สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาค่าความไวตัวของชั้นดินเหนียวอ่อนในเขตฝั่งตะวันตกของลุ่มแม่น้ำบางปะกง

A STUDY ON THE SENSITIVITY SOFT CLAY IN WEST SIDE OF BANGPAKONG RIVER

T117594

โดย

นางสาวชนาธิป จิรวิวัฒน์วนิช

นายชินวัฒน์ ตั้งตรงใจสกุล

นางสาวทัศนีย์ รอดน้อย

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน...117594...
วัน,เดือน,ปี.....- 9 มิ.ย. 2554

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY ON THE SENSITIVITY SOFT CLAY IN WEST SIDE OF BANGPAKONG RIVER

MRS. CHANATIP JIRAWIWATWANICH
MR. CHINNAWAT TANGTONGJAISAKUL
MRS. TASSANEE RODNOI

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ การศึกษาค่าความไวตัวของชั้นดินเหนียวอ่อนในเขตฝั่งตะวันตกของแม่น้ำบางปะกง

A Study on the Sensitivity Soft Clay in west side of Bangpakong river

นักศึกษา	นางสาวชนาธิป	จิรวิวัฒน์วนิช	รหัสประจำตัว	50010297
	นายชินวัฒน์	ตั้งตรงใจสกุล	รหัสประจำตัว	50010380
	นางสาวทัศนีย์	รอดน้อย	รหัสประจำตัว	50010577

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.สุพจน์ ศรีนิล

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์อุบะ ศิริแก้ว

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.สุชัชวีร์	สุวรรณสวัสดิ์	
ผศ.สุพจน์	ศรีนิล	
ผศ.สมเกียรติ	ขวัญพฤกษ์	
อ. ปรีชานันท์	ศรีแก้ว	
อ. อุบะ	ศิริแก้ว	

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(ผศ.นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ธนเดช)

ประธานสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ 17 มี.ค. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาค่าความไวตัวของชั้นดินเหนียวอ่อนในเขตฝั่งตะวันตกของลุ่มแม่น้ำบางปะกง A Study on the Sensitivity Soft Clay in west side of Bangpakong River
นักศึกษา	นางสาวชนาธิป จิรวิวัฒน์วนิช รหัส 50010297 นายชินวัฒน์ ตั้งตรงใจสกุล รหัส 50010380 นางสาวทัศนีย์ รอดน้อย รหัส 50010577
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.สุพจน์ ศรีนิล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อ.อุบะ ศิริแก้ว
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขา วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2553

บทคัดย่อ

การศึกษาค่าความไวตัวของชั้นดินเหนียวอ่อนบริเวณฝั่งตะวันตกของลุ่มน้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีวัตถุประสงค์เพื่อ ให้ทราบลักษณะความไวตัวของชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพซึ่งเป็นชั้นดินฐานรากในพื้นที่ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำบางปะกง และเพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านกายภาพวิศวกรรมของชั้นดินเหนียวกรุงเทพกับค่าความไวตัวของชั้นดิน ได้เลือกตัวแทนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ตำแหน่งสำหรับการทำ ทดสอบ field vane shear และเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ถูกรบกวนมาทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่า ดินชั้นบนสุด หนา 1- 2 เมตรเป็นชั้นดินเหนียวแข็งปิดทับชั้นดินเหนียวอ่อนที่มีความหนา 6 เมตร ถึง 16 เมตร ตอนเหนือของพื้นที่ศึกษาได้แก่ ต.โพรงอากาศ และต.โยธะกา อ.บางน้ำเปรี้ยวโดยส่วนใหญ่ชั้นดินเหนียวอ่อนพบที่ความลึก 2-8 เมตร พื้นที่อำเภอเมืองถึงอำเภอบางปะกงชั้นดินเหนียวอ่อนหนาตั้งแต่ 12-16 เมตร จำแนกดินได้เป็นดินเหนียวปนตะกอนมีค่าความเหนียวสูง(CH) และตะกอนปนดินเหนียวมีค่าความเหนียวสูง(MH) จากการศึกษาความสัมพันธ์ต่างๆพบว่าในชั้นดินความลึกไม่เกิน 10 เมตร ค่าความไวตัวของชั้นดินแปรผันตามค่าปริมาณความชื้นธรรมชาติของดิน และค่าความไวตัวของชั้นดินแปรผกผันกับค่าหน่วยน้ำหนักทั้งหมดของมวลดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	A Study on the Sensitivity Soft Clay in west side of Bangpakong River
Name	MRS. CHANATIP JIRAWIWATWANICH
	MR. CHINNAWAT TANGTONGJAISAKUL
	MRS. TASSANEE RODNOI
Field	CIVIL ENGINEERING
Department	CIVIL ENGINEERING
Faculty	ENGINEERING
Advisor	Prot.SUPOJ SRINIL
Co – Advisor	Miss.UBA SIRIKAEW

ABSTRACT

The study on sensitivity of Soft Bangkok Clay, distributed at the soil foundation of the west side of the Bang Pa Kong River aims to characterize the soft clay's sensitivity and to correlate the physical and engineering properties of clay layers with their sensitivity. Twenty locations were randomly sampling as the representative samples for the field vane shear test and for laboratory test. The result of the study showed that the top soil is a hard clay with 1-2 m in thick, which overlie on the soft clay layer. At the North area, Yotaka subdistricts of Bang Nam Preow, the soft Bangkok clay has been found at the depth in between 2-8 m. From the Area of Amphoe Muang to Amphoe Bang Pa Kong, the thickness of the soft Bangkok clay is in the range of 12-16 m. Based on USC system the soft Bangkok Clay can be classified as CH and MH. At the depth of the soil layer not exceeded 10 meter, correlation of some properties reveals that sensitivity value increased with the value of the natural water content. And the sensitivity value is decreased with the total unit weight.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี มิได้เกิดจากผู้เขียนเพียงลำพัง จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณบุคคลที่มีส่วนร่วมในรายงานฉบับนี้ที่ทำให้โครงงานพิเศษบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ซึ่งมีรายนามดังนี้

ขอขอบคุณ ผศ.สุพจน์ ศรีนิล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่ได้ให้คำแนะนำความเข้าใจในเรื่องของทฤษฎีและวิธีการดำเนินการให้กับผู้ประพันธ์

ขอขอบคุณ อ.อุบะ ศิริแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงงานพิเศษ โครงงานพิเศษในครั้งนี้จะดำเนินมิได้ถ้าขาดอาจารย์ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในด้านต่างๆ

ขอขอบคุณเพื่อนๆในภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และความร่วมแรงร่วมใจช่วยเหลือซึ่งกันและกันตลอดระยะเวลาที่ศึกษาอยู่ในภาควิชาแห่งนี้

สุดท้ายนี้การทำโครงการพิเศษนี้จะไม่มีทางสำเร็จลงได้ถ้าไม่มี บิดา มารดา ซึ่งเป็นผู้ทั้งให้คำปรึกษาและคอยให้กำลังใจตลอดมา

นางสาวชนาธิป จิรวิวัฒน์วนิช
นายชินวัฒน์ ตั้งตรงใจสกุล
นางสาวทัศนีย์ รอดน้อย
ผู้ประพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน(ภาษาไทย)	ก
	ปกใน(ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอนุมัติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ฉ
	สารบัญ	ช
	สารบัญตาราง	ฎ
	สารบัญรูป	ฎ
1	**บทนำ**	1
	1.1. กล่าวนำ	1
	1.2. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.3. หลักการและทฤษฎีที่ใช้	1
	1.4. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
	1.5. ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
	1.6. วิธีการศึกษา	2
	1.7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
2	**วรรณกรรมปริทัศน์**	5
	2.1. กล่าวนำ	5
	2.2. ดินเหนียว	5
	2.3. โครงสร้างและชนิดของแร่ดินเหนียว	6
	2.3.1 ชนิดของแร่ประกอบดินเหนียวที่สำคัญ	6
	2.4. คุณสมบัติของดินเหนียวกรุงเทพ (Bangkok Clay)	8
	2.4.1 Weather Bangkok Clay	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
2	**วรรณกรรมปริทัศน์**	
	2.4.2 Soft Bangkok Clay	9
	2.4.3 Stiff Bangkok Clay	10
	2.5. หลักการของหน่อยแรงประสิทธิผล	11
	2.5.1. หลักการของหน่วยแรงประสิทธิผล	12
3	**อุปกรณ์และการดำเนินงาน**	**13**
	3.1. แผนการดำเนินงาน	13
	3.2. การศึกษาข้อมูลที่จำเป็นในการทำโครงการ	13
	3.3. วางแผนการดำเนินการและแผนการเก็บข้อมูลในสนาม	13
	3.4. เตรียมเครื่องมือ, อุปกรณ์	13
	3.5. การจัดเก็บข้อมูลในภูมิประเทศ	14
	3.6. การวิเคราะห์และคำนวณผล	14
	3.7. การเปรียบเทียบผลจากการทดสอบ	14
	3.8. การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษา	14
	3.9. จัดทำรายงานผลการศึกษา	14
	3.10. การทดสอบต่างๆที่ใช้ในการหาค่าเพื่อศึกษาคุณสมบัติ ด้านวิศวกรรมของดินเหนียวกรุงเทพ	15
	3.10.1 Field Vane Shear Test	15
	3.10.2. Unconfined Compression test	17
4	**ผลการศึกษาและวิเคราะห์**	
	4.1. คุณสมบัติค่าต้านทานแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำของชั้นดินเหนียวอ่อน	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
4	**ผลการศึกษาและวิเคราะห์**	
	4.2. คุณสมบัติด้านวิศวกรรมของชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพในพื้นที่เขตลาดกระบัง	19
	4.3. คุณสมบัติด้านวิศวกรรมของชั้นดินเหนียวอ่อนในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทราในอำเภอบางปะกงอำเภอบางน้ำเปรี้ยวและอำเภอเมือง	21
5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	
	5.1 สรุปผลการศึกษา	25
	5.1.1 ผลศึกษาคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของดินเหนียวอ่อนในพื้นที่เขตลาดกระบัง	25
	5.1.2 ผลศึกษาคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของดินเหนียวอ่อนในพื้นที่ฝั่งตะวันตกของลุ่มแม่น้ำบางปะกง	25
	5.2. แนวทางการประยุกต์ใช้ค่า Sensitivity	25
	เอกสารอ้างอิง	27
	ภาคผนวก ก.	ผก 1
	- ตารางแสดงข้อมูลค่า Sensitivity	ผก 2
	ภาคผนวก ข.	ผข 1
	- ข้อมูลผลการทดสอบโดยวิธีต่างๆ	ผข 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ภาคผนวก ค.	ผค 1
	- ข้อมูลผลการทดสอบดินด้วยวิธี Hydrometer Analysis	ผค 2
	ภาคผนวก ง.	ผง 1
	- ตารางและกราฟแสดงผลการ Calibration for Geonor NO: 1679	ผง 2
	ภาคผนวก จ.	ผจ 1
	- การทดสอบ Hydrometer Analysis	ผจ 2
	ภาคผนวก ฉ.	ผฉ 1
	-Unconfined compression test (การทดสอบแรงเฉือนแบบไม่ถูกจำกัด)	ผฉ 2
	ภาคผนวก ช.	ผช 1
	- Atterberg's limits	ผช 2
	ภาคผนวก ซ.	ผซ 1
	- ข้อมูลชุดดินในพื้นที่การทำงาน	ผซ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
2.1.	แสดงโครงสร้างของดินเหนียว (Horpibulsuk et al. ,2003)	8
2.2.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขีดจำกัดเหลว และดัชนีพลาสติก	8
2.3.	แสดงคุณสมบัติทั่วไปของ Weathered Bangkok Clay	9
2.4.	แสดงคุณสมบัติทั่วไปของ Soft Bangkok Clay บริเวณรังสิต	10
2.5.	แสดงคุณสมบัติทั่วไปของ Stiff Bangkok Clay	11
3.1.	แสดงการจำแนกความไวของดินเหนียวตามขนาดของความไว	16
4.1.	คุณสมบัติดินเหนียวอ่อนชั้นดินเหนียวกรุงเทพ	18
4.2.	แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆของชั้นดินเหนียวที่ระดับ 2.00 ถึง 8.00 m	19
4.3.	แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆของชั้นดินเหนียวที่ระดับ 8.00 ถึง 16.00 m.	19
4.4.	แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆของชั้นดินเหนียวที่ระดับ 2.00 ถึง 8.00 m.	22
4.5.	แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆของชั้นดินเหนียวที่ระดับ 8.00 ถึง 15.00 m.	22
4.6.	แสดงการกระจายตัวของเม็ดดินและชนิดดินในฝั่งตะวันตกของลุ่มแม่น้ำบางปะกง	24
5.1.	แสดงถึงข้อควรปฏิบัติต่อค่า Sensitivity ที่เกิดขึ้นในพื้นที่	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
1.1.	วิธีการศึกษางานวิจัย	3
2.1.	โครงสร้างสัญลักษณ์ของแร่ประกอบดินเหนียว Kaolinite	7
2.2.	โครงสร้างสัญลักษณ์ของแร่ประกอบดินเหนียว Montmorillonite, Illite	7
3.1.	แสดงเครื่องมือทดสอบ Field Vane Shear Borer (Geonor H – 70)	15
3.2.	แสดงการทำ Field Vane Shear Test (Geonor Vane)	16
3.3.	เครื่องทดสอบ Pocket Vane Shear Device (Torvane)	17
4.1.	แสดงคุณสมบัติทางวิศวกรรมชั้นดินเหนียวของพื้นที่ลาดกระบัง	20
4.2.	แสดงถึงค่า Sensitivity ของพื้นที่ฝั่งตะวันตกของลุ่มแม่น้ำบางปะกง	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1. กล่าวนำ

เนื่องจากปัญหาการเคลื่อนพังของดินเมื่อถูกกระทบกระเทือนเป็นปัญหาที่พบมากในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลและก่อให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างที่วางตัวบนดินชนิดนี้ ซึ่งดินบางชนิดเมื่อถูกกระทบกระเทือนจะทำให้โครงสร้างของดินเปลี่ยนแปลงไปซึ่งมีผลทำให้ความต้านทานแรงเฉือนลดลง เรียกว่าดินมีความไวตัว หากดินมีค่าความไวตัวที่สูงเมื่อถูกกระทบกระเทือนกำลังต้านทานแรงเฉือนจะลดลงมาก ดังนั้นจึงมีการจัดทำฐานข้อมูลคุณสมบัติของชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพโดยใช้การทดสอบ Field Vane Shear เพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาสัดส่วนค่าความปลอดภัยสำหรับการออกแบบและระมัดระวังสำหรับการวางแผนในการก่อสร้างบนดินที่มีค่าความไวตัวที่สูงต่อไป

1.2. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พื้นที่ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำบางปะกงเป็นพื้นที่พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรซึ่งมีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย อีกทั้งยังมีการขุดเปิดชั้นดินในพื้นที่ดินเหนียวอ่อนเพื่อทำเป็นบ่อเลี้ยงปลา รวมถึงคันดินเกษตรเป็นจำนวนมาก หากไม่พิจารณาถึงค่าความไวตัวของดินและค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนของดินจะทำให้เกิดปัญหาการวิบัติของลาดดินซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลและก่อให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน และทรัพย์สินอย่างมาก

1.3. และทฤษฎีที่ใช้

ค่าความไวตัวของดินเหนียว (Sensitivity of Clays) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงพฤติกรรมในสภาวะที่ไม่ถูกรบกวนกับสภาวะที่ถูกรบกวนของดินเหนียว ซึ่งค่าดังกล่าวสามารถหาได้จาก ค่าอัตราส่วนระหว่าง กำลังรับแรงเฉือนของดินแบบคงสภาพต่อกำลังรับแรงเฉือนของดินแบบไม่คงสภาพ โดยการทดสอบ Field vane shear test และวิธีการทดสอบในสนามวิธีอื่น ๆ ประกอบอาทิ Cone Penetrometer Test, Pocket Field Vane Shear Test ในสนาม และการทดสอบ Unconfined compression test ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งทดสอบในชั้นดินเหนียวอ่อนที่มีค่าความไวตัวสูง เมื่อถูกกระทบกระเทือนกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้านทานแรงเฉือนจะลดลงมาก ดังนั้นจึงมีการศึกษาค่าความไวตัวเพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาค่าสัดส่วนความปลอดภัยสำหรับการออกแบบและระมัดระวังสำหรับการวางแผนในการก่อสร้างหรือการสร้างกิจกรรมต่างๆ บนดินที่มีค่าความไวตัวสูง อันจะทำให้เกิดความปลอดภัยเพื่อป้องกันปัญหาการสูญเสียชีวิตทรัพย์สินขณะก่อสร้างหรือนอกจากนี้ยังมีการเก็บตัวอย่างดินสำหรับทดสอบคุณสมบัติต่างๆของดิน ได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี เพื่อหาค่าดัชนีต่างๆของดินที่เป็นปัจจัยต่อค่าความไวตัวของดินเหนียว ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นคุณสมบัติพื้นฐานด้านวิศวกรรมของชั้นดินเหนียวอ่อน

1.4. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ศึกษาและหาค่าความไวตัวของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพ (Soft Bangkok Clay) ในพื้นที่ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา
2. เพื่อศึกษาค่าดัชนีต่างๆของดินที่มีผลต่อค่าความไวตัวของดินเหนียว

1.5. ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ทำการทดสอบคุณสมบัติชั้นดินอ่อนในพื้นที่ตัวแทนชั้นดินในบริเวณ จังหวัดฉะเชิงเทราโดยใช้เครื่องมือ Field Vane Shear, CPT, Pocket Vane Shear, ซึ่งเครื่องมือและวิธีการทำงานอ้างอิงตามมาตรฐานASTM
2. ปริมาณตัวอย่างของการทดสอบจะอ้างอิงตามค่าทางสถิติศาสตร์และต้องทำการแยกรายละเอียดของชั้นดินเหนียวอ่อนตามข้อมูลคุณสมบัติดินด้านวิศวกรรมเป็นหลัก
3. ปัญหาของอาคารสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่สำรวจภาคสนาม อาทิ การทรุดตัว หรือชั้นดินวิบัติเลื่อนไถล (land slide) หรืออื่นๆ ให้แสดงเป็นข้อมูลบรรยาย (descriptive data) เพื่อเป็นข้อสังเกตในขั้นต้นเท่านั้น

1.6. วิธีการศึกษา

1. ทำการศึกษาข้อมูลในการทำโครงการและติดต่อหน่วยงานเพื่อขออนุเคราะห์ข้อมูล เพื่อที่จะทำความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพปัญหาปัจจุบัน และนำข้อมูลที่ไปวางแผนในการทำงานจริงเพื่อช่วยให้ได้ข้อมูลที่จำเป็นจริงๆ และประหยัดเวลา ค่าใช้จ่ายในการทำงาน ข้อมูลเบื้องต้น เช่น ลักษณะชั้นดิน ความหนาของชั้นดิน เป็นต้น
2. ทำการเก็บตัวอย่าง จะมีการเก็บตัวอย่างของดิน ตามจุดต่างๆที่ทำการวางแผนไว้ก่อน เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของตัวอย่าง การทดสอบ เช่น ค่า Liquid Limit, Plastic Limit, Plasticity Index และองค์ประกอบแร่ดินเหนียว เป็นต้น

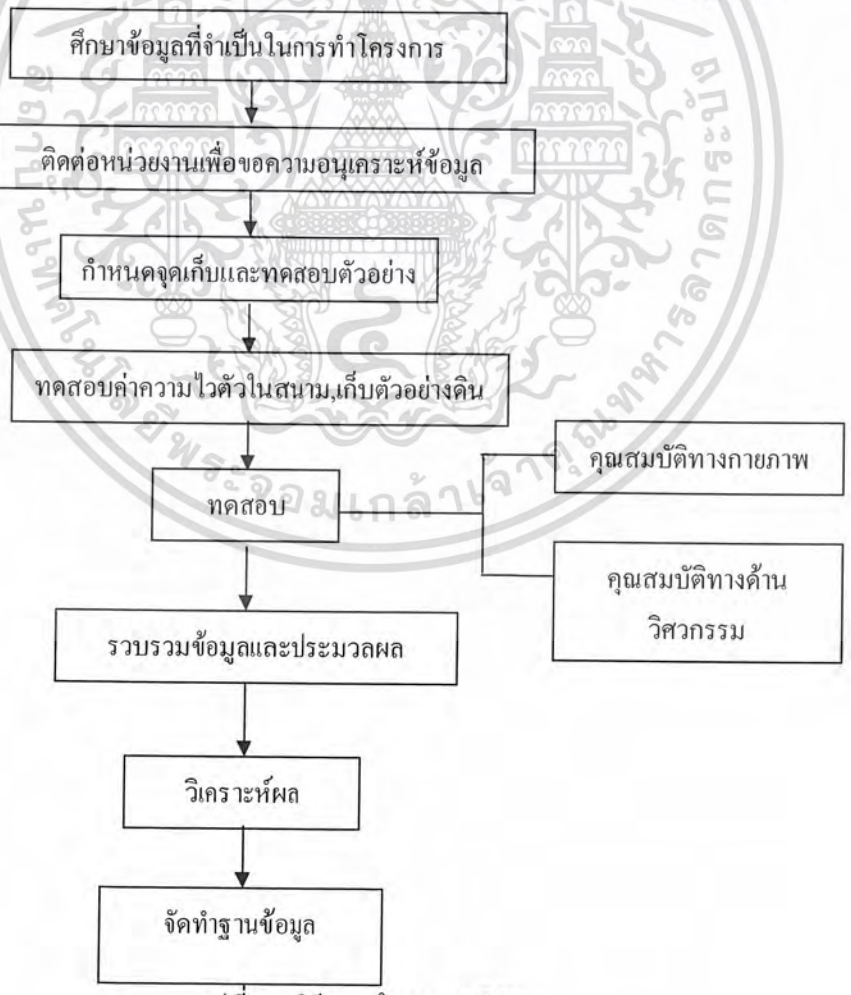
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการทดสอบค่าความไวตัวของดินเหนียว โดยใช้เครื่องมือการทดสอบค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินแบบใบพัด (Field Vane Shear Test) โดยทดสอบครอบคลุมพื้นที่ในเขตฝั่งตะวันตกของแม่น้ำบางปะกง จำนวน 20 หลุม ที่ความลึก 14.00-16.00 เมตร ซึ่งเป็นชั้นดินเหนียวอ่อนถึงดินเหนียวอ่อนปานกลาง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้จากภาคสนามและห้องทดลองมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติต่างๆของดินกับค่าความไวตัว เพื่อหาค่าดัชนีต่างๆของดินที่เป็นปัจจัยต่อค่าความไวตัวของดินเหนียว พร้อมกับทำการพยากรณ์ ค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆทางสถิติโดยใช้สมการถดถอยเชิงพหุ

5. การจัดทำฐานข้อมูลของค่าความไวตัวของดิน เพื่อเป็นประโยชน์ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างและใช้ในการพิจารณาสัดส่วนค่าความปลอดภัยสำหรับการออกแบบและระมัดระวังสำหรับการวางแผนในการก่อสร้างหรือการสร้างกิจกรรมต่างๆ บนดินที่มีค่าความไวตัวที่สูงต่อไป

วิธีการศึกษาของการวิจัยนี้สามารถสรุปเป็นผังขั้นตอนการศึกษาได้ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 วิธีการศึกษางานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงค่าความไวตัวของดินเหนียวในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทราเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาสัดส่วนค่าความปลอดภัยสำหรับการออกแบบและระมัดระวังสำหรับการวางแผนในการก่อสร้างหรือการสร้างกิจกรรมต่างๆ บนดินที่มีค่าความไวตัวที่สูงต่อไปในอนาคต

2. ได้แผนภูมิมาตรฐานค่าคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของดินใน และปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อค่าความไวตัวของชั้นดินเหนียวในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา

3. สามารถนำค่ากำลังรับแรงเฉือนที่ได้จากการทดสอบ Field Vane Shear Test ไปใช้สำหรับการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินเหนียวในจังหวัดพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นดินเหนียวที่มีสภาพเหมือนกับดินในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์

2.1. กล่าวนำ

ในบทนี้จะมีการศึกษาค้นคว้าเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยงานชิ้นนี้ ซึ่งจะประกอบไปด้วย คุณสมบัติด้านวิศวกรรมดินเหนียวกรุงเทพฯ ค่า Untrained Shear Strength วิธีการหาความแม่นยำจากการทดสอบ Field Vane Shear Test (FVT) และได้มีการศึกษาลักษณะของดินเหนียว โครงสร้างและชนิดแร่ของดินเหนียว คุณสมบัติต่างๆของชั้นดินเหนียวกรุงเทพฯ และศึกษาหลักการของหน่วยแรงประสิทธิผล ซึ่งจะนำค่ากำหนดต่างๆมาใช้อ้างอิงและเป็นเอกสารข้อมูลในการศึกษาวิจัยงานชิ้นนี้ต่อไป

2.2. ดินเหนียว

ในบทนี้จะมีการศึกษาค้นคว้าเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยงานชิ้นนี้ ซึ่งจะประกอบไปด้วย คุณสมบัติด้านวิศวกรรมดินเหนียวกรุงเทพฯ ค่า Untrained Shear Strength วิธีการหาความแม่นยำจากการทดสอบ Field Vane Shear Test (FVT) และได้มีการศึกษาลักษณะของดินเหนียว โครงสร้างและชนิดแร่ของดินเหนียว คุณสมบัติต่างๆของชั้นดินเหนียวกรุงเทพฯ และศึกษาหลักการของหน่วยแรงประสิทธิผล ซึ่งจะนำค่ากำหนดต่างๆมาใช้อ้างอิงและเป็นเอกสารข้อมูลในการศึกษาวิจัยงานชิ้นนี้ต่อไป

Mitchell (1993) กล่าวว่าพฤติกรรมทางวิศวกรรมของดินเหนียวขึ้นอยู่กับโครงสร้างของดิน ได้แก่แรงกระทำระหว่างเม็ดดินและการจัดเรียงตัวของดิน (Fabric) ซึ่งคือเม็ดดินกลุ่มของเม็ดดินและช่องว่างระหว่างเม็ดดินหรือกลุ่มของเม็ดดิน

Uddin (1995) ระบุว่าดินเหนียวกรุงเทพฯประกอบด้วยแร่คาโอลิไนท์ (Kaolinite) 43%, แร่มอนท์มอริโลไนท์ (Montmorillonite) 33%, แร่อิลไลท์ (Illite) 19% และแร่ควอทซ์ (Quartz) 5%

Otsubo et al.(2000) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางแร่ของดินเหนียวกรุงเทพฯเปรียบเทียบกับดินเหนียว อะริอะเคะ (Ariake clay) ประเทศญี่ปุ่นจากการศึกษาพวกเขาสรุปว่าแร่หลักของดินเหนียวทั้งสองแหล่งเป็นแร่มอนท์มอริโลไนท์ ซึ่งแร่ดินเหนียวเป็นชนิดบวมตัวสูงส่งผลให้พิกัดเหลวและค่าแอคตีวิตี้ (Activity) มีค่าค่อนข้างสูงกล่าวคือ 100% ถึง 140% และ 1.25 ถึง 1.99 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nagaraj et al. (1990) ได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างของดินเหนียวเรียกว่าทฤษฎีกลุ่มก้อนของดิน (Cluster theory) และพบว่าขนาดของช่องว่างระหว่างเม็ดดินมี 3 ช่วงขนาด คือ

1) ช่องว่างระหว่างอนุภาคดินเหนียวในก้อนดินมีขนาดน้อยกว่า 20 Å

2) ช่องว่างระหว่างก้อนดินสองก้อนมีขนาดอยู่ระหว่าง 20 Å ถึง 200 Å

3) ช่องว่างขนาดใหญ่ภายในกลุ่มของก้อนดินมีขนาดใหญ่กว่า 200 Å

2.3. โครงสร้างและชนิดของแร่ดินเหนียว (Clay mineral)

Grim (1968) ได้กล่าวว่าเป็นเวลาช้านานที่เข้าใจกันว่าดินเหนียวมีลักษณะเป็น Amorphous และมีลักษณะคล้ายเม็ดกรวดเม็ดทรายทั่วไปปัจจุบันเป็นที่ทราบกันว่าองค์ประกอบดินเหนียวส่วนใหญ่จะอยู่ในสภาพผลึกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ได้แก่ Kaolinite, Montmorillonite และ HydrousMica หรือ Illite นอกจากนี้ยังมีพวก Vermiculite และ Chlorite ส่วนพวกที่ไม่อยู่ในรูปผลึกเรียกว่าAlloplane

Das (1985) ได้แสดงลักษณะโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของแร่ดินเหนียวมีอยู่ 2 รูปแบบ ได้แก่

1) Silicon-Oxygen Tetrahedral ประกอบด้วยธาตุ Silica 1 อะตอม ล้อมรอบด้วย Oxygen 4 อะตอม เป็นรูปทรงที่มีช่องรูปสี่ด้านเชื่อมต่อกัน เรียกว่า Silica sheet

2) Aluminum หรือ Magnesium Octahedral ประกอบด้วยธาตุ Alumina หรือ Magnesium1 อะตอม ล้อมรอบด้วย Oxygen 6 อะตอม เป็นรูปทรงที่มีช่องแปดด้านเชื่อมต่อกันAlumina ที่เชื่อมต่อกันเป็นแผ่นเรียกว่า Gibbsite sheet สำหรับ Magnesium ที่เชื่อมต่อกันเป็นแผ่นเรียกว่า Brucite Sheets

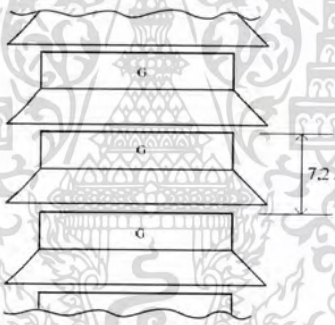
2.3.1. ชนิดของแร่ประกอบดินเหนียวที่สำคัญมีดังนี้

1) Kaolinite โครงสร้างเป็นประเภท Two-Layer sheet ที่พบมากนอกจาก Kaolinite แล้วยังมีHalloysite และ Dickite Kaolinite มีสูตรทางเคมีคือ $Si_4A_{l4}O_{10}(OH)_8$ โครงสร้างประกอบด้วยแผ่น Silica sheet ประกบทับแผ่น Gibbsite Sheet ขนาดของโครงสร้างจะขยายตัวออกไปในแนวราบโดยไม่จำกัด ระหว่างโครงผลึกจะยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen Bond) ทำให้โมเลกุลของน้ำและอิออนไม่สามารถแทรกตัวอยู่ได้ทำให้ดินเหนียวประเภทนี้ไม่ขยายตัวและหดตัวมากนักเมื่อความชื้นในดินเปลี่ยนแปลงดินเหนียวประเภทนี้ถือได้ว่ามีเฉพาะ External Surface ไม่มี Internal Surface ดังนั้นการดูดยึดอิออนบวกจึงมีค่าน้อยดินเหนียวประเภทนี้มักมีการเรียงตัวแน่น

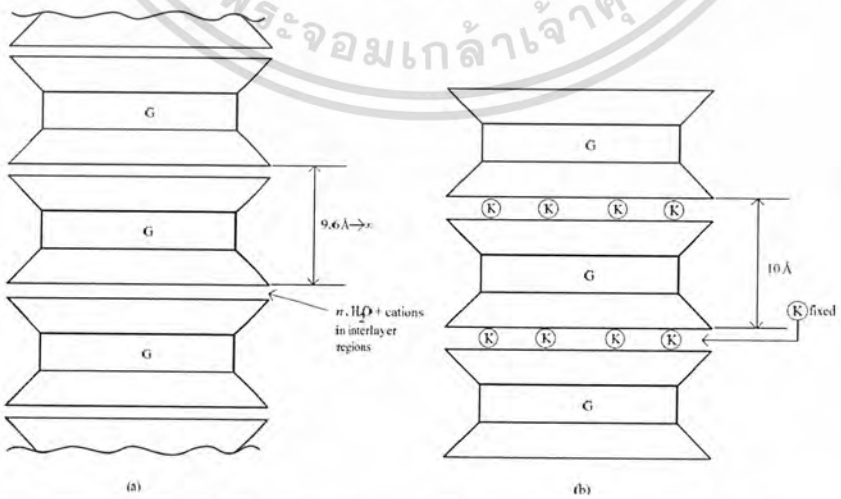
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Montmorillonite โครงสร้างเป็นประเภท Three-Layer Sheets ที่พบมากนอกจาก Montmorillonite แล้วยังมี Beidellite, Nontronite, Saponite โดย Montmorillonite มีสูตรทางเคมีคือ $Si_8(A_{l3.34}Mg_{0.66})O_{20}(OH)_4$ โครงสร้างประกอบด้วยแผ่น Silica Sheets สองแผ่น และ Gibbsite Sheets หนึ่งแผ่นอยู่ระหว่างกลาง ระหว่างแผ่นไม่มีพันธะไฮโดรเจนทำให้ระยะห่างระหว่างโครงสร้างผลึกเปลี่ยนแปลงได้ ทำให้โมเลกุลของน้ำและอิออนต่าง ๆ สามารถแทรกตัวอยู่ภายใน Internal Surface ได้ การพองตัวและหดตัวสูงเมื่อความชื้นของดินเปลี่ยนแปลงความสามารถในการดูดยึดน้ำและอิออนบวกสูงโครงสร้างผลึกไม่แข็งแรง และมี Specific Surface สูงมาก

3) Illite โครงสร้างเป็นประเภท Three-layer sheets โครงสร้างโดยทั่วไปเหมือนกับพวกMontmorillonite แต่จะแตกต่างกันตรงที่ระยะระหว่างแผ่นผลึกมีระยะคงที่เนื่องมาจากSi อะตอมบางส่วนถูกแทนที่โดย Al อะตอมดังนั้นประจุที่เหลือค้างจะถูกดูดชดเชยโดย K อิออน ดังรูปที่ 2.3 ดังนั้นสูตรทางเคมีของ Illite จึงเขียนสูตรทางเคมีได้เป็น $K_{1.33}(Si_{6.66}\ Al_{1.33})Al_4O_{20}(OH)_4$ ซึ่งทำให้ระยะระหว่างแผ่นผลึกไม่ขยับเขยื้อน



รูปที่ 2.1. โครงสร้างสัญลักษณ์ของแร่ประกอบดินเหนียว Kaolinite (Mitchell และSoga, 2005)



รูปที่ 2.2. โครงสร้างสัญลักษณ์ของแร่ประกอบดินเหนียว (a) Montmorillonite (b) Illite (Mitchell และSoga, 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1. แสดงโครงสร้างของดินเหนียว (Horpibulsuk et al. ,2003)

หัวข้อ	คำอธิบาย
Dispersed Structure	• สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นใหม่ทำให้ดินเหนียวรูปแบบเดิมเปลี่ยนแปลงสถานะ
Flocculent Structure	• รูปแบบโครงสร้างเดิมของดินเหนียวพิเศษที่มีลักษณะคล้ายปุ๋ยผง
Domain	• การรวมกลุ่มกันของดินเหนียวพิเศษที่มีลักษณะคล้ายปุยผงที่เล็กเกินกว่าจะมองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ได
Cluster	• กลุ่มอาณาเขตจากการรวมตัวกันสามารถมองเห็นได้โดยกล้องจุลทรรศน์
Peds	• การรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนเรียกว่า Pads ซึ่งสามารถมองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์

โอกาสที่ดินจะเกิดการบวมตัวซึ่งจะก่อปัญหาต่อโครงสร้างนั้นได้สรุปไว้โดยความสัมพันธ์ระหว่างขีดจำกัดเหลวและดัชนีพลาสติกดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขีดจำกัดเหลว และดัชนีพลาสติก (กำธร ,2529)

ขีดจำกัดเหลว	ดัชนีพลาสติก	การจัดระดับความข้นเหลว
< 50	< 25	ต่ำ
50 - 60	25 - 35	ปานกลาง
>60	> 35	สูง

2.4. คุณสมบัติของดินเหนียวกรุงเทพ (Bangkok Clay)

Moh (1969) ได้จำแนกดินในบริเวณเขตกรุงเทพฯ โดยอาศัยคุณสมบัติของดินทางด้านวิศวกรรมเป็นหลักพบว่าสามารถแบ่งชั้นดินบริเวณกรุงเทพฯออกเป็น 4 ชั้นด้วยกันคือชั้น Weathered Clay, Soft Clay, Stiff Clay และชั้น Sand and Gravel Bed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1. Weathered Bangkok Clay

Moh (1969) กล่าวว่าดินชั้นนี้โดยทั่วไปจะมีสีเทาดำและบางครั้งจะมีสีแดงและสีน้ำตาลปนอยู่ด้วยและมักจะมีรอยแยกแตกที่บริเวณผิวความหนาของชั้น Weathered Bangkok Clay นี้จะไม่สม่ำเสมอผลจากการทดลอง Consolidation ของดินในชั้นผิวบนจะมีค่า OCR ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (Undrained Strength) มีค่าประมาณ 10 ตันต่อตารางเมตร

Brand and Kanjanophas (1971) ได้ศึกษาและสรุปไว้ว่าขบวนการ Weathering มีส่วนทำให้ค่า Liquid Limit เพิ่มขึ้นในขณะเดียวกันค่า Natural Water Content เปลี่ยนไม่มากนักซึ่งมีผลทำให้ค่า Shear Strength เพิ่มขึ้นด้วย

กำธร (2529) ได้ทำการรวบรวมผลจากการทดสอบคุณสมบัติทั่ว ๆ ไปของ Weathered Bangkok Clay โดยมากมักจะเป็นบริเวณรังสิตได้ให้ผลตามตารางที่ 2.3.

ตารางที่ 2.3. แสดงคุณสมบัติทั่วไปของ Weathered Bangkok Clay (กำธร ,2529)

Properties		Report by		
		Gulachol (1970)	Brand (1971)	Phuong (1973)
Natural water content	%	51.2 ± 6.9	62.9 ± 4.2	50 – 90
Liquid limit	%	77.5 ± 2.1	89.6 ± 5.1	80 – 100
Plastic limit	%	33.9 ± 0.5	38.6 ± 2.4	30 – 45
Plasticity index	%	43.6 ± 2.6	51.0 ± 7.5	-
Liquidity index	%	0.40	-	0.60 – 1.00
Specific gravity		2.71 ± 0.1	2.69 ± 0.01	2.66 – 2.70
Void ratio		1.37 ± 0.33	-	1.40 – 2.70

2.4.2. Soft Bangkok Clay

Cox (1968) ได้ทำการศึกษาและสรุปผลการทดสอบลักษณะทั่ว ๆ ไปของดินชนิดนี้ว่าประกอบไปด้วย Clay 40 – 50 %, Silt 40 - 60 % และ Sand 0 - 10 % จากปริมาณของ Silt และ Clay ที่มีค่า เท่า ๆ กันจึงเรียกดินชั้นนี้ว่า Silty Clay และ Moh (1969) พบว่า ขนาดของ Clay จะปรากฏและเพิ่มขึ้นตามความลึก

Moh (1969) สรุปไว้ว่า ดินชั้นนี้จัดได้ว่าเป็นดินชนิด Normally Consolidated หรือบางครั้งก็เป็น Slightly Overconsolidated มีค่า Natural water content เกือบถึงค่า Liquid Limit ค่า Undrained Shear Strength โดยทั่วไปจะต่ำมากและค่า Sensitivity จะอยู่ระหว่าง 5 - 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำธร (2529) ได้รวบรวมผู้ที่ทำการศึกษาดินชั้น Soft Bangkok Clay ผลการทดสอบคุณสมบัติทั่ว ๆ ไปของดินชั้นนี้บริเวณรังสิตห่างจากกรุงเทพ ฯ ขึ้นไปทางเหนือประมาณ 42 กิโลเมตร ได้ให้ผลตามตารางที่ 2.4. โดยสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 2.4. แสดงคุณสมบัติทั่วไปของ Soft Bangkok Clay บริเวณรังสิต (กำธร ,2529)

Properties		Moh et al. (1969) 4.50-7.50 m.	Phuong (1973) 4.50-9.00 m.
Particle size distribution :			
Sand (2 – 0.06 mm)	%	1 – 3	1 – 4
Silt (0.06 – 0.002 mm)	%	40 – 45	35 – 65
Clay (< 0.002 mm)	%	50 – 60	55 – 90
Natural water content	%	0 – 110	50 – 120
Liquid limit	%	0 – 110	80 – 120
Plastic limit	%	35 – 45	25 – 65
Liquidity index	%	0.80 – 1.10	0.60 – 1.00
Specific gravity		2.66 – 2.74	2.66 – 2.72
Void ratio		-	20

2.4.3. Stiff Bangkok Clay

Muktabhant et al. (1967) พบว่า ชั้นดิน Stiff Bangkok Clay เป็นชั้นดินที่อยู่ถัดจากชั้นดินอ่อนลงมา มักจะมีสีเหลืองน้ำตาลและสีแดงคละกันอยู่ความหนาของชั้นนี้มีค่าประมาณ 3 - 10 เมตร บางแห่งอยู่ลึกลงไปถึงระดับ 30 เมตร จากผิวดิน

Hengchaovanich (1969) พบว่าดินชั้นนี้โดยมากมักจะมีทรายผสมอยู่ด้วยค่า Liquid Limit มีค่าใกล้กับ Plastic Limit และมีลักษณะเป็น Hightly Overconsolidated Clay ค่า Shear Strength สูงค่า Compressibility ต่ำผลจากค่า Undrained Shear Strength ที่ได้จากการทดลอง Unconfined Compression และ UU Triaxial Test จะมีค่าประมาณ 5 – 15 ตันต่อตารางเมตร

กำธร (2529) ได้รวบรวมผู้ที่ทำการศึกษาดินชั้น Stiff Bangkok Clay ไว้หลายท่านผลการทดสอบคุณสมบัติทั่ว ๆไปของดินชั้นนี้ได้สรุปผลไว้ ดังตารางที่ 2.5. โดยสรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5. แสดงคุณสมบัติทั่วไปของ Stiff Bangkok Clay (กำธร ,2529)

Properties		Reoported by		
		Muktabhant et al. (1967)	Vongthieres (1966)	Brand (1971)
Natural water content	%	20 – 40	30	18.9 – 39.1
Plastic limit	%	20 – 30	24	-
Liquid limit	%	45 – 70	58	29.1 – 62.2
Specific gravity		2.70 – 2.80	-	2.66 – 2.76
Void ratio		1.10 – 1.30	-	0.58 – 1.00
Unit weight	lb/ft^3	96 – 100	93	1.49 – 1.74
Sensitivity		-	1.3 – 1.5	-

2.5. หลักการของหน่วยแรงประสิทธิผล (Principle of Effective Stress)

หน่วยแรงประสิทธิผล (Effective Stress) คือหน่วยแรงที่ส่งถ่ายกันโดยตรงระหว่างอนุภาคเม็ดดินค่าหน่วยแรงประสิทธิผล (σ') วัดไม่ได้แต่คำนวณได้จากหน่วยแรงรวม (Total Stress ,σ) กับแรงดันน้ำ (Pore Water Pressure, U) ที่เกิดขึ้นในช่องว่างระหว่างเม็ดดินซึ่งเป็นไปตามสมการที่ (2.1)

$$\sigma = \sigma' + U \qquad (2.1)$$

ถ้าเป็นหน่วยแรงในแนวดิ่งสมการที่ (2.1) เขียนได้เป็น

$$\sigma v = \sigma' v + U \qquad (2.2)$$

โดยที่ $\sigma v = \gamma Z + q$

γ = หน่วยน้ำหนักรวมของดิน (Total Unit Weight of Soil)

Z = ความลึกของจุดที่พิจารณาจากระดับผิวดิน

Q = น้ำหนักแผ่กระจายภายนอกที่กระทำที่ผิวดิน(Surcharge)

γ_w = หน่วยน้ำหนักของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1. หลักการของหน่วยแรงประสิทธิผล

เสนอโดย Bishop (1959) มีอยู่ 2 ข้อดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงปริมาตรและรูปร่างของมวลดินขึ้นอยู่กับหน่วยแรงประสิทธิผล (ผลต่างของหน่วยแรงรวมกับความดันน้ำ)

2) กำลังรับแรงเฉือนของดิน (τ_f) ขึ้นอยู่กับหน่วยแรงประสิทธิผล (σ'n) ไม่ใช่หน่วยแรงรวมที่กระทำตั้งฉากกับระนาบที่พิจารณาสามารถเขียนเป็นสมการของ Coulomb ได้เป็นสมการที่ (2.3)

$$\tau_f = C' + \sigma' n \tan \emptyset' \qquad (2.3)$$

โดยที่ C ' เป็นค่าความเชื่อมแน่นที่ปรากฏ (Apparent Cohesion) และ Ø' เป็นมุมต้านทานแรงเฉือนในรูปของหน่วยแรงประสิทธิผลจากสมการสรุปได้ว่า

- ที่หน่วยแรงรวม (σ) คงที่ถ้าค่าแรงดันน้ำ (U) ลดลงจะทำให้ค่าหน่วยแรงประสิทธิผล (σ') เพิ่มขึ้นตามสมการที่ (2 - 3) และกำลังรับแรงเฉือน (τ_f) เพิ่มขึ้นตามสมการที่ (2.3)
- ที่หน่วยแรงรวม (σ) คงที่ถ้าค่าแรงดันน้ำ (U) เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าหน่วยแรงประสิทธิผล (σ') ลดลงตามสมการที่ (2.3) และกำลังรับแรงเฉือน (τ_f) ลดลงตามสมการที่ (2.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และการดำเนินงาน

3.1. แผนการดำเนินงาน (Planning)

ในการศึกษาคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของดินเหนียวฉะเชิงเทรา (Bangkok clay) โดยการทดสอบ Field Vane Shear Test จะดำเนินการตั้งแต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ.2553 จนถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 ใช้เวลาทั้งหมด 32 สัปดาห์โดยแบ่งการทำงานเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.2. การศึกษาข้อมูลที่จำเป็นในการทำโครงการ

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดสอบ Field Vane Shear Test ที่จะใช้ในการดำเนินการโครงการจะเป็นการดำเนินการขั้นแรก ที่จะต้องทำเพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ขอบเขตที่ต้องการศึกษาได้ โดยข้อมูลที่ต้องทำการศึกษาจะทำการรวบรวมข้อมูลเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลไว้ใช้ประกอบในการศึกษาและออกแบบทางวิศวกรรม

3.3. วางแผนการดำเนินการ และแผนการเก็บข้อมูลในสนาม

3.3.1. รวบรวมข้อมูลด้านภูมิประเทศ

- สำรวจพื้นที่ในภูมิประเทศและรูปแบบลักษณะของดินในพื้นที่

3.3.2. แผนการเก็บตัวอย่าง และสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลทางธรณีวิทยาในพื้นที่ปฏิบัติงาน

- การที่จะทราบถึงชนิดของดินได้จะต้องทำการเก็บตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของชั้นดินต่างๆ โดยให้อยู่ในลักษณะคงสภาพเดิมของชั้นดินให้มากที่สุดตัวอย่างดินที่ได้จะนำมาใช้หาคุณสมบัติของดินเช่น กำลังรับแรงอัดลักษณะการทรุดตัวหรือคุณสมบัติที่ยอมให้น้ำซึมผ่าน ฯลฯ

3.4. เตรียมเครื่องมือ-อุปกรณ์

ทำการเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำการทดลองโดยการศึกษาคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของดินเหนียวกรุงเทพฯ โดยการทดสอบ Field Vane Shear Test นั้น อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้จะอยู่ในการทดลองดังนี้

3.4.1. Field Vane Shear Test (การทดสอบค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินแบบใบพัด)

3.4.2. Unconfined Compression Test (การทดสอบแรงเฉือนแบบไม่ถูกจำกัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3. Atterberg's limits ซึ่งจะใช่หา Water Content, Liquid Limits, Plastic Limits, and Plasticity Index

3.5. การจัดเก็บข้อมูลในภูมิประเทศ

3.5.1. ข้อมูลด้านภูมิประเทศ

- สำรวจพื้นที่ในภูมิประเทศและรูปแบบลักษณะของดินในพื้นที่
- ข้อมูลภูมิประเทศ เช่นค่าต่างๆที่ได้จากการทดลองของดินรวมถึงการวิเคราะห์ลักษณะของดิน

3.5.2. การเก็บตัวอย่างและสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลทางธรณีวิทยาในพื้นที่ปฏิบัติงาน

3.6. การวิเคราะห์และคำนวณผล

การวิเคราะห์และคำนวณค่าต่างๆจากการทดสอบเพื่อศึกษาคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของดินเหนียวกรุงเทพโดยการทดสอบ Field Vane Shear Test และการทดสอบต่างๆข้างต้นที่กล่าวมา

3.7. การเปรียบเทียบผลจากการทดสอบ

โดยการนำผลที่ได้จากการทดสอบโดยวิธีต่างๆมาเปรียบเทียบค่าที่ได้เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของผลที่ได้แต่ละวิธีเพื่อประยุกต์ใช้ในการทำงานประมาณค่าต่างๆในการศึกษาหาคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของดินเหนียวของกรุงเทพหรือพื้นที่บริเวณอื่นต่อไป

3.8. การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษา

นำข้อมูลที่ได้มาจากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลการศึกษา

3.9. จัดทำรายงานผลการศึกษา

จัดทำรายงานผลการวิเคราะห์ต่างๆที่ได้จากการทดสอบเพื่อจัดทำรูปเล่มเพื่อการนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10. การทดสอบต่างๆที่ใช้ในการหาค่าเพื่อศึกษาคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของดินเหนียวกรุงเทพฯ

3.10.1 Field Vane Shear Test (การทดสอบค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินแบบใบพัด)

การทดสอบ Field Vane Shear เป็นการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (Undrained Shear Strength, Su) ทำได้ในชั้นดินเหนียวอ่อนถึงปานกลาง (Soft to Medium Clay) ในสภาพธรรมชาติปราศจากการกระทบกระเทือนต่อโครงสร้างดินทำโดยกดใบ Vane ซึ่งเป็นแผ่นเหล็กบาง ๆ รูปสี่เหลี่ยมคล้ายใบมีด 4 อัน เชื่อมติดอยู่ด้วยกันมีความสูงต่อความกว้างของใบเท่ากับ 2:1 กดลงไปในชั้นดินที่ต้องการทราบค่า Shear Strength จากนั้นติดตั้งเครื่องส่งถ่ายแรงบิดเข้ากับก้านของใบ Vane แล้วทำการหมุนใบ Vane ให้ตัดมวลดินจนดินขาดออกจากกัน(failure) นำค่าที่อ่านได้สูงสุดมาเข้าสมการหาค่า Undrained Shear Strength, Su หากต้องการหาค่าRemolded Shear Strength ก็ให้หมุนใบ Vane ประมาณ 25 รอบเพื่อกวนชั้นดินจากนั้นให้ดำเนินการทดสอบหมุนใบVane อีกครั้งหนึ่งโดยนำค่าแรงบิดที่อ่านได้เข้าสมการเพื่อหาค่า Remolded Shear Strength ปัจจุบันได้มีการแปลงค่าแรงบิดที่อ่านได้เป็นค่าของกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (Su) ซึ่งสามารถอ่านได้โดยตรงจากเกตที่ติดตั้งกับตัวเครื่องมือ ทำให้เกิดความสะดวกในการใช้งานเพิ่มมากขึ้น

รูปที่ 3.1 แสดงเครื่องมือทดสอบ Field Vane Shear Borer (Geonor H – 70)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 แสดงการทำ Field Vane Shear Test (Geonor Vane)

จากค่า Shear Strength และค่า Remolded Shear Strength ที่ได้จากการทดสอบ Field Vane Shear ทำให้สามารถหาค่า Sensitivity ของชั้นดินได้ ซึ่งหาได้จากสมการที่ 3.1

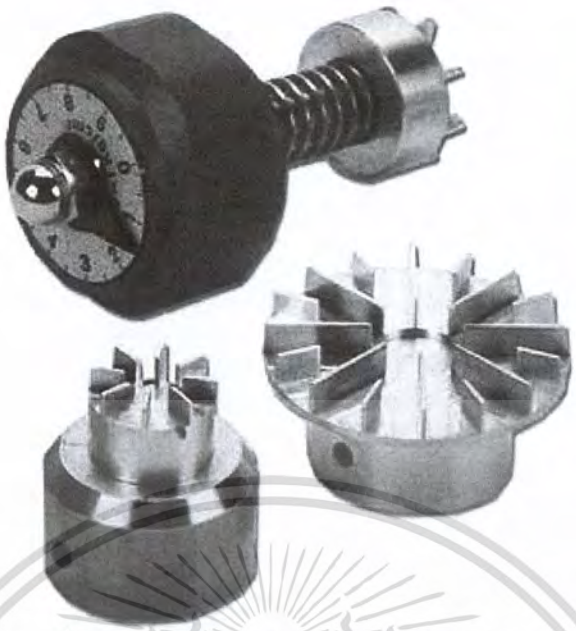
$$\text{Sensitivity (St)} = \frac{\text{Peak Shear Strength}}{\text{Remolded Shear Strength}} \qquad (3.1)$$

ตารางที่ 3.1 แสดงการจำแนกความไว (Sensitivity, St.)
ของดินเหนียวตามขนาดของความไว (Bowles, 1979)

การจำแนกความไว	ความไวของดิน
ดินเหนียวที่ไม่มีความไว (Insensitive Clay)	< 2
ดินที่มีความไวอยู่ในขั้นปานกลาง	2 – 4
ดินเหนียวที่มีความไว (Sensitive Clay)	4 – 8
ดินเหนียวที่มีความไวสูง (Very Sensitive Clay)	8– 16
ดินเหนียวที่มีความไวสูงมาก (Quick Clay)	> 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.3 เครื่องทดสอบ Pocket Vane Shear Device (Torvane)

3.10.2 การทดสอบ Pocket Vane Shear Device (Torvane)

เครื่องมือชนิดนี้เป็นเครื่องมือที่ถูกปรับปรุงขึ้นมาจากเครื่องทดสอบ Vane Shear Test ให้มีขนาดเล็กลงสามารถใช้งานได้ทั้งในห้องปฏิบัติการทดสอบและในสนามใช้สำหรับทดสอบดิน Very Soft to Stiff Clay (ประมาณ 0.0 -1.0 ksc.) โดยทำการกดใบ Vane ลงในดินที่เก็บขึ้นมาจากกระบอกบาง แล้วหมุนด้วยมือจนดินถูกตัดขาดจากนั้นก็อ่านค่ากำลังของแรงเฉือนที่ด้านบนตรงที่ด้ามหมุนค่าที่ได้จะเป็น Undrained Shear Strength ขนาดของใบ Vane มีหลายขนาดขึ้นอยู่กับชนิดของดินที่ทำการทดสอบ โดยใบใหญ่สุดใช้ทดสอบ remold sample ใบขนาดปานกลางใช้กับดินทั่วไปและใบขนาดเล็กสุดใช้กับดินที่ค่อนข้างแข็งเป็นต้น

117594

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการศึกษาและวิเคราะห์

4.1. คุณสมบัติค่าต้านทานแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำของชั้นดินเหนียวอ่อน

ลักษณะของชั้นดินบริเวณพื้นที่ที่ได้ไปทำการทดสอบปฏิบัติงานส่วนใหญ่นั้นจะเป็นดินเหนียวซึ่งเมื่อทำการเจาะลงไปจะพบว่าดินจะแบ่งเป็นชั้นๆ และได้รวบรวมผลการศึกษาและสรุปคุณสมบัติของชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพ เป็นการนำเสนอคุณสมบัติทางกายภาพทั่วๆไปและเป็นคุณสมบัติทางวิศวกรรมนอกจากนี้ยังได้แสดงคุณสมบัติของดิน ซึ่งรวบรวมได้จากข้อมูลหลุมเจาะจากพื้นที่ต่างๆ ในกรุงเทพมหานครและจังหวัดฉะเชิงเทรา จากการทำ Field Vane Shear ในพื้นที่จำนวน 20 จุด มีข้อมูลจำนวนทั้งสิ้นจำนวน 20 หลุมและได้คุณสมบัติค่าความต้านทานแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (Undrained Shear Strength, Su) จากการทำ Unconfined Compression Test ค่าปริมาณความชื้นและค่าหน่วยน้ำหนักดินแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติดินเหนียวอ่อนชั้นดินเหนียวกรุงเทพ

Layer	Data Amount	Depth (m)	Thick (m)	Water Content (%)	Unit Weight (g/cc)	Su (t/m^2)
Layer I	47 data	(3-6.5)	4.5	(50.20-90.20) 68.53	(1.47-1.70) 1.59	(0.6-2.40) 1.36
Layer II	27 data	(6.5-10.5)	6	(49.3-83.1) 65.98	(1.52-1.71) 1.60	(1.1-3.9) 2.16
Layer III	19 data	(10.5-14)	4	(39.3-79.8) 54.376	(1.55-1.82) 1.680	(2.2-5.7) 3.87

หมายเหตุ ค่าในวงเล็บเป็นช่วง (ต่ำสุด-สูงสุด) ค่าเฉลี่ย เช่น water content (%) (50.20-90.20) 68.53 ค่าต่ำสุดเป็น50.20 % ค่าสูงสุดเป็น 90.20 % และค่าเฉลี่ยเป็น 68.53 %

ค่าความต้านทานแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ(Su) สามารถจำแนกดินเหนียวอ่อนชั้นดินเหนียวกรุงเทพที่ความลึก 3 เมตรถึงประมาณ 14 เมตรแบ่งได้เป็น 3 ช่วงได้แก่

- ที่ความลึก 3 - 6.5 เมตร ชั้นดินเหนียวอ่อนมาก มีค่า Su อยู่ระหว่าง 0.6 - 2.40 ตัน/ตร.ม. มีค่าเฉลี่ยเป็น 1.36 ตัน/ตร.ม.

- ที่ความลึก 6.5 - 10.5 เมตร ชั้นดินเหนียวอ่อน มีค่า Su อยู่ระหว่าง 1.1 - 3.90 ตัน/ตร.ม. มีค่าเฉลี่ยเป็น 2.16 ตัน/ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ที่ความลึก 10.5-14.0 เมตร ชั้นดินเหนียวอ่อน มีค่า Su อยู่ระหว่าง 0.6 - 2.40 ตัน/ตร.ม. มีค่าเฉลี่ยเป็น 3.87 ตัน/ตร.ม.

จากการที่ได้เก็บตัวอย่างดิน ณ บริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษาข้อมูลเพื่อนำมาศึกษาและนำมาใช้ในการทดสอบหาค่าต่างๆของดิน โดยได้ทำการเจาะเก็บตัวอย่างดินและรวบรวมข้อมูลแสดงค่า Water Content, Total Unit Weight, Vane Shear Strength, Plastic Index Hydrometer Analysis และ Sensitivity ต่างๆ และได้รวบรวมข้อมูลจากบริเวณสถานที่ต่างๆ คือบริเวณเขตลาดกระบัง อำเภอบางน้ำเปรี้ยว อำเภอบางปะกง และอำเภอเมืองจังหวัดฉะเชิงเทราทั้งหมด 20 หลุม และได้รวบรวมนำข้อมูลมาวิเคราะห์ลักษณะของชั้นดินต่างๆได้แสดงตามหัวข้อย่อย 4.2 และ 4.3

4.2. คุณสมบัติด้านวิศวกรรมของชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพในพื้นที่เขตลาดกระบัง

เขตลาดกระบังแบ่งชั้นดินได้ 3 ชั้น ที่ความลึกจาก 0 - 2 เมตร เป็นชั้น Crust Clay ความลึกที่ 2 – 8 เมตร เป็นชั้น Very Soft Clay to Soft Clay ส่วนความลึกที่ 8 – 16 เมตร เป็นชั้น Soft Clay to Medium Clay ซึ่งค่าที่ทดสอบในสนามแสดงเทียบกับค่าคุณสมบัติดินทางวิศวกรรมในห้องปฏิบัติการแสดงในตารางที่ 4.2 ถึง 4.3

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆของชั้นดินเหนียวที่ระดับ 2- 8 เมตร

ชั้น 2.00 ถึง 8.00 m.	MIN	AVE	MAX
Su_{FVT} (T/m^2)	0.17	1.64	4.32
Water Content (%)	26.10	62.81	87.00
Unit Weigth (t/m^3)	1.44	1.67	2.11
Plastic Index	29.30	50.10	70.10
Sensitivity	0.73	3.79	8.62

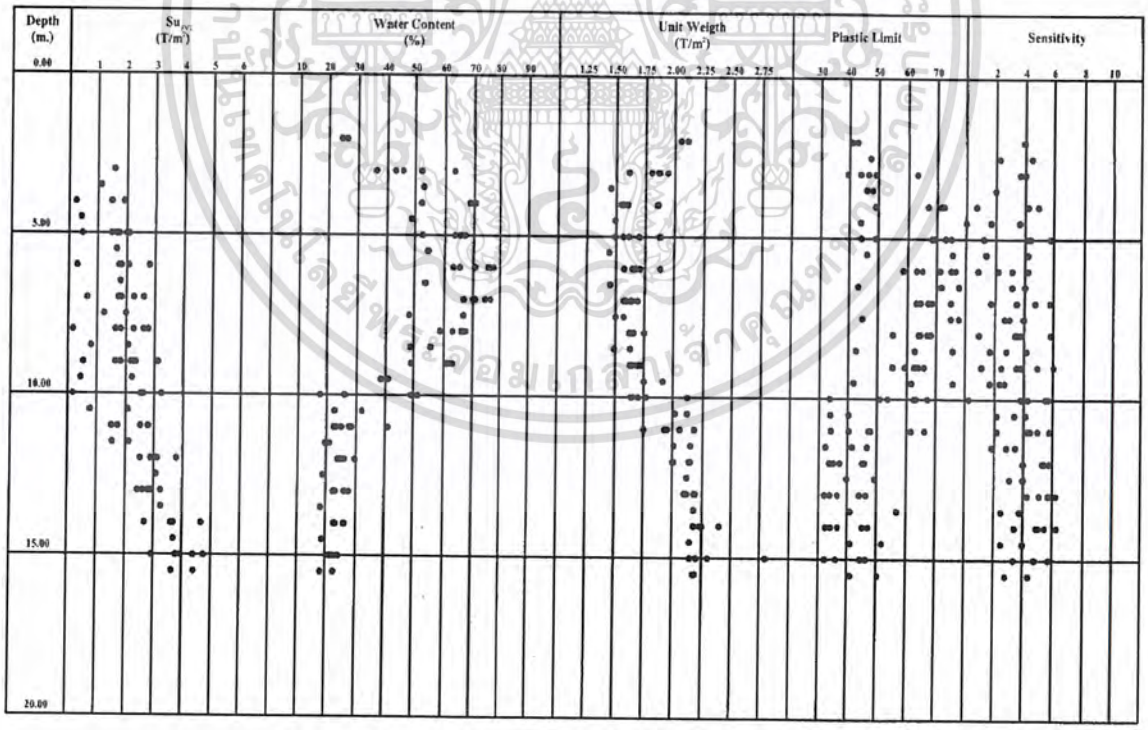
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆของชั้นดินเหนียวที่ระดับ 8 – 16 เมตร

ชั้น 8.00 ถึง 16.00 m.	MIN	AVE	MAX
Su_{FVT} (T/m^2)	0.45	2.71	6.88
Water Content (%)	17.70	33.31	76.70
Unit Weigth (t/m^3)	1.39	1.92	2.80
Plastic Index	20.80	35.76	65.50
Sensitivity	1.06	3.98	7.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลที่ได้ทำการทดสอบในพื้นที่บริเวณนี้ได้ทำการเจาะสำรวจแบ่งเป็นชั้นๆคือ ตั้งแต่ชั้นดินถม 0 - 2 เมตร นั้นจะไม่มีค่าในการทดสอบ ชั้นที่ 2 – 8 เมตร นั้นจะได้ค่า Su_{FVT} ต่ำสุดอยู่ที่ 0.17 ตัน/ตร.ม. ค่าสูงสุดอยู่ที่ 4.32 ตัน/ตร.ม. ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 1.64 ตัน/ตร.ม. ค่า Water Content ต่ำสุดอยู่ที่ 26.10 % ค่าสูงสุดอยู่ที่ 87.00 % ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 62.81% ค่า Unit Weight ต่ำสุดอยู่ที่ 1.44 ตัน/ลบ.ม. ค่าสูงสุดอยู่ที่ 2.11 T/m^3 ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 1.60 ตัน/ลบ.ม. ค่า Plastic Index ต่ำสุดอยู่ที่ 29.30 ค่าสูงสุดอยู่ที่ 70.10 ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 50.10 และค่า Sensitivity ต่ำสุดอยู่ที่ 0.73 ค่าสูงสุดอยู่ที่ 8.62 ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 3.79 และชั้นที่ 8.00 เมตร ถึง 16.00 เมตร นั้นจะได้ค่า Su_{FVT} ต่ำสุดอยู่ที่ 0.45 ตัน/ตร.ม. ค่าสูงสุดอยู่ที่ 6.88 ตัน/ตร.ม. ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 2.71 ตัน/ตร.ม. ค่า Water Content ต่ำสุดอยู่ที่ 17.70 % ค่าสูงสุดอยู่ที่ 76.70 % ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 33.31% ค่า Unit Weight ต่ำสุดอยู่ที่ 1.39 ตัน/ลบ.ม. ค่าสูงสุดอยู่ที่ 2.80 ตัน/ลบ.ม. ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 1.92 ตัน/ลบ.ม. ค่า Plastic Index ต่ำสุดอยู่ที่ 20.80 ค่าสูงสุดอยู่ที่ 65.50 ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 35.70 และค่า Sensitivity ต่ำสุดอยู่ที่ 1.06 ค่าสูงสุดอยู่ที่ 7.89 ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 3.98 ค่าจากการปฏิบัติงานภาคสนาม Field Vane Shear Test และค่าทดสอบในห้องปฏิบัติการสามารถนำมาเป็นรูปตัดดังตารางที่ 4.3

รูปที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติทางวิศวกรรมชั้นดินเหนียวของพื้นที่ลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางวิศวกรรมของชั้นดินเหนียวตามแนวพื้นที่ของเขตลาดกระบังตามแสดงมาในตารางที่ 4.3 ประกอบด้วยคุณสมบัติที่สำคัญหลายประการคือ Total Unit Weight, Vane Shear Strength, Plastic Index, Water Content และ Sensitivity เป็นค่าคุณสมบัติของดินที่เปรียบเทียบกับความลึกจากค่าที่แสดงมาพบว่า กำลังของดินชั้นดินเหนียวอ่อนทดสอบโดยวิธี Field Vane Shear Test ช่วงที่เป็น Crust Clay (2 เมตรแรก) จะไม่ได้ทำการทดสอบหาค่าเนื่องจากเป็นชั้นของดินถม ส่วนในช่วงตั้งแต่ (2 เมตร ลงมาจนถึง 8 เมตร) มีค่า Vane Shear Strength เฉลี่ยประมาณ 1.64 ตัน/ตร.ม. ส่วนในช่วงความลึกประมาณ (8 เมตร ลงมาจนถึง 16 เมตร) กำลังของดินจะเพิ่มสูงขึ้นเป็นประมาณ 2.71 ตัน/ตร.ม. ตัน/ตร.ม. โดยเฉลี่ย สำหรับค่า Sensitivity ของดินในชั้นนี้ ส่วนที่เป็นชั้นดินเหนียวอ่อนมาก (2 เมตร ถึง 8 เมตร) มีค่าเฉลี่ยประมาณ 3.79 ในขณะที่ชั้นความลึกประมาณ (8 เมตร ลงมาจนถึง 16 เมตร) จะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 3.98 สำหรับค่า Plastic Index ช่วงที่เป็นดินเหนียวอ่อนมาก (2 เมตร ถึง 8 เมตร) มีค่าประมาณ 50.10 และช่วงชั้นความลึกประมาณ (8 เมตร ลงมาจนถึง 16 เมตร) จะมีค่าเฉลี่ยลดลงต่ำกว่าชั้นบนคือจะอยู่ที่ประมาณ 35.76 ซึ่งการกระจายตัวก็จะอยู่ในลักษณะเดียวกัน สำหรับค่า Water Content ส่วนที่เป็นชั้นดินเหนียวอ่อนมาก (2 เมตร ถึง 8 เมตร) มีค่าเฉลี่ยประมาณ 62.81% และช่วงชั้นความลึกประมาณ (8 เมตร ลงมาจนถึง 16 เมตร) จะมีค่าเฉลี่ยลดลงต่ำกว่าชั้นบนคือจะอยู่ที่ประมาณ 33.31% และมีการกระจายตัวมากกว่า สำหรับค่า Total Unit Weight ของดินในชั้นนี้มีค่ากระจายตัวไม่มากนัก ค่าจะสูงในช่วงแรก ลดลงในช่วงดินเหนียวอ่อนมาก และจะเพิ่มขึ้นในช่วงของดินเหนียวปานกลาง

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าชั้นดินเหนียวในพื้นที่นี้สามารถแบ่งออกเป็นชั้นได้นี้ คือ ช่วงชั้น 0 - 2 เมตร จะเป็นช่วงของ Crust Clay ช่วงที่สอง คือช่วงระดับความลึกที่ 2 - 8 เมตร จะเป็นช่วงของดินเหนียวอ่อนมากถึงดินเหนียวอ่อน (Very Soft Clay to Soft Clay) ส่วนชั้นที่สาม คือช่วงความลึกที่ 8 ถึง 16 เมตร จะเป็นช่วงของชั้นดินเหนียวอ่อนถึงดินเหนียวปานกลาง (Soft Clay to Medium Clay)

4.3. คุณสมบัติด้านวิศวกรรมของชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทราในอำเภอบางปะกง อำเภอบางน้ำเปรี้ยว และ อำเภอเมือง

ทั้ง 3 อำเภอของฉะเชิงเทราสามารถแบ่งชั้นดินออกได้เป็น 3 ชั้น โดยที่ความลึกจากระดับ 0 – 2 เมตร เป็นชั้น Crust Clay ความลึกที่ 2 – 8 เมตร เป็นชั้น Very Soft grey Organic silty Clay to Soft grey silty Clay ส่วนความลึกที่ 8 – 15 เมตร เป็นชั้น Soft Clay to stiff grey Clay ซึ่งค่าที่ทดสอบในสนามแสดงเทียบกับค่าคุณสมบัติดินทางวิศวกรรมในห้องปฏิบัติการแสดงในตารางที่ 4.4 และ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆของชั้นดินเหนียวที่ระดับ 2.00 ถึง 8.00 m.

ชั้น 2.00 ถึง 8.00 m.	Min	Average	Max
Plastic Index	6.79	19.53	36.57
Water Content (%)	9.99	74.06	129.48
Unconfined Compressive Strength (ksc.)	0.02	0.23	1.66
Sensitivity	1.313	3.299283	6.5
Unconfined	0.25	0.35	1.68
Unit Weigth (t/m^3)	1.13	1.46	1.92

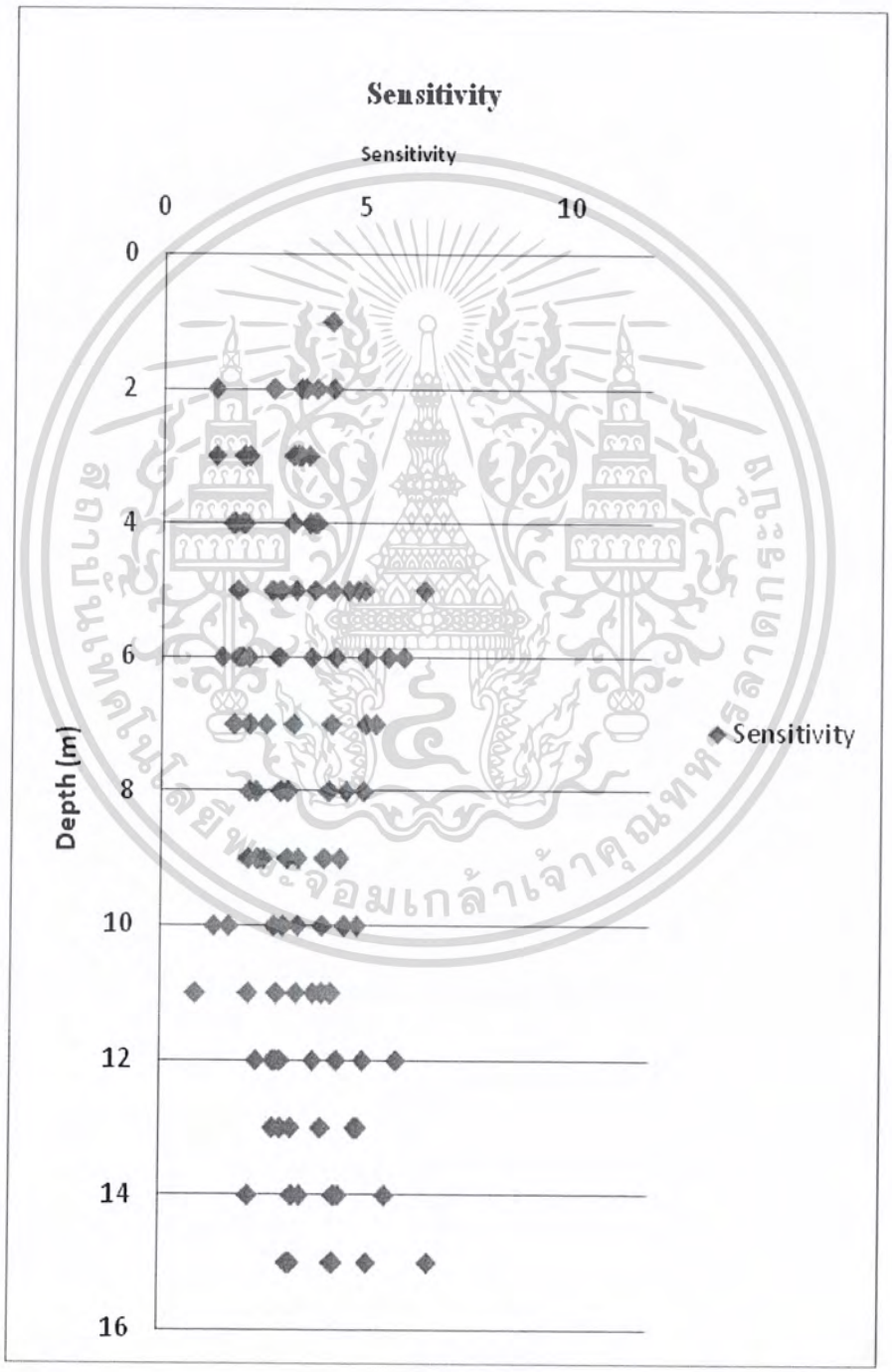
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆของชั้นดินเหนียวที่ระดับ 8.00 ถึง 15.00 m.

ชั้น 8.00 ถึง 15.00 m.	Min	Average	Max
Plastic Index	10.77	24.85	40.65
Water Content (%)	12.93	54.06	104.39
Unconfined Compressive Strength (ksc.)	0.03	0.85	2.75
Sensitivity	0.886	3.564355	6.67
Unconfined	0.25	1.33	4.00
Unit Weigth (t/m^3)	1.28	1.69	2.09

จากข้อมูลที่ได้ทำการทดสอบในพื้นที่บริเวณนี้ได้ทำการเจาะสำรวจแบ่งเป็นชั้นๆคือ ตั้งแต่ชั้นดินถม 0 – 2 เมตร นั้นจะไม่มีค่าในการทดสอบ ชั้นที่ 2 – 8 เมตร นั้นจะได้ค่า Unconfined Compressive Strength ต่ำสุดอยู่ที่ 0.02 ksc. ค่าสูงสุดอยู่ที่ 1.66 ksc.ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 0.23 ksc.ค่า Water Content ต่ำสุดอยู่ที่ 9.99 % ค่าสูงสุดอยู่ที่ 129.48% ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 74.06 % ค่า Unit Weight ต่ำสุดอยู่ที่ 1.13 ตัน/ลบ.ม. ค่าสูงสุดอยู่ 1.92 ตัน/ลบ.ม. ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 1.46 ตัน/ลบ.ม. ค่า Plastic Index ต่ำสุดอยู่ที่ 6.79 ค่าสูงสุดอยู่ที่ 36.57 ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 19.53 และค่า Sensitivity ต่ำสุดอยู่ที่ 1.313 ค่าสูงสุดอยู่ที่ 6.5 ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 3.299 และชั้นที่ 8.00 เมตร ถึง 15.00 เมตร นั้นจะได้ค่า Unconfined Compressive Strength ต่ำสุดอยู่ที่ 0.03 ksc. ค่าสูงสุดอยู่ที่ 2.75 ksc. ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 0.85 ksc. ค่า Water Content ต่ำสุดอยู่ที่ 12.93 % ค่าสูงสุดอยู่ที่ 104.39 % ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 54.06 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า Unit Weight ต่ำสุดอยู่ที่ 1.28 ตัน/ลบ.ม. ค่าสูงสุดอยู่ที่ 2.09 ตัน/ลบ.ม. ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 1.69 ตัน/ลบ.ม. ค่า Plastic Index ต่ำสุดอยู่ที่ 10.77 ค่าสูงสุดอยู่ที่ 40.65 ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 24.85 และค่า Sensitivity ต่ำสุดอยู่ที่ 0.886 ค่าสูงสุดอยู่ที่ 6.67 ส่วนค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 3.564 ค่าจากการปฏิบัติงานภาคสนาม Field Vane Shear Test และค่าทดสอบในห้องปฏิบัติการสามารถนำมาเป็นรูปตัดดังรูปที่ 4.2 และ 4.3



รูปที่ 4.2 แสดงถึงค่า Sensitivity ของพื้นที่ฝั่งตะวันตกของลุ่มแม่น้ำบางปะกง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงการกระจายตัวของเม็ดดินและชนิดดินในฝั่งตะวันตกของลุ่มแม่น้ำบางปะกง

Depth (m)	USC	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)
5.0	CL	33.5	6.659	26.841	0	17.417	82.583
5.5	CL	34.6	6.764	27.836	0	17.099	82.901
8.0	CL	38.4	5.682	32.718	0	11.386	88.614
10.0	CL	42.0	1.500	40.500	0	7.035	92.965
10.5	CL	25.0	5.035	19.965	0	7.004	92.996
12.0	CL	28.7	4.497	24.203	0	9.645	90.354
12.5	CL	25.0	4.696	20.304	0	9.488	90.512
15.0	CL	33.0	3.117	29.883	0	5.391	94.609

จากตารางที่ 4.6 เป็นตารางที่ได้มาจากการวิเคราะห์ขนาดของเม็ดดินด้วยวิธี Hydrometer Analysis ซึ่งจากข้อมูลจะเห็นว่าที่ความลึก 5 เมตร จากระดับผิวดิน จะมีค่า % Silt อยู่ที่ 17.417 % และมีค่า % Clay อยู่ที่ 82.583 % ที่ความลึก 5.5 เมตร จากระดับผิวดิน จะมีค่า % Silt อยู่ที่ 17.099 % และมีค่า % Clay อยู่ที่ 82.901 % และมีแนวโน้มที่ % Silt จะมีค่าที่ลดลงตามระดับของความลึกที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ที่ความลึก ระดับ 15 เมตร จากระดับผิวดิน ค่า % silt จะเหลือเพียง 5.391 % เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ผลศึกษาคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของดินเหนียวอ่อน ในพื้นที่เขตลาดกระบัง

จากผลการศึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลในเขตนี้ ซึ่งได้กระจายในบริเวณพื้นที่ต่างๆ สามารถสรุปข้อมูลออกมาได้ดังนี้

ลักษณะโดยทั่วไปของชั้นดินในบริเวณพื้นที่เขตลาดกระบังประกอบไปด้วยชั้น Very Soft Clay to Soft Clay มีความหนาประมาณ 6 - 7 เมตร ถัดลงมาเป็นชั้น Soft Clay to Medium Clay มีความหนาประมาณ 8 - 9 เมตร รวมชั้นดินที่ทำการเจาะทั้งสิ้น 15 เมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำในชั้นดินจะมีค่าสูงในช่วง 2 – 8 เมตร และค่า Sensitivity โดยเฉลี่ยจะมีค่าสูงอยู่ในช่วง 8 - 15 เมตร โดยมีค่า Sensitivity เฉลี่ยอยู่ที่ 3.98

5.1.2 ผลศึกษาคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของดินเหนียวอ่อน ในพื้นที่ฝั่งตะวันตกของลุ่มแม่น้ำบางปะกง

จากผลการศึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลในเขตนี้จำนวนทั้งหมด 20 หลุมซึ่งได้กระจายในบริเวณพื้นที่ต่างๆ สามารถสรุปข้อมูลออกมาได้ดังนี้

ลักษณะโดยทั่วไปของชั้นดินในบริเวณ อำเภอบางปะกง บางน้ำเปรี้ยว และอำเภอเมืองจังหวัดฉะเชิงเทราประกอบไปด้วยชั้นดิน Very Soft grey Organic silty Clay มีความหนาอยู่ประมาณ 6 - 7 เมตร และถัดลงไปจนถึงความลึกประมาณ 15 เมตร ชั้นดินจะมีลักษณะเป็น Soft Clay to stiff grey Clay และจากค่า ดัชนี Water Content (แสดงอยู่ในภาคผนวก ข) จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำในชั้นดินจะมีค่าสูงในช่วง 2 - 8 เมตรแรก ดังนั้นค่า Sensitivity จึงมีค่าสูงในช่วงชั้นความลึก 2 - 8 เมตร มากกว่าช่วงชั้นความลึก 8 - 15 เมตร

5.2 แนวทางการประยุกต์ใช้ค่า Sensitivity

จากค่า Sensitivity ที่ทำการสำรวจและสรุปผลออกมาได้นั้นเราสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่หน้างานในการทำกิจกรรมใดๆ บนพื้นที่นั้นๆ ได้ดังตารางที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 แสดงถึงข้อควรปฏิบัติต่อค่า Sensitivity ที่เกิดขึ้นในพื้นที่

ค่าความไวตัว	ข้อควรปฏิบัติ
< 2	สามารถทำการก่อสร้างหรือทำกิจกรรมอื่นๆ โดยไม่ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพดินเพราะค่า Sensitivity มีค่าน้อยมากจึงไม่จำเป็นต้องนำมาพิจารณา
2-4	ควรมีการวิเคราะห์สภาพพื้นที่เสี่ยง หากสภาพพื้นที่มีความลาดชันหรือมีสภาพที่เสี่ยงต่อการเกิดการวิบัติของชั้นดินก็ควรทำการปรับปรุงชั้นคุณภาพดินในพื้นที่นั้นๆ เสียก่อน
> 4	ควรมีการปรับปรุงคุณภาพดินก่อนทำการก่อสร้างหรือกิจกรรมอื่นใดในบริเวณพื้นที่นั้นๆ

<u>หมายเหตุ</u> ข้อควรปฏิบัติข้างต้น เป็นเพียงแนวทางการปฏิบัติเท่านั้น การปฏิบัติงานจริงควรขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของวิศวกร ผู้ควบคุมงานในการพิจารณาเลือกแนวทางในการปฏิบัติต่อค่า Sensitivity ดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เขตสำรวจที่ดินที่ 2 , " รายงานการสำรวจดิน จังหวัดฉะเชิงเทรา " กรมพัฒนาที่ดิน , 2526

สถาพร คูวิจิตรจารุ , "ทดลองปฐพีกลศาสตร์ Soil Testing " มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผศ. สุพจน์ ศรีนิล ผศ. แหลมทอง เหล่าคงถาวร และชลธี เร่บ้านเกาะ "คู่มือปฏิบัติการทดลองปฐพีกลศาสตร์ Soil Laboratory Testing" , สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ศาสตราจารย์ ดร. วินิต ช่อวิเชียร , "ปฐพีกลศาสตร์ Soil Mechanics", ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547

www.dpt.go.th/soil, "ข้อมูลหลุมเจาะ" , กลุ่มงานวิเคราะห์และพัฒนา สำนักควบคุมการก่อสร้าง กลุ่มงานวิเคราะห์และพัฒนา กรมโยธาธิการและผังเมือง

http://www.gerd.eng.ku.ac.th, "สื่อการสอนปฐพีกลศาสตร์", คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงข้อมูลค่า Sensitivity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-1 แสดงค่า Sensitivity ของดิน บริเวณ วัดเปร็ง

Site วัดเปร็ง Grid Ref.					
Depth	Reading		Su (t/m^2)		Sensitivity
m	Undisturb	Remold	Actual	Remold	
2 - 2.1	60	22	5.738	2.108	2.722
3 - 3.1	41	19	3.876	1.829	2.119
4 - 4.1	41	20	3.876	1.922	2.017
5 - 5.1	42	15	3.974	1.457	2.728
6 - 6.1	38	25	3.582	2.387	1.501
7 - 7.1	48	22	4.562	2.108	2.164
8 - 8.1	42	19	3.974	1.829	2.173
9 - 9.1	49	20	4.66	1.922	2.425
10 - 10.1	43	25	4.072	2.387	1.706
11 -11.1	58	20	5.542	1.922	2.883
12 - 12.1	62	22	5.934	2.108	2.815
13 - 13.1	70	25	6.718	2.387	2.814
14 - 14.1	55	25	5.248	2.387	2.199
15 - 15.1	79	25	7.6	2.387	3.184
16 - 16.1	105	34	10.148	3.224	3.148

SYMBOL

<2 Insensitive Clay

2-4 Low sensitive Clay

4-8 Medium sensitive Clay

8-16 Extra sensitive Clay

16 UP Quick Clay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-2 แสดงค่า Sensitivity ของดิน บริเวณ วัดกิ่งแก้ว

Site วัดกิ่งแก้ว Grid Ref.					
Depth	Reading		Su (t/m^2)		Sensitivity
m	Undisturb	Remold	Actual	Remold	
2 - 2.1	55	20	5.248	1.922	2.730
3 - 3.1	35	17	3.288	1.643	2.001
4 - 4.1	44	25	4.170	2.387	1.747
5 - 5.1	45	15	4.268	1.457	2.929
6 - 6.1	50	17	4.758	1.643	2.896
7 - 7.1	55	21	5.248	2.015	2.604
8 - 8.1	62	21	5.934	2.015	2.945
9 - 9.1	71	21	6.816	2.015	3.383
10 - 10.1	75	25	7.208	2.387	3.020
11 -11.1	83	25	7.992	2.387	3.348
12 - 12.1	91	31	8.776	2.945	2.980
13 - 13.1	103	35	9.952	3.317	3.000

SYMBOL

<2 Insensitive Clay

2-4 Low sensitive Clay

4-8 Medium sensitive Clay

8-16 Extra sensitive Clay

16 UP Quick Clay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-3 แสดงค่า Sensitivity ของดิน บริเวณ วัดเปร็ง

Site กรมชลประทาน Grid Ref.					
Depth	Reading		Su (t/m^2)		Sensitivity
m	Undisturb	Remold	Actual	Remold	
2 - 2.1	65	17	6.228	1.643	3.791
3 - 3.1	49	15	4.660	1.457	3.198
4 - 4.1	46	14	4.366	1.364	3.201
5 - 5.1	41	12	3.876	1.178	3.290
6 - 6.1	46	23	4.366	2.201	1.984
7 - 7.1	46	21	4.366	2.015	2.167
8 - 8.1	52	22	4.954	2.108	2.350
9 - 9.1	61	24	5.836	2.294	2.544
10 - 10.1	70	25	6.718	2.387	2.814
11 -11.1	79	37	7.600	3.503	2.170
12 -12.1	48	20	4.562	1.922	2.374

SYMBOL

<2	Insensitive Clay
2-4	Low sensitive Clay
4-8	Medium sensitive Clay
8-16	Extra sensitive Clay
16 UP	Quick Clay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-4 แสดงค่า Sensitivity ของดินบริเวณ บางนา-บางประกง (ขาเข้า) กม.39+400

Site บางนา-บางประกง (ขาเข้า) กม.39+400 Grid Ref.					
Depth	Reading		Su (t/m^2)		Sensitivity
m	Undisturb	Remold	Actual	Remold	
5 - 5.1	23	4	2.112	0.434	4.866
6 - 6.1	24	4	2.210	0.434	5.092
7 - 7.1	24	4	2.210	0.434	5.092
8 - 8.1	30	9	2.798	0.899	3.112
9 - 9.1	30	9	2.798	0.899	3.112
10 - 10.1	26	7	2.406	0.713	3.374
11 -11.1	29	7	2.700	0.713	3.787
12 -12.1	29	6	2.700	0.62	4.355
13 -13.1	32	6	2.994	0.62	4.829
14 - 14.1	42	9	3.974	0.899	4.420
15 - 15.1	45	10	4.268	0.992	4.302

SYMBOL

<2 Insensitive Clay

2-4 Low sensitive Clay

4-8 Medium sensitive Clay

8-16 Extra sensitive Clay

16 UP Quick Clay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-5 แสดงค่า Sensitivity ของดิน บริเวณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ (ข้างตึก L)

Site คณะวิศวกรรมศาสตร์ (ข้างตึก L) Grid Ref.					
Depth	Reading		Su (t/m^2)		Sensitivity
m	Undisturb	Remold	Actual	Remold	
2	15	3.80	1.457	0.415	3.507
3	18	4.50	1.736	0.481	3.613
4	17	4.00	1.643	0.434	3.786
5	17	4.00	1.643	0.434	3.786
6	20	9.00	1.922	0.899	2.138
7	21	6.00	2.015	0.620	3.250
8	17	5.00	1.643	0.527	3.118
9	21	8.50	2.015	0.853	2.364
10	32	7.50	3.038	0.760	4.000
11	32	7.50	3.038	0.760	4.000
12	36	9.00	3.410	0.899	3.793
13	30	7.00	2.852	0.713	4.000
14	31	9.00	2.945	0.899	3.276
15	34	10.00	3.224	0.992	3.250

SYMBOL

<2	Insensitive Clay
2-4	Low sensitive Clay
4-8	Medium sensitive Clay
8-16	Extra sensitive Clay
16 UP	Quick Clay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-6 แสดงค่า Sensitivity ของดิน บริเวณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Site	คณะเทคโนโลยีการเกษตร (บริเวณสระน้ำคณะเทคโนโลยีการเกษตร)				
Depth	Reading		Su (t/m^2)		Sensitivity
m	Undisturb	Remold	Actual	Remold	
2.5	12.50	8.20	1.083	0.825	1.313
3.5	13.50	9.00	1.181	0.899	1.314
4.5	19.50	9.00	1.769	0.899	1.968
5.5	11.50	5.00	0.985	0.527	1.869
6.5	18.00	8.50	1.622	0.853	1.903
7.5	18.00	9.00	1.622	0.899	1.804
8.5	25.00	10.00	2.308	0.992	2.327
9.5	13.00	5.00	1.132	0.527	2.148
10.5	15.50	10.50	1.377	1.039	1.326
11.5	10.00	9.50	0.838	0.946	0.886
12.5	51.00	17.50	4.856	1.690	2.874
13.5	65.00	20.00	6.228	1.922	3.240
14.5	69.50	20.00	6.669	1.922	3.470
15.5	79.50	18.50	7.649	1.783	4.291

SYMBOL

<2	Insensitive Clay
2-4	Low sensitive Clay
4-8	Medium sensitive Clay
8-16	Extra sensitive Clay
16 UP	Quick Clay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-7 แสดงค่า Sensitivity ของดิน บริเวณ ต.คลองอุดมชลจร อ.เมือง

Site	ต.คลองอุดมชลจร อ. เมือง				
Depth	Reding		Su(t/m^2)		Sensitivity
m	Undisturb	Remold	Actual	Remold	
1.5 - 1.6	55	20	4.95	1.25	4.13
2.5 - 2.6	67	9	6.03	0.54	4.17
4 - 4.1	12.5	7	0.75	0.42	1.79
5 - 5.1	46	15	4.14	0.9	4.60
6 - 6.1	40	14	3.6	0.84	4.28
8 - 8.1	44	16	3.95	0.96	4.13
10- 10.1	50	17.5	4.5	0.99	4.54

SYMBOL

<2 Insensitive Clay

2-4 Low sensitive Clay

4-8 Medium sensitive Clay

8-16 Extra sensitive Clay

16 UP Quick Clay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-8 แสดงค่า Sensitivity ของดิน บริเวณ ต.โพรงอากาศ อ. บางน้ำเปรี้ยว

Site ต.โพรงอากาศ อ. บางน้ำเปรี้ยว					
Grid Ref.					
Depth m	Reding		Su(t/m^2)		Sensitivity
	Undisturb	Remold	Actual	Remold	
2 - 2.1	71	21	4.26	1.26	3.38
3 - 3.1	64	19	3.87	1.14	3.39
4 - 4.1	51	14	3.06	0.04	3.64
5 - 5.1	78	12	4.68	0.72	6.50
6 - 6.1	63	10.5	3.78	0.63	6.00

SYMBOL

<2 Insensitive Clay

2-4 Low sensitive Clay

4-8 Medium sensitive Clay

8-16 Extra sensitive Clay

16 UP Quick Clay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-9 แสดงค่า Sensitivity ของดิน บริเวณ บางนา-บางประกง (ขาออก) กม.16+780

Site อ.บางปะกง บางนา-บางประกง (ขาออก) กม.16+780					
Grid Ref.					
Depth m	Reding		Su(t/m^2)		Sensitivity
	Undisturb	Remold	Actual	Remold	
3 - 3.1	35	10	3.29	0.99	3.31
4 - 4.1	22	5	2.01	0.53	3.82
5 - 5.1	20	4	1.82	0.43	4.19
6 - 6.1	21	3	1.92	0.34	5.62
7 - 7.1	20	3	1.82	0.34	5.33
8 - 8.1	26	5	2.41	0.53	4.57
9 - 9.1	27	6	2.50	0.62	4.04
10 - 10.1	30	6	2.80	0.62	4.51
11 -11.1	32	7	2.99	0.71	4.20
12 -12.1	43	8	4.07	0.81	5.05
13 -13.1	37	7	3.48	0.71	4.89
14 - 14.1	53	9	5.05	0.90	5.62
15 - 15.1	50	7	4.76	0.71	6.67

SYMBOL

<2 Insensitive Clay

2-4 Low sensitive Clay

4-8 Medium sensitive Clay

8-16 Extra sensitive Clay

16 UP Quick Clay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-10 แสดงค่า Sensitivity ของดิน บริเวณ บางนา-บางประกง (ขาเข้า) กม.16+800

Site อ.บางปะกง บางนา-บางประกง (ขาเข้า) กม.16+800					
Grid Ref.					
Depth m	Reding		Su(t/m^2)		Sensitivity
	Undisturb	Remold	Actual	Remold	
5 - 5.1	19	3	1.720	0.341	5.044
6 - 6.1	32	8	2.994	0.806	3.715
7 - 7.1	20	4	1.818	0.434	4.189
8 - 8.1	19	3	1.720	0.341	5.044
9 - 9.1	21	4	1.916	0.434	4.415
10 - 10.1	37	7	3.484	0.713	4.886
11 -11.1	20	4	1.818	0.434	4.189
12 -12.1	33	5	3.092	0.527	5.867
13 -13.1	28	5	2.602	0.527	4.937
14 - 14.1	41	9	3.876	0.899	4.311
15 - 15.1	54	10	5.150	0.992	5.192

SYMBOL

<2 Insensitive Clay

2-4 Low sensitive Clay

4-8 Medium sensitive Clay

8-16 Extra sensitive Clay

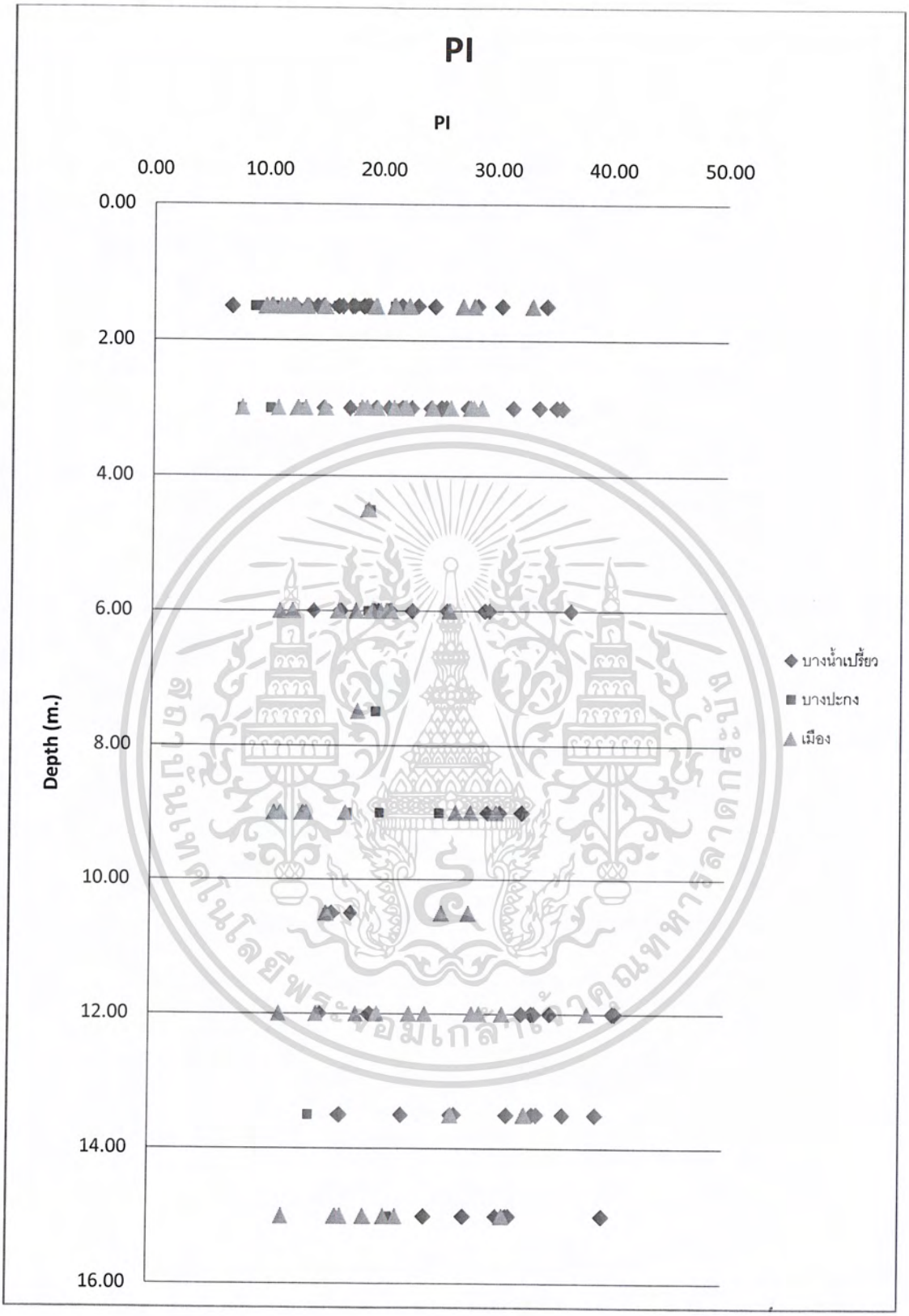
16 UP Quick Clay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

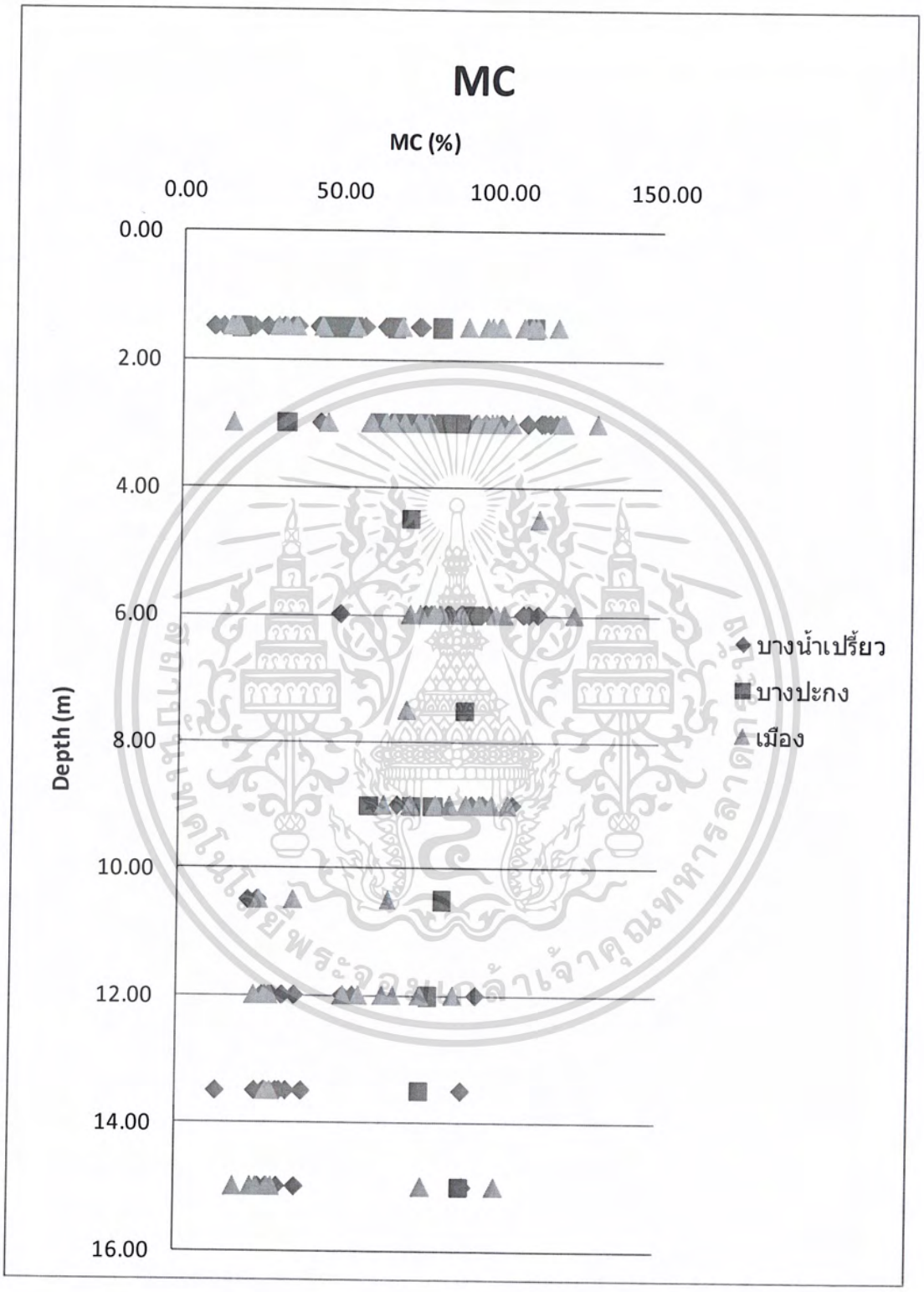
กราฟแสดงผลการทดสอบโดยวิธีต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



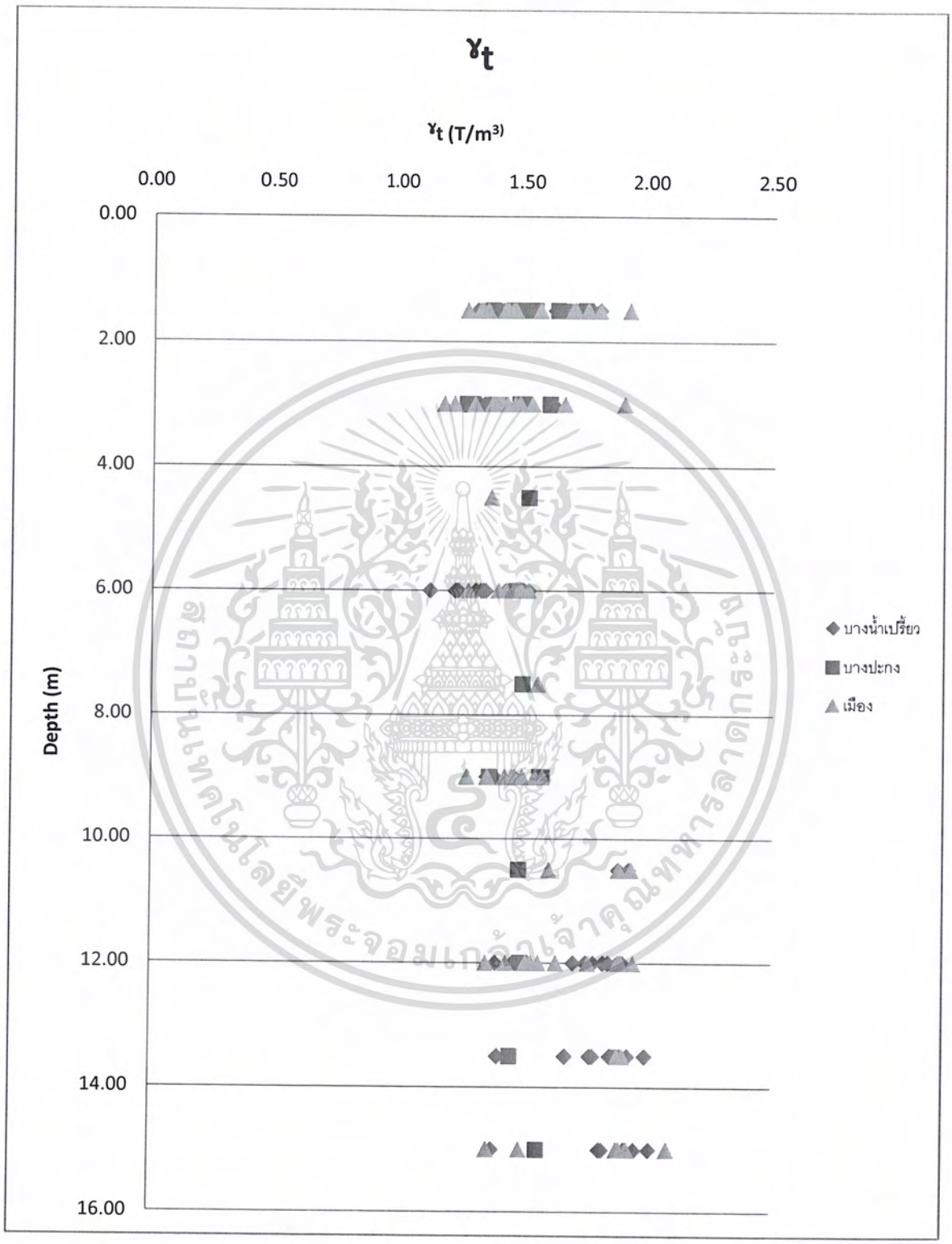
รูปที่ ข-1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความลึก (Depth,m)กับค่าPlastic Index

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



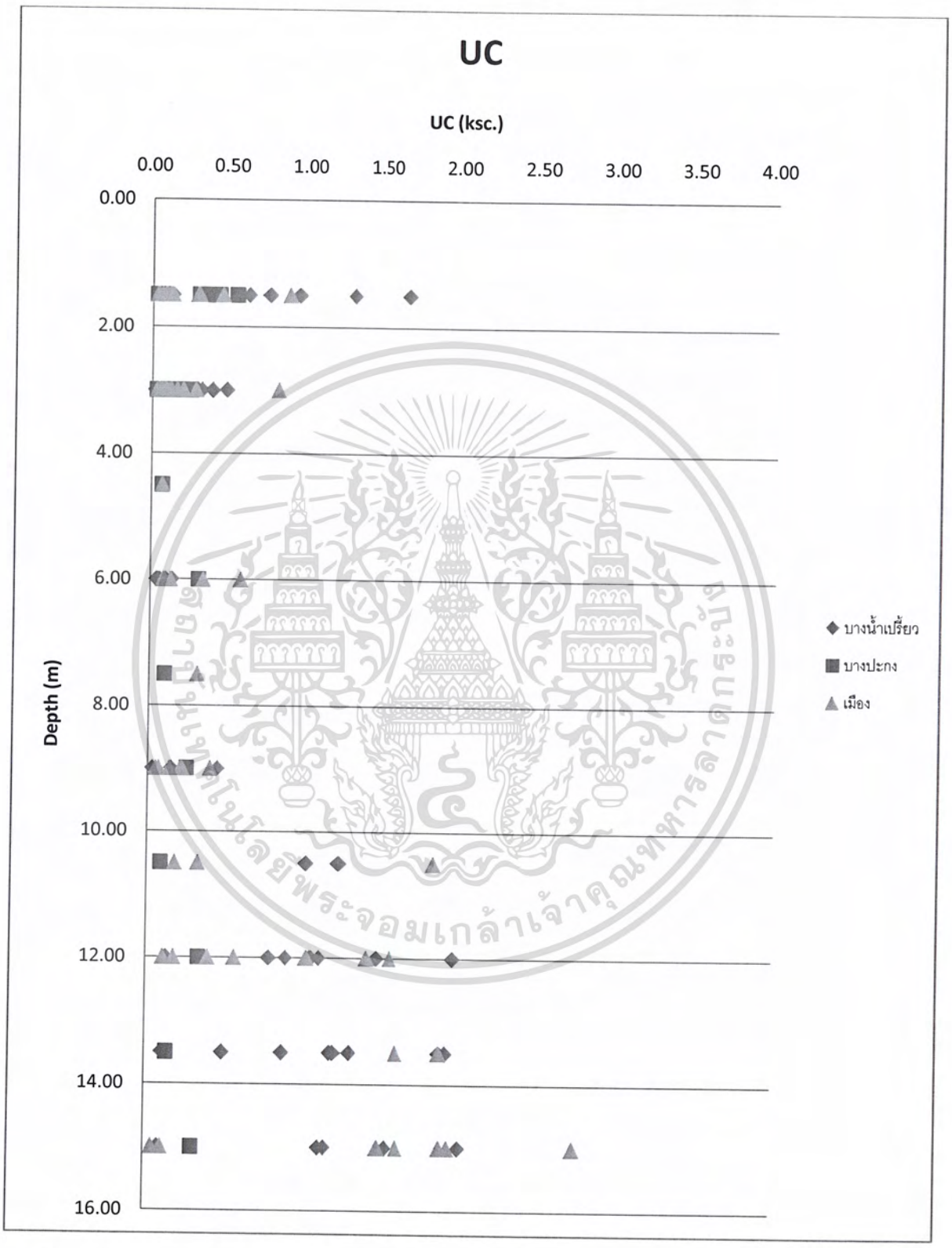
รูปที่ ข-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความลึก (Depth ,m)กับค่า Water Content (%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



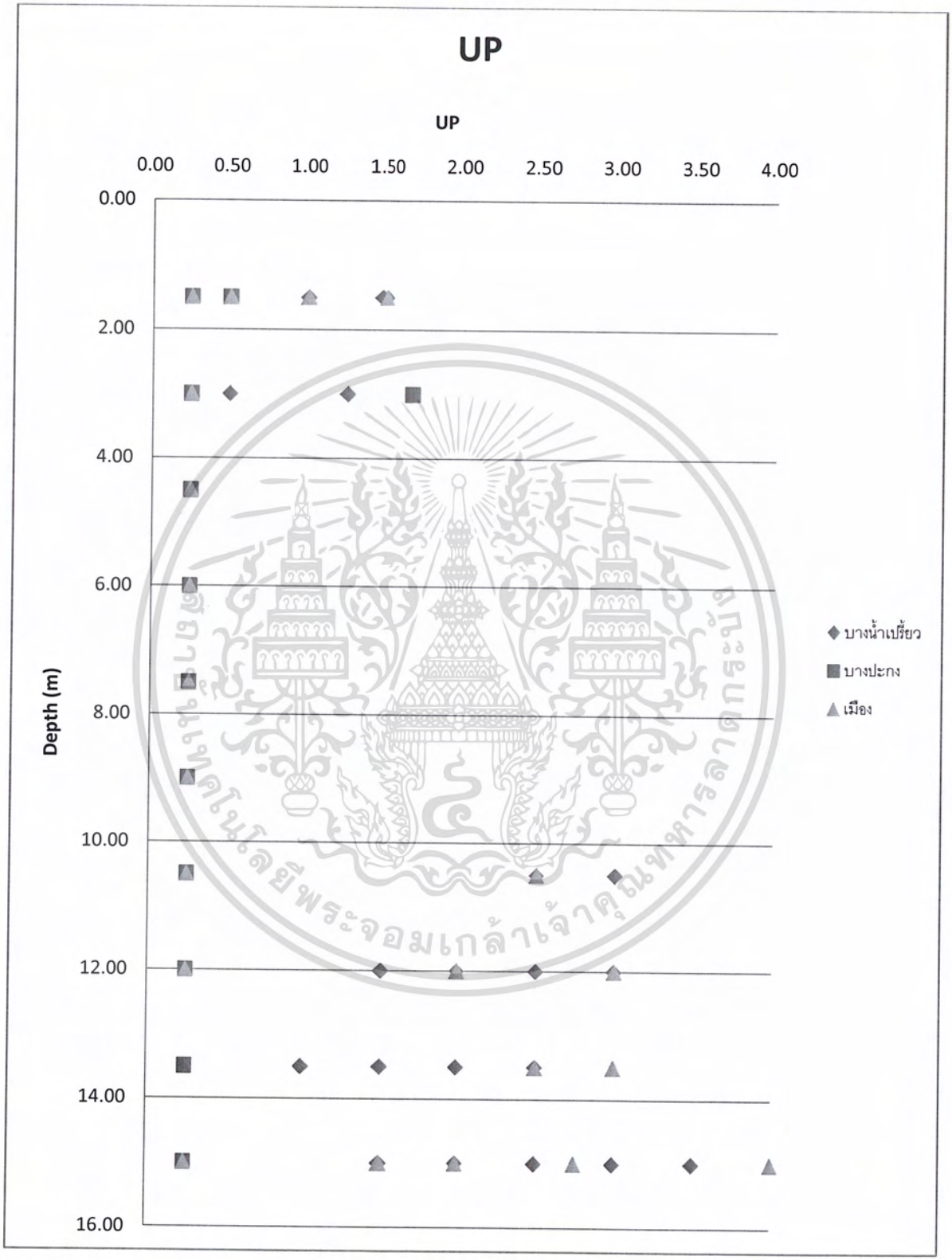
รูปที่ ข-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความลึก (Depth ,m)กับค่า Unit Weight (T/m^3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



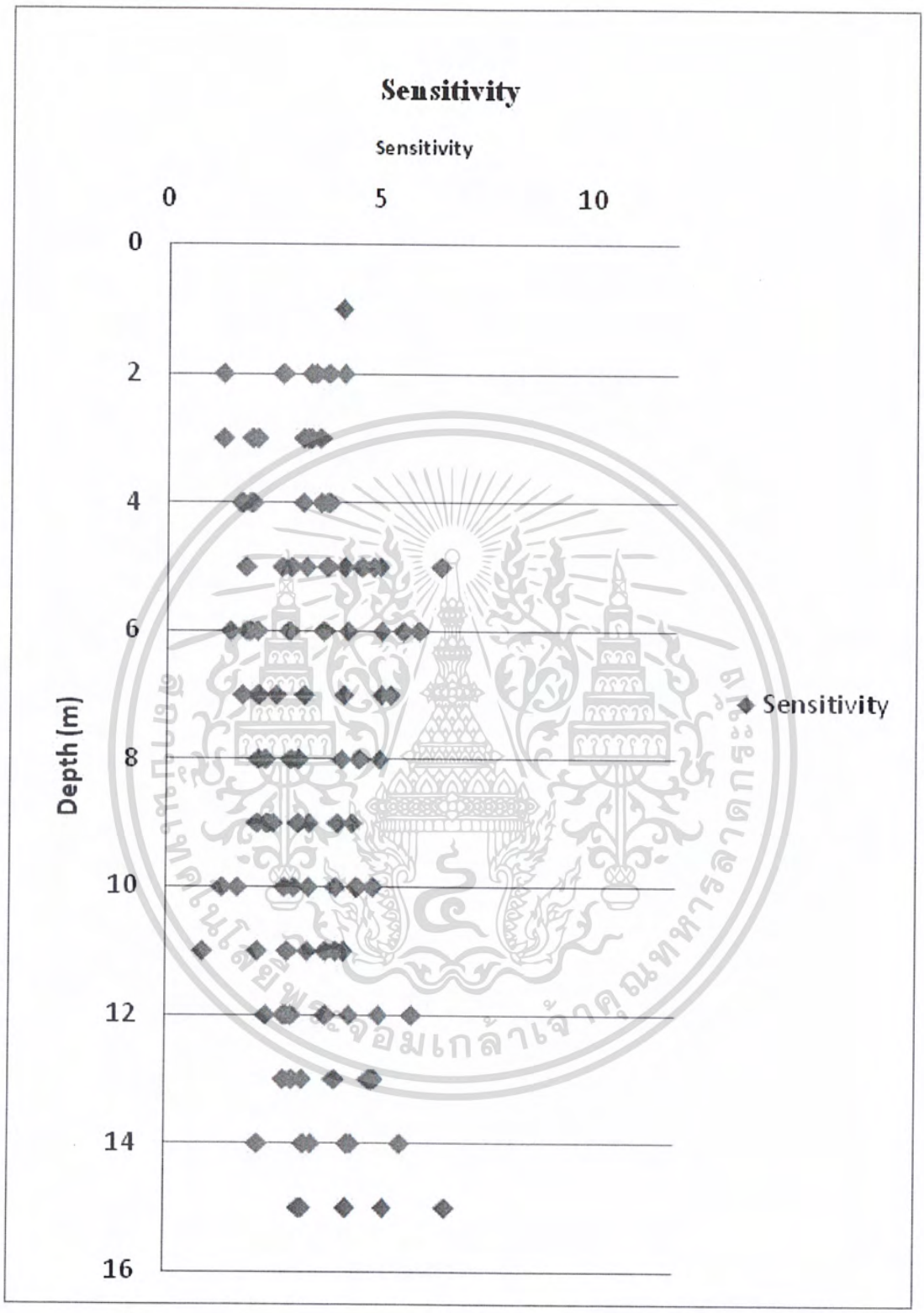
รูปที่ ข-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความลึก(Depth ,m)กับค่า Unconfined Compressive Strength (ksc.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



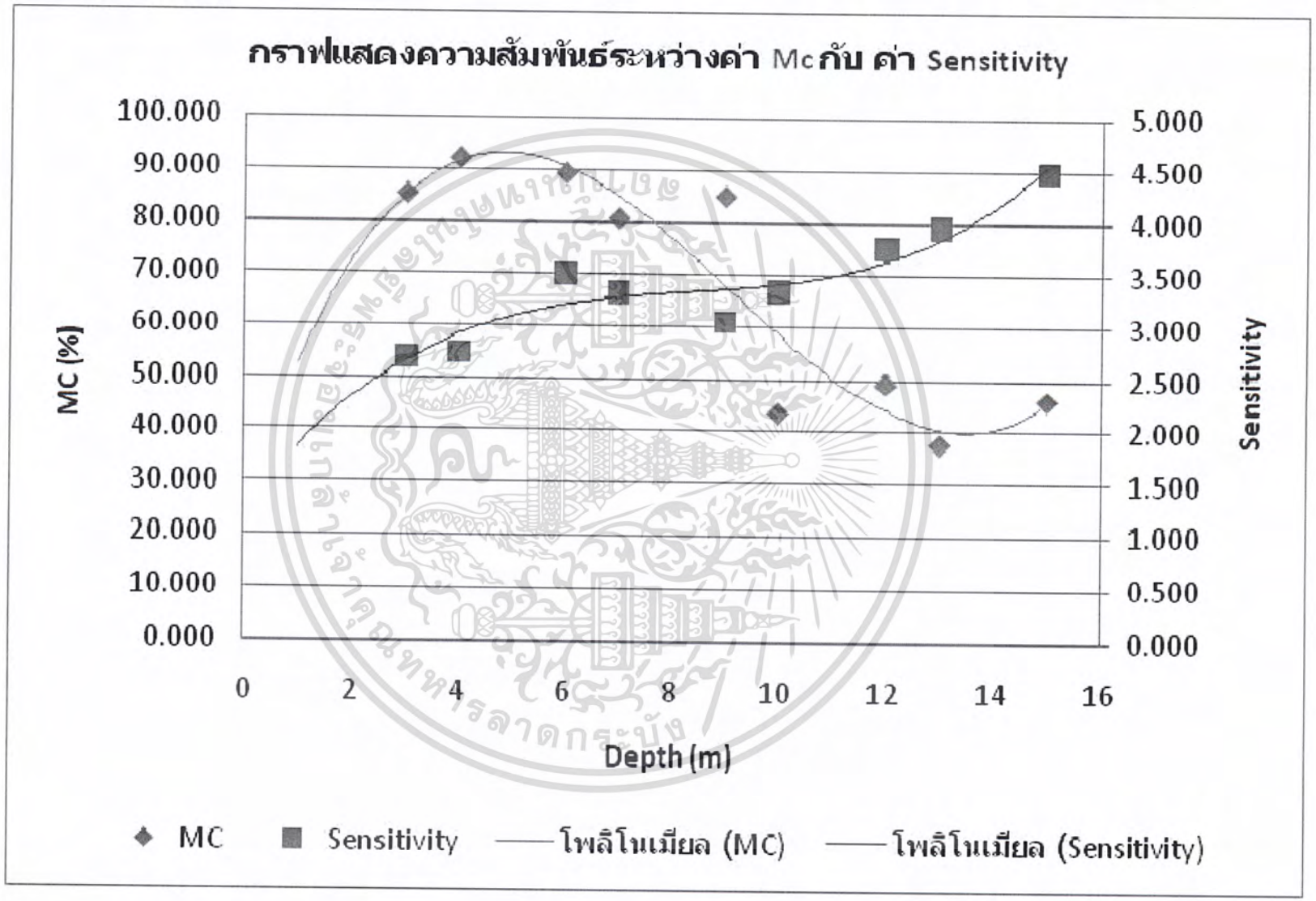
รูปที่ ข-5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความลึก(Depth ,m)กับค่า Unconfined

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข-6 แสดงถึงค่า Sensitivity ของพื้นที่ฝั่งตะวันตกของลุ่มแม่น้ำบางปะกง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Mc กับ ค่า Sensitivity
100.000
90.000
80.000
70.000
60.000
50.000
40.000
30.000
20.000
10.000
0.000
MC (%)
5.000
4.500
4.000
3.500
3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
0.500
0.000
Sensitivity
0
2
4
6
8
10
12
14
16
Depth (m)
MC
Sensitivity
โพลิโนเมียล (MC)
โพลิโนเมียล (Sensitivity)

ภาคผนวก ค

ข้อมูลผลการทดสอบโดยวิธี

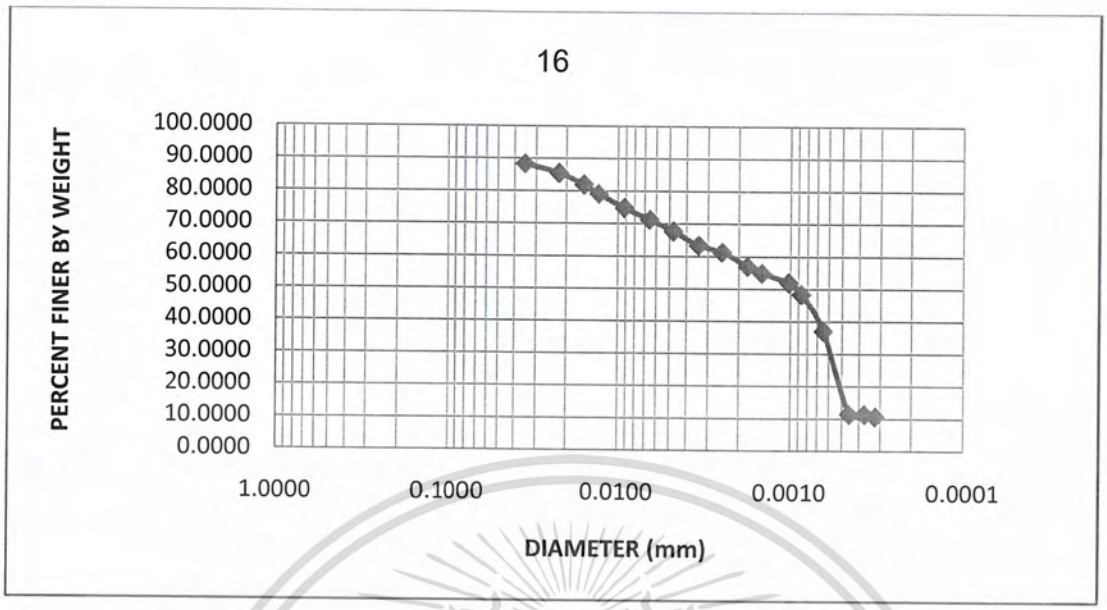
Hydrometer Analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-1 แสดงข้อมูลผลการทดลองโดยวิธี Hydrometer Analysis Test

HYDROMETER ANALYSIS TEST													
Gs OF SOIL			2.62		HYDROMETER TYPE		151H	NO.	334858				
ρ w			0.9968		CONTAINER NO.				16				
% FINER THAN NO. 200			100		WEIGHT OF DRY SOIL ,g				22.7				
F200			1.00		MENICUS CORRECTION ,cm				0.5				
Date	Time	Elapsed Time (min)	r	R=1000(r-1)	Temp. (C)	μ millipoise	GT	Rc	% F	H (cm)	K	D (mm)	% F'
11-ม.ค.-11	18.52	2	1.0139	13.9	24.5	9.055	0.9972	12.4	88.3450	14.269	0.013026	0.0348	88.3450
11-ม.ค.-11	18.55	5	1.0135	13.5	24.5	9.055	0.9972	12.0	85.4952	14.376	0.013026	0.0221	85.4952
11-ม.ค.-11	19.00	10	1.0130	13.0	24	9.160	0.9973	11.5	81.9329	14.510	0.013102	0.0158	81.9329
11-ม.ค.-11	19.05	15	1.0126	12.6	24	9.160	0.9973	11.1	79.0830	14.617	0.013102	0.0129	79.0830
11-ม.ค.-11	19.20	30	1.0120	12.0	24	9.160	0.9973	10.5	74.8083	14.778	0.013102	0.0092	74.8083
11-ม.ค.-11	19.50	60	1.0115	11.5	23	9.160	0.9976	10.0	71.2460	14.912	0.013106	0.0065	71.2460
11-ม.ค.-11	20.50	120	1.0110	11.0	22	9.610	0.9978	9.5	67.6837	15.046	0.013426	0.0048	67.6837
11-ม.ค.-11	22.50	240	1.0104	10.4	21.5	9.725	0.9979	8.9	63.4089	15.207	0.013507	0.0034	63.4089
12-ม.ค.-11	2.50	480	1.0101	10.1	19	10.340	0.9984	8.6	61.2716	15.287	0.013933	0.0025	61.2716
12-ม.ค.-11	10.50	960	1.0095	9.5	19	10.340	0.9984	8.0	56.9968	15.448	0.013933	0.0018	56.9968
12-ม.ค.-11	18.50	1440	1.0092	9.2	18	10.600	0.9986	7.7	54.8594	15.528	0.014109	0.0015	54.8594
13-ม.ค.-11	18.50	2880	1.0088	8.8	19	10.340	0.9984	7.3	52.0096	15.635	0.013933	0.0010	52.0096
14-ม.ค.-11	18.50	4320	1.0083	8.3	17	10.880	0.9988	6.8	48.4473	15.769	0.014297	0.0009	48.4473
16-ม.ค.-11	18.50	7200	1.0067	6.7	21	9.840	0.9980	5.2	37.0479	16.197	0.013588	0.0006	37.0479
24-ม.ค.-11	18.50	14400	1.0031	3.1	24	9.160	0.9973	1.6	11.3994	17.162	0.013102	0.0005	11.3994
26-ม.ค.-11	18.50	21600	1.0031	3.1	24	9.160	0.9973	1.6	11.3994	17.162	0.013102	0.0004	11.3994
31-ม.ค.-11	18.50	28800	1.0030	3.0	24	9.160	0.9973	1.5	10.6869	17.188	0.013102	0.0003	10.6869

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-1 กราฟแสดงการกระจายตัวของขนาดเม็ดดินโดยวิธีการตกตะกอน

ตารางที่ ค-2 แสดงชนิดของเม็ดดินและปริมาณเป็นเปอร์เซนต์

type	(%)
sand	-
silt	17.0990
clay&colloidal	82.9010

1. กลุ่มอนุภาคขนาดทราย (เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.76-0.075 ม.ม.)
2. กลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้ง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.075-0.005 ม.ม.)
3.กลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว (เส้นผ่าศูนย์กลาง < 0.005 ม.ม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

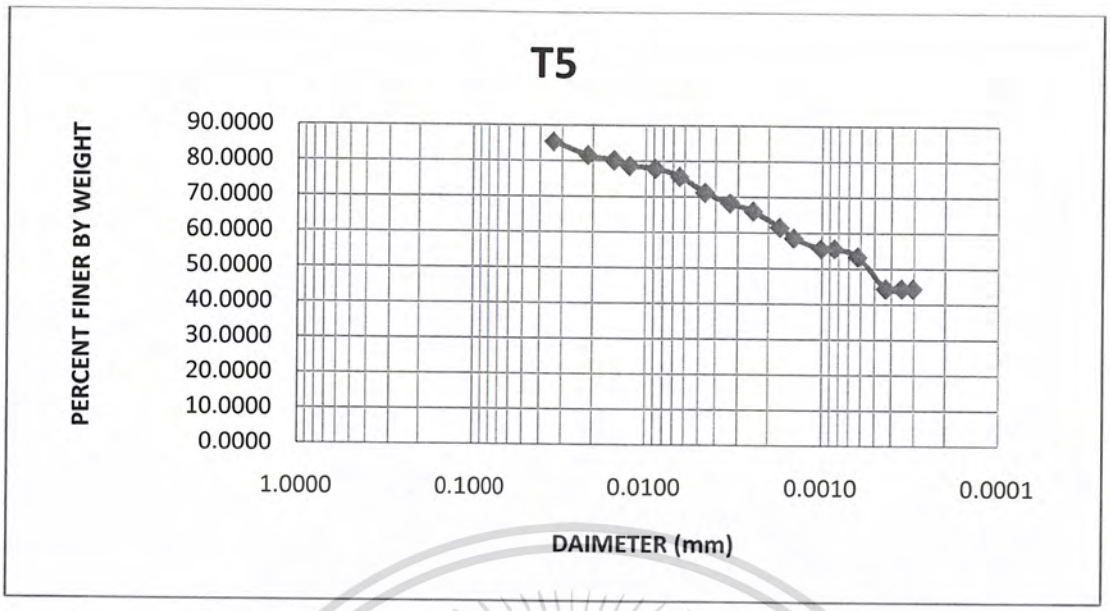
ตารางที่ ค-3 แสดงข้อมูลผลการทดลองโดยวิธี Hydrometer Analysis Test

HYDROMETER ANALYSIS TEST

Gs OF SOIL	2.68	HYDROMETER TYPE	151H	NO.	334858
ρ w	0.9968	CONTAINER NO.		T5	
% FINER THAN NO. 200	100	WEIGHT OF DRY SOIL ,g		21.5	
F200	1.00	MENICUS CORRECTION ,cm		0.5	

Date	Time	Elapsed Time (min)	r	R=1000(r-1)	Temp. (C)	μ millipoise	GT	Rc	% F	H (cm)	K	D (mm)	% F
11-ม.ค.-11	18.12	2	1.013	13.0	27	8.55	0.9965	11.5	85.3267	14.510	0.012423	0.0335	85.3267
11-ม.ค.-11	18.15	5	1.0125	12.5	26.5	8.65	0.9967	11.0	81.6168	14.644	0.012497	0.0214	81.6168
11-ม.ค.-11	18.20	10	1.0123	12.3	26.5	8.65	0.9967	10.8	80.1329	14.698	0.012497	0.0152	80.1329
11-ม.ค.-11	18.25	15	1.0121	12.1	26.5	8.65	0.9967	10.6	78.6489	14.751	0.012497	0.0124	78.6489
11-ม.ค.-11	18.45	30	1.012	12.0	26	8.75	0.9968	10.5	77.9070	14.778	0.012570	0.0088	77.9070
11-ม.ค.-11	19.10	60	1.0117	11.7	24	9.16	0.9973	10.2	75.6811	14.858	0.012867	0.0064	75.6811
11-ม.ค.-11	20.10	120	1.0111	11.1	23	9.38	0.9976	9.6	71.2292	15.019	0.013023	0.0046	71.2292
11-ม.ค.-11	22.10	240	1.0107	10.7	22	9.61	0.9978	9.2	68.2614	15.126	0.013184	0.0033	68.2614
12-ม.ค.-11	2.10	480	1.0104	10.4	18.5	10.47	0.9985	8.9	66.0354	15.207	0.013769	0.0025	66.0354
12-ม.ค.-11	10.10	960	1.0098	9.8	19	10.34	0.9984	8.3	61.5836	15.367	0.013682	0.0017	61.5836
12-ม.ค.-11	18.10	1440	1.0094	9.4	18	10.6	0.9986	7.9	58.6157	15.474	0.013855	0.0014	58.6157
13-ม.ค.-11	18.10	2880	1.009	9.0	19	10.34	0.9984	7.5	55.6478	15.582	0.013682	0.0010	55.6478
14-ม.ค.-11	18.10	4320	1.009	9.0	17	10.88	0.9988	7.5	55.6478	15.582	0.014040	0.0008	55.6478
16-ม.ค.-11	18.10	7200	1.0087	8.7	21	9.84	0.9980	7.2	53.4219	15.662	0.013343	0.0006	53.4219
24-ม.ค.-11	18.10	14400	1.0075	7.5	24	9.16	0.9973	6.0	44.5183	15.983	0.012867	0.0004	44.5183
26-ม.ค.-11	18.10	21600	1.0075	7.5	24	9.16	0.9973	6.0	44.5183	15.983	0.012867	0.0004	44.5183
31-ม.ค.-11	18.10	28800	1.0075	7.5	24	9.16	0.9973	6.0	44.5183	15.983	0.012867	0.0003	44.5183

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-2 กราฟแสดงการกระจายตัวของขนาดเม็ดดินโดยวิธีการตกตะกอน

ตารางที่ ค-4 แสดงชนิดของเม็ดดินและปริมาณเป็นเปอร์เซนต์

type	(%)
sand	-
silt	9.6456
clay&colloidal	90.3544

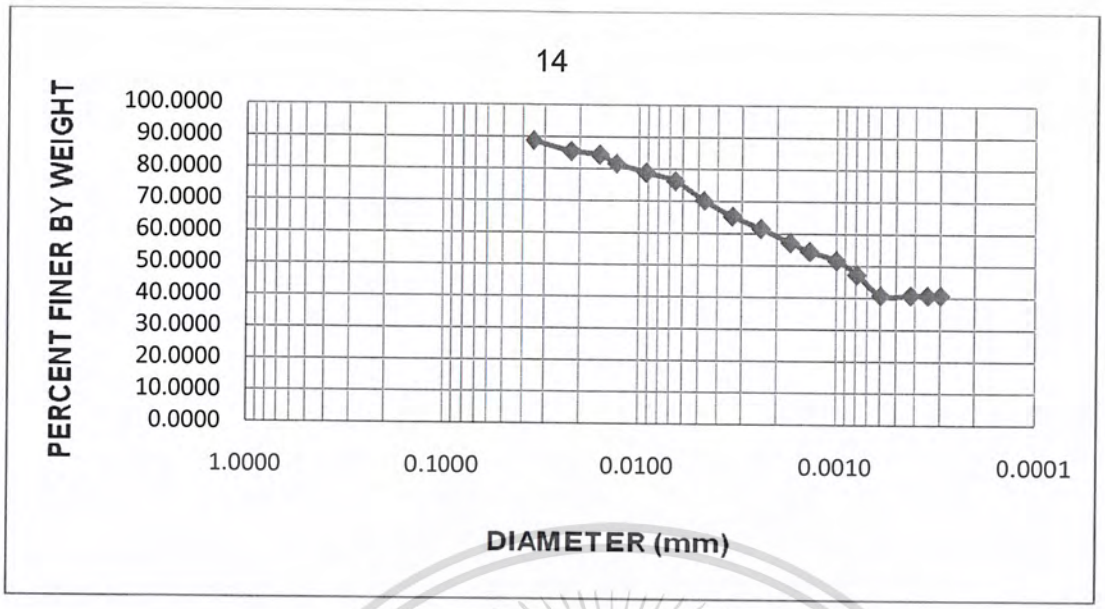
1. กลุ่มอนุภาคขนาดทราย (เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.76-0.075 ม.ม.)
2. กลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้ง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.075-0.005 ม.ม.)
3.กลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว (เส้นผ่าศูนย์กลาง < 0.005 ม.ม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-5 แสดงข้อมูลผลการทดลองโดยวิธี Hydrometer Analysis Test

HYDROMETER ANALYSIS TEST													
Gs OF SOIL				2.7		HYDROMETER TYPE		151H	NO.		334858		
ρ w				0.9968		CONTAINER NO.					14		
% FINER THAN NO. 200				100		WEIGHT OF DRY SOIL ,g					29.18		
F200				1.00		MENICUS CORRECTION ,cm					0.5		
Date	Time	Elapsed Time (min)	r	R=1000(r-1)	Temp. (C)	μ millipoise	GT	Re	% F	H (cm)	K	D (mm)	% F'
12-ม.ค.-11	17.57	2	1.0178	17.8	20	10.09	0.9982	16.3	88.7191	13.225	0.013434	0.0345	88.7191
12-ม.ค.-11	18.00	5	1.0172	17.2	20	10.09	0.9982	15.7	85.4534	13.386	0.013434	0.0220	85.4534
12-ม.ค.-11	18.05	10	1.017	17.0	19.5	10.415	0.9983	15.5	84.3648	13.439	0.013650	0.0158	84.3648
12-ม.ค.-11	18.10	15	1.0165	16.5	19.5	10.415	0.9983	15.0	81.6433	13.573	0.013650	0.0130	81.6433
12-ม.ค.-11	18.25	30	1.016	16.0	19	10.34	0.9984	14.5	78.9219	13.707	0.013602	0.0092	78.9219
12-ม.ค.-11	18.55	60	1.0155	15.5	19	10.34	0.9984	14.0	76.2005	13.841	0.013602	0.0065	76.2005
12-ม.ค.-11	19.55	120	1.0144	14.4	19	10.34	0.9984	12.9	70.2133	14.135	0.013602	0.0047	70.2133
12-ม.ค.-11	21.55	240	1.0135	13.5	18.5	10.47	0.9963	12.0	65.3147	14.376	0.013664	0.0033	65.3147
13-ม.ค.-11	1.55	480	1.0128	12.8	18	10.6	0.9986	11.3	61.5047	14.564	0.013774	0.0024	61.5047
13-ม.ค.-11	9.55	960	1.012	12.0	18	10.6	0.9986	10.5	57.1503	14.778	0.013774	0.0017	57.1503
13-ม.ค.-11	17.55	1440	1.0115	11.5	20	10.09	0.9982	10.0	54.4289	14.912	0.013434	0.0014	54.4289
14-ม.ค.-11	17.55	2880	1.011	11.0	18	10.6	0.9986	9.5	51.7075	15.046	0.013774	0.0010	51.7075
15-ม.ค.-11	17.55	4320	1.0102	10.2	21	9.84	0.9980	8.7	47.3531	15.260	0.013264	0.0008	47.3531
17-ม.ค.-11	17.55	7200	1.009	9.0	24	9.16	0.9973	7.5	40.8217	15.582	0.012791	0.0006	40.8217
25-ม.ค.-11	17.55	14400	1.009	9.0	24	9.16	0.9973	7.5	40.8217	15.582	0.012791	0.0004	40.8217
27-ม.ค.-11	17.55	21600	1.009	9.0	24	9.16	0.9973	7.5	40.8217	15.582	0.012791	0.0003	40.8217
1-ก.พ.-11	17.55	28800	1.009	9.0	24	9.16	0.9973	7.5	40.8217	15.582	0.012791	0.0003	40.8217

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-3 กราฟแสดงการกระจายตัวของขนาดเม็ดดินโดยวิธีการตกตะกอน

ตารางที่ ค-6 แสดงชนิดของเม็ดดินและปริมาณเป็นเปอร์เซนต์

type	(%)
sand	-
silt	12.5186
clay&colloidal	87.4814

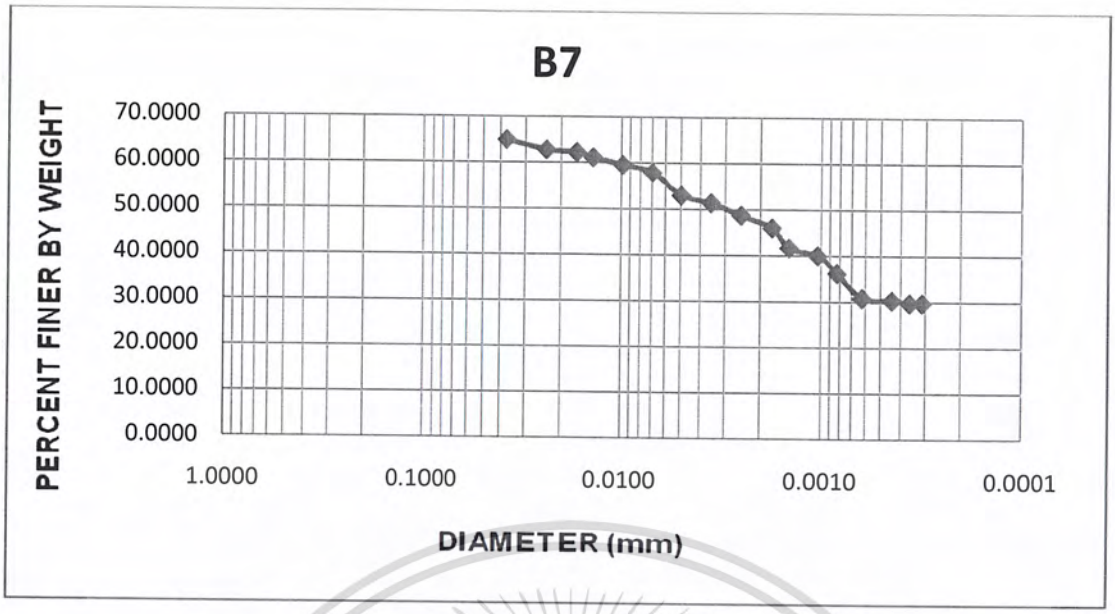
1. กลุ่มอนุภาคขนาดทราย (เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.76-0.075 ม.ม.)
2. กลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้ง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.075-0.005 ม.ม.)
3.กลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว (เส้นผ่าศูนย์กลาง < 0.005 ม.ม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-7 แสดงข้อมูลผลการทดลองโดยวิธี Hydrometer Analysis Test

HYDROMETER ANALYSIS TEST													
Gs OF SOIL				2.6		HYDROMETER TYPE		151H	NO.		334858		
ρ w				0.9968		CONTAINER NO.					B7		
% FINER THAN NO. 200				100		WEIGHT OF DRY SOIL ,g					30.03		
F200				1.00		MENICUS CORRECTION ,cm					0.5		
Date	Time	Elapsed Time (min)	r	R=1000(r-1)	Temp. (C)	μ millipoise	GT	Rc	% F	H (cm)	K	D (mm)	% F'
12-ม.ค.-11	18.27	2	1.0135	13.5	20	10.09	0.9982	12.0	64.9351	14.376	0.013847	0.0371	64.9351
12-ม.ค.-11	18.30	5	1.0131	13.1	20	10.09	0.9982	11.6	62.7706	14.484	0.013847	0.0236	62.7706
12-ม.ค.-11	18.35	10	1.013	13.0	20	10.09	0.9982	11.5	62.2294	14.510	0.013847	0.0167	62.2294
12-ม.ค.-11	18.40	15	1.0128	12.8	19	10.34	0.9984	11.3	61.1472	14.564	0.014020	0.0138	61.1472
12-ม.ค.-11	18.55	30	1.0125	12.5	19	10.34	0.9984	11.0	59.5238	14.644	0.014020	0.0098	59.5238
12-ม.ค.-11	19.25	60	1.0122	12.2	19	10.34	0.9984	10.7	57.9004	14.725	0.014020	0.0069	57.9004
12-ม.ค.-11	20.25	120	1.0113	11.3	18.5	10.47	0.9963	9.8	53.0303	14.966	0.014083	0.0050	53.0303
12-ม.ค.-11	22.25	240	1.011	11.0	18.5	10.47	0.9963	9.5	51.4069	15.046	0.014083	0.0035	51.4069
13-ม.ค.-11	2.25	480	1.0105	10.5	18.5	10.47	0.9963	9.0	48.7013	15.180	0.014083	0.0025	48.7013
13-ม.ค.-11	10.25	960	1.01	10.0	20	10.09	0.9982	8.5	45.9957	15.314	0.013847	0.0017	45.9957
13-ม.ค.-11	18.25	1440	1.0092	9.2	20	10.09	0.9982	7.7	41.6667	15.528	0.013847	0.0014	41.6667
14-ม.ค.-11	18.25	2880	1.0089	8.9	18.5	10.47	0.9963	7.4	40.0433	15.608	0.014083	0.0010	40.0433
15-ม.ค.-11	18.25	4320	1.0082	8.2	21	9.84	0.9980	6.7	36.2554	15.796	0.013672	0.0008	36.2554
17-ม.ค.-11	18.25	7200	1.0072	7.2	24	9.16	0.9973	5.7	30.8442	16.064	0.013184	0.0006	30.8442
25-ม.ค.-11	18.25	14400	1.0071	7.1	24	9.16	0.9973	5.6	30.3030	16.090	0.013184	0.0004	30.3030
27-ม.ค.-11	18.25	21600	1.007	7.0	24	9.16	0.9973	5.5	29.7619	16.117	0.013184	0.0004	29.7619
1-ก.พ.-11	18.25	28800	1.007	7.0	24	9.16	0.9973	5.5	29.7619	16.117	0.013184	0.0003	29.7619

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-4 กราฟแสดงการกระจายตัวของขนาดเม็ดดินโดยวิธีการตกตะกอน

ตารางที่ ค-8 แสดงชนิดของเม็ดดินและปริมาณเป็นเปอร์เซนต์

type	(%)
sand	-
silt	7.0346
clay&colloidal	92.9654

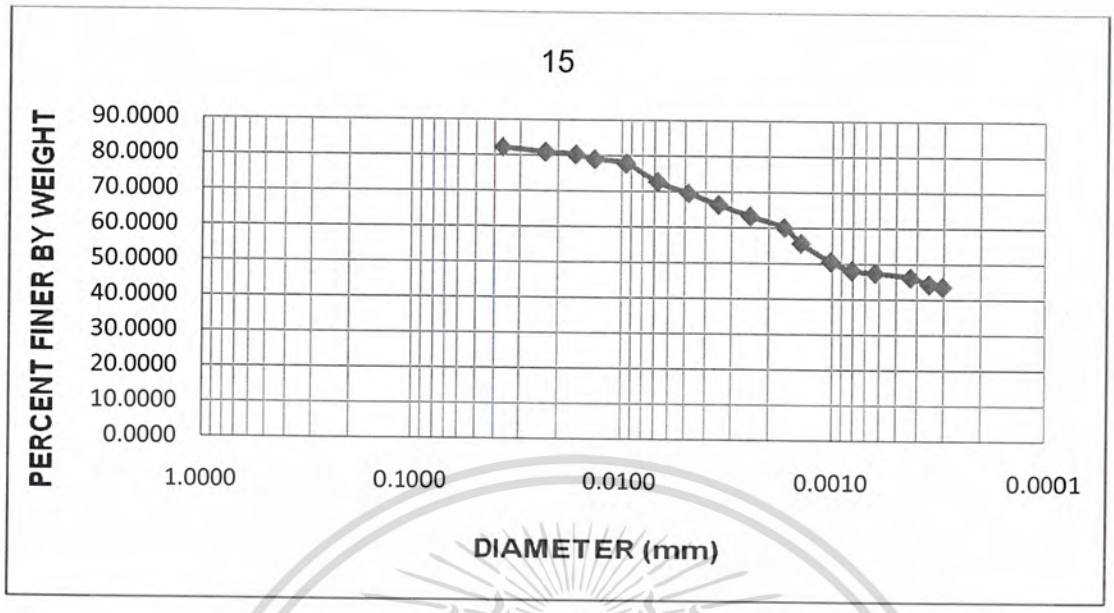
1. กลุ่มอนุภาคขนาดทราย (เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.76-0.075 ม.ม.)
2. กลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้ง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.075-0.005 ม.ม.)
3.กลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว (เส้นผ่าศูนย์กลาง < 0.005 ม.ม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-9 แสดงข้อมูลผลการทดลองโดยวิธี Hydrometer Analysis Test

HYDROMETER ANALYSIS TEST												
Gs OF SOIL			2.65		HYDROMETER TYPE		151H	NO.		334858		
ρ w			0.9968		CONTAINER NO.					15		
% FINER THAN NO. 200			100		WEIGHT OF DRY SOIL ,g					25.39		
F200			1.00		MENICUS CORRECTION ,cm					0.5		
Date	Time	Elapsed Time (min)	r	R=1000(r-1)	Temp. (C)	μ millipoise	GT	Rc	% F	H (cm)	K	D (mm)	% F
11-ม.ค.-54	18.52	2	1.0145	14.5	20	10.09	0.9982	13.0	82.2323	14.109	0.013636	0.0362	82.2323
11-ม.ค.-54	18.55	5	1.0143	14.3	20	10.09	0.9982	12.8	80.9672	14.162	0.013636	0.0229	80.9672
11-ม.ค.-54	19.00	10	1.0142	14.2	19.5	10.415	0.9983	12.7	80.3347	14.189	0.013855	0.0165	80.3347
11-ม.ค.-54	19.05	15	1.014	14.0	19	10.34	0.9984	12.5	79.0695	14.243	0.013806	0.0135	79.0695
11-ม.ค.-54	19.20	30	1.0138	13.8	19	10.34	0.9984	12.3	77.8044	14.296	0.013806	0.0095	77.8044
11-ม.ค.-54	19.50	60	1.013	13.0	19	10.34	0.9984	11.5	72.7440	14.510	0.013806	0.0068	72.7440
11-ม.ค.-54	20.50	120	1.0125	12.5	19	10.34	0.9984	11.0	69.5812	14.644	0.013806	0.0048	69.5812
11-ม.ค.-54	22.50	240	1.012	12.0	18	10.6	0.9986	10.5	66.4184	14.778	0.013981	0.0035	66.4184
12-ม.ค.-54	2.50	480	1.0115	11.5	18.5	10.47	0.9963	10.0	63.2556	14.912	0.013869	0.0024	63.2556
12-ม.ค.-54	10.50	960	1.011	11.0	21	9.84	0.9980	9.5	60.0929	15.046	0.013464	0.0017	60.0929
12-ม.ค.-54	18.50	1440	1.0103	10.3	20	10.09	0.9982	8.8	55.6650	15.233	0.013636	0.0014	55.6650
13-ม.ค.-54	18.50	2880	1.0095	9.5	18.5	10.47	0.9963	8.0	50.6045	15.448	0.013869	0.0010	50.6045
14-ม.ค.-54	18.50	4320	1.0091	9.1	21	9.84	0.9980	7.6	48.0743	15.555	0.013464	0.0008	48.0743
16-ม.ค.-54	18.50	7200	1.009	9.0	21	9.84	0.9980	7.5	47.4417	15.582	0.013464	0.0006	47.4417
24-ม.ค.-54	18.50	14400	1.0088	8.8	24	9.16	0.9973	7.3	46.1766	15.635	0.012983	0.0004	46.1766
26-ม.ค.-54	18.50	21600	1.0085	8.5	24	9.16	0.9973	7.0	44.2789	15.715	0.012983	0.0004	44.2789
31-ม.ค.-54	18.50	28800	1.0084	8.4	24	9.16	0.9973	6.9	43.6464	15.742	0.012983	0.0003	43.6464

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-5 กราฟแสดงการกระจายตัวของขนาดเม็ดดินโดยวิธีการตกตะกอน

ตารางที่ ค-10 แสดงชนิดของเม็ดดินและปริมาณเป็นเปอร์เซนต์

type	(%)
sand	-
silt	9.4883
clay&colloidal	90.5117

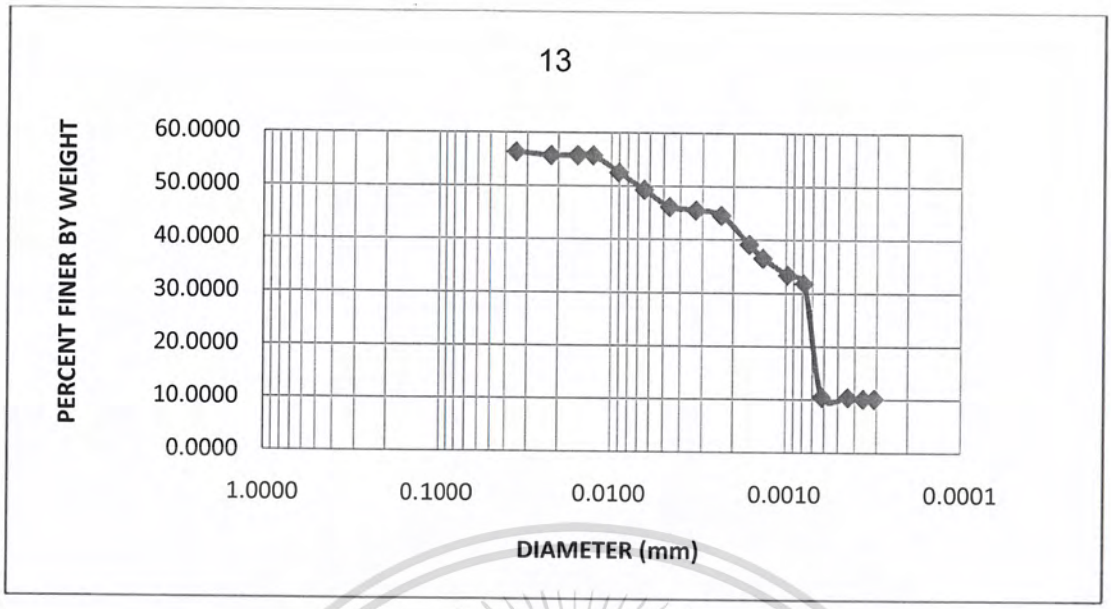
1. กลุ่มอนุภาคขนาดทราย (เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.76-0.075 ม.ม.)
2. กลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้ง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.075-0.005 ม.ม.)
3.กลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว (เส้นผ่าศูนย์กลาง < 0.005 ม.ม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-11 แสดงข้อมูลผลการทดลองโดยวิธี Hydrometer Analysis Test

HYDROMETER ANALYSIS TEST													
Gs OF SOIL			2.69		HYDROMETER TYPE		151H	NO.	334858				
ρ w			0.9968		CONTAINER NO.				13				
% FINER THAN NO. 200			100		WEIGHT OF DRY SOIL ,g				50				
F200			1.00		MENICUS CORRECTION ,cm				0.5				
Date	Time	Elapsed Time (min)	r	R=1000(r-1)	Temp. (C)	μ millipoise	GT	Re	% F	H (cm)	K	D (mm)	% F'
11-ม.ค.-54	19.12	2	1.0192	19.2	19.5	10.415	0.9983	17.7	56.3467	12.850	0.013690	0.0347	56.3467
11-ม.ค.-54	19.15	5	1.019	19.0	19.5	10.415	0.9983	17.5	55.7101	12.904	0.013690	0.0220	55.7101
11-ม.ค.-54	19.20	10	1.019	19.0	19.5	10.415	0.9983	17.5	55.7101	12.904	0.013690	0.0156	55.7101
11-ม.ค.-54	19.25	15	1.019	19.0	19	10.34	0.9984	17.5	55.7101	12.904	0.013642	0.0127	55.7101
11-ม.ค.-54	19.40	30	1.018	18.0	19	10.34	0.9984	16.5	52.5266	13.171	0.013642	0.0090	52.5266
11-ม.ค.-54	20.10	60	1.017	17.0	19	10.34	0.9984	15.5	49.3432	13.439	0.013642	0.0065	49.3432
11-ม.ค.-54	21.10	120	1.016	16.0	19	10.34	0.9984	14.5	46.1598	13.707	0.013642	0.0046	46.1598
11-ม.ค.-54	23.10	240	1.0158	15.8	19	10.34	0.9984	14.3	45.5231	13.760	0.013642	0.0033	45.5231
12-ม.ค.-54	3.10	480	1.0155	15.5	18	10.6	0.9986	14.0	44.5680	13.841	0.013814	0.0023	44.5680
12-ม.ค.-54	11.10	960	1.0138	13.8	21	9.84	0.9980	12.3	39.1562	14.296	0.013304	0.0016	39.1562
12-ม.ค.-54	19.10	1440	1.013	13.0	20	10.09	0.9982	11.5	36.6095	14.510	0.013474	0.0014	36.6095
13-ม.ค.-54	19.10	2880	1.012	12.0	19	10.34	0.9984	10.5	33.4260	14.778	0.013642	0.0010	33.4260
14-ม.ค.-54	19.10	4320	1.0115	11.5	21	9.84	0.9980	10.0	31.8343	14.912	0.013304	0.0008	31.8343
16-ม.ค.-54	19.10	7200	1.0048	4.8	24	9.16	0.9973	3.3	10.5053	16.706	0.012829	0.0006	10.5053
24-ม.ค.-54	19.10	14400	1.0048	4.8	24	9.16	0.9973	3.3	10.5053	16.706	0.012829	0.0004	10.5053
26-ม.ค.-54	19.10	21600	1.0047	4.7	24	9.16	0.9973	3.2	10.1870	16.733	0.012829	0.0004	10.1870
31-ม.ค.-54	19.10	28800	1.0047	4.7	24	9.16	0.9973	3.2	10.1870	16.733	0.012829	0.0003	10.1870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-6 กราฟแสดงการกระจายตัวของขนาดเม็ดดินโดยวิธีการตกตะกอน

ตารางที่ ค-12 แสดงชนิดของเม็ดดินและปริมาณเป็นเปอร์เซนต์

type	(%)
sand	-
silt	7.0036
clay&colloidal	92.9964

1. กลุ่มอนุภาคขนาดทราย (เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.76-0.075 ม.ม.)
2. กลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้ง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.075-0.005 ม.ม.)
3.กลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว (เส้นผ่าศูนย์กลาง < 0.005 ม.ม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

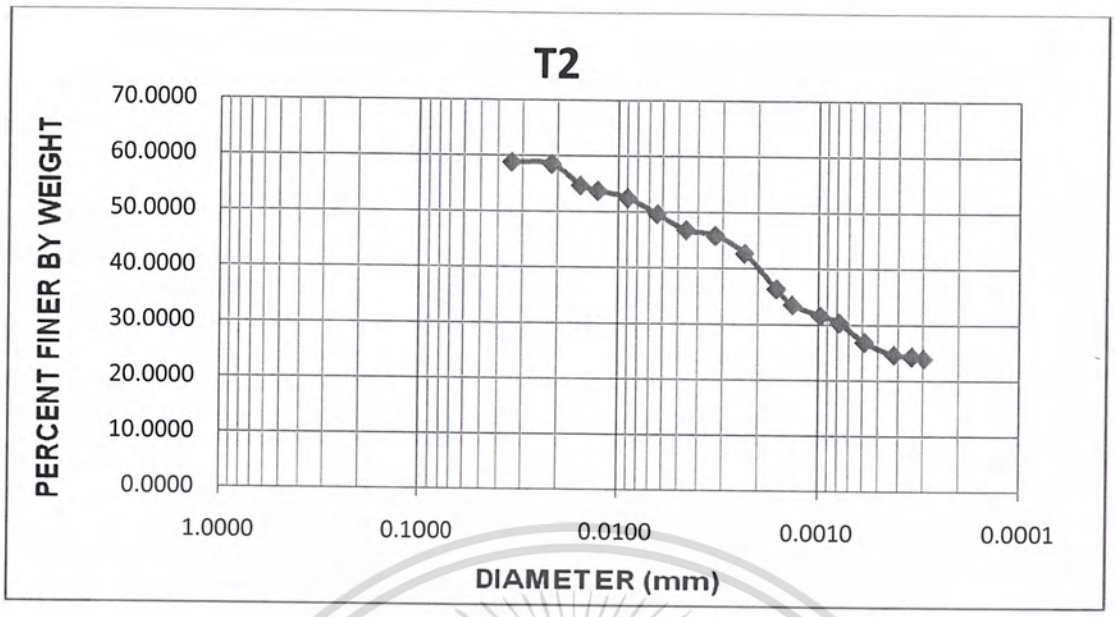
ตารางที่ ค - 13 แสดงข้อมูลผลการทดลองโดยวิธี Hydrometer Analysis Test

HYDROMETER ANALYSIS TEST

Gs OF SOIL	2.72	HYDROMETER TYPE	151H	NO.	334858
ρ w	0.9968	CONTAINER NO.		T2	
% FINER THAN NO. 200	100	WEIGHT OF DRY SOIL ,g		50	
F200	1.00	MENICUS CORRECTION ,cm		0.5	

Date	Time	Elapsed Time (min)	r	R=1000(r-1)	Temp. (C)	μ millipoise	GT	Rc	% F	H (cm)	K	D (mm)	% F
11-ม.ค.-54	19.42	2	1.0201	20.1	19	10.34	0.9984	18.6	58.8279	12.609	0.013522	0.0340	58.8279
11-ม.ค.-54	19.45	5	1.02	20.0	19	10.34	0.9984	18.5	58.5116	12.636	0.013522	0.0215	58.5116
11-ม.ค.-54	19.50	10	1.0188	18.8	19	10.34	0.9984	17.3	54.7163	12.957	0.013522	0.0154	54.7163
11-ม.ค.-54	19.55	15	1.0185	18.5	19	10.34	0.9984	17.0	53.7674	13.037	0.013522	0.0126	53.7674
11-ม.ค.-54	20.10	30	1.0181	18.1	19	10.34	0.9984	16.6	52.5023	13.145	0.013522	0.0090	52.5023
11-ม.ค.-54	20.40	60	1.0172	17.2	19	10.34	0.9984	15.7	49.6558	13.386	0.013522	0.0064	49.6558
11-ม.ค.-54	21.40	120	1.0163	16.3	18.5	10.47	0.9963	14.8	46.8093	13.627	0.013584	0.0046	46.8093
11-ม.ค.-54	23.40	240	1.016	16.0	18	10.6	0.9986	14.5	45.8605	13.707	0.013694	0.0033	45.8605
12-ม.ค.-54	3.40	480	1.015	15.0	18	10.6	0.9986	13.5	42.6977	13.975	0.013694	0.0023	42.6977
12-ม.ค.-54	11.40	960	1.013	13.0	22	9.84	0.9978	11.5	36.3721	14.510	0.013185	0.0016	36.3721
12-ม.ค.-54	19.40	1440	1.0121	12.1	20.5	9.965	0.9981	10.6	33.5256	14.751	0.013272	0.0013	33.5256
13-ม.ค.-54	19.40	2880	1.0115	11.5	19	10.34	0.9984	10.0	31.6279	14.912	0.013522	0.0010	31.6279
14-ม.ค.-54	19.40	4320	1.0111	11.1	20.5	9.965	0.9981	9.6	30.3628	15.019	0.013272	0.0008	30.3628
16-ม.ค.-54	19.40	7200	1.01	10.0	24	9.16	0.9973	8.5	26.8837	15.314	0.012716	0.0006	26.8837
24-ม.ค.-54	19.40	14400	1.0093	9.3	24	9.16	0.9973	7.8	24.6698	15.501	0.012716	0.0004	24.6698
26-ม.ค.-54	19.40	21600	1.0092	9.2	24	9.16	0.9973	7.7	24.3535	15.528	0.012716	0.0003	24.3535
31-ม.ค.-54	19.40	28800	1.0091	9.1	24	9.16	0.9973	7.6	24.0372	15.555	0.012716	0.0003	24.0372

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-7 กราฟแสดงการกระจายตัวของขนาดเม็ดดินโดยวิธีการตกตะกอน

ตารางที่ ค-14 แสดงชนิดของเม็ดดินและปริมาณเป็นเปอร์เซนต์

type	(%)
sand	-
silt	9.1721
clay&colloidal	90.8279

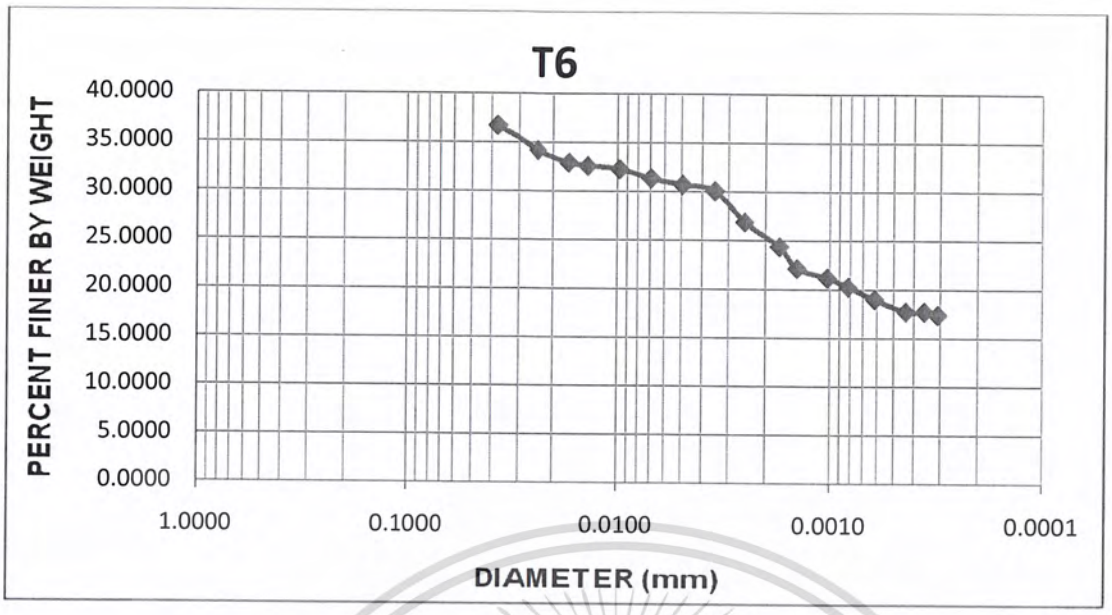
1. กลุ่มอนุภาคขนาดทราย (เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.76-0.075 ม.ม.)
2. กลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้ง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.075-0.005 ม.ม.)
3.กลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว (เส้นผ่าศูนย์กลาง < 0.005 ม.ม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-15 แสดงข้อมูลผลการทดลองโดยวิธี Hydrometer Analysis Test

HYDROMETER ANALYSIS TEST													
Gs OF SOIL				2.64		HYDROMETER TYPE		151H	NO.		334858		
ρ w				0.9968		CONTAINER NO.					T6		
% FINER THAN NO. 200				100		WEIGHT OF DRY SOIL ,g					50		
F200				1.00		MENICUS CORRECTION ,cm					0.5		
Date	Time	Elapsed Time (min)	r	R=1000(r-1)	Temp. (C)	μ millipoise	GT	Rc	% F	H (cm)	K	D (mm)	% F'
11-ม.ค.-54	19.58	2	1.0129	12.9	19	10.34	0.9984	11.4	36.7024	14.537	0.013848	0.0373	36.7024
11-ม.ค.-54	20.01	5	1.0123	12.3	19	10.34	0.9984	10.8	34.1581	14.698	0.013848	0.0237	34.1581
11-ม.ค.-54	20.06	10	1.0119	11.9	19	10.34	0.9984	10.4	32.8930	14.805	0.013848	0.0168	32.8930
11-ม.ค.-54	20.11	15	1.0118	11.8	19	10.34	0.9984	10.3	32.5767	14.832	0.013848	0.0138	32.5767
11-ม.ค.-54	20.26	30	1.0117	11.7	19	10.34	0.9984	10.2	32.2605	14.858	0.013848	0.0097	32.2605
11-ม.ค.-54	20.56	60	1.0114	11.4	19.5	10.415	0.9983	9.9	31.3116	14.939	0.013897	0.0069	31.3116
11-ม.ค.-54	21.56	120	1.0112	11.2	19.5	10.415	0.9983	9.7	30.6791	14.992	0.013897	0.0049	30.6791
11-ม.ค.-54	23.56	240	1.011	11.0	19	10.34	0.9984	9.5	30.0465	15.046	0.013848	0.0035	30.0465
12-ม.ค.-54	3.55	480	1.01	10.0	18	10.6	0.9986	8.5	26.8837	15.314	0.014023	0.0025	26.8837
12-ม.ค.-54	11.56	960	1.0092	9.2	21	9.84	0.9980	7.7	24.3535	15.528	0.013505	0.0017	24.3535
12-ม.ค.-54	19.56	1440	1.0085	8.5	20.5	9.965	0.9981	7.0	22.1395	15.715	0.013591	0.0014	22.1395
13-ม.ค.-54	19.56	2880	1.0082	8.2	19	10.34	0.9984	6.7	21.1907	15.796	0.013848	0.0010	21.1907
14-ม.ค.-54	19.56	4320	1.0079	7.9	21	9.84	0.9980	6.4	20.2419	15.876	0.013505	0.0008	20.2419
16-ม.ค.-54	19.56	7200	1.0075	7.5	24	9.16	0.9973	6.0	18.9767	15.983	0.013022	0.0006	18.9767
24-ม.ค.-54	19.56	14400	1.0071	7.1	24	9.16	0.9973	5.6	17.7116	16.090	0.013022	0.0004	17.7116
26-ม.ค.-54	19.56	21600	1.0071	7.1	24	9.16	0.9973	5.6	17.7116	16.090	0.013022	0.0004	17.7116
31-ม.ค.-54	19.56	28800	1.007	7.0	24	9.16	0.9973	5.5	17.3953	16.117	0.013022	0.0003	17.3953

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-8 กราฟแสดงการกระจายตัวของขนาดเม็ดดินโดยวิธีการตกตะกอน

ตารางที่ ค-16 แสดงชนิดของเม็ดดินและปริมาณเป็นเปอร์เซนต์

type	(%)
sand	-
silt	5.3908
clay&colloidal	94.6092

1. กลุ่มอนุภาคขนาดทราย (เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.76-0.075 ม.ม.)
2. กลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้ง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.075-0.005 ม.ม.)
3.กลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว (เส้นผ่าศูนย์กลาง < 0.005 ม.ม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESULTS OF SOIL ANALYSIS

SOIL NAME AND LABORATOR	HORIZON	DEPTH (cm)	PARTICLE SIZE ANALYSIS				pH		CacO3 %	CARBON %	NITROGEN %	EXCHANGE CAPACITY AND CATION (Milli - equiv /100 g)									P p.p.m. BRAY	K p.p.m. AMMON
			COARSE FRAC	USDA GRADING %			1:1	1:1				Ca	Mg	K	Na	SUM BASES	EXTRC A CI	SUM (B+A)	C E C SOIL	C E C CLAY		
				SAND	SILT	CLAY	H2O	K CL														
Bang Pakong series (Bpg)	C1g	5-100		3	42	55	3.5	3.5	-	2.64	0.1	8	27.8	2.4	51.6	89.8	20.9	110.7	32.3	58.7	77	1370
	C2g	100-160		1	25	74	6.8	6.8	-	2.49	0.13	10.6	27	3.7	52.4	93.7	5.3	99	32.8	44.3	95	1720
Bang Nam Priew (Bp)	Apg	0-23		2	44	54	4.2	3.7	-	1.36	0.24	7.6	10.9	0.8	1.7	21	22.1	39.9	29.4	54.4	6	338
	ABg	23-54		3	36	61	4.2	3.5	-	0.51	0.13	5.3	10.1	0.6	1.7	17.7	18	34	25.5	41.5	3	253
	B1g	54-96		14	27	59	4.1	3.6	-	0.44	0.09	5.4	11.8	0.6	2.3	20.1	21.7	39.1	24.3	40.8	3	238
	B2g	96-114		2	39	59	4.5	3.7	-	0.38	0.07	6.5	14.3	0.7	2.7	24.2	14.6	35.7	29.5	50.4	3	295
	C1g	114-160		1	34	65	5.2	4.5	-	0.56	0.09	7.9	17	0.9	4	29.8	12.9	37.5	33.7	51.8	5	410
	C2g	160-200		7	43	50	2.8	2.5	-	0.88	0.13	9.6	22.4	0.3	4.8	37.1	23.2	38.6	33.6	67.9	12	125
	C3g	200-280		8	37	55	3.4	3	-	1.19	0.14	-	-	-	-	-	-	-	36.5	66.5	44	205
Chachoengsao series (Cc)	Apg	0-15		6	32	62	4.3	3.7	-	3.28	0.16	5.2	12.7	0.9	2.6	21.4	17.6	39	28.9	46.6	9	335
	A11g	15-23		5	32	63	4.5	3.8	-	1.02	0.15	4.9	13.4	0.1	3.9	22.3	16.3	38.6	28.6	45.4	12	360
	B1g	23-70		4	26	70	4.5	3.6	-	0.37	0.08	5.1	16	1.1	5.4	27.6	13.1	40.7	29	41.4	9	390
	B2g	70-125		1	29	70	6.3	5.4	-	0.14	0.06	6.1	21	1.4	1.1	29.6	6.2	35.8	34.3	46.7	6	510
	BCg	125-155		4	31	65	3.7	3.3	-	0.95	0.1	7.6	25.9	1.6	14.7	49.8	17.8	67.6	31.3	42.7	30	630
	C1g	155-240		1	31	68	3.1	3	-	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.1	-	-
	C2g	240-300		1	32	67	3.6	3.6	-	1.94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ภาคผนวก ง

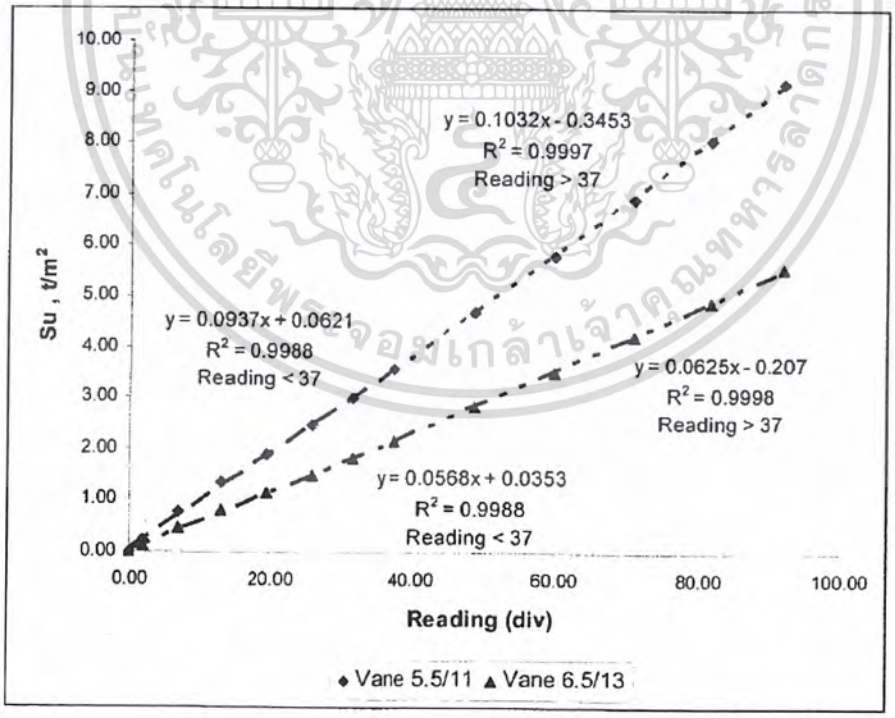
ตารางและกราฟแสดงผลการ Calibration for Geonor NO:1679

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง - 1 Calibration for Geonor NO : 1679

Date 15/06/1999	Arm : 34.17
Calibrated by STS	d = 5.5 ; 6.5 cm
Rage : 0-120 div	h = 11 ; 13 cm

Actual Load	Torque	Su (5.5/11)	Su (6.5/13)	Su (5.5/11)	Su (6.5/13)	Reading			Average
kg	kg.cm	ksc	ksc	t/m²	t/m²	1	2	3	div.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	13.53	0.02	0.01	0.22	0.13	2.00	2.00	2.00	2.00
1.40	47.70	0.08	0.05	0.78	0.47	7.00	7.00	7.00	7.00
2.40	87.87	0.13	0.08	1.34	0.81	13.00	13.00	13.00	13.00
3.40	116.00	0.19	0.12	1.90	1.15	20.00	19.00	19.00	19.33
4.40	150.20	0.25	0.15	2.46	1.49	26.00	26.00	26.00	26.00
5.40	184.30	0.30	0.18	3.02	1.83	32.00	31.00	32.00	31.67
6.40	218.50	0.36	0.22	3.58	2.17	37.00	39.00	37.00	37.67
8.40	286.80	0.47	0.28	4.70	2.85	49.00	49.00	49.00	49.00
10.40	355.20	0.58	0.35	5.82	3.53	60.00	60.00	60.00	60.00
12.40	423.50	0.69	0.42	6.94	4.21	71.00	71.00	71.00	71.00
14.40	491.90	0.81	0.49	8.07	4.89	81.00	82.00	82.00	81.67
16.40	560.20	0.92	0.56	9.19	5.57	92.00	92.00	92.00	92.00



รูปที่ ง - 2 กราฟ Calibration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การทดสอบ Hydrometer Analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบ Hydrometer Analysis

วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

เพื่อหาขนาดของเม็ดดิน และความคละของเม็ดดิน ที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200

ทฤษฎีและหลักการ

การหาขนาดดินเม็ดละเอียด ด้วยการวิเคราะห์ไฮโดรมิเตอร์(Hydrometer Analysis) เป็นการวิเคราะห์ขนาดดินที่มีเม็ดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 200 ซึ่งจะต้องทดสอบภายใต้สมมติฐานที่ว่าเม็ดดินมีขนาดกลม แต่ เม็ดดินจริงอาจมีลักษณะแบนทั้งนี้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์จากการคำนวณ การนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ จะต้องคำนึงถึงความเป็นจริงข้อนี้ด้วย

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ASTM D4221-99 Standard Test Method for Dispersive Characteristics of Clay Soil by Double Hydrometer

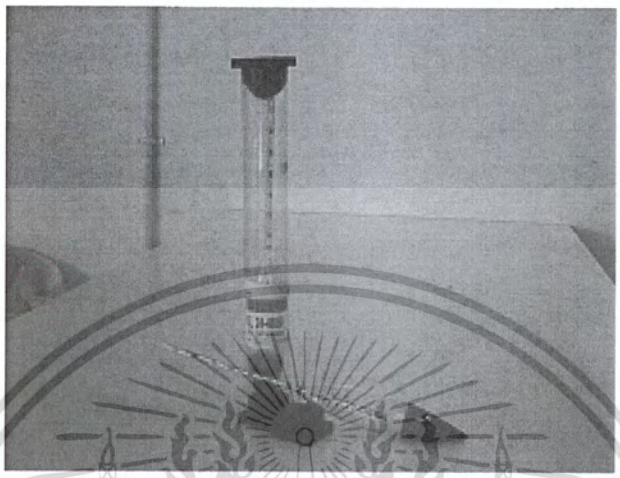
อุปกรณ์และเครื่องมือ

รูปที่ จ-1 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการทดสอบการหาขนาดเม็ดดินโดยไฮโดรมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

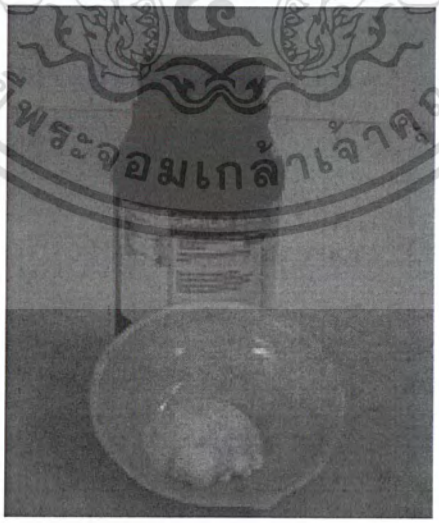
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เฉพาะ

1) Hydrometer ชนิดอ่านค่าความถ่วงจำเพาะ (ASTM 151H) ได้ประมาณ 0.995-1.030 หรืออ่านค่าน้ำหนักเม็ดดินต่อปริมาตร (ASTM 152H) ได้ประมาณ 0-60 กรัม / ลิตร ดังแสดงในรูปที่ จ-2



รูปที่ จ-2 แสดงอุปกรณ์ไฮโดรมิเตอร์

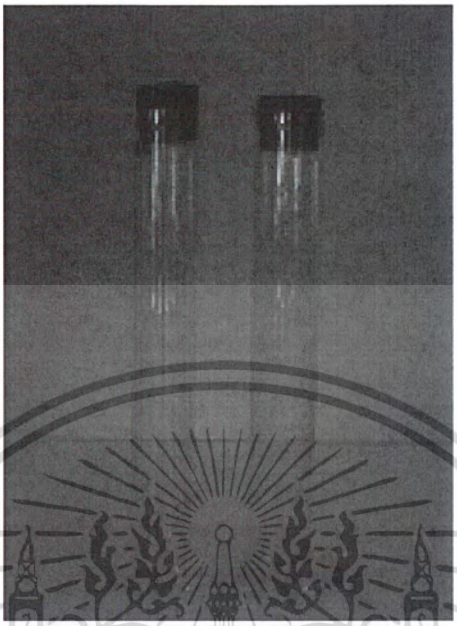
2) ผงช่วยให้เม็ดกระจายตัว (Dispersing Agent) โดยใช้ Sodium Hexa –Metaphosphate ดังแสดงในรูปที่ จ-3



รูปที่ จ-3 แสดงผงช่วยให้เม็ดกระจายตัว(Sodium Hexa –Metaphosphate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) กระบอกไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer Jar) หรือกระบอกตวง (Measuring Cylinder) ขนาด 1000 cm^3 2 ใบดังแสดงในรูปที่ จ-4



รูปที่ จ-4 แสดงถึงกระบอกตวงขนาด 1000 cm^3

4) เทอร์โมมิเตอร์ 0 - 50 องศาเซลเซียส อ่านได้ละเอียด 0.1-0.5 องศาเซลเซียสดังแสดงในรูปที่ จ-5

รูปที่ จ-5 แสดงถึงเทอร์โมมิเตอร์พิกัด 0 – 50 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทั่วไป

1) ตู้อบ (Drying Oven) ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้คงที่ 105 - 110 องศาเซลเซียส

2) เครื่องชั่ง (Balance) ที่มีความละเอียด 0.01 กรัม

3) ภาชนะใส่ตัวอย่างดิน ภาชนะผสมดิน

4) อุปกรณ์ผสมดิน

5) น้ำกลั่น (Distilled Water)

6) นาฬิกาจับเวลา

การเตรียมตัวอย่างและขั้นตอนการทดสอบ

การเตรียมตัวอย่างการทดสอบ

ตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดสอบได้จากการเก็บตัวอย่างดินตามธรรมชาติที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 หรือดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 จากการทดสอบการร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐาน ประมาณ 100 กรัมดังแสดงในรูปที่ จ-6

รูปที่ จ-6 แสดงถึงวิธีการร่อนดินผ่านตะแกรงเบอร์ 200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับแก้ (Calibration) ไฮโดรมิเตอร์

วัตถุประสงค์คือการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า และ โดยแสดงออกมาในรูปกราฟ โดยเราจะทำการทดสอบเทียบ 2 ช่วงคือช่วง 0 – 2 นาทีแรกและช่วงที่นานกว่า 2 นาที เพราะในการทดสอบเราจะอ่านค่าไฮโดรมิเตอร์ 2 ช่วงแรกและช่วงที่นานกว่า 2 นาที โดยในช่วง 0 – 2 นาทีแรกจะไม่ยกไฮโดรมิเตอร์ออกจากกระบอกน้ำโคลน แต่ช่วงที่ยาวกว่า 2 นาทีเราจะทำการยกไฮโดรมิเตอร์ออกเมื่อทำการอ่านค่าเสร็จ

1. ช่วง 0 – 2 นาทีแรก

ซึ่งจะไม่มีการยกไฮโดรมิเตอร์ออกจากกระบอกตกตะกอนเมื่ออ่านค่าเสร็จ เนื่องจากในการทดลองช่วง 2 นาทีแรกจะมีการอ่านค่าถี่ เพราะฉะนั้นจะไม่สะดวกหากจะยกไฮโดรมิเตอร์เข้า – ออกจากกระบอกตกตะกอน เนื่องจากการแช่ไฮโดรมิเตอร์ไว้ตลอดเพราะฉะนั้นระยะตกตะกอน H จะกลายเป็น H' ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ ดังนี้

-หาค่า H' โดยการวางไฮโดรมิเตอร์ลงนอนเอาไม้บรรทัดวัดระยะจากจุดกึ่งกลางของกระเปาะไปยังค่าอ่านสเกลไฮโดรมิเตอร์ที่ก้าน 3 ค่า (เช่น 1.000, 1.010, 1.020)

- นำค่าที่วัดได้ (H') มาพล็อตกับค่าที่อ่านได้บนก้านไฮโดรมิเตอร์ $R = 1000 (r - 1)$ ต่อ
- จุดด้วยเส้นตรงได้กราฟ A สำหรับอ่านค่า 0 – 2 นาที

2. ช่วงที่นานกว่า 2 นาที

ในช่วงนี้ในการทดลองหลังจากอ่านค่าเสร็จจะยกไฮโดรมิเตอร์ออกเมื่อเราจุ่มไฮโดรมิเตอร์ลงไปในน้ำโคลนปริมาตรของไฮโดรมิเตอร์ที่จุ่มลงไปขณะอ่านจะทำให้ตำแหน่งเม็ดดินเคลื่อนตัวขึ้นสังเกตจากรูปที่ตอนเรายังไม่จุ่มไฮโดรมิเตอร์ระดับน้ำโคลนจะอยู่ที่ระดับ แต่เมื่อจุ่มไฮโดรมิเตอร์ลงไปจะทำให้ระดับน้ำโคลนขึ้นมาที่ระดับซึ่งเคลื่อนตัวขึ้นเท่ากับ และที่ระดับผิวน้ำ b - b จะเคลื่อนสูงขึ้นเป็นระยะ อยู่ที่ระดับ $b' - b'$ H ที่เราต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ช่วงก่อนจุ่มไฮโดรมิเตอร์เท่ากับ

$$H = \left[L + \frac{h}{2} + \frac{V_h}{A}\right] - \frac{V_h}{A} = \left[L + \frac{h}{2}\right] - \frac{V_h}{2A}$$

เมื่อ V_h = ปริมาตรของกระเปราะไฮโดรมิเตอร์ cm^3

A = พื้นที่หน้าตัดกระบอกตกตะกอน cm^3

จากสมการทำการพล็อตกราฟ B สำหรับอ่านค่านานกว่า 2 นาที โดยลบกราฟ A ในแกน H ด้วย $\frac{V_h}{2A}$

หมายเหตุ : กราฟที่ได้จะมีประโยชน์คือเราจะหาระยะตกตะกอนจากผิวน้ำถึงระยะตกตะกอนจากผิวน้ำถึงบริเวณกลางกระเปาะไฮโดรมิเตอร์เพื่อนำไปแทนค่า เพื่อขนาดเม็ดดิน แทนที่เราจะวัดระยะจากผิวน้ำคือจากค่า R ที่อ่านบนค่าไฮโดรมิเตอร์ถึงกึ่งกลางกระเปาะทุกครั้งของการอ่าน เราก็จะอ่านจากกราฟ Calibration ได้เลย

ขั้นตอนการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมสารช่วยเม็ดดินกระจายตัว (Dispersing Agent) ความเข้มข้น 4% โดยนำผง Sodium Hexa - Metaphosphate มาละลายในน้ำ โดยใช้อัตราส่วน 4 กรัม ละลายน้ำ 100 ลบ.ซม แล้วตั้งทิ้งไว้ โดย ASTM แนะนำว่าควรทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมงดังแสดงในรูปที่ จ-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ จ-7 แสดงถึงวิธีการละลายสารช่วยเม็ดดินกระจายตัว

ขั้นตอนที่ 2 นำตัวอย่างดินแห้งที่เตรียมไว้ประมาณ 50 กรัม ผสมเข้ากับ สารช่วยเม็ดดินกระจายตัว (4% Sodium Hexa - Metaphosphate) โดยใช้เครื่องกวนดินไฟฟ้าปั่นส่วนผสมดินประมาณ 10 นาที แล้วเทลงในกระบอกตกตะกอน ใช้น้ำกลั่นฉีดดินออกจากเครื่องผสมให้หมดแล้วเติมน้ำจนถึงขีดบอกปริมาตร 1000 ลบ.ซม.

รูปที่ จ-8 แสดงวิธีการเทดินลงในกระบอกปั่นดิน

ขั้นตอนที่ 3 ใส่น้ำกลั่นในกระบอกตกตะกอนอีกอันหนึ่ง เพื่อใช้ล้างน้ำโคลนที่อาจติดไฮโดรมิเตอร์มาหลังจากการวัด (โดยจับที่ก้านไฮโดรมิเตอร์จุ่มลงไปในน้ำแล้วหมุนไปมา) และแช่ไฮโดรมิเตอร์ในระหว่างที่ไม่ใช้วัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 4 ใช้จุกยางปิดปากกระบอกตกตะกอนที่มีส่วนผสมดิน แล้วเขย่าส่วนผสมให้เข้ากัน ประมาณ 1 นาที จากนั้นวางลงแล้วเริ่มจับเวลาทันที

ขั้นตอนที่ 5 หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงในน้ำโคลนเพื่ออ่านค่า R ที่เวลา , , 1 และ 2 นาที ตามลำดับ (15 วินาที , 30 วินาที , 1 นาที ,2 นาที) โดยไม่ต้องยกไฮโดรมิเตอร์ออกขณะที่อ่านค่าตามเวลาดังกล่าว เมื่ออ่านค่าเวลาครบแล้วจึงยกไฮโดรมิเตอร์ออกแล้วทำการวัดอุณหภูมิของน้ำโคลนด้วย

ขั้นตอนที่ 6 เขย่ากระบอกอีกครั้งตามขั้นตอนที่ 4 แล้ววัดค่า R ที่ 2 , 5 , 10 , 20 , ... นาที (เพิ่มระยะเวลาอ่านครั้งต่อไปประมาณ 2 เท่า) จนกระทั่งค่าที่อ่านได้คงที่โดยประมาณจึงหยุดการทดลอง โดยทุกครั้งที่อ่านค่า R ให้วัดอุณหภูมิของส่วนผสมน้ำโคลน หลังจากเสร็จการอ่านค่าแต่ละครั้งให้ยกไฮโดรมิเตอร์ออกไปจุ่มไว้ในกระบอกน้ำเปล่าที่เตรียมไว้และปิดปากกระบอกน้ำโคลนด้วยจุกยาง

ขั้นตอนที่ 7 หลังจากการทดสอบเสร็จสิ้นแล้วให้เขย่ากระบอก เทน้ำโคลนออกจากกระบอกใส่ภาชนะ โดยต้องล้างดินที่ก้นกระบอกออกให้หมด แล้วนำไปอบเพื่อหาน้ำหนักของดินแห้ง

การรายงานผลการทดสอบ

1) ขนาดของเม็ดดินพร้อมเปอร์เซ็นต์ขนาดเม็ดดิน
2) กราฟแสดงการกระจายตัวของเม็ดดิน

ข้อควรระวัง

1) ค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ต้องมีความระเอียดถึง 0.0005
2) การอ่านค่าไฮโดรมิเตอร์ต้องอ่านที่ปลายบนสุดของ Meniscus รอบๆ แกน
3) การจุ่มไฮโดรมิเตอร์ลงในของผสมตะระวังอย่าให้ไฮโดรมิเตอร์หมุนหรือส่ายไปมา
4) การเอาไฮโดรมิเตอร์ออกจากของผสมหลังจากอ่านค่าเสร็จแล้วต้องพยายามให้มีการกระทบกระเทือนน้อยที่สุด
5) ในระหว่างการทดลองต้องไม่ให้ของผสมในกระบอกแก้วได้รับความสั่นสะเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

Unconfined compression test
(การทดสอบแรงเฉือนแบบไม่ถูกจำกัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Unconfined compression test (การทดสอบแรงเฉือนแบบไม่ถูกจำกัด)

บทนำ

ความแข็งแรงหรือกำลังของดินทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือCohesion ซึ่งเกิดจากแรงดึงดูดทางไฟฟ้า-เคมี (Electro – chemical bonds) ระหว่างเม็ดดิน Friction ซึ่งเกิดจากการขัดตัวระหว่างเม็ดดิน (Particle interlocking) และความฝืดระหว่างผิวของเม็ดดิน (Surface friction) ในดินเหนียวอ่อนและดินเหนียวอ่อนปานกลาง (Soft and Medium Clay) กำลังของดินส่วนใหญ่มักเกิดจาก Cohesion การทดลอง Unconfined Compression เป็นวิธีการหาค่าประมาณของ Cohesionของดินโดยวิธีง่ายซึ่งทำได้รวดเร็ว

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

เพื่อหาค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนแบบไม่ถูกจำกัดของดินที่มีความเชื่อมแน่นสูง

ทฤษฎี

การทดลอบแท่งดินชนิด Cohesive Soil โดยไม่มีวัสดุอื่นใดมาห่อหุ้มแท่งดินตัวอย่าง โดยนำดินตัวอย่างมาเข้าเครื่องกดทดสอบแบบธรรมดา (Compression Machine) ได้ถูกนำมาทดสอบมานานแล้ว และต่อมาก็เป็นที่ยอมรับกันว่าการที่นำแท่งดินมาทดสอบแบบนี้สามารถที่จะหาความต้านทานแรงเฉือนของดินโดยประมาณได้อย่างรวดเร็ว จากการเขียน Mohr' s Circle หรือจากการคำนวณอย่างง่าย ๆค่าความต้านทานแรงเฉือนของดิน (Cohesive Soil) คือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินนั้นเอง (Cohesion) ซึ่งใช้สัญลักษณ์เป็นตัว " c " ก็จะมีค่าเท่ากับ $c = q_u / 2$

เมื่อ qu = ความต้านทานต่อแรงอัดสูงสุดของดินแบบไม่ถูกจำกัด (Unconfined Compressive Strength) ซึ่งได้จากการทดลองนี้

การหาค่าความต้านทางแรงเฉือนดินโดยวิธีนี้ค่าที่ได้เป็นเพียงค่าโดยประมาณเท่านั้นไม่ใช่ค่าความต้านทางแรงเฉือนของดินที่แท้จริงทั้งนี้เนื่องมาจากว่าวิธีการทดสอบมีข้อบกพร่องบางประการ เช่น

ก. แรงดันด้านข้างของดินตัวอย่างที่นำมาทดลองไม่มีจึงทำให้คุณสมบัติแตกต่างไปจากเดิมเมื่ออยู่ตามธรรมชาติและความชื้นในดินอันเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงตึงผิว (Surface Tension) ซึ่งจะทำให้แรงที่ยึดรอบ ๆแท่งตัวอย่างสูญเสียไป (ถ้าภายในห้องทดลองไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ)

ข. สภาพภายในของดิน (ค่าขีดความอิ่มตัว, Pore Pressure ภายใต้สภาวะที่รับน้ำหนักระหว่างทดสอบ, และผลของการเปลี่ยนแปลงค่าขีดความอิ่มตัวที่ไม่สามารถควบคุมได้)

ค. แรงเสียดทานระหว่างดินกับโลหะที่ปลายทั้งสองข้างของแท่งทดลองซึ่งทำให้เกิดแรงดันด้านข้างที่ปลายทั้งสองข้างทำให้ความเค้นภายใน (Internal Stress) เปลี่ยนแปลงไปและไม่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทราบได้ข้อผิดพลาดของการทดลองข้อ ก และ ข สามารถแก้ไขได้โดยนำไปทดลองในลักษณะ Confined Compression Test หรือ Triaxial Test ส่วนในข้อที่ ค ไม่สามารถวิเคราะห์ออกมาได้และก็เห็นว่าไม่ได้เป็น Factor ที่สำคัญมากนักจนถึงกับทำให้ค่าที่ออกมาใช้ไม่ได้และตรงส่วนล่างของ Plate โลหะสามารถหาวัตถุอื่นมาทดแทนเพื่อลดแรงเสียดทานลงได้

การทดลองแบบ Unconfined Compression Test เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการทดลองดินประเภท Cohesive Soil เพราะสามารถทำได้รวดเร็วและประหยัดค่าที่ออกมาค่อนข้างจะเป็นค่าที่มีความปลอดภัยสูงกว่าที่หาได้จากวิธีการอื่นเมื่อนำค่านั้นมาใช้งานคือเป็นค่าที่ Conservative (ได้ค่าน้อยกว่าที่เป็นจริง) ส่วนการที่จะถือว่าค่าซึ่งออกมานี้เป็นที่เชื่อถือหรือเป็นที่พอใจหรือไม่เพียงไรนั้นก็ขึ้นอยู่กับผู้ทดลองว่าได้ทำการอย่างถูกต้องและพิถีพิถันเพียงไรถ้าจะว่าไปแล้วการทดลองไม่ว่าจะเป็นวิธีใดก็ตามย่อมมีข้อบกพร่องด้วยกันทั้งนั้นความบกพร่องดังกล่าวย่อมส่งผลสะท้อนต่อค่าที่หาออกมาได้ถ้าผู้ทดลองขาดความเอาใจใส่เป็นพิเศษการทดลองUnconfined Compression Test ก็เช่นเดียวกันค่าที่หาออกมานั้นจะเชื่อถือได้มากเพียงใดขึ้นอยู่กับการนำเอาผลการทดลองไปตีความให้ถูกต้องและต้องตระหนักด้วยว่าการทดลองย่อมมีขีดจำกัดอยู่บ้างเช่น การจะหาค่า Modulus of Elasticity ของดินจะหาได้จาก Curve ที่แสดงความสัมพันธ์ของ Stress – Strain ที่ได้จากการทดลองนี้เท่านั้นและค่าที่ได้จำเป็นต้องปรับแก้อยู่มากเหมือนกันก่อนจะนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดลองอื่นเนื่องจากว่าดินมิได้เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่นเหมือนวัตถุประเภทโลหะ

การทดลอง Unconfined Compression (UC) ทำได้สองวิธีคือ แบบ Stress Control และแบบ Strain Control วิธีนิยมใช้กันมากคือ Strain Control เพราะทำได้ง่ายกว่าในการทดลองการรับแรงอัดของแท่งดินตัวอย่างเราจะควบคุม Strain ในอัตรา 0.5 – 2 เปอร์เซ็นต์/นาที (ถ้าแท่งดินมีความยาว 50 มม. และต้องการควบคุม Strain ที่ 1 % ก็หมายความว่าให้ดินรับแรงอัดแล้วเกิดการยุบตัวลงในอัตรา 0.5 มม. / นาที) และทดลองไปเรื่อย ๆจนกระทั่งถึงจุดที่ต้องการทราบหรือจุดที่ดินวิบัติ

เนื่องจากการทดลอง Unconfined Compression Test นั้นดินตัวอย่างที่นำมาทดลองไม่มีอะไรหุ้มและทดลองในห้องที่มีสภาพแห้ง (มีความชื้นต่ำ) ดังนั้นการทดลองจะต้องทำให้เสร็จสิ้นภายในเวลา 10 นาที มิฉะนั้นการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในดินจะทำให้ค่า Compressive Strength เพิ่มขึ้น (คือถ้าดินแห้งลงความต้านทานต่อแรงกดก็จะมากขึ้น)

ตัวอย่างดินที่นำมาทดลองจะทำการทดลองจนกระทั่งน้ำหนักที่กดลงบนตัวอย่างลดลงหรือทดลองจนถึง 20 % Strain ถ้าตัวอย่างมีความยาวเท่ากับ 76 มม.ที่ 20% ก็จะมีค่า $0.2 \times 76 = 15.2$ มม. ก็คือจะหยุดการทดลองเมื่อดินยุบตัวได้ประมาณ 15.2 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณค่า Axial Strain และค่า Stress ทุก ๆ ค่าและการหาค่า Maximum Stress หรือค่าความต้านทานแรงอัดสูงสุดของดิน และนำค่า Strain และ Stress ไป Plot ในกราฟเพื่อหาค่าเฉลี่ยของ qu ซึ่งค่าที่ได้ค่อนข้างจะมากกว่าค่า qu ที่ได้จากการคำนวณจากกระดาษกรอกข้อมูล

ค่า Strain (ε) ของดิน คำนวณได้ดังสมการที่ ผฉ1

$$\varepsilon = \Delta_L / L_0 \qquad \text{(ฉ-1)}$$

Δ_L = ความยาวตามแนวแกนที่เปลี่ยนแปลงไป (มม.)

L_0 = ความยาวเดิมวัดตามแนวแกน (มม.)

ค่า stress (σ) แต่ละครั้งที่น้ำหนักกดลงบนแท่งดินหาได้ดังสมการที่ ผฉ2

$$\sigma = P / A' \qquad \text{(ฉ-2)}$$

P = น้ำหนักที่กดลงบนแท่งตัวอย่าง ณ จุดใดๆ

A' = พื้นที่หน้าตัดของดินตัวอย่างเมื่อรับน้ำหนัก P ที่กดลงมา

เมื่อดินรับน้ำหนัก P ดินจะหดสั้นเข้าและโป่งออกทางข้างพื้นที่หน้าตัดที่รับแรงก็มากขึ้นผิดกับโลหะซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัดน้อยจนไม่ต้องคำนึงถึงก็ได้ดังนั้นในทางปฏิบัติเราจำเป็นต้องมีการปรับค่าพื้นที่หน้าตัดของดินทั้งนี้ก็เพื่อให้เหมือนกับสภาพที่ดินในสนามรับน้ำหนักจริงๆ นอกจากนี้การปรับพื้นที่ให้มากขึ้นยังช่วยลดค่าของ Stress เมื่อแรงที่มากระทำมีค่ามากขึ้นทำให้ Factor of Safety มากกว่าที่เราจะใช้พื้นที่หน้าตัดเดิมตลอดเวลาวิธีปรับพื้นที่หน้าตัดของดินจะใช้หลักการคงตัวของปริมาตรดินคือให้พื้นที่หน้าตัดเดิม (A_0) โตขึ้นความยาวเดิม (L_0) จะลดลงแต่ปริมาตรเปลี่ยนแปลงดังนั้นในตอนเริ่มทดลองดินมีพื้นที่หน้าตัด A_0 ความยาว L_0 ปริมาตร V_T ของดินในตอนเริ่มต้นดังสมการที่ (ฉ-3)

$$V_T = (A_0) / (L_0) \qquad \text{(ฉ-3)}$$

เมื่อดินรับน้ำหนักถึงค่า P ใดๆพื้นที่หน้าตัดของดินเปลี่ยนไปเป็น A' ที่มากขึ้นกว่าเดิม และความยาวของดินเปลี่ยนไปเป็น $L_0 - \Delta_L$ (ดินสั้นลงกว่าเดิม) ปริมาตรของดินก็ยังเป็น V_T อยู่เท่าเดิม ดังสมการที่ (ผฉ4)

$$V_T = A' (L_0 - \Delta_L) \qquad \text{(ฉ-4)}$$

จากสมการทั้งสองข้างต้น นำค่าทางขวามาเท่ากันและแทนหารด้วย L_0 ทั้งหมดเราสามารถหาค่าพื้นที่หน้าตัดของดินที่เปลี่ยนแปลงแล้ว A' ได้ดังสมการที่ (ฉ-5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$A' = A_0 / (1 - \varepsilon) \qquad (ฉ-5)$$

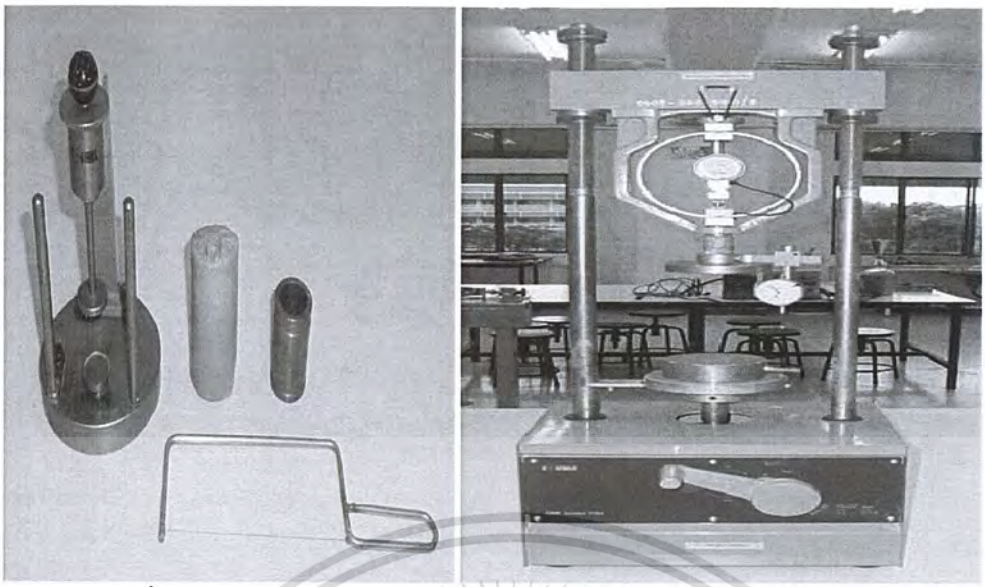
ความยาวของแท่งดินที่นำมาทดลองต้องให้พอเหมาะโดยพิจารณาจากอัตราส่วนของความยาวต่อเส้นผ่าศูนย์กลางถ้าหากความยาวน้อยเกินไปจะทำให้ Zone of Failure ซ้อนกันแต่ถ้าความยาวมากเกินไปจะเกิดการวิบัติ (Failure) เนื่องจากการโก่งเดาะ (Buckling) เหมือนกับการวิบัติของเสา

การทดลอง Unconfined ความยาวของแท่งตัวอย่างดินกำลังพอเหมาะแท่งตัวอย่างอยู่ระหว่างแผ่นรองสองแผ่นซึ่งรับน้ำหนักจากเครื่องกดถ่ายให้ดินพร้อมด้วยหินพรุน (Porous Stone) 2 แท่ง สอดแทรกขวางระหว่างดินกับแผ่นรองแรงกดจะกระทำตามแนวแกน Y ทีละน้อย ๆและทำให้ดินยุบตัวลงทีละน้อย ๆ เป็นสัดส่วนกับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นบันทึกระยะการหดตัวของดินและน้ำหนักที่กระทำเป็นระยะจนกระทั้งดินถึงจุดวิบัติ (สังเกตจากน้ำหนักที่กดจะลดลงแต่ดินก็ยังคงยุบตัวต่อไปอีก) นำค่าที่บันทึกไว้มาคำนวณหาค่า A' และค่า qu พร้อมกับเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของ Stress และStrain

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องทดสอบ Unconfined Compression Testing Machine พร้อมด้วย Dial Gauge ที่อ่านค่าได้ละเอียด 0.01 มม.
2. เครื่องดันดิน ใช้ดันดินจากกระบอกยาง
3. Deformation Indicator
4. Veneer Caliper ใช้วัดขนาดแท่งตัวอย่าง โดยวัดได้ละเอียดถึง 0.1 มม. หรือ 0.01"
5. Wire saw
6. เตาอบ
7. เครื่องชั่ง ซึ่งอ่านได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม
8. เลื่อยตัดดิน
9. เครื่องกลึงดิน
10. กระบอกเก็บตัวอย่างดิน
11. เครื่องมือเบ็ดเตล็ด เช่น กระป๋องใส่ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ-1 แสดงเครื่องมือการทำ Unconfined Compression (ห้องปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์ วิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)

วิธีการทดลอง

การเตรียมตัวอย่าง

ก. ตัวอย่างดินคงสภาพ (Undisturbed Sample)

1. นำตัวอย่างดินคงสภาพซึ่งอาจห่อหุ้มด้วยพาราฟินหรือเพิ่งเอาออกจากกระบอกเก็บตัวอย่างมาตัดแต่งให้เป็นรูปทรงกระบอก ซึ่งโดยปรกติจะมีขนาดมาตรฐานดังนี้

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง,นิ้ว	ความสูงของตัวอย่าง,นิ้ว
1.4	2.8 – 3.0
2.8	5.6 – 6.0

แต่ขนาดอื่นๆก็อาจจะใช้ได้โดยที่ความสูงของตัวอย่างต้องมากกว่า 2 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางการตัดแต่งจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง โดยใช้เลื่อยเส้นลวดและเครื่องตัดแต่งตัวอย่างดิน

2. ใช้กระบอกผ่า (Split Mold) หุ้มตัวอย่างในการที่จะตัดส่วนล่างและส่วนบนของตัวอย่างให้ได้ความยาวตามต้องการ แล้วทำการวัดขนาดที่แน่นอนโดยใช้เวอร์เนียร์วัดความสูง ควรวัดอย่างน้อย 3 ค่ารอบตัวอย่าง เช่นเดียวกับเส้นผ่าศูนย์กลางก็ควรจะวัดตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างเพื่อนำค่าเหล่านี้มาหาค่าเฉลี่ยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จัดวางตัวอย่างลงบนเครื่องทดสอบจัดให้ได้ศูนย์กลางของแนวกดปรกติมักจะมีแผ่นพลาสติกกลมประกบไว้ทั้งด้านล่างและด้านบนเพื่อลดความฝืดที่ไม่ต้องการแล้วจัด dial gauge สำหรับวัดการหดตัวให้เข้าที่โดยอาจเริ่มตั้งที่เลขศูนย์เพื่อสะดวกในการอ่านก็ได้

ข. ตัวอย่างดินเปลี่ยนสภาพหรือตัวอย่างที่เตรียมขึ้นเอง (Remolded หรือ Prepare Sample)

ในกรณีที่ต้องการทดสอบดินเปลี่ยนสภาพ ก็ต้องนำตัวอย่างคงสภาพที่ได้ทดสอบไปแล้วหรือตัวอย่างคงสภาพมาขยำหรือบดเข้ากันให้ทั่วในกระบอกแบบผ่า (ควรทาขี้ผึ้งหล่อลื่นบนผิวภายในของกระบอกแบบเพื่อสะดวกในการดันตัวอย่างออก) พยายามให้มีโพรงอากาศอยู่ในตัวอย่างน้อยที่สุดแล้วดำเนินตามข้อ 2 และ 3 เหมือนกับตัวอย่างดินคงสภาพแต่ถ้าเป็นกรณีดินเหนียวอ่อนมากอาจจะต้องดันตัวอย่างออกเสียก่อนแล้วจึงค่อยวัดขนาดเพราะขนาดจะเปลี่ยนไปในขณะที่ดัน

ในกรณีทดสอบดินเตรียมขึ้นเองซึ่งเป็นตัวอย่างที่เตรียมใหม่จากการบดอัดให้มีความหนาแน่นและความชื้นตามต้องการซึ่งวิธีเตรียมก็คล้ายกับการบดอัดแบบ Standard Proctor, Modified AASHO หรือHarvard Miniature ต่างกันที่รูปร่างของแบบ (Mold) จะต้องเปลี่ยนไปให้เหมาะสมกับขนาดมาตรฐานสำหรับ Unconfined Compression Test ดังที่กล่าวแล้วข้างต้นเมื่อดันตัวอย่างออกจากแบบสำหรับบดอัดแล้วอาจจะต้องแต่งด้านบนและด้านล่างให้เรียบได้ระดับแล้วจึงดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 2 และ 3 สำหรับตัวอย่างดินคงสภาพ

การทดสอบ

1. ก่อนเริ่มทดสอบจะต้องตรวจสอบการติดตั้งตัวอย่างและเครื่องมือดังนี้
   - แป้นกดของเครื่องจะต้องสัมผัสตัวอย่างพอดี
   - Dial gauge สำหรับวัดหดตัวและวัดแรง (ใน Proving ring) ให้ตั้งอยู่ที่ศูนย์
   - ในกรณีที่เครื่องทดสอบเป็นแบบมือหมุนผู้ทดสอบจะต้องซ้อมหมุนให้ได้อัตรากดตามต้องการ (ในขณะที่ยังไม่มีตัวอย่างดิน)
2. เริ่มการกดตัวอย่างโดยอัตราการกดคงที่ (การเคลื่อนที่แนวดิ่งของเครื่องให้อยู่ในช่วง 0.02 ถึง 0.1 นิ้วต่อนาที ปรกติใช้ 0.05 นิ้วต่อนาที) ตามความเหมาะสมในช่วงอ่านต่างๆกัน
3. บันทึกข้อมูลจากวงแหวนวัดแรงทุกๆการหดตัว 0.005 นิ้ว ของตัวอย่าง (อาจจะใช้ 0.002 นิ้วในกรณีตัวอย่างเป็นดินเปราะ)
4. เมื่อแรงในวงแหวนวัดแรงเพิ่มขึ้นไปสูงสุดแล้วเริ่มจะลดลงซึ่งแสดงว่าถึงจุดสูงสุดของกำลังของดิน ให้ยังคงอ่านผลต่อไปจนเห็นแนวเฉือน (Failure plane) บนตัวอย่างได้ชัดเจนในบางกรณีที่ไม่มีรอเฉือนปรากฏชัด เช่น ตัวอย่างดินเปลี่ยนสภาพให้ทดสอบจนการหดตัวถึงประมาณ 20% ของความสูงของตัวอย่าง

เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เขียนรูปตัวอย่างลักษณะการเกิดรอยเฉือนและวัดมุมที่รอยเฉือนทำกับแนวราบ

6. ตัวอย่างดินที่ทำการทดสอบเสร็จแล้วต้องนำไปชั่งและเข้าเตาอบเพื่อหาปริมาณความชื้น (Moisture Content)

การคำนวณ

1. คำนวณพื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างดินดังสมการที่ (ฉ-6)

$$A_0 = \frac{At + 2\,Am + Ab}{4} \qquad \text{(ฉ-6)}$$

A_0 = พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย

At = พื้นที่หน้าตัดด้านบนของตัวอย่าง

Am = พื้นที่หน้าตัดด้านกลางของตัวอย่าง

Ab = พื้นที่หน้าตัดด้านล่างของตัวอย่าง

2. คำนวณหาพื้นที่หน้าตัดที่เปลี่ยนไปในระหว่างการทดสอบดังสมการที่ (ฉ-7)

$$Ac = \frac{Ao}{(1-\varepsilon)} \qquad \text{(ฉ-7)}$$

$\varepsilon = \Delta L / L_0$

Ac = พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างขณะที่มีการหดตัวเท่ากับ

L_0 = ความยาวเดิมหรือความยาวเริ่มแรก

3. คำนวณหาแรงกดบนตัวอย่าง

$$\sigma v = \frac{P.R.K}{Ac} \qquad \text{(ฉ-8)}$$

σv = หน่วยแรงกดบนตัวอย่างในแนวดิ่ง เช่น kg/cm2

P.R. = Proving ring reading หรือ Division

K = Proving Ring Constant เช่น kg/Division

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1.เขียนกราฟแสดงค่าระหว่างหน่วยแรงกดบนตัวอย่างดินและการหดตัว (σ_v , ΔL)

2.อ่านค่าสูงสุดของหน่วยแรงกด (σ_v (max)) หรือบางครั้งเรียกว่า U.C.S. (Unconfined Compression Strength) หรือ qu โดย ค่าความเหนียวของดิน c (Cohesion) มีค่าเท่ากับ

$$c = \frac{U.C.S.}{2} = \frac{qu}{2} \qquad \text{(ฉ-9)}$$

3. ถ้ามีการทดสอบทั้งตัวอย่างดินในลักษณะคงสภาพ (Undisturbed) และตัวอย่างดินในลักษณะเปลี่ยน (Remolded) ของดินชนิดเดียวกัน จะสามารถคำนวณหา Sensitivity ของดินชนิดนั้นได้จากสมการที่ (3.11)

$$\text{Sensitivity} = \frac{U\ C\ S\ Undisturbed}{U\ C\ S\ Remolded} \qquad \text{(ฉ-10)}$$

ถ้า Sensitivity มีค่ามาก หมายความว่าไวต่อการเปลี่ยนสภาพหรือการกระทบกระเทือนซึ่งทำให้กำลังของดินลดลงอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

Atterberg's limits

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Atterberg's limits ซึ่งจะใช่หา Water content, Liquid limits, Plastic limits, Plasticity index

วัตถุประสงค์

เพื่อหาปริมาณน้ำหรือความชื้นในมวลดิน (Water content, *w*) ณ จุดเปลี่ยนสถานภาพของมวลดิน ดังนี้

1. ความชื้นในมวลดิน ณ จุดเปลี่ยนสถานภาพระหว่างของเหลวกับพลาสติกหรือขีดจำ กัดเหลว (Liquid Limits, LL)

2. ความชื้นในมวลดิน ณ จุดเปลี่ยนสถานภาพระหว่างกึ่งของแข็งกับพลาสติกหรือขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limits, PL)

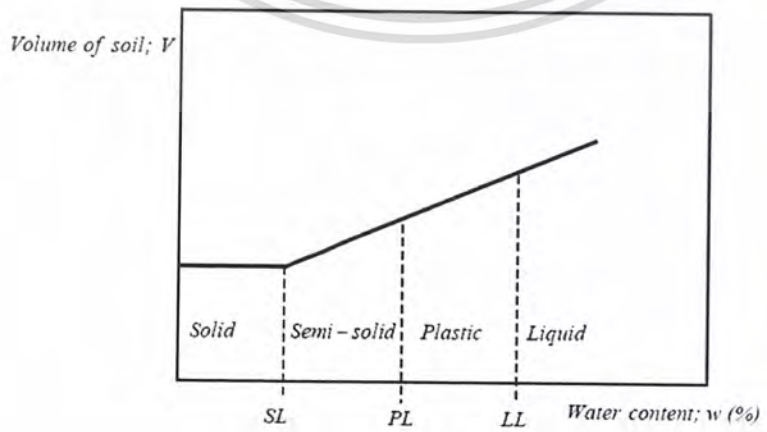
3. ค่าความไวต่อการเปลี่ยนสถานภาพของมวลดินระหว่างสภาวะพลาสติกและของเหลว (Plasticity Index, PI*)*

ขอบเขตและมาตรฐานอ้างอิง

เพื่อหาปริมาณน้ำหรือความชื้นในมวลดิน (Water content, *w*) ณ จุดเปลี่ยนสถานภาพของมวลดิน (LL, PL, PI) และอื่น ๆ เช่น ปริมาณน้ำหรือความชื้นในมวลดินตามธรรมชาติ (Natural water content, n w*)* โดยการทดสอบตาม ASTM D 4318-98

ทฤษฎี

Atterberg Limits บอกคุณสมบัติของมวลดินเม็ดละเอียดถึงสภาพหรือสถานะต่างๆ เมื่อความชื้นเปลี่ยนไปคือ สถานะของเหลว (Liquid state) พลาสติก (Plastic state) กึ่งของแข็ง (Semi-solid state) หรือของแข็ง (Solid state) ดังแสดงในรูปที่ ช-1



รูปที่ ช-1 แสดงสถานะภาพของมวลดิน (กำธร , 2529)

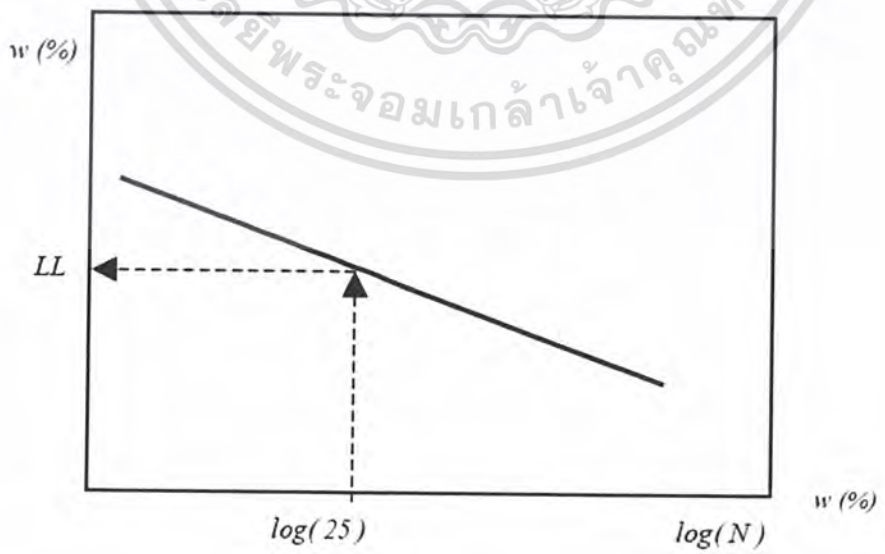
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปี 1911 Atterberg นักวิทยาศาสตร์ชาวสวีเดนได้กำหนดจุดเปลี่ยนสถานภาพของดินต่าง ๆดังนี้ Liquid Limit, Plastic Limit และ Shrinkage Limit รูปที่ ช-1 อธิบายได้ว่ามวลดินอาจประกอบด้วยอนุภาคของ

เม็ดดิน น้ำ (หรือความชื้น) และช่องว่างอากาศ มวลดินในสภาพเหลวมีน้ำอยู่มากและปราศจากฟองอากาศปริมาตรของดินจะลดลงเมื่อน้ำในมวลดินลดลงจนกระทั่งสถานะของดินเปลี่ยนจากของเหลวเป็นพลาสติก ณ จุดเปลี่ยนนี้เองเราเรียกความชื้นนี้ว่าขีดจำกัดเหลวหากปริมาณน้ำลดลงจนกระทั่งดินเปลี่ยนสถานะจากพลาสติกเป็นของกึ่งของแข็งเรียกความชื้นที่จุดนี้ว่าขีดจำกัดพลาสติกหากปริมาณน้ำหรือความชื้นในมวลดินลงจนกระทั่งมวลดินเปลี่ยนสถานภาพจากกึ่งของแข็งเป็นของแข็งปริมาตรของมวลดินก็จะลดลงถึงจุด ๆหนึ่งซึ่งปริมาตรของมวลดินจะไม่สามารถลดลงได้อีก(แม้ว่าปริมาณน้ำในมวลดินยังคงลดลง) ความชื้น ณ จุดนี้เรียกว่าขีดจำกัดหดตัว

หลักการการหาปริมาณน้ำหรือความชื้น ณ จุดเปลี่ยนสถานภาพของมวลดิน มีดังนี้

ขีดจำ กัดเหลว หรือ LL ทดสอบโดยนำดินมาปาดลงในถ้วยเคาะ บากร่องด้วยเครื่องมือมาตรฐานแล้วเคาะถ้วยจนกระทั่งร่องบากบรรจบกันเป็นระยะ 10 - 13 มิลลิเมตร แล้วนำตัวอย่างดินไปหาปริมาณน้ำปริมาณน้ำที่ LL คือ ปริมาณน้ำ ณ การเคาะ 25 ครั้งโดยการหมุนกระแทกแต่ละครั้งที่ทำให้ดินเลื่อนมาบรรจบกันนั้นจะเกิดแรงเฉือนประมาณ 1 กรัมต่อตารางเซนติเมตรแต่ค่าพิกัดเหลวให้ถือเอาค่าประมาณความชื้นที่การหมุนกระแทก 25 ครั้งดังนั้นค่าพิกัดเหลวจึงแสดงถึงค่าแรงเฉือนของดินประมาณ 20 - 25 กรัมต่อตารางเซนติเมตร



รูปที่ ช-2 แสดงการหาขีดจำกัดของเหลว (กำธร , 2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า LL จากการทดสอบเพียงครั้งเดียว ประมาณได้จากสมการที่ (ช-1)

$$LL = Wn \times \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121} \qquad (ช\text{-}1)$$

เมื่อ Wn = ปริมาณน้ำในมวลดิน ณ การเคาะที่ N ครั้ง

N = จำนวนครั้งเคาะ ที่อยู่ระหว่าง 20 - 30 ครั้ง

ขีดจำกัดพลาสติกหรือ PL ทดสอบโดยปั้นคลึงตัวอย่างดินให้เป็นแท่งยาวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้วหากมีรอยแตกเกิดขึ้นที่รอบผิวนำตัวอย่างดินไปหาปริมาณน้ำซึ่งปริมาณน้ำหรือความชื้นนี้เรียกขีดจำกัดพลาสติกตารางที่ 3.7 แสดงค่า PL และ LL ของดินประเภทต่าง ๆ โดยประมาณ

ตารางที่ ช-1 แสดงค่า PL และ LL ของดินประเภทต่าง ๆ โดยประมาณ (Atkins, 1997)

ประเภทดิน	PL	LL
ดินเหนียวปนดินตะกอน	20 — 30	25 — 40
ดินเหนียว Kaolinite	20 — 40	40 —70
ดินเหนียว Montmorillonite	100 — 200	300 — 600

ขีดจำ กัดหดตัว หรือ SL คำนวณจากสมการที่ (ช-2)

$$SL = i_w - \Delta w \qquad (ช\text{-}2)$$

$$\Delta w = \frac{(Vf - Vi)/\gamma w}{Ws} \times 100 \qquad (ช\text{-}3)$$

แทน (ช-3) ใน (ช-2) จะได้

$$SL = Wi - \frac{(Vf - Vi)/\gamma w}{Ws} \times 100 \qquad (ช\text{-}4)$$

เมื่อ

Wi = ปริมาณน้ำหรือความชื้นเมื่อเริ่มทดสอบ

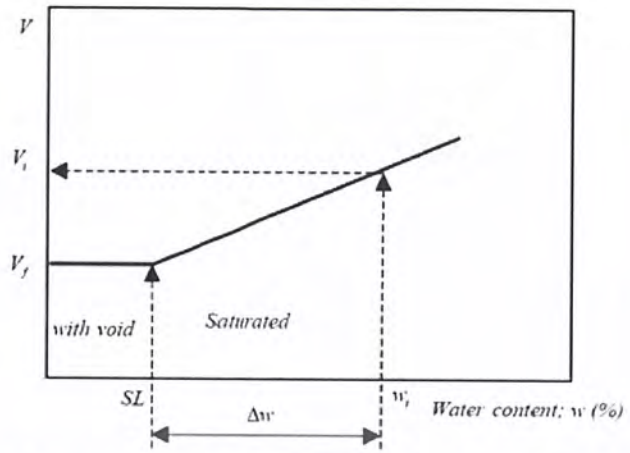
Vi = ปริมาตรของมวลดินเมื่อเริ่มทดสอบ

Vf = ปริมาตรของดินในสภาวะแห้ง

Ws = น้ำหนักดินแห้ง

γ_w = ความหนาแน่นของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ช-3 แสดงขีดจำกัดหดตัวหรือ SL (กำธร, 2529)

สำหรับค่าอื่นๆจากผลทดสอบ Atterberg's Limit ได้แก่ Plasticity Index (*PI*) คือค่าที่บ่งบอกถึงความไวต่อการเปลี่ยนสถานภาพของมวลดิน (ระหว่างสภาวะพลาสติก และของเหลว) หรือ

$$PI = LL - PL \qquad (ช-5)$$

ส่วน Liquidity Index (LI) คือค่าบ่งบอกถึงสถานภาพของมวลดินในธรรมชาติ หรือ

$$LI = \frac{wn - PL}{LL - PL} \qquad (ช-6)$$

$$LI = \frac{wn - PL}{PI} \qquad (ช-7)$$

ตารางที่ ช-2 แสดงความสัมพันธ์ของความชื้นในมวลดิน (n w) กับค่า LI (Atkins, 1997)

ปริมาณน้ำหรือความชื้น ***Wn***	สถานภาพของมวลดิน	*LI*
$< PL$	กึ่งของแข็ง	*< 1*
$= PL$		*0*
$PL \leq wn \leq LL$	พลาสติก	ระหว่าง*0* ถึง *1*
$= LL$		*1*
$> LL$	ของเหลว	*> 1*

Flow Index (fI) คือความชันของเส้นความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับ log(N) เป็นดัชนีบ่งบอกความไว (Sensitivity) ต่อการเปลี่ยนสถานภาพของมวลดินหากเส้นมีความชันมากหมายถึงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของมวลดินเพียงเล็กน้อยจะทำให้ดินไวต่อการเปลี่ยนสถานภาพหรือกลับกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$fI = \frac{w1 - w2}{\log(N2/N1)} \qquad (ช\text{-}8)$$

Activity or Clay คือค่าบ่งบอกความสามารถในการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของมวลดิน หรือ

$$\text{Activity} = \frac{PI}{\text{Clay fraction}} \qquad (ช\text{-}9)$$

$$= \frac{PI}{\%\ \text{finer than 2 } \mu m} \qquad (ช\text{-}10)$$

ตารางที่ ช-3 ประเภทมวลดิน และค่า Activity of Clay โดยประมาณ (Atkins, 1997)

ลักษณะมวลดิน	Activity
Inactive clays	< 0.75
Normal clays	0.75 – 1.25
Active clays	1.25 – 2.00
Highly active clays	> 2.00

ตารางที่ ช-4 แสดงค่า *LL* , *PI* และ Activity โดยประมาณ ของดินประเภทต่างๆ (Atkins, 1997)

ลักษณะมวลดิน	LL	PI	Activity
Kaolinite	40 – 60	10 – 25	0.4
Illite	80 – 120	50 – 70	0.9
Sodium Montmorillonite	700	650	7
Other Montmorillonites	300 – 650	200 – 550	1.5
Granular soils	≤ 20	0	0

ค่าต่าง ๆเหล่านี้ใช้ประกอบการจำแนกประเภทของดิน (Soil Classification) และเพื่อประโยชน์ในงานวิศวกรรม จึงควรทราบพอสังเขป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ และตัวอย่างมวลดิน

อุปกรณ์ทดสอบ Atterberg's Limits มีดังนี้ (ดูรูปที่ ช-3 ประกอบ)

1. อุปกรณ์ทดสอบ ขีดจำ กัดเหลว ประกอบด้วย
    - 1.1 เครื่องมือหาค่าพิกัดเหลว
    - 1.2 อุปกรณ์ตัดร่องแบบ Casagrande หรือ ASTM
    - 1.3 ถ้วยกระเบื้อง
    - 1.4 ที่ผสมดิน (Spatula)
    - 1.5 กระป๋องเก็บตัวอย่างเพื่อหาความชื้น
    - 1.6 เครื่องชั่งอ่านได้ละเอียด 0.01 กรัม
    - 1.7 เตาอบ
    - 1.8 หม้อดูดความชื้น (Desiccator)
    - 1.9 น้ำกลั่น
2. อุปกรณ์ทดสอบ ขีดจำกัดพลาสติก ประกอบด้วย
    - 2.1 แผ่นกระจก
    - 2.2 กระป๋องหาความชื้น
    - 2.3 เครื่องชั่งอ่านได้ละเอียด 0.01 กรัม
    - 2.4 ถ้วยกระเบื้อง
    - 2.5 ภาชนะผสมดิน
    - 2.6 เตาอบ
    - 2.7 หม้อลดอุณหภูมิ
    - 2.8 น้ำกลั่น

รูปที่ ช-3 แสดงเครื่องมือทดสอบ Atterberg Limits (ห้องปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์ วิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนและวิธีทดสอบ

ลำดับขั้นตอนและวิธีทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 4318-98

ขีดจำกัดเหลว

1. ปรับเครื่องมือหาขีดจำกัดเหลวให้ระยะตกกระทบสูงสุด 1 เซนติเมตร โดยใช้ส่วนปลายของอุปกรณ์ตัดดินแบบ Casagrande หรือ ASTM อ้างอิงระยะตกกระทบได้

2. ใช้ดินแห้งซึ่งผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ประมาณ 150 – 200 กรัม หากดินมีความชื้นสูงมกว่าร้อยละ *70* ควรผึ่งก่อนใช้ทดสอบ (แต่ห้ามใช้วิธีอบแห้ง) เติมน้ำกลั่นเล็กน้อยแล้วผสมให้เข้ากันด้วย Spatula

3. ตัดดินที่ผสมแล้วประมาณ 150 กรัมใส่ลงในถ้วยทองเหลืองของเครื่องมือหาขีดจำกัดเหลวปาดหน้าให้เรียบและตัดให้เป็นร่องด้วย Casagrande grooving tool

4. หมุนเครื่องมือด้วยความเร็วประมาณ *2* รอบต่อนาทีนับจำนวนครั้งที่ตกกระทบของถ้วยทองเหลืองกับแป้น (Bowl) กระทั่งร่องดินเลื่อนเข้ามาชิดกันเป็นระยะประมาณ 10 – 13 มิลลิเมตร

5. ตัดดินส่วนที่เลื่อนมาชิดกันใส่กระป๋อง (ชั่งน้ำหนักกระป๋องก่อนใส่ดิน) แล้วอบตัวอย่าง *24* ชั่วโมง

6. ทำซ้ำจากข้อ (3) ถึงข้อ (5) โดยเพิ่มน้ำขึ้นเรื่อยๆจะได้จำนวนครั้งของการหมุนกับความชื้นประมาณ 4-5 ค่าโดยจำนวนตกควรอยู่ระหว่าง 20 - 35 ครั้ง

7. จากข้อ (5) คำนวณปริมาณน้ำหรือความชื้นดินที่รอบแล้ว (เมื่อนำออกจากเตาอบใหม่ ๆ ควรตู้ดูดความชื้นเสียก่อนในกรณีที่ดินเป็นชนิด Non-plastic ไม่จำเป็นต้องใส่ตู้ดูดความชื้นก็ได้ เพียงตั้งไว้ให้เย็นแล้วจึงชั่งน้ำหนักสำหรับดินชนิดพลาสติกหากตั้งทิ้งไว้ข้างนอกดินจะดูดความชื้นจากอากาศเข้าไปอีกดังนั้นจึงต้องทำให้เย็นภายในตู้ดูดความชื้น

8. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับจำนวนครั้งที่เคาะ (หรือจำนวน Bowl) บนกระดาษsemi-log โดยให้แกนนอนเป็นค่า $log(N)$ และแกนตั้งเป็นค่าร้อยละความชื้น (หรือปริมาณน้ำ, w) ค่าความชื้น (ร้อยละ) ที่จำนวนเคาะ 25 ครั้ง คือค่าพิกัดเหลว

ขีดจำกัดพลาสติก

1. ใช้ดินตัวอย่างเดียวกับที่ใช้ทดสอบขีดจำกัดเหลวโดยปล่อยให้ดินแห้งไม่ติดมือและสามารถคลึงได้ง่าย

2. ใช้ดินนี้ประมาณ 15 กรัม คลึงด้วยนิ้วมือที่เหยียดตรงให้เป็นแท่งยาวบนแผ่นกระจกจนกระทั่งดินมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-4 มิลลิเมตร และมีรอยแตกเล็กๆเกิดขึ้นโดยรอบเส้นพอดี

3. นำดินที่มีรอยแตกนี้ใส่กระป๋องชั่งน้ำหนักและอบแห้งเพื่อหาความชื้นหากคลึงตัวอย่างดินได้ขนาดตามระบุแล้วไม่ปรากฏรอยแตกให้ผสมดินและทดสอบใหม่

4. ทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ

ข้อมูลชุดดินในพื้นที่การทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กลุ่มดินต่างๆ ที่พบในจังหวัดฉะเชิงเทรา เท่าที่สำรวจพบ มีดังนี้ คือ

1. Sulfaquepts เป็นดินมี่พบบริเวณที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเลเป็นดินเหนียว มีการจัดเรียงชั้นแบบ A-Bg-Cg มีการระบายน้ำเลว ภายในหน้าตัดของดินจะมีจุดสีเหลืองฟางข้าว (jarosite mottles) เกิดขึ้นภายใน 50 เซนติเมตรจากผิวดิน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด ส่วนมากไม่ใช้ทำประโยชน์ ยังคงปล่อยเป็นที่รกร้างว่างเปล่าหญ้าและพุ่มไม้เล็กขึ้นหนาแน่น เนื่องจากมีสภาพเป็นดินที่เปรี้ยวจัด

2. Hydraquents เป็นดินใหม่ ดินเหล่านี้มีน้ำท่วมขังตลอดเวลา ปกติสีพื้นเป็นสีเทาปนน้ำเงินและปนเขียว จะไม่พบสารพวกกำมะถันภายในความลึก 50 เซนติเมตรจากผิวดิน สำหรับการจัดเรียงชั้นดินจะเป็นแบบ A-C

3. Tropaquepts เป็นกลุ่มดินที่พบบริเวณพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงราบเรียบ จะมีความลาดชันไม่เกิน 2 เปอร์เซนต์ ในฤดูฝนจะมีน้ำขังเป็นเวลานาน มีการจัดเรียงชั้นแบบ A-B (cambic horizon) สีพื้นเป็นสีเทา และจะพบจุดประสีน้ำตาลแดง หรือสีเหลืองตลอดชั้นดิน ดินนี้มีการระบายน้ำเลว มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงมาก ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

4. Plainnthaquults เป็นกลุ่มดินที่มีการจัดเรียงชั้นดินแบบ Bt (arigillic horizon) ในดินชั้นล่างจะมีเปอร์เซนต์ประจุบวกที่ปั่นด่างน้อยกว่า 35 สีพื้นเป็นสีเทา และมีประจุสีน้ำตาลหรือเหลือง ในดินชั้นล่างจะพบศิลาแลงอ่อน (plinthite) มากกว่า 50 เปอร์เซนต์ หรือติดต่อกันตลอด ซึ่งพวกนี้ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งจะแปลสภาพเป็นศิลาแลงแข็ง ดินพวกนี้จัดว่าเป็นดินที่มีการระบายน้ำเลว และมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

5. Palequults เป็นกลุ่มดินที่มีการจัดเรียงชั้นแบบ A-Bt (argillic horizon) ในดินชั้นล่างจะมีประจุบวกที่เป็นด่างน้อยกว่า 25 เปอร์เซนต์ สีพื้นเป็นสีเทา สีเหลือง หรือสีแดงตลอดชั้นดิน ดินกลุ่มนี้มีการระบายน้ำเลว มักมีน้ำขังตลอดหรือเกือบตลอดฤดูฝน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือค่อนข้างต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Pateustults เป็นกลุ่มดินที่มีการจัดเรียงแบบ A-Bt (argillic horizon) เป็นดินลึกถึงลึกมาก มีสีน้ำตาล สีแดงปนเหลือง หรือสีแดง ดินพวกนี้จัดเป็นดินที่มีการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง และเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือค่อนข้างต่ำ เนื่องจากผ่านการสลายตัวมาแล้วในอดีตอย่างรุนแรง

7. Haplustults เป็นกลุ่มดินที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มดิน Pateustults แต่มีชั้น argillic horizon ที่บางกว่า หรือมีแร่สลายตัวง่ายอยู่ในชั้นล่างเป็นปริมาณมากกว่า 10 เปอร์เซนต์ ซึ่งแสดงว่าผ่านกระบวนการสลายตัวในระดับไม่รุนแรงมากนัก

8. Dystropepts เป็นกลุ่มดินที่มีการระบายน้ำดีที่เริ่มมีการพัฒนาชั้นดิน มีการจัดเรียงดินแบบ A-B (cambic horizon) จะพบในเขตชุ่มชื้น และจะแห้งน้อยกว่า 90 วัน ในรอบปี

9. Plinthustults เป็นดินตื้น ดินชั้นล่างจะเป็นชั้นของกรวดลูกรัง และมีชั้นของเหล็กที่จับตัวกันยังไม่แข็งอยู่ตอนล่างในความลึกไม่เกิน 125 เซนติเมตร จากผิวดิน ลักษณะดินบนเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างจะเหนียวขึ้นเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินร่วนเหนียวปนกรวด และดินเหนียวข้างล่างสุดสีแดงปนเหลือง หรือสีเหลืองแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ถึงกรดปานกลาง มีการระบายน้ำดีหรือดีปานกลาง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และมักขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูก

10. Quartzpsamments เป็นกลุ่มดินที่พบบริเวณหาดทรายเก่าเป็นส่วนใหญ่ มีลักษณะการจัดเรียงชั้นแบบ A-C เป็นดินทรายตลอดชั้น ดินทรายจะประกอบไปด้วยซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) มากกว่า 95 เปอร์เซนต์ ดินมีการระบายน้ำค่อนข้างมากจนถึงดีมากเกินไป มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำมาก และมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงต่ำมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 คำบรรยายลักษณะดิน

1.ดินชุดบางปะกง (Bang Pakong series : Bpg)

เกิดจากตะกอนของน้ำทะเลที่มีอายุน้อย สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะราบเรียบ มีความลาดไม่เกิน 1 เปอร์เซนต์ ดินชุดนี้เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลวมาก ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลางขึ้นอยู่กับจำนวนรากพืชและรูปู

ดินบนลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีพื้นเป็นสีน้ำตาล มีจุดประสีเทาเข้ม ปฏิกิริยาของดินเป็นด่างอ่อน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7.5 ส่วนดินล่างลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตร ลงไปมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทรายแป้ง มีสีพื้นเป็นสีเทาเข้ม หรือสีสีเทาเข้มปนเขียว ปฏิกิริยาของดินเป็นด่างปานกลางถึงเป็นด่างแก่ แต่ในดินชุดนี้มีปริมาณของกำมะถันสูงมาก เมื่อดินแห้งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ดินจึงมีปฏิกิริยาเป็นกรดแก่ และถ้าดินเปียกจะมีปฏิกิริยาเป็นด่าง

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินชุดนี้ปรากฏว่าดินตอนบนหนาประมาณ 30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีการอิ่มตัวด้วยเบสสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงมาก มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก ส่วนดินตอนล่างลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตรลงไป มีการอิ่มตัวด้วยเบสสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงมาก มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก กล่าวโดยสรุปดินชุดนี้มีปริมาณแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติสูง และมีคุณสมบัติทางกายภาพไม่ค่อยดีนัก เนื่องจากมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวจัด แต่มีการซึมของน้ำดีพอสมควร เนื่องจากมีรูปูและรากพืชผุๆอยู่เป็นจำนวนมาก

เนื่องจากดินชุดนี้แม้ว่าจะมีปริมาณของแร่ธาตุอาหารสูง แต่มักไม่ได้ใช้ทำประโยชน์ใดๆ เนื่องจากดินมีปฏิกิริยาเป็นด่างแก่ และเป็นกรดจัด และมักจะเปียกอยู่เสมอ เนื่องจากระดับน้ำใต้ดินตื้นมาก บางแห่งอยู่ติดกับผิวดิน การใช้ประโยชน์จึงมักไม่มีนอกจากบางแห่งปล่อยเป็นป่าโกงกาง ในการสำรวจพบว่า ดินนี้นอกจากพบอยู่เดี่ยวแล้วยังเกิดปะปนกับดินชุดท่าจีนอีกด้วย

2. ดินชุดท่าจีน (Tha Chin series : Tc)

เกิดขึ้นปะปนกันดินชุดบางประกง เกิดจากการตกตะกอนของนำทะเลที่มีอายุน้อย สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะราบเรียบ มีความลาดไม่เกิน 1 เปอร์เซนต์ ดินชุดนี้เป็นดินลึก มีการระบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำเลวมาก ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลางขึ้นอยู่กับจำนวนรากพืชและรูปู มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ติดหรือใกล้กับผิวดินตลอดปี

ดินบนลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีพื้นเป็นสีน้ำตาล มีจุดประสีเทาเข้ม ปฏิกิริยาของดินเป็นกลาง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7.0 ส่วนดินตอนล่างลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตรลงไป มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทรายแป้ง มีสีพื้นเป็นสีเทาเข้ม หรือสีเทาเข้มปนเขียว ปฏิกิริยาของดินเป็นด่างเล็กน้อยถึงด่างแก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7.5-8.5

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินชุดนี้ปรากฏว่าดินตอนบนหนาประมาณ 30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีการอิ่มตัวด้วยเบสสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงมาก มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก ส่วนดินตอนล่างลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตรลงไป มีการอิ่มตัวด้วยเบสสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงมาก มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก กล่าวโดยสรุปดินชุดนี้มีปริมาณแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติสูง และมีคุณสมบัติทางกายภาพค่อนข้างเลว เนื่องจากดินเป็นดินเหนียวจัด และระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ใกล้หรือติดกับผิวดิน โครงสร้างของดินยังไม่พัฒนา และมักจะมีน้ำทะเลท่วมถึงอยู่เสมอ

ดินชุดนี้ส่วนใหญ่มักไม่ใช้ในการทำกสิกรรมใดๆ ควรปล่อยให้เป็นป่าไม้ชายเลน เช่น โกงกาง จาก ถ้ามีการป้องกันไม่ให้น้ำทะเลท่วมถึง และแก้ความเค็มของดินได้ก็จะสามารถทำนา หรือยกร่องปลูกมะพร้าวได้ดินนี้เกิดปะปนกับดินชุดบางปะกง

3.ดินชุดสมุทรปราการ (Samut Prakan series : Sm)

เกิดจากการตกตะกอนของน้ำทะเลที่มีอายุน้อย สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะราบเรียบ มีความลาดไม่เกิน 1 เปอร์เซนต์ ดินชุดนี้เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลวมาก ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ช้า มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ต่ำกว่า 1 เมตร ในช่วงแล้ง

ดินบนลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีพื้นเป็นสีเป็นสีเทาเข้ม หรือน้ำตาลปนสีเทา หรือสีเทาเข้มปนเขียวมะกอก มีจุดประสีน้ำตาลแก่ และสีน้ำตาลปนเขียวมะกอก ปฏิกิริยาของดินเป็นกลางถึงด่างปานกลาง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7.5-8.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินชุดนี้ปรากฏว่าดินตอนบนหนาประมาณ 30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีการอิ่มตัวด้วยเบสสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงมาก มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก ส่วนดินตอนล่างลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตรลงไป มีการอิ่มตัวด้วยเบสสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงมาก มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก กล่าวโดยสรุปดินชุดนี้มีปริมาณแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติสูง และมีคุณสมบัติทางกายภาพค่อนข้างเลว เนื่องจากเดินเป็นดินเหนียวจัด มีการระบายน้ำเลว

ดินชุดนี้ส่วนใหญ่ใช้ในการปลูกข้าว ให้ผลผลิตไม่สูงนัก เนื่องจากเป็นดินเค็ม และอาจถูกน้ำทะเลท่วมถึงได้ มีการป้องกันการท่วมของน้ำทะเล โดยการสร้างเขื่อนหรือทำนบ ในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน สามารถทำได้โดยการใส่ปุ๋ยพืชสด หรือปุ๋ยอินทรีย์อื่นๆ จะทำให้คุณสมบัติของดินดีขึ้น และเป็นการเพิ่มผลผลิตของพืชที่จะปลูกด้วย

4.ดินชุดบางกอก (Bangkok series : Bk)

เกิดจากการตกตะกอนของน้ำทะเลหรือน้ำกร่อย สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะราบเรียบ มีความลาดไม่เกิน 1 เปอร์เซนต์ ดินชุดนี้เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลว ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ช้า มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ต่ำกว่า 150 เซนติเมตร ในช่วงแล้ง

ดินบนลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีพื้นเป็นสีเป็นสีเทาเข้ม หรือน้ำตาลปนสีเทา มีจุดประสีน้ำตาลแก่หรือสีแดงปนเหลือง ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0-7.0 ส่วนดินตอนล่างลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตรลงไป เนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีพื้นเป็นสีเป็นสีเทาหรือสีเทาเข้มปนเขียวมะกอก มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง หรือสีน้ำตาลอ่อนปนเขียวมะกอก ของดินเป็นกลางถึงเป็นด่างอ่อน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7.0-7.5

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินชุดนี้ปรากฏว่าดินตอนบนหนาประมาณ 30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำปานกลาง มีการอิ่มตัวด้วยเบสสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงมาก มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำปานกลาง และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก ส่วนดินตอนล่างลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตรลงไป มีการอิ่มตัวด้วยเบสสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงมาก มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นประโยชน์ต่อพืชปานกลาง และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก กล่าวโดยสรุปดินชุดนี้มีปริมาณแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติค่อนข้างสูง และมีคุณสมบัติทางกายภาพค่อนข้างเลว เพราะเป็นเดินเป็นดินเหนียวจัด มีการระบายน้ำเลว มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง

ดินชุดนี้ส่วนใหญ่ใช้ในการปลูกข้าว ให้ผลผลิตสูงมาก สามารถปรับปรุงให้มีการปลูกข้าวนอกฤดูได้ถ้ามีน้ำเพียงพอ นอกจากนี้ดินชุดนี้ยังสามารถใช้ปลูกพืชไร่และพืชสวยครัวได้อีกมาก เช่น ถั่งต่างๆ แตงต่างๆ ข้าวโพด พริก ถ้ามีการป้องกันเรื่องน้ำท่วมแล้วดินนี้จัดเป็นดินที่ดีมาก

5.ดินชุดบางน้ำเปรี้ยว (Bang Nam Priew series : Bp)

เกิดจากการตกตะกอนทับถมกันของน้ำกร่อย สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะราบเรียบ มีความลาดไม่เกิน 1 เปอร์เซนต์ ดินชุดนี้เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลว ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ช้า มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ต่ำกว่า 160 เซนติเมตร ในช่วงแล้ง

ดินบนลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีพื้นเป็นสีเป็นสีเทาเข้มถึงสีเป็นสีเทาเข้มมาก มีจุดประสีแดงปนเหลือง ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.0-6.0 ส่วนดินตอนล่างมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีสีพื้นเป็นสีน้ำตาลปนเทา มีจุดประเป็นสีเหลืองปนน้ำตาล และสีเหลืองของกำมะถัน (แคทเคลย์) และสีน้ำตาลเข้มปนแดง หรือสีแดงปนเหลือง ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.0-6.5

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินชุดนี้ปรากฏว่าดินตอนบนหนาประมาณ 30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีการอิ่มตัวด้วยเบสปานกลาง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก ส่วนดินตอนล่างลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตรลงไป มีการอิ่มตัวด้วยเบสปานกลาง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก กล่าวโดยสรุปดินชุดนี้มีปริมาณแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติค่อนข้างสูง และมีคุณสมบัติทางกายภาพค่อนข้างเลว เพราะเป็นเดินเป็นดินเหนียวจัด มีการระบายน้ำเลว

ดินชุดนี้ส่วนใหญ่ใช้ในการทำนา ให้ผลผลิตไม่สูงนัก เนื่องจากดินเป็นกรด การเพิ่มผลผลิตควรทำการแก้ความเป็นกรดโดยการใช้ปูนขาว และปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆ เช่น ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมัก จะทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ คุณสมบัติดีขึ้น ดินชนิดนี้ไม่เหมาะในการปลูกพืชไร่ มีการเพราะดินมีการระบายน้ำเลว

6. ดินชุดฉะเชิงเทรา (Chachoenrsao series : Cc)

เกิดจากการตกตะกอนของน้ำกร่อยบนตะกอนของน้ำทะเล พื้นที่ที่พบมีลักษณะราบเรียบ มีความลาดไม่เกิน 1 เปอร์เซนต์ ดินชุดนี้เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลว ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ช้า มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ต่ำกว่า 150 เซนติเมตร ในช่วงแล้ง

ดินบนลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีพื้นเป็นสีเทาเข้มมาก มีจุดประสีน้ำตาลหรือสีแดงปนเหลือง ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5-5.5 ส่วนดินตอนล่างมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีสีพื้นเป็นสีน้ำตาลปนเทาถึงสีเทา มีจุดประเป็นแดงหรือสีเหลืองปนน้ำตาล และสีเหลืองปนบ้างเล็กน้อย ซึ่งเป็นสีเหลืองของแคทเคลย์ ซึ่งจะพบในระยะลึกกว่า 100 เซนติเมตรลงมา และจะมีปฏิกิริยาของดินเป็นกรดเล็กน้อย ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.5

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินชุดนี้ปรากฏว่าดินตอนบนหนาประมาณ 30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีการอิ่มตัวด้วยเบสปานกลาง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก ส่วนดินตอนล่างลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตรลงไป มีการอิ่มตัวด้วยเบสปานกลาง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำมาก และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก กล่าวโดยสรุปดินชุดนี้มีปริมาณแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติปานกลาง และมีคุณสมบัติทางกายภาพค่อนข้างเลว เนื่องจากเป็นดินเหนียวจัด ถ้ามีการป้องกันเรื่องน้ำท่วมแล้วสามารถปลูกปลูกพืชไร่ และพืชสวนครัวอื่นๆได้

ดินชุดนี้ส่วนใหญ่ใช้ในการปลูกข้าวนาดำ แต่บางแห่งปลูกแบบนาหว่าน เป็นดินที่เหมาะสำหรับการปลูกข้าวชนิดหนึ่ง เพราะเนื้อดินเป็นดินเหนียว และปฏิกิริยาของดินไม่ต่ำมากนัก แต่ควรมีการปรับปรุงคุณสมบัติของดินให้ดีขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้