม็ดเท่ากัน_ ความหนาแน่นของวัสดุ, ρ_{sand}, g/cm^3_____1.45____ น้ำหนักของกรวยและขวดก่อนการทดสอบ,Kg.__9.24__ น้ำหนักของกรวยและขวดหลังการทดสอบ,Kg.__5.44__ น้ำหนักของวัสดุที่ใช้(hole+cone)___3.8_____ น้ำหนักของวัสดุในกรวย (จากการ Calibration) _____1.82_____ น้ำหนักของวัสดุในหลุม(hole), M,g.____1.99_____ ปริมาตรของหลุม, V_h= M /ρ_{sand} ,cm^3_ _____1372.414_____ ρ_{wet}=M / V_h_____1.2896_____
Unit weight ของดิน = γ_{wet} = ρ_{wet}× 9.807	12.648 kN/m^3
Unit weight ของดิน = γ_{dry} = γ_{wet}/(1+w)	11.42629 kN/m^3

ตารางผนวกที่ ก.4 ผลการทดลองการหาความหนาแน่นของดินในสนามหลุมข้าง#1

	การทดลองที่ 8 ความหนาแน่นของดินในสนาม (In-place soil density Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง นาย เฉียบชัย แก้วพรม วันที่ทำการทดลอง โครงการ "การสำรวจสภาพชั้นดิน..." ที่ตั้ง 17.715053, 100.01446 หลุมเจาะ ถาด 3 (หลุมด้านข้าง #1)
1. Sand Cone Method ในห้องปฏิบัติการ	2. Sand Cone Method ในสนามโดยใช้ Ottawa Sand
น้ำหนักของดินเปียก+ภาชนะบรรจุ (กรัม)____1460_____ น้ำหนักของภาชนะบรรจุ (กรัม)_____380_____ น้ำหนักของดินเปียก (กรัม)_____1080_____ น้ำหนักของดินเปียก+ถาดรอง(กิโลกรัม)1.08+0.38 = 1.46 น้ำหนักของดินแห้ง+ถาดรอง (กิโลกรัม)____1.30 _____ น้ำหนักของถาดรอง (กิโลกรัม)_____0.38____ น้ำหนักของดินแห้ง (กิโลกรัม)_____0.92_____ Water content, w %_____17.39_____	ชนิดของวัสดุที่ใช้ทรายละเอียดที่มีขนาดเม็ดเท่ากัน ความหนาแน่นของวัสดุ, ρ_{sand}, g/cm^3 ___1.45___ น้ำหนักของกรวยและขวดก่อนการทดสอบ,Kg._4.6 น้ำหนักของกรวยและขวดหลังการทดสอบ,Kg._3.06 น้ำหนักของวัสดุที่ใช้(hole+cone)_(ไม่ใช้ cone) น้ำหนักของวัสดุในกรวย (จากการCalibration) ____(ใช้วิธีแทนที่ของทราย)_____ น้ำหนักของวัสดุในหลุม(hole), M,Kg.____1.08_ ปริมาตรของหลุม, V_h= M /ρ_{sand},cm^3 _____744.8276_____ ρ_{wet}=M / V_h___1.45_____
Unit weight ของดิน = γ_{wet} = ρ_{wet}× 9.807	14.21145 kN/m^3
Unit weight ของดิน = γ_{dry} = γ_{wet}/(1+w)	12.10605 kN/m^3

ตารางผนวกที่ ก.5 ผลการทดลองการหาความหนาแน่นของดินในสนามหลุมข้าง#2

	การทดลองที่ 8 ความหนาแน่นของดินในสนาม (In-place soil density Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง นาย เฉียบชัย แก้วพรม วันที่ทำการทดลอง โครงการ "การสำรวจสภาพชั้นดิน..." ที่ตั้ง 17.715053, 100.01446 หลุมเจาะ ถาด 4 (หลุมด้านข้าง #2)
1. Sand Cone Method ในห้องปฏิบัติการ	2. Sand Cone Method ในสนามโดยใช้ Ottawa Sand
น้ำหนักของดินเปียก+ภาชนะบรรจุ (กรัม)___1410___ น้ำหนักของภาชนะบรรจุ (กรัม)_____380_____ น้ำหนักของดินเปียก (กรัม)_____1030_____ น้ำหนักของดินเปียก+ถาดรอง(กิโลกรัม)1.03+0.38=0.65 น้ำหนักของดินแห้ง+ถาดรอง (กิโลกรัม)____1.28 __ น้ำหนักของถาดรอง (กิโลกรัม)_____0.38__ น้ำหนักของดินแห้ง (กิโลกรัม)_____0.9____ Water content, w %_____14.44___	ชนิดของวัสดุที่ใช้ทรายละเอียดที่มีขนาดเม็ดเท่ากัน ความหนาแน่นของวัสดุ, ρ_{sand}, g/cm^3____1.45_ น้ำหนักของกรวยและขวดก่อนการทดสอบ,Kg.2.92 น้ำหนักของกรวยและขวดหลังการทดสอบ,Kg.1.65 น้ำหนักของวัสดุที่ใช้(hole+cone)___1.27___ น้ำหนักของวัสดุในกรวย (จากการCalibration) _____(ใช้วิธีแทนที่ของทราย)_____ น้ำหนักของวัสดุในหลุม(hole), M,Kg.__0.91___ ปริมาตรของหลุม, V_h= M /ρ_{sand},cm^3 ___627.5862_____ ρ_{wet}=M / V_h_____1.641209_____
Unit weight ของดิน = γ_{wet} = ρ_{wet}× 9.807	16.08549 kN/m^3
Unit weight ของดิน = γ_{dry} = γ_{wet}/(1+w)	14.05583 kN/m^3

ตารางผนวกที่ ก.6 ผลการทดลองการหาความหนาแน่นของดินในสนามหลุมพื้น

	การทดลองที่ 8 ความหนาแน่นของดินในสนาม (In-place soil density Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง นาย เฉียบชัย แก้วพรม วันที่ทำการทดลอง โครงการ "การสำรวจสภาพชั้นดิน..." ที่ตั้ง 17.715053, 100.01446 หลุมเจาะ ถาด นาข่าย-HA1(หลุมพื้น)
1. Sand Cone Method ในห้องปฏิบัติการ	2. Sand Cone Method ในสนามโดยใช้ Ottawa Sand
น้ำหนักของดินเปียก+ภาชนะบรรจุ (กรัม)_____1340___ น้ำหนักของภาชนะบรรจุ (กรัม)_____160_____ น้ำหนักของดินเปียก (กรัม)_____1180_____ น้ำหนักของดินเปียก+ถาดรอง(กิโลกรัม)1.18+0.16=1.34 น้ำหนักของดินแห้ง+ถาดรอง (กิโลกรัม)____1.16_____ น้ำหนักของถาดรอง (กิโลกรัม)_____0.16___ น้ำหนักของดินแห้ง (กิโลกรัม)_____1.0_____ Water content, w %____18.00_____	ชนิดของวัสดุที่ใช้ทรายละเอียดที่มีขนาดเม็ดเท่ากัน ความหนาแน่นของวัสดุ, ρ_{sand}, g/cm^3____1.45___ น้ำหนักของกรวยและขวดก่อนการทดสอบ,Kg._9.07 น้ำหนักของกรวยและขวดหลังการทดสอบ,Kg._5.90 น้ำหนักของวัสดุที่ใช้(hole+cone)_____ น้ำหนักของวัสดุในกรวย_____ (จากการCalibration)_____ น้ำหนักของวัสดุในหลุม(hole), M,Kg._1.18_____ ปริมาตรของหลุม, V_h= M /ρ_{sand},cm^3_813.7931_ ρ_{wet}=M / V_h_____1.45_____
Unit weight ของดิน = γ_{wet} = ρ_{wet}× 9.807	14.21145 kN/m^3
Unit weight ของดิน = γ_{dry} = γ_{wet}/(1+w)	12.0436 kN/m^3

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ขนาดของมวลดินโดยใช้ Sieve

(Grain Size Analysis-Mechanical)

หลุม 1

ตารางผนวกที่ ข.1 ผลการทดลองการหาขนาดคละของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงมาตรฐานหลุม 1 (92cm)

การทดลองที่ 5 การวิเคราะห์ขนาดของมวลดินโดยใช้ Sieve (Grain Size Analysis -Mechanical)

ชื่อผู้ทำการทดลอง นายบัณฑิต , นายเฉียบชัย,นายทศพร

วันที่ทำการทดลอง 28/03/2558

โครงการ การทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินอุตรดิตถ์

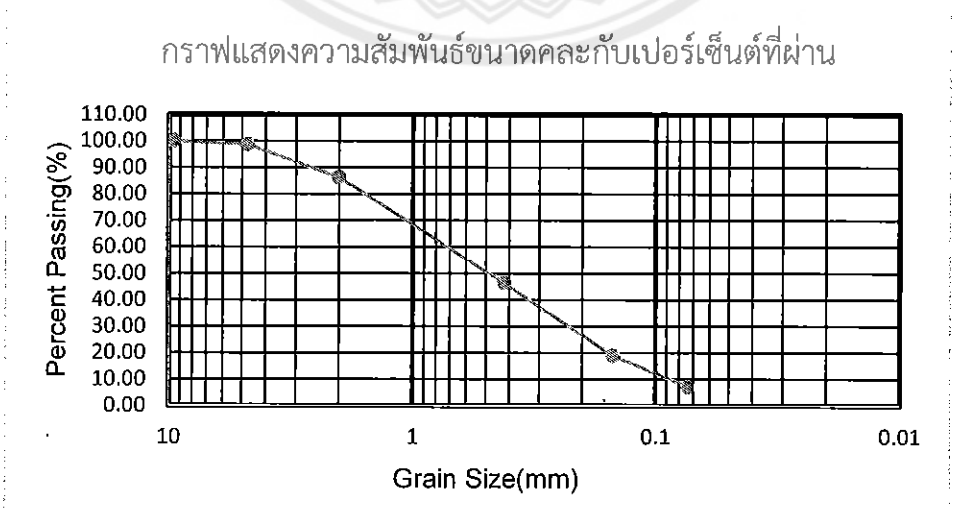
ที่ตั้ง จังอุตรดิตถ์

หลุมเจาะ หลุม 1 ระยะ 2 (8/13) ความลึก 92 cm

ลักษณะของตัวอย่างดิน ดินทรายสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาลเข้ม

น้ำหนักของมวลดินแห้ง(กรัม)=500 g.

Sieve No.	น้ำหนักตะแกรง (g.)	Opening diameter (mm.)	น้ำหนักของมวลที่ค้างบนตะแกรง (g.)		เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ค้าง (% Retained)	เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ค้าง สะสม	เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ผ่าน (% Passing)
3/8"	530	9.51	532.5	0	0.00	0.00	100.00
#4	510	4.76	784.5	6.5	1.30	1.30	98.70
#10	495	2	754.5	62.5	12.50	13.80	86.20
#40	380	0.42	753.5	199.5	39.90	53.70	46.30
#100	385	0.149	665	137	27.40	81.10	18.90
#200	290	0.074	568	58.5	11.70	92.80	7.20
Pan	270	0	520	36	7.20	100.00	0.00
			Sum	500	100.00		



D_{60}	0.71 mm
D_{30}	0.25 mm
D_{10}	0.086 mm
C_u	8.26
C_c	1.05

รูปผนวกที่ ข.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ขนาดคละกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่านหลุม1(92cm)

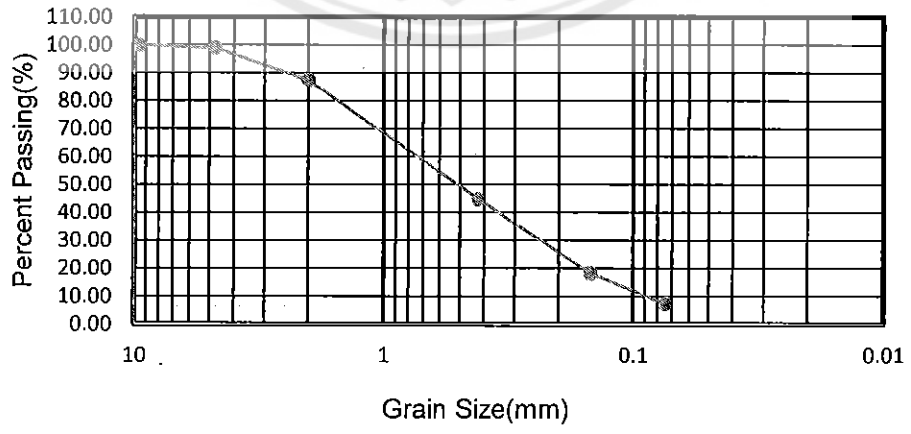
ตารางผนวกที่ ข.2 ผลการทดลองการหาขนาดคละของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงมาตรฐานหลุม1 (82cm)

การทดลองที่ 5 การวิเคราะห์ขนาดของมวลดินโดยใช้ Sieve (Grain Size Analysis -Mechanical)
ชื่อผู้ทำการทดลอง นายบัณฑิต , นายเฉียบชัย,นายทศพร
วันที่ทำการทดลอง 28/03/2558
โครงการ การทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินอุตรดิตถ์
ที่ตั้ง จังอุตรดิตถ์
หลุมเจาะ หลุม 1 ระยะ 2 (7/13) ความลึก 82 cm
ลักษณะของตัวอย่างดิน ดินทรายสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาลเข้ม

น้ำหนักของมวลดินแห้ง(กรัม)=500 g.

Sieve No.	น้ำหนักตะแกรง (g.)	Opening diameter (mm.)	น้ำหนักของมวลที่ค้างบนตะแกรง (g.)		เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ค้าง (% Retained)	เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ค้าง สะสม	เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ผ่าน (% Passing)
3/8"	530	9.51	532.5	0	0.00	0.00	100.00
#4	510	4.76	783.5	5.5	1.10	1.10	98.90
#10	495	2	750	58	11.60	12.70	87.30
#40	380	0.42	767.5	213.5	42.70	55.40	44.60
#100	385	0.149	660	132	26.40	81.80	18.20
#200	290	0.074	564.5	55	11.00	92.80	7.20
Pan	270	0	520	36	7.20	100.00	0.00
			Sum	500	100.00		

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดคละกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่าน



D_{60}	0.73mm
D_{30}	0.26mm
D_{10}	0.087mm
C_u	8.39
C_c	1.06

รูปผนวกที่ ข.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ขนาดคละกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่านหลุม1(82cm)

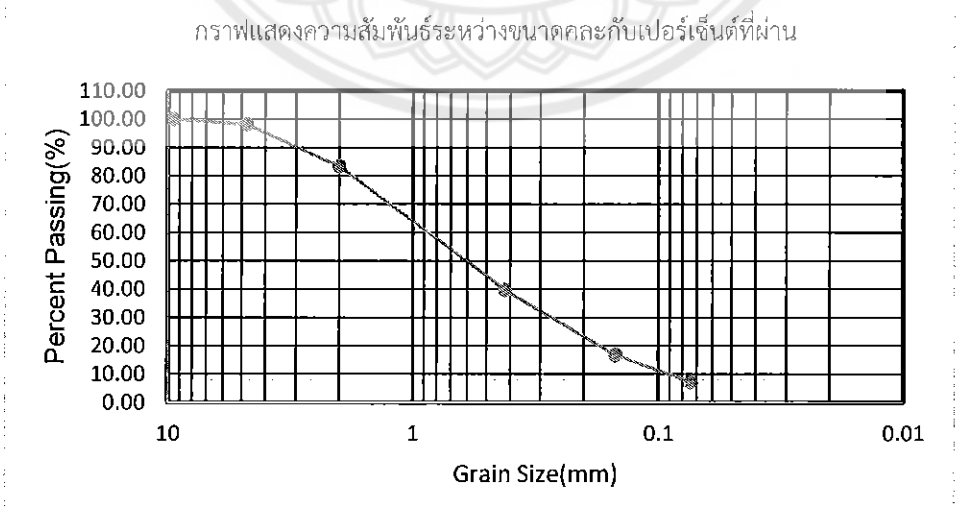
หลุมข้าง

ตารางผนวกที่ ข.3 ผลการทดลองการหาขนาดคละของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงมาตรฐานหลุมข้าง#1

การทดลองที่ 5 การวิเคราะห์ขนาดของมวลดินโดยใช้ Sieve (Grain Size Analysis -Mechanical)
ชื่อผู้ทำการทดลอง นายบัณฑิต , นายเฉียบชัย,นายทศพร
วันที่ทำการทดลอง 28/03/2558
โครงการ การทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินอุตรดิตถ์
ที่ตั้ง จังอุตรดิตถ์
หลุมเจาะ หลุมข้าง (1) ความลึก - cm
ลักษณะของตัวอย่างดิน ดินทรายสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาลเข้ม

น้ำหนักของมวลดินแห้ง(กรัม)=500 g.

Sieve No.	น้ำหนักตะแกรง (g.)	Opening diameter (mm.)	น้ำหนักของมวลที่ค้างบนตะแกรง (g.)		เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ค้าง (% Retained)	เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ค้าง สะสม	เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ผ่าน (% Passing)
3/8"	530	9.51	532.5	0	0.00	0.00	100.00
#4	510	4.76	788	10	2.00	2.00	98.00
#10	495	2	765.5	73.5	14.70	16.70	83.30
#40	380	0.42	772	218	43.60	60.30	39.70
#100	300	0.149	643	115	23.00	83.30	16.70
#200	290	0.074	557	47.5	9.50	92.80	7.20
Pan	270	0	520	36	7.20	100.00	0.00
			Sum	500	100.00		



D_{60}	0.86mm
D_{30}	0.28mm
D_{10}	0.091mm
C_u	9.45
C_c	1.00

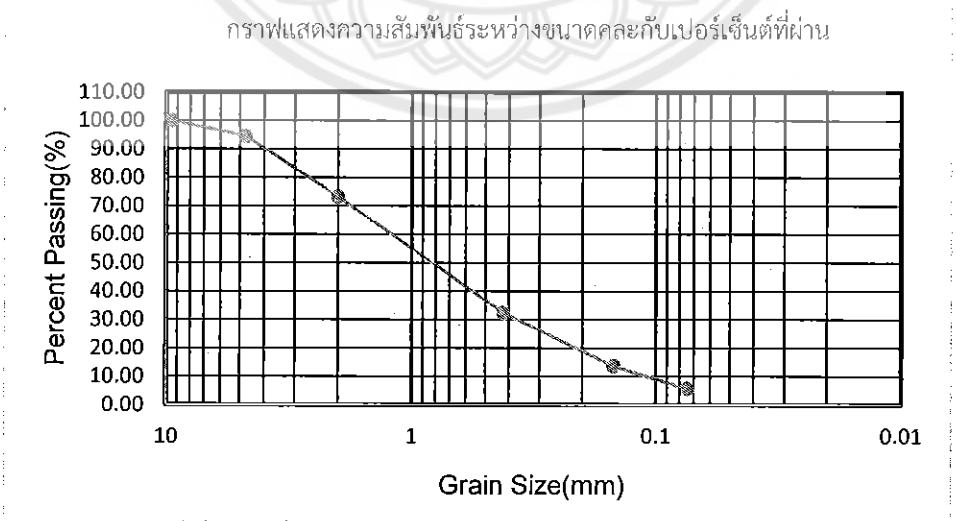
รูปผนวกที่ ข.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ขนาดคละกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่านหลุมข้าง#1

ตารางผนวกที่ ข.4 ผลการทดลองการหาขนาดคละของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงมาตรฐานหลุมข้าง#2

การทดลองที่ 5 การวิเคราะห์ขนาดของมวลดินโดยใช้ Sieve
(Grain Size Analysis -Mechanical)
ชื่อผู้ทำการทดลอง นายบัณฑิต , นายเฉียบชัย,นายทศพร
วันที่ทำการทดลอง 28/03/2558
โครงการ การทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินอุตรดิตถ์
ที่ตั้ง จังอุตรดิตถ์
หลุมเจาะ หลุมข้าง (2) ความลึก - cm
ลักษณะของตัวอย่างดิน ดินทรายสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาลเข้ม

น้ำหนักของมวลดินแห้ง(กรัม)=500 g.

Sieve No.	น้ำหนักตะแกรง (g.)	Opening diameter (mm.)	น้ำหนักของมวลที่ค้างบนตะแกรง (g.)		เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ค้าง (% Retained)	เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ค้าง สะสม	เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ผ่าน (% Passing)
3/8"	530	9.51	532.5	0	0.00	0.00	100.00
#4	510	4.76	805.5	27.5	5.50	5.50	94.50
#10	495	2	799	107	21.40	26.90	73.10
#40	380	0.42	758	204	40.80	67.70	32.30
#100	300	0.149	621	93	18.60	86.30	13.70
#200	290	0.074	550	40.5	8.10	94.40	5.60
Pan	270	0	512	28	5.60	100.00	0.00
			Sum	500	100.00		



D_{60}	1.3mm
D_{30}	0.39mm
D_{10}	0.11mm
C_u	11.82
C_c	1.06

รูปผนวกที่ ข.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ขนาดคละกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่านหลุมข้าง#2

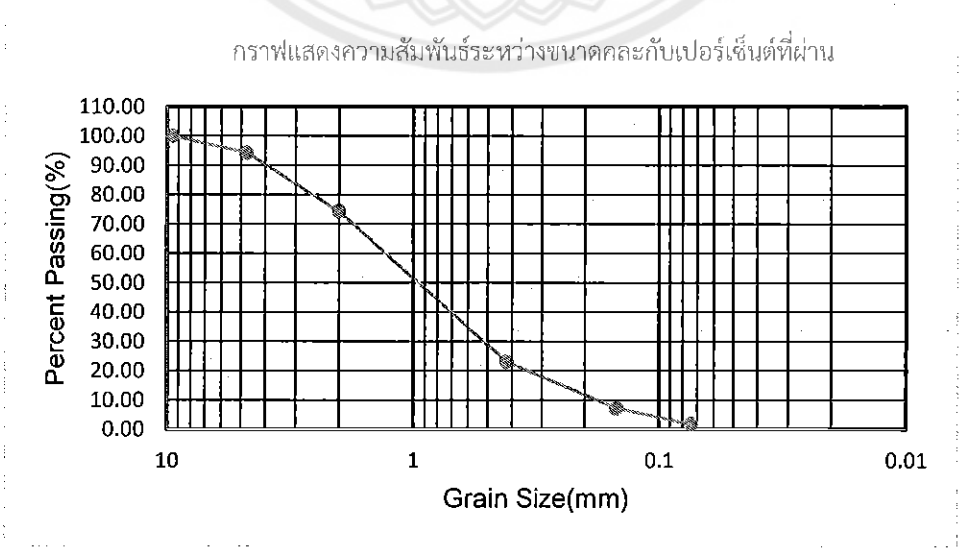
หลุม 5

ตารางผนวกที่ ข.5 ผลการทดลองการหาขนาดคละของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงมาตรฐานหลุม5 (101cm)

การทดลองที่ 5 การวิเคราะห์ขนาดของมวลดินโดยใช้ Sieve (Grain Size Analysis -Mechanical)
ชื่อผู้ทำการทดลอง นายบัณฑิต , นายเฉียบชัย,นายทศพร
วันที่ทำการทดลอง 28/03/2558
โครงการ การทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินอุตรดิตถ์
ที่ตั้ง จังอุตรดิตถ์
หลุมเจาะ หลุม 5 (11/18) ความลึก 101 cm
ลักษณะของตัวอย่างดิน ดินทรายสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาลเข้ม

น้ำหนักของมวลดินแห้ง(กรัม)=500 g.

Sieve No.	น้ำหนักตะแกรง (g.)	Opening diameter (mm.)	น้ำหนักของมวลที่ค้างบนตะแกรง (g.)		เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ค้าง (% Retained)	เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ค้าง สะสม	เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ผ่าน (% Passing)
3/8"	530	9.51	532.5	0	0.00	0.00	100.00
#4	510	4.76	806.5	28.5	5.70	5.70	94.30
#10	495	2	792	100	20.00	25.70	74.30
#40	380	0.42	810	256	51.20	76.90	23.10
#100	300	0.149	608	80	16.00	92.90	7.10
#200	290	0.074	536	26.5	5.30	98.20	1.80
Pan	270	0	493	9	1.80	100.00	0.00
			Sum	500	100.00		



D_{60}	1.4mm
D_{30}	0.51mm
D_{10}	0.18mm
C_u	7.78
C_c	1.03

รูปผนวกที่ ข.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ขนาดคละกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่านหลุม5(101cm)

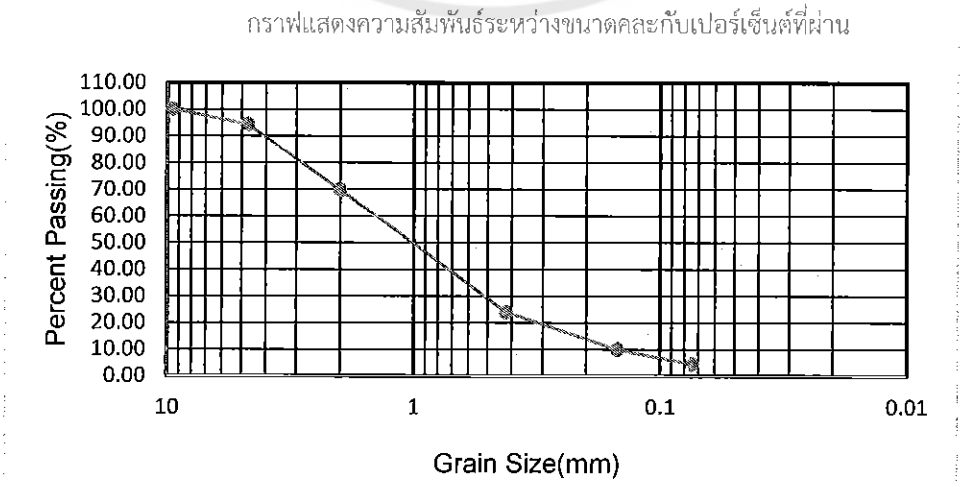
ตารางผนวกที่ ข.6 ผลการทดลองการหาขนาดคละของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงมาตรฐานหลุม5 (130cm)

การทดลองที่ 5 การวิเคราะห์ขนาดของมวลดินโดยใช้ Sieve (Grain Size Analysis -Mechanical)
ชื่อผู้ทำการทดลอง นายบัณฑิต , นายเฉียบชัย,นายทศพร
วันที่ทำการทดลอง 28/03/2558
โครงการ การทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินอุตรดิตถ์
ที่ตั้ง จังอุตรดิตถ์
หลุมเจาะ หลุม 5 (11/18) ความลึก 130 cm
ลักษณะของตัวอย่างดิน ดินทรายสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาลเข้ม

น้ำหนักของมวลดินแห้ง(กรัม)=500 g.

Sieve No.	น้ำหนักตะแกรง (g.)	Opening diameter (mm.)	น้ำหนักของมวลที่ค้างบนตะแกรง (g.)		เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ค้าง (% Retained)	เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ค้าง สะสม	เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ผ่าน (% Passing)
3/8"	530	9.51	532.5	0	0.00	0.00	100.00
#4	510	4.76	806.5	28.5	5.70	5.70	94.30
#10	495	2	815	123	24.60	30.30	69.70
#40	380	0.42	783	229	45.80	76.10	23.90
#100	300	0.149	598	70	14.00	90.10	9.90
#200	290	0.074	537	27.5	5.50	95.60	4.40
Pan	270	0	506	22	4.40	100.00	0.00
			Sum	500	100.00		

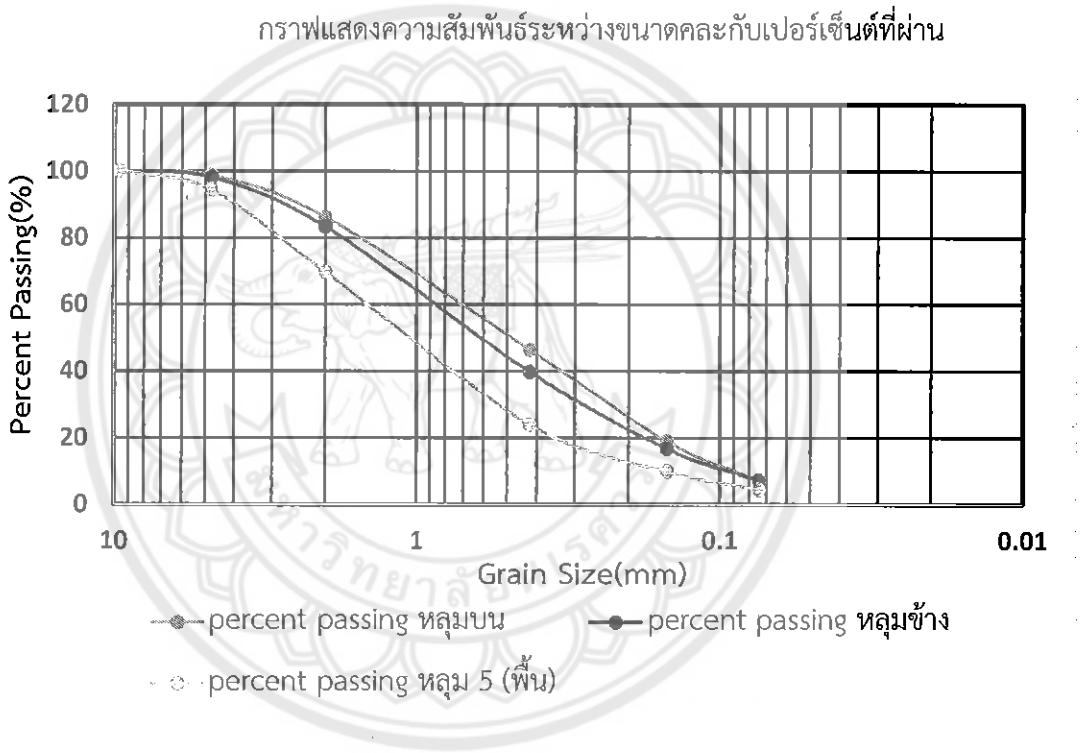
D_{60}	1.5mm
D_{30}	0.52mm
D_{10}	0.15mm
C_u	10.00
C_c	1.20



รูปผนวกที่ ข.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ขนาดคละกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่านหลุม5(130cm)

ตารางผนวกที่ ข.7 สรุปผลการทดลองการหาขนาดคละของเม็ดดินโดยใช้ตะแกรงมาตรฐาน

Grain Size (mm)	percent passing หลุมบน	percent passing หลุมข้าง	percent passing หลุม 5 (พื้น)
9.51	100	100	100
4.76	98.7	98	94.3
2	86.2	83.3	69.7
0.42	46.3	39.7	23.9
0.149	18.9	16.7	9.9
0.074	7.2	7.2	4.4



รูปผนวกที่ ข.7 กราฟสรุปผลแสดงความสัมพันธ์ขนาดคละกับเปอร์เซ็นต์ที่ผ่านของทั้งสามหลุม

<u>การคำนวณ</u>

(1)เปอร์เซ็นต์ที่ค้างบนตะแกรง= $\frac{\text{น้ำหนักของดินที่ค้าง}}{\text{น้ำหนักดินทั้งหมด}} \times 100$

(2)เปอร์เซ็นต์ที่ค้างสะสมบนตะแกรง=ผลรวมของเปอร์เซ็นต์ค้างบนตะแกรงที่หยาบกว่า

(ช่องเปิดกว้างมากกว่า)

(3)เปอร์เซ็นต์ที่ผ่านตะแกรงหรือเปอร์เซ็นต์ของเม็ดดินที่มีขาดเล็กกว่า=100 - เปอร์เซ็นต์ค้างสะสม

สัมประสิทธิ์ของความสม่ำเสมอ (Coefficient of Uniformity, Cu)สามารถหาได้จากสมการ Cu = D60 / D10

เมื่อ D_{60} คือขนาดของเม็ดดินที่เล็กกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักดินทั้งหมด และ D_{10} คือขนาดของเม็ดดินที่เล็กกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักดินทั้งหมด ถ้าค่านี้มีค่ามาก แสดงว่าดินมีความคละดี

สัมประสิทธิ์ของความโค้ง(Coefficient of Curvature ,Cc)สามารถหาได้จากสมการ

$Cc= (D_{30})\ ^2 / (D_{60} \times D_{10})$

เมื่อ D_{30} คือขนาดของเม็ดดินที่เล็กกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำห**นักดินเกณฑ์ใช้ในการ**วิเคราะห์ความคละของเม็ดดินเม็ดหยาบ

ตารางที่ ข.8 เกณฑ์แสดงความคละของเม็ดหยาบ(ASTM D-2487)

ชนิดของดิน	สัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ (Cu)		สัมประสิทธิ์ความโค้ง(Cc)	
	คละกันดี	สำเสมอ	คละกันดี	สำเสมอ
กรวด(Gravel)	$Cu \geq 4$	$Cu \leq 4$	$1 \leq Cc \leq 3$	$1 > Cc > 3$
ทราย(Sand)	$Cu \geq 6$	$Cu \leq 6$	$1 \leq Cc \leq 3$	$1 > Cc > 3$

สำหรับดินที่ไม่มีขนาดคละกันดี (Poorly Graded) จะไม่เป็นดังตาราง ซึ่งจะเป็นประเทดินที่มีขนาดเม็ดเดียว (Uniform Graded) และเป็นดินที่มีขนาดของเม็ดดินขาดช่วง (Gab Graded) ซึ่งเส้นกราฟที่ได้จะมีความชันมาก และเป็นเส้นระนาบตามลำดับ

ภาคผนวก ค

การทดสอบขีดจำกัดอัตเตอร์เบิร์ก

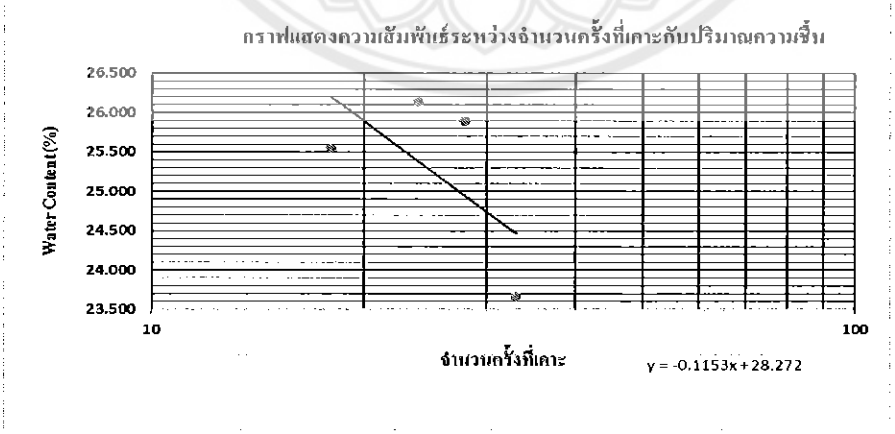
Atterberg's Limit Test

หลุม 1

ตารางผนวกที่ ค.1 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 18 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ Sheet 1			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		18	24	28	33
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		9.697	9.717	9.805	9.775
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		26.197	22.837	26.073	22.215
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		22.84	20.119	22.728	19.835
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		3.357	2.718	3.345	2.38
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		13.143	10.402	12.923	10.06
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		25.542	26.130	25.884	23.658

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 25.390



รูปผนวกที่ ค.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 1 ระยะ 18 cm

ตารางผนวกที่ ค.2 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 18 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ Sheet 1			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		6.899	9.792		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		11.994	14.696		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		11.14	13.862		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		0.854	0.834		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		4.241	4.07		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		20.137	20.491		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)			20.314		

ตารางผนวกที่ ค.3 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 25 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ Sheet 2			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		22	23	28	34
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		11.604	6.67	9.893	9.188
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		28.106	20.003	21.681	21.458
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		24.035	16.705	18.905	18.812
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		4.071	3.298	2.776	2.646
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		12.431	10.035	9.012	9.624
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		32.749	32.865	30.803	27.494

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 31.770

รูปผนวกที่ ค.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 1 ระยะ 25 cm

ตารางผนวกที่ ค.4 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 25 cm

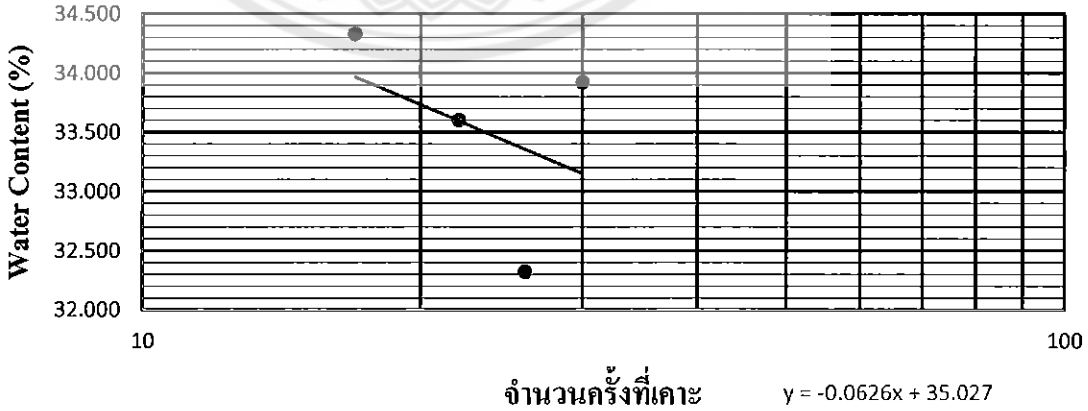
		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ Sheet 2			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		6.685	6.693		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		16.689	16.332		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		14.805	14.64		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.884	1.692		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		8.12	7.947		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		23.202	21.291		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		22.247			

ตารางผนวกที่ ค.5 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 34 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ Sheet 3			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		17	22	26	30
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		9.743	15.495	33.778	17.342
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		21.095	26.39	44.472	30.395
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		18.194	23.65	41.86	27.089
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		2.901	2.74	2.612	3.306
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		8.451	8.155	8.082	9.747
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		34.327	33.599	32.319	33.918

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 33.46

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับจำนวนครั้งที่เคาะ



รูปผนวกที่ ค.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 1 ระยะ 34 cm

ตารางผนวกที่ ค.6 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 34 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit(Plastic Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ Sheet 3			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		24.679	25.221		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		29.092	31.734		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		28.194	30.432		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		0.898	1.302		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		3.515	5.211		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		25.548	24.986		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		25.267			

ตารางผนวกที่ ค.7 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 46 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ Sheet 4			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		17	19	27	31
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		25.747	15.552	15.29	14.712
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		40.459	31.497	31.496	26.836
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		36.142	26.912	27.118	23.701
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		4.317	4.585	4.378	3.135
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		10.395	11.36	11.828	8.989
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		41.530	40.361	37.014	34.876

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 37.750

รูปผนวกที่ ค.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 1 ระยะ 46 cm

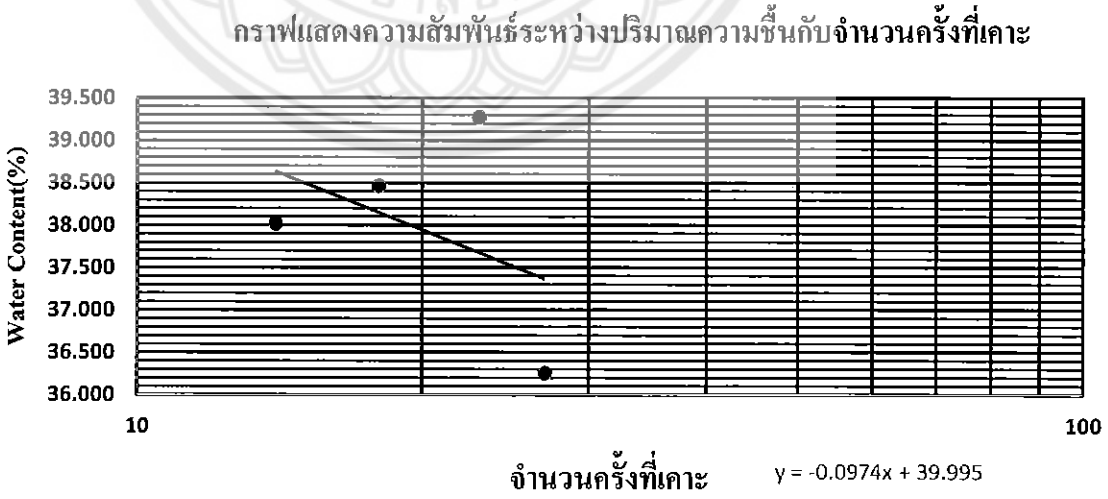
ตารางผนวกที่ ค.8 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 46 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit(Plastic Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ Sheet 4			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		16.195	11.34		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		22.815	17.58		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		21.373	16.269		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.442	1.311		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		5.178	4.929		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		27.849	26.598		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)			27.223		

ตารางผนวกที่ ค.9 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 53 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ Sheet 5			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		14	18	23	27
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		14.8	33.59	24.576	39.173
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		22.7	39.876	32.882	47.006
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		20.524	38.13	30.54	44.922
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		2.176	1.746	2.342	2.084
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		5.724	4.54	5.964	5.749
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		38.015	38.458	39.269	36.250

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 37.560



รูปผนวกที่ ค.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 1 ระยะ 53 cm

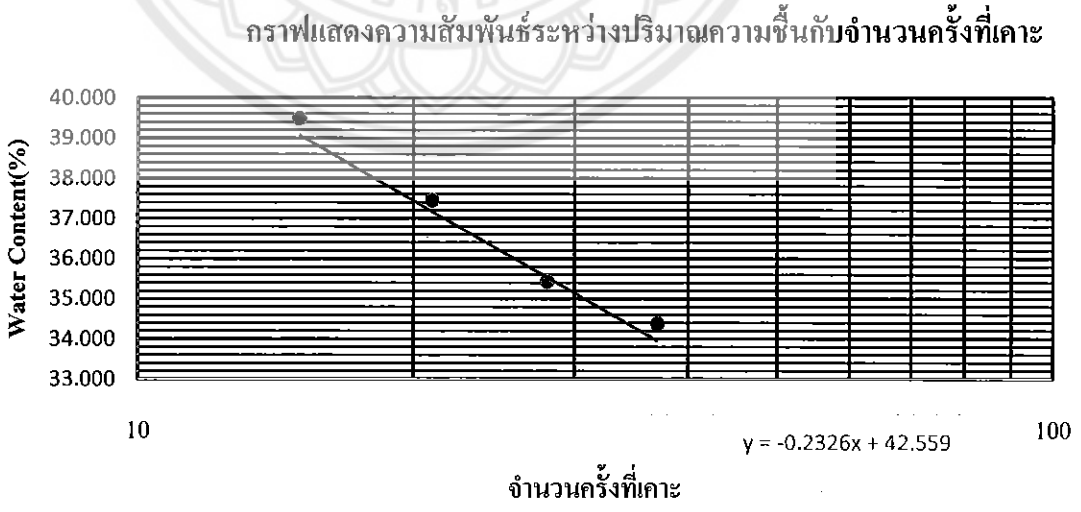
ตารางผนวกที่ ค.10 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 53 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit(Plastic Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ Sheet 5			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		9.4	9.373		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		15.89	15.969		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		14.638	14.713		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.252	1.256		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		5.238	5.34		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		23.902	23.521		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		23.711			

ตารางผนวกที่ ค.11 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 72 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ Sheet 6			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		15	21	28	37
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		53.02	43.649	46.005	59.81
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		65.192	56.331	58.521	71.035
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		61.746	52.876	55.247	68.163
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		3.446	3.455	3.274	2.872
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		8.726	9.227	9.242	8.353
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		39.491	37.444	35.425	34.383

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 36.740



รูปผนวกที่ ค.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 1 ระยะ 72 cm

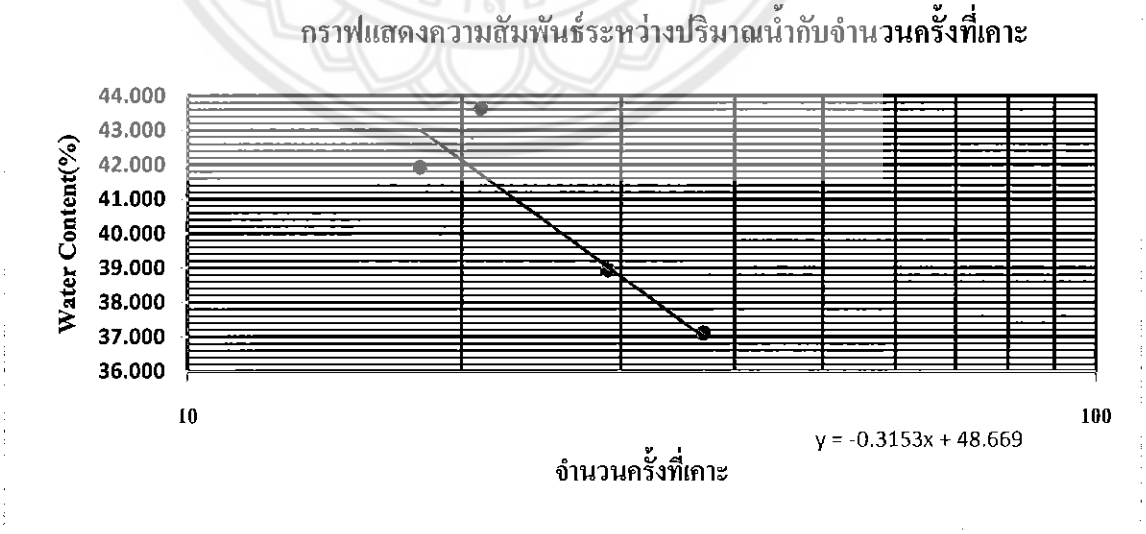
ตารางผนวกที่ ค.12 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 72 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit(Plastic Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ Sheet 6			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		40.745	52.33		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		46.016	56.98		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		44.842	56.029		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.174	0.951		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		4.097	3.699		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		28.655	25.710		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		27.182			

ตารางผนวกที่ ค.13 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 82 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ Sheet 7			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		18	21	29	37
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		6.71	9.825	9.79	9.837
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		13.692	18.881	25.678	20.58
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		11.63	16.13	21.226	17.673
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		2.062	2.751	4.452	2.907
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		4.92	6.305	11.436	7.836
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		41.911	43.632	38.930	37.098

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 40.790



รูปผนวกที่ ค.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 1 ระยะ 82 cm

ตารางผนวกที่ ค.14 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 82 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit(Plastic Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ Sheet 7			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		9.515	9.793		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		15.379	16.15		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		14.058	14.83		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.321	1.32		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		4.543	5.037		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		29.078	26.206		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		27.642			

ตารางผนวกที่ ค.15 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 92 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ Sheet 8			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		14	22	25	32
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		14.861	16.328	17.039	14.546
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		32.707	24.825	31.356	26.196
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		27.063	22.229	27.353	22.932
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		5.644	2.596	4.003	3.264
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		12.202	5.901	10.314	8.386
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		46.255	43.993	38.811	38.922

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 41.220

รูปผนวกที่ ค.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 1 ระยะ 92 cm

ตารางผนวกที่ ค.16 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 92 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit(Plastic Limit) **ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค** **ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200** **วันที่ทดสอบ Sheet 8**			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		14.543	15.634		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		20.313	26.673		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		18.957	24.283		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.356	2.39		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		4.414	8.649		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		30.720	27.633		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)			29.177		

ตารางผนวกที่ ค.17 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 98 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet9			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		19	24	26	33
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		15.067	14.663	15.640	25.456
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		26.825	25.189	27.790	36.790
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		23.076	22.061	24.350	33.542
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		3.749	3.128	3.440	3.248
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		8.009	7.398	8.710	8.086
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		46.810	42.282	39.495	40.168

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 42.420

รูปผนวกที่ ค.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 1 ระยะ 98 cm

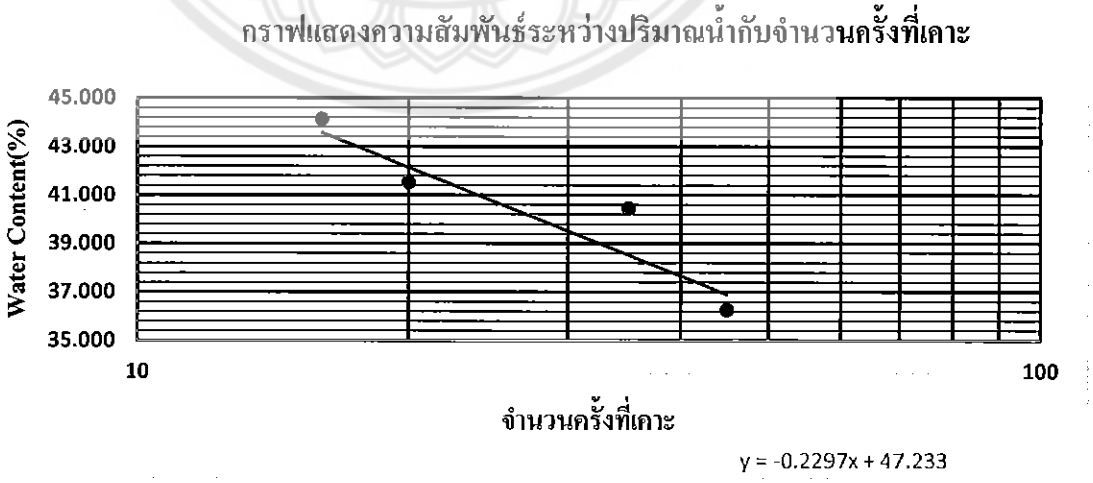
ตารางผนวกที่ ค.18 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 98 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit(Plastic Limit) **ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค** **ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200** **วันที่ทดสอบsheet9**			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		15.067	15.011		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		22.050	20.887		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		20.239	19.430		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.811	1.457		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		5.172	4.419		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		35.015	32.971		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)			33.993		

ตารางผนวกที่ ค.19 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 109 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet10			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		16	20	35	45
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		24.767	24.917	17.974	15.731
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		34.002	33.707	26.742	27.270
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		31.175	31.129	24.218	24.200
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		2.827	2.578	2.524	3.070
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		6.408	6.212	6.244	8.469
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		44.117	41.500	40.423	36.250

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 41.490



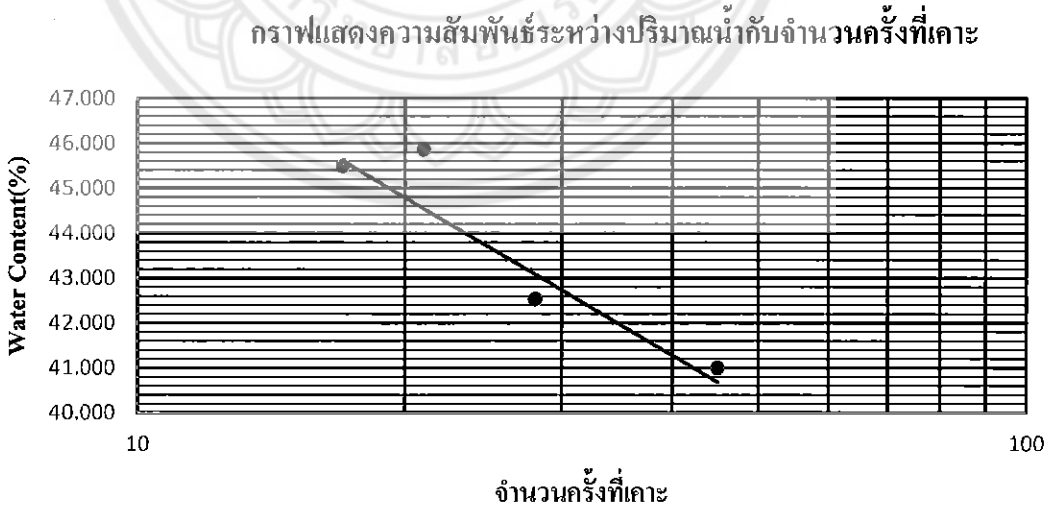
รูปผนวกที่ ค.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 1 ระยะ 109 cm

ตารางผนวกที่ ค.20 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 109 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit(Plastic Limit) **ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค** **ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200** **วันที่ทดสอบsheet10**			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		20.258	10.988		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		24.571	14.958		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		23.643	14.139		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		0.928	0.819		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		3.385	3.151		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		27.415	25.992		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)			26.703		

ตารางผนวกที่ ค.21 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 117 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet11			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		17	21	28	45
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		24.773	15.585	17.968	15.691
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		30.958	20.633	22.687	21.717
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		29.024	19.046	21.279	19.965
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.934	1.587	1.408	1.752
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		4.251	3.461	3.311	4.274
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		45.495	45.854	42.525	40.992
ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง		44.200			



รูปผนวกที่ ค.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 1 ระยะ 117 cm

ตารางผนวกที่ ค.22 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 117 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit(Plastic Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet11			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		16.208	15.008		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		19.943	19.018		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		19.147	18.187		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		0.796	0.831		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		2.939	3.179		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		27.084	26.140		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)			26.612		

ตารางผนวกที่ ค.23 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 128 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet12			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		17	22	34	35
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		18.052	24.667	24.456	17.814
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		28.584	36.167	36.349	28.229
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		25.475	32.883	32.977	25.296
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		3.109	3.284	3.372	2.933
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		7.423	8.216	8.521	7.482
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		41.883	39.971	39.573	39.201
ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง		40.390			

รูปผนวกที่ ค.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 1 ระยะ 128 cm

ตารางผนวกที่ ค.24 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 128 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit(Plastic Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet12			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		24.876	18.084		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		29.533	23.200		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		28.463	22.047		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.070	1.153		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		3.587	3.963		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		29.830	29.094		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)			29.462		

ตารางผนวกที่ ค.25 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 136 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet13			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		22	24	27	35
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		33.598	14.758	14.631	25.752
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		38.188	20.886	22.310	33.952
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		36.787	19.117	20.064	31.635
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.401	1.769	2.246	2.317
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		3.189	4.359	5.433	5.883
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		43.932	40.583	41.340	39.385

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 41.850

รูปผนวกที่ ค.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 1 ระยะ 136 cm

ตารางผนวกที่ ค.26 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 1 ระยะ 136 cm

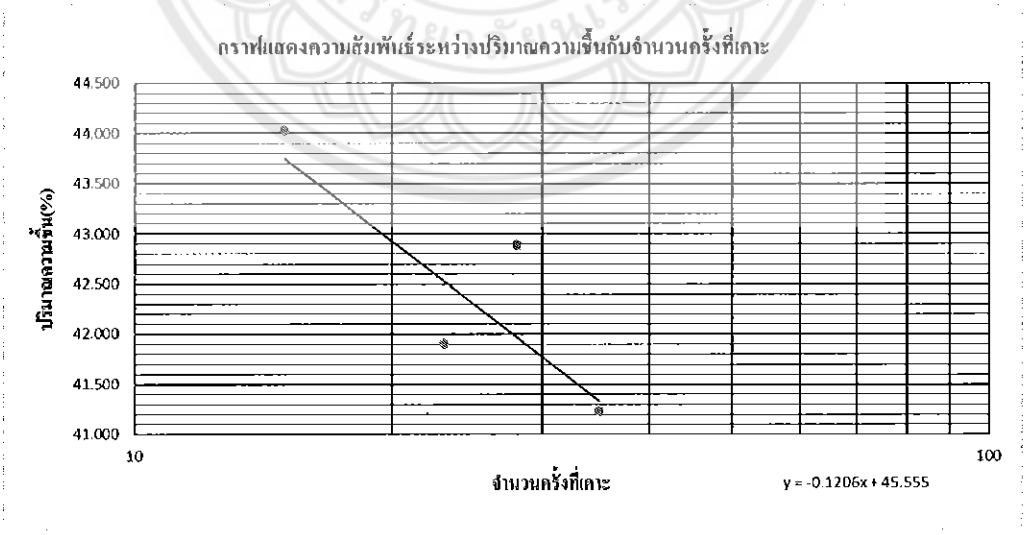
		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit(Plastic Limit) **ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค** **ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200** **วันที่ทดสอบsheet13**			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		15.060	11.349		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		18.249	15.901		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		17.524	14.916		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		0.725	0.985		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		2.464	3.567		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		29.424	27.614		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)			28.519		

หลุมข้าง

ตารางผนวกที่ ค.27 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุมข้าง ระยะ 205 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		15	23	28	35
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		9.914	9.818	9.812	6.679
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		22.129	19.907	17.655	16.781
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		18.395	16.928	15.301	13.832
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		3.734	2.979	2.354	2.949
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		8.481	7.11	5.489	7.153
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		44.028	41.899	42.886	41.227

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 42.54



รูปผนวกที่ ค.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุมข้าง ระยะ 205 cm

ตารางผนวกที่ ค.28 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุมข้าง ระยะ 205 cm

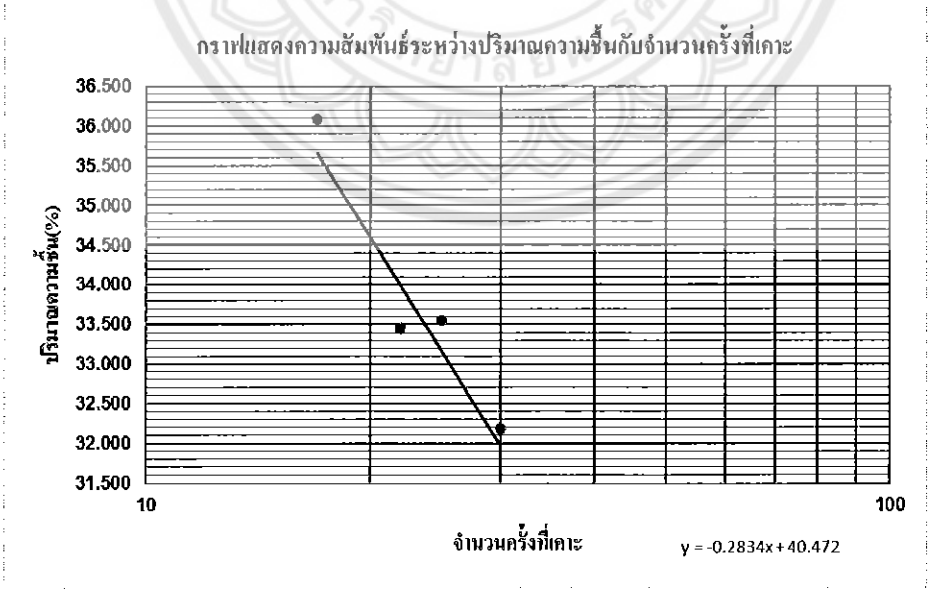
		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit(Plastic Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบ			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		9.517	9.794		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		14.81	14.004		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		13.634	13.055		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.176	0.949		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		4.117	3.261		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		28.564	29.102		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		28.833			

หลุม 5

ตารางผนวกที่ ค.29 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 331 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet1			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		17	22	25	30
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		25.2	15.576	15.056	14.721
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		30.914	26.328	24.97	21.17
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		29.399	23.633	22.48	19.6
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.515	2.695	2.49	1.57
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		4.199	8.057	7.424	4.879
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		36.080	33.449	33.540	32.179

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 33.39



รูปผนวกที่ ค.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 331 cm

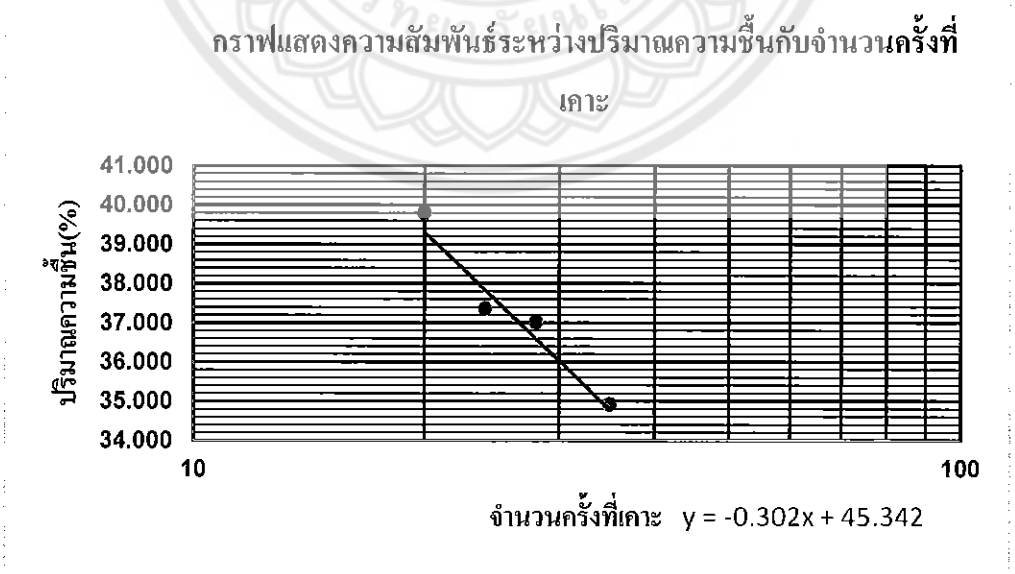
ตารางผนวกที่ ค.30 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 331 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet1			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		14.855	14.936		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		21.975	20.61		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		20.528	19.484		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.447	1.126		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		5.673	4.548		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		25.507	24.758		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		25.132			

ตารางผนวกที่ ค.31 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 339 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet2			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		20	24	28	35
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		18.134	15.081	15.496	33.8
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		27.63	22.502	26.457	45.673
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		24.927	20.484	23.496	42.601
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		2.703	2.018	2.961	3.072
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		6.793	5.403	8	8.801
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		39.791	37.350	37.013	34.905

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 37.79



รูปผนวกที่ ค.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 339 cm

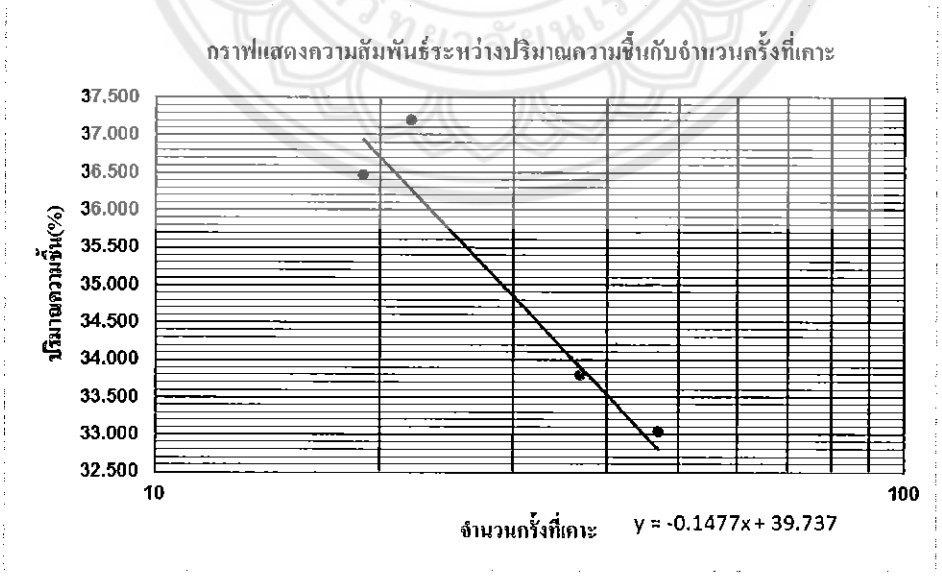
ตารางผนวกที่ ค.32 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 339 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet2			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		18.151	18.14		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		21.511	23.365		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		20.84	22.293		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		0.671	1.072		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		2.689	4.153		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		24.954	25.813		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)			25.383		

ตารางผนวกที่ ค.33 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 346 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet3			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		19	22	37	47
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		15.605	14.798	24.581	25.445
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		25.929	23.676	32.924	34.547
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		23.17	21.269	30.817	32.287
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		2.759	2.407	2.107	2.26
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		7.565	6.471	6.236	6.842
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		36.471	37.197	33.788	33.031

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 36.04



รูปผนวกที่ ค.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 346 cm

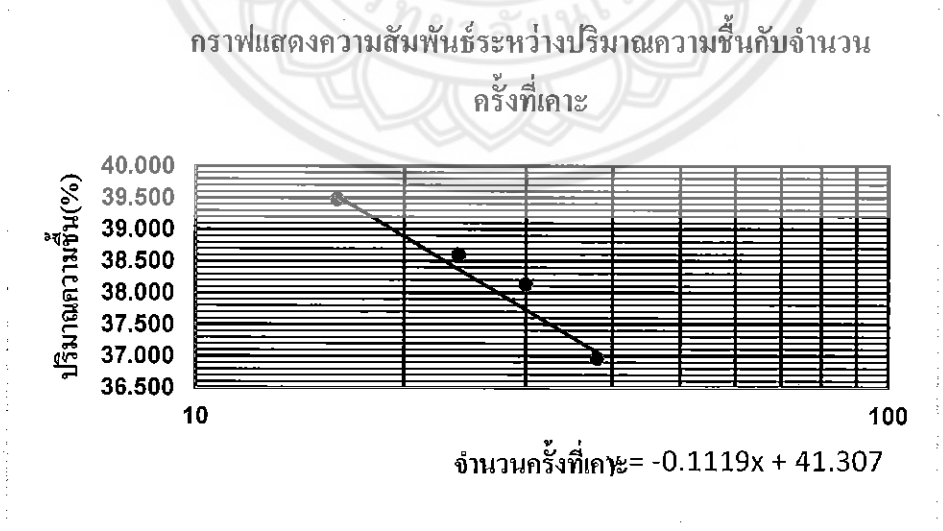
ตารางผนวกที่ ค.34 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 346 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet3			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		20.246	15.406		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		26.907	20.775		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		25.492	19.658		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.415	1.117		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		5.246	4.252		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		26.973	26.270		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		26.621			

ตารางผนวกที่ ค.35 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 357 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet4			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		16	24	30	38
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		24.667	18.043	24.461	17.801
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		33.338	23.681	31.598	25.45
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		30.884	22.111	29.628	23.386
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		2.454	1.57	1.97	2.064
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		6.217	4.068	5.167	5.585
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		39.472	38.594	38.127	36.956

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 38.51



รูปผนวกที่ ค.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 357 cm

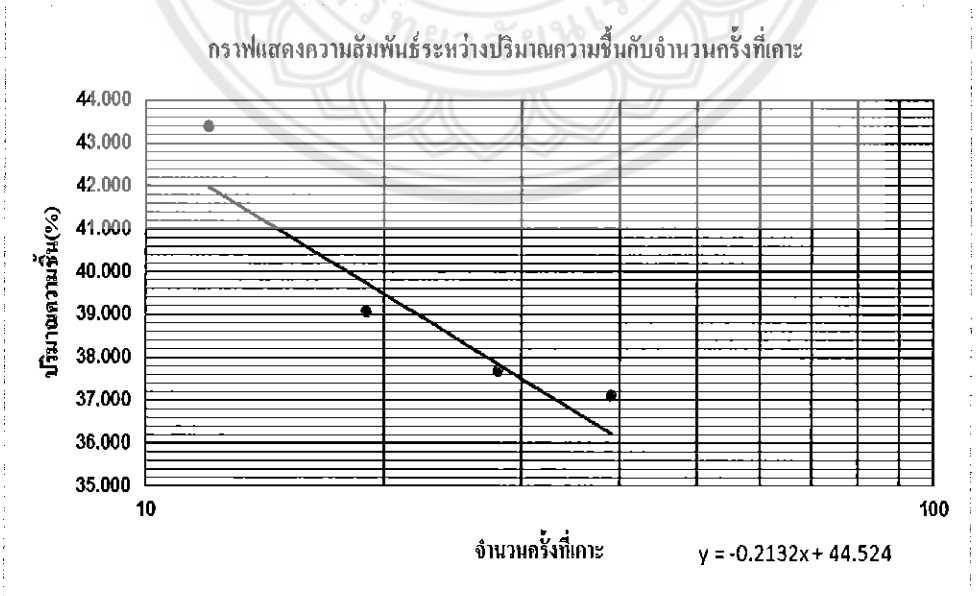
ตารางผนวกที่ ค.36 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 357 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet4			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		24.864	18.067		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		27.817	21.21		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		27.213	20.485		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		0.604	0.725		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		2.349	2.418		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		25.713	29.983		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		27.848			

ตารางผนวกที่ ค.37 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 366 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet5			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		12	19	28	39
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		14.962	14.97	15.583	24.79
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		23.408	23.773	25.784	34.353
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		20.853	21.3	22.993	31.765
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		2.555	2.473	2.791	2.588
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		5.891	6.33	7.41	6.975
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		43.371	39.068	37.665	37.104

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 39.19



รูปผนวกที่ ค.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 366 cm

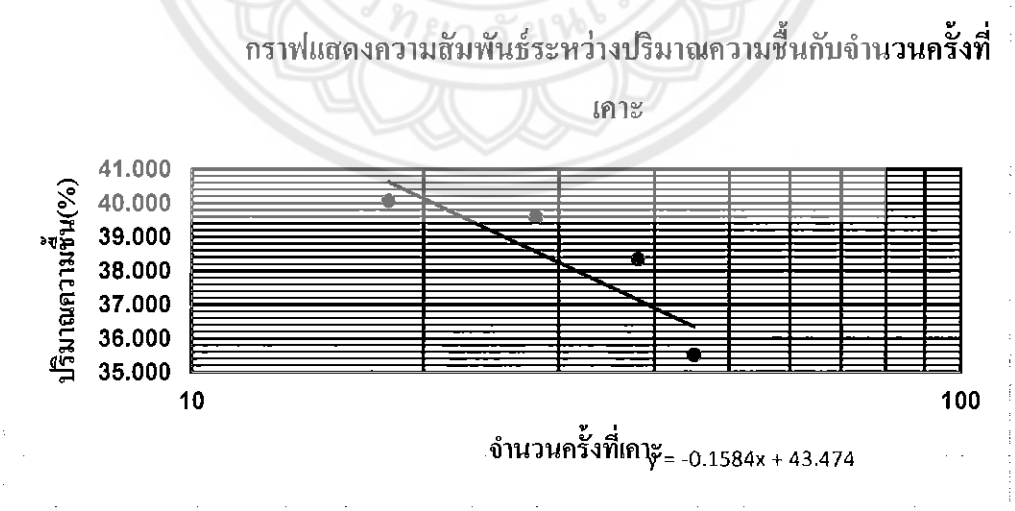
ตารางผนวกที่ ค.38 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 366 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet5			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		24.917	15.117		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		28.188	16.875		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		27.455	16.481		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		0.733	0.394		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		2.538	1.364		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		28.881	28.886		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		28.883			

ตารางผนวกที่ ค.39 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 376 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet6			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		18	28	38	45
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		25.76	14.65	33.573	14.705
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		32.637	22.72	40.762	21.518
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		30.67	20.432	38.77	19.733
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.967	2.288	1.992	1.785
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		4.91	5.782	5.197	5.028
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		40.061	39.571	38.330	35.501

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 39.51



รูปผนวกที่ ค.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 376 cm

ตารางผนวกที่ ค.40 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 376 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet6			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		15.06	11.348		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		17.827	14.226		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		17.238	13.655		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		0.589	0.571		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		2.178	2.307		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		27.043	24.751		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)			25.897		

ตารางผนวกที่ ค.41 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 383 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet7			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		16	20	30	48
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		6.677	9.921	9.814	9.811
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		14.673	19.106	17.445	18.006
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		12.185	16.288	15.537	15.674
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		2.488	2.818	1.908	2.332
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		5.508	6.367	5.723	5.863
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		45.171	44.259	33.339	39.775

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 41.30

รูปผนวกที่ ค.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 383 cm

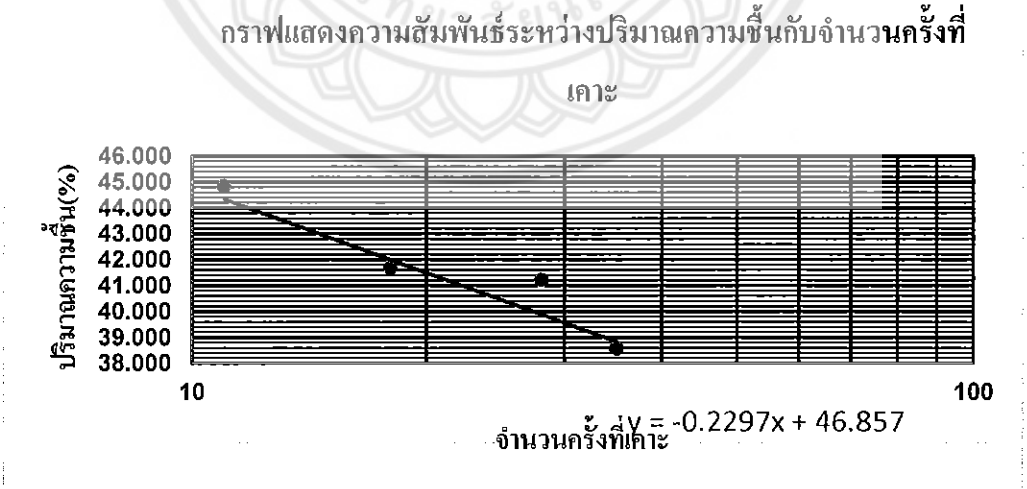
ตารางผนวกที่ ค.42 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 383 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet7			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		9.51	9.778		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		11.375	12.615		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		10.998	11.986		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		0.377	0.629		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		1.488	2.208		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		25.336	28.487		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)			26.912		

ตารางผนวกที่ ค.43 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 393 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet8			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		11	18	28	35
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		9.704	9.892	9.863	9.817
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		17.412	19.636	19.204	18.34
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		15.026	16.769	16.478	15.968
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		2.386	2.867	2.726	2.372
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		5.322	6.877	6.615	6.151
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		44.833	41.690	41.209	38.563

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 41.11



รูปผนวกที่ ค.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 393 cm

ตารางผนวกที่ ค.44 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 393 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet8			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		6.898	9.385		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		10.174	12.053		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		9.373	11.416		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		0.801	0.637		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		2.475	2.031		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		32.364	31.364		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		31.864			

ตารางผนวกที่ ค.45 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 402 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet9			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		30	39	45	49
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		15.093	15.023	25.457	15.406
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		22.474	25.15	35.03	24.482
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		20.157	21.146	32.279	21.884
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		2.317	4.004	2.751	2.598
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		5.064	6.123	6.822	6.478
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		45.754	65.393	40.325	40.105

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 55.90

รูปผนวกที่ ค.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 402 cm

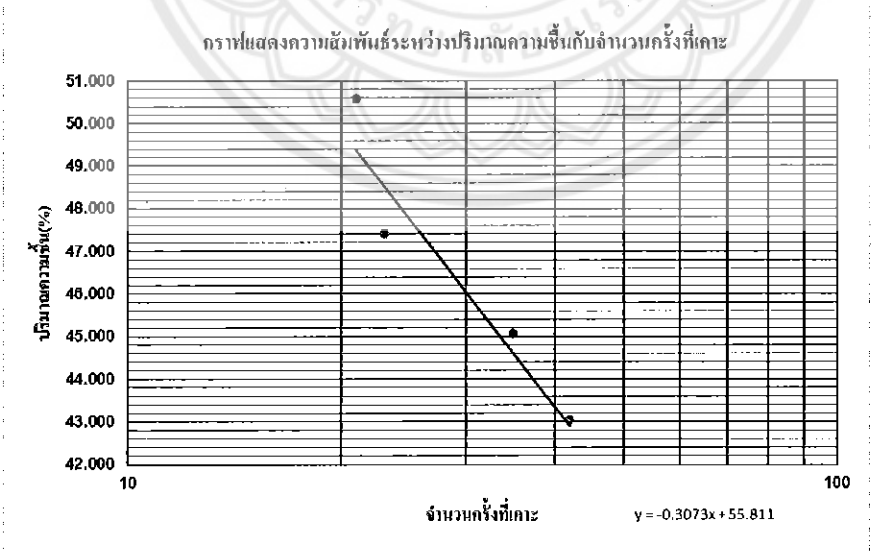
ตารางผนวกที่ ค.46 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 402 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet9			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		16.028	15.074		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		21.065	18.954		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		19.931	18.105		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.134	0.849		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		3.903	3.031		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		29.055	28.011		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)			28.533		

ตารางผนวกที่ ค.47 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 411 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet10			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		21	23	35	42
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		24.784	15.592	17.967	15.695
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		34.449	20.81	25.052	25.621
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		31.203	19.132	22.851	22.635
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		3.246	1.678	2.201	2.986
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		6.419	3.54	4.884	6.94
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		50.569	47.401	45.066	43.026

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 48.13



รูปผนวกที่ ค.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 411 cm

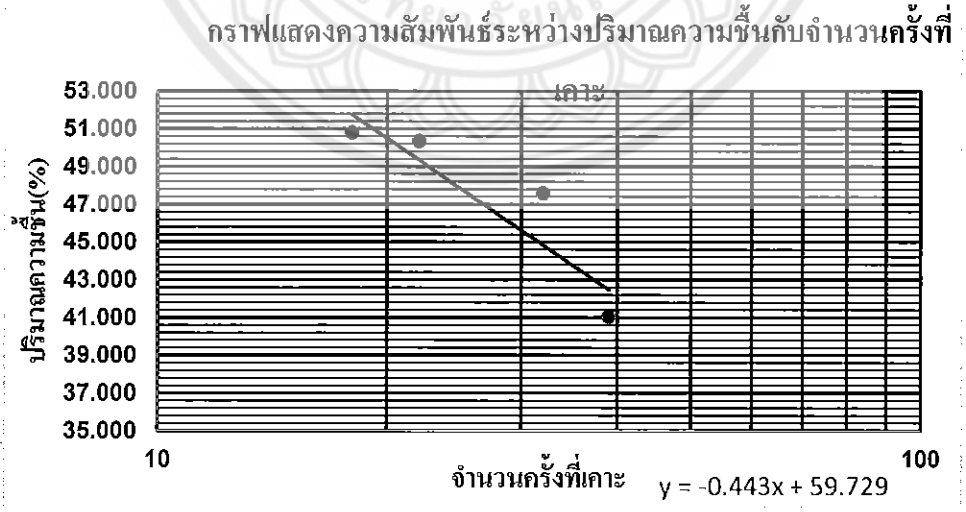
ตารางผนวกที่ ค.48 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 411 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet10			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		16.182	15.018		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		20.494	18.72		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		19.35	17.84		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.144	0.88		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		3.168	2.822		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		36.111	31.184		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		33.647			

ตารางผนวกที่ ค.49 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 423 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet11			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		18	22	32	39
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		10.028	6.782	9.777	9.715
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		16.292	14.568	18.063	15.365
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		14.182	11.961	15.392	13.721
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		2.11	2.607	2.671	1.644
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		4.154	5.179	5.615	4.006
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		50.794	50.338	47.569	41.038

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 48.65



รูปผนวกที่ ค.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 423 cm

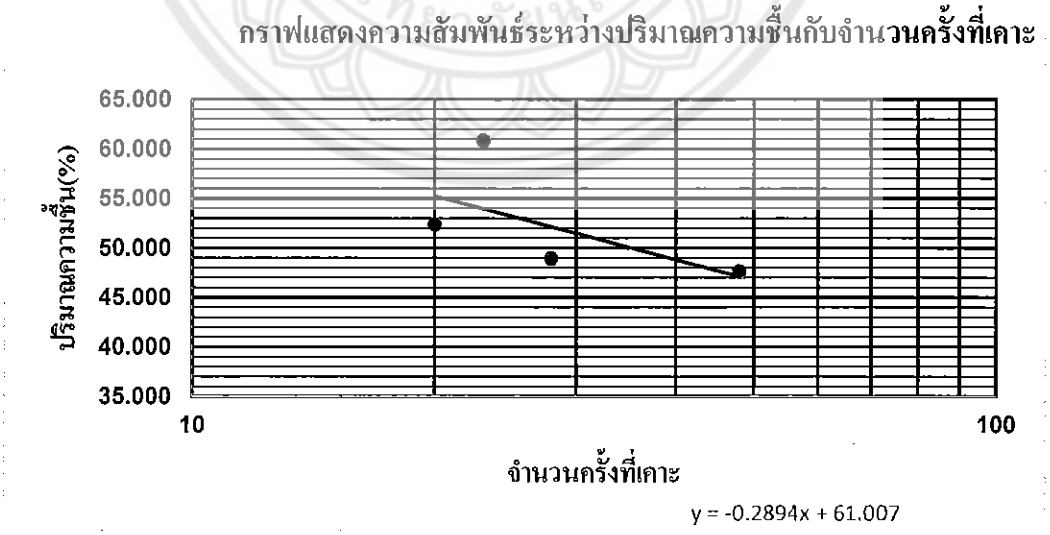
ตารางผนวกที่ ค.50 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 423 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet11			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		9.498	9.858		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		12.05	11.796		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		11.334	11.256		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		0.716	0.54		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		1.836	1.398		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		38.998	38.627		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		38.812			

ตารางผนวกที่ ค.51 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 432 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet12			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		20	23	28	48
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		43.84	40.613	46.158	60.042
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		47.644	46.219	51.763	65.995
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		46.337	44.1	49.922	64.076
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.307	2.119	1.841	1.919
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		2.497	3.487	3.764	4.034
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		52.343	60.769	48.911	47.571

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 53.77



รูปผนวกที่ ค.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 432 cm

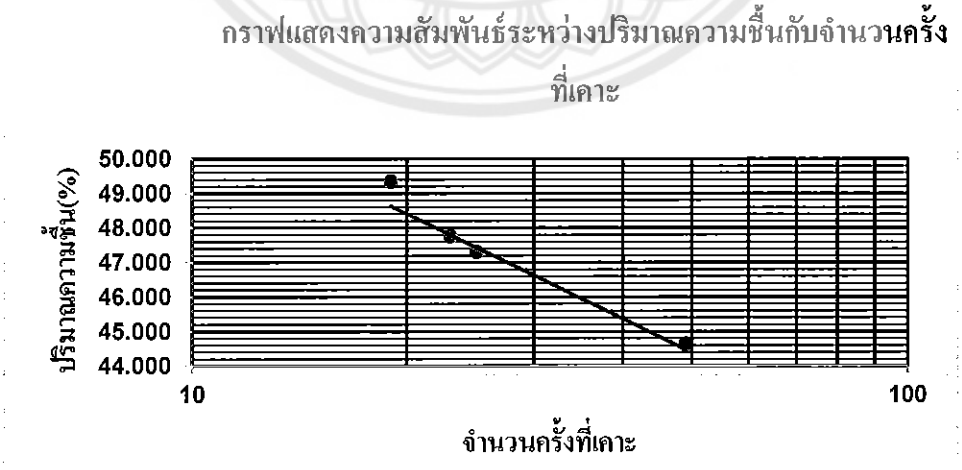
ตารางผนวกที่ ค.52 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 432 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลองนิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet12			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		40.92	9.898		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		45.486	16.113		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		44.1	14.949		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.386	1.164		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		3.18	5.051		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		43.585	23.045		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)			33.315		

ตารางผนวกที่ ค.53 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 443 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet13			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		NO.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		19	23	25	49
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		9.858	9.87	9.8	9.473
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		17.49	16.254	13.74	16.457
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		14.969	14.191	12.475	14.302
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		2.521	2.063	1.265	2.155
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		5.111	4.321	2.675	4.829
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		49.325	47.744	47.290	44.626

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 47.80



รูปผนวกที่ ค.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 443 cm

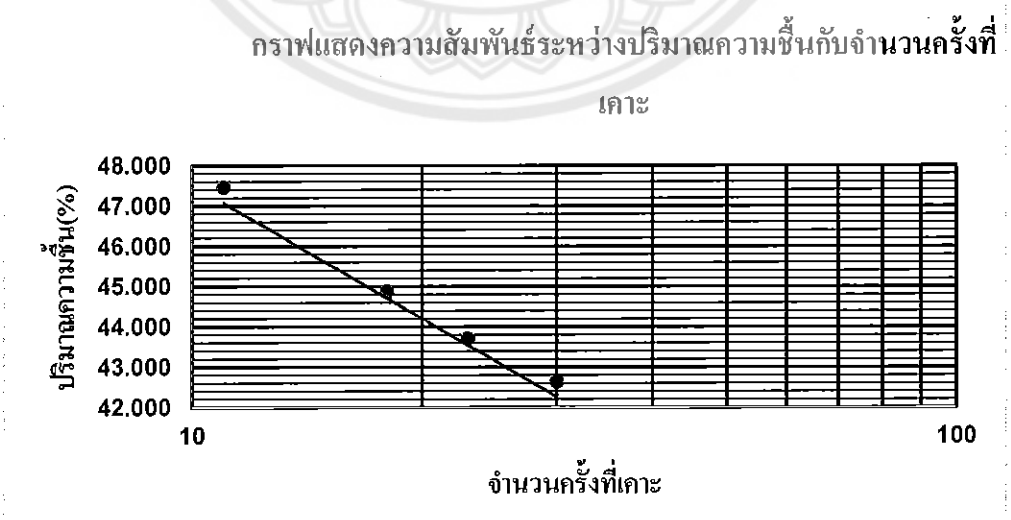
ตารางผนวกที่ ค.54 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 443 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) **ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค** **ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน** Sieves No.200 **วันที่ทดสอบsheet13**			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		9.858	9.739		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		15.993	15.293		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		14.367	13.851		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.626	1.442		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		4.509	4.112		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		36.061	35.068		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		35.565			

ตารางผนวกที่ ค.55 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 452 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet14			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		11	18	23	30
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		9.838	9.877	9.867	9.865
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		17.783	17.306	16.063	14.83
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		15.226	15.005	14.179	13.346
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		2.557	2.301	1.884	1.484
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		5.388	5.128	4.312	3.481
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		47.457	44.871	43.692	42.631

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 43.53



รูปผนวกที่ ค.28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 452 cm

ตารางผนวกที่ ค.56 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 452 cm

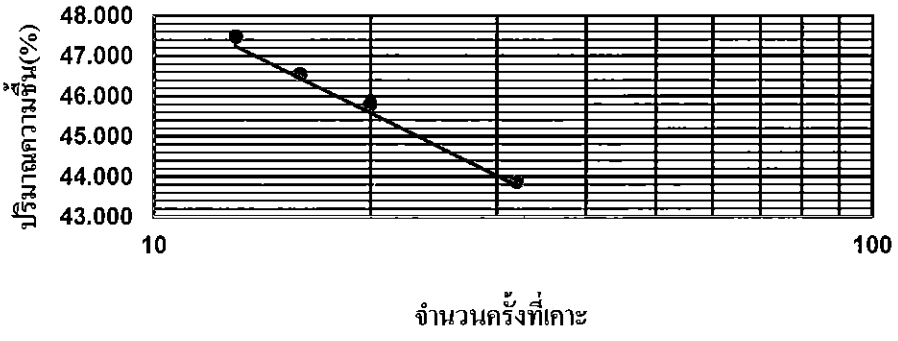
		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet14			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		9.929	9.85		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		12.869	12.262		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		12.094	11.637		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		0.775	0.625		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		2.165	1.787		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		35.797	34.975		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		35.386			

ตารางผนวกที่ ค.57 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 462 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet15			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		13	16	20	32
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		15.604	14.818	14.612	15.686
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		27.074	20.82	19.97	22.515
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		23.382	18.914	18.287	20.433
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		3.692	1.906	1.683	2.082
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		7.778	4.096	3.675	4.747
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		47.467	46.533	45.796	43.859

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 45.05

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับจำนวนครั้งที่เคาะ



รูปผนวกที่ ค.29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 462 cm

ตารางผนวกที่ ค.58 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 462 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet15			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		16.028	15.02		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		21.011	23.028		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		19.715	21.009		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.296	2.019		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		3.687	5.989		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		35.151	33.712		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		34.431			

ตารางผนวกที่ ค.59 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 471 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet16			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		19	24	35	36
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		9.822	6.658	6.755	4.363
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		20.501	13.813	17.139	11.546
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		17.103	11.564	13.97	9.36
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		3.398	2.249	3.169	2.186
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		7.281	4.906	7.215	4.997
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		46.669	45.842	43.922	43.746

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 45.65

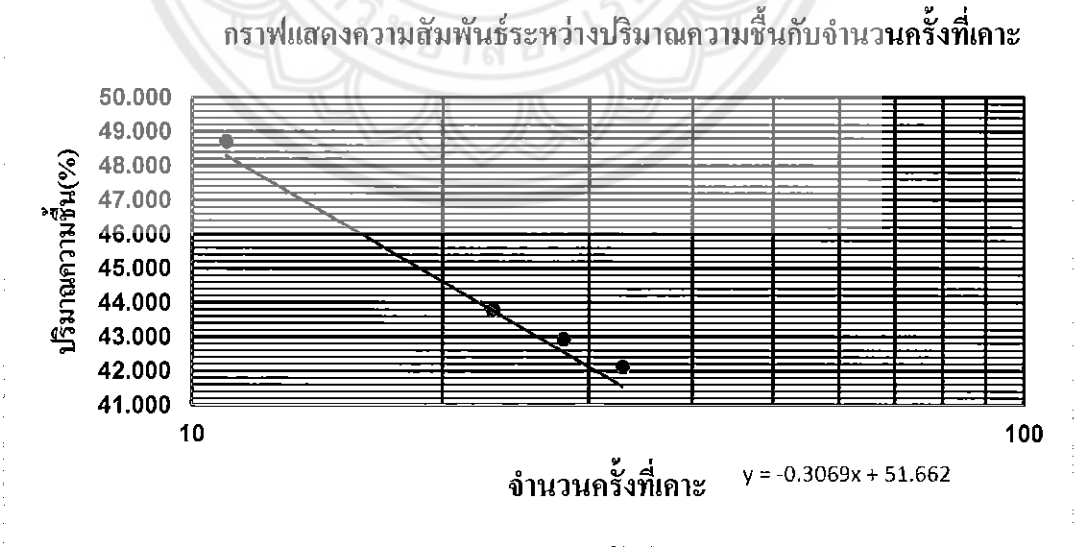
รูปผนวกที่ ค.30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 471 cm

ตารางผนวกที่ ค.60 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 471 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet16			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		5.652	9.954		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		12.615	17.017		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		10.784	15.14		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.831	1.877		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		5.132	5.186		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		35.678	36.194		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		35.936			

ตารางผนวกที่ ค.61 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 482 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet17			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		11	23	28	33
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		14.797	25.433	24.581	15.602
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		28.757	34.259	31.531	25.524
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		24.185	31.572	29.444	22.584
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		4.572	2.687	2.087	2.94
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		9.388	6.139	4.863	6.982
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		48.700	43.769	42.916	42.108
ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง		43.99			



รูปผนวกที่ ค.31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 482 cm

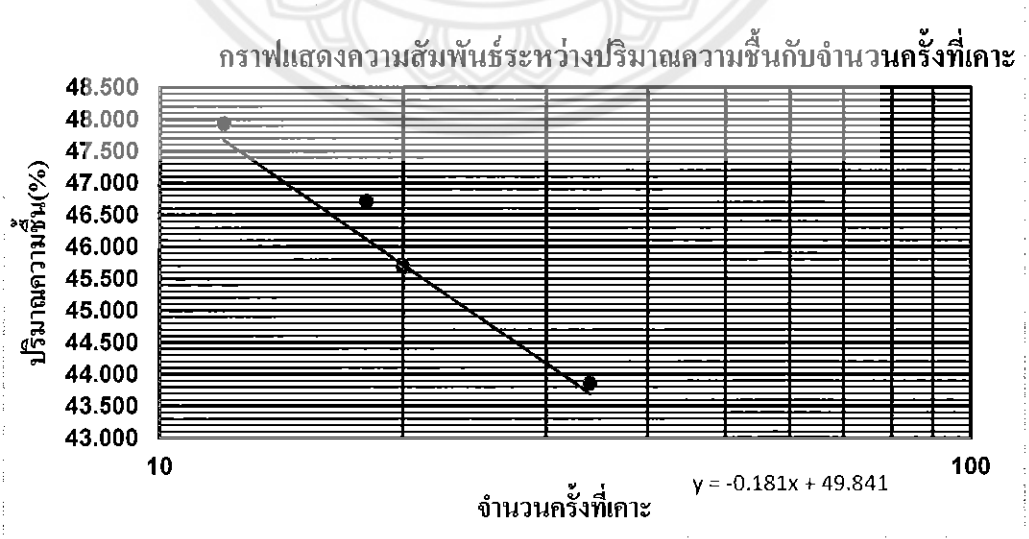
ตารางผนวกที่ ค.62 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 482 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) **ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค** **ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน** Sieves No.200 **วันที่ทดสอบsheet17**			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		20.225	15.397		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		16.991			
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)					
น้ำหนักน้ำ(กรัม)					
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)					
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)					
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		No			

ตารางผนวกที่ ค.63 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 488 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Liquid Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet18			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.1	No.2	No.3	No.4
จำนวนครั้งที่เคาะ		12	18	20	34
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		11.02	11.156	16.396	17.729
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		17.326	17.419	23.47	24.326
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		15.283	15.425	21.252	22.315
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		2.043	1.994	2.218	2.011
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		4.263	4.269	4.856	4.586
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(water content, %)		47.924	46.709	45.675	43.851

ปริมาณความชื้นจากจำนวนครั้งที่เคาะ 25 ครั้ง 45.32



รูปผนวกที่ ค.32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่เคาะกับปริมาณความชื้นหลุม 5 ระยะ 488 cm

ตารางผนวกที่ ค.64 ผลการทดสอบหาค่าขีดจำกัดความข้นเหลวหลุม 5 ระยะ 488 cm

		การทดสอบที่ 3 Atterberg's Limit (Plastic Limit) ผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจค ลักษณะดินที่ทดสอบ ดินร่อนผ่าน Sieves No.200 วันที่ทดสอบsheet18			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัย นเรศวร	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ภาชนะบรรจุหมายเลข		No.5	No.6		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุ(กรัม)		20.481	24.691		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินเปียก(กรัม)		24.905	30.143		
น้ำหนักของภาชนะบรรจุและน้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		23.339	28.76		
น้ำหนักน้ำ(กรัม)		1.566	1.383		
น้ำหนักดินแห้ง(กรัม)		2.858	4.069		
ปริมาณความชื้นในธรรมชาติ(Water content, %)		54.794	33.989		
ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		44.391			

คำนวณจากปริมารความชื้น(Water Content)

W = [(w1-w2) / (W2-W0)] × 100

W0 =น้ำหนักภาชนะบรรจุ

W1 =น้ำหนักภาชนะบรรจุบวกกับดินที่มีความชื้น

W2 =น้ำหนักภาชนะบรรจุบวกกับดินที่อบแห้งแล้ว

สามารถหาค่า Liquid Limit ได้จากสมการ

$W_L = W_n (N/25)^{0.121}$

เมื่อ W_L = Liquid Limit

Wn = ปริมาณคามชื้นของดิน (Water Content) ของดินเมื่อใช้ N Blows

N = จำนวนครั้งที่เคาะ

Liquid Index

$I_L = (W_n - W_P) / (W_L - W_P)$

Wn = ปริมาณความชื้นตามธรรมชาติ

W_P = ปริมาณความชื้นที่ Plastic Limit

W_L = ปริมาณความชื้นที่ Liquidity Limit

Atterberg Indexes

Plasticity Index (I_P) = Liquidity Limit - Plastic Limit

$(W_L - W_P)$

Flow Index (If) = ความชันของ Flow Curve

$= (W_1 - W_2) / \log (N_2 / N_1)$

เมื่อ W1 = ความชื้นบน Flow Curve ที่มีค่ามาก

W2 = ความชื้นบน Flow Curve ที่มีค่าน้อย

N1 = จำนวนการเคาะ ณ จุดที่ความชื้นบน Flow Curve ที่มีค่ามาก

N2 = จำนวนการเคาะ ณ จุดที่ความชื้นบน Flow Curve ที่มีค่าน้อย

ภาคผนวก ง

การหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน
(Specific Gravity of Soil Solids)

ตารางผนวกที่ ง.1 ผลการทดลองการหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน#1

	การทดลองที่ 4 การหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน (Specific Gravity of Soil Solids) ชื่อผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจ็ค วันที่ทำการทดลอง 11 พฤษภาคม 2557 โครงการ การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดิน ในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์) ที่ตั้ง จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุมเจาะ หลุมข้างหลุม 1 ความลึก No Detail ลักษณะของตัวอย่างดิน ดินมีเศษหินปน สีน้ำตาลเข้มปนดำ	
หมายเหตุ fl. คือ Volumetric flask หรือเรียกว่า Pycnometer	การทดสอบครั้งที่ 1	การทดสอบครั้งที่ 2
วิธีการกำจัดฟองอากาศ	Vacuum Pump	Vacuum Pump
มวลของ(fl. + น้ำ+ดิน) = M_{bws} (g.)	660	659.6
อุณหภูมิ , ^{o}C	35	40
น้ำหนักของ(fl. + น้ำ) = M_{bw} (g.)	647.3	646.4
Dish No.	1/1	1/2
น้ำหนักของ (Dish+ดินแห้ง) (g.)	125.9	126.5
น้ำหนักของ Dish(g.)	106.2	106.5
น้ำหนักของดินแห้ง = M_s(g.)	19.7	20
Mw= $M_s+M_{bw}-M_{bws}$	7	6.8
$\alpha = \frac{\rho_T}{\rho_{20^oC}}$	0.9959	0.9939
Gs =α M_s/M_w	2.80	2.92
Average Specific Gravity	2.86	

ตารางผนวกที่ ง.2 ผลการทดลองการหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน#2

	การทดลองที่ 4 การหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน (Specific Gravity of Soil Solids) ชื่อผู้ทำการทดลอง นิสิตโปรเจ็ค วันที่ทำการทดลอง 13 พฤษภาคม 2557 โครงการ การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดิน ในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์) ที่ตั้ง จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุมเจาะ หลุมข้างหลุม 2 ความลึก No Detail ลักษณะของตัวอย่างดิน ดินมีเศษหินปน สีน้ำตาลเข้มปนดำ	
หมายเหตุ fl. คือ Volumetric flask หรือเรียกว่า Pycnometer	การทดสอบครั้งที่ 1	การทดสอบครั้งที่ 2
วิธีการกำจัดฟองอากาศ	Vacuum Pump	Vacuum Pump
มวลของ(fl. + น้ำ+ดิน) = M_{bws} (g.)	660.2	659.6
อุณหภูมิ , ^{o}C	35	38
น้ำหนักของ(fl. + น้ำ) = M_{bw} (g.)	647.3	646.6
Dish No.	1/1	1/2
น้ำหนักของ (Dish+ดินแห้ง) (g.)	125.3	122.5
น้ำหนักของ Dish(g.)	105.5	102.6
น้ำหนักของดินแห้ง = M_s(g.)	19.8	19.9
Mw= $M_s+M_{bw}-M_{bws}$	6.9	6.9
$\alpha = \frac{\rho_T}{\rho_{20^oC}}$	0.9959	0.9948
Gs =α M_s/M_w	2.86	2.87
Average Specific Gravity	2.86	

โดยทั่วไปค่าความถ่วงจำเพาะของดินจะมีค่าอยู่ในช่วง 2.6 - 2.8 ถ้าต่ำกว่านี้ก็อาจจะเป็นพวกอินทรีย์สารหรือพวกธาตุเบาต่างๆปะปนอยู่และถ้าค่าสูงกว่านี้ก็อาจจะมีธาตุหนักปะปนอยู่ สำหรับค่าความถ่วงจำเพาะโดยทั่วไปของดินชนิดต่างๆดังแสดงในตารางดังนี้

ตารางผนวกที่ ง.3 ค่าความถ่วงจำเพาะของดินชนิดต่างๆ

ชนิดของดิน	ค่าความถ่วงจำเพาะของดิน,Gs
Sand	2.65 - 2.67
Silt Sand	2.67 - 2.70
Inorganic Clay	2.70 - 2.80
Soil with Mica or Iron	2.75 - 3.00
Organic Soil	1.00 - 2.60

ตารางผนวกที่ ง.4 แสดงค่าตัวแปรปรับแก้ , K

อุณหภูมิ °C	ความหนาแน่นของน้ำ,กรัม/ซม^3	ค่าตัวแปรปรับแก้ , K
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99732	0.9991
25	0.99707	0.9989
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977

ซึ่งคำนวรได้จากสมการดังนี้

$$Gs = \frac{W_S K}{W_S + W_{FW} - W_{FWS}}$$

Gs= ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินที่อุณหภูมิน้ำ 20°C

W_s=น้ำหนักของตัวอย่างดินที่อบแห้ง

W_{FW}=น้ำหนักของ Volumetric + Flask + น้ำ ที่อุณหภูมิหนึ่ง

W_{FWS}=น้ำหนักของ Volumetric + Flask + น้ำ + ดินแห้ง ที่อุณหภูมิเท่ากับ W_{FW}

K=เป็นค่าตัวปรับแก้เนื่องจากอุณหภูมิ

ภาคผนวก จ

การทดสอบแรงอัดแบบไม่จำกัด

Unconfined Compression Test

ตารางผนวกที่ จ.1 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 22%

	การทดลองที่ 12 การทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ (Unconfined Compression Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง : นิสิต Project วันที่ทำการทดลอง : 27/08/2557 โครงการ : การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์) หลุมเจาะ : หลุม 5 (พื้น) ความลึก : 7-9 22 % ของ 200 g ลักษณะของตัวอย่างดิน : ดินเหนียวปนทราย

1.ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง

เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ,cm.		3.56	พื้นที่หน้าตัด ,cm^2	9.97	ความสูง, Lo, cm	7.17	
ปริมาตร ,ซม.^{3}		71.50	น้ำหนัก,กรัม	148.90	Wet density, ρ_w	2.08	
Water content, %		21.35	Dry density, ρ_d	1.72	LRC*		
					Strain Rate		
Deformation dial reading (___mm____)	Load dial (__Div____) ในรูปหนึ่งหน่วย	ความสูงที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง , ΔL (__mm__)	ความเครียด ,ε, (Strain, ΔL/Lo) (___cm___)	Area CF 1-ε (__cm^2_)	พื้นที่หน้าตัดที่ปรับแก้ (__cm^2__)	น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนตัวอย่าง (__kg__)	ความเครียด (Stress), (N/ cm^2)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8
20	5	0.2	0.279	0.997	9.998	0.949	0.931
40	6.1	0.4	0.558	0.994	10.026	1.363	1.333
60	7	0.6	0.837	0.992	10.054	1.701	1.660
80	7.1	0.8	1.116	0.989	10.082	1.739	1.692
100	8.2	1	1.395	0.986	10.111	2.152	2.088
120	8.3	1.2	1.674	0.983	10.140	2.190	2.119

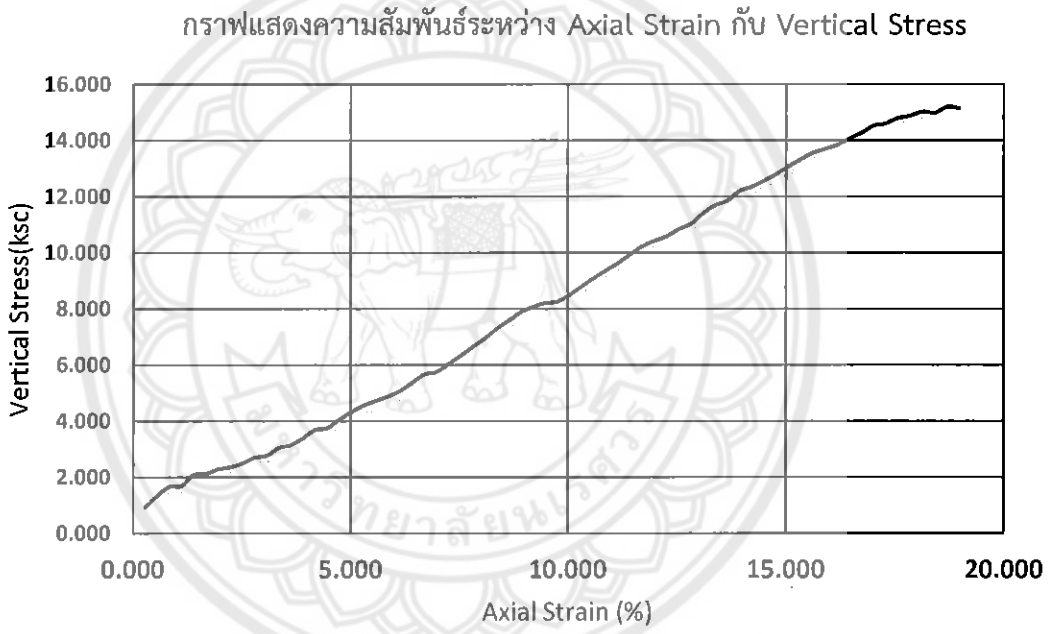
140	8.8	1.4	1.953	0.980	10.169	2.378	2.294
160	9	1.6	2.232	0.978	10.198	2.453	2.360
180	9.4	1.8	2.510	0.975	10.227	2.604	2.498
200	10	2	2.789	0.972	10.256	2.829	2.706
220	10.2	2.2	3.068	0.969	10.286	2.904	2.770
240	11	2.4	3.347	0.967	10.315	3.205	3.048
260	11.3	2.6	3.626	0.964	10.345	3.318	3.146
280	12	2.8	3.905	0.961	10.375	3.581	3.386
300	12.9	3	4.184	0.958	10.405	3.920	3.695
320	13.1	3.2	4.463	0.955	10.436	3.995	3.755
340	14	3.4	4.742	0.953	10.466	4.333	4.061
360	14.8	3.6	5.021	0.950	10.497	4.634	4.331
380	15.5	3.8	5.300	0.947	10.528	4.897	4.563
400	16	4	5.579	0.944	10.559	5.085	4.724
420	16.5	4.2	5.858	0.941	10.590	5.273	4.885
440	17.1	4.4	6.137	0.939	10.622	5.499	5.079
460	18	4.6	6.416	0.936	10.653	5.837	5.375
480	18.9	4.8	6.695	0.933	10.685	6.176	5.670
500	19.2	5	6.974	0.930	10.717	6.288	5.756
520	20.1	5.2	7.252	0.927	10.750	6.627	6.048
540	21	5.4	7.531	0.925	10.782	6.965	6.337

560	22	5.6	7.810	0.922	10.815	7.341	6.659
580	22.9	5.8	8.089	0.919	10.847	7.680	6.945
600	24	6	8.368	0.916	10.881	8.093	7.297
620	24.9	6.2	8.647	0.914	10.914	8.432	7.579
640	25.9	6.4	8.926	0.911	10.947	8.808	7.893
660	26.5	6.6	9.205	0.908	10.981	9.033	8.070
680	27	6.8	9.484	0.905	11.015	9.221	8.213
700	27.2	7	9.763	0.902	11.049	9.296	8.254
720	28	7.2	10.042	0.900	11.083	9.597	8.495
740	29	7.4	10.321	0.897	11.117	9.973	8.800
760	30	7.6	10.600	0.894	11.152	10.349	9.104
780	30.9	7.8	10.879	0.891	11.187	10.688	9.372
800	31.8	8	11.158	0.888	11.222	11.026	9.639
820	32.8	8.2	11.437	0.886	11.257	11.402	9.936
840	33.8	8.4	11.715	0.883	11.293	11.778	10.231
860	34.5	8.6	11.994	0.880	11.329	12.041	10.427
880	35.1	8.8	12.273	0.877	11.365	12.267	10.589
900	36	9	12.552	0.874	11.401	12.605	10.846
920	36.7	9.2	12.831	0.872	11.438	12.868	11.037
940	38	9.4	13.110	0.869	11.474	13.357	11.420
960	39	9.6	13.389	0.866	11.511	13.733	11.704

980	39.6	9.8	13.668	0.863	11.548	13.959	11.858
1000	40.8	10	13.947	0.861	11.586	14.410	12.201
1020	41.4	10.2	14.226	0.858	11.624	14.636	12.352
1040	42.2	10.4	14.505	0.855	11.661	14.936	12.565
1060	43.1	10.6	14.784	0.852	11.700	15.275	12.808
1080	44.1	10.8	15.063	0.849	11.738	15.651	13.080
1100	45	11	15.342	0.847	11.777	15.989	13.319
1120	45.9	11.2	15.621	0.844	11.816	16.328	13.556
1140	46.5	11.4	15.900	0.841	11.855	16.553	13.698
1160	47.1	11.6	16.179	0.838	11.894	16.779	13.839
1180	48	11.8	16.457	0.835	11.934	17.117	14.071
1200	48.8	12	16.736	0.833	11.974	17.418	14.270
1220	49.8	12.2	17.015	0.830	12.014	17.794	14.529
1240	50.2	12.4	17.294	0.827	12.055	17.944	14.603
1260	51	12.6	17.573	0.824	12.096	18.245	14.798
1280	51.4	12.8	17.852	0.821	12.137	18.396	14.869
1300	52.1	13	18.131	0.819	12.178	18.659	15.031
1320	52.1	13.2	18.410	0.816	12.220	18.659	14.979
1340	53	13.4	18.689	0.813	12.262	18.997	15.199
1360	53	13.6	18.968	0.810	12.304	18.997	15.147

ตารางผนวกที่ จ.2 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 22%

Unconfined Compression Test	
Unconfined Compressive Strength	15.199
Untrained Shear Strength	7.5995
Strain at Failure	18.689



รูปผนวกที่ จ.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress ลึก 4.02m,W 22%

ตารางผนวกที่ จ.3 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 24%

	การทดลองที่ 12 การทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ (Unconfined Compression Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง : นิสิต Project วันที่ทำการทดลอง : 27/08/2557 โครงการ : การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์) หลุมเจาะ : หลุม 5 (พื้น) ความลึก : 7-9 24 % ของ 200 g ลักษณะของตัวอย่างดิน : ดินเหนียวปนทราย

1.ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง

เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ,cm.		3.62	พื้นที่หน้าตัด ,cm^2	10.27	ความสูง, Lo, cm	7.15	
ปริมาตร ,ซม.^{3}		73.45	น้ำหนัก,กรัม	151.30	Wet density, ρ_w	2.06	
Water content, %		22.51	Dry density, ρ_d	1.68	LRC*		
					Strain Rate		
Deformation dial reading (___mm____)	Load dial (__Div____) ในรูปหนึ่งหน่วย	ความสูงที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง , ΔL (__mm__)	ความเครียด ,ε, (Strain, ΔL/Lo) (___cm___)	Area CF 1-ε (__cm^2_)	พื้นที่หน้าตัดที่ปรับแก้ (__cm^2__)	น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนตัวอย่าง (__kg__)	ความเครียด (Stress), (N/ cm^2)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8
20	4.5	0.2	0.280	0.997	10.299	0.761	0.725
40	5.5	0.4	0.559	0.994	10.328	1.137	1.080
60	6	0.6	0.839	0.992	10.357	1.325	1.255
80	6.8	0.8	1.119	0.989	10.386	1.626	1.536
100	8	1	1.399	0.986	10.416	2.077	1.956
120	8	1.2	1.678	0.983	10.445	2.077	1.951

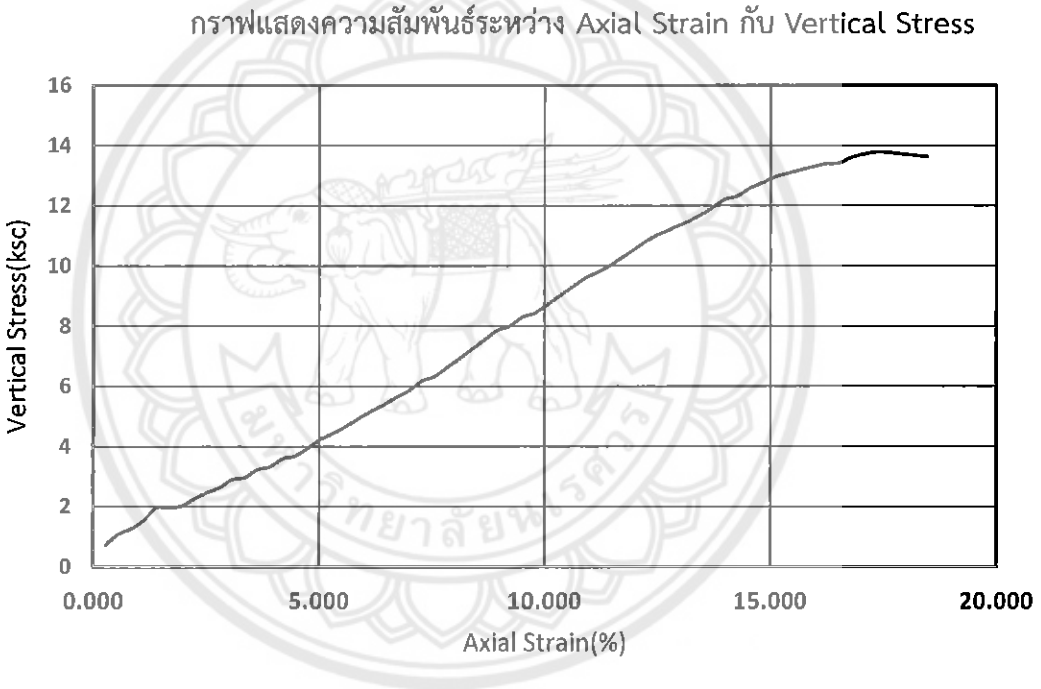
140	8.2	1.4	1.958	0.980	10.475	2.152	2.016
160	8.9	1.6	2.238	0.978	10.505	2.416	2.256
180	9.5	1.8	2.517	0.975	10.535	2.641	2.459
200	10	2	2.797	0.972	10.566	2.829	2.627
220	10.8	2.2	3.077	0.969	10.596	3.130	2.898
240	11	2.4	3.357	0.966	10.627	3.205	2.959
260	11.8	2.6	3.636	0.964	10.658	3.506	3.227
280	12.1	2.8	3.916	0.961	10.689	3.619	3.321
300	12.9	3	4.196	0.958	10.720	3.920	3.587
320	13.2	3.2	4.476	0.955	10.751	4.032	3.679
340	14	3.4	4.755	0.952	10.783	4.333	3.942
360	14.9	3.6	5.035	0.950	10.815	4.672	4.238
380	15.5	3.8	5.315	0.947	10.846	4.897	4.429
400	16.2	4	5.594	0.944	10.879	5.160	4.653
420	17	4.2	5.874	0.941	10.911	5.461	4.910
440	17.8	4.4	6.154	0.938	10.943	5.762	5.165
460	18.5	4.6	6.434	0.936	10.976	6.025	5.385
480	19.3	4.8	6.713	0.933	11.009	6.326	5.637
500	20	5	6.993	0.930	11.042	6.589	5.854
520	21	5.2	7.273	0.927	11.075	6.965	6.169
540	21.5	5.4	7.552	0.924	11.109	7.153	6.317

560	22.5	5.6	7.832	0.922	11.143	7.529	6.629
580	23.5	5.8	8.112	0.919	11.177	7.905	6.939
600	24.5	6	8.392	0.916	11.211	8.281	7.246
620	25.5	6.2	8.671	0.913	11.245	8.657	7.552
640	26.5	6.4	8.951	0.910	11.280	9.033	7.856
660	27	6.6	9.231	0.908	11.314	9.221	7.995
680	28	6.8	9.510	0.905	11.349	9.597	8.295
700	28.5	7	9.790	0.902	11.385	9.785	8.432
720	29.5	7.2	10.070	0.899	11.420	10.161	8.729
740	30.5	7.4	10.350	0.897	11.456	10.537	9.024
760	31.5	7.6	10.629	0.894	11.491	10.913	9.316
780	32.5	7.8	10.909	0.891	11.528	11.289	9.607
800	33.2	8	11.189	0.888	11.564	11.552	9.800
820	34	8.2	11.469	0.885	11.600	11.853	10.024
840	35	8.4	11.748	0.883	11.637	12.229	10.309
860	36	8.6	12.028	0.880	11.674	12.605	10.592
880	37	8.8	12.308	0.877	11.711	12.981	10.874
900	37.8	9	12.587	0.874	11.749	13.282	11.090
920	38.5	9.2	12.867	0.871	11.787	13.545	11.274
940	39.2	9.4	13.147	0.869	11.825	13.808	11.456
960	40	9.6	13.427	0.866	11.863	14.109	11.668

980	41	9.8	13.706	0.863	11.901	14.485	11.940
1000	42	10	13.986	0.860	11.940	14.861	12.210
1020	42.5	10.2	14.266	0.857	11.979	15.049	12.324
1040	43.5	10.4	14.545	0.855	12.018	15.425	12.591
1060	44.2	10.6	14.825	0.852	12.058	15.688	12.764
1080	45	10.8	15.105	0.849	12.097	15.989	12.966
1100	45.5	11	15.385	0.846	12.137	16.177	13.075
1120	46	11.2	15.664	0.843	12.178	16.365	13.184
1140	46.5	11.4	15.944	0.841	12.218	16.553	13.291
1160	47	11.6	16.224	0.838	12.259	16.741	13.397
1180	47.2	11.8	16.503	0.835	12.300	16.816	13.412
1200	48	12	16.783	0.832	12.341	17.117	13.606
1220	48.5	12.2	17.063	0.829	12.383	17.305	13.710
1240	48.9	12.4	17.343	0.827	12.425	17.456	13.782
1260	49	12.6	17.622	0.824	12.467	17.493	13.765
1280	49	12.8	17.902	0.821	12.509	17.493	13.718
1300	49	13	18.182	0.818	12.552	17.493	13.672
1320	49	13.2	18.462	0.815	12.595	17.493	13.625

ตารางผนวกที่ จ.4 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 24%

Unconfined Compression Test	
Unconfined Compressive Strength	13.782
Untrained Shear Strength	6.891
Strain at Failure	17.343



รูปผนวกที่ จ.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress ลึก 4.02m,W 24%

ตารางผนวกที่ จ.5 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 26%

	การทดลองที่ 12 การทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ (Unconfined Compression Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง : นิสิต Project วันที่ทำการทดลอง : 27/08/2557 โครงการ : การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์) หลุมเจาะ : หลุม 5 (พื้น) ความลึก : 7-9 26 % ของ 200 g ลักษณะของตัวอย่างดิน : ดินเหนียวปนทราย

1.ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง

เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ,cm.		3.72	พื้นที่หน้าตัด ,cm^2	10.89	ความสูง, Lo, cm	7.04	
ปริมาตร ,ซม.^{3}		76.65	น้ำหนัก,กรัม	144.10	Wet density, ρ_w	1.88	
Water content, %		24.76	Dry density, ρ_d	1.51	LRC*		
					Strain Rate		
Deformation dial reading (___mm____)	Load dial (__Div____) ในรูปหนึ่งหน่วย	ความสูงที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง , ΔL (__mm__)	ความเครียด ,ε, (Strain, ΔL/Lo) (___cm___)	Area CF 1-ε (__cm^2_)	พื้นที่หน้าตัดที่ปรับแก้ (__cm^2__)	น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนตัวอย่าง (__kg__)	ความเครียด (Stress), (N/ cm^2)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8
20	0.2	0.2	0.284	0.997	10.921	-0.856	-0.769
40	1	0.4	0.568	0.994	10.952	-0.555	-0.497
60	2.8	0.6	0.852	0.991	10.984	0.122	0.109
80	4.5	0.8	1.136	0.989	11.015	0.761	0.678
100	6	1	1.420	0.986	11.047	1.325	1.177
120	6.5	1.2	1.705	0.983	11.079	1.513	1.340

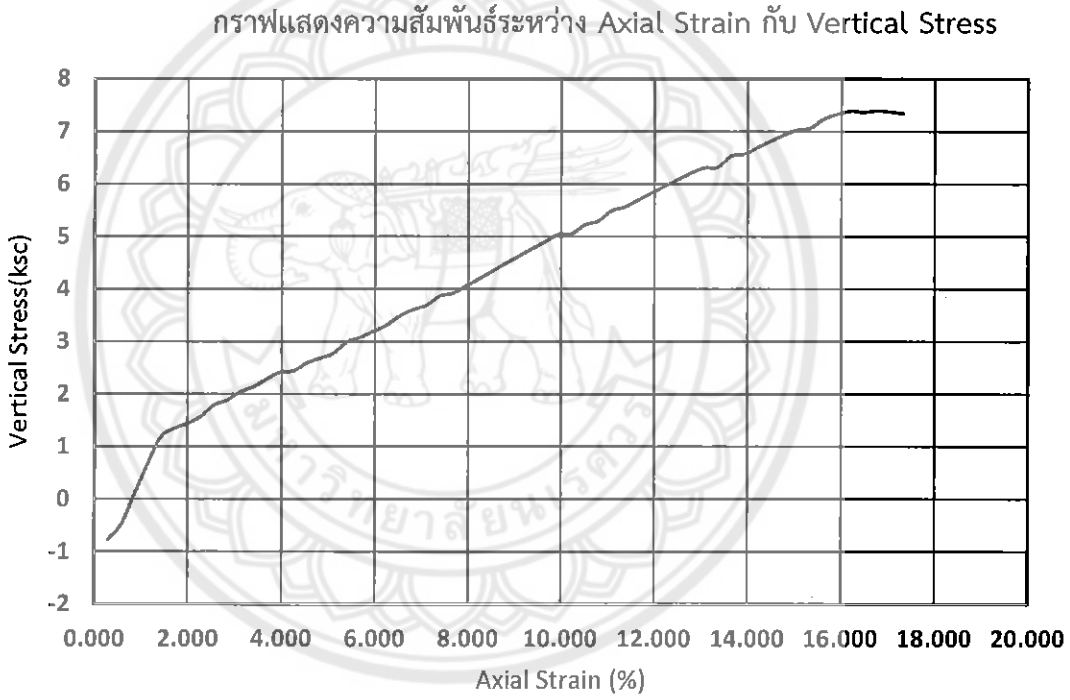
140	6.8	1.4	1.989	0.980	11.111	1.626	1.436
160	7.2	1.6	2.273	0.977	11.143	1.776	1.564
180	7.9	1.8	2.557	0.974	11.176	2.040	1.790
200	8.2	2	2.841	0.972	11.208	2.152	1.884
220	8.7	2.2	3.125	0.969	11.241	2.340	2.042
240	9	2.4	3.409	0.966	11.274	2.453	2.135
260	9.5	2.6	3.693	0.963	11.308	2.641	2.291
280	9.9	2.8	3.977	0.960	11.341	2.792	2.415
300	10	3	4.261	0.957	11.375	2.829	2.440
320	10.5	3.2	4.545	0.955	11.409	3.017	2.594
340	10.8	3.4	4.830	0.952	11.443	3.130	2.683
360	11.1	3.6	5.114	0.949	11.477	3.243	2.772
380	11.8	3.8	5.398	0.946	11.511	3.506	2.988
400	12.1	4	5.682	0.943	11.546	3.619	3.075
420	12.5	4.2	5.966	0.940	11.581	3.769	3.193
440	12.9	4.4	6.250	0.938	11.616	3.920	3.310
460	13.5	4.6	6.534	0.935	11.651	4.145	3.490
480	13.9	4.8	6.818	0.932	11.687	4.296	3.606
500	14.2	5	7.102	0.929	11.723	4.408	3.689
520	14.8	5.2	7.386	0.926	11.759	4.634	3.866
540	15	5.4	7.670	0.923	11.795	4.709	3.917

560	15.5	5.6	7.955	0.920	11.831	4.897	4.061
580	16	5.8	8.239	0.918	11.868	5.085	4.203
600	16.5	6	8.523	0.915	11.905	5.273	4.345
620	17	6.2	8.807	0.912	11.942	5.461	4.486
640	17.5	6.4	9.091	0.909	11.979	5.649	4.626
660	18	6.6	9.375	0.906	12.017	5.837	4.765
680	18.5	6.8	9.659	0.903	12.054	6.025	4.903
700	19	7	9.943	0.901	12.092	6.213	5.040
720	19.1	7.2	10.227	0.898	12.131	6.251	5.055
740	19.7	7.4	10.511	0.895	12.169	6.476	5.221
760	20	7.6	10.795	0.892	12.208	6.589	5.295
780	20.7	7.8	11.080	0.889	12.247	6.852	5.489
800	21	8	11.364	0.886	12.286	6.965	5.561
820	21.5	8.2	11.648	0.884	12.326	7.153	5.693
840	22	8.4	11.932	0.881	12.365	7.341	5.824
860	22.5	8.6	12.216	0.878	12.405	7.529	5.954
880	23	8.8	12.500	0.875	12.446	7.717	6.083
900	23.5	9	12.784	0.872	12.486	7.905	6.211
920	23.9	9.2	13.068	0.869	12.527	8.056	6.308
940	24	9.4	13.352	0.866	12.568	8.093	6.317
960	24.8	9.6	13.636	0.864	12.609	8.394	6.530

980	25	9.8	13.920	0.861	12.651	8.469	6.567
1000	25.5	10	14.205	0.858	12.693	8.657	6.691
1020	26	10.2	14.489	0.855	12.735	8.845	6.814
1040	26.5	10.4	14.773	0.852	12.778	9.033	6.935
1060	26.9	10.6	15.057	0.849	12.820	9.184	7.027
1080	27.1	10.8	15.341	0.847	12.863	9.259	7.061
1100	27.8	11	15.625	0.844	12.907	9.522	7.237
1120	28.2	11.2	15.909	0.841	12.950	9.672	7.327
1140	28.5	11.4	16.193	0.838	12.994	9.785	7.387
1160	28.5	11.6	16.477	0.835	13.038	9.785	7.362
1180	28.7	11.8	16.761	0.832	13.083	9.860	7.394
1200	28.7	12	17.045	0.830	13.128	9.860	7.368
1220	28.7	12.2	17.330	0.827	13.173	9.860	7.343

ตารางผนวกที่ จ.6 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 26%

Unconfined Compression Test	
Unconfined Compressive Strength	7.394
Undrained Shear Strength	3.697
Strain at Failure	16.761



รูปผนวกที่ จ.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress ลึก 4.02m,W 26%

ตารางผนวกที่ จ.7 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 28%

การทดลองที่ 12 การทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ
(Unconfined Compression Test)

ชื่อผู้ทำการทดลอง : นิสิต Project

วันที่ทำการทดลอง : 27/08/2557

โครงการ : การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์)

หลุมเจาะ : หลุม 5 (พื้น) ความลึก : 7-9 28 % ของ 200 g

ลักษณะของตัวอย่างดิน : ดินเหนียวปนทราย

1.ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง

เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ,cm.		3.70	พื้นที่หน้าตัด ,cm^2	10.73	ความสูง, Lo, cm	7.2	
ปริมาตร ,ซม.^{3}		77.28	น้ำหนัก,กรัม	136.90	Wet density, ρ_w	1.77	
Water content, %		28.30	Dry density, ρ_d	1.38	LRC*		
					Strain Rate		
Deformation dial reading (___mm____)	Load dial (__Div____) ในรูปหนึ่งหน่วย	ความสูงที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง , ΔL (__mm__)	ความเครียด ,ε, (Strain, ΔL/Lo) (___cm___)	Area CF 1-ε (__cm^2_)	พื้นที่หน้าตัดที่ปรับแก้ (__cm^2__)	น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนตัวอย่าง (__kg__)	ความเครียด (Stress), (N/ cm^2)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8
20	1.5	0.2	0.278	0.997	10.760	-0.367	-0.334
40	1.8	0.4	0.556	0.994	10.790	-0.254	-0.231
60	2	0.6	0.833	0.992	10.820	-0.179	-0.162
80	2	0.8	1.111	0.989	10.851	-0.179	-0.162
100	2	1	1.389	0.986	10.881	-0.179	-0.161
120	2.1	1.2	1.667	0.983	10.912	-0.141	-0.127

140	2.1	1.4	1.944	0.981	10.943	-0.141	-0.127
160	2.1	1.6	2.222	0.978	10.974	-0.141	-0.126
180	2.1	1.8	2.500	0.975	11.005	-0.141	-0.126
200	2.1	2	2.778	0.972	11.037	-0.141	-0.126
220	2.5	2.2	3.056	0.969	11.068	0.009	0.008
240	2.8	2.4	3.333	0.967	11.100	0.122	0.108
260	2.9	2.6	3.611	0.964	11.132	0.160	0.141
280	3	2.8	3.889	0.961	11.164	0.197	0.173
300	3	3	4.167	0.958	11.197	0.197	0.173
320	3.1	3.2	4.444	0.956	11.229	0.235	0.205
340	3.1	3.4	4.722	0.953	11.262	0.235	0.205
360	3.4	3.6	5.000	0.950	11.295	0.348	0.302
380	3.7	3.8	5.278	0.947	11.328	0.460	0.399
400	3.7	4	5.556	0.944	11.361	0.460	0.398
420	3.8	4.2	5.833	0.942	11.395	0.498	0.429
440	3.9	4.4	6.111	0.939	11.428	0.536	0.460
460	4	4.6	6.389	0.936	11.462	0.573	0.491
480	4	4.8	6.667	0.933	11.496	0.573	0.489
500	4.1	5	6.944	0.931	11.531	0.611	0.520
520	4.2	5.2	7.222	0.928	11.565	0.648	0.550
540	4.3	5.4	7.500	0.925	11.600	0.686	0.580

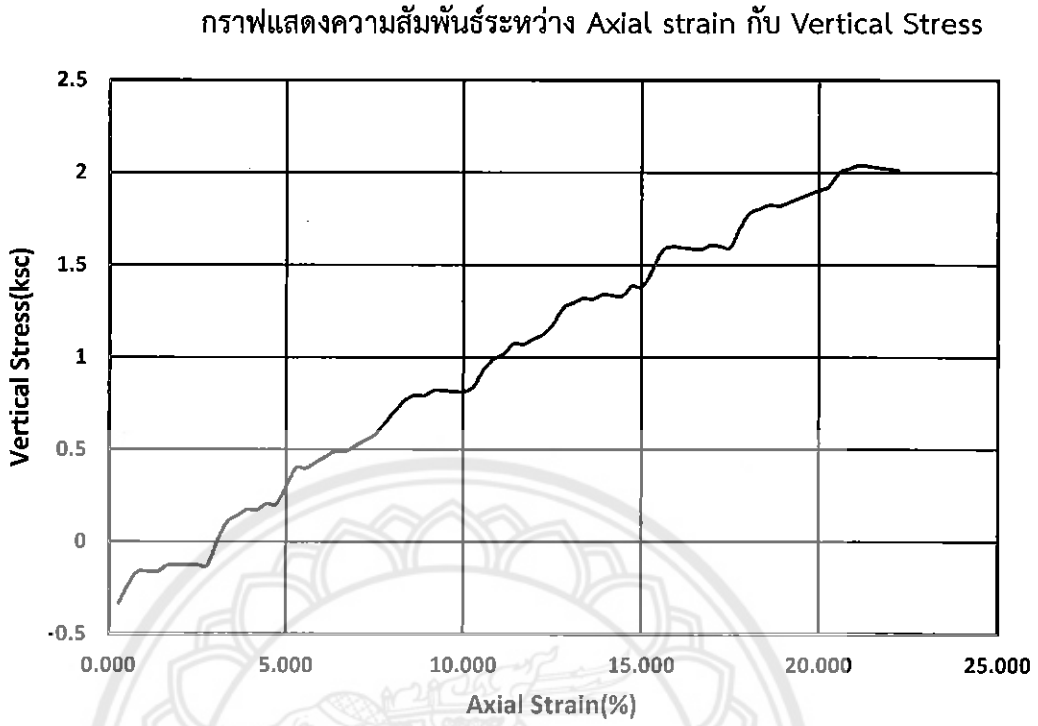
560	4.5	5.6	7.778	0.922	11.635	0.761	0.642
580	4.7	5.8	8.056	0.919	11.670	0.836	0.703
600	4.9	6	8.333	0.917	11.705	0.912	0.764
620	5	6.2	8.611	0.914	11.741	0.949	0.793
640	5	6.4	8.889	0.911	11.777	0.949	0.791
660	5.1	6.6	9.167	0.908	11.813	0.987	0.819
680	5.1	6.8	9.444	0.906	11.849	0.987	0.817
700	5.1	7	9.722	0.903	11.886	0.987	0.814
720	5.1	7.2	10.000	0.900	11.922	0.987	0.812
740	5.2	7.4	10.278	0.897	11.959	1.024	0.840
760	5.5	7.6	10.556	0.894	11.996	1.137	0.930
780	5.7	7.8	10.833	0.892	12.034	1.212	0.988
800	5.8	8	11.111	0.889	12.071	1.250	1.016
820	6	8.2	11.389	0.886	12.109	1.325	1.074
840	6	8.4	11.667	0.883	12.147	1.325	1.070
860	6.1	8.6	11.944	0.881	12.185	1.363	1.097
880	6.2	8.8	12.222	0.878	12.224	1.400	1.124
900	6.4	9	12.500	0.875	12.263	1.476	1.180
920	6.7	9.2	12.778	0.872	12.302	1.588	1.267
940	6.8	9.4	13.056	0.869	12.341	1.626	1.293
960	6.9	9.6	13.333	0.867	12.381	1.664	1.318

980	6.9	9.8	13.611	0.864	12.421	1.664	1.314
1000	7	10	13.889	0.861	12.461	1.701	1.339
1020	7	10.2	14.167	0.858	12.501	1.701	1.335
1040	7	10.4	14.444	0.856	12.542	1.701	1.331
1060	7.2	10.6	14.722	0.853	12.582	1.776	1.385
1080	7.2	10.8	15.000	0.850	12.624	1.776	1.380
1100	7.5	11	15.278	0.847	12.665	1.889	1.463
1120	7.9	11.2	15.556	0.844	12.707	2.040	1.575
1140	8	11.4	15.833	0.842	12.749	2.077	1.598
1160	8	11.6	16.111	0.839	12.791	2.077	1.593
1180	8	11.8	16.389	0.836	12.833	2.077	1.588
1200	8	12	16.667	0.833	12.876	2.077	1.583
1220	8.1	12.2	16.944	0.831	12.919	2.115	1.606
1240	8.1	12.4	17.222	0.828	12.962	2.115	1.600
1260	8.1	12.6	17.500	0.825	13.006	2.115	1.595
1280	8.5	12.8	17.778	0.822	13.050	2.265	1.703
1300	8.8	13	18.056	0.819	13.094	2.378	1.782
1320	8.9	13.2	18.333	0.817	13.139	2.416	1.804
1340	9	13.4	18.611	0.814	13.184	2.453	1.825
1360	9	13.6	18.889	0.811	13.229	2.453	1.819
1380	9.1	13.8	19.167	0.808	13.274	2.4908	1.841

1400	9.2	14	19.444	0.806	13.320	2.5284	1.862
1420	9.3	14.2	19.722	0.803	13.366	2.566	1.883
1440	9.4	14.4	20.000	0.800	13.413	2.6036	1.904
1460	9.5	14.6	20.278	0.797	13.459	2.6412	1.925
1480	9.8	14.8	20.556	0.794	13.506	2.754	2.000
1500	9.9	15	20.833	0.792	13.554	2.7916	2.021
1520	10	15.2	21.111	0.789	13.601	2.8292	2.041
1540	10	15.4	21.389	0.786	13.649	2.8292	2.033
1560	10	15.6	21.667	0.783	13.698	2.8292	2.026
1580	10	15.8	21.944	0.781	13.747	2.8292	2.019
1600	10	16	22.222	0.778	13.796	2.8292	2.012

ตารางผนวกที่ จ.8 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.02m,W 28%

Unconfined Compression Test	
Unconfined Compressive Strength	2.041
Undrained Shear Strength	1.0205
Strain at Failure	21.111



รูปผนวกที่ จ.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress **ลึก** 4.02m,W 28%

ตารางผนวกที่ จ.9 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.46m,W 20%

	การทดลองที่ 12 การทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ (Unconfined Compression Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง : นิสิต Project วันที่ทำการทดลอง : 27/08/2557 โครงการ : การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์) หลุมเจาะ : หลุม 5 (พื้น) ความลึก : 1-3 20 % ของ 200 g ลักษณะของตัวอย่างดิน : ดินเหนียวปนทราย

1.ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง

เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ,cm.		3.58	พื้นที่หน้าตัด ,cm^2	10.05	ความสูง, Lo, cm	7.2	
ปริมาตร ,ซม.^{3}		72.34	น้ำหนัก,กรัม	146.10	Wet density, ρ_w	2.02	
Water content, %		19.36	Dry density, ρ_d	1.69	LRC*		
					Strain Rate		
Deformation dial reading (__mm__)	Load dial (__Div__) ในรูปหนึ่งหน่วย	ความสูงที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง , ΔL (__mm__)	ความเครียด ,ε, (Strain, ΔL/Lo) (__cm__)	Area CF 1-ε (__cm^2__)	พื้นที่หน้าตัดที่ปรับแก้ (__cm^2__)	น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนตัวอย่าง (__kg__)	ความเครียด (Stress), (N/ cm^2)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8
20	4	0.2	0.278	0.997	10.078	0.573	0.558
40	5	0.4	0.556	0.994	10.106	0.949	0.921
60	5	0.6	0.833	0.992	10.134	0.949	0.919
80	5	0.8	1.111	0.989	10.163	0.949	0.916
100	6	1	1.389	0.986	10.192	1.325	1.276
120	6.5	1.2	1.667	0.983	10.220	1.513	1.452

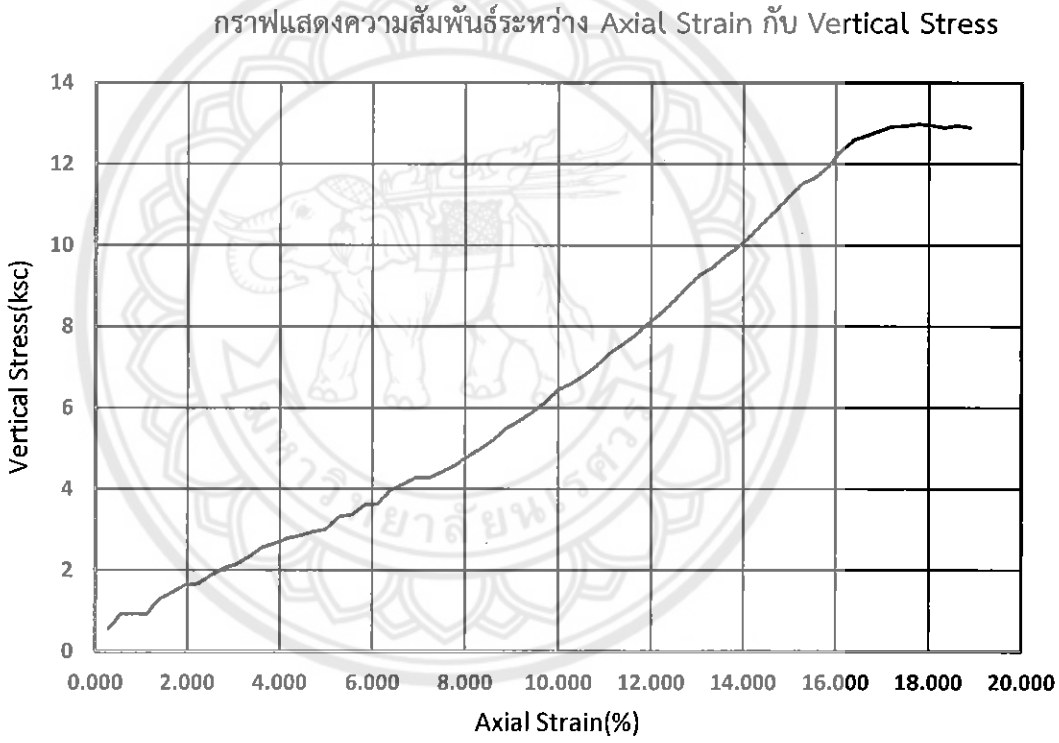
140	7	1.4	1.944	0.981	10.249	1.701	1.628
160	7.12	1.6	2.222	0.978	10.278	1.746	1.667
180	7.7	1.8	2.500	0.975	10.308	1.964	1.870
200	8.2	2	2.778	0.972	10.337	2.152	2.043
220	8.5	2.2	3.056	0.969	10.367	2.265	2.144
240	9	2.4	3.333	0.967	10.397	2.453	2.315
260	9.7	2.6	3.611	0.964	10.427	2.716	2.556
280	10	2.8	3.889	0.961	10.457	2.829	2.654
300	10.4	3	4.167	0.958	10.487	2.980	2.787
320	10.6	3.2	4.444	0.956	10.517	3.055	2.849
340	10.9	3.4	4.722	0.953	10.548	3.168	2.946
360	11.1	3.6	5.000	0.950	10.579	3.243	3.007
380	12	3.8	5.278	0.947	10.610	3.581	3.311
400	12.2	4	5.556	0.944	10.641	3.656	3.371
420	12.9	4.2	5.833	0.942	10.673	3.920	3.603
440	13	4.4	6.111	0.939	10.704	3.957	3.627
460	14	4.6	6.389	0.936	10.736	4.333	3.959
480	14.5	4.8	6.667	0.933	10.768	4.521	4.119
500	15	5	6.944	0.931	10.800	4.709	4.278
520	15	5.2	7.222	0.928	10.832	4.709	4.265
540	15.5	5.4	7.500	0.925	10.865	4.897	4.422

560	16	5.6	7.778	0.922	10.898	5.085	4.578
580	16.7	5.8	8.056	0.919	10.931	5.348	4.800
600	17.3	6	8.333	0.917	10.964	5.574	4.987
620	18	6.2	8.611	0.914	10.997	5.837	5.207
640	18.9	6.4	8.889	0.911	11.030	6.176	5.492
660	19.5	6.6	9.167	0.908	11.064	6.401	5.676
680	20.2	6.8	9.444	0.906	11.098	6.664	5.891
700	21	7	9.722	0.903	11.132	6.965	6.138
720	22	7.2	10.000	0.900	11.167	7.341	6.449
740	22.5	7.4	10.278	0.897	11.201	7.529	6.594
760	23.2	7.6	10.556	0.894	11.236	7.792	6.803
780	24	7.8	10.833	0.892	11.271	8.093	7.044
800	25	8	11.111	0.889	11.306	8.469	7.348
820	25.7	8.2	11.389	0.886	11.342	8.732	7.553
840	26.5	8.4	11.667	0.883	11.377	9.033	7.789
860	27.5	8.6	11.944	0.881	11.413	9.409	8.087
880	28.4	8.8	12.222	0.878	11.449	9.748	8.352
900	29.4	9	12.500	0.875	11.486	10.124	8.647
920	30.5	9.2	12.778	0.872	11.522	10.537	8.971
940	31.5	9.4	13.056	0.869	11.559	10.913	9.262
960	32.2	9.6	13.333	0.867	11.596	11.176	9.455

980	33.2	9.8	13.611	0.864	11.633	11.552	9.742
1000	34	10	13.889	0.861	11.671	11.853	9.963
1020	35	10.2	14.167	0.858	11.709	12.229	10.246
1040	36.1	10.4	14.444	0.856	11.747	12.643	10.558
1060	37.2	10.6	14.722	0.853	11.785	13.056	10.868
1080	38.4	10.8	15.000	0.850	11.824	13.508	11.207
1100	39.5	11	15.278	0.847	11.862	13.921	11.513
1120	40.1	11.2	15.556	0.844	11.901	14.147	11.661
1140	41.1	11.4	15.833	0.842	11.941	14.523	11.931
1160	42.5	11.6	16.111	0.839	11.980	15.049	12.323
1180	43.5	11.8	16.389	0.836	12.020	15.425	12.589
1200	44	12	16.667	0.833	12.060	15.613	12.700
1220	44.5	12.2	16.944	0.831	12.100	15.801	12.810
1240	45	12.4	17.222	0.828	12.141	15.989	12.919
1260	45.2	12.6	17.500	0.825	12.182	16.064	12.937
1280	45.5	12.8	17.778	0.822	12.223	16.177	12.984
1300	45.5	13	18.056	0.819	12.264	16.177	12.940
1320	45.5	13.2	18.333	0.817	12.306	16.177	12.896
1340	45.8	13.4	18.611	0.814	12.348	16.290	12.942
1360	45.8	13.6	18.889	0.811	12.390	16.290	12.897

ตารางผนวกที่ จ.10 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.46m,W 20%

Unconfined Compression Test	
Unconfined Compressive Strength	12.984
Untrained Shear Strength	6.492
Strain at Failure	17.778



รูปผนวกที่ จ.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress ลึก 3.46m,W 20%

ตารางผนวกที่ จ.11 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.46m,W 22%

	การทดลองที่ 12 การทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ (Unconfined Compression Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง : นิสิต Project วันที่ทำการทดลอง : 27/08/2557 โครงการ : การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์) หลุมเจาะ : หลุม 5 (พื้น) ความลึก : 1-3 22 % ของ 200 g ลักษณะของตัวอย่างดิน : ดินเหนียวปนทราย

1.ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง

เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ,cm.		3.65	พื้นที่หน้าตัด ,cm^2	10.44	ความสูง, Lo, cm	7.05	
ปริมาตร ,ซม.^{3}		73.63	น้ำหนัก,กรัม	140.60	Wet density, ρ_w	1.91	
Water content, %		24.10	Dry density, ρ_d	1.54	LRC*		
					Strain Rate		
Deformation dial reading (___mm____)	Load dial (__Div____) ในรูปหนึ่งหน่วย	ความสูงที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง , ΔL (__mm__)	ความเครียด ,ε, (Strain, ΔL/Lo) (___cm___)	Area CF 1-ε (__cm^2_)	พื้นที่หน้าตัดที่ปรับแก้ (__cm^2__)	น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนตัวอย่าง (__kg__)	ความเครียด (Stress), (N/ cm^2)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8
20	2.5	0.2	0.284	0.997	10.470	0.009	0.009
40	3	0.4	0.567	0.994	10.500	0.197	0.184
60	3.2	0.6	0.851	0.991	10.530	0.272	0.254
80	3.5	0.8	1.135	0.989	10.560	0.385	0.358
100	3.6	1	1.418	0.986	10.590	0.423	0.392
120	3.6	1.2	1.702	0.983	10.621	0.423	0.391

140	3.6	1.4	1.986	0.980	10.652	0.423	0.389
160	3.9	1.6	2.270	0.977	10.682	0.536	0.492
180	4	1.8	2.553	0.974	10.714	0.573	0.525
200	4.1	2	2.837	0.972	10.745	0.611	0.558
220	4.1	2.2	3.121	0.969	10.776	0.611	0.556
240	4.2	2.4	3.404	0.966	10.808	0.648	0.589
260	4.5	2.6	3.688	0.963	10.840	0.761	0.689
280	4.8	2.8	3.972	0.960	10.872	0.874	0.789
300	5	3	4.255	0.957	10.904	0.949	0.854
320	5.1	3.2	4.539	0.955	10.936	0.987	0.885
340	5.1	3.4	4.823	0.952	10.969	0.987	0.883
360	5.4	3.6	5.106	0.949	11.002	1.100	0.980
380	5.6	3.8	5.390	0.946	11.035	1.175	1.044
400	6	4	5.674	0.943	11.068	1.325	1.175
420	6.2	4.2	5.957	0.940	11.101	1.400	1.237
440	6.5	4.4	6.241	0.938	11.135	1.513	1.333
460	7	4.6	6.525	0.935	11.169	1.701	1.494
480	7.2	4.8	6.809	0.932	11.203	1.776	1.556
500	7.5	5	7.092	0.929	11.237	1.889	1.649
520	7.9	5.2	7.376	0.926	11.271	2.040	1.775
540	8	5.4	7.660	0.923	11.306	2.077	1.802

560	8.1	5.6	7.943	0.921	11.341	2.115	1.829
580	8.2	5.8	8.227	0.918	11.376	2.152	1.856
600	8.8	6	8.511	0.915	11.411	2.378	2.044
620	9.1	6.2	8.794	0.912	11.447	2.491	2.135
640	9.4	6.4	9.078	0.909	11.482	2.604	2.224
660	9.5	6.6	9.362	0.906	11.518	2.641	2.249
680	9.8	6.8	9.645	0.904	11.554	2.754	2.338
700	10	7	9.929	0.901	11.591	2.829	2.395
720	10.1	7.2	10.213	0.898	11.627	2.867	2.419
740	10.5	7.4	10.496	0.895	11.664	3.017	2.538
760	10.9	7.6	10.780	0.892	11.701	3.168	2.656
780	11	7.8	11.064	0.889	11.739	3.205	2.679
800	11.4	8	11.348	0.887	11.776	3.356	2.795
820	11.8	8.2	11.631	0.884	11.814	3.506	2.911
840	12	8.4	11.915	0.881	11.852	3.581	2.964
860	12.1	8.6	12.199	0.878	11.890	3.619	2.986
880	12.5	8.8	12.482	0.875	11.929	3.769	3.100
900	12.7	9	12.766	0.872	11.968	3.844	3.151
920	12.9	9.2	13.050	0.870	12.007	3.920	3.202
940	13.1	9.4	13.333	0.867	12.046	3.995	3.253
960	13.4	9.6	13.617	0.864	12.086	4.108	3.334

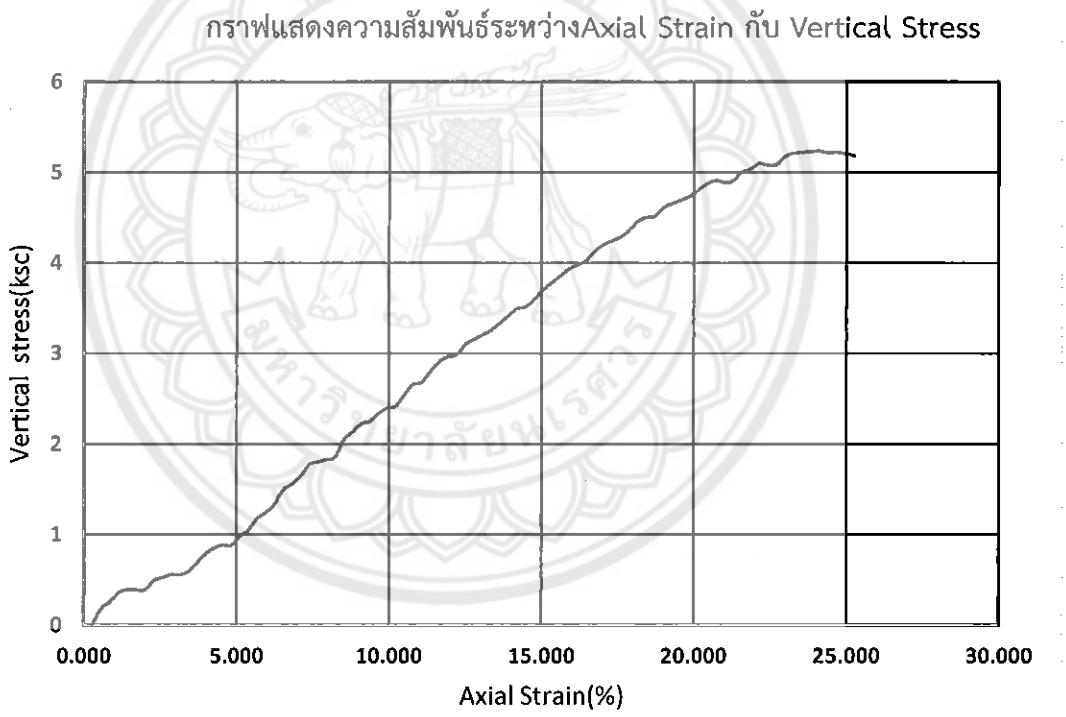
980	13.7	9.8	13.901	0.861	12.126	4.220	3.414
1000	14	10	14.184	0.858	12.166	4.333	3.494
1020	14.1	10.2	14.468	0.855	12.206	4.371	3.513
1040	14.4	10.4	14.752	0.852	12.247	4.484	3.592
1060	14.8	10.6	15.035	0.850	12.287	4.634	3.700
1080	15.1	10.8	15.319	0.847	12.329	4.747	3.777
1100	15.4	11	15.603	0.844	12.370	4.860	3.854
1120	15.7	11.2	15.887	0.841	12.412	4.972	3.930
1140	15.9	11.4	16.170	0.838	12.454	5.048	3.976
1160	16.1	11.6	16.454	0.835	12.496	5.123	4.022
1180	16.5	11.8	16.738	0.833	12.539	5.273	4.126
1200	16.8	12	17.021	0.830	12.582	5.386	4.200
1220	17	12.2	17.305	0.827	12.625	5.461	4.244
1240	17.2	12.4	17.589	0.824	12.668	5.536	4.287
1260	17.5	12.6	17.872	0.821	12.712	5.649	4.360
1280	17.9	12.8	18.156	0.818	12.756	5.800	4.460
1300	18.1	13	18.440	0.816	12.800	5.875	4.502
1320	18.2	13.2	18.723	0.813	12.845	5.912	4.515
1340	18.6	13.4	19.007	0.810	12.890	6.063	4.614
1360	18.8	13.6	19.291	0.807	12.935	6.138	4.655
1380	19	13.8	19.574	0.804	12.981	6.213	4.695

1400	19.2	14	19.858	0.801	13.027	6.288	4.736
1420	19.5	14.2	20.142	0.799	13.073	6.401	4.803
1440	19.8	14.4	20.426	0.796	13.120	6.514	4.871
1460	20	14.6	20.709	0.793	13.167	6.589	4.909
1480	20	14.8	20.993	0.790	13.214	6.589	4.892
1500	20.1	15	21.277	0.787	13.262	6.627	4.902
1520	20.5	15.2	21.560	0.784	13.310	6.777	4.995
1540	20.7	15.4	21.844	0.782	13.358	6.852	5.032
1560	21	15.6	22.128	0.779	13.407	6.965	5.097
1580	21	15.8	22.411	0.776	13.456	6.965	5.078
1600	21.1	16	22.695	0.773	13.505	7.003	5.087
1620	21.5	16.2	22.979	0.770	13.555	7.153	5.177
1640	21.7	16.4	23.262	0.767	13.605	7.228	5.212
1660	21.8	16.6	23.546	0.765	13.655	7.266	5.220
1680	21.9	16.8	23.830	0.762	13.706	7.304	5.227
1700	22	17	24.113	0.759	13.757	7.341	5.235
1720	22	17.2	24.397	0.756	13.809	7.341	5.215
1740	22.1	17.4	24.681	0.753	13.861	7.379	5.222
1760	22.1	17.6	24.965	0.750	13.913	7.379	5.203
1780	22.1	17.8	25.248	0.748	13.966	7.379	5.183

ตารางผนวกที่ จ.12 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.46m,W 22%

Unconfined Compression Test	
Unconfined Compressive Strength	5.235
Undrained Shear Strength	2.6175
Strain at Failure	24.113

หมายเหตุ : LRC = ตัวปรับแก้สำหรับบอกขนาดของ load cell ที่กระทำต่อตัวอย่าง



รูปผนวกที่ จ.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress ลึก 3.46m,W 22%

ตารางผนวกที่ จ.13 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.46m,W 24%

	การทดลองที่ 12 การทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ (Unconfined Compression Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง : นิสิต Project วันที่ทำการทดลอง : 27/08/2557 โครงการ : การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์) หลุมเจาะ : หลุม 5 (พื้น) ความลึก : 1-3 24 % ของ 200 g ลักษณะของตัวอย่างดิน : ดินเหนียวปนทราย

1.ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง

เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ,cm.		3.69	พื้นที่หน้าตัด ,cm^2	10.69	ความสูง, Lo, cm	7.15	
ปริมาตร ,ซม.^{3}		76.46	น้ำหนัก,กรัม	139.80	Wet density, ρ_w	1.83	
Water content, %		25.61	Dry density, ρ_d	1.46	LRC*		
					Strain Rate		
Deformation dial reading (___mm____)	Load dial (__Div____) ในรูปหนึ่งหน่วย	ความสูงที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง , ΔL (__mm__)	ความเครียด ,ε, (Strain, ΔL/Lo) (___cm___)	Area CF 1-ε (__cm^2__)	พื้นที่หน้าตัดที่ปรับแก้ (__cm^2__)	น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนตัวอย่าง (__kg__)	ความเครียด (Stress), (N/ cm^2)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8
20	3.1	0.2	0.280	0.997	10.720	0.235	0.215
40	4.8	0.4	0.559	0.994	10.750	0.874	0.798
60	5	0.6	0.839	0.992	10.780	0.949	0.864
80	5.1	0.8	1.119	0.989	10.811	0.987	0.895
100	5.8	1	1.399	0.986	10.842	1.250	1.131

120	5.5	1.2	1.678	0.983	10.872	1.137	1.026
140	5.5	1.4	1.958	0.980	10.903	1.137	1.023
160	5.8	1.6	2.238	0.978	10.935	1.250	1.121
180	6	1.8	2.517	0.975	10.966	1.325	1.185
200	6.1	2	2.797	0.972	10.998	1.363	1.216
220	6.1	2.2	3.077	0.969	11.029	1.363	1.212
240	6.2	2.4	3.357	0.966	11.061	1.400	1.242
260	6.5	2.6	3.636	0.964	11.093	1.513	1.338
280	6.7	2.8	3.916	0.961	11.126	1.588	1.401
300	6.9	3	4.196	0.958	11.158	1.664	1.463
320	6.9	3.2	4.476	0.955	11.191	1.664	1.458
340	6.9	3.4	4.755	0.952	11.224	1.664	1.454
360	7	3.6	5.035	0.950	11.257	1.701	1.483
380	7	3.8	5.315	0.947	11.290	1.701	1.478
400	7.1	4	5.594	0.944	11.323	1.739	1.506
420	7.3	4.2	5.874	0.941	11.357	1.814	1.567
440	7.5	4.4	6.154	0.938	11.391	1.889	1.627
460	7.8	4.6	6.434	0.936	11.425	2.002	1.719
480	8	4.8	6.713	0.933	11.459	2.077	1.778
500	8.1	5	6.993	0.930	11.494	2.115	1.805
520	8.2	5.2	7.273	0.927	11.528	2.152	1.832

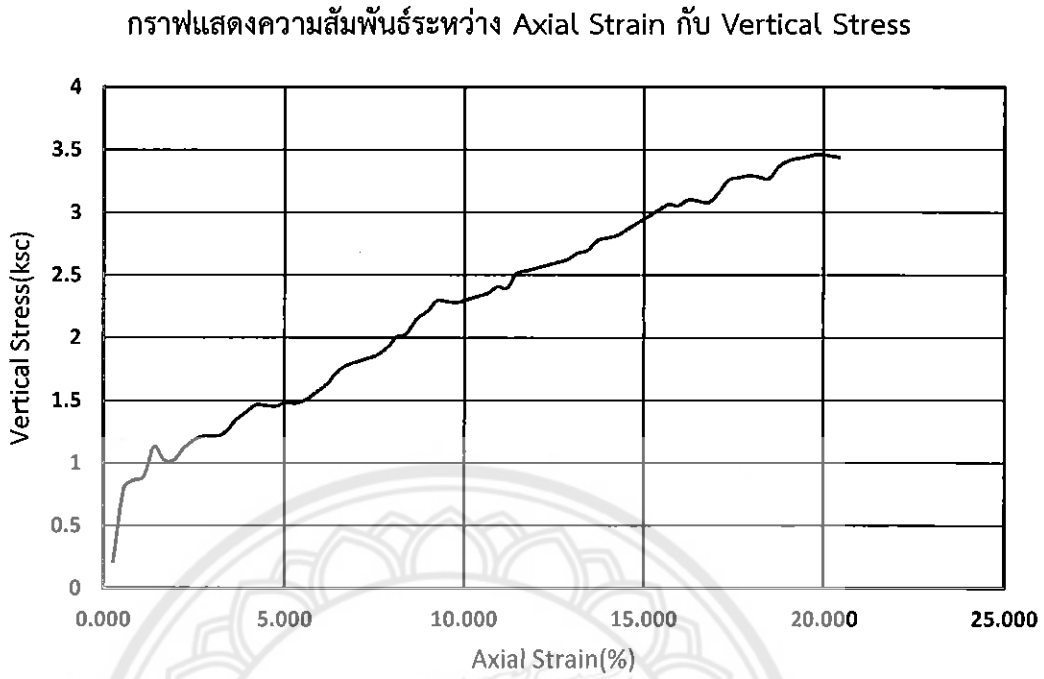
540	8.3	5.4	7.552	0.924	11.563	2.190	1.858
560	8.5	5.6	7.832	0.922	11.598	2.265	1.916
580	8.8	5.8	8.112	0.919	11.634	2.378	2.005
600	8.9	6	8.392	0.916	11.669	2.416	2.031
620	9.3	6.2	8.671	0.913	11.705	2.566	2.151
640	9.5	6.4	8.951	0.910	11.741	2.641	2.207
660	9.8	6.6	9.231	0.908	11.777	2.754	2.294
680	9.8	6.8	9.510	0.905	11.814	2.754	2.287
700	9.8	7	9.790	0.902	11.850	2.754	2.280
720	9.9	7.2	10.070	0.899	11.887	2.792	2.304
740	10	7.4	10.350	0.897	11.924	2.829	2.328
760	10.1	7.6	10.629	0.894	11.961	2.867	2.351
780	10.3	7.8	10.909	0.891	11.999	2.942	2.405
800	10.3	8	11.189	0.888	12.037	2.942	2.398
820	10.7	8.2	11.469	0.885	12.075	3.092	2.512
840	10.8	8.4	11.748	0.883	12.113	3.130	2.535
860	10.9	8.6	12.028	0.880	12.152	3.168	2.557
880	11	8.8	12.308	0.877	12.190	3.205	2.579
900	11.1	9	12.587	0.874	12.229	3.243	2.601
920	11.2	9.2	12.867	0.871	12.269	3.280	2.623
940	11.4	9.4	13.147	0.869	12.308	3.356	2.675

960	11.5	9.6	13.427	0.866	12.348	3.393	2.696
980	11.8	9.8	13.706	0.863	12.388	3.506	2.776
1000	11.9	10	13.986	0.860	12.428	3.544	2.797
1020	12	10.2	14.266	0.857	12.469	3.581	2.818
1040	12.2	10.4	14.545	0.855	12.510	3.656	2.867
1060	12.4	10.6	14.825	0.852	12.551	3.732	2.917
1080	12.6	10.8	15.105	0.849	12.592	3.807	2.966
1100	12.8	11	15.385	0.846	12.634	3.882	3.014
1120	13	11.2	15.664	0.843	12.676	3.957	3.063
1140	13	11.4	15.944	0.841	12.718	3.957	3.052
1160	13.2	11.6	16.224	0.838	12.760	4.032	3.100
1180	13.2	11.8	16.503	0.835	12.803	4.032	3.090
1200	13.2	12	16.783	0.832	12.846	4.032	3.079
1220	13.5	12.2	17.063	0.829	12.889	4.145	3.155
1240	13.9	12.4	17.343	0.827	12.933	4.296	3.258
1260	14	12.6	17.622	0.824	12.977	4.333	3.276
1280	14.1	12.8	17.902	0.821	13.021	4.371	3.293
1300	14.1	13	18.182	0.818	13.066	4.371	3.282
1320	14.1	13.2	18.462	0.815	13.110	4.371	3.271
1340	14.5	13.4	18.741	0.813	13.156	4.521	3.371
1360	14.7	13.6	19.021	0.810	13.201	4.596	3.416

1380	14.8	13.8	19.301	0.807	13.247	4.634	3.432
1400	14.9	14	19.580	0.804	13.293	4.672	3.448
1420	15	14.2	19.860	0.801	13.339	4.709	3.463
1440	15	14.4	20.140	0.799	13.386	4.709	3.451
1460	15	14.6	20.420	0.796	13.433	4.709	3.439

ตารางผนวกที่ จ.14 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.46m,W 24%

Unconfined Compression Test	
Unconfined Compressive Strength	3.463
Untrained Shear Strength	1.7315
Strain at Failure	19.86



รูปผนวกที่ จ.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress ลึก 3.46m,W 24%

ตารางผนวกที่ จ.15 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 18%

	การทดลองที่ 12 การทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ (Unconfined Compression Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง : นิสิต Project วันที่ทำการทดลอง : 27/08/2557 โครงการ : การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์) หลุมเจาะ : หลุม 5 (พื้น) ความลึก : 4-6 18 % ของ 200 g ลักษณะของตัวอย่างดิน : ดินเหนียวปนทราย

1.ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง

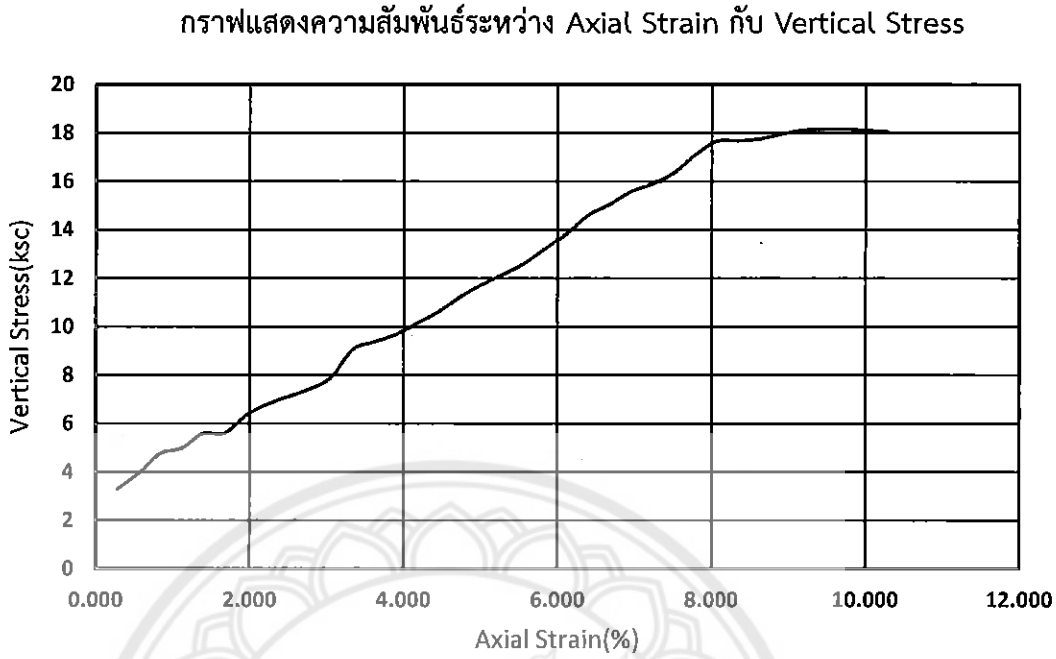
เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ,cm.		3.68	พื้นที่หน้าตัด ,cm^2	10.64	ความสูง, Lo, cm	7.19	
ปริมาตร ,ซม.^{3}		76.47	น้ำหนัก,กรัม	152.00	Wet density, ρ_w	1.99	
Water content, %		18.84	Dry density, ρ_d	1.67	LRC*		
					Strain Rate		
Deformation dial reading (__mm__)	Load dial (__Div__) ในรูปหนึ่งหน่วย	ความสูงที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง , ΔL (__mm__)	ความเครียด ,ε, (Strain, ΔL/Lo) (__cm__)	Area CF 1-ε (__cm^2__)	พื้นที่หน้าตัดที่ปรับแก้ (__cm^2__)	น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนตัวอย่าง (__kg__)	ความเครียด (Stress), (N/ cm^2)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8
20	12	0.2	0.278	0.997	10.670	3.581	3.293
40	13.9	0.4	0.556	0.994	10.700	4.296	3.938
60	16.3	0.6	0.834	0.992	10.730	5.198	4.753
80	17	0.8	1.113	0.989	10.760	5.461	4.979
100	18.8	1	1.391	0.986	10.790	6.138	5.580
120	18.9	1.2	1.669	0.983	10.821	6.176	5.599

140	21.1	1.4	1.947	0.981	10.851	7.003	6.331
160	22.5	1.6	2.225	0.978	10.882	7.529	6.787
180	23.5	1.8	2.503	0.975	10.913	7.905	7.106
200	24.5	2	2.782	0.972	10.944	8.281	7.423
220	26	2.2	3.060	0.969	10.976	8.845	7.906
240	29.5	2.4	3.338	0.967	11.007	10.161	9.056
260	30.5	2.6	3.616	0.964	11.039	10.537	9.364
280	31.5	2.8	3.894	0.961	11.071	10.913	9.670
300	33	3	4.172	0.958	11.103	11.477	10.140
320	34.5	3.2	4.451	0.955	11.136	12.041	10.608
340	36.5	3.4	4.729	0.953	11.168	12.793	11.237
360	38.1	3.6	5.007	0.950	11.201	13.395	11.732
380	39.5	3.8	5.285	0.947	11.234	13.921	12.157
400	41	4	5.563	0.944	11.267	14.485	12.612
420	43	4.2	5.841	0.942	11.300	15.237	13.228
440	45	4.4	6.120	0.939	11.334	15.989	13.840
460	47.5	4.6	6.398	0.936	11.367	16.929	14.610
480	49	4.8	6.676	0.933	11.401	17.493	15.052
500	50.8	5	6.954	0.930	11.435	18.170	15.588
520	51.9	5.2	7.232	0.928	11.470	18.584	15.895
540	53.5	5.4	7.510	0.925	11.504	19.185	16.360

560	56	5.6	7.789	0.922	11.539	20.125	17.110
580	57.9	5.8	8.067	0.919	11.574	20.840	17.664
600	58.1	6	8.345	0.917	11.609	20.915	17.674
620	58.5	6.2	8.623	0.914	11.644	21.065	17.747
640	59.3	6.4	8.901	0.911	11.680	21.366	17.946
660	60	6.6	9.179	0.908	11.715	21.629	18.111
680	60.3	6.8	9.458	0.905	11.751	21.742	18.150
700	60.5	7	9.736	0.903	11.788	21.817	18.157
720	60.5	7.2	10.014	0.900	11.824	21.817	18.101
740	60.5	7.4	10.292	0.897	11.861	21.817	18.045

ตารางผนวกที่ จ.16 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 18%

Unconfined Compression Test	
Unconfined Compressive Strength	18.157
Untrained Shear Strength	9.0785
Strain at Failure	9.736



รูปผนวกที่ จ.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างAxial Strain กับ Vertical Stress ลึก 3.76m,W 18%

ตารางผนวกที่ จ.17 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 22%

	การทดลองที่ 12 การทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ (Unconfined Compression Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง : นิสิต Project วันที่ทำการทดลอง : 27/08/2557 โครงการ : การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์) หลุมเจาะ : หลุม 5 (พื้น) ความลึก : 4-6 22 % ของ 200 g ลักษณะของตัวอย่างดิน : ดินเหนียวปนทราย

1.ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง

เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ,cm.		3.68	พื้นที่หน้าตัด ,cm^2	10.64	ความสูง, Lo, cm	7.05	
ปริมาตร ,ซม.^{3}		74.99	น้ำหนัก,กรัม	148.10	Wet density, ρ_w	1.98	
Water content, %		22.09	Dry density, ρ_d	1.62	LRC*		
					Strain Rate		
Deformation dial reading (___mm____)	Load dial (__Div____) ในรูปหนึ่งหน่วย	ความสูงที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง , ΔL (__mm__)	ความเครียด ,ε, (Strain, ΔL/Lo) (___cm___)	Area CF 1-ε (__cm^2_)	พื้นที่หน้าตัดที่ปรับแก้ (__cm^2__)	น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนตัวอย่าง (__kg__)	ความเครียด (Stress), (N/ cm^2)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8
20	4.8	0.2	0.284	0.997	10.670	0.874	0.804
40	5.3	0.4	0.567	0.994	10.701	1.062	0.974
60	6.1	0.6	0.851	0.991	10.731	1.363	1.246
80	6.5	0.8	1.135	0.989	10.762	1.513	1.379
100	7	1	1.418	0.986	10.793	1.701	1.546
120	7	1.2	1.702	0.983	10.824	1.701	1.542

140	7.2	1.4	1.986	0.980	10.856	1.776	1.605
160	7.9	1.6	2.270	0.977	10.887	2.040	1.838
180	8.5	1.8	2.553	0.974	10.919	2.265	2.035
200	8.9	2	2.837	0.972	10.951	2.416	2.164
220	9	2.2	3.121	0.969	10.983	2.453	2.191
240	9.5	2.4	3.404	0.966	11.015	2.641	2.352
260	9.8	2.6	3.688	0.963	11.047	2.754	2.446
280	10.1	2.8	3.972	0.960	11.080	2.867	2.538
300	10.5	3	4.255	0.957	11.113	3.017	2.663
320	10.9	3.2	4.539	0.955	11.146	3.168	2.788
340	11.1	3.4	4.823	0.952	11.179	3.243	2.846
360	11.8	3.6	5.106	0.949	11.213	3.506	3.067
380	12.2	3.8	5.390	0.946	11.246	3.656	3.189
400	12.8	4	5.674	0.943	11.280	3.882	3.376
420	13	4.2	5.957	0.940	11.314	3.957	3.431
440	13.5	4.4	6.241	0.938	11.348	4.145	3.583
460	14	4.6	6.525	0.935	11.383	4.333	3.734
480	14.5	4.8	6.809	0.932	11.417	4.521	3.885
500	15.1	5	7.092	0.929	11.452	4.747	4.066
520	15.9	5.2	7.376	0.926	11.487	5.048	4.311
540	16.5	5.4	7.660	0.923	11.523	5.273	4.489

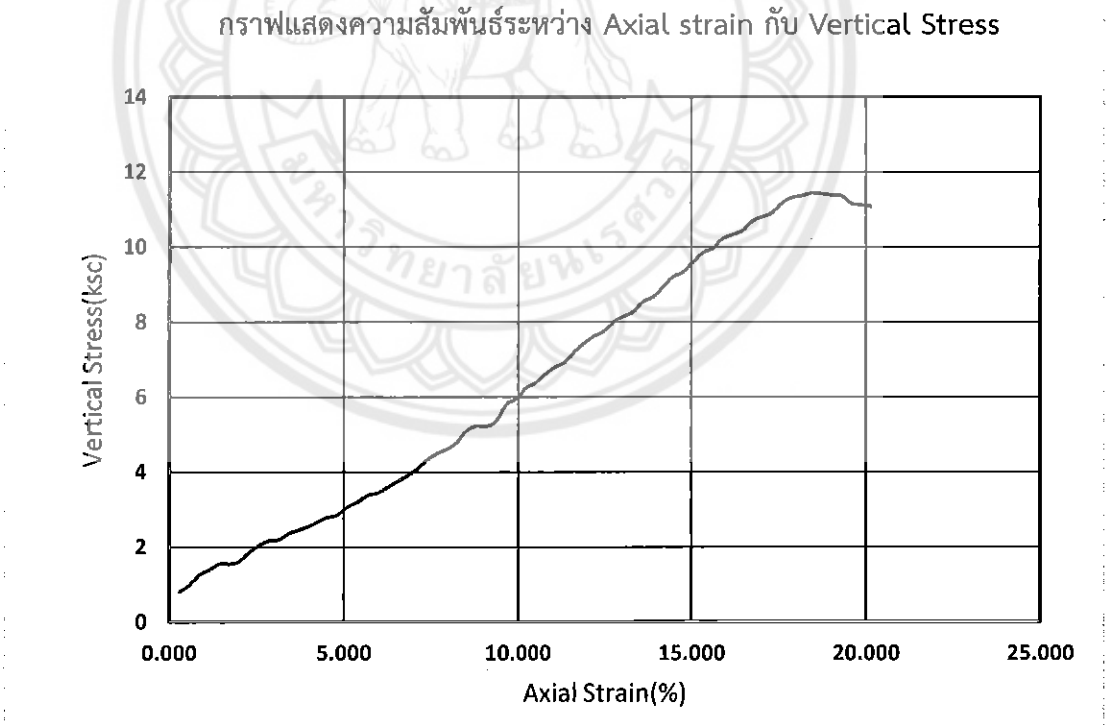
560	16.9	5.6	7.943	0.921	11.558	5.424	4.603
580	17.5	5.8	8.227	0.918	11.594	5.649	4.780
600	18.5	6	8.511	0.915	11.630	6.025	5.082
620	19	6.2	8.794	0.912	11.666	6.213	5.225
640	19	6.4	9.078	0.909	11.702	6.213	5.208
660	19.5	6.6	9.362	0.906	11.739	6.401	5.349
680	21	6.8	9.645	0.904	11.776	6.965	5.802
700	21.5	7	9.929	0.901	11.813	7.153	5.940
720	22.5	7.2	10.213	0.898	11.850	7.529	6.233
740	23	7.4	10.496	0.895	11.888	7.717	6.368
760	23.8	7.6	10.780	0.892	11.926	8.018	6.596
780	24.5	7.8	11.064	0.889	11.964	8.281	6.790
800	25	8	11.348	0.887	12.002	8.469	6.922
820	26	8.2	11.631	0.884	12.040	8.845	7.207
840	26.8	8.4	11.915	0.881	12.079	9.146	7.428
860	27.5	8.6	12.199	0.878	12.118	9.409	7.617
880	28	8.8	12.482	0.875	12.158	9.597	7.744
900	28.9	9	12.766	0.872	12.197	9.936	7.991
920	29.5	9.2	13.050	0.870	12.237	10.161	8.146
940	30	9.4	13.333	0.867	12.277	10.349	8.270
960	31	9.6	13.617	0.864	12.317	10.725	8.542

980	31.5	9.8	13.901	0.861	12.358	10.913	8.663
1000	32.5	10	14.184	0.858	12.399	11.289	8.932
1020	33.5	10.2	14.468	0.855	12.440	11.665	9.199
1040	34	10.4	14.752	0.852	12.481	11.853	9.316
1060	35	10.6	15.035	0.850	12.523	12.229	9.580
1080	36	10.8	15.319	0.847	12.565	12.605	9.842
1100	36.5	11	15.603	0.844	12.607	12.793	9.955
1120	37.5	11.2	15.887	0.841	12.650	13.169	10.213
1140	38	11.4	16.170	0.838	12.692	13.357	10.324
1160	38.5	11.6	16.454	0.835	12.735	13.545	10.434
1180	39.5	11.8	16.738	0.833	12.779	13.921	10.687
1200	40	12	17.021	0.830	12.823	14.109	10.794
1220	40.5	12.2	17.305	0.827	12.867	14.297	10.901
1240	41.5	12.4	17.589	0.824	12.911	14.673	11.149
1260	42.2	12.6	17.872	0.821	12.955	14.936	11.310
1280	42.5	12.8	18.156	0.818	13.000	15.049	11.356
1300	42.9	13	18.440	0.816	13.046	15.200	11.430
1320	43	13.2	18.723	0.813	13.091	15.237	11.418
1340	43	13.4	19.007	0.810	13.137	15.237	11.378
1360	43.1	13.6	19.291	0.807	13.183	15.275	11.366
1380	42.5	13.8	19.574	0.804	13.230	15.049	11.159

1400	42.5	14	19.858	0.801	13.276	15.049	11.120
1420	42.5	14.2	20.142	0.799	13.324	15.049	11.081

ตารางผนวกที่ จ.18 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 22%

Unconfined Compression Test	
Unconfined Compressive Strength	11.43
Untrained Shear Strength	5.715
Strain at Failure	18.44



รูปผนวกที่ จ.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress ลึก 3.76m,W 22%

ตารางผนวกที่ จ.19 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 26%

การทดลองที่ 12 การทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ (Unconfined Compression Test)

ชื่อผู้ทำการทดลอง : นิสิต Project

วันที่ทำการทดลอง : 27/08/2557

โครงการ : การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์)

หลุมเจาะ : หลุม 5 (พื้น) ความลึก : 4-6 26 % ของ 200 g ลักษณะของตัวอย่างดิน : ดินเหนียวปนทราย

1.ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง

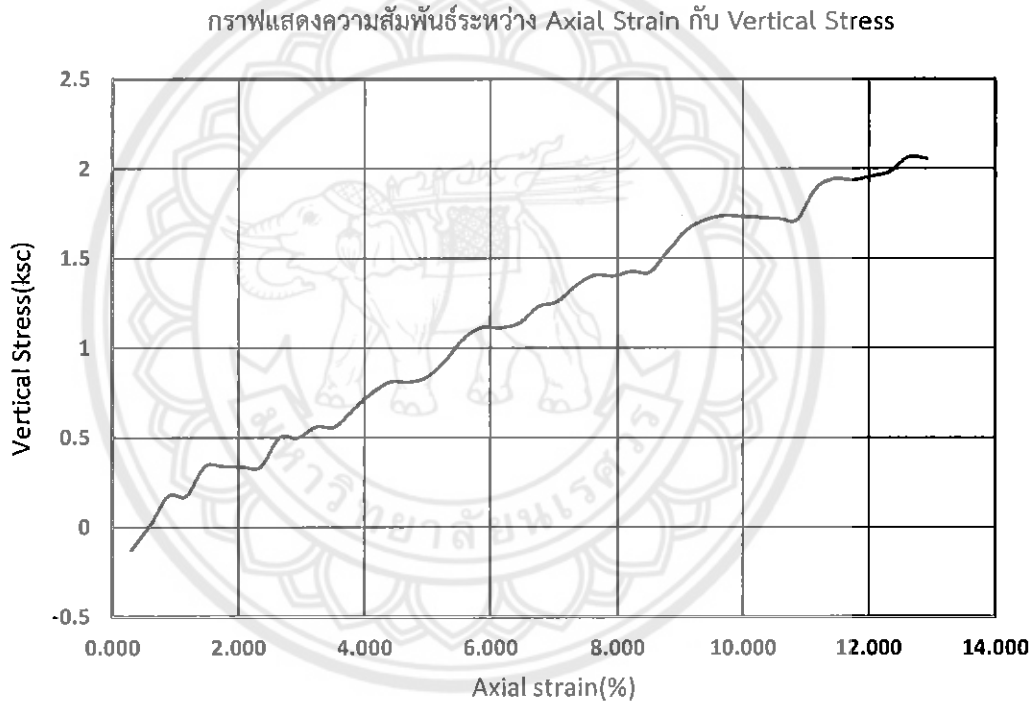
เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ,cm.		3.74	พื้นที่หน้าตัด ,cm^2	10.97	ความสูง, Lo, cm	6.81	
ปริมาตร ,ซม.^{3}		74.68	น้ำหนัก,กรัม	139.90	Wet density, ρ_w	1.87	
Water content, %		26.72	Dry density, ρ_d	1.48	LRC*		
					Strain Rate		
Deformation dial reading (__mm____)	Load dial (__Div____) ในรูปหนึ่งหน่วย	ความสูงที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง , ΔL (__mm__)	ความเครียด ,ε, (Strain, ΔL/Lo) (___cm___)	Area CF 1-ε (__cm^2_)	พื้นที่หน้าตัดที่ปรับแก้ (__cm^2__)	น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนตัวอย่าง (__kg__)	ความเครียด (Stress), (N/ cm^2)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8
20	2.1	0.2	0.294	0.997	11.002	-0.141	-0.126
40	2.5	0.4	0.587	0.994	11.035	0.009	0.008
60	3	0.6	0.881	0.991	11.068	0.197	0.175
80	3	0.8	1.175	0.988	11.100	0.197	0.174
100	3.5	1	1.468	0.985	11.133	0.385	0.339
120	3.5	1.2	1.762	0.982	11.167	0.385	0.338

140	3.5	1.4	2.056	0.979	11.200	0.385	0.337
160	3.5	1.6	2.349	0.977	11.234	0.385	0.336
180	4	1.8	2.643	0.974	11.268	0.573	0.499
200	4	2	2.937	0.971	11.302	0.573	0.498
220	4.2	2.2	3.231	0.968	11.336	0.648	0.561
240	4.2	2.4	3.524	0.965	11.371	0.648	0.559
260	4.5	2.6	3.818	0.962	11.405	0.761	0.655
280	4.8	2.8	4.112	0.959	11.440	0.874	0.749
300	5	3	4.405	0.956	11.476	0.949	0.811
320	5	3.2	4.699	0.953	11.511	0.949	0.809
340	5.1	3.4	4.993	0.950	11.546	0.987	0.838
360	5.4	3.6	5.286	0.947	11.582	1.100	0.931
380	5.8	3.8	5.580	0.944	11.618	1.250	1.055
400	6	4	5.874	0.941	11.655	1.325	1.115
420	6	4.2	6.167	0.938	11.691	1.325	1.112
440	6.1	4.4	6.461	0.935	11.728	1.363	1.140
460	6.4	4.6	6.755	0.932	11.765	1.476	1.230
480	6.5	4.8	7.048	0.930	11.802	1.513	1.258
500	6.8	5	7.342	0.927	11.839	1.626	1.347
520	7	5.2	7.636	0.924	11.877	1.701	1.405
540	7	5.4	7.930	0.921	11.915	1.701	1.401

560	7.1	5.6	8.223	0.918	11.953	1.739	1.427
580	7.1	5.8	8.517	0.915	11.991	1.739	1.423
600	7.5	6	8.811	0.912	12.030	1.889	1.541
620	7.9	6.2	9.104	0.909	12.069	2.040	1.658
640	8.1	6.4	9.398	0.906	12.108	2.115	1.713
660	8.2	6.6	9.692	0.903	12.147	2.152	1.738
680	8.2	6.8	9.985	0.900	12.187	2.152	1.733
700	8.2	7	10.279	0.897	12.227	2.152	1.727
720	8.2	7.2	10.573	0.894	12.267	2.152	1.721
740	8.2	7.4	10.866	0.891	12.307	2.152	1.716
760	8.8	7.6	11.160	0.888	12.348	2.378	1.889
780	9	7.8	11.454	0.885	12.389	2.453	1.943
800	9	8	11.747	0.883	12.430	2.453	1.936
820	9.1	8.2	12.041	0.880	12.472	2.491	1.959
840	9.2	8.4	12.335	0.877	12.514	2.528	1.982
860	9.5	8.6	12.628	0.874	12.556	2.641	2.064
880	9.5	8.8	12.922	0.871	12.598	2.641	2.057

ตารางผนวกที่ จ.20 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 26%

Unconfined Compression Test	
Unconfined Compressive Strength	2.064
Undrained Shear Strength	1.032
Strain at Failure	12.628



รูปผนวกที่ จ.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับVertical Stress ลึก 3.76m,W 26%

ตารางผนวกที่ จ.21 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 30%

การทดลองที่ 12 การทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ
(Unconfined Compression Test)

ชื่อผู้ทำการทดลอง : นิสิต Project

วันที่ทำการทดลอง : 27/08/2557

โครงการ : การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์)

หลุมเจาะ : หลุม 5 (พื้น) ความลึก : 4-6 30 % ของ 200

ลักษณะของตัวอย่างดิน : ดินเหนียวปนทราย

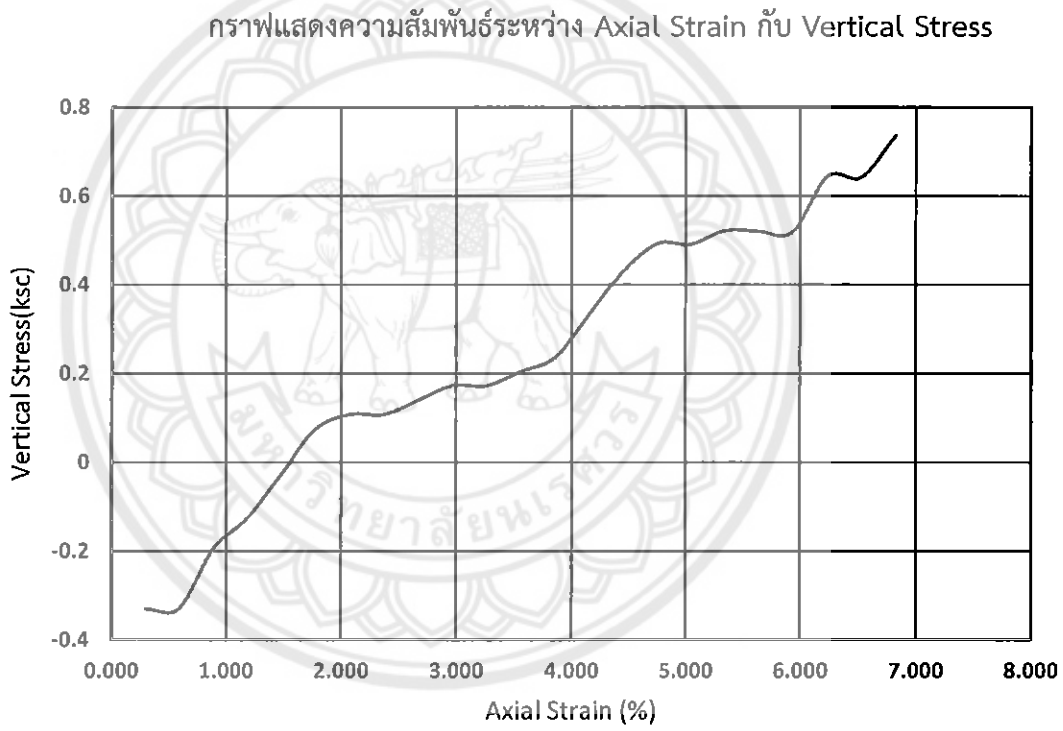
1.ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง

เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ,cm.		3.72	พื้นที่หน้าตัด ,cm^2	10.87	ความสูง, Lo, cm	6.74	
ปริมาตร ,ซม.^{3}		73.25	น้ำหนัก,กรัม	139.20	Wet density, ρ_w	1.90	
Water content, %		27.59	Dry density, ρ_d	1.49	LRC*		
					Strain Rate		
Deformation dial reading (___mm____)	Load dial (__Div____) ในรูปหนึ่งหน่วย	ความสูงที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง , ΔL (__mm__)	ความเครียด ,ε, (Strain, ΔL/Lo) (___cm___)	Area CF 1-ε (__cm^2_)	พื้นที่หน้าตัดที่ปรับแก้ (__cm^2__)	น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนตัวอย่าง (__kg__)	ความเครียด (Stress), (N/ cm^2)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8
20	1.5	0.2	0.297	0.997	10.902	-0.367	-0.330
40	1.5	0.4	0.593	0.994	10.935	-0.367	-0.329
60	1.9	0.6	0.890	0.991	10.968	-0.216	-0.194
80	2.1	0.8	1.187	0.988	11.001	-0.141	-0.126
100	2.4	1	1.484	0.985	11.034	-0.028	-0.025
120	2.7	1.2	1.780	0.982	11.067	0.084	0.075

140	2.8	1.4	2.077	0.979	11.101	0.122	0.108
160	2.8	1.6	2.374	0.976	11.134	0.122	0.107
180	2.9	1.8	2.671	0.973	11.168	0.160	0.140
200	3	2	2.967	0.970	11.202	0.197	0.173
220	3	2.2	3.264	0.967	11.237	0.197	0.172
240	3.1	2.4	3.561	0.964	11.271	0.235	0.204
260	3.2	2.6	3.858	0.961	11.306	0.272	0.236
280	3.5	2.8	4.154	0.958	11.341	0.385	0.333
300	3.8	3	4.451	0.955	11.376	0.498	0.429
320	4	3.2	4.748	0.953	11.412	0.573	0.493
340	4	3.4	5.045	0.950	11.447	0.573	0.491
360	4.1	3.6	5.341	0.947	11.483	0.611	0.522
380	4.1	3.8	5.638	0.944	11.519	0.611	0.520
400	4.1	4	5.935	0.941	11.556	0.611	0.519
420	4.5	4.2	6.231	0.938	11.592	0.761	0.644
440	4.5	4.4	6.528	0.935	11.629	0.761	0.642
460	4.8	4.6	6.825	0.932	11.666	0.874	0.735

ตารางผนวกที่ จ.22 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 3.76m,W 30%

Unconfined Compression Test	
Unconfined Compressive Strength	0.735
Untrained Shear Strength	0.3675
Strain at Failure	6.825



รูปผนวกที่ จ.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับVertical Stress ลึก 3.76m,W 30%

ตารางผนวกที่ จ.23 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 24%

	การทดลองที่ 12 การทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ (Unconfined Compression Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง : นิสิต Project วันที่ทำการทดลอง : 27/08/2557 โครงการ : การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์) หลุมเจาะ : หลุม 5 (พื้น) ความลึก : 10-18 24 % ของ 200 g ลักษณะของตัวอย่างดิน : ดินเหนียวปนทราย

1.ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง

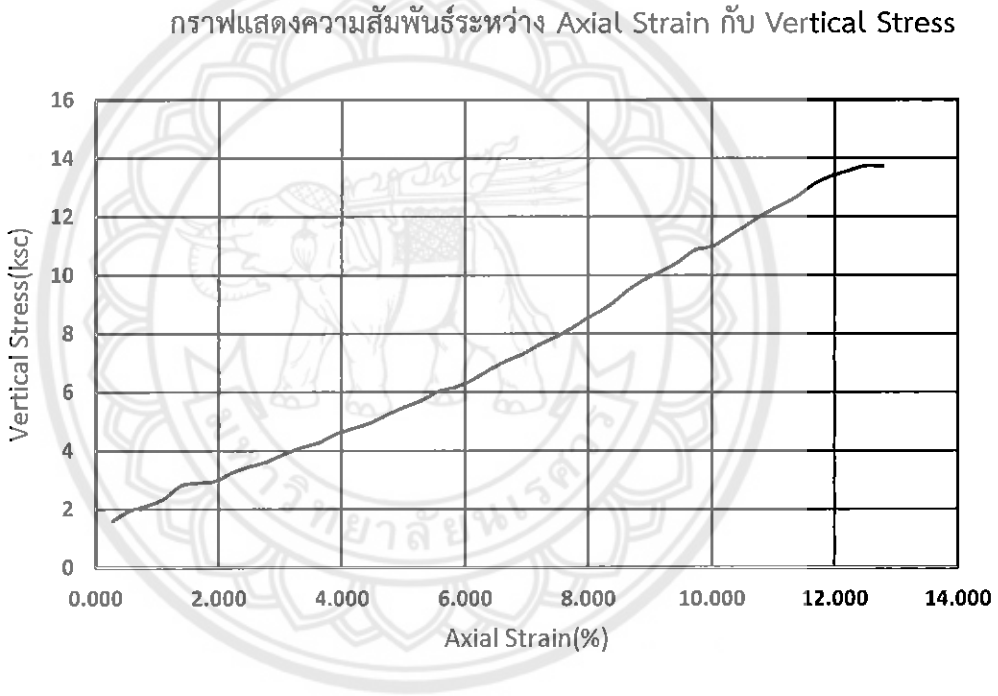
เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ,cm.		3.65	พื้นที่หน้าตัด ,cm^2	10.44	ความสูง, Lo, cm	7.2	
ปริมาตร ,ซม.^{3}		75.20	น้ำหนัก,กรัม	144.60	Wet density, ρ_w	1.92	
Water content, %		24.01	Dry density, ρ_d	1.55	LRC*		
					Strain Rate		
Deformation dial reading (__mm____)	Load dial (__Div____) ในรูปหนึ่งหน่วย	ความสูงที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง , ΔL (__mm__)	ความเครียด ,ε, (Strain, ΔL/Lo) (___cm___)	Area CF 1-ε (__cm^2_)	พื้นที่หน้าตัดที่ปรับแก้ (__cm^2__)	น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนตัวอย่าง (__kg__)	ความเครียด (Stress), (N/ cm^2)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8
20	7	0.2	0.278	0.997	10.469	1.701	1.594
40	8	0.4	0.556	0.994	10.498	2.077	1.941
60	8.5	0.6	0.833	0.992	10.528	2.265	2.111
80	9.2	0.8	1.111	0.989	10.557	2.528	2.349
100	10.5	1	1.389	0.986	10.587	3.017	2.796
120	10.8	1.2	1.667	0.983	10.617	3.130	2.892

140	11	1.4	1.944	0.981	10.647	3.205	2.953
160	11.9	1.6	2.222	0.978	10.677	3.544	3.256
180	12.5	1.8	2.500	0.975	10.708	3.769	3.453
200	13	2	2.778	0.972	10.738	3.957	3.615
220	13.8	2.2	3.056	0.969	10.769	4.258	3.879
240	14.5	2.4	3.333	0.967	10.800	4.521	4.107
260	15	2.6	3.611	0.964	10.831	4.709	4.265
280	15.9	2.8	3.889	0.961	10.862	5.048	4.559
300	16.5	3	4.167	0.958	10.894	5.273	4.749
320	17.1	3.2	4.444	0.956	10.926	5.499	4.937
340	18	3.4	4.722	0.953	10.957	5.837	5.226
360	18.8	3.6	5.000	0.950	10.989	6.138	5.479
380	19.5	3.8	5.278	0.947	11.022	6.401	5.697
400	20.5	4	5.556	0.944	11.054	6.777	6.014
420	21	4.2	5.833	0.942	11.087	6.965	6.163
440	21.8	4.4	6.111	0.939	11.120	7.266	6.410
460	22.9	4.6	6.389	0.936	11.153	7.680	6.755
480	23.9	4.8	6.667	0.933	11.186	8.056	7.065
500	24.7	5	6.944	0.931	11.219	8.356	7.307
520	25.8	5.2	7.222	0.928	11.253	8.770	7.646
540	26.7	5.4	7.500	0.925	11.286	9.108	7.917

560	27.8	5.6	7.778	0.922	11.320	9.522	8.251
580	29	5.8	8.056	0.919	11.355	9.973	8.616
600	30.1	6	8.333	0.917	11.389	10.387	8.947
620	31.7	6.2	8.611	0.914	11.424	10.988	9.436
640	33	6.4	8.889	0.911	11.459	11.477	9.826
660	34	6.6	9.167	0.908	11.494	11.853	10.117
680	35.1	6.8	9.444	0.906	11.529	12.267	10.438
700	36.5	7	9.722	0.903	11.564	12.793	10.852
720	37	7.2	10.000	0.900	11.600	12.981	10.978
740	38.2	7.4	10.278	0.897	11.636	13.432	11.325
760	39.5	7.6	10.556	0.894	11.672	13.921	11.700
780	40.8	7.8	10.833	0.892	11.708	14.410	12.074
800	41.9	8	11.111	0.889	11.745	14.824	12.381
820	43	8.2	11.389	0.886	11.782	15.237	12.687
840	44.5	8.4	11.667	0.883	11.819	15.801	13.115
860	45.5	8.6	11.944	0.881	11.856	16.177	13.385
880	46.2	8.8	12.222	0.878	11.894	16.440	13.560
900	46.9	9	12.500	0.875	11.931	16.704	13.734
920	47	9.2	12.778	0.872	11.969	16.741	13.721

ตารางผนวกที่ จ.24 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 24%

Unconfined Compression Test	
Unconfined Compressive Strength	13.734
Untrained Shear Strength	6.867
Strain at Failure	12.5



รูปผนวกที่ จ.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับVertical Stress ลึก 4.88m,W 24%

ตารางผนวกที่ จ.25 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 26%

	การทดลองที่ 12 การทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ (Unconfined Compression Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง : นิสิต Project วันที่ทำการทดลอง : 27/08/2557 โครงการ : การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์) หลุมเจาะ : หลุม 5 (พื้น) ความลึก : 10-18 26 % ของ 200 g ลักษณะของตัวอย่างดิน : ดินเหนียวปนทราย

1.ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง

เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ,cm.		3.62	พื้นที่หน้าตัด ,cm^2	10.27	ความสูง, Lo, cm	7.09	
ปริมาตร ,ซม.^{3}		72.84	น้ำหนัก,กรัม	143.40	Wet density, ρ_w	1.97	
Water content, %		25.13	Dry density, ρ_d	1.57	LRC*		
					Strain Rate		
Deformation dial reading (___mm___)	Load dial (__Div____) ในรูปหนึ่งหน่วย	ความสูงที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง , ΔL (__mm__)	ความเครียด ,ε, (Strain, ΔL/Lo) (___cm___)	Area CF 1-ε (__cm^2_)	พื้นที่หน้าตัดที่ปรับแก้ (__cm^2__)	น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนตัวอย่าง (__kg__)	ความเครียด (Stress), (N/ cm^2)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8
20	5	0.2	0.282	0.997	10.299	0.949	0.904
40	5.5	0.4	0.564	0.994	10.328	1.137	1.080
60	6.5	0.6	0.846	0.992	10.358	1.513	1.433
80	7.5	0.8	1.128	0.989	10.387	1.889	1.784
100	8.4	1	1.410	0.986	10.417	2.228	2.098
120	8.9	1.2	1.693	0.983	10.447	2.416	2.268

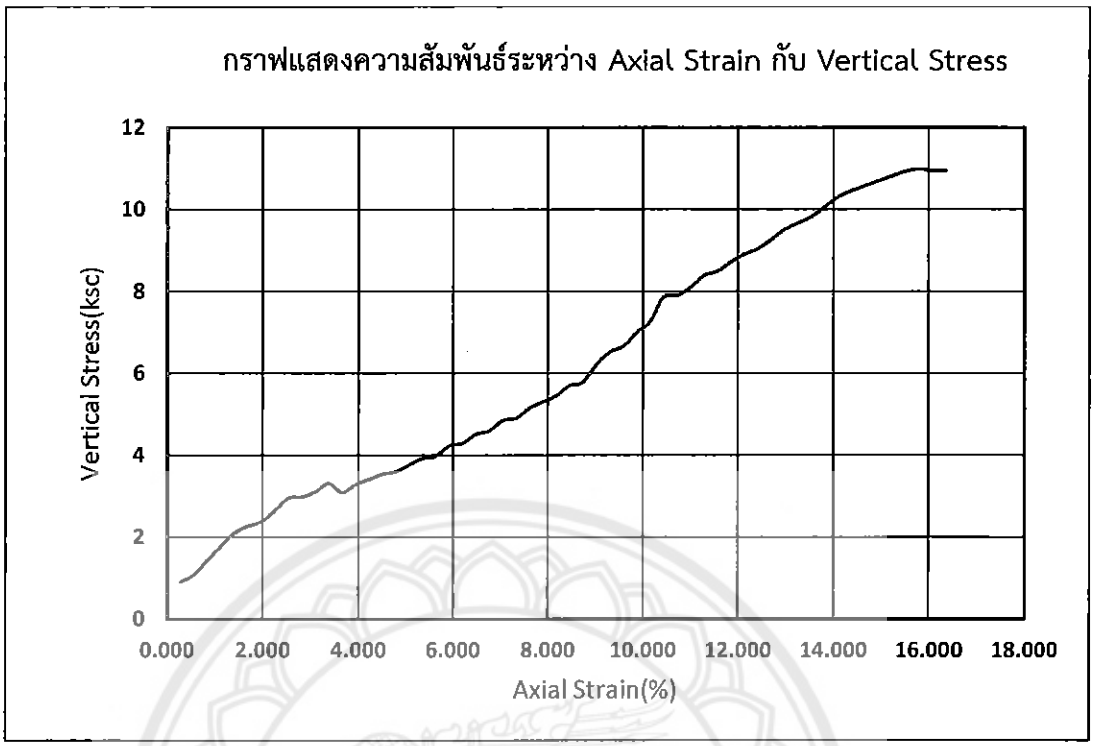
140	9.2	1.4	1.975	0.980	10.477	2.528	2.367
160	10	1.6	2.257	0.977	10.507	2.829	2.641
180	10.9	1.8	2.539	0.975	10.538	3.168	2.949
200	11	2	2.821	0.972	10.568	3.205	2.975
220	11.4	2.2	3.103	0.969	10.599	3.356	3.106
240	12	2.4	3.385	0.966	10.630	3.581	3.305
260	11.4	2.6	3.667	0.963	10.661	3.356	3.088
280	12	2.8	3.949	0.961	10.692	3.581	3.286
300	12.4	3	4.231	0.958	10.724	3.732	3.414
320	12.8	3.2	4.513	0.955	10.755	3.882	3.541
340	13	3.4	4.795	0.952	10.787	3.957	3.599
360	13.5	3.6	5.078	0.949	10.819	4.145	3.758
380	14	3.8	5.360	0.946	10.852	4.333	3.917
400	14.2	4	5.642	0.944	10.884	4.408	3.973
420	15	4.2	5.924	0.941	10.917	4.709	4.232
440	15.2	4.4	6.206	0.938	10.950	4.784	4.286
460	15.9	4.6	6.488	0.935	10.983	5.048	4.509
480	16.2	4.8	6.770	0.932	11.016	5.160	4.596
500	17	5	7.052	0.929	11.049	5.461	4.849
520	17.2	5.2	7.334	0.927	11.083	5.536	4.901
540	18	5.4	7.616	0.924	11.117	5.837	5.151

560	18.5	5.6	7.898	0.921	11.151	6.025	5.301
580	19	5.8	8.181	0.918	11.185	6.213	5.449
600	19.8	6	8.463	0.915	11.219	6.514	5.696
620	20.1	6.2	8.745	0.913	11.254	6.627	5.776
640	21.5	6.4	9.027	0.910	11.289	7.153	6.216
660	22.5	6.6	9.309	0.907	11.324	7.529	6.522
680	23	6.8	9.591	0.904	11.359	7.717	6.665
700	24.1	7	9.873	0.901	11.395	8.131	7.000
720	25	7.2	10.155	0.898	11.431	8.469	7.268
740	26.9	7.4	10.437	0.896	11.467	9.184	7.857
760	27.1	7.6	10.719	0.893	11.503	9.259	7.896
780	27.8	7.8	11.001	0.890	11.540	9.522	8.095
800	28.8	8	11.283	0.887	11.576	9.898	8.388
820	29.2	8.2	11.566	0.884	11.613	10.048	8.488
840	30	8.4	11.848	0.882	11.650	10.349	8.714
860	30.7	8.6	12.130	0.879	11.688	10.612	8.907
880	31.2	8.8	12.412	0.876	11.725	10.800	9.036
900	32	9	12.694	0.873	11.763	11.101	9.258
920	32.9	9.2	12.976	0.870	11.801	11.440	9.509
940	33.5	9.4	13.258	0.867	11.840	11.665	9.665
960	34.1	9.6	13.540	0.865	11.878	11.891	9.820

980	35	9.8	13.822	0.862	11.917	12.229	10.067
1000	35.9	10	14.104	0.859	11.956	12.568	10.312
1020	36.5	10.2	14.386	0.856	11.996	12.793	10.462
1040	37	10.4	14.669	0.853	12.035	12.981	10.581
1060	37.5	10.6	14.951	0.850	12.075	13.169	10.699
1080	38	10.8	15.233	0.848	12.116	13.357	10.815
1100	38.5	11	15.515	0.845	12.156	13.545	10.931
1120	38.8	11.2	15.797	0.842	12.197	13.658	10.985
1140	38.8	11.4	16.079	0.839	12.238	13.658	10.949
1160	38.9	11.6	16.361	0.836	12.279	13.696	10.942

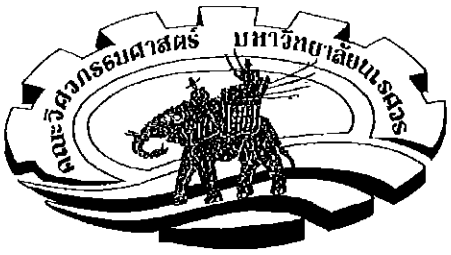
ตารางผนวกที่ จ.26 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 26%

Unconfined Compression Test	
Unconfined Compressive Strength	10.985
Untrained Shear Strength	5.4925
Strain at Failure	15.797



รูปผนวกที่ จ.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับVertical Stress ลึก 4.88m,W 26%

ตารางผนวกที่ จ.27 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 28%



การทดลองที่ 12 การทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ
(Unconfined Compression Test)
ชื่อผู้ทำการทดลอง : นิสิต Project
วันที่ทำการทดลอง : 27/08/2557
โครงการ : การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์)
หลุมเจาะ : หลุม 5 (พื้น) ความลึก : 10-18 28 % ของ 200 g
ลักษณะของตัวอย่างดิน : ดินเหนียวปนทราย

1.ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง

เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ,cm.		3.60	พื้นที่หน้าตัด ,cm^2	10.18	ความสูง, Lo, cm	7.04	
ปริมาตร ,ซม.^{3}		71.66	น้ำหนัก,กรัม	137.80	Wet density, ρ_w	1.92	
Water content, %		28.19	Dry density, ρ_d	1.50	LRC*		
					Strain Rate		
Deformation dial reading (___mm____)	Load dial (__Div____) ในรูปหนึ่งหน่วย	ความสูงที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง , ΔL (__mm__)	ความเครียด ,ε, (Strain, ΔL/Lo) (___cm___)	Area CF 1-ε (__cm^2_)	พื้นที่หน้าตัดที่ปรับแก้ (__cm^2__)	น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนตัวอย่าง (__kg__)	ความเครียด (Stress), (N/ cm^2)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8
20	2	0.2	0.284	0.997	10.209	-0.179	-0.172
40	2.1	0.4	0.568	0.994	10.238	-0.141	-0.135
60	2.8	0.6	0.852	0.991	10.268	0.122	0.117
80	2.9	0.8	1.136	0.989	10.297	0.160	0.152
100	3.1	1	1.420	0.986	10.327	0.235	0.223
120	3.4	1.2	1.705	0.983	10.357	0.348	0.329

140	3.9	1.4	1.989	0.980	10.387	0.536	0.506
160	4.2	1.6	2.273	0.977	10.417	0.648	0.611
180	4.2	1.8	2.557	0.974	10.447	0.648	0.609
200	4.2	2	2.841	0.972	10.478	0.648	0.607
220	4.5	2.2	3.125	0.969	10.508	0.761	0.711
240	4.9	2.4	3.409	0.966	10.539	0.912	0.849
260	5	2.6	3.693	0.963	10.570	0.949	0.881
280	5.3	2.8	3.977	0.960	10.602	1.062	0.983
300	5.5	3	4.261	0.957	10.633	1.137	1.049
320	5.9	3.2	4.545	0.955	10.665	1.288	1.184
340	6.1	3.4	4.830	0.952	10.697	1.363	1.250
360	6.5	3.6	5.114	0.949	10.729	1.513	1.384
380	7	3.8	5.398	0.946	10.761	1.701	1.551
400	7.3	4	5.682	0.943	10.793	1.814	1.649
420	7.8	4.2	5.966	0.940	10.826	2.002	1.814
440	8	4.4	6.250	0.938	10.859	2.077	1.877
460	8.5	4.6	6.534	0.935	10.892	2.265	2.040
480	8.8	4.8	6.818	0.932	10.925	2.378	2.135
500	9	5	7.102	0.929	10.958	2.453	2.196
520	9.5	5.2	7.386	0.926	10.992	2.641	2.357
540	10	5.4	7.670	0.923	11.026	2.829	2.517

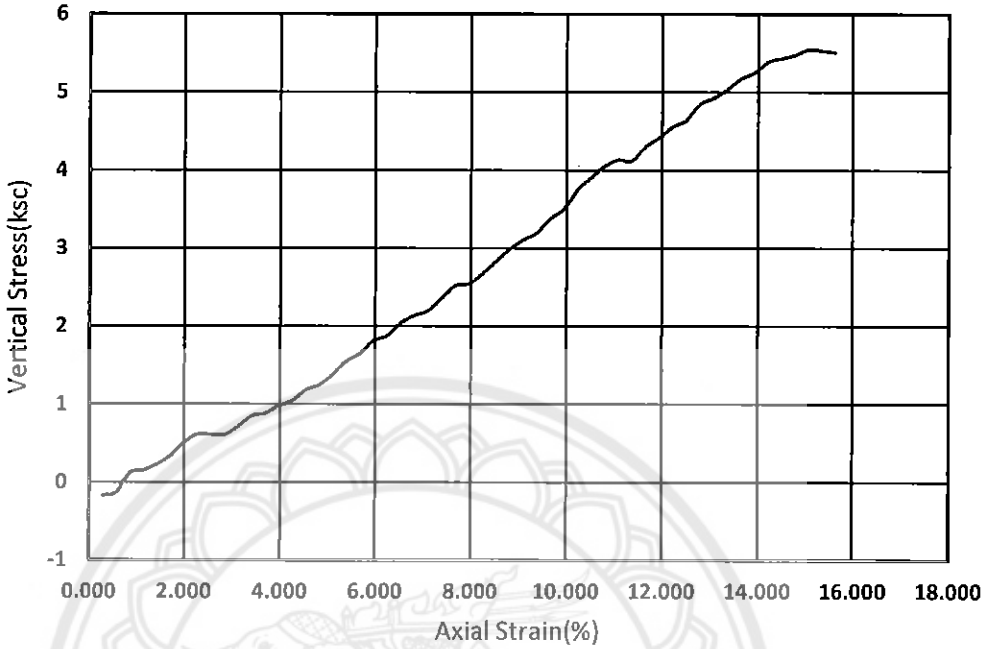
560	10.1	5.6	7.955	0.920	11.060	2.867	2.543
580	10.5	5.8	8.239	0.918	11.094	3.017	2.668
600	11	6	8.523	0.915	11.128	3.205	2.825
620	11.5	6.2	8.807	0.912	11.163	3.393	2.982
640	11.9	6.4	9.091	0.909	11.198	3.544	3.104
660	12.2	6.6	9.375	0.906	11.233	3.656	3.193
680	12.8	6.8	9.659	0.903	11.268	3.882	3.380
700	13.2	7	9.943	0.901	11.304	4.032	3.499
720	14	7.2	10.227	0.898	11.340	4.333	3.749
740	14.5	7.4	10.511	0.895	11.376	4.521	3.899
760	15	7.6	10.795	0.892	11.412	4.709	4.048
780	15.3	7.8	11.080	0.889	11.448	4.822	4.132
800	15.3	8	11.364	0.886	11.485	4.822	4.119
820	15.9	8.2	11.648	0.884	11.522	5.048	4.298
840	16.3	8.4	11.932	0.881	11.559	5.198	4.411
860	16.8	8.6	12.216	0.878	11.597	5.386	4.556
880	17.1	8.8	12.500	0.875	11.634	5.499	4.637
900	17.8	9	12.784	0.872	11.672	5.762	4.843
920	18.1	9.2	13.068	0.869	11.710	5.875	4.921
940	18.5	9.4	13.352	0.866	11.749	6.025	5.031
960	19	9.6	13.636	0.864	11.787	6.213	5.171

980	19.3	9.8	13.920	0.861	11.826	6.326	5.247
1000	19.8	10	14.205	0.858	11.865	6.514	5.386
1020	20	10.2	14.489	0.855	11.905	6.589	5.430
1040	20.2	10.4	14.773	0.852	11.945	6.664	5.473
1060	20.5	10.6	15.057	0.849	11.984	6.777	5.548
1080	20.5	10.8	15.341	0.847	12.025	6.777	5.529
1100	20.5	11	15.625	0.844	12.065	6.777	5.510

ตารางผนวกที่ จ.28 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 28%

Unconfined Compression Test	
Unconfined Compressive Strength	5.548
Untrained Shear Strength	2.774
Strain at Failure	15.057

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับ Vertical Stress



รูปผนวกที่ จ.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับVertical Stress ลึก 4.88m,W 28%

ตารางผนวกที่ จ.29 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 30%

	การทดลองที่ 12 การทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ (Unconfined Compression Test) ชื่อผู้ทำการทดลอง : นิสิต Project วันที่ทำการทดลอง : 27/08/2557 โครงการ : การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในเขตพื้นที่ธรณีพิบัติ (จังหวัดอุตรดิตถ์) หลุมเจาะ : หลุม 5 (พื้น) ความลึก : 10-18 30 % ของ 200 ลักษณะของตัวอย่างดิน : ดินเหนียวปนทราย

1.ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง

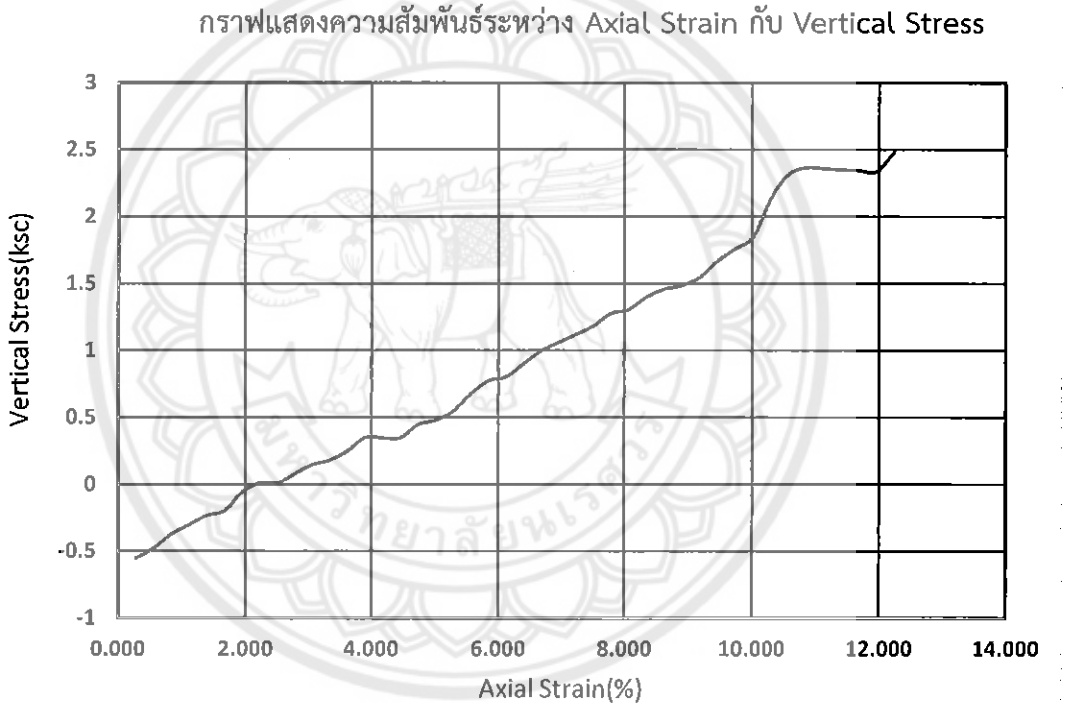
เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง ,cm.		3.65	พื้นที่หน้าตัด ,cm^2	10.46	ความสูง, Lo, cm	7.19	
ปริมาตร ,ซม.^{3}		75.23	น้ำหนัก,กรัม	137.00	Wet density, ρ_w	1.82	
Water content, %		29.49	Dry density, ρ_d	1.41	LRC*		
					Strain Rate		
Deformation dial reading (___mm____)	Load dial (__Div____) ในรูปหนึ่งหน่วย	ความสูงที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง , ΔL (__mm__)	ความเครียด ,ε, (Strain, ΔL/Lo) (___cm___)	Area CF 1-ε (__cm^2_)	พื้นที่หน้าตัดที่ปรับแก้ (__cm^2__)	น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนตัวอย่าง (__kg__)	ความเครียด (Stress), (N/ cm^2)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8
20	0.9	0.2	0.278	0.997	10.489	-0.592	-0.554
40	1.1	0.4	0.556	0.994	10.519	-0.517	-0.482
60	1.4	0.6	0.834	0.992	10.548	-0.404	-0.376
80	1.6	0.8	1.113	0.989	10.578	-0.329	-0.305
100	1.8	1	1.391	0.986	10.608	-0.254	-0.235
120	1.9	1.2	1.669	0.983	10.638	-0.216	-0.200

140	2.3	1.4	1.947	0.981	10.668	-0.066	-0.061
160	2.5	1.6	2.225	0.978	10.698	0.009	0.008
180	2.5	1.8	2.503	0.975	10.729	0.009	0.008
200	2.7	2	2.782	0.972	10.759	0.084	0.077
220	2.9	2.2	3.060	0.969	10.790	0.160	0.145
240	3	2.4	3.338	0.967	10.821	0.197	0.179
260	3.2	2.6	3.616	0.964	10.852	0.272	0.246
280	3.5	2.8	3.894	0.961	10.884	0.385	0.347
300	3.5	3	4.172	0.958	10.915	0.385	0.346
320	3.5	3.2	4.451	0.955	10.947	0.385	0.345
340	3.8	3.4	4.729	0.953	10.979	0.498	0.445
360	3.9	3.6	5.007	0.950	11.011	0.536	0.477
380	4.1	3.8	5.285	0.947	11.044	0.611	0.543
400	4.5	4	5.563	0.944	11.076	0.761	0.674
420	4.8	4.2	5.841	0.942	11.109	0.874	0.772
440	4.9	4.4	6.120	0.939	11.142	0.912	0.803
460	5.2	4.6	6.398	0.936	11.175	1.024	0.899
480	5.5	4.8	6.676	0.933	11.208	1.137	0.995
500	5.7	5	6.954	0.930	11.242	1.212	1.058
520	5.9	5.2	7.232	0.928	11.275	1.288	1.120
540	6.1	5.4	7.510	0.925	11.309	1.363	1.182

560	6.4	5.6	7.789	0.922	11.343	1.476	1.276
580	6.5	5.8	8.067	0.919	11.378	1.513	1.305
600	6.8	6	8.345	0.917	11.412	1.626	1.398
620	7	6.2	8.623	0.914	11.447	1.701	1.458
640	7.1	6.4	8.901	0.911	11.482	1.739	1.486
660	7.3	6.6	9.179	0.908	11.517	1.814	1.545
680	7.7	6.8	9.458	0.905	11.553	1.964	1.668
700	8	7	9.736	0.903	11.588	2.077	1.758
720	8.3	7.2	10.014	0.900	11.624	2.190	1.848
740	9.2	7.4	10.292	0.897	11.660	2.528	2.127
760	9.8	7.6	10.570	0.894	11.696	2.754	2.310
780	10	7.8	10.848	0.892	11.733	2.829	2.366
800	10	8	11.127	0.889	11.770	2.829	2.358
820	10	8.2	11.405	0.886	11.806	2.829	2.351
840	10	8.4	11.683	0.883	11.844	2.829	2.343
860	10	8.6	11.961	0.880	11.881	2.829	2.336
880	10.5	8.8	12.239	0.878	11.919	3.017	2.483

ตารางผนวกที่ จ.30 สรุปผลการทดสอบหากำลังรับแรงอัดแบบ Uconfined ลึก 4.88m,W 30%

Unconfined Compression Test	
Unconfined Compressive Strength	2.483
Untrained Shear Strength	1.2415
Strain at Failure	12.239



รูปผนวกที่ จ.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Strain กับVertical Stress ลึก 4.88m,W 30%

คำนวณพื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างดิน

$$Ao = \frac{At+2Am+Ab}{4}$$

Ao = พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยเริ่มต้น

At = พื้นที่หน้าตัดด้านบนของตัวอย่าง

Am = พื้นที่หน้าตัดตรงกลางของตัวอย่าง

Ab = พื้นที่หน้าตัดด้านล่างของตัวอย่าง

คำนวณพื้นที่หน้าตัดที่เปลี่ยนระหว่างการทดสอบ

$$Ac = \frac{Ao}{(1-\varepsilon)}$$

เมื่อ Ac=พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างขณะที่มีการหดตัวเท่ากับΔL

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{Lo}$$

Lo = ความยาวเดิมหรือความยาวเริ่มต้นของตัวอย่าง

คำนวณหาแรงกดบนตัวอย่าง

$$\sigma_v = \frac{P.K}{Ao}$$

เมื่อ P = ค่าที่อ่านได้จากวงแหวนวัดแรง (Proving Ring)

K = ค่าคงที่ของวงแหวงวัดแรง (Proving Ring Constant)

σ_v = หน่วยแรงกดบนตัวอย่างในแนวดิ่ง

อ่านค่าสูงสุดของหน่วยแรงกด σ_v max คำนวณหาค่า Cohesion

$$C = \frac{\sigma V\,max}{2} = \frac{qu}{2}$$

Qu = Unconfined compressive Strength

คำนวณหาค่า Unit Wight

$$\gamma_{Wet} = \frac{\text{มวลของดินตัวอย่างที่เปียก}}{\text{ปริมาตรของดินตัวอย่าง}}$$

$$\gamma_{Dry} = \frac{\text{มวลของดินตัวอย่างที่อบแล้ว}}{\text{ปริมาตรของดินตัวอย่าง}}$$

คำนวณปริมาณความชื้น (Water Content)

$$W = \frac{m1 - m2}{m2} \times 100$$

m1 = มวลของตัวอย่างก่อนอบ (เปียก)

m2 = มวลของตัวอย่างหลังอบ

ภาคผนวก ฉ
การทดสอบหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรง
(Direct shear test)

ตารางผนวกที่ ฉ.1 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 2 W0%

Faculty of Engineering Naresuan University	DIRECT SHEAR TEST

PROJECT			OWNER Group 1			JOB NO. 1	
LOCATION Naresuan University			BRING NO. 1			SAMPER NO. 1	
SOIL DESCRIPTION						DEPTH 3.39 m	
TESTED BY						DATE	
CHECKED BY -						DATE -	
SAMPLE DATA no.1:							
INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT			cm.	
INITIAL WEIGHT	3.589	kg.	INITIAL WETER CONTENT			6.250	%
TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):							
NORMAL LOAD	4.010	kg.	NORMAL STRESS			KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT				

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	10	0	36.12	0.2769
20	11	0	36.12	0.3045
30	12	0	36.12	0.3322
40	14	0	36.12	0.3876
50	14	0	36.12	0.3876
60	14	0	36.12	0.3876
70	14	0	36.12	0.3876
80	14	0	36.12	0.3876
90	14	0	36.12	0.3876
100	14	0	36.12	0.3876
110	14	0	36.12	0.3876
120	14	0	36.12	0.3876
130	14	0	36.12	0.3876
140	14	0	36.12	0.3876
150	14	0	36.12	0.3876
160	13	0	36.12	0.3599
170	13	0	36.12	0.3599
180	13	0	36.12	0.3599
190	12	0	36.12	0.3322
200	13	0	36.12	0.3599

210	13	0	36.12	0.3599
220	14	0	36.12	0.3876
230	15	0	36.12	0.4153
240	16	0	36.12	0.4430
250	16	0	36.12	0.4430
260	16	0	36.12	0.4430
270	16	0	36.12	0.4430
280	16	0	36.12	0.4430
290	14	0	36.12	0.3876
300	16	0	36.12	0.4430

ตารางผนวกที่ ฉ.2 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 2 W5%

	Faculty of Engineering Naresuan University	DIRECT SHEAR TEST

PROJECT	OWNER Group 1	JOB NO. 1
LOCATION Naresuan University	BRING NO. 1	SAMPER NO. 1
SOIL DESCRIPTION		DEPTH 3.39 m
TESTED BY		DATE
CHECKED BY -		DATE -

SAMPLE DATA no.1:

INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT		cm.	
INITIAL WEIGHT	3.594	kg.	INITIAL WETER CONTENT		11.11	%

TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):

NORMAL LOAD	4.010	kg.	NORMAL STRESS		KSC
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT		

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	0	-2	36.12	0.0000
20	0	-3	36.12	0.0000
30	1	-3	36.12	0.0277
40	2	-3	36.12	0.0554
50	2	-3	36.12	0.0554
60	2	-1	36.12	0.0554
70	2	0	36.12	0.0554
80	3	0	36.12	0.0831
90	3	1	36.12	0.0831
100	3	1	36.12	0.0831
110	3	2	36.12	0.0831
120	4	2	36.12	0.1107
130	4	3	36.12	0.1107
140	4	3	36.12	0.1107
150	5	4	36.12	0.1384
160	5	5	36.12	0.1384
170	5	6	36.12	0.1384
180	5	7	36.12	0.1384
190	5	7	36.12	0.1384
200	5	8	36.12	0.1384
210	5	11	36.12	0.1384

220	6	12	36.12	0.1661
230	6	13	36.12	0.1661
240	6	13	36.12	0.1661
250	6	13	36.12	0.1661
260	6	14	36.12	0.1661
270	6	14	36.12	0.1661
280	6	14	36.12	0.1661
290	5	14	36.12	0.1384
300	5	13	36.12	0.1384
310	5	13	36.12	0.1384
320	6	13	36.12	0.1661
330	7	14	36.12	0.1938
340	7	14	36.12	0.1938
350	8	14	36.12	0.2215
360	8	14	36.12	0.2215
370	8	14	36.12	0.2215
380	9	14	36.12	0.2492
390	9	14	36.12	0.2492
400	9	14	36.12	0.2492
410	9	14	36.12	0.2492
420	9	14	36.12	0.2492
430	10	14	36.12	0.2769
440	10	14	36.12	0.2769
450	10	14	36.12	0.2769
460	10	13	36.12	0.2769
470	10	13	36.12	0.2769
480	10	13	36.12	0.2769
490	10	13	36.12	0.2769
500	10	13	36.12	0.2769
510	10	13	36.12	0.2769
520	10	12	36.12	0.2769
530	10	12	36.12	0.2769
540	10	12	36.12	0.2769
550	10	12	36.12	0.2769
560	11	12	36.12	0.3045
570	11	11	36.12	0.3045
580	11	11	36.12	0.3045
590	11	10	36.12	0.3045
600	11	10	36.12	0.3045
610	11	10	36.12	0.3045
620	11	9	36.12	0.3045
630	11	8	36.12	0.3045

640	12	8	36.12	0.3322
650	12	7	36.12	0.3322
660	12	7	36.12	0.3322
670	12	7	36.12	0.3322
680	12	7	36.12	0.3322
690	12	7	36.12	0.3322
700	12	6	36.12	0.3322

ตารางผนวกที่ ฉ.3 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 2 W10%

Faculty of Engineering Naresuan University	DIRECT SHEAR TEST

PROJECT	OWNER Group 1	JOB NO. 1
LOCATION Naresuan University	BRING NO. 1	SAMPER NO. 1
SOIL DESCRIPTION		DEPTH 3.39 m
TESTED BY		DATE
CHECKED BY -		DATE -

SAMPLE DATA no.1:

INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT		cm.	
INITIAL WEIGHT	3.589	kg.	INITIAL WETER CONTENT		12.069	%

TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):

NORMAL LOAD	4.010	kg.	NORMAL STRESS		KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT			

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	5	0	36.12	0.1384
20	6	0	36.12	0.1661
30	7	0	36.12	0.1938
40	8	0	36.12	0.2215
50	8	0	36.12	0.2215
60	9	0	36.12	0.2492
70	9	0	36.12	0.2492
80	10	0	36.12	0.2769
90	10	0	36.12	0.2769
100	11	0	36.12	0.3045
110	11	0	36.12	0.3045
120	11	0	36.12	0.3045
130	12	0	36.12	0.3322
140	12	0	36.12	0.3322
150	12	0	36.12	0.3322
160	12	0	36.12	0.3322
170	12	0	36.12	0.3322
180	13	0	36.12	0.3599
190	13	0	36.12	0.3599
200	12	0	36.12	0.3322

210	13	0	36.12	0.3599
220	13	0	36.12	0.3599
230	13	0	36.12	0.3599
240	14	0	36.12	0.3876
250	14	0	36.12	0.3876
260	14	0	36.12	0.3876
270	14	0	36.12	0.3876
280	14	0	36.12	0.3876
290	14	0	36.12	0.3876
300	14	0	36.12	0.3876
310	14	0	36.12	0.3876
320	15	0	36.12	0.4153
330	15	0	36.12	0.4153
340	14	0	36.12	0.3876
350	14	0	36.12	0.3876
360	14	0	36.12	0.3876
370	13	0	36.12	0.3599
380	14	0	36.12	0.3876
390	15	0	36.12	0.4153
400	15	0	36.12	0.4153
410	15	0	36.12	0.4153
420	15	0	36.12	0.4153
430	16	0	36.12	0.4430
440	16	0	36.12	0.4430
450	16	0	36.12	0.4430
460	16	0	36.12	0.4430
470	16	0	36.12	0.4430
480	16	0	36.12	0.4430
490	16	0	36.12	0.4430
500	17	0	36.12	0.4707
510	17	0	36.12	0.4707
520	17	0	36.12	0.4707
530	17	0	36.12	0.4707
540	17	0	36.12	0.4707
550	17	0	36.12	0.4707
560	17	0	36.12	0.4707
570	17	0	36.12	0.4707
580	17	0	36.12	0.4707
590	17	0	36.12	0.4707
600	18	0	36.12	0.4983
610	18	0	36.12	0.4983
620	18	0	36.12	0.4983

630	18	0	36.12	0.4983
640	18	0	36.12	0.4983
650	18	0	36.12	0.4983
660	18	0	36.12	0.4983
670	18	0	36.12	0.4983
680	19	0	36.12	0.5260
690	19	0	36.12	0.5260
700	19	0	36.12	0.5260

ตารางผนวกที่ ฉ.4 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 2 W12%

Faculty of Engineering Naresuan University			DIRECT SHEAR TEST		
PROJECT		OWNER Group 1		JOB NO. 1	
LOCATION Naresuan University		BRING NO. 1		SAMPER NO. 1	
SOIL DESCRIPTION				DEPTH 3.39 m	
TESTED BY				DATE	
CHECKED BY -				DATE -	
SAMPLE DATA no.1:					
INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT		cm.
INITIAL WEIGHT	3.625	kg.	INITIAL WETER CONTENT	15.873	%
TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):					
NORMAL LOAD	4.010	kg.	NORMAL STRESS	KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT		

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	4	0	36.12	0.1107
20	5	0	36.12	0.1384
30	6	0	36.12	0.1661
40	6	0	36.12	0.1661
50	6	0	36.12	0.1661
60	7	0	36.12	0.1938
70	7	0	36.12	0.1938
80	7	0	36.12	0.1938
90	8	0	36.12	0.2215
100	8	0	36.12	0.2215
110	8	0	36.12	0.2215
120	8	0	36.12	0.2215
130	8	0	36.12	0.2215
140	8	0	36.12	0.2215
150	9	0	36.12	0.2492
160	9	0	36.12	0.2492
170	9	0	36.12	0.2492
180	9	0	36.12	0.2492
190	10	0	36.12	0.2769
200	10	0	36.12	0.2769

210	9	0	36.12	0.2492
220	10	0	36.12	0.2769
230	10	0	36.12	0.2769
240	10	0	36.12	0.2769
250	10	0	36.12	0.2769
260	10	0	36.12	0.2769
270	10	0	36.12	0.2769
280	11	0	36.12	0.3045
290	11	0	36.12	0.3045
300	11	0	36.12	0.3045
310	11	0	36.12	0.3045
320	12	0	36.12	0.3322
330	12	0	36.12	0.3322
340	12	0	36.12	0.3322
350	12	0	36.12	0.3322
360	12	0	36.12	0.3322
370	12	0	36.12	0.3322
380	13	0	36.12	0.3599
390	13	0	36.12	0.3599
400	13	0	36.12	0.3599
410	13	0	36.12	0.3599
420	13	0	36.12	0.3599
430	13	0	36.12	0.3599
440	13	0	36.12	0.3599
450	14	0	36.12	0.3876
460	14	0	36.12	0.3876
470	14	0	36.12	0.3876
480	14	0	36.12	0.3876
490	14	0	36.12	0.3876
500	14	0	36.12	0.3876
510	14	0	36.12	0.3876
520	14	0	36.12	0.3876
530	14	0	36.12	0.3876
540	14	0	36.12	0.3876
550	14	0	36.12	0.3876
560	14	0	36.12	0.3876
570	14	0	36.12	0.3876
580	15	0	36.12	0.4153
590	15	0	36.12	0.4153
600	15	0	36.12	0.4153
610	15	0	36.12	0.4153
620	15	0	36.12	0.4153

630	15	0	36.12	0.4153
640	15	0	36.12	0.4153
650	15	0	36.12	0.4153
660	15	0	36.12	0.4153
670	15	0	36.12	0.4153
680	15	0	36.12	0.4153
690	15	0	36.12	0.4153
700	15	0	36.12	0.4153

ตารางผนวกที่ ฉ.5 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 2 W15%

Faculty of Engineering Naresuan University	DIRECT SHEAR TEST

PROJECT			OWNER Group 1			JOB NO. 1	
LOCATION Naresuan University			BRING NO. 1			SAMPER NO. 1	
SOIL DESCRIPTION						DEPTH 3.39 m	
TESTED BY						DATE	
CHECKED BY -						DATE -	
SAMPLE DATA no.1:							
INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT			cm.	
INITIAL WEIGHT	3.625	kg.	INITIAL WETER CONTENT			20	%
TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):							
NORMAL LOAD	4.010	kg.	NORMAL STRESS			KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT				

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	6	0	36.12	0.1661
20	6	0	36.12	0.1661
30	6	0	36.12	0.1661
40	6	0	36.12	0.1661
50	7	0	36.12	0.1938
60	7	0	36.12	0.1938
70	7	0	36.12	0.1938
80	7	0	36.12	0.1938
90	7	0	36.12	0.1938
100	7	0	36.12	0.1938
110	7	0	36.12	0.1938
120	7	0	36.12	0.1938
130	7	0	36.12	0.1938
140	6	0	36.12	0.1661
150	6	0	36.12	0.1661
160	5	0	36.12	0.1384
170	3	0	36.12	0.0831

ตารางผนวกที่ ฉ.6 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 4 W0%

	Faculty of Engineering Naresuan University	DIRECT SHEAR TEST

PROJECT			OWNER Group 1		JOB NO. 1	
LOCATION Naresuan University			BRING NO. 1		SAMPER NO. 1	
SOIL DESCRIPTION					DEPTH 3.57 m	
TESTED BY					DATE	
CHECKED BY -					DATE -	
SAMPLE DATA no.1:						
INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT		cm.	
INITIAL WEIGHT	3.585	kg.	INITIAL WETER CONTENT		7.895	%
TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):						
NORMAL LOAD	8.190	kg.	NORMAL STRESS		KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT			

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	0	-7	36.12	0.0000
20	0	-9	36.12	0.0000
30	0	-10	36.12	0.0000
40	0	-10	36.12	0.0000
50	0	-11	36.12	0.0000
60	0	-12	36.12	0.0000
70	1	-13	36.12	0.0277
80	2	-14	36.12	0.0554
90	3	-15	36.12	0.0831
100	4	-16	36.12	0.1107
110	5	-17	36.12	0.1384
120	6	-18	36.12	0.1661
130	6	-19	36.12	0.1661
140	7	-20	36.12	0.1938
150	8	-21	36.12	0.2215
160	8	-21	36.12	0.2215
170	9	-22	36.12	0.2492
180	10	-23	36.12	0.2769
190	10	-24	36.12	0.2769
200	11	-25	36.12	0.3045
210	12	-26	36.12	0.3322

220	12	-27	36.12	0.3322
230	13	-27	36.12	0.3599
240	13	-28	36.12	0.3599
250	14	-29	36.12	0.3876
260	14	-30	36.12	0.3876
270	15	-30	36.12	0.4153
280	15	-31	36.12	0.4153
290	16	-31	36.12	0.4430
300	16	-32	36.12	0.4430
310	16	-32	36.12	0.4430
320	17	-33	36.12	0.4707
330	17	-33	36.12	0.4707
340	18	-35	36.12	0.4983
350	18	-36	36.12	0.4983
360	18	-37	36.12	0.4983
370	19	39	36.12	0.5260
380	19	-40	36.12	0.5260
390	20	-41	36.12	0.5537
400	20	-42	36.12	0.5537
410	21	-44	36.12	0.5814
420	21	-45	36.12	0.5814
430	22	-47	36.12	0.6091
440	22	-48	36.12	0.6091
450	22	-49	36.12	0.6091
460	22	-51	36.12	0.6091
470	23	-53	36.12	0.6368
480	24	-54	36.12	0.6645
490	24	-56	36.12	0.6645
500	25	-57	36.12	0.6921
510	25	-58	36.12	0.6921
520	26	-60	36.12	0.7198
530	26	-61	36.12	0.7198
540	26	-62	36.12	0.7198
550	27	-63	36.12	0.7475
560	27	-64	36.12	0.7475
570	27	-65	36.12	0.7475
580	28	-65	36.12	0.7752
590	28	-66	36.12	0.7752
600	28	-67	36.12	0.7752
610	28	-67	36.12	0.7752
620	29	-68	36.12	0.8029
630	29	-69	36.12	0.8029

640	29	-70	36.12	0.8029
650	29	-70	36.12	0.8029
660	30	-72	36.12	0.8306
670	30	-72	36.12	0.8306
680	30	-72	36.12	0.8306
690	30	-72	36.12	0.8306
700	30	-72	36.12	0.8306

ตารางผนวกที่ ฉ.7 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 4 W5%

Faculty of Engineering Naresuan University	DIRECT SHEAR TEST

PROJECT		OWNER Group 1		JOB NO. 1		
LOCATION Naresuan University		BRING NO. 1		SAMPER NO. 1		
SOIL DESCRIPTION				DEPTH 3.57 m		
TESTED BY				DATE		
CHECKED BY -				DATE -		
SAMPLE DATA no.1:						
INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT		cm.	
INITIAL WEIGHT	3.576	kg.	INITIAL WETER CONTENT		14.583	%
TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):						
NORMAL LOAD	8.190	kg.	NORMAL STRESS		KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT			

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	5	0	36.12	0.1384
20	6	0	36.12	0.1661
30	7	0	36.12	0.1938
40	7	0	36.12	0.1938
50	7	0	36.12	0.1938
60	8	0	36.12	0.2215
70	9	0	36.12	0.2492
80	9	0	36.12	0.2492
90	8	0	36.12	0.2215
100	9	0	36.12	0.2492
110	9	0	36.12	0.2492
120	10	0	36.12	0.2769
130	10	0	36.12	0.2769
140	11	0	36.12	0.3045
150	11	0	36.12	0.3045
160	12	0	36.12	0.3322
170	13	0	36.12	0.3599
180	13	0	36.12	0.3599
190	14	0	36.12	0.3876
200	14	0	36.12	0.3876
210	15	0	36.12	0.4153

220	15	0	36.12	0.4153
230	15	0	36.12	0.4153
240	16	0	36.12	0.4430
250	17	0	36.12	0.4707
260	17	0	36.12	0.4707
270	18	0	36.12	0.4983
280	19	0	36.12	0.5260
290	19	0	36.12	0.5260
300	20	0	36.12	0.5537
310	20	0	36.12	0.5537
320	21	0	36.12	0.5814
330	21	0	36.12	0.5814
340	21	0	36.12	0.5814
350	21	0	36.12	0.5814
360	21	0	36.12	0.5814
370	21	0	36.12	0.5814
380	22	0	36.12	0.6091
390	24	0	36.12	0.6645
400	25	0	36.12	0.6921
410	25	0	36.12	0.6921
420	26	0	36.12	0.7198
430	26	0	36.12	0.7198
440	27	0	36.12	0.7475
450	27	0	36.12	0.7475
460	27	0	36.12	0.7475
470	28	0	36.12	0.7752
480	28	0	36.12	0.7752
490	29	0	36.12	0.8029
500	29	0	36.12	0.8029
510	30	0	36.12	0.8306
520	30	0	36.12	0.8306
530	30	0	36.12	0.8306
540	31	0	36.12	0.8583
550	31	0	36.12	0.8583
560	32	0	36.12	0.8859
570	32	0	36.12	0.8859
580	32	0	36.12	0.8859
590	33	0	36.12	0.9136
600	33	0	36.12	0.9136
610	33	0	36.12	0.9136
620	34	0	36.12	0.9413
630	34	0	36.12	0.9413

640	34	0	36.12	0.9413
650	34	0	36.12	0.9413
660	35	0	36.12	0.9690
670	35	0	36.12	0.9690
680	35	0	36.12	0.9690
690	35	0	36.12	0.9690
700	35	0	36.12	0.9690

ตารางผนวกที่ ฉ.8 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 4 W10%

Faculty of Engineering Naresuan University	DIRECT SHEAR TEST

PROJECT	OWNER Group 1	JOB NO. 1
LOCATION Naresuan University	BRING NO. 1	SAMPER NO. 1
SOIL DESCRIPTION		DEPTH 3.57 m
TESTED BY		DATE
CHECKED BY -		DATE -

SAMPLE DATA no.1:

INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT		cm.		
INITIAL WEIGHT	3.582	kg.	INITIAL WETER CONTENT		18.182	%	

TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):

NORMAL LOAD	8.190	kg.	NORMAL STRESS		KSC		
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT				

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	6	-3	36.12	0.1661
20	8	-5	36.12	0.2215
30	9	-6	36.12	0.2492
40	10	-10	36.12	0.2769
50	10	-13	36.12	0.2769
60	11	-16	36.12	0.3045
70	11	-17	36.12	0.3045
80	11	-20	36.12	0.3045
90	12	-21	36.12	0.3322
100	12	-24	36.12	0.3322
110	12	-27	36.12	0.3322
120	13	-29	36.12	0.3599
130	13	-31	36.12	0.3599
140	13	-33	36.12	0.3599
150	14	-35	36.12	0.3876
160	13	-38	36.12	0.3599
170	14	-39	36.12	0.3876
180	14	-41	36.12	0.3876
190	15	-43	36.12	0.4153
200	15	-45	36.12	0.4153
210	16	-47	36.12	0.4430

220	16	-49	36.12	0.4430
230	17	-50	36.12	0.4707
240	17	-52	36.12	0.4707
250	18	-53	36.12	0.4983
260	18	-54	36.12	0.4983
270	19	-56	36.12	0.5260
280	19	-58	36.12	0.5260
290	20	-60	36.12	0.5537
300	20	-62	36.12	0.5537
310	20	-63	36.12	0.5537
320	20	-67	36.12	0.5537
330	20	-70	36.12	0.5537
340	19	-73	36.12	0.5260
350	18	-76	36.12	0.4983
360	21	-77	36.12	0.5814
370	23	-78	36.12	0.6368
380	23	79	36.12	0.6368
390	23	-81	36.12	0.6368

ตารางผนวกที่ ฉ.9 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 4 W15%

	Faculty of Engineering Naresuan University	DIRECT SHEAR TEST

PROJECT			OWNER Group 1		JOB NO. 1	
LOCATION Naresuan University			BRING NO. 1		SAMPER NO. 1	
SOIL DESCRIPTION					DEPTH 3.57 m	
TESTED BY					DATE	
CHECKED BY -					DATE -	
SAMPLE DATA no.1:						
INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT		cm.	
INITIAL WEIGHT	3.582	kg.	INITIAL WETER CONTENT		20.408	%
TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):						
NORMAL LOAD	8.190	kg.	NORMAL STRESS		KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT			

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	5	-8	36.12	0.1384
20	6	-15	36.12	0.1661
30	7	-21	36.12	0.1938
40	7	-25	36.12	0.1938
50	8	-28	36.12	0.2215
60	8	30	36.12	0.2215
70	8	-34	36.12	0.2215
80	9	-35	36.12	0.2492
90	9	-36	36.12	0.2492
100	9	-38	36.12	0.2492
110	9	-39	36.12	0.2492
120	10	-40	36.12	0.2769
130	10	-42	36.12	0.2769
140	10	-43	36.12	0.2769
150	10	-45	36.12	0.2769
160	10	-47	36.12	0.2769
170	11	-48	36.12	0.3045
180	11	-50	36.12	0.3045
190	11	-53	36.12	0.3045
200	11	-56	36.12	0.3045
210	10	-61	36.12	0.2769

220	9	-64	36.12	0.2492
230	10	-66	36.12	0.2769
240	9	-68	36.12	0.2492
250	10	-69	36.12	0.2769
260	11	-69	36.12	0.3045
270	12	-70	36.12	0.3322
280	12	-71	36.12	0.3322
290	13	-73	36.12	0.3599
300	12	-73	36.12	0.3322
310	12	-73	36.12	0.3322
320	13	-74	36.12	0.3599
330	14	-75	36.12	0.3876
340	14	-76	36.12	0.3876
350	14	-77	36.12	0.3876
360	14	-78	36.12	0.3876
370	14	-79	36.12	0.3876
380	14	-81	36.12	0.3876
390	14	-88	36.12	0.3876
400	14	-88	36.12	0.3876
410	14	-89	36.12	0.3876
420	15	-90	36.12	0.4153
430	15	-93	36.12	0.4153
440	15	-93	36.12	0.4153
450	15	-94	36.12	0.4153
460	15	-95	36.12	0.4153
470	15	-95	36.12	0.4153
480	15	-99	36.12	0.4153
490	15	-99	36.12	0.4153
500	15	-100	36.12	0.4153
510	16	-100	36.12	0.4430
520	16	-100	36.12	0.4430
530	16	-101	36.12	0.4430
540	16	-103	36.12	0.4430
550	15	-103	36.12	0.4153
560	16	-103	36.12	0.4430
570	16	-103	36.12	0.4430
580	16	-103	36.12	0.4430
590	16	-104	36.12	0.4430
600	16	-104	36.12	0.4430
610	15	-105	36.12	0.4153
620	15	-105	36.12	0.4153
630	15	-105	36.12	0.4153

640	16	-105	36.12	0.4430
650	16	-106	36.12	0.4430
660	16	-107	36.12	0.4430
670	15	-108	36.12	0.4153
680	15	-108	36.12	0.4153
690	15	-109	36.12	0.4153
700	15	-109	36.12	0.4153

ตารางผนวกที่ ฉ.10 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 8 W0%

	Faculty of Engineering Naresuan University	DIRECT SHEAR TEST

PROJECT	OWNER Group 1	JOB NO. 1
LOCATION Naresuan University	BRING NO. 1	SAMPER NO. 1
SOIL DESCRIPTION		DEPTH 3.93 m
TESTED BY		DATE
CHECKED BY -		DATE -

SAMPLE DATA no.1:

INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT	cm.	
INITIAL WEIGHT	3.584	kg.	INITIAL WETER CONTENT	3.571	%

TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):

NORMAL LOAD	16.005	kg.	NORMAL STRESS	KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT		

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	5	-2	36.12	0.1384
20	5	-2	36.12	0.1384
30	5	-3	36.12	0.1384
40	5	-4	36.12	0.1384
50	6	-4	36.12	0.1661
60	5	-6	36.12	0.1384
70	4	-8	36.12	0.1107
80	6	-7	36.12	0.1661
90	7	-8	36.12	0.1938
100	8	-9	36.12	0.2215
110	10	-9	36.12	0.2769
120	12	-10	36.12	0.3322
130	13	-11	36.12	0.3599
140	14	-12	36.12	0.3876
150	17	-13	36.12	0.4707
160	22	-14	36.12	0.6091
170	25	-16	36.12	0.6921
180	27	-17	36.12	0.7475
190	28	-19	36.12	0.7752
200	29	-21	36.12	0.8029

210	29	-22	36.12	0.8029
220	30	-24	36.12	0.8306
230	31	-25	36.12	0.8583
240	31	-26	36.12	0.8583
250	32	-27	36.12	0.8859
260	33	-28	36.12	0.9136
270	34	-29	36.12	0.9413
280	34	-29	36.12	0.9413
290	35	30	36.12	0.9690
300	35	-31	36.12	0.9690
310	35	-32	36.12	0.9690
320	35	-33	36.12	0.9690
330	34	-34	36.12	0.9413
340	33	-35	36.12	0.9136
350	31	-36	36.12	0.8583
360	21	-77	36.12	0.5814
370	23	-78	36.12	0.6368
380	23	79	36.12	0.6368
390	23	-81	36.12	0.6368

ตารางผนวกที่ ฉ.11 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 8 W5%

Faculty of Engineering Naresuan University		DIRECT SHEAR TEST
PROJECT	OWNER Group 1	JOB NO. 1
LOCATION Naresuan University	BRING NO. 1	SAMPER NO. 1
SOIL DESCRIPTION		DEPTH 3.93 m
TESTED BY		DATE
CHECKED BY -		DATE -

SAMPLE DATA no.1:

INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT	cm.	
INITIAL WEIGHT	3.580	kg.	INITIAL WETER CONTENT	8.974	%

TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):

NORMAL LOAD	16.005	kg.	NORMAL STRESS	KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT		

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	17	-3	36.12	0.4707
20	20	-6	36.12	0.5537
30	22	-9	36.12	0.6091
40	23	-10	36.12	0.6368
50	23	-12	36.12	0.6368
60	23	-14	36.12	0.6368
70	23	-16	36.12	0.6368
80	23	-17	36.12	0.6368
90	23	-19	36.12	0.6368
100	23	-20	36.12	0.6368
110	23	-23	36.12	0.6368
120	24	-24	36.12	0.6645
130	24	-25	36.12	0.6645
140	25	-26	36.12	0.6921
150	25	-26	36.12	0.6921
160	26	-26	36.12	0.7198
170	26	-26	36.12	0.7198
180	26	-26	36.12	0.7198
190	27	-26	36.12	0.7475
200	27	-26	36.12	0.7475
210	27	-26	36.12	0.7475

220	27	-27	36.12	0.7475
230	27	-28	36.12	0.7475
240	25	-28	36.12	0.6921
250	27	-30	36.12	0.7475
260	28	-30	36.12	0.7752
270	30	-30	36.12	0.8306
280	31	-30	36.12	0.8583
290	32	-31	36.12	0.8859
300	33	-31	36.12	0.9136
310	33	-31	36.12	0.9136
320	33	-32	36.12	0.9136
330	32	-32	36.12	0.8859
340	33	-34	36.12	0.9136
350	34	-35	36.12	0.9413
360	35	-36	36.12	0.9690
370	36	-37	36.12	0.9967
380	37	-38	36.12	1.0244
390	37	-39	36.12	1.0244
400	38	-41	36.12	1.0520
410	38	-43	36.12	1.0520
420	39	-43	36.12	1.0797
430	40	-44	36.12	1.1074
440	40	-45	36.12	1.1074
450	41	-46	36.12	1.1351
460	41	-47	36.12	1.1351
470	42	-49	36.12	1.1628
480	42	-50	36.12	1.1628
490	43	-51	36.12	1.1905
500	43	-51	36.12	1.1905
510	44	-52	36.12	1.2182
520	45	-52	36.12	1.2458
530	45	-52	36.12	1.2458
540	46	-53	36.12	1.2735
550	44	-54	36.12	1.2182
560	47	-56	36.12	1.3012
570	47	-57	36.12	1.3012
580	48	-59	36.12	1.3289
590	48	-60	36.12	1.3289
600	48	-61	36.12	1.3289
610	49	-61	36.12	1.3566
620	49	-62	36.12	1.3566
630	49	-63	36.12	1.3566

640	49	-64	36.12	1.3566
650	50	-65	36.12	1.3843
660	50	-67	36.12	1.3843
670	50	-68	36.12	1.3843
680	50	-69	36.12	1.3843
690	51	-70	36.12	1.4120
700	51	-70	36.12	1.4120

ตารางผนวกที่ ฉ.12 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 8 W10%

Faculty of Engineering
Naresuan University

DIRECT SHEAR TEST

PROJECT		OWNER Group 1		JOB NO. 1	
LOCATION Naresuan University		BRING NO. 1		SAMPER NO. 1	
SOIL DESCRIPTION				DEPTH 3.93 m	
TESTED BY				DATE	
CHECKED BY -				DATE -	
SAMPLE DATA no.1:					
INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT	cm.	
INITIAL WEIGHT	3.574	kg.	INITIAL WETER CONTENT	10.714	%
TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):					
NORMAL LOAD	16.005	kg.	NORMAL STRESS	KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT		

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	10	-4	36.12	0.2769
20	18	-7	36.12	0.4983
30	22	-10	36.12	0.6091
40	25	-12	36.12	0.6921
50	26	-14	36.12	0.7198
60	27	-16	36.12	0.7475
70	27	-18	36.12	0.7475
80	28	-19	36.12	0.7752
90	28	-20	36.12	0.7752
100	29	-21	36.12	0.8029
110	29	-22	36.12	0.8029
120	30	-22	36.12	0.8306
130	30	-23	36.12	0.8306
140	31	-23	36.12	0.8583
150	31	-23	36.12	0.8583
160	31	-23	36.12	0.8583
170	31	-23	36.12	0.8583
180	31	-23	36.12	0.8583

190	31	-24	36.12	0.8583
200	31	-25	36.12	0.8583
210	31	-25	36.12	0.8583
220	31	-25	36.12	0.8583
230	30	-26	36.12	0.8306
240	29	-27	36.12	0.8029
250	30	-27	36.12	0.8306
260	30	-27	36.12	0.8306
270	33	-26	36.12	0.9136

ตารางผนวกที่ ฉ.13 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 8 W15%

Faculty of Engineering Naresuan University		DIRECT SHEAR TEST

PROJECT			OWNER Group 1			JOB NO. 1	
LOCATION Naresuan University			BRING NO. 1			SAMPER NO. 1	
SOIL DESCRIPTION						DEPTH 3.93 m	
TESTED BY						DATE	
CHECKED BY -						DATE -	
SAMPLE DATA no.1:							
INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT			cm.	
INITIAL WEIGHT	3.580	kg.	INITIAL WETER CONTENT			16.667	%
TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):							
NORMAL LOAD	16.005	kg.	NORMAL STRESS			KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT				

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	0	1	36.12	0.0000
20	5	1	36.12	0.1384
30	5	1	36.12	0.1384
40	6	1	36.12	0.1661
50	7	1	36.12	0.1938
60	8	1	36.12	0.2215
70	9	1	36.12	0.2492
80	10	1	36.12	0.2769
90	11	1	36.12	0.3045
100	11	1	36.12	0.3045
110	12	2	36.12	0.3322
120	12	2	36.12	0.3322
130	12	2	36.12	0.3322
140	12	2	36.12	0.3322
150	12	3	36.12	0.3322
160	13	3	36.12	0.3599
170	13	4	36.12	0.3599
180	13	4	36.12	0.3599
190	14	4	36.12	0.3876
200	14	5	36.12	0.3876

210	14	5	36.12	0.3876
220	14	5	36.12	0.3876
230	14	5	36.12	0.3876
240	14	6	36.12	0.3876
250	14	6	36.12	0.3876
260	14	6	36.12	0.3876
270	14	6	36.12	0.3876
280	14	6	36.12	0.3876
290	14	6	36.12	0.3876
300	14	6	36.12	0.3876
310	13	6	36.12	0.3599
320	12	6	36.12	0.3322
330	12	6	36.12	0.3322
340	12	6	36.12	0.3322
350	14	6	36.12	0.3876
360	16	6	36.12	0.4430
370	16	6	36.12	0.4430
380	17	6	36.12	0.4707
390	17	6	36.12	0.4707
400	17	5	36.12	0.4707
410	16	5	36.12	0.4430
420	17	5	36.12	0.4707
430	17	4	36.12	0.4707
440	17	3	36.12	0.4707
450	17	3	36.12	0.4707
460	17	3	36.12	0.4707
470	17	3	36.12	0.4707
480	17	2	36.12	0.4707
490	17	2	36.12	0.4707
500	18	2	36.12	0.4983
510	17	1	36.12	0.4707
520	17	1	36.12	0.4707
530	17	1	36.12	0.4707
540	17	1	36.12	0.4707
550	17	0	36.12	0.4707
560	17	0	36.12	0.4707
570	17	0	36.12	0.4707
580	17	0	36.12	0.4707
590	17	-1	36.12	0.4707
600	17	-1	36.12	0.4707
610	17	-1	36.12	0.4707
620	17	-2	36.12	0.4707

630	17	-2	36.12	0.4707
640	18	-2	36.12	0.4983
650	17	-2	36.12	0.4707
660	18	-2	36.12	0.4983
670	18	-2	36.12	0.4983
680	18	-3	36.12	0.4983
690	18	-4	36.12	0.4983
700	18	-4	36.12	0.4983

ตารางผนวกที่ ฉ.14 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 13 W0%

Faculty of Engineering Naresuan University		DIRECT SHEAR TEST

PROJECT			OWNER Group 1			JOB NO. 1	
LOCATION Naresuan University			BRING NO. 1			SAMPER NO. 1	
SOIL DESCRIPTION						DEPTH 4.43 m	
TESTED BY						DATE	
CHECKED BY -						DATE -	
SAMPLE DATA no.1:							
INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT			cm.	
INITIAL WEIGHT	3.567	kg.	INITIAL WETER CONTENT			10.869	%
TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):							
NORMAL LOAD		kg.	NORMAL STRESS			KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT				

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	7	-1	36.12	0.1938
20	8	-3	36.12	0.2215
30	9	-4	36.12	0.2492
40	10	-6	36.12	0.2769
50	10	-8	36.12	0.2769
60	10	-12	36.12	0.2769
70	11	-13	36.12	0.3045
80	12	-15	36.12	0.3322
90	13	-16	36.12	0.3599
100	13	-19	36.12	0.3599
110	13	-21	36.12	0.3599
120	14	-22	36.12	0.3876
130	17	-23	36.12	0.4707
140	18	-25	36.12	0.4983
150	20	-27	36.12	0.5537
160	23	-30	36.12	0.6368
170	25	-33	36.12	0.6921
180	27	-35	36.12	0.7475
190	29	-38	36.12	0.8029
200	31	-40	36.12	0.8583
210	32	-42	36.12	0.8859

220	36	-44	36.12	0.9967
230	38	-46	36.12	1.0520
240	40	-47	36.12	1.1074
250	41	-48	36.12	1.1351
260	42	-49	36.12	1.1628
270	43	-51	36.12	1.1905
280	44	-52	36.12	1.2182
290	45	-53	36.12	1.2458
300	45	-55	36.12	1.2458
310	45	-56	36.12	1.2458
320	46	-57	36.12	1.2735
330	49	-59	36.12	1.3566
340	51	-60	36.12	1.4120
350	53	-61	36.12	1.4673
360	54	-62	36.12	1.4950
370	54	-63	36.12	1.4950
380	55	-63	36.12	1.5227
390	55	-64	36.12	1.5227
400	56	-65	36.12	1.5504
410	57	-65	36.12	1.5781
420	57	-65	36.12	1.5781
430	57	-66	36.12	1.5781
440	58	-66	36.12	1.6058
450	58	-67	36.12	1.6058
460	58	-68	36.12	1.6058
470	59	-68	36.12	1.6334
480	59	-69	36.12	1.6334
490	59	-69	36.12	1.6334
500	59	-70	36.12	1.6334
510	60	-71	36.12	1.6611
520	60	-71	36.12	1.6611
530	60	-72	36.12	1.6611
540	60	-72	36.12	1.6611
550	60	-72	36.12	1.6611
560	60	-73	36.12	1.6611
570	60	-73	36.12	1.6611
580	60	-74	36.12	1.6611
590	60	-74	36.12	1.6611
600	60	-75	36.12	1.6611
610	60	-75	36.12	1.6611
620	60	-76	36.12	1.6611
630	60	-76	36.12	1.6611

640	60	-76	36.12	1.6611
650	60	-76	36.12	1.6611
660	60	-77	36.12	1.6611
670	59	-77	36.12	1.6334
680	59	-77	36.12	1.6334
690	59	-77	36.12	1.6334
700	59	-77	36.12	1.6334

ตารางผนวกที่ ฉ.15 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 13 W5%

Faculty of Engineering Naresuan University	DIRECT SHEAR TEST

PROJECT			OWNER Group 1			JOB NO. 1	
LOCATION Naresuan University			BRING NO. 1			SAMPER NO. 1	
SOIL DESCRIPTION						DEPTH 4.43 m	
TESTED BY						DATE	
CHECKED BY -						DATE -	
SAMPLE DATA no.1:							
INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT			cm.	
INITIAL WEIGHT	3.565	kg.	INITIAL WETER CONTENT			16.129	%
TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):							
NORMAL LOAD		kg.	NORMAL STRESS			KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT				

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	18	-5	36.12	0.4983
20	24	-6	36.12	0.6645
30	25	-9	36.12	0.6921
40	30	-9	36.12	0.8306
50	33	-11	36.12	0.9136
60	35	-13	36.12	0.9690
70	37	-14	36.12	1.0244
80	39	-18	36.12	1.0797
90	42	-18	36.12	1.1628
100	44	-20	36.12	1.2182
110	46	-21	36.12	1.2735
120	49	-21	36.12	1.3566
130	51	-21	36.12	1.4120
140	53	-21	36.12	1.4673
150	56	-22	36.12	1.5504
160	58	-22	36.12	1.6058
170	60	-22	36.12	1.6611
180	62	-22	36.12	1.7165
190	63	-23	36.12	1.7442
200	65	-23	36.12	1.7996

210	66	-23	36.12	1.8272
220	67	-23	36.12	1.8549
230	69	-23	36.12	1.9103
240	70	-23	36.12	1.9380
250	70	-23	36.12	1.9380
260	71	-24	36.12	1.9657
270	71	-24	36.12	1.9657
280	71	-32	36.12	1.9657
290	71	-31	36.12	1.9657
300	71	-31	36.12	1.9657
310	70	-32	36.12	1.9380
320	68	-33	36.12	1.8826
330	67	-34	36.12	1.8549
340	64	-36	36.12	1.7719
350	61	-38	36.12	1.6888

ตารางผนวกที่ ฉ.16 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 13 W10%

Faculty of Engineering Naresuan University		DIRECT SHEAR TEST

PROJECT	OWNER Group 1	JOB NO. 1
LOCATION Naresuan University	BRING NO. 1	SAMPER NO. 1
SOIL DESCRIPTION		DEPTH 4.43 m
TESTED BY		DATE
CHECKED BY -		DATE -

SAMPLE DATA no.1:

INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT		cm.	
INITIAL WEIGHT	3.587	kg.	INITIAL WETER CONTENT		22.857	%

TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):

NORMAL LOAD		kg.	NORMAL STRESS		KSC
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT		

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	20	-4	36.12	0.5537
20	24	-5	36.12	0.6645
30	26	-7	36.12	0.7198
40	28	-8	36.12	0.7752
50	29	-9	36.12	0.8029
60	30	-10	36.12	0.8306
70	31	-11	36.12	0.8583
80	31	-12	36.12	0.8583
90	32	-12	36.12	0.8859
100	32	-13	36.12	0.8859
110	33	-14	36.12	0.9136
120	34	-14	36.12	0.9413
130	34	-14	36.12	0.9413
140	35	-14	36.12	0.9690
150	36	-15	36.12	0.9967
160	36	-16	36.12	0.9967
170	37	-16	36.12	1.0244
180	38	-17	36.12	1.0520
190	38	-18	36.12	1.0520
200	38	-18	36.12	1.0520

210	39	-19	36.12	1.0797
220	39	-19	36.12	1.0797
230	40	-20	36.12	1.1074
240	40	-20	36.12	1.1074
250	40	-21	36.12	1.1074
260	40	-22	36.12	1.1074
270	40	-22	36.12	1.1074
280	40	-22	36.12	1.1074
290	40	-23	36.12	1.1074
300	40	-23	36.12	1.1074
310	40	-24	36.12	1.1074
320	39	-24	36.12	1.0797
330	38	-25	36.12	1.0520
340	36	-25	36.12	0.9967
350	36	-26	36.12	0.9967
360	36	-26	36.12	0.9967

ตารางผนวกที่ ฉ.17 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 13 W15%

Faculty of Engineering Naresuan University	DIRECT SHEAR TEST

PROJECT			OWNER Group 1			JOB NO. 1	
LOCATION Naresuan University			BRING NO. 1			SAMPER NO. 1	
SOIL DESCRIPTION						DEPTH 4.43 m	
TESTED BY						DATE	
CHECKED BY -						DATE -	
SAMPLE DATA no.1:							
INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT			cm.	
INITIAL WEIGHT	3.620	kg.	INITIAL WETER CONTENT			25.581	%
TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):							
NORMAL LOAD		kg.	NORMAL STRESS			KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT				

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	5	-2	36.12	0.1384
20	6	-2	36.12	0.1661
30	7	-3	36.12	0.1938
40	8	-4	36.12	0.2215
50	8	-5	36.12	0.2215
60	9	-6	36.12	0.2492
70	9	-7	36.12	0.2492
80	9	-8	36.12	0.2492
90	10	-8	36.12	0.2769
100	10	-8	36.12	0.2769
110	10	-9	36.12	0.2769
120	11	-10	36.12	0.3045
130	11	-10	36.12	0.3045
140	11	-10	36.12	0.3045
150	12	-10	36.12	0.3322
160	12	-10	36.12	0.3322
170	12	-10	36.12	0.3322
180	12	-11	36.12	0.3322
190	12	-11	36.12	0.3322
200	13	-11	36.12	0.3599

210	13	-11	36.12	0.3599
220	13	-11	36.12	0.3599
230	14	-11	36.12	0.3876
240	13	-12	36.12	0.3599
250	13	-12	36.12	0.3599
260	13	-12	36.12	0.3599
270	13	-12	36.12	0.3599
280	12	-12	36.12	0.3322
290	12	-13	36.12	0.3322
300	12	-14	36.12	0.3322
310	12	-14	36.12	0.3322
320	11	-15	36.12	0.3045
330	11	-15	36.12	0.3045
340	12	-16	36.12	0.3322
350	15	-16	36.12	0.4153
360	16	-15	36.12	0.4430
370	15	-16	36.12	0.4153
380	15	-15	36.12	0.4153
390	15	-17	36.12	0.4153
400	15	-17	36.12	0.4153
410	15	-17	36.12	0.4153
420	15	-18	36.12	0.4153
430	16	-18	36.12	0.4430
440	16	-18	36.12	0.4430
450	16	-19	36.12	0.4430
460	16	-19	36.12	0.4430
470	16	-19	36.12	0.4430
480	16	-19	36.12	0.4430
490	16	-19	36.12	0.4430
500	16	-22	36.12	0.4430
510	16	-22	36.12	0.4430
520	16	-22	36.12	0.4430
530	16	-22	36.12	0.4430
540	16	-23	36.12	0.4430
550	16	-25	36.12	0.4430
560	16	-25	36.12	0.4430
570	15	-25	36.12	0.4153
580	15	-25	36.12	0.4153
590	15	-26	36.12	0.4153
600	15	-26	36.12	0.4153
610	15	-27	36.12	0.4153
620	15	-28	36.12	0.4153

630	15	-28	36.12	0.4153
640	15	-28	36.12	0.4153
650	14	-28	36.12	0.3876
660	14	-29	36.12	0.3876

ตารางผนวกที่ ฉ.18 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 14 W0%

Faculty of Engineering Naresuan University	DIRECT SHEAR TEST

PROJECT			OWNER Group 1			JOB NO. 1	
LOCATION Naresuan University			BRING NO. 1			SAMPER NO. 1	
SOIL DESCRIPTION						DEPTH 4.52 m	
TESTED BY						DATE	
CHECKED BY -						DATE -	
SAMPLE DATA no.1:							
INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT			cm.	
INITIAL WEIGHT	3.581	kg.	INITIAL WETER CONTENT			11.766	%
TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):							
NORMAL LOAD	48.425	kg.	NORMAL STRESS			KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT				

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	31	-6	36.12	0.8583
20	38	-11	36.12	1.0520
30	42	-14	36.12	1.1628
40	45	-18	36.12	1.2458
50	47	-20	36.12	1.3012
60	49	-22	36.12	1.3566
70	51	-25	36.12	1.4120
80	52	-27	36.12	1.4396
90	54	-29	36.12	1.4950
100	56	-31	36.12	1.5504
110	58	-33	36.12	1.6058
120	59	-35	36.12	1.6334
130	61	-36	36.12	1.6888
140	62	-36	36.12	1.7165
150	64	-36	36.12	1.7719
160	66	-36	36.12	1.8272
170	68	-36	36.12	1.8826
180	70	-36	36.12	1.9380
190	72	-36	36.12	1.9934
200	74	-36	36.12	2.0487

210	76	-36	36.12	2.1041
220	78	-36	36.12	2.1595
230	79	-36	36.12	2.1872
240	80	-36	36.12	2.2148
250	81	-36	36.12	2.2425
260	82	-36	36.12	2.2702
270	83	-36	36.12	2.2979
280	84	-36	36.12	2.3256
290	84	-36	36.12	2.3256
300	84	-36	36.12	2.3256
310	84	-36	36.12	2.3256
320	83	-36	36.12	2.2979
330	81	-36	36.12	2.2425
340	81	-36	36.12	2.2425
350	83	-36	36.12	2.2979

ตารางผนวกที่ ฉ.19 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 14 W5%

Faculty of Engineering Naresuan University	DIRECT SHEAR TEST

PROJECT	OWNER Group 1	JOB NO. 1
LOCATION Naresuan University	BRING NO. 1	SAMPER NO. 1
SOIL DESCRIPTION		DEPTH 4.52 m
TESTED BY		DATE
CHECKED BY -		DATE -

SAMPLE DATA no.1:

INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT		cm.	
INITIAL WEIGHT	3.596	kg.	INITIAL WETER CONTENT		19.149	%

TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):

NORMAL LOAD	48.425	kg.	NORMAL STRESS		KSC
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT		

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	27	-7	36.12	0.7475
20	34	-12	36.12	0.9413
30	37	-15	36.12	1.0244
40	39	-18	36.12	1.0797
50	41	-20	36.12	1.1351
60	42	-21	36.12	1.1628
70	43	-23	36.12	1.1905
80	45	-25	36.12	1.2458
90	46	-26	36.12	1.2735
100	48	-28	36.12	1.3289
110	50	-30	36.12	1.3843
120	52	-32	36.12	1.4396
130	53	-34	36.12	1.4673
140	55	-35	36.12	1.5227
150	57	-37	36.12	1.5781
160	59	-39	36.12	1.6334
170	62	-41	36.12	1.7165
180	65	-41	36.12	1.7996
190	67	-41	36.12	1.8549
200	70	-41	36.12	1.9380

210	72	-41	36.12	1.9934
220	74	-41	36.12	2.0487
230	76	-41	36.12	2.1041
240	77	-41	36.12	2.1318
250	78	-41	36.12	2.1595
260	80	-41	36.12	2.2148
270	81	-41	36.12	2.2425
280	82	-41	36.12	2.2702
290	83	-41	36.12	2.2979
300	84	-41	36.12	2.3256
310	85	-41	36.12	2.3533
320	86	-41	36.12	2.3810
330	87	-41	36.12	2.4086
340	87	-41	36.12	2.4086
350	87	-41	36.12	2.4086
360	87	-41	36.12	2.4086
370	87	-41	36.12	2.4086
380	87	-41	36.12	2.4086
390	86	-41	36.12	2.3810
400	86	-41	36.12	2.3810
410	86	-41	36.12	2.3810
420	89	-41	36.12	2.4640
430	94	-41	36.12	2.6024
440	96	-41	36.12	2.6578
450	96	-41	36.12	2.6578
460	96	-41	36.12	2.6578
470	96	-41	36.12	2.6578
480	96	-41	36.12	2.6578
490	97	-41	36.12	2.6855
500	97	-41	36.12	2.6855
510	96	-41	36.12	2.6578
520	96	-41	36.12	2.6578
530	96	-41	36.12	2.6578
540	96	-41	36.12	2.6578
550	96	-41	36.12	2.6578
560	96	-41	36.12	2.6578
570	96	-41	36.12	2.6578
580	96	-41	36.12	2.6578
590	96	-41	36.12	2.6578
600	96	-41	36.12	2.6578
610	95	-41	36.12	2.6301
620	95	-41	36.12	2.6301

630	95	-41	36.12	2.6301
640	94	-41	36.12	2.6024

ตารางผนวกที่ ฉ.20 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 14 W10%

Faculty of Engineering Naresuan University	DIRECT SHEAR TEST

PROJECT			OWNER Group 1			JOB NO. 1	
LOCATION Naresuan University			BRING NO. 1			SAMPER NO. 1	
SOIL DESCRIPTION						DEPTH 4.52 m	
TESTED BY						DATE	
CHECKED BY -						DATE -	
SAMPLE DATA no.1:							
INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT			cm.	
INITIAL WEIGHT	3.598	kg.	INITIAL WETER CONTENT			25	%
TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):							
NORMAL LOAD	48.425	kg.	NORMAL STRESS			KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT				

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	10	-3	36.12	0.2769
20	14	-5	36.12	0.3876
30	16	-6	36.12	0.4430
40	18	-7	36.12	0.4983
50	20	-9	36.12	0.5537
60	21	-10	36.12	0.5814
70	22	-11	36.12	0.6091
80	23	-13	36.12	0.6368
90	23	-15	36.12	0.6368
100	23	-16	36.12	0.6368
110	23	-18	36.12	0.6368
120	26	-20	36.12	0.7198
130	30	-20	36.12	0.8306
140	31	-21	36.12	0.8583
150	32	-22	36.12	0.8859
160	33	-23	36.12	0.9136
170	34	-24	36.12	0.9413
180	36	-23	36.12	0.9967
190	38	-22	36.12	1.0520
200	39	-22	36.12	1.0797

210	40	-22	36.12	1.1074
220	40	-23	36.12	1.1074
230	41	-24	36.12	1.1351
240	42	-25	36.12	1.1628
250	42	-25	36.12	1.1628
260	43	-26	36.12	1.1905
270	43	-26	36.12	1.1905
280	43	-27	36.12	1.1905
290	43	-27	36.12	1.1905
300	44	-28	36.12	1.2182
310	44	-29	36.12	1.2182
320	44	-29	36.12	1.2182
330	44	-30	36.12	1.2182
340	45	-31	36.12	1.2458
350	45	-32	36.12	1.2458
360	45	-33	36.12	1.2458
370	46	-33	36.12	1.2735
380	46	-34	36.12	1.2735
390	46	-35	36.12	1.2735
400	46	-36	36.12	1.2735
410	47	-36	36.12	1.3012
420	47	-37	36.12	1.3012
430	47	-38	36.12	1.3012
440	47	-38	36.12	1.3012
450	47	-39	36.12	1.3012
460	47	-40	36.12	1.3012
470	48	-40	36.12	1.3289
480	48	-41	36.12	1.3289
490	48	-41	36.12	1.3289
500	48	-42	36.12	1.3289
510	48	-42	36.12	1.3289
520	48	-43	36.12	1.3289
530	48	-43	36.12	1.3289
540	48	-44	36.12	1.3289
550	48	-44	36.12	1.3289
560	48	-45	36.12	1.3289
570	48	-45	36.12	1.3289
580	48	-45	36.12	1.3289
590	48	-46	36.12	1.3289
600	49	-46	36.12	1.3566
610	49	-47	36.12	1.3566
620	48	-47	36.12	1.3289

630	48	-47	36.12	1.3289
640	48	-48	36.12	1.3289
650	47	-48	36.12	1.3012
660	47	-48	36.12	1.3012
670	47	-49	36.12	1.3012
680	46	-49	36.12	1.2735
690	45	-49	36.12	1.2458
700	45	-49	36.12	1.2458

ตารางผนวกที่ ฉ.21 ผลการทดสอบการหากำลังรับแรงเฉือนแบบโดยตรงหลุม 5 ระยะ 14 W15%

Faculty of Engineering Naresuan University				DIRECT SHEAR TEST		
PROJECT		OWNER Group 1			JOB NO. 1	
LOCATION Naresuan University		BRING NO. 1			SAMPER NO. 1	
SOIL DESCRIPTION					DEPTH 4.52 m	
TESTED BY					DATE	
CHECKED BY -					DATE -	
SAMPLE DATA no.1:						
INITIAL AREA	36.12	cm^2	INITIAL HIGHT		cm.	
INITIAL WEIGHT	3.685	kg.	INITIAL WETER CONTENT		25.806	%
TYPE OF TEST(DRAINAGE CONDITION):						
NORMAL LOAD	48.425	kg.	NORMAL STRESS		KSC	
LOADING RATE	-		PROVING RING CONSTANT			

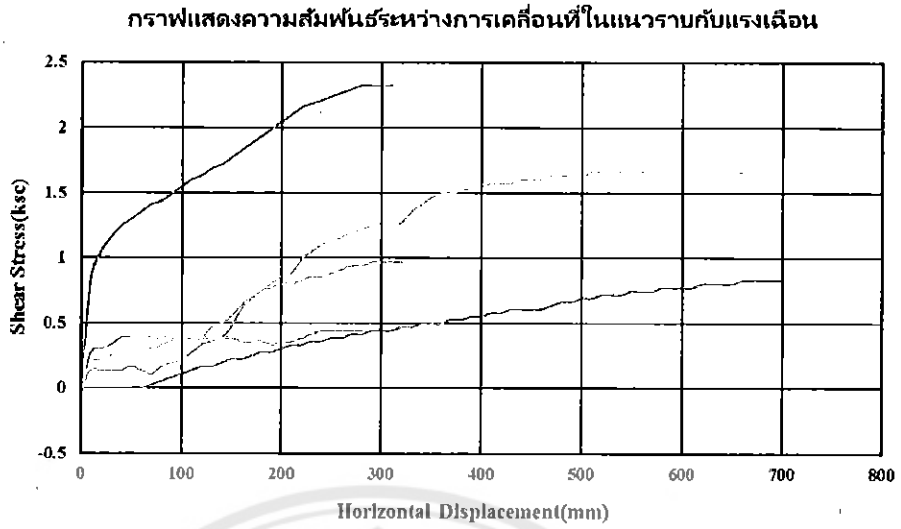
HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	PROVING RING READ (mm)	VERTICAL DEFORMAITON (mm)	CORRECTED AREA (cm^2)	SHEARING STRESS (ksc)
0	0	0	36.12	0
10	8	-4	36.12	0.2215
20	12	-6	36.12	0.3322
30	13	-7	36.12	0.3599
40	14	-9	36.12	0.3876
50	15	-10	36.12	0.4153
60	15	-11	36.12	0.4153
70	15	-12	36.12	0.4153
80	16	-13	36.12	0.4430
90	17	-16	36.12	0.4707
100	17	-16	36.12	0.4707
110	18	-16	36.12	0.4983
120	18	-17	36.12	0.4983
130	19	-18	36.12	0.5260
140	19	-19	36.12	0.5260
150	20	-21	36.12	0.5537
160	20	-25	36.12	0.5537
170	20	-26	36.12	0.5537
180	21	-27	36.12	0.5814
190	22	-29	36.12	0.6091
200	22	-30	36.12	0.6091
210	23	-31	36.12	0.6368

220	23	-32	36.12	0.6368
230	24	-33	36.12	0.6645
240	24	-34	36.12	0.6645
250	24	-36	36.12	0.6645
260	24	-37	36.12	0.6645
270	25	-38	36.12	0.6921
280	25	-38	36.12	0.6921
290	25	-39	36.12	0.6921
300	26	-40	36.12	0.7198
310	26	-41	36.12	0.7198
320	26	-42	36.12	0.7198
330	26	-43	36.12	0.7198
340	27	-44	36.12	0.7475
350	27	-45	36.12	0.7475
360	27	-46	36.12	0.7475
370	27	-46	36.12	0.7475
380	26	-46	36.12	0.7198
390	26	-46	36.12	0.7198
400	25	-46	36.12	0.6921
410	25	-46	36.12	0.6921
420	26	-46	36.12	0.7198
430	27	-46	36.12	0.7475

ตารางผนวกที่ ฉ.22 สรุปค่า Shearing Stress ที่ W0%

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	SHEARING STRESS (ksc) 5_2	SHEARING STRESS (ksc) 5_4	SHEARING STRESS (ksc) 5_8	SHEARING STRESS (ksc) 5_13	SHEARING STRESS (ksc) 5_14
0	0	0	0	0	0
10	0.2769	0.0000	0.1384	0.1938	0.8583
20	0.3045	0.0000	0.1384	0.2215	1.0520
30	0.3322	0.0000	0.1384	0.2492	1.1628
40	0.3876	0.0000	0.1384	0.2769	1.2458
50	0.3876	0.0000	0.1661	0.2769	1.3012
60	0.3876	0.0000	0.1384	0.2769	1.3566
70	0.3876	0.0277	0.1107	0.3045	1.4120
80	0.3876	0.0554	0.1661	0.3322	1.4396
90	0.3876	0.0831	0.1938	0.3599	1.4950
100	0.3876	0.1107	0.2215	0.3599	1.5504
110	0.3876	0.1384	0.2769	0.3599	1.6058
120	0.3876	0.1661	0.3322	0.3876	1.6334
130	0.3876	0.1661	0.3599	0.4707	1.6888
140	0.3876	0.1938	0.3876	0.4983	1.7165
150	0.3876	0.2215	0.4707	0.5537	1.7719
160	0.3599	0.2215	0.6091	0.6368	1.8272
170	0.3599	0.2492	0.6921	0.6921	1.8826
180	0.3599	0.2769	0.7475	0.7475	1.9380
190	0.3322	0.2769	0.7752	0.8029	1.9934
200	0.3599	0.3045	0.8029	0.8583	2.0487
210	0.3599	0.3322	0.8029	0.8859	2.1041
220	0.3876	0.3322	0.8306	0.9967	2.1595
230	0.4153	0.3599	0.8583	1.0520	2.1872
240	0.4430	0.3599	0.8583	1.1074	2.2148
250	0.4430	0.3876	0.8859	1.1351	2.2425
260	0.4430	0.3876	0.9136	1.1628	2.2702
270	0.4430	0.4153	0.9413	1.1905	2.2979
280	0.4430	0.4153	0.9413	1.2182	2.3256
290		0.4430	0.9690	1.2458	2.3256
300		0.4430	0.9690	1.2458	2.3256
310		0.4430	0.9690	1.2458	2.3256
320		0.4707	0.9690	1.2735	
330		0.4707		1.3566	
340		0.4983		1.4120	
350		0.4983		1.4673	
360		0.4983		1.4950	

370		0.5260		1.4950	
380		0.5260		1.5227	
390		0.5537		1.5227	
400		0.5537		1.5504	
410		0.5814		1.5781	
420		0.5814		1.5781	
430		0.6091		1.5781	
440		0.6091		1.6058	
450		0.6091		1.6058	
460		0.6091		1.6058	
470		0.6368		1.6334	
480		0.6645		1.6334	
490		0.6645		1.6334	
500		0.6921		1.6334	
510		0.6921		1.6611	
520		0.7198		1.6611	
530		0.7198		1.6611	
540		0.7198		1.6611	
550		0.7475		1.6611	
560		0.7475		1.6611	
570		0.7475		1.6611	
580		0.7752		1.6611	
590		0.7752		1.6611	
600		0.7752		1.6611	
610		0.7752		1.6611	
620		0.8029		1.6611	
630		0.8029		1.6611	
640		0.8029		1.6611	
650		0.8029		1.6611	
660		0.8306		1.6611	
670		0.8306			
680		0.8306			
690		0.8306			
700		0.8306			

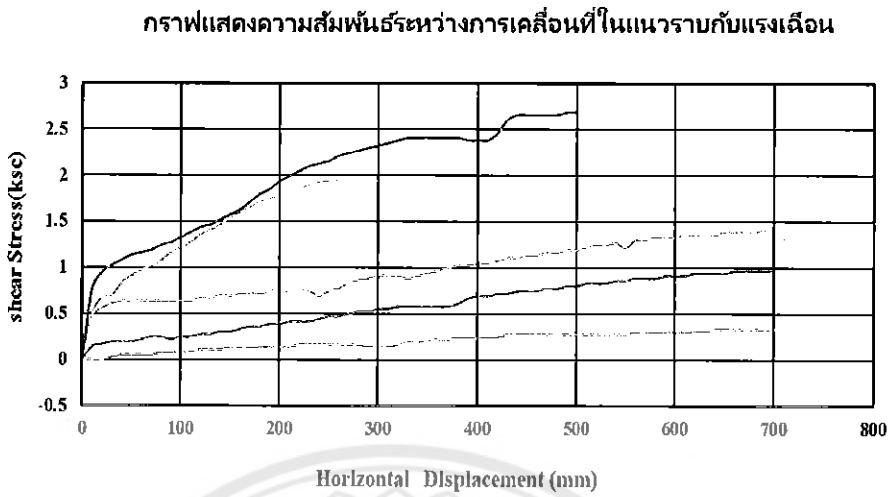


รูปผนวกที่ ฉ.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนกับการเคลื่อนที่ในแนวราบเพิ่มน้ำ 0%

ตารางผนวกที่ ฉ.23 สรุปค่า Shearing Stress ที่ W5%

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	SHEARING STRESS (ksc) 5_2	SHEARING STRESS (ksc) 5_4	SHEARING STRESS (ksc) 5_8	SHEARING STRESS (ksc) 5_13	SHEARING STRESS (ksc) 5_14
0	0	0	0	0	0
10	0.0000	0.1384	0.4707	0.4983	0.7475
20	0.0000	0.1661	0.5537	0.6645	0.9413
30	0.0277	0.1938	0.6091	0.6921	1.0244
40	0.0554	0.1938	0.6368	0.8306	1.0797
50	0.0554	0.1938	0.6368	0.9136	1.1351
60	0.0554	0.2215	0.6368	0.9690	1.1628
70	0.0554	0.2492	0.6368	1.0244	1.1905
80	0.0831	0.2492	0.6368	1.0797	1.2458
90	0.0831	0.2215	0.6368	1.1628	1.2735
100	0.0831	0.2492	0.6368	1.2182	1.3289
110	0.0831	0.2492	0.6368	1.2735	1.3843
120	0.1107	0.2769	0.6645	1.3566	1.4396
130	0.1107	0.2769	0.6645	1.4120	1.4673
140	0.1107	0.3045	0.6921	1.4673	1.5227
150	0.1384	0.3045	0.6921	1.5504	1.5781
160	0.1384	0.3322	0.7198	1.6058	1.6334
170	0.1384	0.3599	0.7198	1.6611	1.7165
180	0.1384	0.3599	0.7198	1.7165	1.7996
190	0.1384	0.3876	0.7475	1.7442	1.8549
200	0.1384	0.3876	0.7475	1.7996	1.9380
210	0.1384	0.4153	0.7475	1.8272	1.9934
220	0.1661	0.4153	0.7475	1.8549	2.0487
230	0.1661	0.4153	0.7475	1.9103	2.1041
240	0.1661	0.4430	0.6921	1.9380	2.1318
250	0.1661	0.4707	0.7475	1.9380	2.1595
260	0.1661	0.4707	0.7752	1.9657	2.2148
270	0.1661	0.4983	0.8306	1.9657	2.2425
280	0.1661	0.5260	0.8583	1.9657	2.2702
290	0.1384	0.5260	0.8859	1.9657	2.2979
300	0.1384	0.5537	0.9136	1.9657	2.3256
310	0.1384	0.5537	0.9136		2.3533
320	0.1661	0.5814	0.9136		2.3810
330	0.1938	0.5814	0.8859		2.4086
340	0.1938	0.5814	0.9136		2.4086
350	0.2215	0.5814	0.9413		2.4086
360	0.2215	0.5814	0.9690		2.4086

370	0.2215	0.5814	0.9967		2.4086
380	0.2492	0.6091	1.0244		2.4086
390	0.2492	0.6645	1.0244		2.3810
400	0.2492	0.6921	1.0520		2.3810
410	0.2492	0.6921	1.0520		2.3810
420	0.2492	0.7198	1.0797		2.4640
430	0.2769	0.7198	1.1074		2.6024
440	0.2769	0.7475	1.1074		2.6578
450	0.2769	0.7475	1.1351		2.6578
460	0.2769	0.7475	1.1351		2.6578
470	0.2769	0.7752	1.1628		2.6578
480	0.2769	0.7752	1.1628		2.6578
490	0.2769	0.8029	1.1905		2.6855
500	0.2769	0.8029	1.1905		2.6855
510	0.2769	0.8306	1.2182		
520	0.2769	0.8306	1.2458		
530	0.2769	0.8306	1.2458		
540	0.2769	0.8583	1.2735		
550	0.2769	0.8583	1.2182		
560	0.3045	0.8859	1.3012		
570	0.3045	0.8859	1.3012		
580	0.3045	0.8859	1.3289		
590	0.3045	0.9136	1.3289		
600	0.3045	0.9136	1.3289		
610	0.3045	0.9136	1.3566		
620	0.3045	0.9413	1.3566		
630	0.3045	0.9413	1.3566		
640	0.3322	0.9413	1.3566		
650	0.3322	0.9413	1.3843		
660	0.3322	0.9690	1.3843		
670	0.3322	0.9690	1.3843		
680	0.3322	0.9690	1.3843		
690	0.3322	0.9690	1.4120		
700	0.3322	0.9690	1.4120		

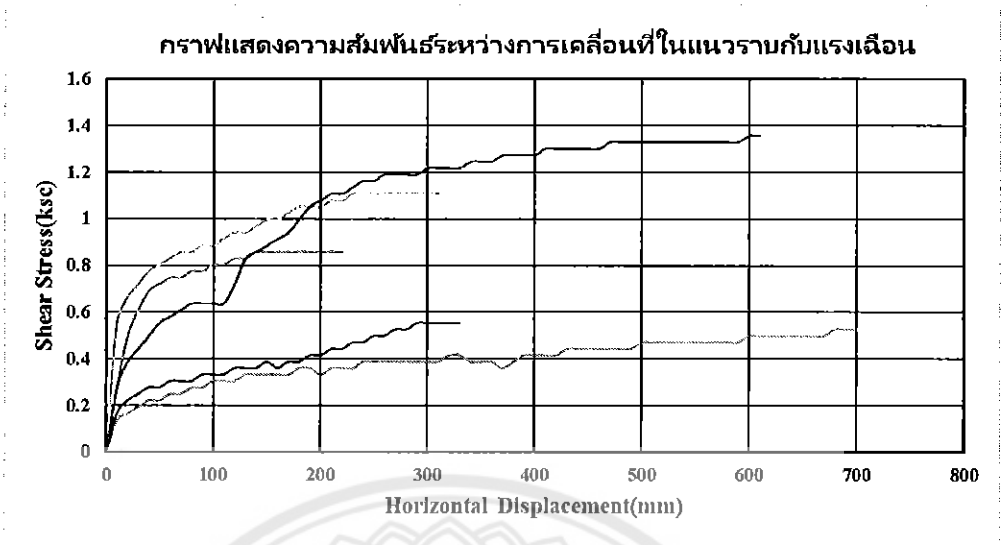


รูปผนวกที่ ฉ.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนกับการเคลื่อนที่ในแนวราบเพิ่มน้ำ 5%

ตารางผนวกที่ ฉ.24 สรุปค่า Shearing Stress ที่ W10%

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	SHEARING STRESS (ksc) 5_2	SHEARING STRESS (ksc) 5_4	SHEARING STRESS (ksc) 5_8	SHEARING STRESS (ksc) 5_13	SHEARING STRESS (ksc) 5_14
0	0	0	0	0	0
10	0.1384	0.1661	0.2769	0.5537	0.2769
20	0.1661	0.2215	0.4983	0.6645	0.3876
30	0.1938	0.2492	0.6091	0.7198	0.4430
40	0.2215	0.2769	0.6921	0.7752	0.4983
50	0.2215	0.2769	0.7198	0.8029	0.5537
60	0.2492	0.3045	0.7475	0.8306	0.5814
70	0.2492	0.3045	0.7475	0.8583	0.6091
80	0.2769	0.3045	0.7752	0.8583	0.6368
90	0.2769	0.3322	0.7752	0.8859	0.6368
100	0.3045	0.3322	0.8029	0.8859	0.6368
110	0.3045	0.3322	0.8029	0.9136	0.6368
120	0.3045	0.3599	0.8306	0.9413	0.7198
130	0.3322	0.3599	0.8306	0.9413	0.8306
140	0.3322	0.3599	0.8583	0.9690	0.8583
150	0.3322	0.3876	0.8583	0.9967	0.8859
160	0.3322	0.3599	0.8583	0.9967	0.9136
170	0.3322	0.3876	0.8583	1.0244	0.9413
180	0.3599	0.3876	0.8583	1.0520	0.9967
190	0.3599	0.4153	0.8583	1.0520	1.0520
200	0.3322	0.4153	0.8583	1.0520	1.0797
210	0.3599	0.4430	0.8583	1.0797	1.1074
220	0.3599	0.4430	0.8583	1.0797	1.1074
230	0.3599	0.4707		1.1074	1.1351
240	0.3876	0.4707		1.1074	1.1628
250	0.3876	0.4983		1.1074	1.1628
260	0.3876	0.4983		1.1074	1.1905
270	0.3876	0.5260		1.1074	1.1905
280	0.3876	0.5260		1.1074	1.1905
290	0.3876	0.5537		1.1074	1.1905
300	0.3876	0.5537		1.1074	1.2182
310	0.3876	0.5537		1.1074	1.2182
320	0.4153	0.5537			1.2182
330	0.4153	0.5537			1.2182
340	0.3876				1.2458
350	0.3876				1.2458
360	0.3876				1.2458

370	0.3599				1.2735
380	0.3876				1.2735
390	0.4153				1.2735
400	0.4153				1.2735
410	0.4153				1.3012
420	0.4153				1.3012
430	0.4430				1.3012
440	0.4430				1.3012
450	0.4430				1.3012
460	0.4430				1.3012
470	0.4430				1.3289
480	0.4430				1.3289
490	0.4430				1.3289
500	0.4707				1.3289
510	0.4707				1.3289
520	0.4707				1.3289
530	0.4707				1.3289
540	0.4707				1.3289
550	0.4707				1.3289
560	0.4707				1.3289
570	0.4707				1.3289
580	0.4707				1.3289
590	0.4707				1.3289
600	0.4983				1.3566
610	0.4983				1.3566
620	0.4983				
630	0.4983				
640	0.4983				
650	0.4983				
660	0.4983				
670	0.4983				
680	0.5260				
690	0.5260				
700	0.5260				

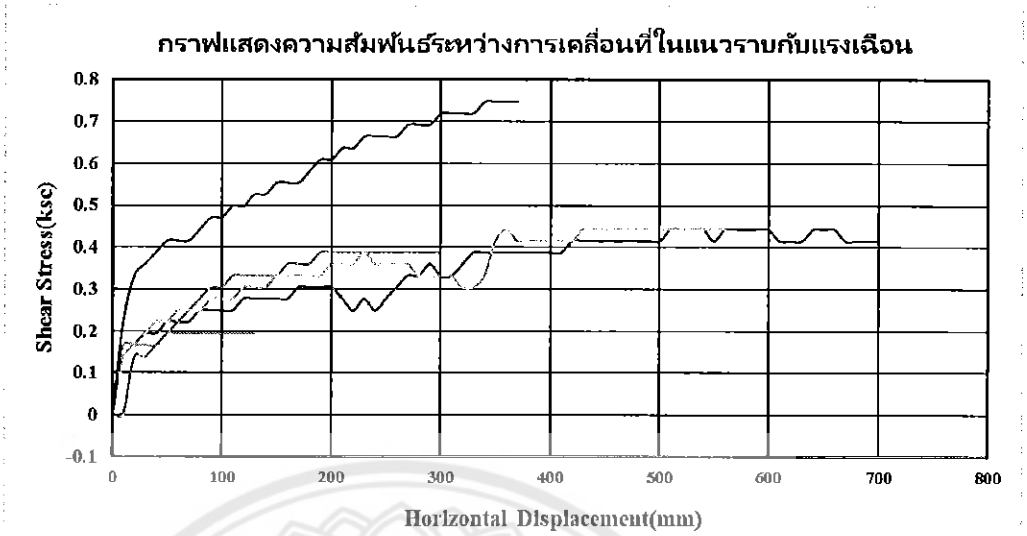


รูปผนวกที่ ฉ.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนกับการเคลื่อนที่ในแนวราบเพิ่มน้ำ 10%

ตารางผนวกที่ ฉ.25 สรุปค่า Shearing Stress ที่ W15%

HORIZONTAL DEFORMATION (mm)	SHEARING STRESS (ksc) 5_2	SHEARING STRESS (ksc) 5_4	SHEARING STRESS (ksc) 5_8	SHEARING STRESS (ksc) 5_13	SHEARING STRESS (ksc) 5_14
0	0	0	0	0	0
10	0.1661	0.1384	0.0000	0.1384	0.2215
20	0.1661	0.1661	0.1384	0.1661	0.3322
30	0.1661	0.1938	0.1384	0.1938	0.3599
40	0.1661	0.1938	0.1661	0.2215	0.3876
50	0.1938	0.2215	0.1938	0.2215	0.4153
60	0.1938	0.2215	0.2215	0.2492	0.4153
70	0.1938	0.2215	0.2492	0.2492	0.4153
80	0.1938	0.2492	0.2769	0.2492	0.4430
90	0.1938	0.2492	0.3045	0.2769	0.4707
100	0.1938	0.2492	0.3045	0.2769	0.4707
110	0.1938	0.2492	0.3322	0.2769	0.4983
120	0.1938	0.2769	0.3322	0.3045	0.4983
130	0.1938	0.2769	0.3322	0.3045	0.5260
140		0.2769	0.3322	0.3045	0.5260
150		0.2769	0.3322	0.3322	0.5537
160		0.2769	0.3599	0.3322	0.5537
170		0.3045	0.3599	0.3322	0.5537
180		0.3045	0.3599	0.3322	0.5814
190		0.3045	0.3876	0.3322	0.6091
200		0.3045	0.3876	0.3599	0.6091
210		0.2769	0.3876	0.3599	0.6368
220		0.2492	0.3876	0.3599	0.6368
230		0.2769	0.3876	0.3876	0.6645
240		0.2492	0.3876	0.3599	0.6645
250		0.2769	0.3876	0.3599	0.6645
260		0.3045	0.3876	0.3599	0.6645
270		0.3322	0.3876	0.3599	0.6921
280		0.3322	0.3876	0.3322	0.6921
290		0.3599	0.3876	0.3322	0.6921
300		0.3322	0.3876	0.3322	0.7198
310		0.3322		0.3322	0.7198
320		0.3599		0.3045	0.7198
330		0.3876		0.3045	0.7198
340		0.3876		0.3322	0.7475
350		0.3876		0.4153	0.7475
360		0.3876		0.4430	0.7475

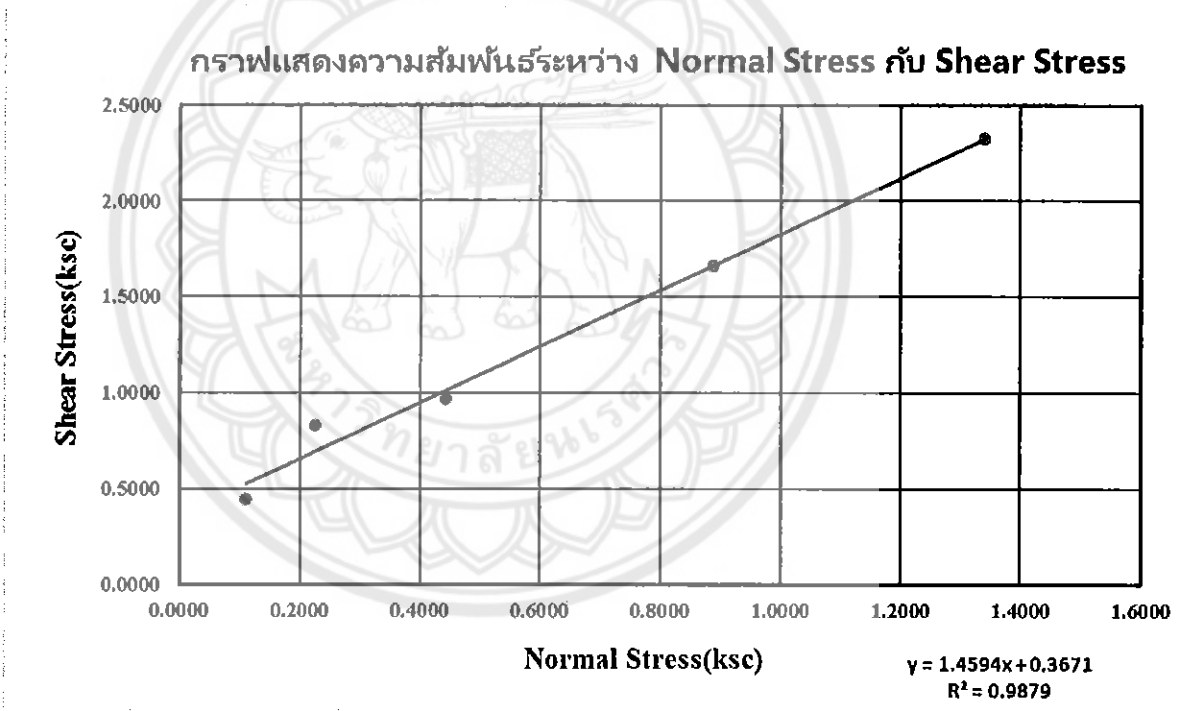
370		0.3876		0.4153	0.7475
380		0.3876		0.4153	
390		0.3876		0.4153	
400		0.3876		0.4153	
410		0.3876		0.4153	
420		0.4153		0.4153	
430		0.4153		0.4430	
440		0.4153		0.4430	
450		0.4153		0.4430	
460		0.4153		0.4430	
470		0.4153		0.4430	
480		0.4153		0.4430	
490		0.4153		0.4430	
500		0.4153		0.4430	
510		0.4430		0.4430	
520		0.4430		0.4430	
530		0.4430		0.4430	
540		0.4430		0.4430	
550		0.4153		0.4430	
560		0.4430		0.4430	
570		0.4430			
580		0.4430			
590		0.4430			
600		0.4430			
610		0.4153			
620		0.4153			
630		0.4153			
640		0.4430			
650		0.4430			
660		0.4430			
670		0.4153			
680		0.4153			
690		0.4153			
700		0.4153			



รูปผนวกที่ ฉ.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนกับการเคลื่อนที่ในแนวราบเพิ่มน้ำ 15%

ตารางผนวกที่ ฉ.26 สรุปค่า Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่ W0%

RESULT DATA			
Test No.	Water Content (%)	Normal Stress (ksc)	Max Shear Stress (ksc)
5./2	6.25	0.1110	0.4430
5./4	7.895	0.2267	0.8306
5./8	3.571	0.4431	0.9690
5./13	10.869	0.8891	1.6611
5./14	11.765	1.3407	2.3256

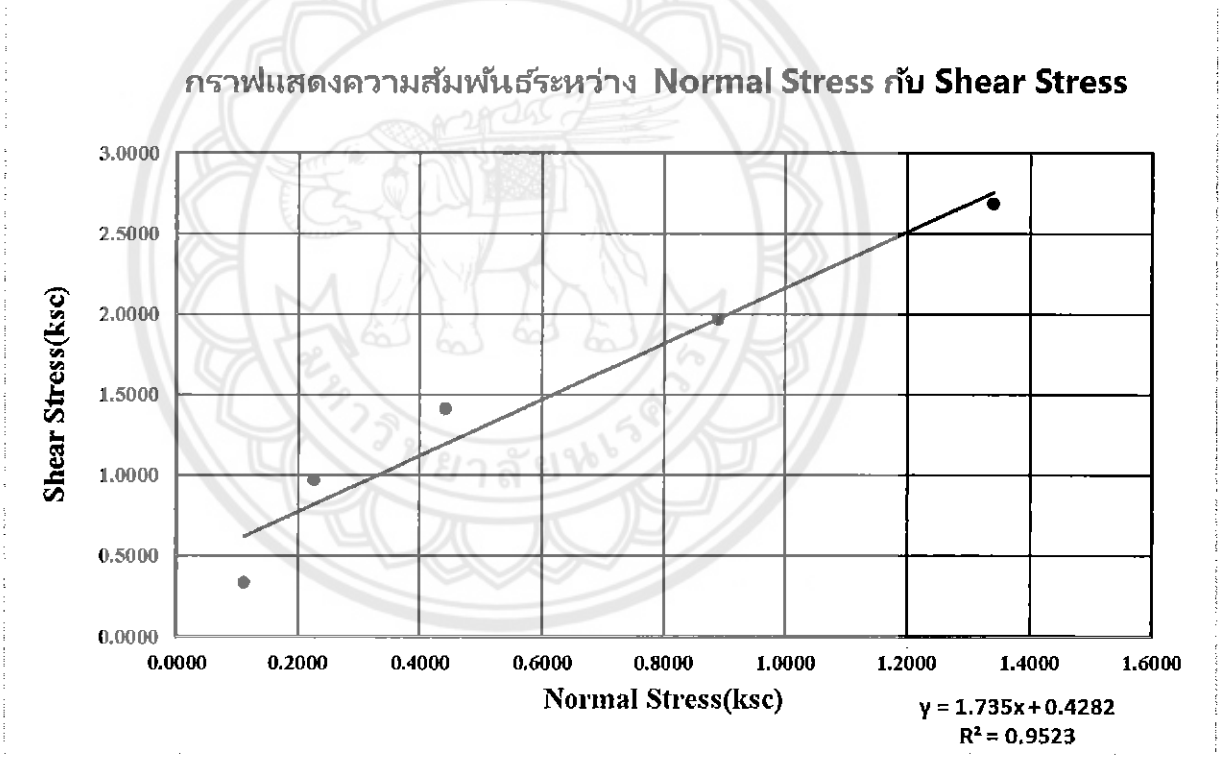


Cohesion © (ksc)	0.3671	Internal Friction Angle (ø')	55.799

รูปผนวกที่ ฉ.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่ W0%

ตารางผนวกที่ ฉ.27 สรุปค่า Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่ W5%

RESULT DATA			
Test No.	Water Content (%)	Normal Stress (ksc)	Max Shear Stress (ksc)
5./2	11.111	0.1110	0.3322
5./4	14.583	0.2267	0.9690
5./8	8.947	0.4431	1.4120
5./13	16.129	0.8891	1.9657
5./14	19.149	1.3407	2.6855

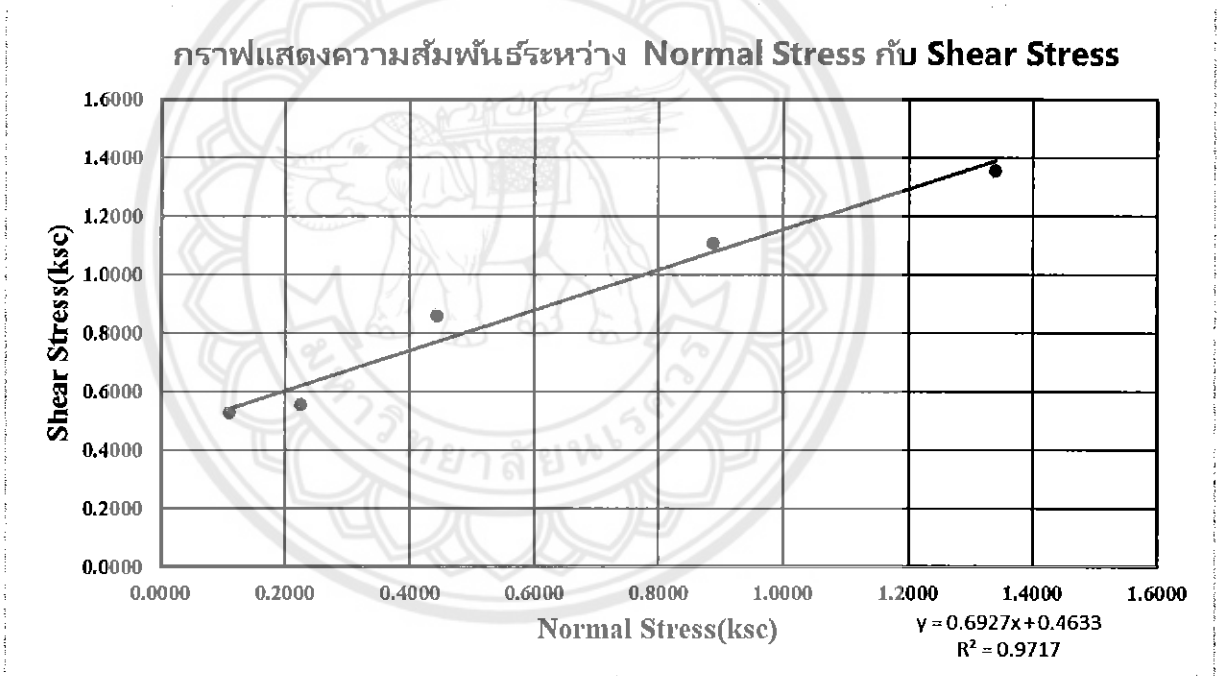


Cohesion © (ksc)	0.4282	Internal Friction Angle (ø')	57.896

รูปผนวกที่ ฉ.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่ W5%

ตารางผนวกที่ ฉ.28 สรุปค่า Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่ W10%

RESULT DATA			
Test No.	Water Content (%)	Normal Stress (ksc)	Max Shear Stress (ksc)
5./2	12.069	0.1110	0.5260
5./4	18.182	0.2267	0.5537
5./8	10.714	0.4431	0.8583
5./13	22.857	0.8891	1.1074
5./14	25.000	1.3407	1.3566

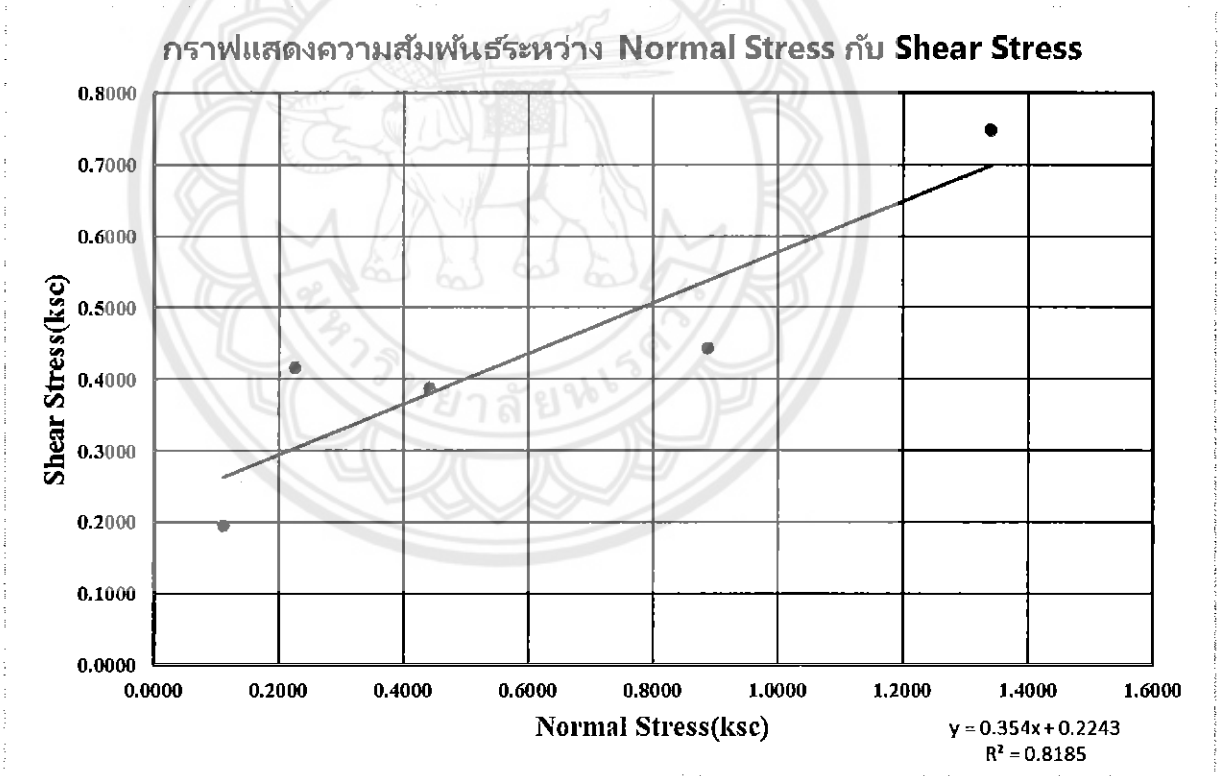


Cohesion © (ksc)	0.4633	Internal Friction Angle (ø')	34.708

รูปผนวกที่ ฉ.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่ W10%

ตารางผนวกที่ ฉ.29 สรุปค่า Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่ W15%

RESULT DATA			
Test No.	Water Content (%)	Normal Stress (ksc)	Max Shear Stress (ksc)
5./2	20.000	0.1110	0.1938
5./4	20.408	0.2267	0.4153
5./8	16.667	0.4431	0.3876
5./13	25.581	0.8891	0.4430
5./14	25.806	1.3407	0.7475



Cohesion © (ksc)	0.2243	Internal Friction Angle (ø')	19.491

รูปผนวกที่ ฉ.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Normal Stress และ Max Shearing Stress ที่ W15%

การทดสอบ Direct Shear Test สามารถแบ่งออกได้ 3 แบบคือ

1. Unconsolidated – Undrained Test (Quick Test)
2. Consolidated – Undrained Test (Consolidated Quick Test)
3. Consolidated – Drained Test (Slow Test)

ในการทดสอบนี้จะใช้วิธี Unconsolidated – Undrained Test (Quick Test) ซึ่งเป็นการทดสอบแบบไม่ให้ตัวอย่างดินยุบอัดตัวคายน้ำออกไป (Unconsolidated) คำนวณได้จากสมการดังนี้

6.1 คำนวณหาค่าความหนาแน่นเปียก (Wet Density , ρ_m)

$$\rho_m = \frac{M}{V} \quad , t/m^3$$

6.2 ความหนาแน่นแห้ง (Dry Density, ρd)

$$\rho d = \frac{\rho_m}{1+\frac{w}{100}} \quad , t/m^3$$

6.3 ปริมาณความชื้น

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_c} \quad , \%$$

6.4 ความเค้นตั้งฉาก (Normal Stress, σ_n)

$$\sigma_n = \frac{\text{Normal Load}}{\text{Area}} \quad , ksc$$

6.5 แรงเฉือน (Shear Stress,τ)

$$\tau = \frac{\text{Shear Force}}{\text{Area}} \quad , ksc$$

6.6 คำนวณค่าเคลื่อนตัวในแนวตั้ง

= ผลต่างค่าอ่านมาตรหน้าปัด × ความละเอียดมาตรหน้าปัดแต่ละขีด (0.01 มม. หรือ 0.001 นิ้ว) มีหน่วยเป็น มม. และใช้เครื่องหาม (-) สำหรับการขยายตัว (+) สำหรับการทรุดตัว

6.7 คำนวณค่าเลื่อนตัวในแนวนอน

= ผลต่างค่าอ่านมาตรหน้าปัด × ความละเอียดมาตรหน้าปัดแต่ละขีด (0.01 มม. หรือ 0.001 นิ้ว) มีหน่วยเป็น มม.

6.8 เขียนกราฟค่าแรงเฉือน (τ) โดยให้ค่าการเคลื่อนตัวแนวนอนเป็นแกน X และให้ค่าแรงเฉือนเป็นแกน Y

6.9 จากข้อ 8 อ่านค่าแรงเฉือนสูงสุด (τ_{max}) มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเค้นตั้งฉาก (σ_n) เป็นแกน X และค่าแรงเฉือนสูงสุด (τmax) เป็นแกน Y ลากเส้นเฉลี่ยผ่านจุดทั้งหมดเป็นเส้นกำลัง(Strength Envelope) อ่านส่วนเส้นตรงที่ตัดแกน Y เป็นค่าคงตัว (c หรือ c') มุมความลาด (Slope) ของเส้นกำลังเป็น ค่า $\emptyset$ หรือ $\emptyset$'

ภาคผนวก ช

การทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำของดิน

(Consolidation Test)

ตารางผนวกที่ ช.1 แสดงการคำนวณน้ำหนักที่ใช้แขวน

จากข้อมูลชั้นดินคำนวณหาค่า s' vo = g*D	kg/cm^2	γ =	0.0014211	kg/cm^3
กำหนดให้ H =	300	cm		

Consolidation Cell Diameter (cm) =		4.992	Area (cm^2) =	19.58
σ ' vo (ksc) =	0.43	Beam Ratio = 10 :1	R =10	
Applied Pressure , s (ksc)		น้ำหนักที่ใช้แขวน ,load (kg)	เลือกน้ำหนักแขวนที่ใช้จริง ,(kg)	Stress ที่เกิดขึ้นจริงบนตัวอย่างดิน , σ (ksc)
(1/8) σ' vo	0.053	0.104	no	no
(1/4) σ' vo	0.107	0.209	no	no
(1/2 σ' vo	0.213	0.417	0.5	0.255
σ' vo	0.426	0.835	1	0.511
2 σ ' vo	0.853	1.670	2	1.021
4 σ ' vo	1.705	3.339	4	2.043
8 σ ' vo	3.411	6.678	8	4.086
16 σ ' vo	6.821	13.356	16	8.172
32 σ ' vo	13.643	26.712	32	16.343

ตารางผนวกที่ ช.2 แสดงผลของข้อมูลดินที่ใช้ในการทดสอบค่ายุบอัดตัวคายน้ำที่ W0%

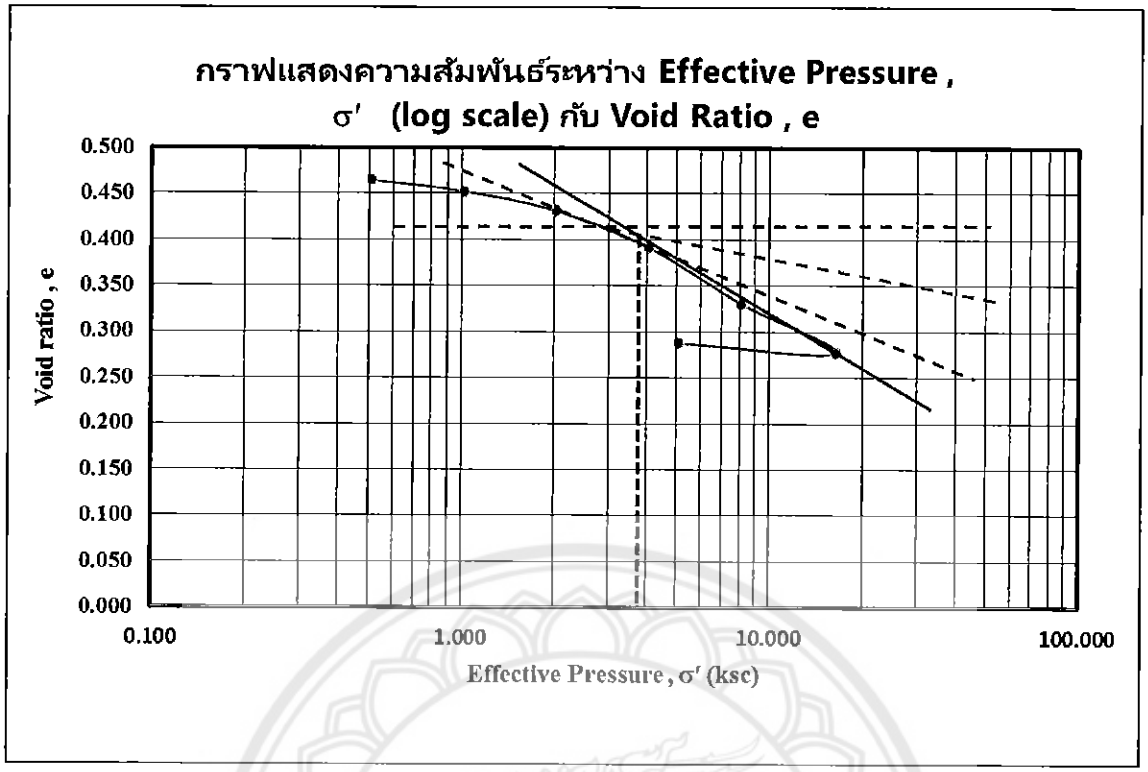
Apparatus Measurements	
Lever Arm Ratio	1:10
Ring Diameter (cm)	4.992
Ring Height ,2H (cm)	1.97
Ring Area , A (cm2)	19.580
Ring Volume , V (cm3)	38.573
Solid Height , Hs=Ws/(Gs*rw*A) (cm)	1.224
Void Height , Hv=2H-Hs (cm)	0.746
Void Ratio , e=(2H-Hs)/Hs	0.610
Saturation, S= (W*Gs)/e (%)	
Specific Gravity , Gs	2.86

Water Content (%)		
Specimen Location	Before	After
Container no.	1	2
Weight of Wet Soil + Container (g)	44	138
Weight of Dry Soil + Container (g)	42	124
Weight of Water (g)	2	14
Weight of Container (g)	17	60
Weight of Dry Soil (g)	25	64
Water Content (%)	8	21.88

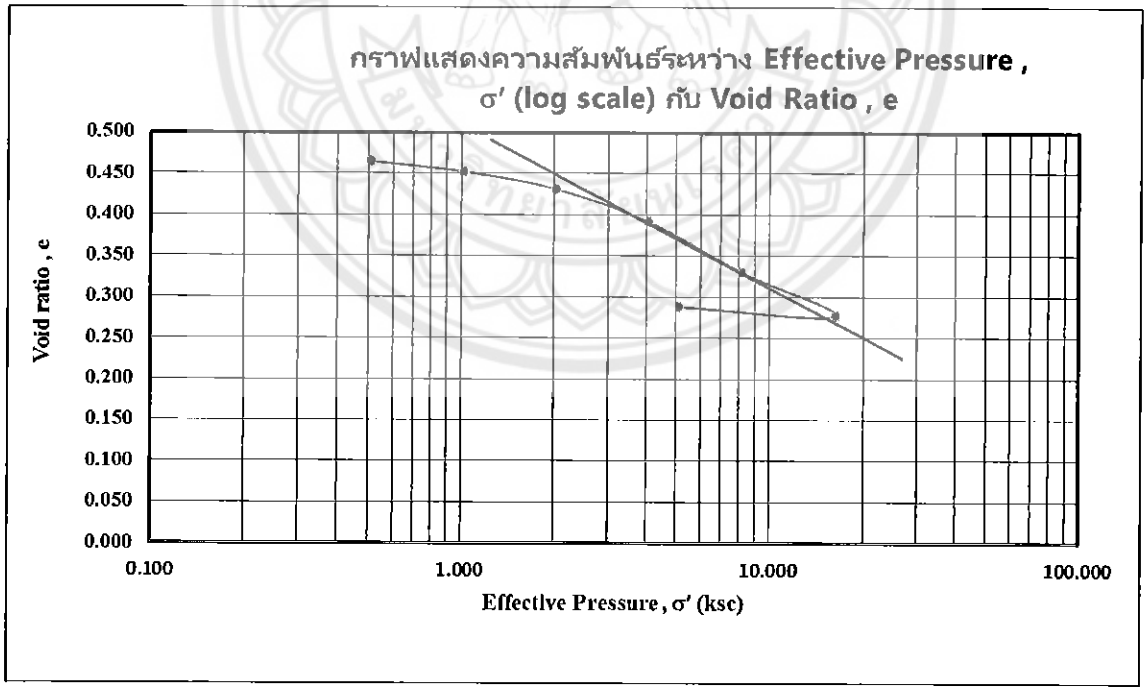
Soil Sample		Initial	Final
Weight of Soil +Ring	(g)	142	146
Weight of Ring	(g)	68	68
Weight of Soil	(g)	74	78
Volume of Sample ,V	cm^3	38.573	32.316
Total Unit Weight	g/cm^3	1.918	2.414
Dry Unit Weight	g/cm^3	1.776	1.980
Void Ratio , e		0.61	
Degree of Saturation , S			

ตารางผนวกที่ ช.3 Summary Consolidation test (W0%)

Applied Pressure kg/cm^2	Scale Load ,kg	Final Dial in*0.0001	Accumulative Dial Change ,cm	Sample Height ,cm	Void Height ,cm	Void ratio	Average Sample Height , cm	Fitting Time, sec t 90	Cv ,cm^2/sec	Cv ,cm2/sec *10-2
0.000	0	0	0	1.9700	0.7464	0.610	-	-	-	-
0.511	1	0.0702	0.1783	1.7917	0.5681	0.464	1.8808	30	0.02500	2.500*10-2
1.021	2	0.0761	0.1933	1.7767	0.5532	0.452	1.7842	102.6	0.00658	6.58*10-3
2.043	4	0.0864	0.2195	1.7505	0.5270	0.431	1.7636	45	0.01465	1.465*10-2
4.086	8	0.1056	0.2682	1.7018	0.4782	0.391	1.7262	57.6	0.01097	1.097*10-2
8.172	16	0.1350	0.3429	1.6271	0.4035	0.330	1.6644	57.6	0.01020	1.020*10-2
16.343	32	0.1606	0.4078	1.5622	0.3386	0.277	1.5946	57.6	0.00936	9.360*10-3
5.107	10	0.1553	0.3944	1.5756	0.3520	0.288				
0.000	0	0.1258	0.3196	1.6504	0.4269	0.349				
0.000	0	0	0	1.9700	0.7464	0.610	-	-	-	-



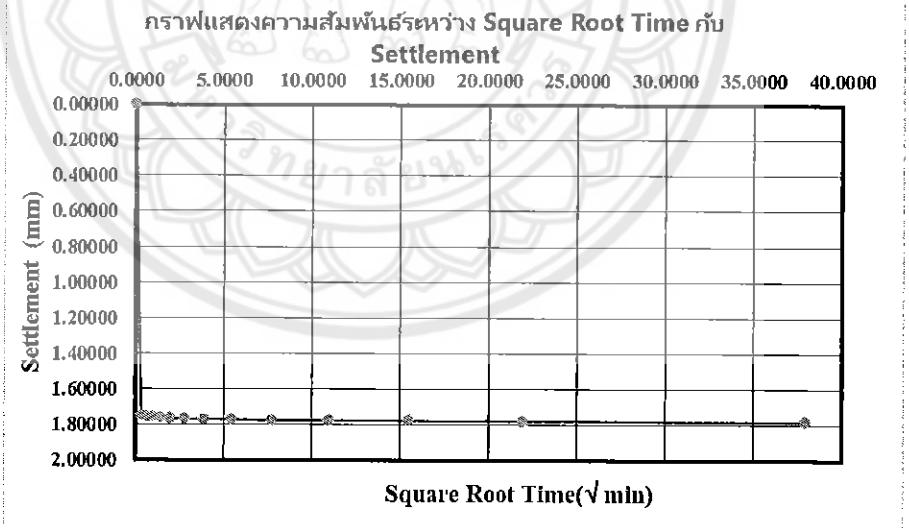
รูปผนวกที่ ช.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างEffective Pressure กับVoid Ratioของดินw0%#1



รูปผนวกที่ ช.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างEffective Pressure กับVoid Ratioของดินw0%#2

ตารางผนวกที่ ซ.4 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 1 kg

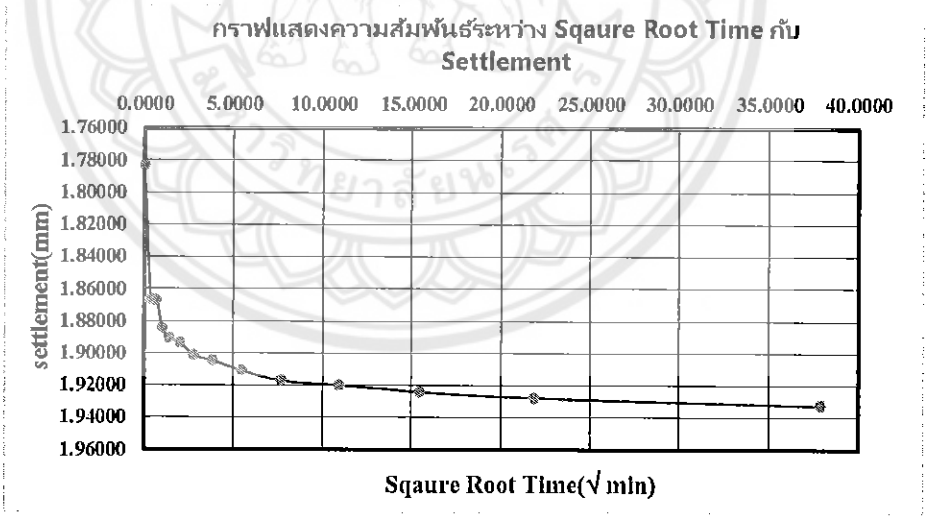
Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
23/12/2557	1	12.20.00	0	0.0000	0.0	0.00000	0.00000	0.00000
		12.20.07	0.12	0.3464	688.5	0.06885	1.74879	0.08877
		12.20.15	0.25	0.5000	689.0	0.06890	1.75006	0.08884
		12.20.30	0.5	0.7071	690.0	0.06900	1.75260	0.08896
		12.21.00	1	1.0000	691.0	0.06910	1.75514	0.08909
		12.22.00	2	1.4142	692.5	0.06925	1.75895	0.08929
		12.24.00	4	2.0000	695.0	0.06950	1.76530	0.08961
		12.28.00	8	2.8284	695.5	0.06955	1.76657	0.08967
		12.35.00	15	3.8730	696.2	0.06962	1.76835	0.08976
		12.50.00	30	5.4772	697.0	0.06970	1.77038	0.08987
		13.20.00	60	7.7460	698.8	0.06988	1.77495	0.09010
		14.20.00	120	10.9545	698.9	0.06989	1.77521	0.09011
		16.20.00	240	15.4919	699.6	0.06996	1.77698	0.09020
		20.20.00	480	21.9089	700.2	0.07002	1.77851	0.09028
24/12/2557	1	12.20.00	1440	37.9473	702.1	0.07021	1.78333	0.09052



รูปผนวกที่ ซ.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 1 kg

ตารางผนวกที่ ช.5 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 2 kg

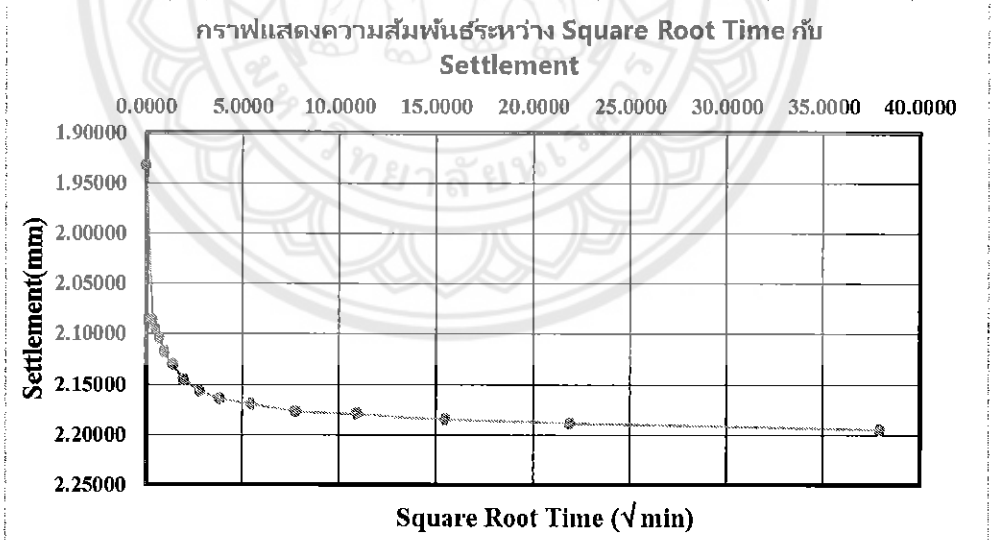
Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
24/12/2557	2	12.20.00	0	0.0000	702.1	0.07021	1.78333	0.09052
		12.20.07	0.12	0.3464	735.0	0.07350	1.86690	0.09477
		12.20.15	0.25	0.5000	735.0	0.07350	1.86690	0.09477
		12.20.30	0.5	0.7071	735.2	0.07352	1.86741	0.09479
		12.21.00	1	1.0000	742.0	0.07420	1.88468	0.09567
		12.22.00	2	1.4142	744.5	0.07445	1.89103	0.09599
		12.24.00	4	2.0000	745.5	0.07455	1.89357	0.09612
		12.28.00	8	2.8284	748.6	0.07486	1.90144	0.09652
		12.35.00	15	3.8730	749.9	0.07499	1.90475	0.09669
		12.50.00	30	5.4772	752.3	0.07523	1.91084	0.09700
		13.20.00	60	7.7460	754.8	0.07548	1.91719	0.09732
		14.20.00	120	10.9545	755.9	0.07559	1.91999	0.09746
		16.20.00	240	15.4919	757.5	0.07575	1.92405	0.09767
		20.20.00	480	21.9089	759.0	0.07590	1.92786	0.09786
25/12/2557	2	12.20.00	1440	37.9473	760.9	0.07609	1.93269	0.09811



รูปผนวกที่ ช.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 2 kg

ตารางผนวกที่ ช.6 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 4 kg

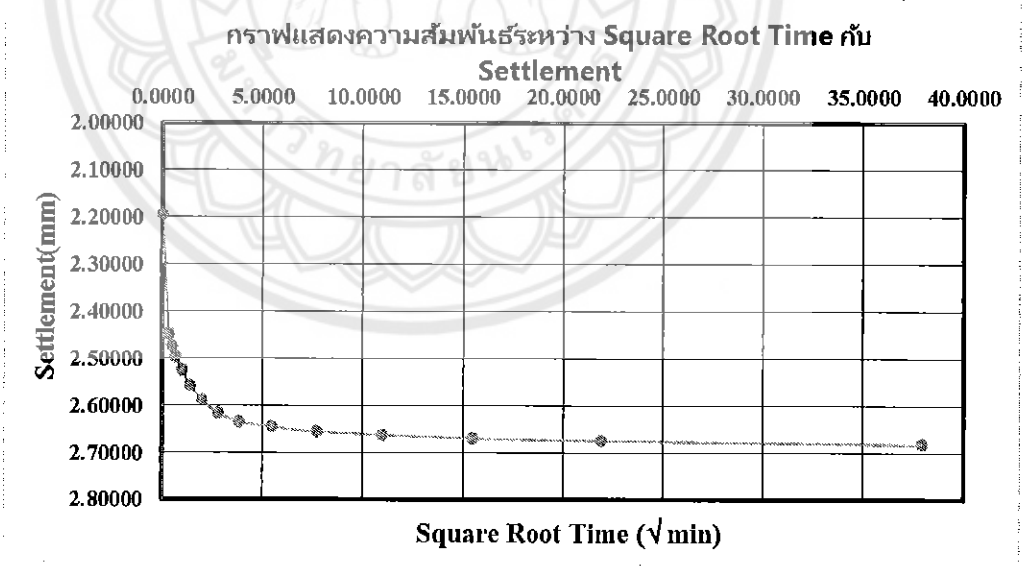
Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
25/12/2557	4	12 20.00	0	0.0000	760.9	0.07609	1.93269	0.09811
		12.20.07	0.12	0.3464	821.0	0.08210	2.08534	0.10585
		12.20.15	0.25	0.5000	824.5	0.08245	2.09423	0.10631
		12.20.30	0.5	0.7071	828.5	0.08285	2.10439	0.10682
		12.21.00	1	1.0000	833.9	0.08339	2.11811	0.10752
		12.22.00	2	1.4142	838.9	0.08389	2.13081	0.10816
		12.24.00	4	2.0000	844.5	0.08445	2.14503	0.10888
		12.28.00	8	2.8284	849.0	0.08490	2.15646	0.10946
		12.35.00	15	3.8730	851.9	0.08519	2.16383	0.10984
		12.50.00	30	5.4772	854.1	0.08541	2.16941	0.11012
		13.20.00	60	7.7460	856.9	0.08569	2.17653	0.11048
		14.20.00	120	10.9545	858.1	0.08581	2.17957	0.11064
		16.20.00	240	15.4919	860.0	0.08600	2.18440	0.11088
		20.20.00	480	21.9089	861.5	0.08615	2.18821	0.11108
26/12/2557	4	12.20.00	1440	37.9473	864.0	0.08640	2.19456	0.11140



รูปผนวกที่ ช.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 4 kg

ตารางผนวกที่ ช.7 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 8 kg

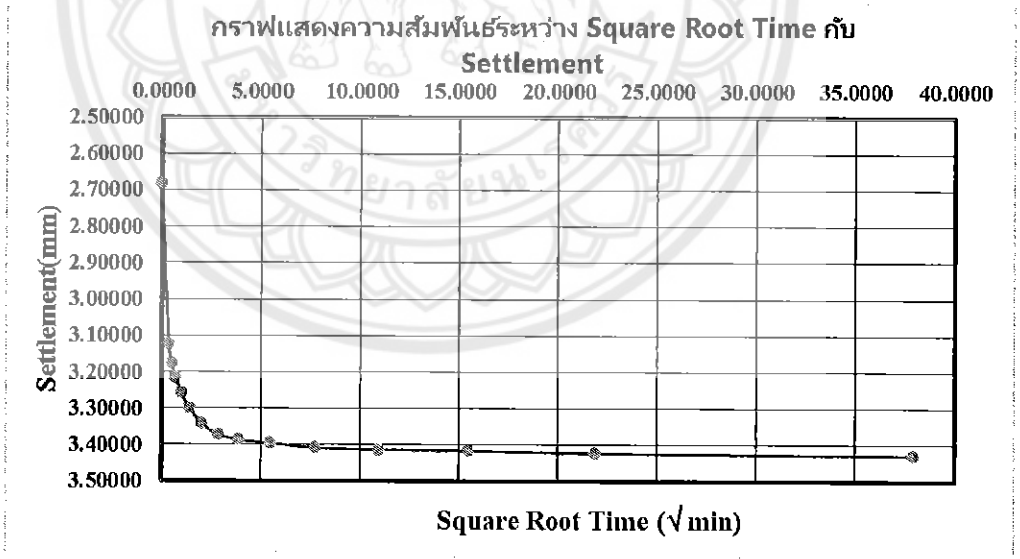
Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
26/12/2557	8	12.20.00	0	0.0000	864.0	0.08640	2.19456	0.11140
		12.20.07	0.12	0.3464	964.0	0.09640	2.44856	0.12429
		12.20.15	0.25	0.5000	974.5	0.09745	2.47523	0.12565
		12.20.30	0.5	0.7071	983.0	0.09830	2.49682	0.12674
		12.21.00	1	1.0000	994.5	0.09945	2.52603	0.12822
		12.22.00	2	1.4142	1007.0	0.10070	2.55778	0.12984
		12.24.00	4	2.0000	1019.5	0.10195	2.58953	0.13145
		12.28.00	8	2.8284	1030.1	0.10301	2.61645	0.13281
		12.35.00	15	3.8730	1037.2	0.10372	2.63449	0.13373
		12.50.00	30	5.4772	1041.5	0.10415	2.64541	0.13428
		13.20.00	60	7.7460	1045.7	0.10457	2.65608	0.13483
		14.20.00	120	10.9545	1048.2	0.10482	2.66243	0.13515
		16.20.00	240	15.4919	1050.9	0.10509	2.66929	0.13550
		20.20.00	480	21.9089	1053.0	0.10530	2.67462	0.13577
27/12/2557	8	12.20.00	1440	37.9473	1056.0	0.10560	2.68224	0.13615



รูปผนวกที่ ช.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 8 kg

ตารางผนวกที่ ช.8 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 16 kg

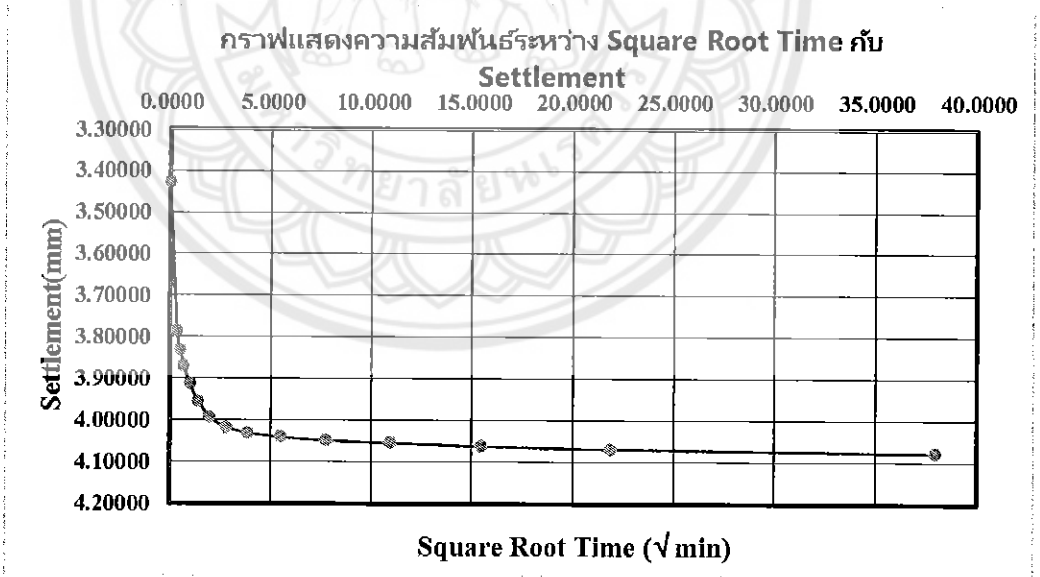
Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
27/12/2557	16	12.20.00	0	0.0000	1056.0	0.10560	2.68224	0.13615
		12.20.07	0.12	0.3464	1230.0	0.12300	3.12420	0.15859
		12.20.15	0.25	0.5000	1250.9	0.12509	3.17729	0.16128
		12.20.30	0.5	0.7071	1266.1	0.12661	3.21589	0.16324
		12.21.00	1	1.0000	1282.5	0.12825	3.25755	0.16536
		12.22.00	2	1.4142	1299.3	0.12993	3.30022	0.16752
		12.24.00	4	2.0000	1316.0	0.13160	3.34264	0.16968
		12.28.00	8	2.8284	1327.5	0.13275	3.37185	0.17116
		12.35.00	15	3.8730	1333.2	0.13332	3.38633	0.17189
		12.50.00	30	5.4772	1336.8	0.13368	3.39547	0.17236
		13.20.00	60	7.7460	1341.7	0.13417	3.40792	0.17299
		14.20.00	120	10.9545	1343.9	0.13439	3.41351	0.17327
		16.20.00	240	15.4919	1345.0	0.13450	3.41630	0.17342
		20.20.00	480	21.9089	1347.5	0.13475	3.42265	0.17374
28/12/2557	16	12.20.00	1440	37.9473	1350.1	0.13501	3.42925	0.17407



รูปผนวกที่ ช.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 16 kg

ตารางผนวกที่ ช.9 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 32 kg

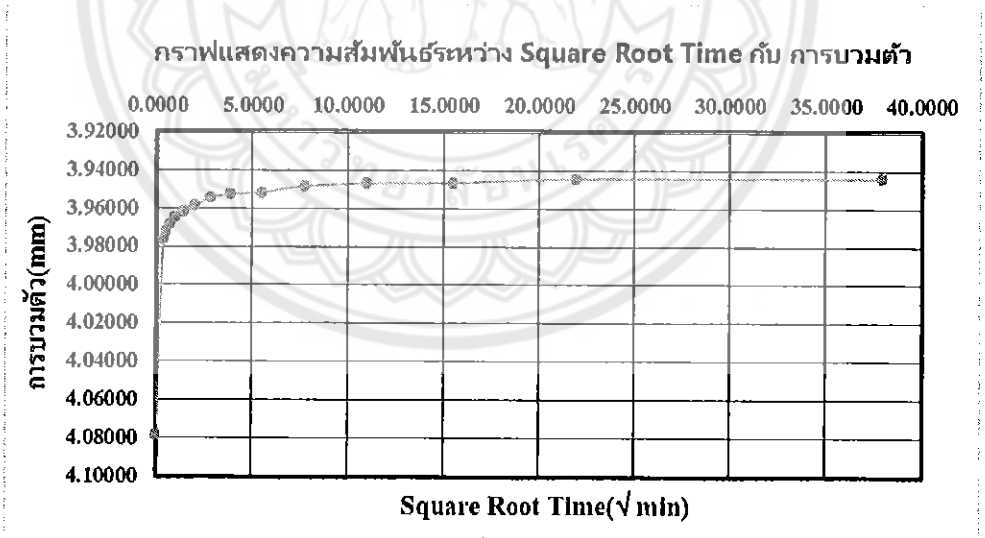
Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
28/12/2557	32	12.20.00	0	0.0000	1350.1	0.13501	3.42925	0.17407
		12.20.07	0.12	0.3464	1490.0	0.14900	3.78460	0.19211
		12.20.15	0.25	0.5000	1508.0	0.15080	3.83032	0.19443
		12.20.30	0.5	0.7071	1523.5	0.15235	3.86969	0.19643
		12.21.00	1	1.0000	1540.9	0.15409	3.91389	0.19867
		12.22.00	2	1.4142	1557.0	0.15570	3.95478	0.20075
		12.24.00	4	2.0000	1572.1	0.15721	3.99313	0.20270
		12.28.00	8	2.8284	1581.5	0.15815	4.01701	0.20391
		12.35.00	15	3.8730	1586.9	0.15869	4.03073	0.20461
		12.50.00	30	5.4772	1590.7	0.15907	4.04038	0.20510
		13.20.00	60	7.7460	1593.8	0.15938	4.04825	0.20550
		14.20.00	120	10.9545	1596.2	0.15962	4.05435	0.20580
		16.20.00	240	15.4919	1599.2	0.15992	4.06197	0.20619
		20.20.00	480	21.9089	1601.8	0.16018	4.06857	0.20653
29/12/2557	32	12.20.00	1440	37.9473	1605.5	0.16055	4.07797	0.20700



รูปผนวกที่ ช.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 32 kg

ตารางผนวกที่ ช.10 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 10 kg

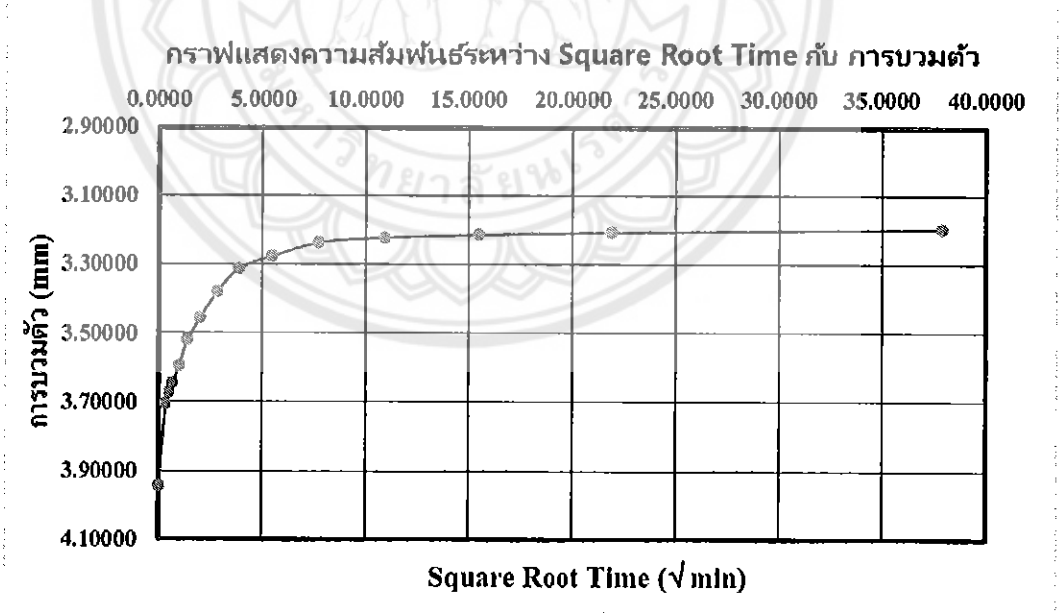
Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
29/12/2557	10	12.20.00	0	0.0000	1605.5	0.16055	4.07797	0.20700
		12.20.07	0.12	0.3464	1565.5	0.15655	3.97637	0.20185
		12.20.15	0.25	0.5000	1564.0	0.15640	3.97256	0.20165
		12.20.30	0.5	0.7071	1562.5	0.15625	3.96875	0.20146
		12.21.00	1	1.0000	1561.0	0.15610	3.96494	0.20127
		12.22.00	2	1.4142	1559.8	0.15598	3.96189	0.20111
		12.24.00	4	2.0000	1558.5	0.15585	3.95859	0.20094
		12.28.00	8	2.8284	1557.0	0.15570	3.95478	0.20075
		12.35.00	15	3.8730	1556.1	0.15561	3.95249	0.20063
		12.50.00	30	5.4772	1555.8	0.15558	3.95173	0.20060
		13.20.00	60	7.7460	1554.5	0.15545	3.94843	0.20043
		14.20.00	120	10.9545	1554.0	0.15540	3.94716	0.20036
		16.20.00	240	15.4919	1553.8	0.15538	3.94665	0.20034
		20.20.00	480	21.9089	1553.0	0.15530	3.94462	0.20023
30/12/2557	10	12.20.00	1440	37.9473	1552.8	0.15528	3.94411	0.20021



รูปผนวกที่ ช.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 10 kg

ตารางผนวกที่ ช.11 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw0%,load 0 kg

Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
30/12/2557	0	12.20.00	0	0.0000	1552.8	0.15528	3.94411	0.20021
		12.20.07	0.12	0.3464	1459.0	0.14590	3.70586	0.18811
		12.20.15	0.25	0.5000	1445.0	0.14450	3.67030	0.18631
		12.20.30	0.5	0.7071	1434.5	0.14345	3.64363	0.18496
		12.21.00	1	1.0000	1415.0	0.14150	3.59410	0.18244
		12.22.00	2	1.4142	1385.5	0.13855	3.51917	0.17864
		12.24.00	4	2.0000	1360.2	0.13602	3.45491	0.17538
		12.28.00	8	2.8284	1330.5	0.13305	3.37947	0.17155
		12.35.00	15	3.8730	1303.9	0.13039	3.31191	0.16812
		12.50.00	30	5.4772	1289.9	0.12899	3.27635	0.16631
		13.20.00	60	7.7460	1273.9	0.12739	3.23571	0.16425
		14.20.00	120	10.9545	1268.1	0.12681	3.22097	0.16350
		16.20.00	240	15.4919	1265.0	0.12650	3.21310	0.16310
		20.20.00	480	21.9089	1262.2	0.12622	3.20599	0.16274
31/12/2557	0	12.20.00	1440	37.9473	1258.1	0.12581	3.19557	0.16221



รูปผนวกที่ ช.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw0% ,load 0 kg

ตารางผนวกที่ ช.12 แสดงผลของข้อมูลดินที่ใช้ในการทดสอบค่ายุบอัดตัวคายน้ำที่ W10%

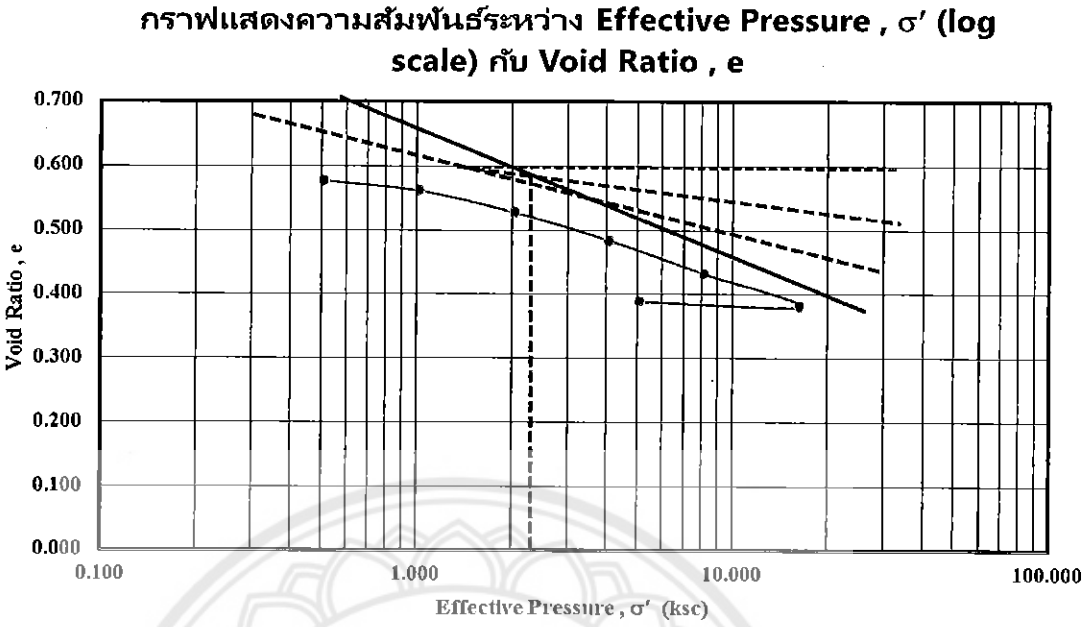
Apparatus Measurements	
Lever Arm Ratio	1:10
Ring Diameter (cm)	4.992
Ring Height ,2H (cm)	1.97
Ring Area , A (cm2)	19.580
Ring Volume , V (cm3)	38.573
Solid Height , Hs=Ws/(Gs*rw*A) (cm)	1.190
Void Height , Hv=2H-Hs (cm)	0.780
Void Ratio , e=(2H-Hs)/Hs	0.655
Saturation, S= (W*Gs)/e (%)	
Specific Gravity , Gs	2.86

Water Content (%)		
Specimen Location	Before	After
Container no.	1	2
Weight of Wet Soil + Container (g)	45	132
Weight of Dry Soil + Container (g)	37	118
Weight of Water (g)	4	14
Weight of Container (g)	17	53
Weight of Dry Soil (g)	20	65
Water Content (%)	20	21.54

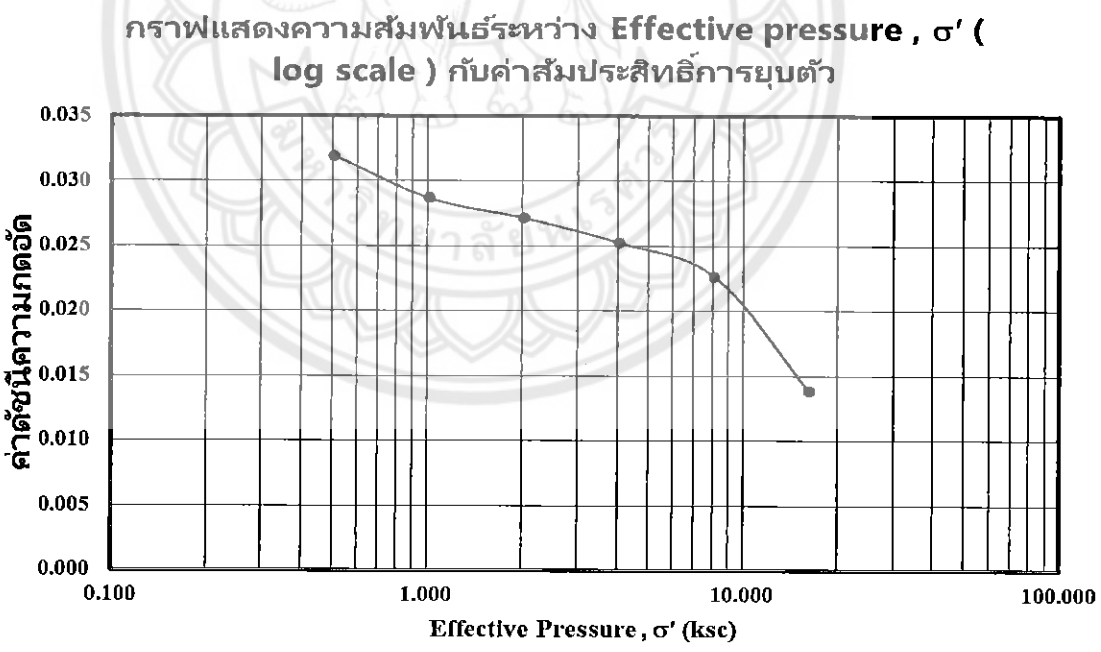
Soil Sample		Initial	Final
Weight of Soil +Ring	(g)	148	147
Weight of Ring	(g)	68	68
Weight of Soil	(g)	80	79
Volume of Sample ,V	cm^3	38.573	38.573
Total Unit Weight	g/cm^3	2.074	2.048
Dry Unit Weight	g/cm^3	1.728	1.685
Void Ratio , e		0.65	
Degree of Saturation , S			

ตารางผนวกที่ ช.13 Summary Consolidation test (W10%)

Applied Pressure kg/cm^2	Scale Load ,kg	Final Dial in*0.0001	Accumulative Dial Change ,cm	Sample Height ,cm	Void Height ,cm	Void ratio	Average Sample Height , cm	Fitting Time, sec t 90	Cv ,cm^2/sec	Cv ,cm2/sec *10-2
0.000	0	0.0000	0.0000	1.9700	0.7795	0.6548	-	-	-	-
0.511	1	0.0366	0.0929	1.8771	0.6866	0.5767	1.9235	24	0.03268	3.268*10-2
1.021	2	0.0440	0.1118	1.8582	0.6677	0.5609	1.8677	75	0.00986	9.860*10-3
2.043	4	0.0598	0.1519	1.8181	0.6276	0.5272	1.8382	115.8	0.00619	6.190*10-3
4.086	8	0.0803	0.2040	1.7660	0.5755	0.4834	1.7920	75	0.00908	9.08*10-3
8.172	16	0.1045	0.2653	1.7047	0.5142	0.4319	1.7353	69	0.00925	9.25*10-3
16.343	32	0.1282	0.3256	1.6444	0.4539	0.3813	1.6745	126.6	0.00470	4.70*10-3
5.107	10	0.1248	0.3170	1.6530	0.4625	0.3885				
0.000	0	0.0977	0.2481	1.7219	0.5314	0.4463				
0.000	0	0.0000	0.0000	1.9700	0.7795	0.6548	-	-	-	-



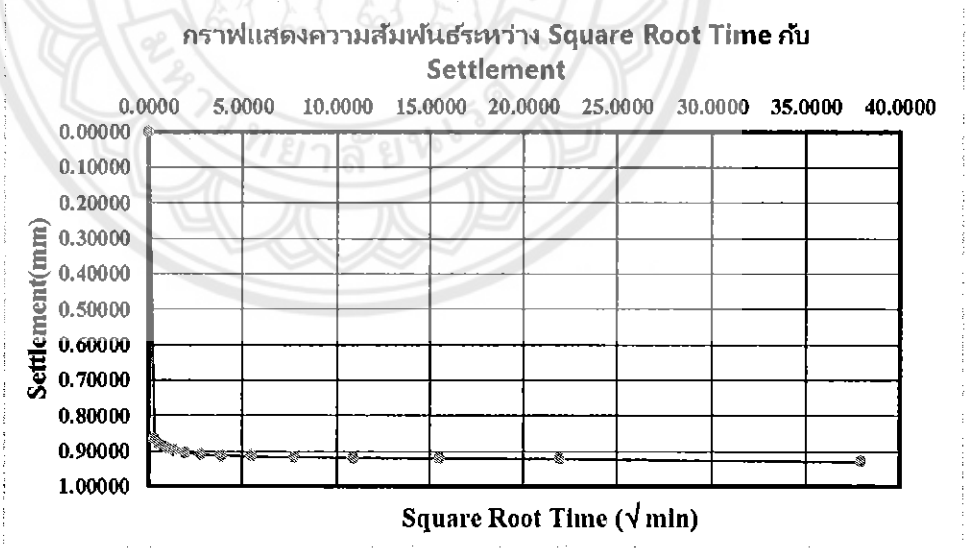
รูปผนวกที่ ช.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างEffective Pressure กับVoid Ratio ของดินw10%#1



รูปผนวกที่ ช.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างEffective Pressure กับVoid Ratio ของดินw10%#2

ตารางผนวกที่ ช.14 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 1 kg

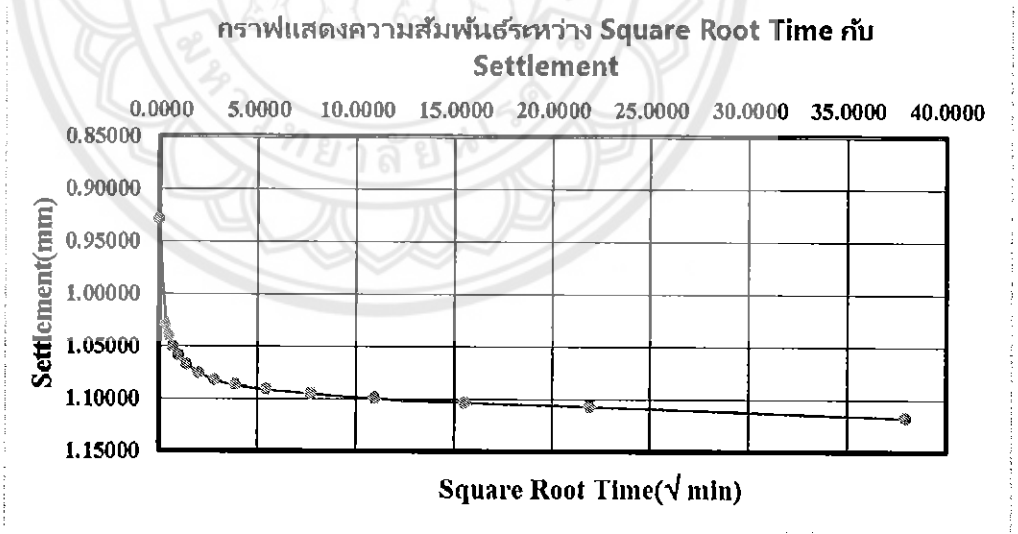
Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
23/12/2557	1	13.00.00	0	0.0000	0.0	0.00000	0.00000	0.00000
		13.00.07	0.12	0.3464	341.0	0.03410	0.86614	0.04397
		13.00.15	0.25	0.5000	345.0	0.03450	0.87630	0.04448
		13.00.30	0.5	0.7071	348.0	0.03480	0.88392	0.04487
		13.01.00	1	1.0000	350.9	0.03509	0.89129	0.04524
		13.02.00	2	1.4142	353.5	0.03535	0.89789	0.04558
		13.04.00	4	2.0000	356.0	0.03560	0.90424	0.04590
		13.08.00	8	2.8284	358.0	0.03580	0.90932	0.04616
		13.15.00	15	3.8730	359.0	0.03590	0.91186	0.04629
		13.30.00	30	5.4772	360.0	0.03600	0.91440	0.04642
		14.00.00	60	7.7460	360.8	0.03608	0.91643	0.04652
		15.00.00	120	10.9545	361.5	0.03615	0.91821	0.04661
		17.00.00	240	15.4919	362.4	0.03624	0.92050	0.04673
		21.00.00	480	21.9089	363.1	0.03631	0.92227	0.04682
24/12/2557	1	13.00.00	1440	37.9473	365.9	0.03659	0.92939	0.04718



รูปผนวกที่ ช.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 1 kg

ตารางผนวกที่ ซ.15 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 2 kg

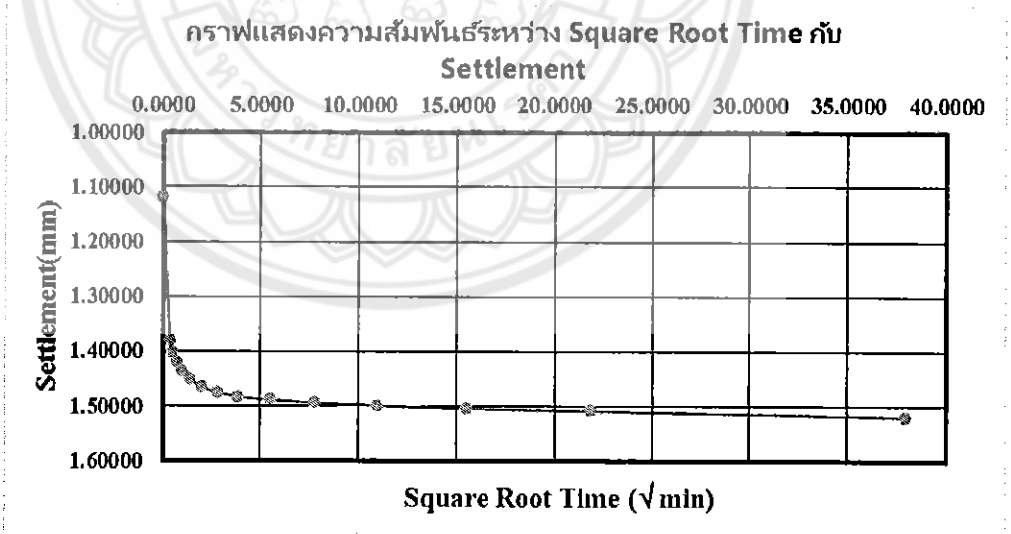
Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
24/12/2557	2	13.00.00	0	0.0000	365.9	0.03659	0.92939	0.04718
		13.00.07	0.12	0.3464	405.0	0.04050	1.02870	0.05222
		13.00.15	0.25	0.5000	409.5	0.04095	1.04013	0.05280
		13.00.30	0.5	0.7071	413.5	0.04135	1.05029	0.05331
		13.01.00	1	1.0000	417.0	0.04170	1.05918	0.05377
		13.02.00	2	1.4142	420.1	0.04201	1.06705	0.05417
		13.04.00	4	2.0000	423.5	0.04235	1.07569	0.05460
		13.08.00	8	2.8284	426.1	0.04261	1.08229	0.05494
		13.15.00	15	3.8730	428.0	0.04280	1.08712	0.05518
		13.30.00	30	5.4772	429.7	0.04297	1.09144	0.05540
		14.00.00	60	7.7460	431.2	0.04312	1.09525	0.05560
		15.00.00	120	10.9545	433.0	0.04330	1.09982	0.05583
		17.00.00	240	15.4919	434.5	0.04345	1.10363	0.05602
		21.00.00	480	21.9089	435.9	0.04359	1.10719	0.05620
25/12/2557	2	13.00.00	1440	37.9473	440.0	0.04400	1.11760	0.05673



รูปผนวกที่ ซ.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 2 kg

ตารางผนวกที่ ช.16 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 4 kg

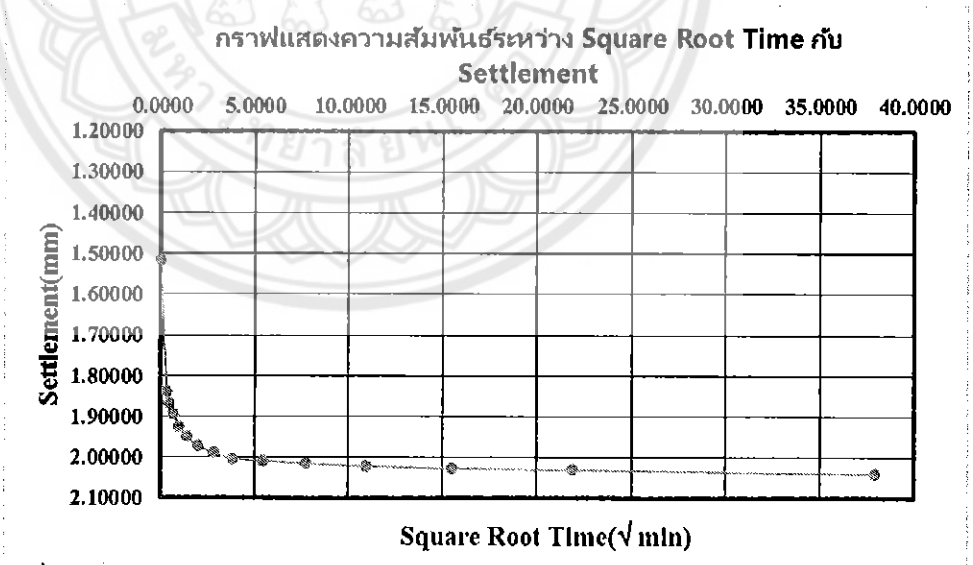
Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
25/12/2557	4	13.00.00	0	0.0000	440.0	0.04400	1.11760	0.05673
		13.00.07	0.12	0.3464	543.5	0.05435	1.38049	0.07008
		13.00.15	0.25	0.5000	552.0	0.05520	1.40208	0.07117
		13.00.30	0.5	0.7071	559.0	0.05590	1.41986	0.07207
		13.01.00	1	1.0000	565.5	0.05655	1.43637	0.07291
		13.02.00	2	1.4142	571.5	0.05715	1.45161	0.07369
		13.04.00	4	2.0000	577.0	0.05770	1.46558	0.07439
		13.08.00	8	2.8284	580.9	0.05809	1.47549	0.07490
		13.16.00	15	3.8730	583.8	0.05838	1.48285	0.07527
		13.31.00	30	5.4772	586.0	0.05860	1.48844	0.07556
		14.01.00	60	7.7460	588.0	0.05880	1.49352	0.07581
		15.01.00	120	10.9545	590.2	0.05902	1.49911	0.07610
		17.01.00	240	15.4919	592.1	0.05921	1.50393	0.07634
		21.01.00	480	21.9089	593.9	0.05939	1.50851	0.07657
26/12/2557	4	13.00.00	1440	37.9473	598.1	0.05981	1.51917	0.07712



รูปผนวกที่ ช.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 4 kg

ตารางผนวกที่ ช.17 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 8 kg

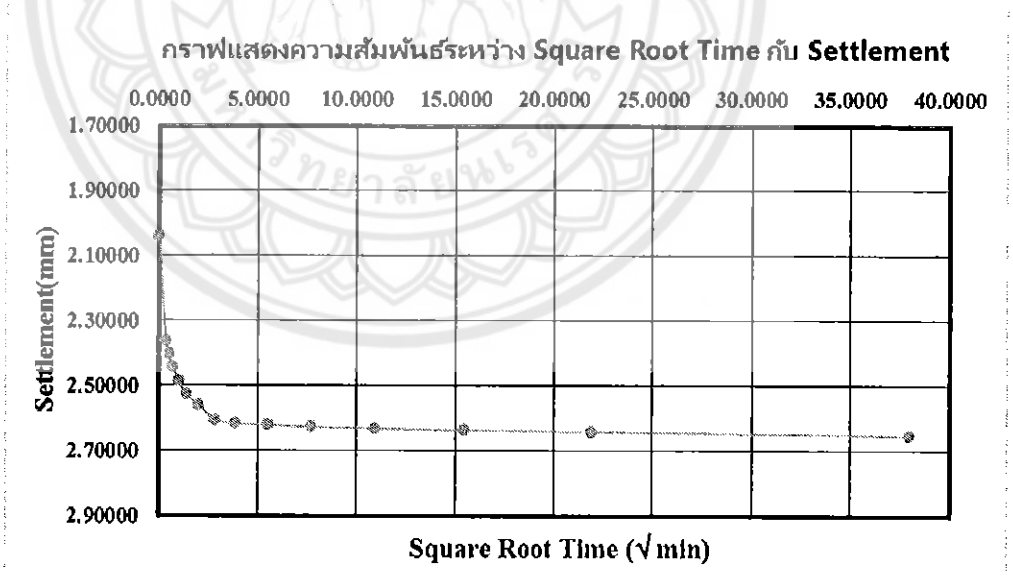
Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
26/12/2557	8	13.00.00	0	0.0000	598.1	0.05981	1.51917	0.07712
		13.00.07	0.12	0.3464	724.0	0.07240	1.83896	0.09335
		13.00.15	0.25	0.5000	735.0	0.07350	1.86690	0.09477
		13.00.30	0.5	0.7071	746.0	0.07460	1.89484	0.09618
		13.01.00	1	1.0000	757.9	0.07579	1.92507	0.09772
		13.02.00	2	1.4142	767.5	0.07675	1.94945	0.09896
		13.04.00	4	2.0000	776.5	0.07765	1.97231	0.10012
		13.08.00	8	2.8284	783.0	0.07830	1.98882	0.10096
		13.16.00	15	3.8730	788.5	0.07885	2.00279	0.10166
		13.31.00	30	5.4772	790.7	0.07907	2.00838	0.10195
		14.01.00	60	7.7460	793.2	0.07932	2.01473	0.10227
		15.01.00	120	10.9545	795.7	0.07957	2.02108	0.10259
		17.01.00	240	15.4919	797.8	0.07978	2.02641	0.10286
		21.01.00	480	21.9089	799.3	0.07993	2.03022	0.10306
27/12/2557	8	13.00.00	1440	37.9473	803.2	0.08032	2.04013	0.10356



รูปผนวกที่ ช.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 8 kg

ตารางผนวกที่ ช.18 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 16 kg

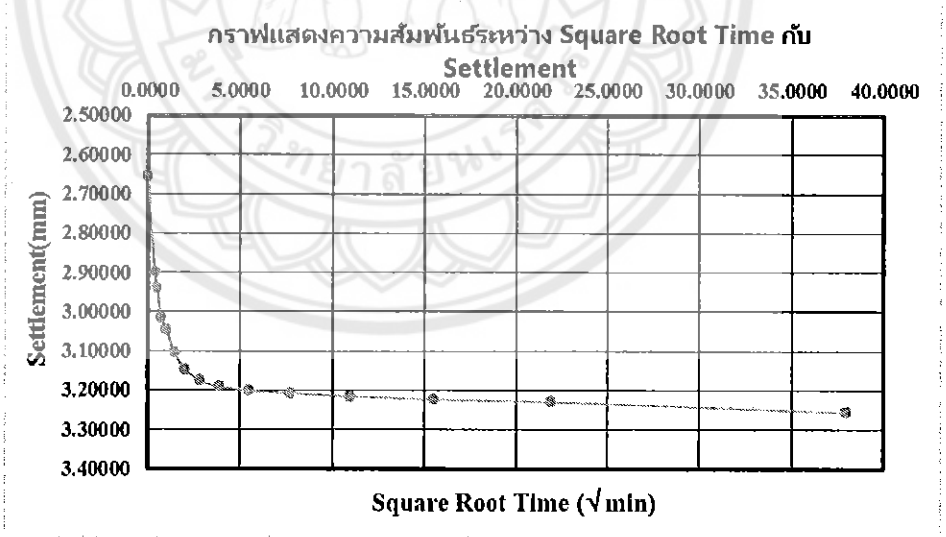
Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
27/12/2557	16	13.00.00	0	0.0000	803.2	0.08032	2.04013	0.10356
		13.00.07	0.12	0.3464	930.0	0.09300	2.36220	0.11991
		13.00.15	0.25	0.5000	946.0	0.09460	2.40284	0.12197
		13.00.30	0.5	0.7071	961.5	0.09615	2.44221	0.12397
		13.01.00	1	1.0000	979.1	0.09791	2.48691	0.12624
		13.02.00	2	1.4142	995.1	0.09951	2.52755	0.12830
		13.04.00	4	2.0000	1007.1	0.10071	2.55803	0.12985
		13.08.00	8	2.8284	1025.9	0.10259	2.60579	0.13227
		13.16.00	15	3.8730	1029.8	0.10298	2.61569	0.13278
		13.31.00	30	5.4772	1032.0	0.10320	2.62128	0.13306
		14.01.00	60	7.7460	1034.3	0.10343	2.62712	0.13336
		15.01.00	120	10.9545	1036.1	0.10361	2.63169	0.13359
		17.01.00	240	15.4919	1038.2	0.10382	2.63703	0.13386
		21.01.00	480	21.9089	1040.0	0.10400	2.64160	0.13409
28/12/2557	16	13.00.00	1440	37.9473	1044.6	0.10446	2.65328	0.13468



รูปผนวกที่ ช.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 16 kg

ตารางผนวกที่ ช.19 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 32 kg

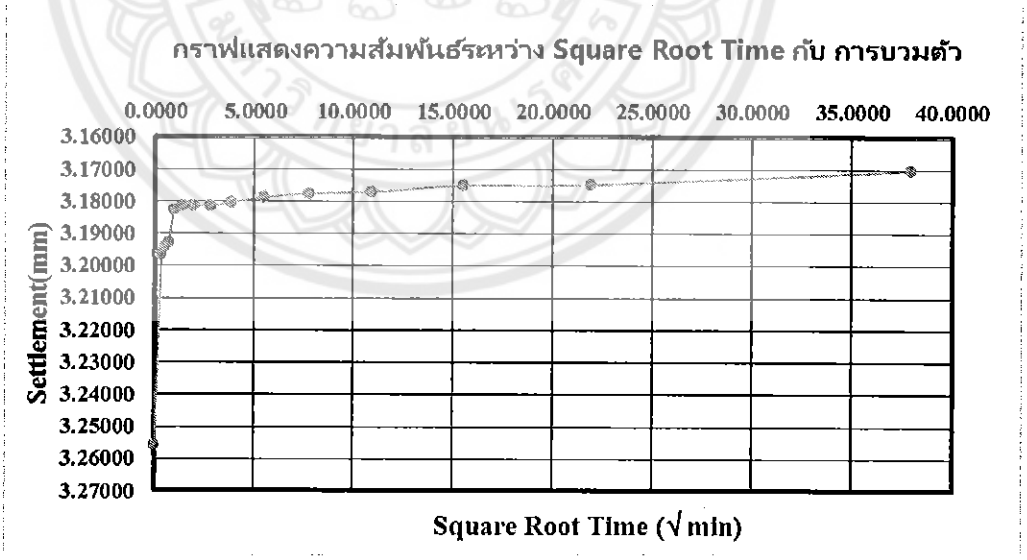
Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
28/12/2557	32	13.00.00	0	0.0000	1044.6	0.10446	2.65328	0.13468
		13.00.07	0.12	0.3464	1141.5	0.11415	2.89941	0.14718
		13.00.15	0.25	0.5000	1157.0	0.11570	2.93878	0.14918
		13.00.30	0.5	0.7071	1186.5	0.11865	3.01371	0.15298
		13.01.00	1	1.0000	1199.1	0.11991	3.04571	0.15460
		13.02.00	2	1.4142	1222.0	0.12220	3.10388	0.15756
		13.04.00	4	2.0000	1238.9	0.12389	3.14681	0.15974
		13.08.00	8	2.8284	1250.0	0.12500	3.17500	0.16117
		13.16.00	15	3.8730	1256.1	0.12561	3.19049	0.16195
		13.31.00	30	5.4772	1260.0	0.12600	3.20040	0.16246
		14.01.00	60	7.7460	1262.9	0.12629	3.20777	0.16283
		15.01.00	120	10.9545	1266.0	0.12660	3.21564	0.16323
		17.01.00	240	15.4919	1269.0	0.12690	3.22326	0.16362
		21.01.00	480	21.9089	1271.7	0.12717	3.23012	0.16397
29/12/2557	32	13.00.00	1440	37.9473	1281.8	0.12818	3.25577	0.16527



รูปผนวกที่ ช.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 32 kg

ตารางผนวกที่ ช.20 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 10 kg

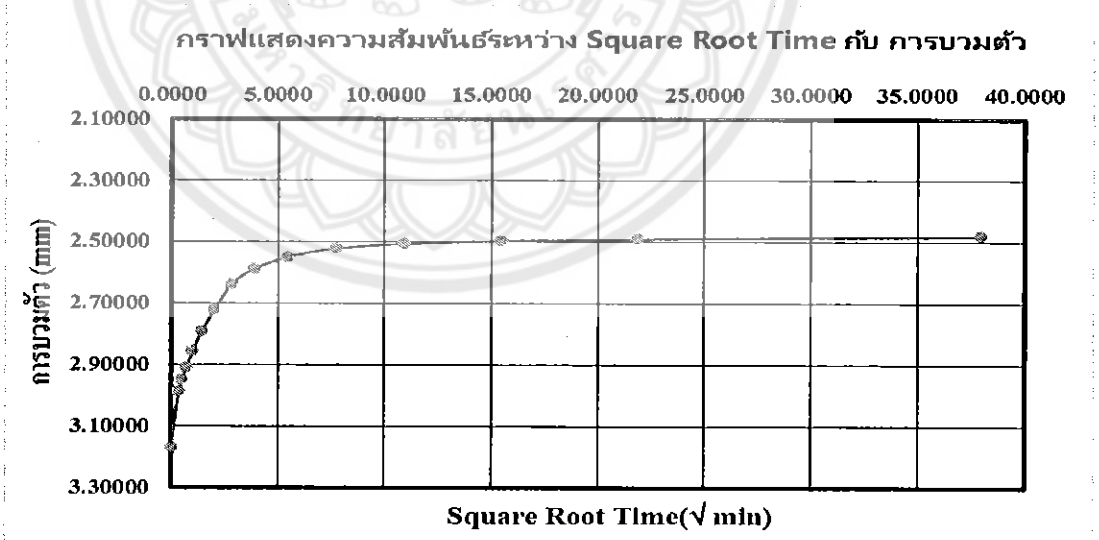
Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
29/12/2557	10	13.00.00	0	0.0000	1281.8	0.12818	3.25577	0.16527
		13.00.07	0.12	0.3464	1258.5	0.12585	3.19659	0.16226
		13.00.15	0.25	0.5000	1257.5	0.12575	3.19405	0.16213
		13.00.30	0.5	0.7071	1257.1	0.12571	3.19303	0.16208
		13.01.00	1	1.0000	1253.0	0.12530	3.18262	0.16155
		13.02.00	2	1.4142	1252.5	0.12525	3.18135	0.16149
		13.04.00	4	2.0000	1252.5	0.12525	3.18135	0.16149
		13.08.00	8	2.8284	1252.5	0.12525	3.18135	0.16149
		13.16.00	15	3.8730	1252.1	0.12521	3.18033	0.16144
		13.31.00	30	5.4772	1251.5	0.12515	3.17881	0.16136
		14.01.00	60	7.7460	1251.0	0.12510	3.17754	0.16130
		15.01.00	120	10.9545	1250.8	0.12508	3.17703	0.16127
		17.01.00	240	15.4919	1250.0	0.12500	3.17500	0.16117
		21.01.00	480	21.9089	1249.9	0.12499	3.17475	0.16115
30/12/2557	10	13.00.00	1440	37.9473	1248.2	0.12482	3.17043	0.16094



รูปผนวกที่ ช.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 10 kg

ตารางผนวกที่ ช.21 ผลการทดลองการยุบอัดตัวคายน้ำดินw10%,load 0 kg

Date	Load, kg	Time			Dial Reading,D.R.			Strain
		Clock	after beginning	Square root time	Original	D.R.*10^{-4}	Adjusted, inch	
30/12/2557	0	13.00.00	0	0.0000	1248.2	0.12482	3.17043	0.16094
		13.00.07	0.12	0.3464	1175.5	0.11755	2.98577	0.15156
		13.00.15	0.25	0.5000	1161.0	0.11610	2.94894	0.14969
		13.00.30	0.5	0.7071	1145.5	0.11455	2.90957	0.14769
		13.01.00	1	1.0000	1124.5	0.11245	2.85623	0.14499
		13.02.00	2	1.4142	1099.0	0.10990	2.79146	0.14170
		13.04.00	4	2.0000	1072.0	0.10720	2.72288	0.13822
		13.08.00	8	2.8284	1039.0	0.10390	2.63906	0.13396
		13.16.00	15	3.8730	1019.8	0.10198	2.59029	0.13149
		13.31.00	30	5.4772	1003.9	0.10039	2.54991	0.12944
		14.01.00	60	7.7460	993.3	0.09933	2.52298	0.12807
		15.01.00	120	10.9545	987.1	0.09871	2.50723	0.12727
		17.01.00	240	15.4919	983.5	0.09835	2.49809	0.12681
		21.01.00	480	21.9089	980.8	0.09808	2.49123	0.12646
31/12/2557	0	13.00.00	1440	37.9473	976.9	0.09769	2.48133	0.12596



รูปผนวกที่ ช.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างSquare Root Time กับSettlement ของดินw10% ,load 0 kg

อัตราความเร็วในการทรุดตัว (Rate of Settlement) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่จะต้องทราบค่าอัตราความเร็วในการทรุดตัวนั้น ขึ้นอยู่กันอิทธิพลของสิ่งเหล่านี้

ก.มวลดินมีความชุ่มน้ำมากน้อยเพียงใด(Degree of Saturation)

ข.ความสามารถของดินที่ทำให้น้ำซึกผ่านได้ดีเพียงใด(Coefficient of Permeability)

ค.ระยะทางที่น้ำต้องซึมผ่าน(Drainage Path) ไปสู่จุดสมดุล

คุณสมบัติการทรุดตัว

คุณสมบัติการทรุดตัวที่ต้องการหามีอยู่ 2 ค่า คือ

(1) ปริมาตรการทรุดตัวสูงสุด (Total Settlement)

$$Sc = \frac{Cc}{1+e_o} H \log (P_o + \Delta P)$$

Cc =ดัชนีการทรุดตัว

e_0 = Initial Void Ratio

P_0 = Effective Overburden Pressure

ΔP = External Pressure

H=ความหนาของชั้นดิน

(2) อัตราความเร็วในการทรุดตัว

จากการทำการทดลองจะได้ค่าหนึ่งซึ่งบ่งบอกถึงคุณสมบัติเกี่ยวกับการทรุดตัว เรียกว่า Coefficient of Consolidation,Cv

$$Cv = \frac{TH^2}{t}$$

เมื่อ T =Time Factor เป็นค่าคงที่ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์การอัดตัวคายน้ำ (Percentage of Consolidation) และลักษณะของ Initial Excess Pore Pressure

t=เวลาในการเกิดเปอร์เซ็นต์ของการอัดตัวคายน้ำ

(Percentage of Consolidation)

H_d =ระยะทางที่ไกลที่สุดที่น้ำในมวลดินจะต้องไหลออกมาสู่จุดสมดุล

(3) คำนวณ Consolidation Pressure

$$P = \frac{W.K}{A}$$

เมื่อ P = Consolidation Pressure

W = น้ำที่ใช้ในการเพิ่มน้ำหนัก

K = ค่าคงที่ของระบบคาน ขึ้นอยู่กันเครื่องมือ

A = พื้นที่รับน้ำหนักของดินตัวอย่าง

(4) คำนวณ Void Ratio

Initial Void Ratio

$$e_0 = \frac{Hr-Hs}{Hs}$$

H_r = ความสูงของดินตัวอย่าง

H_s = ความสูงของเนื้อดิน (Height of Soil)

$$= \frac{W_i}{(1-w_i)G\gamma_w}$$

W_i = Initial Weight Soil

W_i = Average Gravity of Soil

G = Specific Gravity of Soil

γ_w = Unit Wt. Of Water

$e_i = e_{0-} \frac{\sum(\Delta V)}{H_s}$

e_i = อัตราช่องว่างที่ความดันใดๆ

$\sum(\Delta V)$ = การทรุดตัวสะสมที่ความดันใดๆ

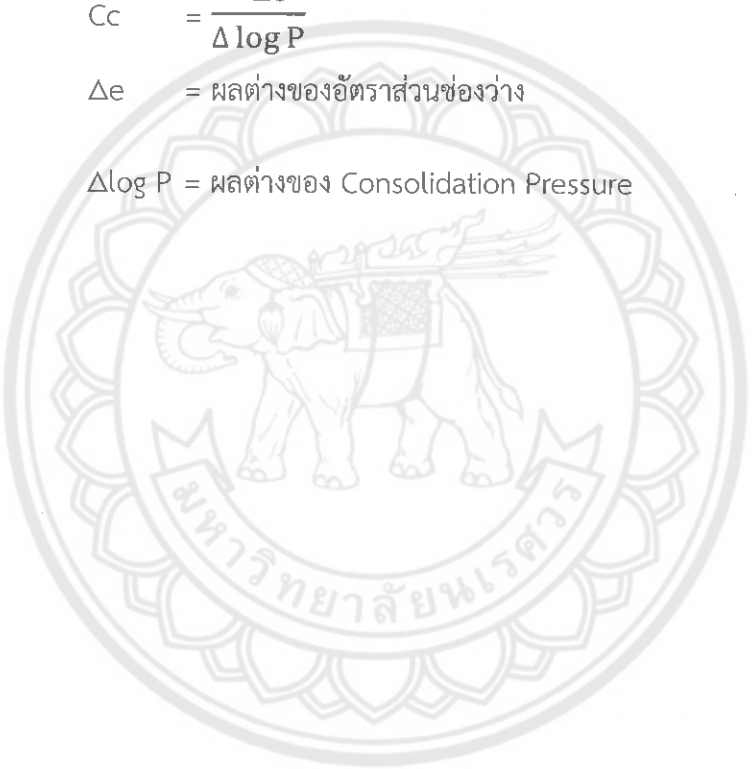
H_s = ความสูงของเนื้อดิน

(5) คำนวณหาค่า Ccจากกราฟ e-log P Curve

$Cc = \frac{-\Delta e}{\Delta \log P}$

Δe = ผลต่างของอัตราส่วนช่องว่าง

$\Delta \log P$ = ผลต่างของ Consolidation Pressure



ภาคผนวก ซ

Boring log พื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์

โครงการ เขื่อนริมคลิ่งแม่น้ำน่าน บริเวณวัดคลองโพ

สถานที่ ถนน สำราญรื่น ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์

หลุมเจาะที่ 1

ระดับปากหลุม 100.267 เมตร

สำนักควบคุมการก่อสร้าง

กรมโยธาธิการและผังเมือง

SUMMARY OF RESULT

ระดับน้ำใต้ดิน -7.00 เมตรจากผิวดิน

ผู้ทดสอบ สรรเสริญ อิ่มสุวรรณ

วิศวกร วินัย สิเพี่ยงธรรม

หัวหน้ากลุ่มงานปฐพีฯ ยงยุทธ ศรีเมฆมารัตน์

วันที่ทดสอบ สค. 46 งานเลขที่ 46 - 027 - 46

DEPTH (m.)		SAMPLE TYPE	GROUP SYMBOL	ATTERBERG'S LIMITS (%)			MC. %	UC. ksc.	UP. ksc.	UNI WEIGHT t/m.³		SPT blows/ft.	Sp.Gr.	VANE SHEAR STRENGTH ksc.			DIRECT SHEAR TEST		GRAIN SIZE (% Finer)	
FORM	TO	No.		LL.	PL.	PI.				γ_t	γ_d			PS.	RS.	ST.	C	ϕ	No. 4	No. 200
0.00	1.50	PA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-
1.50	1.95	SS- 1	CL-ML	23.20	18.06	5.14	30.46	-	-	1.65	1.26	13		-	-	-	-	-	95.99	84.04
3.00	3.45	SS- 2	CL-ML	26.10	21.53	4.57	15.86	-	-	1.68	1.45	27		-	-	-	-	-	-	-
4.50	4.95	SS- 3	CL-ML	26.05	18.16	7.89	18.83	-	-	1.75	1.47	23		-	-	-	-	-	100.00	69.01
6.00	6.45	SS- 4	CL	17.50	16.46	1.04	13.16		> 4.50	1.80	1.59	-		-	-	-	-	-	-	-
7.50	7.95	SS- 5	SM	NP			26.23	-	-	1.90	1.50	5		-	-	-	-	-	100.00	37.73
9.00	9.45	SS- 6	SM	NP			27.62	-	-	1.90	1.48	13		-	-	-	-	-	100.00	39.18
10.50	10.95	SS- 7	CL	19.80	16.12	3.68	27.30	-	-	1.85	1.45	6		-	-	-	-	-	100.00	68.09
12.00	12.45	SS- 8	CL	19.20	15.69	3.51	28.24			1.75	1.36	10		-	-	-	-	-	100.00	66.36
13.50	13.95	SS- 9	CL-ML	22.00	16.89	5.11	31.20	-	-	1.97	1.50	11		-	-	-	-	-	100.00	62.29
15.00	15.45	SS- 10	CL-ML	26.20	21.50	4.70	32.35			1.91	1.44	12		-	-	-	-	-	-	-
16.50	16.95	SS- 11	CL-ML	26.50	21.00	5.50	35.04	-	-	1.97	1.52	10		-	-	-	-	-	100.00	83.67
18.00	18.45	SS- 12										> 86								
◀							End of Boring													▶

ตัวอย่างนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของการทดสอบเพื่อประกอบการพิจารณาของวิศวกรเท่านั้น
ผลการทดสอบนี้จะมีความถูกต้องและสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อได้รับการรับรองจากวิศวกรที่ปรึกษาการก่อสร้างเท่านั้น
ตัวอย่างที่ได้ทดสอบนี้ เป็นตัวอย่างที่ได้จากการเจาะสำรวจขั้นต้นในบริเวณโครงการ

รูปที่ ซ.1 Boring log ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 1

โครงการ เขื่อนริมตลิ่งแม่น้ำน่าน บริเวณวัดคลองโพ

ฐานที่ ถนน สำราญรื่น ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์

หลุมเจาะที่ 2

ระดับปากหลุม 100.146 เมตร

สำนักควบคุมการก่อสร้าง

กรมโยธาธิการและผังเมือง

SUMMARY OF RESULT

ระดับน้ำใต้ดิน -7.00 เมตรจากผิวดิน

ผู้ทดสอบ สรรเสริญ อิ่มสุวรรณ

วิศวกร วินัย สิเทียงธรรม

หัวหน้ากลุ่มงานปฐพีฯ ยงยุทธ ศรีเบจการัตน์

วันที่ทดสอบ สค. 46 งานเลขที่ 46 - 027 - 46

DEPTH (m.)		SAMPLE TYPE	GROUP SYMBOL	ATTERBERG'S LIMITS (%)			MC. %	UC. ksc.	UP. ksc.	UNI WEIGHT t/m.³		SPT blows/ft.	Sp.Gr.	VANE SHEAR STRENGTH ksc.			DIRECT SHEAR TEST		GRAIN SIZE (% Finer)	
FORM	TO	No.		LL.	PL.	PI.				γ_t	γ_d			S.	C.	ST.	C	ϕ	No. 4	No. 200
0.00	1.50	PA	-	-	-	-	-	-		-	-			-	-	-	-	-	-	-
1.50	1.95	SS- 1	CL	30.05	18.67	11.38	31.61	-	-	1.80	1.37	12	-	-	-	-	-	-	-	-
3.00	3.45	SS- 2	CL-ML	25.35	20.72	4.63	33.42	-	-	1.84	1.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.50	4.95	SS- 3	CL-ML	25.20	18.06	7.14	11.06	-	-	1.59	1.43	35	-	-	-	-	-	-	-	-
6.00	6.45	SS- 4	SM	NP			33.41	-	-	1.85	1.39	-	-	-	-	-	-	-	100.00	34.28
7.50	7.95	SS- 5	SM	NP			34.31	-	-	1.85	1.38	11	-	-	-	-	-	-	100.00	31.43
9.00	9.45	SS- 6	CL	18.75	15.88	2.87	28.07	-	-	1.89	1.48	11	-	-	-	-	-	-	100.00	65.06
10.50	10.95	SS- 7	CL	19.10	15.92	3.18	29.84	-	-	1.89	1.46	10	-	-	-	-	-	-	100.00	67.93
12.00	12.45	SS- 8	CL-ML	24.20	20.06	4.14	26.69	-	-	1.89	1.49	17	-	-	-	-	-	-	100.00	58.26
13.50	13.95	SS- 9	SM	NP			26	-	-	1.91	1.51	20	-	-	-	-	-	-	100.00	44.25
15.00	15.45	SS- 10	SM	NP			23.92	-	-	1.86	1.50	16	-	-	-	-	-	-	100.00	37.32
16.50	16.95	SS- 11	CL-ML	23.40	17.85	5	25	-	-	1.97	1.51	37	-	-	-	-	-	-	100.00	49.57
18.00	18.45	SS- 12	SM	NP			21.31	-	-	1.92	1.58	> 60	-	-	-	-	-	-	99.13	16.17
◄				-						END OF BORING										►

ข้อมูลนี้เป็นเพียงผลการสำรวจขั้นต้นเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ต้องผ่านการพิจารณาจากวิศวกรผู้ชำนาญการ ในการก่อสร้างจริงต่อไป

รูปที่ ซ.2 Boring log ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 2

STS ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.
SUMMARY OF TEST RESULTS

PROJECT ก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำ และริมทะเลทั่วประเทศ | LOCATION ตำบลบ้านแก่ง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์

DATE 25/09/95 | BORING No. BH-1 | JOB No. 5376.46 | BY PT | OBSERVED W.L. -3.76 M.

SAMPLE No.	DEPTH M. FROM	DEPTH M. TO	WATER CONTENT %	ATTERBERG LIMIT % LL.	PL.	PI.	WET UNIT WEIGHT γt	SIEVE ANALYSIS % FINER No. 3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	CLASSIFICATION	UNDRAINED SHEAR STRENGTH kg/cm² UNCONFINED SHEAR Qu/2	Qu'/2	FIELD VANE SHEAR Qv'	UU TEST Su	POCKET PENETRATION 1/2Qp	STANDARD PENETRATION (N) (blow/ft)	Direct Shear Test C̄	Ø̄°
SS-01	1.00	1.45	29.50				1.97						CL					12.5	15		
SS-02	1.50	1.95	27.10										CL					10.0	15		
SS-03	2.00	2.45	23.40	29.70	16.80	12.90							SM					2.5	9		
SS-04	3.00	3.45	22.60								100	69	CL						13		
SS-05	4.50	4.95	26.60																13		
SS-06	6.00	6.45	16.90								100	5	SM						10	0	32
SS-07	7.50	7.95	24.80										SM						13		
SS-08	9.00	9.45	20.00						99		7	1	SM-SP						16	0	34
SS-09	10.50	10.95	14.20										SM						21		
SS-10	12.00	12.45	21.60										SM						12		
SS-11	13.50	13.95	21.60						99	84	41	70	50	SC-CL						8		
SS-12	15.00	15.45	14.90										SM-SP						17		
SS-13	16.50	16.95	15.80						100	97	92	25	12	SM-SP						18	0	35
SS-14	18.00	18.45	22.50											SM						30		
SS-15	19.50	19.95	12.30											SM						33		
SS-16	21.00	21.45	17.00				2.31				100	88	57	CL	9.10					20		
SS-17	22.50	22.95	28.10	56.20	22.90	33.40	1.92							CH					15.0	33		
SS-18	24.00	24.45	25.50				2.03							CH					17.5	40		
SS-19	25.50	25.95	17.80				2.25				100	50	SC-CL	9.70						42		

รูปที่ ช.3 Boring log ตำบลบ้านแก่ง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 1

STS ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.
SUMMARY OF TEST RESULTS

PROJECT ก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำ และริมทะเลทั่วประเทศ | LOCATION ตำบลบ้านแก่ง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์

DATE 25/09/95 | BORING No. BH-2 | JOB No. 5376.46 | BY PT | OBSERVED W.L. -3.82 M.

SAMPLE No.	DEPTH M. FROM	DEPTH M. TO	WATER CONTENT %	ATTERBERG LIMIT % LL.	PL.	PI.	WET UNIT WEIGHT t/m³	SIEVE ANALYSIS % FINER No. 3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	CLASSIFICATION	UNDRAINED SHEAR STRENGTH t/m² UNCONFINED SHEAR Qu/2	Qu/2	FIELD VANE SHEAR Qv	Qv'	UU TEST Su	POCKET PENETRATION 1/2Qp	STANDARD PENETRATION(N) (blow/ft)	Direct Shear Test C	Ø°
SS-01	1.00	1.45	23.80	36.00	18.60	17.30							CL						7.5	6		
SS-02	1.50	1.95	25.20								100	87	CL							6		
SS-03	2.00	2.45	24.00										CL						2.5	5		
SS-04	3.00	3.45	23.40								100	92	CL							5	0.3	26°
SS-05	4.50	4.95	22.00										CL							4		
SS-06	6.00	6.45	26.00					100	98	95	34	19	CL							6		
SS-07	7.50	7.95	32.40					100	100	99	99	92	SM/SC						2.5	5		
SS-08	9.00	9.45	26.60										SC							4		
SS-09	10.50	10.95	22.10										SM							13	0	33°
SS-10	12.00	12.45	15.40										SM							19		
SS-11	13.50	13.95	11.20					100	96	77	35	17	SM							36		
SS-12	15.00	15.45	26.80							100	99	55	CL							4		
SS-13	16.50	16.95	28.80	34.50	18.30	16.20							CL							10		
SS-14	18.00	18.45	13.00										SM-SP							18	0	32°
SS-15	19.50	19.95	10.50										SM-SP							21		
SS-16	21.00	21.45	10.60					89	75	51	19	8	SM-SP							24		
SS-17	22.50	22.95											(SM-SP)							14		
SS-18	24.00	24.45	7.80					78	68	52	33	15	SM							45	0	37
SS-19	25.50	25.95	7.50										SM							37		
SS-20	27.00	27.45	8.90					95	72	54	29	13	SM							36		

(No recovery)

รูปที่ ซ.4 Boring log ตำบลบ้านแก่ง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 2

STS ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.
SUMMARY OF TEST RESULTS

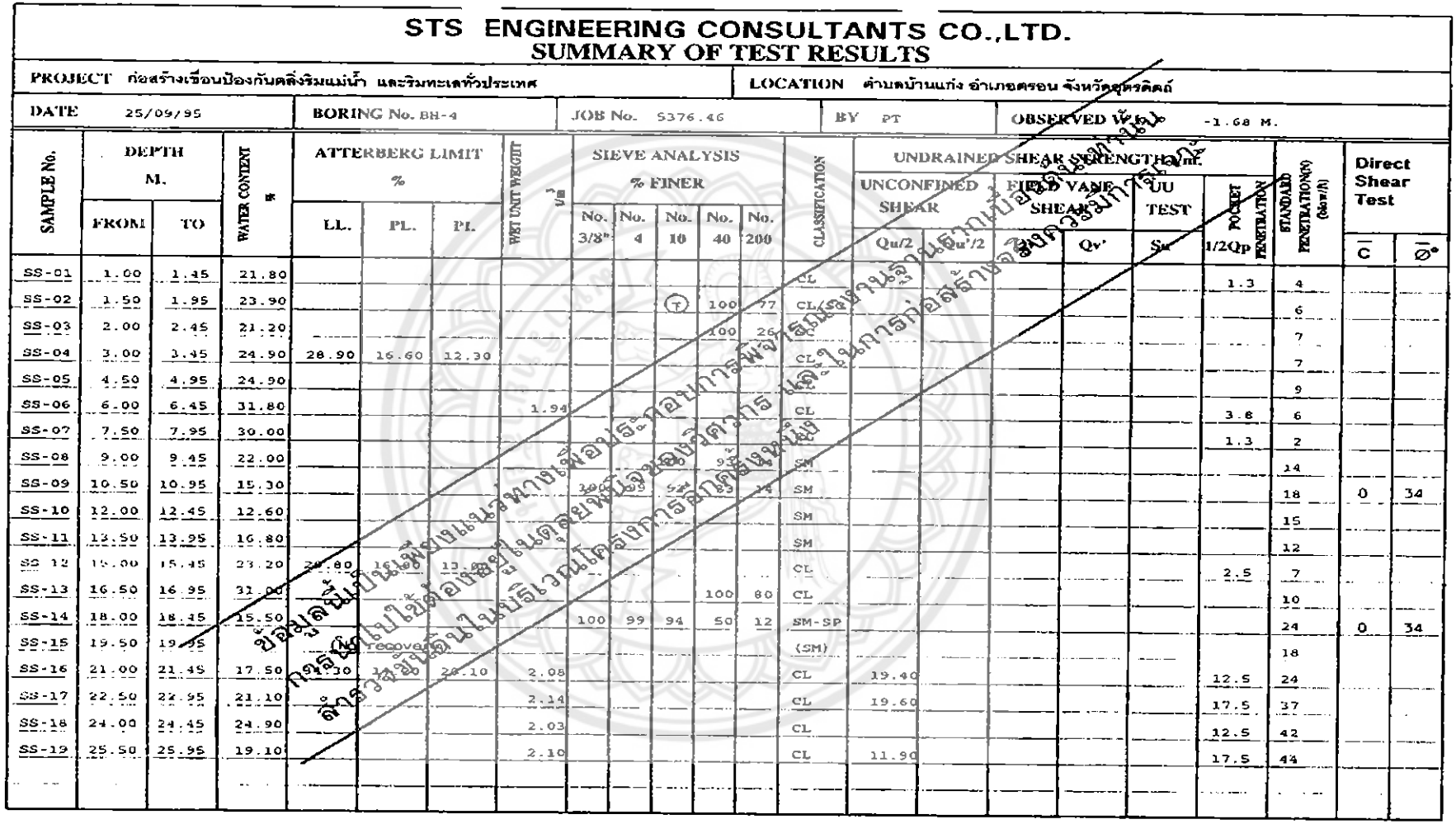
PROJECT ก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำ และริมทะเลทั่วประเทศ | LOCATION ตำบลบ้านแก่ง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์

DATE 25/09/95 | BORING No. BH-3 | JOB No. 5376.46 | BY PT | OBSERVED W.L. -3.40 M.

SAMPLE No.	DEPTH M. FROM	DEPTH M. TO	WATER CONTENT %	ATTERBERG LIMIT % LL.	ATTERBERG LIMIT % PL.	ATTERBERG LIMIT % PI.	WET UNIT WEIGHT	SIEVE ANALYSIS % FINER No. 3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	CLASSIFICATION	UNDRAINED SHEAR STRENGTH kg/cm² UNCONFINED SHEAR Qu/2	Qu'/2	FIELD VANE SHEAR Qv'	UU TEST Su	POCKET PENETRATION 1/2Qp	STANDARD PENETRATION(N) (blow/ft)	Direct Shear Test C	Ø°
SS-01	1.00	1.45	19.60										CL					7.5	9		
SS-02	1.50	1.95	24.40	36.40	19.30	17.10							CL					3.8	9		
SS-03	2.00	2.45	24.20										CL					2.5	7		
SS-04	3.00	3.45	23.40				2.00						CL					3.8	10		
SS-05	4.50	4.95	25.90				2.00						CL					5.0	11		
SS-06	6.00	6.45	31.00				1.96						CL					5.0	9		
SS-07	7.50	7.95	37.70										CH					2.5	6		
SS-08	9.00	9.45	35.70	51.40	23.10	28.30							CH					2.5	5		
SS-09	10.50	10.95	26.60					100	99	98	53	49	SC						8		
SS-10	12.00	12.45	32.00	36.20	20.80	15.40							CL						4		
SS-11	13.50	13.95	19.10							100	37	11	SM-SP						14	0	32°
SS-12	15.00	15.45	10.50										SM-SP						20		
SS-13	16.50	16.95	12.60					78	74	64	25	8	SM-SP						25	0	34°
SS-14	18.00	18.45	12.50										SM-SP						18		
SS-15	19.50	19.95	24.10					100	96	95	87	69	CL						14		
SS-16	21.00	21.45	20.60							100	89	19	SM						29	0	34
SS-17	22.50	22.95	6.40					66	46	30	14	6	GM-GP						23		
SS-18	24.00	24.45	8.40										GM-GP						34		
SS-19	25.50	25.95	8.20					75	56	41	21	9	SM-SP						36		
SS-20	27.00	27.45	7.10										SM-SP						37		

สำเนาเอกสารนี้ใช้เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาเท่านั้น ห้ามมิให้นำไปใช้ในการค้า การจำหน่าย การดัดแปลง หรือการกระทำอื่นใดที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่เจ้าของลิขสิทธิ์ ทั้งนี้ผู้ใช้งานต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

รูปที่ ซ.5 Boring log ตำบลบ้านแก่ง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 3



STS ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.
SUMMARY OF TEST RESULTS

PROJECT ก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำ และริมทะเลทั่วประเทศ | LOCATION ตำบลบ้านแก่ง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์

DATE 25/09/95 | BORING No. BH-4 | JOB No. 5376.46 | BY PT | OBSERVED W.L. -1.68 M.

SAMPLE No.	DEPTH M. FROM	DEPTH M. TO	WATER CONTENT %	ATTERBERG LIMIT % LL.	ATTERBERG LIMIT % PL.	ATTERBERG LIMIT % PI.	WET UNIT WEIGHT t/m³	SIEVE ANALYSIS % FINER No. 3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	CLASSIFICATION	UNDRAINED SHEAR STRENGTH kg/cm². UNCONFINED SHEAR Qu/2	FIELD VANE SHEAR Qu'/2	FIELD VANE SHEAR Qv'	UU TEST Su	POCKET PENETRATION 1/2Qp	STANDARD PENETRATION (N) (blow/ft)	Direct Shear Test C̄	Direct Shear Test Ø̄°
SS-01	1.00	1.45	21.80										CL					1.3	4		
SS-02	1.50	1.95	23.90							(T)	100	77	CL						6		
SS-03	2.00	2.45	21.20								100	26							7		
SS-04	3.00	3.45	24.90	28.90	16.60	12.30							CL						7		
SS-05	4.50	4.95	24.90																9		
SS-06	6.00	6.45	31.80				1.94						CL					3.8	6		
SS-07	7.50	7.95	30.00															1.3	2		
SS-08	9.00	9.45	22.00								95	14	SM						14		
SS-09	10.50	10.95	15.30					100	99	94	93	14	SM						18	0	34
SS-10	12.00	12.45	12.60										SM						15		
SS-11	13.50	13.95	16.80										SM						12		
SS-12	15.00	15.45	23.20	24.80	16.80	13.00							CL					2.5	7		
SS-13	16.50	16.95	31.00								100	80	CL						10		
SS-14	18.00	18.45	15.50					100	99	94	50	12	SM-SP						24	0	34
SS-15	19.50	19.95		Recovery									(SM)						18		
SS-16	21.00	21.45	17.50	21.30	14.20	24.10	2.08						CL	19.40				12.5	24		
SS-17	22.50	22.95	21.10				2.14						CL	19.60				17.5	37		
SS-18	24.00	24.45	24.90				2.03						CL					12.5	42		
SS-19	25.50	25.95	19.10				2.10						CL	11.90				17.5	44		

ข้อมูลนี้เป็นเพียงแนวทางเพื่อประกอบการพิจารณาเบื้องต้นเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้อ้างอิงในทางกฎหมายได้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น สงวนลิขสิทธิ์ โดยบริษัทฯ ห้ามมิให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ในทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

รูปที่ ซ.6 Boring log ตำบลบ้านแก่ง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 4

โครงการ ก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำน่าน

สถานที่ บ.เด่นสำโรง ม.4 ต.หาดสองแคว อ.ตรอน จ.อุตรดิตถ์

หลุมเจาะที่ 1

ระดับปากหลุม 97.212 เมตร

กลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยและพัฒนา

กรมโยธาธิการและผังเมือง

SUMMARY OF RESULT

ระดับน้ำใต้ดิน -10.00 เมตรจากผิวดิน

ผู้ทดสอบ ธรรเศวิญ อิ่มสุวรรณ , ณัฐติ ปานขัน

วิศวกร พิชยา ทวีเลิศ

หัวหน้ากลุ่มงานฯ วีระพันธ์ อุปถัมภากุล

งานเจาะที่ 49-042-49

DEPTH (m.) FORM	DEPTH (m.) TO	SAMPLE TYPE No.	GROUP SYMBOL	ATTERBERG'S LIMITS (%) LL.	PL.	PI.	MC. %	UC. ksc.	UP. ksc.	UNI WEIGHT t/m.³ γt	UNI WEIGHT t/m.³ γd	SPT blows/ft.	Sp.Gr.	VANE SHEAR STRENGTH ksc. PS.	RS.	ST.	DIRECT SHEAR TEST C	ϕ	GRAIN SIZE (% Finer) No. 4	No. 200
0.00	1.50	PA																		
1.50	1.95	SS-1	CL	29.25	19.17	10.08	11.09	-	>4.50	1.36	1.22	> 56								
3.00	3.45	SS-2	OL-ML	27.90	20.82	7.08	11.50	-	>4.50	1.46	1.31	> 44								
4.50	4.95	SS-3	OL-ML	40.80	30.17	10.63	22.58	-	>4.50	1.82	1.48	55								
6.00	6.45	SS-4	CL	30.90	18.80	12.10	13.81	>4.50	>4.50	2.05	1.80	> 85								
7.50	7.95	SS-5	CL	28.75	19.03	9.72	12.21	>4.50	>4.50	2.30	2.05	91								
9.00	9.45	SS-6	CL	33.50	19.52	13.98	15.61	>4.50	>4.50	2.21	1.91	> 68								
10.50	10.95	SS-7	CL	26.60	18.36	8.24	11.75	-	>4.50	1.85	1.66	>100								
12.00	12.45	SS-8	CL	30.50	21.89	8.61	15.16	>4.50	>4.50	2.28	1.98	> 46								
13.50	13.95	SS-9	OL-ML	30.90	23.42	7.48	17.21	>4.50	>4.50	2.21	1.89	> 43								
15.00	15.45	SS-10	OL-ML	24.35	18.51	5.84	21.98	-	3.50	1.99	1.63	14								
16.50	16.95	SS-11	CL	34.80	20.77	14.03	21.12	2.75	-	2.21	1.82	40								
18.00	18.45	SS-12	SM	-	NP.	-	19.31	-	-	1.89	1.58	> 70							100.00	21.15
◄							END OF BORING													►

รูปที่ ซ.7 Boring log ตำบลบ้านหาดสองแคว อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 1

โครงการ ก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำน่าน

สถานที่ บ.เด่นลำโรง ม.4 ต.หาดสองแคว อ.ตรอน จ.อุตรดิตถ์

หลุมเจาะที่ 2

ระดับปากหลุม 96.971 เมตร

กลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยและพัฒนา

กรมโยธาธิการและผังเมือง

SUMMARY OF RESULT

ระดับน้ำใต้ดิน -10.00 เมตรจากผิวดิน

ผู้ทดสอบ สรรเสริญ อิ่มสุวรรณ , สันติ ปานยิ้ม

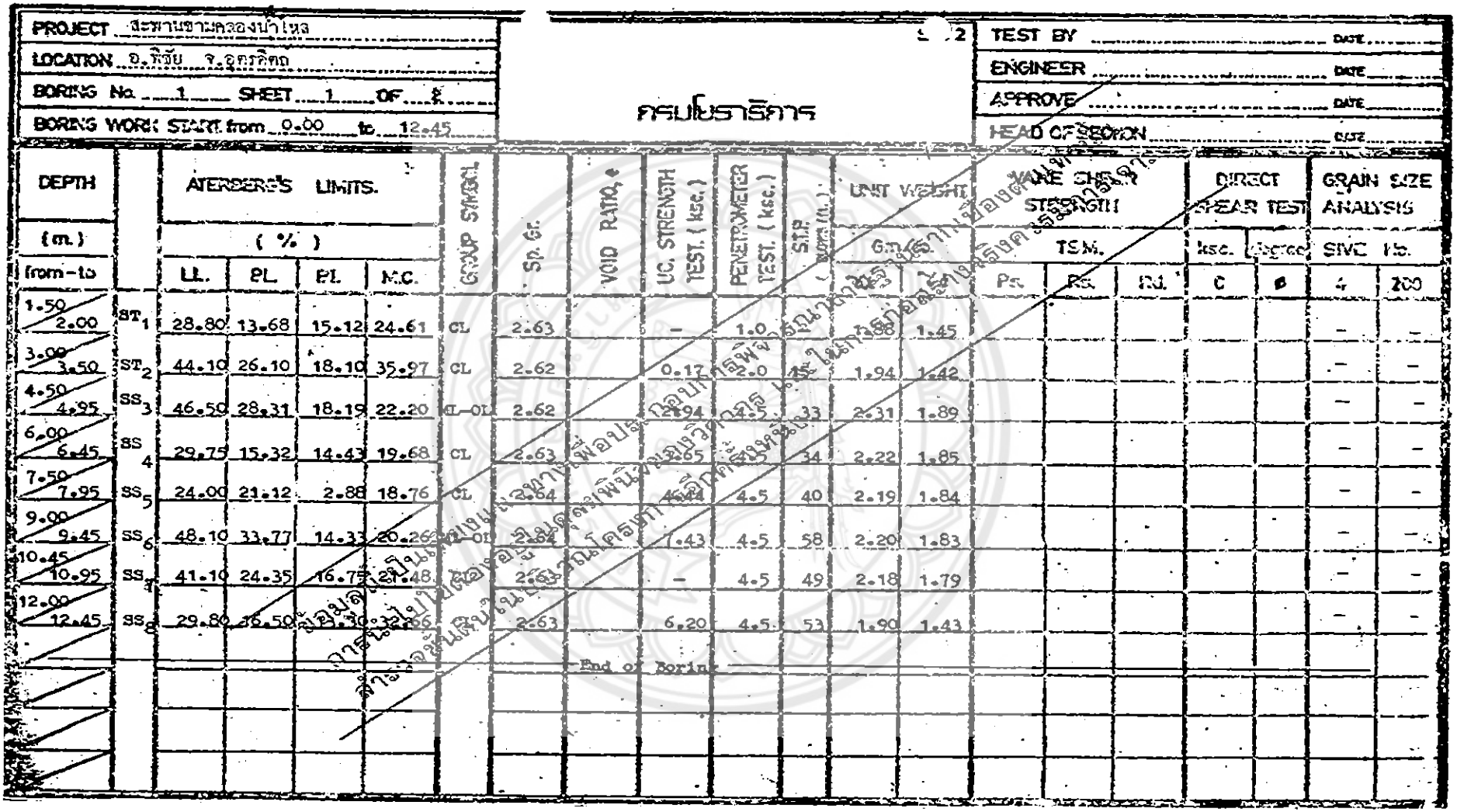
วิศวกร พิรยา ทวีเดิศ

หัวหน้ากลุ่มงานฯ วีระพันธ์ อุปลัมภากุล

งานเลขที่ 49-042-49

DEPTH (m.)		SAMPLE TYPE	GROUP SYMBOL	ATTERBERG'S LIMITS (%)			MC.	UC.	UP.	UNI WEIGHT t/m.³		SPT	Sp.Gr.	VANE SHEAR STRENGTH ksc.			DIRECT SHEAR TEST		GRAIN SIZE (% Finer)	
FORM	TO	No.		LL.	PL.	PI.	%	ksc.	ksc.	γ_t	γ_d	blows/ft.		FS.	RS.	ST.	C	ϕ	No. 4	No. 200
0.00	1.50	PA																		
1.50	1.95	SS-1	CL	30.95	20.31	10.64	9.02	-	-	1.56	1.43	46								
3.00	3.45	SS-2	OL-ML	38.50	26.29	12.21	15.26	-	>4.50	1.34	1.16	56								
4.50	4.95	SS-3	CL	31.15	21.02	10.13	19.46	-	>4.50	1.28	1.07	> 58								
6.00	6.45	SS-4	CL	43.85	26.26	17.59	18.48	>4.50	>4.50	2.14	1.81	> 65								
7.50	7.95	SS-5	CL	35.80	20.64	15.16	16.36	>4.50	>4.50	2.14	1.84	> 75								
9.00	9.45	SS-6	CL-ML	23.70	17.11	6.59	10.35	>4.50	>4.50	2.31	2.09	> 63								
10.50	10.95	SS-7	CL	26.25	17.80	8.45	13.65	>4.50	>4.50	2.29	2.01	70								
12.00	12.45	SS-8	CL	33.20	19.36	13.84	16.41	>4.50	>4.50	2.24	1.92	67								
◄							END OF BORING													►

รูปที่ ช.8 Boring log ตำบลบ้านหาดสองแคว อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 2



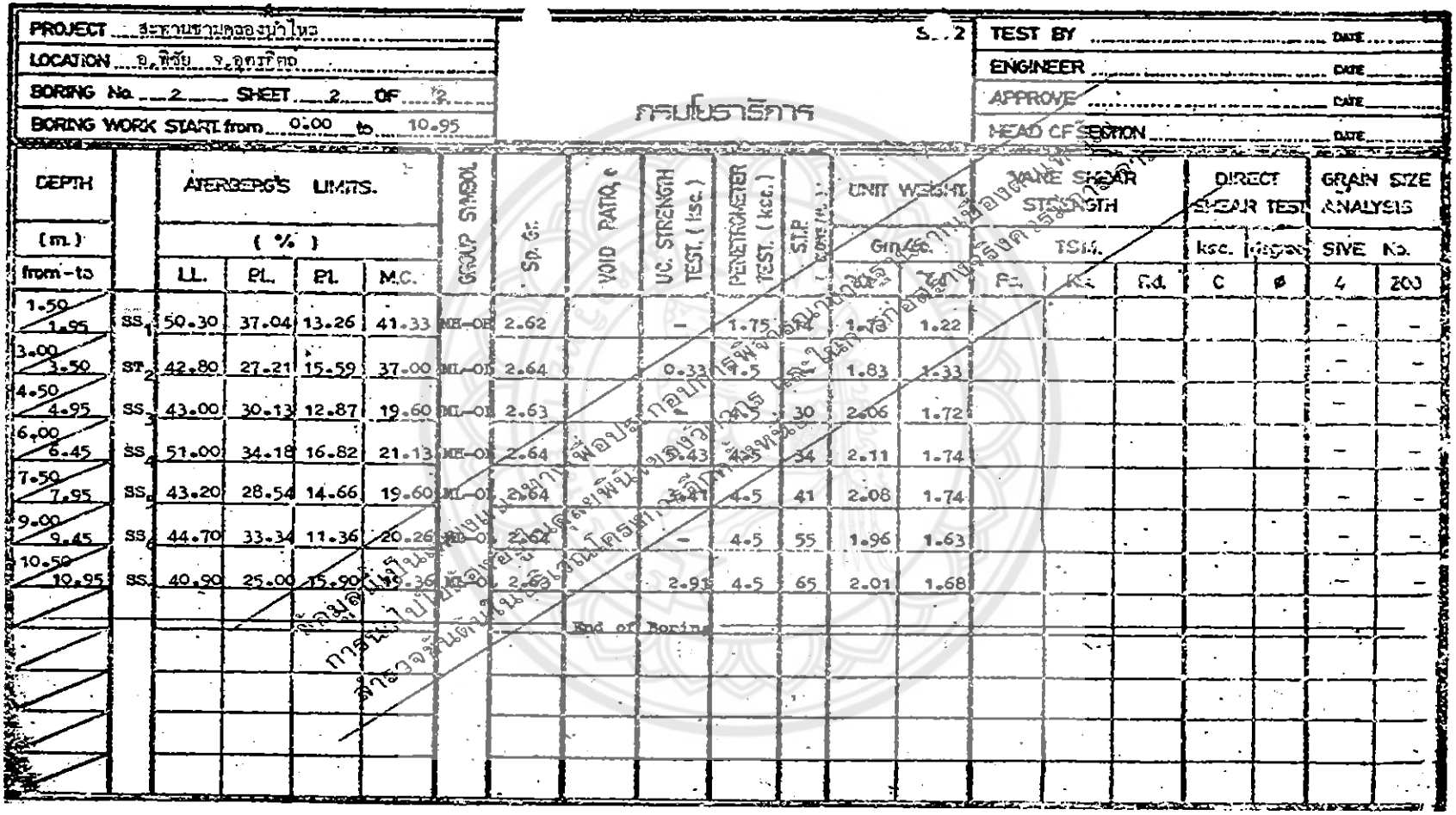
PROJECT สะพานข้ามคลองน้ำไหล
LOCATION อ.พิชัย จ.อุตรดิตถ
BORING No. 1 SHEET 1 OF 1
BORING WORK START from 0.00 to 12.45

กรมโยธาธิการ

TEST BY ..... DATE .....
ENGINEER ..... DATE .....
APPROVE ..... DATE .....
HEAD OF SECTION ..... DATE .....

DEPTH (m.) from-to		ATTERBERG'S LIMITS (%) LL.	PL	PI.	M.C.	GROUP SYMBOL	Sp. Gr.	VOID RATIO e	UC. STRENGTH TEST. (ksc.)	PENETROMETER TEST. (ksc.)	S.T.P. (Blows/ft.)	UNIT WEIGHT Gm (g/cm³)		VANE SHEAR STRENGTH T.S.M. Ps.	RS.	RU.	DIRECT SHEAR TEST ksc. C	degree ϕ	GRAIN SIZE ANALYSIS SIVC No. 4	200
1.50 / 2.00	ST_1	28.80	13.68	15.12	24.61	CL	2.63		–	1.0		1.88	1.45						–	–
3.00 / 3.50	ST_2	44.10	26.10	18.10	35.97	CL	2.62		0.17	2.0	45	1.94	1.42						–	–
4.50 / 4.95	SS_3	46.50	28.31	18.19	22.20	CL–OL	2.62		2.94	4.5	33	2.31	1.89						–	–
6.00 / 6.45	SS_4	29.75	15.32	14.43	19.68	CL	2.63		2.65	4.5	34	2.22	1.85						–	–
7.50 / 7.95	SS_5	24.00	21.12	2.88	18.76	CL	2.64		4.44	4.5	40	2.19	1.84						–	–
9.00 / 9.45	SS_6	48.10	33.77	14.33	20.26	OL	2.64		7.43	4.5	58	2.20	1.83						–	–
10.45 / 10.95	SS_7	41.10	24.35	16.75	21.48		2.63		–	4.5	49	2.18	1.79						–	–
12.00 / 12.45	SS_8	29.80	16.50	13.30	32.66		2.63		6.20	4.5	53	1.90	1.43						–	–
							End of Boring													

รูปที่ ซ.9 Boring log อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 1

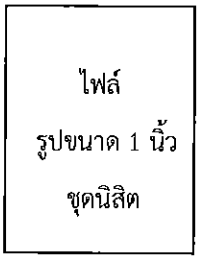


PROJECT สะพานข้ามคลองบ่าไหน
LOCATION อ.พิชัย จ.อุตรดิตถ์
BORING No. 2 SHEET 2 OF 2
BORING WORK START from 0.00 to 10.95
S. 2
TEST BY DATE
ENGINEER DATE
APPROVE DATE
HEAD OF SECTION DATE

DEPTH (m.) from-to		ATERBERG'S LIMITS. (%) LL.	PL.	PI.	M.C.	GROUP SYMBOL	Sp. Gr.	VOID RATIO e	UC. STRENGTH TEST. (ksc.)	PENETROMETER TEST. (ksc.)	S.T.P. (BLOWS/FT.)	UNIT WEIGHT Gm/cc.	UNIT WEIGHT T/M³	VANE SHEAR STRENGTH T/M². Pc.	Kc.	Cd.	DIRECT SHEAR TEST ksc. C	kg/cm² ø	GRAIN SIZE ANALYSIS SIVE No. 4	200
1.50 / 1.95	SS_1	50.30	37.04	13.26	41.33	MH-OH	2.62		–	1.75	4	1.78	1.22						–	–
3.00 / 3.50	ST_2	42.80	27.21	15.59	37.00	ML-OL	2.64		0.33	4.5		1.83	1.33						–	–
4.50 / 4.95	SS_3	43.00	30.13	12.87	19.60	ML-OL	2.63			4.5	30	2.06	1.72						–	–
6.00 / 6.45	SS_4	51.00	34.18	16.82	21.13	MH-OH	2.64		0.43	4.5	34	2.11	1.74						–	–
7.50 / 7.95	SS_5	43.20	28.54	14.66	19.60	ML-OL	2.64		0.41	4.5	41	2.08	1.74						–	–
9.00 / 9.45	SS_6	44.70	33.34	11.36	20.26	MH-OH	2.62		–	4.5	55	1.96	1.63						–	–
10.50 / 10.95	SS_7	40.90	25.00	15.90	19.36	ML-OL	2.63		2.93	4.5	65	2.01	1.68						–	–
								End of Boring												

รูปที่ ซ.10 Boring log อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ หลุม 2

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน



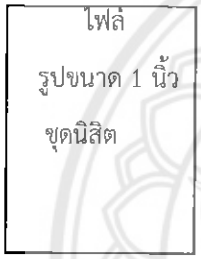
ชื่อ นายทศพร ทิอ้าย

ภูมิลำเนา 43/4 หมู่ 5 ต. สามเงา อ. สามเงา จ. ตาก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสามเงาวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: Thotsapornt54@email.nu.ac.th



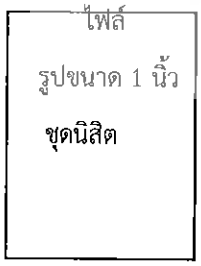
ชื่อ นายเฉียบชัย แก้วพรม

ภูมิลำเนา 106/1 หมู่.8 ต.ธงชัย อ.เมือง จ.เพชรบุรี

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนวัดจันทราวาส (ศุขประสารราษณ์)
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: chetpchai.tandt@gmail.com



ชื่อ นายบัณฑิต วรกิจเจริญสุข

ภูมิลำเนา 19/2 หมู่ 2 ต. สระกะเทียม อ. เมือง จ. นครปฐม

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนบอสโกพิทักษ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: dit_tae@hotmail.com