# การศึกษาพฤติกรรมการถูกกัดเซาะของมวลดินถล่มและการปลูกพืชคลุมดินเพื่อป้องกันการกัดเซาะมวลดินถล่มกรณีศึกษา ต.เทพราช อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช

# Erosion Behavior of the Landslide Mass and Using of Vegetation for Erosion Protection of the Land Slide Mass; case study on Theparat Subdistrict, Sichol district, Nakhon Si Thammarat Province


โดย

นายมิ่งเมือง สมงาม

นายอัษฎางค์ คณะภิกขุ

นายเอกไพลิน จันตะกูล


โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2555

# การศึกษาพฤติกรรมการถูกกัดเซาะของมวลดินถล่มและการปลูกพืชคลุมดินเพื่อป้องกันการกัดเซาะมวลดินถล่มกรณีศึกษา ต.เทพราช อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช

# Erosion Behavior of the Landslide Mass and Using of Vegetation for Erosion Protection of the Land Slide Mass; case study on Theparat Subdistrict, Sichol district, Nakhon Si Thammarat Province


โดย

นายมิ่งเมือง สมงาม

นายอัษฎางค์ คณะภิกขุ

นายเอกไพลิน จันตะกูล


โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2555

# Erosion Behavior of the Landslide Mass and Using of Vegetation for Erosion Protection of the Land Slide Mass; case study on Theparat Subdistrict, Sichol district, Nakhon Si Thammarat Province

MR.MINGMUENG SOMNGAM

MR.AUTSADANG KANAPIKU

MR.EKPHAILIN JUNTHAGOOL

A SPACIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์**
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**ใบรับรองโครงงานพิเศษ**

---

**หัวข้อโครงงานพิเศษ** การศึกษาพฤติกรรมการถูกกัดเซาะของมวลดินถล่มและการปลูกพืชคลุมดินเพื่อป้องกันการกัดเซาะมวลดินถล่มกรณีศึกษา ต.เทพราช อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช

**นักศึกษา**

| | | |
|---|---|---|
| นายมิ่งเมือง | สมงาม | รหัสประจำตัว 52010952 |
| นายอัษฎางค์ | คณะภิกขุ | รหัสประจำตัว 52011447 |
| นายเอกไพลิน | จันตะกูล | รหัสประจำตัว 52011474 |

**อาจารย์ที่ปรึกษา** อ.อุบะ ศิริแก้ว

**อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม** ผศ.สุพจน์ ศรีนิล

**หลักสูตร** วิศวกรรมศาตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

**ปีการศึกษา** 2555

| คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ | ลายมือชื่อ |
|---|---|
| ผศ.สุพจน์ ศรีนิล<br>ผศ.สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์<br>อ.อุบะ ศิริแก้ว<br>อ.ปรีชานันท์ ศรีแก้ว | |

วัน/เดือน/ปีที่สอบ

สถานที่สอบ

(.....)

ผศ.สุพจน์ ศรีนิล

ประธานสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อโครงงานพิเศษ** | การศึกษาพฤติกรรมการถูกกัดเซาะของมวลดินถล่มและการปลูกพืชคลุมดินเพื่อป้องกันการกัดเซาะมวลดินถล่มกรณีศึกษา ต.เทพราช อ.สิชล จ. นครศรีธรรมราช<br><br>Erosion Behavior of the Landslide Mass and Using of Vegetation for Erosion Protection of the Land Slide Mass; case study on Theparat Sichol district Nakhon Si Thammarat Province |
| **นักศึกษา** | นายมิ่งเมือง สมงาม รหัสประจำตัว 52010952 |
| | นายอัษฎางค์ คณะภิกขุ รหัสประจำตัว 52011447 |
| | นายเอกไพลิน จันตะกูล รหัสประจำตัว 52011474 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | อ.อุบะ ศิริแก้ว |
| **หลักสูตร** | วิศวกรรมศาตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา |
| **ปีการศึกษา** | 2555 |

# บทคัดย่อ

จากการที่เกิดแผ่นดินถล่มบริเวณพื้นที่เขาหลวง อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช ทำให้เกิดมวลดินถล่มปริมาณมหาศาลและตะกอนทรายถูกพัดพาพาไปทับทมในพื้นที่อ่างเก็บน้ำคลองท่าทนจึงจำเป็นต้องศึกษาพฤติกรรมการถูกกัดเซาะมวลดินถล่มดังกล่าว และเสนอแนวทางการปลูกพืชคลุมดินเพื่อป้องกันการกัดเซาะ มวลดินจัดเป็นดินกลุ่ม SM-SW มีความเหนียวต่ำ มีค่าความหนาแน่นแห้ง 1.93 t/m$^3$ มีค่าอัตราการกัดเซาะแบบไม่มีพืชปกคลุมมีค่าระหว่าง 0.0016 – 0.0099 g/cm$^2$/s และอัตราการกัดเซาะแบบมีพืชปกคลุมมีค่าระหว่าง 0.0012 – 0.0067 g/cm$^2$/s ซึ่งค่าดังกล่าวขึ้นกับปริมาณฝน ค่าความลาดชัน ความหนาแน่นดิน และ ชนิดพืชคลุมดิน ผลการศึกษาพบว่าเมื่อมีหญ้าบาน่าคลุมดินสามารถลดการกัดเซาะมวลดินได้ 31.03 % และเมื่อมีหญ้าแฝกคลุมดินสามารถลดการกัดเซาะมวลดินได้ 44.76 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|---|---|---|---|
| Title | Erosion Behavior of the Landslide Mass and Using of Vegetation for Erosion Protection of the Land Slide Mass; case study on Theparat Sichol district Nakhon Si Thammarat Province | | |
| Name | MR.MINGMUENG | SOMNGAM | ID. 52010952 |
| | MR.AUTSADANG | KANAPIKU | ID. 52011447 |
| | MR.EKPHAILIN | JUNTHAGOOL | ID. 52011474 |
| Advisor | MISS.UBA SIRIKAEW | | |
| Degree | BACHELOR CIVIL ENGINEERING | | |
| Year | 2555 | | |

# ABSTRACT

As landslides occurred in the Khao Luang Mountainous area, Theparat Sub-district, Sichol District, Nakhon Si Thammarat Province, cause the losses of lives, public properties and houses. The large amount of landslide masses were transported and deposited at the Thaton reservoir and the Klong Thaton canal which caused the shallow reservoir and shallow canal. Vegetation was proposed to protect the landslide mass erosion. Silty sand and well graded sand(SM-SP) was mainly soil with the dry density, permeability and erosion ratio of 1.93 t/m^3, 5x10^-4 cm/sec and 0.0022-0.0072 g/cm^2/sec, respectively. Erosion was controlled by the rainfall intensity, the degree of slope and type of vegetation. The grasses of Bana and vetiver were used to cover the landslide mass which reduced the erosion as 17.44 % and 24.76%.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

อันดับแรกขอขอบพระคุณอาจารย์อุบะ ศิริแก้วและผศ.สุพจน์ ศรีนิลเป็นอย่างสูง ซึ่งท่านให้คำปรึกษาและคำแนะนำเกี่ยวกับโครงงานพิเศษในทุกๆเรื่องจนทำให้โครงงานพิเศษสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษอาจารย์ปรีชานันท์ ศรีแก้วและผศ.สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์ ซึ่งท่านให้คำแนะนำเกี่ยวกับทฤษฎีที่ต้องใช้ ลำดับขั้นตอนการทำงาน และความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆประกอบในการทำโครงงานพิเศษเพิ่มเติมทำให้ผู้ประพันธ์มีความเข้าใจและทำให้โครงงานพิเศษนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นายธีรเดช คำวิไล ซึ่งได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ในการทดสอบทำให้ผู้ประพันธ์ทำโครงงานพิเศษสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายธิติ ขัติวงศ์และนายหฤทัสถ์ พ่อบาล ซึ่งได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำเกี่ยวกับรูปเล่มโครงงานพิเศษทำให้ผู้ประพันธ์มีความเข้าใจและจนทำให้โครงงานพิเศษของผู้ประพันธ์สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมาและสถานีพัฒนาอาหารสัตว์ชุมพร ซึ่งได้มอบพันธุ์หญ้ามาทำโครงงานพิเศษนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณบิดามารดาและผู้มีพระคุณที่มิสามารถกล่าวนามได้หมดที่ได้หมดที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจแก่ผู้เขียนโดยตลอดจนทำให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จสมบูรณ์ด้วย

นายมิ่งเมือง สมงาม

นายอัษฎางค์ คณะภิกขุ

นายเอกไพลิน จันตะกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้จัดทำโครงงานพิเศษ

# สารบัญ


| บทที่ | เรื่อง | หน้า |
|---|---|---|
| | ปกในหลัก | ก |
| | ปกในรอง | ข |
| | หน้าอนุมัติ | ค |
| | บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| | บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | จ |
| | กิตติกรรมประกาศ | ฉ |
| | สารบัญ | ช |
| | สารบัญตาราง | ฎ |
| | สารบัญรูป | ฐ |
| 1. | บทนำ | |
| | 1.1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา | 1 |
| | 1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ | 1 |
| | 1.3. ขอบเขตของโครงการพิเศษ | 1 |
| | 1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| 2. | วรรณกรรมปริทัศน์ | |
| | 2.1. การชะล้างพังทลายดินในเขตภูมิศาสตร์ต่างๆของโลก | 3 |
| | 2.2. รูปแบบการชะล้างพังทลายดินที่สำคัญในประเทศไทย | 4 |
| | 2.2.1. การชะล้างพังทลายของดินแบบกระเด็น (splash erosion) | 4 |
| | 2.2.2. การชะล้างพังทลายดินแบบผิวผ่าน (sheet erosion) | 4 |
| | 2.2.3. การชะล้างพังทลายดินแบบร่องริ้ว (rill erosion) | 4 |
| | 2.2.4. การชะล้างพังทลายดินแบบร่องลึก (gully erosion) | 5 |
| | 2.2.5. การชะล้างพังทลายดินแบบเลื่อนไหล (mass soil movement) | 5 |
| | 2.2.6. การชะล้างพังทลายดินโดยธารน้ำ (Stream-bank erosion หรือ Channelerosion) | 5 |
| | 2.3. ปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่ออัตราการชะล้างพังทลายดิน | 5 |
| | 2.3.1 อิทธิพลของภูมิอากาศ | 5 |
| | 2.3.1.1. อิทธิพลของฝน | 5 |
| | 2.3.1.2. อิทธิพลจาการเปลี่ยนแปลง | 6 |
| | 2.3.2. อิทธิพลของสภาพภูมิประเทศ | 6 |
| | 2.3.2.1. ความยาวของแนวความลาดเท | 6 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


| บทที่ | เรื่อง | หน้า |
|---|---|---|
| | 2.3.2.2. รูปร่างของความลาดเท | 6 |
| | 2.4. ปัจจัยที่เกี่ยวกับดิน | 7 |
| | 2.4.1. ความคงทนต่อการกัดเซาะและเคลื่อนย้าย | 7 |
| | 2.4.2. อัตราการซึมน้ำของดินจะมีความแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติทางกายภาพของดิน | 7 |
| | 2.4.3. ความลึกของดินชั้นบน | 7 |
| | 2.5. การทดสอบหาการกัดเซาะ | 8 |
| | 2.5.1. อุปกรณ์ทดลองการกัดเซาะ | 8 |
| | 2.5.2. ขั้นตอนในการทดลอง | 10 |
| | 2.6. สมการการสูญเสียดิน | 13 |
| | 2.6.1. สมการการสูญเสียดินสากลตาม USLE | 13 |
| | 2.6.2. R factor : ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน | 13 |
| | 2.6.3. L factor : ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเอียง | 15 |
| | 2.6.4. S factor : ค่าปัจจัยความลาดเอียง | 17 |
| | 2.6.5. C factor : ค่าปัจจัยของการจัดการพืช | 18 |
| | 2.6.6. P factor : ค่าปัจจัยของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ | 19 |
| | 2.7. การหาค่า Erosion โดยวิธี EFA | 22 |
| | 2.8. ข้อมูลการใช้ที่ดิน | 23 |
| | 2.9. ข้อมูลหลุมเจาะ | 23 |
| | 2.10. สภาพภูมิอากาศและฝนในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช | 24 |
| | 2.10.1 สภาพภูมิอากาศในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช | 24 |
| | 2.10.2 ปริมาณฝน | 25 |
| | 2.11. ปริมาณตะกอนในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช | 26 |
| | 2.12. ข้อมูลชนิดของหญ้าที่นำมาทดลองปลูกเพื่อป้องกันการกัดเซาะ | 27 |
| | 2.12.1 ช่วงเวลาปลูก | 27 |
| | 2.12.2 การเตรียมดิน | 27 |
| | 2.12.3 การจัดหาและเตรียมท่อนพันธุ์ | 28 |
| | 2.12.4 การปลูก | 28 |
| | 2.12.5 การใส่ปุ๋ย | 29 |
| | 2.12.6 การกำจัดวัชพืช | 29 |
| | 2.12.7 การให้น้ำ | 29 |
| | 2.12.8 การใช้ประโยชน์ | 29 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


| บทที่ | เรื่อง | หน้า |
|---|---|---|
| | 2.12.9 วิธีการตัดสด | 30 |
| 3. | **แผนการดำเนินงาน** | **31** |
| | 3.1. การวางแผนงานในสนาม | 31 |
| | 3.1.1. การเก็บตัวอย่างดินที่ถูกชะโดยน้ำลงมา โดยทำกล่องขนาด 40*40 cm โดยประมาณการขุดหลุม | 31 |
| | 3.1.2. การหา slope โดยวิธีประมาณจาการวัดระยะทางในแนวดิ่งและระยะทาง | 31 |
| | 3.1.3. การหาค่าความหนาแน่นดินในสนาม | 31 |
| | 3.2. วิเคราะห์ผลการทดลองตัวอย่าง | 31 |
| | 3.2.1. ความละเอียดของเครื่องชั่งไม่เพียงพอทำให้ค่าคลาดเคลื่อน | 31 |
| | 3.2.2. เครื่องมือในการทำงานไม่เหมาะสม เช่น proving ring | 31 |
| | 3.3. งบประมาณของโครงการวิจัย | 32 |
| 4. | **ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล** | |
| | 4.1. การทดสอบวิเคราะห์ SIEVE ANALYSIS | 33 |
| | 4.1.1. การทดสอบวิเคราะห์ SIEVE ANALYSIS บริเวณบ้านอบต. | 33 |
| | 4.1.2. การทดสอบวิเคราะห์ SIEVE ANALYSIS บริเวณโรงเรียนวัดธารน้ำฉา | 35 |
| | 4.1.3. การทดสอบวิเคราะห์ SIEVE ANALYSIS บริเวณหมู่ 10 ต.บ้านเผี่ยน | 37 |
| | 4.2. การศึกษาเรื่องการกัดเซาะของดิน | 39 |
| | 4.2.1. การศึกษาเรื่องการกัดเซาะของดินตามความลาดชันของดิน | 39 |
| | 4.2.1.1. การศึกษาเรื่องการกัดเซาะของดินตามความลาดชันของดินที่ไม่มีพืชปกคลุม | 39 |
| | 4.2.1.2. การศึกษาเรื่องการกัดเซาะของดินตามความลาดชันของดินที่มีพืชปกคลุม | 40 |
| | 4.2.2.1. การศึกษาเรื่องการกัดเซาะของดินตามความหนาแน่นของดินที่ไม่มีพืชปกคลุม | 41 |
| | 4.2.2.2. การศึกษาเรื่องการกัดเซาะของดินตามความหนาแน่นของดินที่มีพืชปกคลุม | 42 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. การศึกษาแรงเฉือนของดิน 44

# สารบัญ (ต่อ)


| บทที่ | เรื่อง | หน้า |
|---|---|---|
| | 4.4. การหาความหนาแน่นของดินในสนาม | 56 |
| | 4.4.1. การหาความหนาแน่นของดินในสนาม บริเวณบ้านอบต. | 56 |
| | 4.4.2. การหาความหนาแน่นของดินในสนาม บริเวณโรงเรียนวัดธารน้ำฉา | 57 |
| | 4.4.3. การหาความหนาแน่นของดินในสนามบริเวณ หมู่10 ต.บ้านเผี่ยน | 58 |
| | 4.5 การทดสอบกำลังรับแรงดึงของหญ้า | 59 |
| | 4.5.1. การ calibate Proving Ring | 59 |
| | 4.5.2. การทดสอบแรงดึงรากหญ้า | 60 |
| | **5. สรุปผลการวิจัย** | **61** |
| | 5.1 สรุปผลการวิจัย | 61 |
| | **บรรณณานุกรม** | 64 |
| | **เอกสารและสิ่งอ้างอิง** | |
| | ภาคผนวก ก ข้อมูลชั้นดินเบื้องต้นที่ใช้ในการวิเคราะห์ | |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | ชื่อตาราง | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1. | ตารางการประเมินค่า K factor ของดินในที่สูง (ดินดอน) | 14 |
| 2.2. | ตารางการประเมินค่า K factor ของดินในที่สูง (ดินนา) | 15 |
| 2.3. | ตารางค่า L เมื่อความยาวมากๆ ที่ความคันต่างๆ | 16 |
| 2.4. | ตารางการคำนวณค่า S factor จาก สมการดังกล่าว เพื่อสะดวกสำหรับการใช้งาน | 18 |
| 2.5. | ตารางแสดงการประมาณค่า C factor ของประเภทการใช้ดินหลัก | 19 |
| 2.6. | ตารางค่า P สำหรับการปลูกพืชตามแนวระดับ (Contouring) | 20 |
| 2.7. | ตารางค่า P สำหรับการปลูกพืชตามแนวระดับเมือปลูกพืชสลับกับหญ้า | 21 |
| 2.8. | ตารางค่า P สำหรับการสร้างคันดินตามแนวระดับ (Terracing) | 21 |
| 2.9. | ตารางแสดงประเภทดิน | 24 |
| 2.10. | ตารางแสดงปริมาณฝนของจังหวัดนครศรีธรรมราช | 25 |
| 2.11. | ตารางข้อมูลตะกอน | 26 |
| 4.1. | ตารางแสดงการหาค่า SIEVE ANALYSIS ของดินบริเวณบ้านอบต.บ้านเผียน | 33 |
| 4.2. | ตารางค่า Cu,Cc ของตัวอย่างดินบริเวณบ้านอบต. | 34 |
| 4.3. | ตารางแสดงการหาค่า SIEVE ANALYSIS ของดินบริเวณโรงเรียนวัดธารน้ำฉา | 35 |
| 4.4. | ตารางค่า Cu,Cc ของตัวอย่างดินบริเวณโรงเรียนวัดธารน้ำฉา | 36 |
| 4.5. | ตารางแสดงการหาค่า SIEVE ANALYSIS ของดินบริเวณหมู่ 10 ต.บ้านเผียน | 37 |
| 4.6. | ตารางค่า Cu,Cc ของดินบริเวณหมู่ 10 ต.บ้านเผียน | 38 |
| 4.7. | ตารางการกัดเซาะของดินและตามความลาดชันของดินที่ไม่มีพืชปกคลุม | 39 |
| 4.8. | ตารางการกัดเซาะของดินและตามความลาดชันของดินที่มีพืชปกคลุม | 40 |
| 4.9. | ตารางการกัดเซาะของดินและตามความหนาแน่นของดินที่ไม่มีพืชปกคลุม | 41 |
| 4.10. | ตารางการกัดเซาะของดินและตามความหนาแน่นของดินที่มีพืชปกคลุม | 42 |
| 4.11. | ตารางการเปรียบเทียบความหนาแน่นรากหญ้า กับ การกัดเซาะ | 43 |
| 4.12. | ตารางการทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุม บริเวณบ้านอบต.บ้านเผียน | 44 |
| 4.13. | ตารางการทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุม บริเวณบ้านอบต.บ้านเผียน | 45 |
| 4.14. | ตารางการทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุม บริเวณบ้านอบต.บ้านเผียน | 46 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง(ต่อ)


| ตารางที่ | ชื่อตาราง | หน้า |
|---|---|---|
| 4.15. | ตารางการทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุม บริเวณวัดธารน้ำฉา | 47 |
| 4.16. | ตารางการทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุมบริเวณวัดธารน้ำฉา | 48 |
| 4.17. | ตารางการทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุมบริเวณวัดธารน้ำฉา | 49 |
| 4.18. | ตารางการทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุม บริเวณหมู่ 10 ต. บ้านเผียน | 50 |
| 4.19. | ตารางการทดสอบแรงเฉือนของดินที่มีพืชปกคลุม บริเวณหมู่ 10 ต. บ้านเผียน | 51 |
| 4.20. | ตารางการทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุม บริเวณหมู่ 10 ต. บ้านเผียน | 52 |
| 4.21. | ตารางการทดสอบแรงเฉือนของดินที่มีพืชปกคลุมบริเวณบ้านอบต.บ้านเผียน | 53 |
| 4.22. | ตารางการทดสอบแรงเฉือนของดินที่มีพืชปกคลุมบริเวณวัดธารน้ำฉา | 54 |
| 4.24. | ตารางการทดสอบแรงเฉือนของดินที่มีพืชปกคลุมบริเวณหมู่ 10 ต. บ้านเผียน | 55 |
| 4.25. | ตารางผลการหาความหนาแน่นของดินในสนาม บริเวณบ้าน อบต.บ้านเผียน | 56 |
| 4.26. | ตารางผลการหาความหนาแน่นของดินในสนาม บริเวณโรงเรียนวัดธารน้ำฉา | 57 |
| 4.27. | ตารางผลการหาความหนาแน่นของดินในสนาม บริเวณหมู่10 ต.บ้านเผียน | 58 |
| 5.1. | ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆของดินที่มีหญ้าและไม่มีหญ้าปกคลุม | 61 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป


| รูปที่ | ชื่อรูป | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1. | เครื่องชั่งดิจิตอล | 8 |
| 2.2. | กระบอกตวง | 8 |
| 2.3. | กระบอกทดลอง | 9 |
| 2.4. | เครื่องปล่อยฝน | 9 |
| 2.5. | กระดาษกรอง | 9 |
| 2.6. | ตัวอย่างดินที่ขุดเสร็จเรียบร้อย | 10 |
| 2.7. | ตัวอย่างที่ตัดแต่งพร้อมทำการทดลอง | 10 |
| 2.8. | ขณะตรวจสอบค่าอัตราการไหลโดยที่ใช้กระบอกเปล่า | 11 |
| 2.9. | ขณะทำการพ่นน้ำลงมายังตัวอย่าง | 11 |
| 2.10. | ทำการเก็บน้ำตะกอนเตรียมอบ | 12 |
| 2.11. | ตะกอนดินที่อบแห้ง | 12 |
| 2.12. | กราฟ K factor ของชุดดินต่างๆ | 14 |
| 2.13. | กราฟแสดงค่า L | 16 |
| 2.14. | ค่า S ที่ความชันต่างๆ | 17 |
| 2.15. | การหา Erosion ตามวิธี EFA | 22 |
| 2.16. | กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Erosion กับ Velocity | 22 |
| 2.17. | การใช้ประโยชน์ที่ดิน | 23 |
| 2.18. | ข้อมูลหลุมเจาะ เพื่อจำแนกประเภทดิน จ.นครศรีธรรมราช | 23 |
| 2.19. | กราฟแสดงปริมาณฝนของจังหวัดนครศรีธรรมราช | 26 |
| 2.20. | หญ้าบาน่า | 27 |
| 2.21. | การปลูกหญ้าบาน่า | 28 |
| 2.22. | ภายหลังจากการปลูกเสร็จสิ้น | 29 |
| 2.23. | หญ้าเนเปียร์ที่ตัดแล้ว | 30 |
| 2.24. | หญ้าเนเปียร์ที่กำลังขึ้นใหม่ | 30 |
| 3.1. | *การวิเคราะห์ผลการทดลอง* | 31 |
| 3.2. | แผนการดำเนินงานโครงงานพิเศษ | 32 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป(ต่อ)


| รูปที่ | ชื่อรูป | หน้า |
|---|---|---|
| 4.1. | กราฟความสัมพันธ์ Diameter และ percent fine by weight ของดิน บริเวณบ้านอบต. บ้านเผียน | 34 |
| 4.2. | กราฟความสัมพันธ์ Diameter และ percent fine by weight ของดิน บริเวณโรงเรียนวัดธารน้ำ | 36 |
| 4.3. | กราฟความสัมพันธ์ Diameter และ percent fine by weight ของดิน บริเวณหมู่ 10 ต.บ้านเผียน | 38 |
| 4.4. | กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความลาดเอียงกับerosionกรณีไม่มีพืชปกคลุม | 39 |
| 4.5. | กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความลาดเอียงกับerosionกรณีมีพืชปกคลุม | 40 |
| 4.6. | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าDensityและerosionกรณีไม่มีพืชปกคลุม | 41 |
| 4.7. | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าDensityและerosionกรณีมีพืชปกคลุม | 42 |
| 4.8. | กราฟเปรียบเทียบ ความหนาแน่นหญ้าและการกัดเซาะ | 43 |
| 4.9. | กราฟการ calibate Proving Ring | 59 |
| 4.10. | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับระยะยืด | 60 |
| 5.1 | กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง Erosion และ Slope กรณีดินมีหญ้าและไม่มีหญ้า | 62 |
| 5.2 | กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง Erosion และ Density กรณีดินมีหญ้าและไม่มีหญ้า | 62 |
| 5.3 | กราฟเปรียบเทียบค่าแรงเฉือนระหว่างดินที่มีหญ้าและไม่มีหญ้า | 63 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในการปฏิบัติงานภาคสนามเพื่อศึกษาแนวทางป้องกันการพังทลายของหน้าดิน กรณีศึกษาต.เทพราช อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช กรณีเกิดธรณีภัยพิบัติดินโคลนถล่ม ระหว่างวันที่ 25 มีนาคม–2 เมษายน 2554 สาเหตุสำคัญมีอยู่ทั้งปัจจัยด้านสภาพมวลดิน ปริมาณฝนตกหนาแน่น ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นหินแกรนิตผุและมีชั้นดินทรายที่มีอัตราเสี่ยงในการเกิดแผ่นดินถล่ม พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงมากกว่า 30 องศามีโอกาสเกิดดินถล่มได้ง่าย การเกิดฝนตกหนักหรือตกต่อเนื่องเป็นเวลานาน และลักษณะของฝนที่กระจุกตัวในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งอย่างปัจจุบัน จะทำให้เกิดน้ำท่วมขังได้เร็วขึ้นดินที่อุ้มน้ำไว้อย่างอิ่มตัวก็เป็นปัจจัยเร่งที่จะทำให้เกิดดินโคลนถล่มได้และด้านสภาพแวดล้อมส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากมนุษย์ทั้งการจัดตั้งชุมชนขึ้นใหม่จำนวนมากในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม การปรับพื้นที่สูงชันเพื่อทำการเกษตร การใช้ประโยชน์ที่ดินเช่น การก่อสร้างถนนเข้าสู่ชุมชน การปรับเปลี่ยนความลาดชัน และการรุกพื้นที่ป่าการจัดสรรพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมเพื่อทำการเกษตรเพื่อการท่องเที่ยวเป็นผลให้มีประชาชนจำนวนมากเข้ามาอาศัยในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อธรณีพิบัติดินโคลนถล่มเพิ่มมากขึ้นเมื่อเกิดดินโคลนถล่มในพื้นที่เสี่ยงภัยดังกล่าวก่อให้เกิดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนในพื้นที่ศึกษามีการกัดเซาะสูงมีการเกิดดินโคลนถล่มซ้ำ การศึกษาพฤติกรรมการถูกกัดกร่อนโดยฝนชะล้างมวลดินถล่มและศึกษาหญ้าคลุมดินเพื่อลดการกัดเซาะที่เกิดกับหน้าดินจึงเป็นวิธีการที่จะช่วยลดการกัดเซาะของหน้าดินและยังสามารถนำหญ้ามาใช้ประโยชน์ในการเป็นพลังงานเชื้อเพลิงเสริมรายได้ให้กับคนในพื้นที่อีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการพังทลายของมวลดินที่เกิดมวลดินถล่มในบริเวณ ต.เทพราช อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการพังทลายของหน้าดิน
3. เพื่อศึกษาคุณสมบัติด้านวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกัดเซาะหน้าดิน
4. เพื่อศึกษาการลดผลกระทบจากการกัดเซาะด้วยพืชคลุมดิน
5. เพื่อศึกษาคุณสมบัติการป้องกันการกัดเซาะของพืชคลุมดินแต่ละชนิด

## 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษาบริเวณ ต.เทพราช อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช
2. พืชคลุมดินที่ใช้ศึกษาได้แก่ หญ้าบาน่า หญ้าแฝก และหญ้าท้องถิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงคุณสมบัติการกัดเซาะของหน้าดินและผลกระทบต่างๆในพื้นที่แผ่นดินถล่ม
2. สามารถลดผลกระทบจากการกัดเซาะด้วยพืชคลุมดินได้
3. สามารถนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในบริเวณที่เกิดดินถล่มในลักษณะเดียวกันได้
4. ข้อมูลที่ศึกษานี้สามารถให้ผู้สนใจได้ศึกษาและนำไปเป็นข้อมูลอ้างอิงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# วรรณกรรมปริทัศน์

**การชะล้างพังทลายของหน้าดิน**

นิพนธ์ (2545) ได้ให้คำจำกัดความของการชะล้างพังทลายหน้าดิน (erosion) ว่าเป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่มีแรงซึ่งอาจเกิดจากน้ำ ลม หรือ แรงโน้มถ่วงของโลก มากระทำให้วัตถุหรือสารแตกแยกออกจากกัน แล้วเคลื่อนย้ายอนุภาคของดินหรือสารหรือวัตถุธาตุดังกล่าวไปตกตะกอนทับถมอีกแห่งหนึ่ง โดยกระบวนการดังกล่าวอาจเรียกว่า การกร่อนดิน

สำหรับกระบวนการชะล้างพังทลายของดินนั้น จะมีความเกี่ยวข้างกับกระบวนการอีกกระบวนการหนึ่งคือ การตกทับถมของตะกอน (sedimentation) ซึ่งเป็นกระบวนการที่อนุภาคดินหรือวัตถุธาตุต่างๆที่ถูกเคลื่อนย้ายมานั้นเรียกว่า ตะกอน (sediment)

## 2.1 การชะล้างพังทลายดินในเขตภูมิศาสตร์ต่างๆของโลก

สาเหตุสำคัญที่ทำให้ดินถูกชะล้างพังทลาย คือ ฝนและลม ซึ่งผลกระทบจากปัจจัยทั้งสองต่อการชะล้างพังทลายนี้ จะแตกต่างกันไปตามสภาพทางภูมิศาสตร์ของโลก กล่าวคือ ด้วยปริมาณและคุณภาพของฝน ลม และสภาพภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละภูมิภาค จะทำให้ความรุนแรงของการชะล้างพังทลายดินแตกต่างกัน เช่น ในเขตที่มีฝนตกน้อยเกินไปหรือเขตที่มีฝนตกมากเกินไป การชะล้างพังทลายดินมักไม่ค่อยรุนแรง สำหรับประเทศไทยนั้น จะเน้นไปที่การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนกับอัตราการชะล้างพังทลายดินเป็นหลัก พื้นที่ใดก็ตามที่มีปริมาณน้ำฝนรายปีน้อย อัตราการชะล้างพังทลายดินโดยพลังน้ำจะมีน้อย เนื่องจากขาดแรงตกกระทบจนทำให้อนุภาคดินแตกแยก ในทางเดียวกันก็จะขาดพลังน้ำไหลบ่าหน้าดินด้วย และอัตราการชะล้างพังทลายดินจะเพิ่มขึ้นๆเรื่อยๆ เมื่อมีปริมาณฝนตกที่มีมากขึ้น แต่เมื่อพื้นที่ใดมีฝนตกมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปีขึ้นไป อัตราการชะล้างพังทลายดินโดยพลังน้ำก็จะเริ่มลดลง ทั้งนี้เพราะปริมาณฝนในปริมาณดังกล่าวจะเป็นปัจจัยที่ทำให้พืชพรรณ และปกคลุมหน้าดินได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การชะล้างพังทลายดินโดยพลังน้ำ จะเกิดขึ้นได้มากที่สุดในบริเวณที่มปริมาณฝนตกปานกลาง ซึ่งพืชพรรณไม่หนาแน่นมากนัก อย่างไรก็ตามในพื้นที่มีปริมาณน้ำฝนมากนั้น ถ้าหากพืชพรรณหรือป่าไม้ที่ปกคลุมถูกทำลายหรือพื้นดินเปลี่ยนสถาพไป ศักยภาพในการชะล้างพังทลายดินก็จะสูงมากขึ้ ซึ่งความเป็นจริงเช่นนี้สามารถสังเกตได้จากลักษณะการตกของฝนและพลังชะล้างพังทลายของน้ำฝนในเขตภูมิศาสตร์ต่างๆ ของโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 รูปแบบการชะล้างพังทลายดินที่สำคัญในประเทศไทย

ลักษณะการชะล้างพังทลายดินไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดนั้น มีสาเหตุมาจากความรุนแรงของเม็ดฝนที่กระทบ และจากแรงของน้ำไหลบ่าหน้าบ่าหน้าดิน อันเกิดจากดินไม่สามารถรับการซึมของน้ำฝนได้หมด และถ้าฝนตกหนักมากอาจเกิดจากเคลื่อนและเลื่อนไหลของมวลดินโดยแรงดึงดูดของโลกและแรงดันของน้ำใต้ผิวดิน แม้ว่าการเลื่อนไหลของดินจะเป็นการพังทลายของดินที่มีปริมาณมากแต่มักไม่เกิดบ่อยนัก การพังทลายของดินส่วนใหญ่จึงมักเกิดจากน้ำไหลบ่าหน้าดินเป็นสำคัญและมักจะเกิดขึ้นเสมอบนพื้นที่ลาดเขา ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะอนุภาคพัดพาดินลงสู่ที่ต่ำและจะตกตะกอนในตอนใดตอนหนึ่งขิงที่ลาดเขา ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะพัดพาอนุภาคดินลงสู่ที่ต่ำและจะตกตะกอนในตอนใดตอนหนึ่งของที่ลาดเขาโดยไม่พัดพาลงสู่ลำธาร ตะกอนที่ตกทับถมก่อนถึงลำธารก็จะเป็นแหล่งของดินที่จะถูกพัดพาสู่ที่ต่ำลงไปอีกจากฝนตกในคราวต่อๆไป ยกเว้นเสียว่าไม่มีฝนตกตามมาในเวลาใกล้เคียงกัน จนพืชพรรณขึ้นปกคลุมดินอย่างดี ดินที่ตกตะกอนดังกล่าวก็จะได้รับการป้องกันพลังน้ำไหลบ่าหน้าดินได้อย่างดียิ่งขึ้น สำหรับรูปแบบการชะล้างพังทลายดินที่สำคัญ ๆ ในประเทศไทยดังนี้

### 2.2.1 การชะล้างพังทลายของดินแบบกระเด็น (splash erosion)

ในการตกกระทบของเม็ดฝนติดต่อกันจากน้ำฝนนับหมื่นนับล้านเม็ดนั้น จะทำให้อนุภาคดินบนผิวหน้าแตกกระจาย และกระเด็นไปจากตำแหน่งเดิม โดยจะเกิดอย่างรุนแรงบนผิวดินที่ไม่มีสิ่งปกคลุม การชะล้างพังทลายดินชนิดนี้ ถ้าเกิดในที่ราบเม็ดดินก็จะไปไม่ได้ไกลนัก แต่ถ้าเกิดบนพื้นที่ลาดเขาจะถูกน้ำไหลบ่าหน้าดินพัดพาไป อย่างไรก็ตาม การกัดกร่อนในลักษณะประเด็นนี้ เป็นจุดเริ่มต้นของการสูญเสียดินที่ค่อยเป็นค่อยไป และมักไม่ค่อยมีคนสนใจนัก

### 2.2.2 การชะล้างพังทลายดินแบบผิวผ่าน (sheet erosion)

เม็ดดินที่ถูกกัดชะ โดยกระบวนการชะล้างพังทลายดินแบบนี้ นับเป็นแหล่งดินตะกอนที่จะถูกพัดพาเคลื่อนที่ออกไปจากพื้นที่ลาดเขาโดยน้ำไหลบ่าหน้าดินซึ่งไหลเอ่อเหนือผิวดินเป็นแผ่นบางๆ อัตราการถูกพัดพาลงสู่พื้นที่ลุ่มต่ำขึ้นอยู่ความหนาของแผ่นน้ำไหลบ่าหน้าดินเป็นสำคัญ ขนาด รูปร่างและความหนาของตะกอนก็มีส่วนอยู่มากในการที่จะถูกพัดพาไปได้มากหรือน้อย ซึ่งการกัดกร่อนในลักษณะนี้เห็นได้ยาก และไม่ค่อยเป็นที่สังเกต การกัดกร่อนแบบนี้ทำให้เสียหน้าดินที่ในส่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์ และจำเป็นอย่าง การปล่อยให้มีการกัดกร่อนเช่นนี้เกิดขึ้นจะทำให้ดินขาดความอุสมสมบูรณ์ และจำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ยมาใช้เพิ่มเติมในกรณีที่พื้นที่นั้นเป็นพื้นที่การเกษตร

### 2.2.3 การชะล้างพังทลายดินแบบร่องริ้ว (rill erosion)

การชะล้างพังทลายดินในลักษณะนี้เกิดจากน้ำไหลบ่าหน้าดินรวมกันเป็นทางน้ำเล็กๆ แล้วกัดเซาะลงไปในเนื้อดิน แต่เนื่องจากความคงทนของดินแตกต่างกันไป ประกอบกับแผ่นน้ำไหลบ่าหน้าดินยังไม่หนามากนัก การกัดกร่อนจึงเป็นไปในลักษณะร่องตื้นขนาดเล็กดังกล่าวจะมีแนวเกือบเป็นเส้นตรงยาวติดต่อกันไปและขนานกันเป็นริ้วๆ ร่องดังกล่าวนี้ตื้นจนสามาถปรับให้หายไปได้โดยการไถพรวนแบบธรรมดา ความรุนแรงของการกดชะ และกระบวนการเคลื่อนย้ายในกรณีที่เกิดการชะล้างพังทลายแบบนี้มีความรุนแรงมากกว่าที่เกิดในลักษณะการละล้างพังทลายดินแบบแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การชะล้างพังทลายของดินแบบร่องริ้วนี้จะทำให้สูญเสียหน้าดินบางส่วนไปและเมื่อใดเกิดร่องริ้วแล้วและไม่มีการปรับผิวหน้าดินใหม่ น้ำในร่องริ้วก็จะกัดชะล้างพังทลายร่องริ้วนี้ให้ลึก และกว้างจนถึงชั้นล่างได้อย่างรวดเร็ว

**2.2.4 การชะล้างพังทลายดินแบบร่องลึก (gully erosion)**

การเกิดการชะล้างพังทลายดินลักษณะนี้ เกิดขึ้นเนื่องจากไม่ได้มีการป้องกัน หรือปรับปรุงหน้าดินที่มีลักษณะการชะล้างพังทลายดินแบบร่องริ้ว โดยปล่อยให้น้ำฝนและน้ำไหลบ่าหน้าดินกัดกร่อนลึกลงไปเรื่อยๆ ร่องริ้วจึงขยายตัวขึ้นเป็นร่องลึกลงไปถึงชั้นล่าง การเกิดการชะล้างพังทลายดินแบบร่องลึกนี้ ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำไหลในร่องลึกลงไปถึงดินชั้นล่าง การเกิดการชะล้างพังทลายดินแบบร่องลึกนี้ ขึ้นอยู่ปริมาณน้ำไหลในร่องทั้งในลักษณะการกัดชะและเคลื่อนย้ายดิน รูปตัดของร่องลึกนี้มักเป็นรูปตัว U หรือ ตัว V แล้วแต่ชนิดของดิน การชะล้างพังทลายดินแบบร่องลึกนี้ยากที่จะปรับหน้าดินใหม่ เนื่องจากต้องเสียเวลาและลงทุนมากในการที่จะควบคุมให้ดินกลับสู่สถาพเดิม

**2.2.5 การชะล้างพังทลายดินแบบเลื่อนไหล (mass soil movement)**

การชะล้างพังทลายดินแบบเลื่อนไหลนี้เป็นการเคลื่อนตัวที่มวลดินหรือหินบนที่ที่มีความชันสูง เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก การพังทลายแบบนี้อาจเกิดตามธรรมชาติได้ แต่กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์มักเป็นตัวเร่งและก่อให้เกิดกระบวนการชะล้างพังทลายดินแบบนี้มากกว่าธรรมชาติ

**2.2.6 การชะล้างพังทลายดินโดยธารน้ำ (Stream-bank erosion หรือ Channel erosion)**

สำหรับการชะล้างพังทลายดินแบบนี้เกิดขึ้นในลำน้ำ ที่มีน้ำไหลผ่านในร่องน้ำเป็นเวลายาวนาน โดยเฉพาะภายหลังฝนตกหนัก พลังน้ำที่ไหลตามร่องหรือลำน้ำจะกัดชะดินชายฝั่งซึ่งอยู่ต่ำกว่าระดับผิวหน้าดิน ทำให้เกิดชะโงกน้ำใต้ผิวน้ำลึกเข้าไปในฝั่ง จนดินบนเหนือระดับน้ำไม่มีฐานค้ำยันที่แข็งแรงเพียงพอก็จะไหลเลื่อนและพังลงมาสู่ท้องลำธารได้ การชะล้างพังทลายดินแบบนี้จะมีมากบริเวณที่ลำธารหักโค้งหรือลำน้ำเปลี่ยนทิศทางการไหล

**2.3 ปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่ออัตราการชะล้างพังทลายดิน เมื่อพิจารณาตามกระบวนการที่กล่าวโดยรายละเอียดในตอนต้นนั้น สรุปดังนี้**

**2.3.1 อิทธิพลของภูมิอากาศ**

**2.3.1.1 อิทธิพลของฝน**

อิทธิพลของฝนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธพลต่อการชะล้างพังทลายของดินทั้งนี้เพราะแรงตกกระทบของเม็ดฝนนับเป็นพลังงานแรกที่ทำให้ดินเกิดการแตกแยกจากกันแรงตกกระทบดังกล่าวยังเป็นตัวการต่อเนื่องที่ทำให้น้ำไหลบ่าหน้าดินและการเคลื่อนย้ายดินด้วยลักษณะอื่นๆ คุณสมบัติของฝนที่เกี่ยวข้องกับการชะล้างพังทลายดินคือ ลักษณะการแตกกระจายของฝน (distribution) ปริมาณการชะล้างพังทลายจะเกิดขึ้นได้สูงสุดเมื่อฝนตกหนักและหน้าดินว่างเปล่าปราศจากสิ่งปกคลุมหรือในช่วงที่พืชเพิ่งเริ่มงอกหรือเพิ่งตั้งตัวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.1.2 อิทธิพลจาการเปลี่ยนแปลง

อิทธิพลจาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างช่วงเวลากลางวันและเวลากลางคืนหรือระหว่างฤดูการนั้นก็จะมีผลต่อการปรับตัวของโครงสร้างดิน กล่าวคืออิทธิพลดังกล่าวทำให้การจับตัวของอนุภาคดินมีแรงยึดกันน้อยลง

### 2.3.2 อิทธิพลของสภาพภูมิประเทศ

ความลาดเทของพื้นที่นับเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการชะล้างพังทลายดิน โดยทั่วไปแล้วเมื่อความลาดเทมากขึ้นอัตราการชะล้างพังทลายดินก็จะมากขึ้นด้วย ทั้งนี้เพราะพื้นที่ลาดชันนั้นมักทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินได้มาก เพราะเพราะดินมีโอกาสเก็บกักน้ำฝนที่ตกลงมาน้อย ทำให้มีการไหลบ่าหน้าดินรวดเร็วและรุนแรง บนพื้นที่มีความลาดชันมากนั้น เมื่อน้ำไหลบ่าหน้าดินเกิดได้รวดเร็ว พลังน้ำจะกัดกร่อนและพัดพาดินที่ถูกชะล้างลงสู่ที่ต่ำได้มาก อย่างไรก็ตามความลาดชันจะมีผลเพียงเล็กน้อยในขณะที่ฝนตกแผ่วเบาและนาน แต่จะมีอิทธิพลรุนแรงมากถ้าฝนตกในช่วงเวลาสั้นๆ

### 2.3.2.1 ความยาวของแนวความลาดเท

พบว่าปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อความยาวของลาดเทมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากอัตราการไหลบ่าน้ำหน้าดินจะเพิ่มมาขึ้นไปตามความยาวของความลาดเท อย่างไรก็ตามบนที่ลาดเขานั้นการกัดชะล้างพังทลายผิวหน้าดิน มักจะไม่ปรากฏให้เห็นบนบริเวณสันเขาและส่วนที่เชิงลาดลงมาในกรณีที่ฝนตกสม่ำเสมอทั่วทั้งลาดเขา แต่จะเห็นการชะล้างพังทลายดินอย่างชัดบริเวณที่ต่ำลงมา ตรงจุดที่น้ำไหลบ่าหน้าดินเริ่มมีพลังกัดชะสูงกว่าแรงต้านทานของอนุภาค ดังนั้นจึงมักเห็นเสมอว่าตามแนวสันเขานั้นจะมีความกว้างอยู่ขนาดหนึ่งซึ่งไม่ค่อยมีการชะล้างพังทลายดินเกิดขึ้นมากนั้น ซึ่งความกว้างของแต่ละแนวสันเขานี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายประการด้วยกัน เมื่อน้ำไหลบ่าหน้าดินไหลลงสู่ที่ต่ำนั้น ปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งพลังการเคลื่อนย้ายดินของน้ำไหลบ่าหน้าดินหมดสมรรถนะ ไม่สามารถจะพัดพาเคลื่อนย้ายมวลดินจะกอนลงต่ำไปได้อีกแล้วกระบวนการตกตะกอนก็จะเกิดขึ้น ณ จุดนั้น ส่วนมากมักจะเป็นบริมาณใกล้สองฝั่งลำธาร ดังนั้นการที่จะลดอัตราและปริมาณการชะล้างพังทลายดินบริเวณลาดเขาควรจะทำเครื่องกีดขวางทางน้ำเป็นช่วงๆ ตามลาดเขาด้วยระยะทางที่เหมาะสม

### 2.3.2.2 รูปร่างของความลาดเท

ความลาดเทของพื้นที่ผืนหนึ่ง อาจมีลักษณะของแนวความลาดเทแบบตรงเรียบ หรือลาดนูนขึ้น และโค้งลง หรือลาดเว้าลง และงอขึ้นก็ได้บนความลาดเทที่โค้งขึ้น(convex)นั้น ความลาดเอียงจะมีมากตอนใกล้จุดต่ำสูงของแนวลาดเทซึ่งเป็นบริเวณที่ความเร็วของน้ำไหลบ่าหน้าดินเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ผลที่ตามมาคือการชะล้างพังทลายดินจะมากกว่าความลาดเทแบบอื่นๆ และบนพื้นทีที่มีความลาดเทแบบเว้า (concave) ความลาดเอียงจะลดน้อยลงตอนบริเวณใกล้จุดสิ้นสุดของความลาดเท ซึ่งมักทำให้เกิดกาาตกตะกอนบริเวณดังกล่าวนี้มากกว่าที่จะเกิดการชะล้างพังทลายดินต่อไป ทั้งนี้เพราะอัตราการไหลบ่าของน้ำหน้าดินจะถูกทำให้ลดลงอย่างรวดเร็วนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.4 ปัจจัยที่เกี่ยวกับดิน ดินแต่ละชนิดจะถูกชะล้างพังทลายได้ยากง่ายแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมบัติของดินเป็นสำคัญโดยสมบัติของดินที่เกี่ยวข้องกับการชะล้างพังทลาย ได้แก่**

**2.4.1 ความคงทนต่อการกัดเซาะและเคลื่อนย้าย**

ความคงทนต่อการกัดเซาะและเคลื่อนย้ายในกระบวนการชะล้างพังทลายดินมี 3 ขั้นตอน คือ การกัดเซาะ การเคลื่อนย้าย และการตกทับถม ซึ่งการทดลองในห้องปฏิบัติการได้แสดงให้เห็นว่า กระบวนการต่างๆจะเกิดขึ้นกับดินแต่ละชนิดแตกต่างกันไปโดยทั่วไปนั้นความยากง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลาย (detachability) จะเพิ่มขึ้นไปตามขนาดของอนุภาคดินแต่จะเป็นไปในทางตรงกันข้ามเมื่อกล่าวถึงความยากง่ายในการเคลื่อนย้าย (transportability) ตัวอย่างเช่น อนุภาคของดินเหนียวจะยากต่อการถูกกัดเซาะมากกว่าอนุภาคของดินทรายแต่ก็จะง่ายต่อการถูกพัดพาเคลื่อนย้ายไปมากกว่าดินทราย เป็นต้น

**2.4.2 อัตราการซึมน้ำของดินจะมีความแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติทางกายภาพของดิน**

อัตราการซึมน้ำของดินจะมีความแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติทางกายภาพของดินอันได้แก่ ปริมาณและขนาดของช่องว่างในดิน ถ้าหากมีอนุภาคของดินที่ละเอียดจับตัวคลุกเคล้ากันเป็นกลุ่มก้อน ดินประเภทนี้ก็จะมีความสามารถดูดซับน้ำได้ดีพอสมควรและจะมีความสามารถต้านทานต่ออำนาจการชะล้างพังทลายได้สูงถ้าเม็ดดินไม่ถูกทำให้แตกตามแรงตกกระทบของเม็ดฝนโดยตรง เพราะโอกาศที่จะเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินชนิดนี้มีน้อยและมักมีอัตราการไหลบ่าหน้าดินผิวดินต่ำ ลักษณะที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งของอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน คือ จะเป็นไปอย่างรวดเร็วในดินที่ค่อนข้างแห้งและลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อดินเริ่มเปรียก ในที่สุดก็เข้าสู่อัตราการซึมคงที่ซึ่งจะเป็นเวลานานเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อดินและโครงสร้างของดิน ปริมาณอินทรีนวัตถุในดินก็เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการนี้ เนื่องจากอินทรียวัตถุในดินมีความสามารถในกาอุ้มน้ำสูง และมักจะเป็นตัวเชื่อมปรับปรุงให้ดินมีโครงสร้างจับตัวกับแบบ granular

**2.4.3 ความลึกของดินชั้นบน**

ในกรณีที่ความลึกของดินชั้นบนมีไม่มาก เนื่องจากหน้าดินถูกชะล้างังทลายไปแล้ว พื้นที่ดังกล่าวก็จะง่ายต่อการเกิดการชะล้างพัทลายของดินมากขึ้นทั้งนี้เพราะหน้าดินซึ่งเคยเป็นเนื้อดินร่วนซุย โครงสร้างดี และอินทรียวัตถุสูง ได้ถูกชะล้างไปจนหมดแล้ว ดินที่เหลืออยู่จึงมีสมรรถนะซึมซาบน้ำได้น้อยกว่าที่เป็น ทำให้น้ำไหลบ่าหน้าดินเกิดขึ้นได้ง่าย อัตราดารชะล้างพังทลายจึงเป็นไปในอัตราสูง

การชะล้างพังทรายดินรูปแบบต่างๆ ที่กล่าวมานั้น มักเกิดขึ้นได้อยู่เสมอในธรรมชาติ เนื่องจากการชะล้างพังทลายของดินนับเป็นกระบวนการหนึ่งของการหนึ่งของการปรับระดับผิวโลก แต่มักเป็นในอัตราที่ต่ำและเป็นไปอย่างช้าๆ นอกจากนี้ผลกระทบที่เกิดจากกระบวนการดังกล่าวตามธรรมชาติ จะมีผลดีต่อมนุษย์มากกว่าผลเสียเนื่องจากทำให้ดินบนที่ราบลุ่มมีความอุดมสมบูรณ์แต่ถ้าหากว่ากระบวนการชะล้างพังทลายนี้ถูกเร่งโดยการกระทำของมนุษย์ ไม่ว่าด้วยเหตุผลประการใดก็ตาม ผลเสียหายจะเกิดขึ้นและเพิ่มพูนขึ้นเรื่อยๆ หากไม่มีมาตราการควบคุมหรือป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

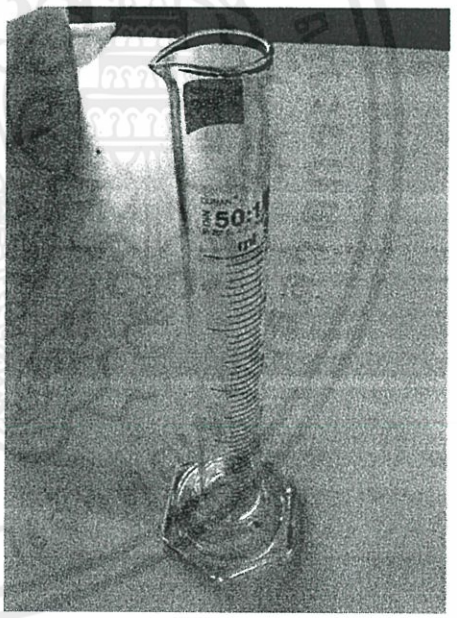
## 2.5 การทดสอบหาการกัดเซาะ

เป็นการทดสอบเพื่อหาปริมาณของดินที่ถูกกัดเซาะโดยน้ำการทดสอบนี้จะนำดินที่ไม่มีหญ้าปกคลุมจากในสนาม 3 ตำแหน่งและนำดินที่มีหญ้าปกคลุมมาผ่านน้ำในเครื่องจำลองฝนเพื่อจะได้ทราบว่าดินที่มีหญ้าปกคลุมกับดินที่ไม่มีหญ้าปกคลุมเพื่อให้ทราบว่า หญ้ามีความสามารถในการลดการกัดเซาะของมวลดินมากเพียงใด

### 2.5.1 อุปกรณ์ทดลองการกัดเซาะ

1. เครื่องชั่ง
2. กระบอกตวง
3. กระบอกทดลอง
4. เครื่องปล่อยฝน
5. กระดาษกรอง

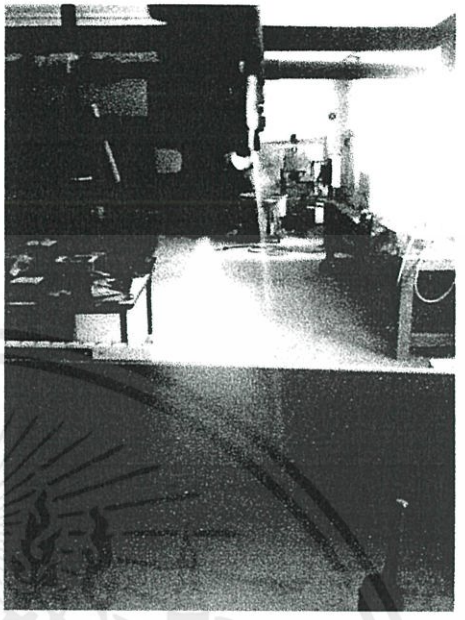
รูปที่ 2.1 เครื่องชั่งดิจิตอล



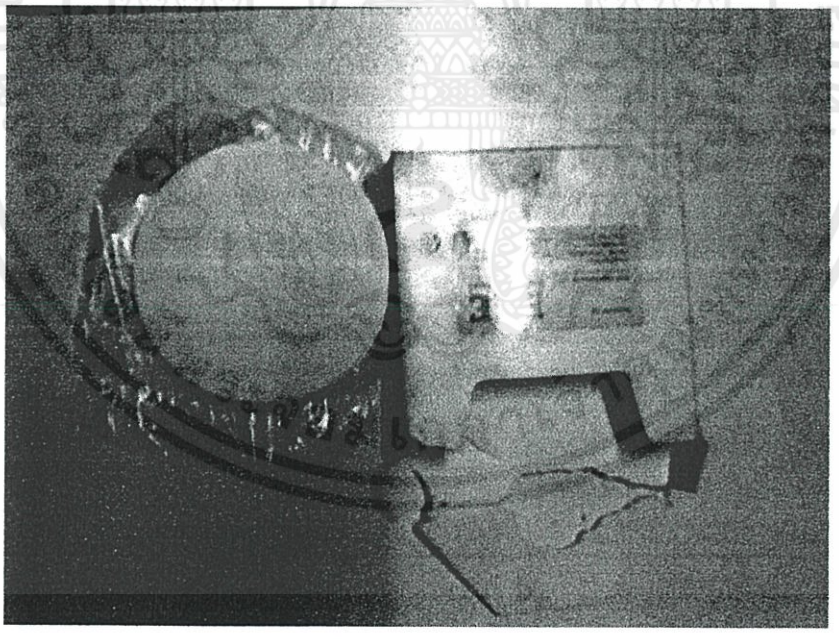
รูปที่ 2.2 กระบอกตวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 กระบอกทดลอง



รูปที่ 2.4 เครื่องปล่อยฝน



รูปที่ 2.5 กระดาษกรอง

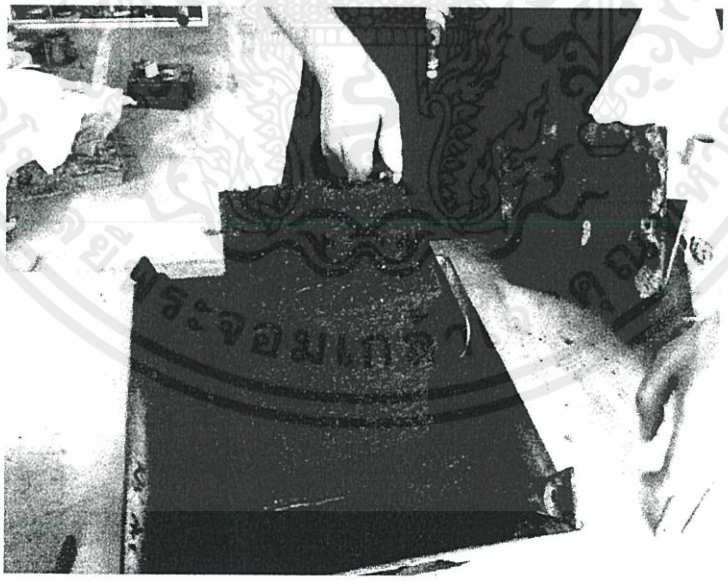
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.5.2 ขั้นตอนในการทดลอง**

1. ขุดตัวอย่างดินที่ต้องการทดสอบให้มีความลึกประมาน 20 ซม.

รูปที่ 2.6 ตัวอย่างดินที่ขุดเสร็จเรียบร้อย

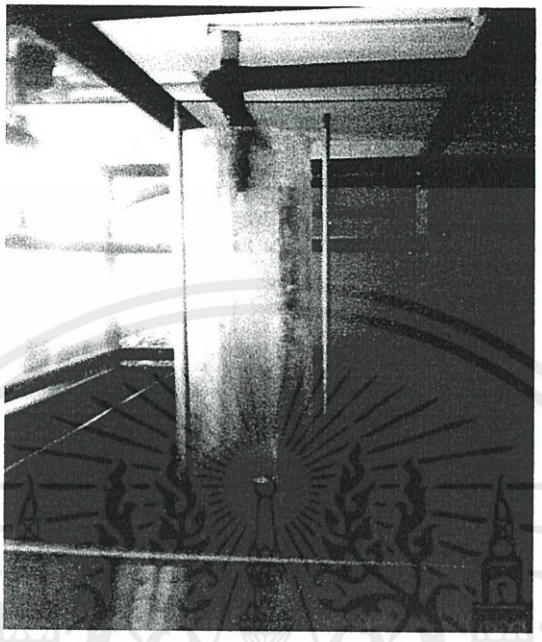
2. นำตัวอย่างดินไปแต่งให้พอกับขนาดของกระบอกทุดลองและทำการป้องกันด้านข้างและด้านล่าง



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างที่ตัดแต่งพร้อมทำการทดลอง

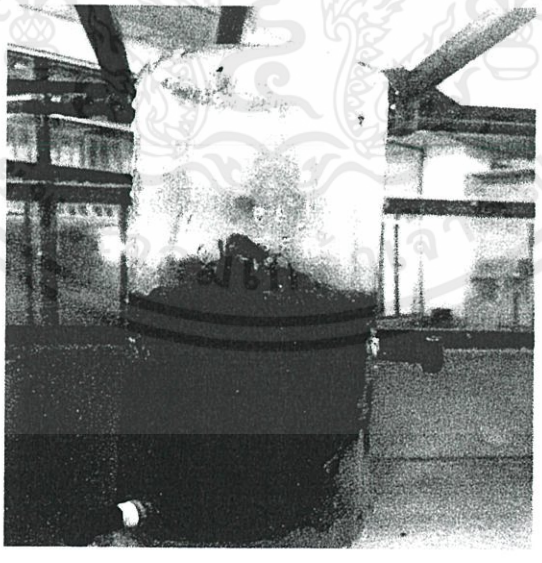
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตรวจค่าอัตราการไหล



รูปที่ 2.8 ขณะตรวจสอบค่าอัตราการไหลโดยที่ใช้กระบอกเปล่า

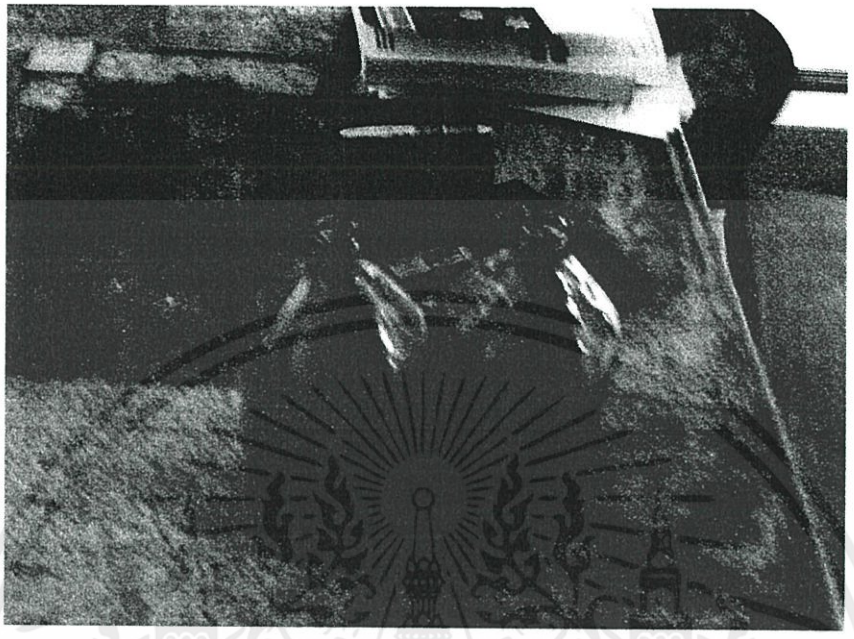
4. นำตัวอย่างที่ทำการเตรียมไว้แล้วใส่เข้าไปในกระบอกและทำการพ่นน้ำลงมา



รูปที่ 2.9 ขณะทำการพ่นน้ำลงมายังตัวอย่าง

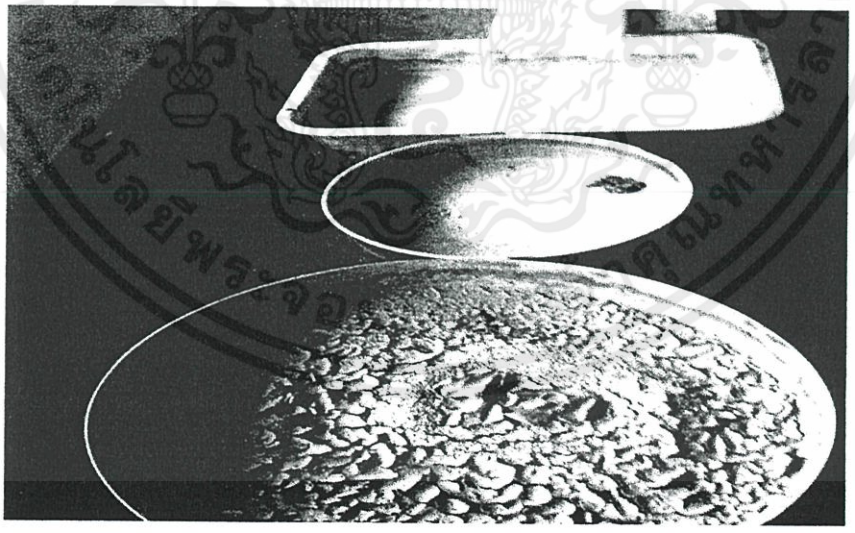
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำน้ำที่ได้จากการทดลองจากเครื่องจำลองฝนเก็บใส่ขวดโหลเตรียมอบหาค่าตะกอน



รูปที่ 2.10 ทำการเก็บน้ำตะกอนเตรียมอบ

6. นำน้ำและตะกอนไปอบเพื่อหาน้ำหนักตะกอน



รูปที่ 2.11 ตะกอนดินที่อบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 สมการการสูญเสียดิน

### 2.6.1 สมการการสูญเสียดินสากลตาม USLE

$$A = R K L S C P$$

ความหมายของค่าที่ใช้ในสมการ

A คือค่าเฉลี่ยปริมาณดินที่สูญเสีย (Soil Loss) ของแปลงปลูกพืช ต่อหน่วยพื้นที่ หน่วยวัดเดิมเป็นตันต่อเอเคอร์ต่อปี ปัจจุบันใช้สมการที่แปลงหน่วยเป็นตันต่อเฮคแตร์ต่อปี

R คือค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (rainfall and runoff erosivity factor) เป็นค่าความสัมพันธ์ของพลังงานจลน์ของเม็ดฝนที่ตกกระทบผิวหน้าดิน กับปริมาณความหนาแน่นของฝน ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง หน่วยวัดที่ใช้มีหลายรูปแบบ มีหลายสมการ

K คือค่าปัจจัยความคงทนของดิน (soil erodibility factor)

L คือค่าปัจจัยความยาวของความลาดเอียง (slope length factor)

S คือค่าปัจจัยความลาดชัน (slope steepness factor)

C คือค่าปัจจัยพืชและการจัดการ (crop management factor)

P คือค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (conservation practice factor)

### 2.6.2 R factor : ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน

คือ ปัจจัยของฝนในปีปกติ เป็นผลรวมรอบปีของผลคูณระหว่างพลังงานจลน์ของฝนที่ตกแต่ละครั้งกับอัตราการตกของฝนในช่วงที่ฝนตกมีพลังงานจลน์สูงสุด คือ ช่วงความหนาแน่นของฝนที่เวลา 30 นาที จึงเรียกพลังงานจลน์ของฝนว่า EI30และนำมาสร้างเป็นสมการหาค่า R factor สำหรับประเทศไทย มนูและคณะ (2527) ได้สร้างสมการเพื่อใช้ประเมินค่า R factor ขึ้นมาหลายสมการ มีทั้งจากค่า EI30 และ KE>1 ค่า EI30เป็นค่าที่เหมาะสมกับปริมาณฝนของประเทศไทย คือ

$$R = 0.4669 X - 12.1415 \quad (r = 0.9482)$$

เมื่อ R คือ ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี)

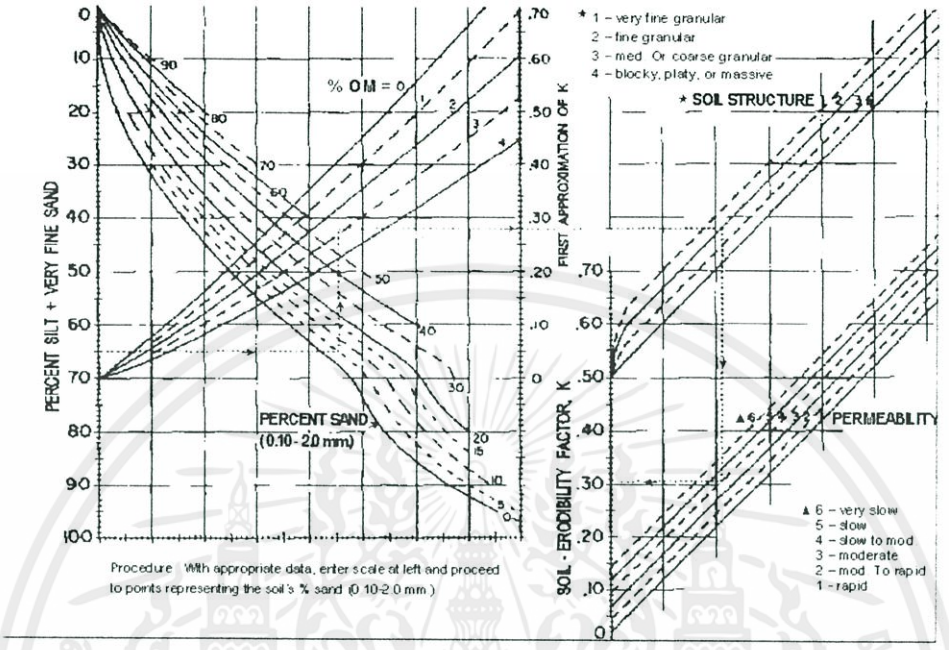
X คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตรต่อปี)

K factor : ค่าปัจจัยความคงทนของดิน

คือ ปัจจัยความคงทนต่อการกร่อนของดิน เป็นค่าตัวเลข ค่าน้อยที่สุดตั้งแต่0.04 สำหรับดินที่ยากต่อการกร่อน จนถึง 0.6 สำหรับดินที่ง่ายต่อการกร่อนที่สุดค่า K ได้จากการศึกษาในแปลงทดลองมาตรฐาน คำนวณปริมาณดินแล้วหารด้วยค่า R ของฝนที่ตกแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

การประเมินอย่างง่าย โดยใช้แผนภูมิ (Nomograph) ในการอ่านหาค่า K factor จากคุณสมบัติของดิน 5 ประการ ประกอบด้วย (1) % silt + % very fine sand (2) % sand (3) % organic matter (4) โครงสร้างของดิน (5) permeability




รูปที่ 2.12 กราฟ K factor ของชุดดินต่างๆ

กรมพัฒนาที่ดิน (2526) ประเมินค่า K factor ของชุดดินต่างๆ ทั่วประเทศ ที่มีการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ อ่านค่าจากแผนภูมิ Nomographและสรุปผลเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้ง่าย แยกตามดินดอน-ดินนา ภูมิภาคที่ตั้งของดิน และชนิดของเนื้อดินบน ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ตารางการประเมินค่า K factor ของดินในที่สูง (ดินดอน)

| เนื้อดินบน | ตอ.น | เหนือ | กลาง | ตอ. | ใต้ |
|---|---|---|---|---|---|
| Sand | - | - | - | 0.05 | 0.04 |
| Loamy sand | 0.04 | 0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.04 |
| Sandy loam | 0.24 | 0.27 | 0.34 | 0.19 | 0.2 |
| Loam | 0.29 | 0.33 | 0.33 | 0.3 | 0.33 |
| Silt loam | 0.37 | 0.49 | 0.56 | 0.21 | 0.4 |
| Silt | - | - | - | - | - |
| Sandy clay loam | 0.24 | 0.21 | 0.2 | 0.25 | 0.19 |
| Clay loam | 0.25 | 0.24 | 0.28 | 0.3 | 0.29 |
| Silty clay loam | 0.46 | 0.35 | 0.38 | 0.37 | 0.31 |
| Sandy clay | - | - | 0.15 | - | - |
| Silty clay | 0.23 | 0.21 | 0.26 | 0.19 | 0.22 |
| Clay | 0.13 | 0.15 | 0.14 | 0.12 | 0.11 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตารางการประเมินค่า K factor ของดินในที่สูง (ดินนา)

| เนื้อดินบน | ตอ.น | เหนือ | กลาง | ตอ. | ใต้ |
|---|---|---|---|---|---|
| Sand | - | - | - | 0.05 | 0.04 |
| Loamy sand | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.04 |
| Sandy loam | 0.26 | 0.3 | 0.26 | 0.34 | 0.3 |
| Loam | 0.35 | 0.35 | 0.43 | 0.33 | 0.34 |
| Silt loam | 0.34 | 0.34 | 0.47 | 0.44 | 0.39 |
| Silt | - | - | - | - | 0.57 |
| Sandy clay loam | 0.2 | 0.22 | 0.21 | 0.23 | 0.21 |
| Clay loam | 0.36 | 0.27 | 0.29 | 0.35 | 0.31 |
| Silty clay loam | 0.43 | 0.42 | 0.29 | 0.38 | 0.21 |
| Sandy clay | - | 0.17 | 0.17 | 0.18 | 0.18 |
| Silty clay | 0.27 | 0.27 | 0.23 | 0.29 | 0.29 |
| Clay | 0.15 | 0.18 | 0.18 | 0.14 | 0.14 |

**2.6.3 L factor : ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเอียง**

L คือ ปัจจัยความยาวของความลาดเอียง (slope length) เป็นค่าตัวเลขไม่มีหน่วย อาจมีค่าน้อยกว่า 1 หรือมากกว่า 1 ได้ ค่านี้ เป็นสัดส่วนการสูญเสียดินของความยาวความลาดเอียงหนึ่งเปรียบเทียบกับของแปลงทดลองมาตรฐานในสภาพแวดล้อมอื่นและชนิดของดินที่เหมือนกัน สำหรับแปลงทดลองมาตรฐานความยาวลาดเอียง 22.13 เมตร ลาดเอียง 9% L factor มีค่าเท่ากับ 1

สามารถประเมินอย่างง่าย โดยใช้สมการ

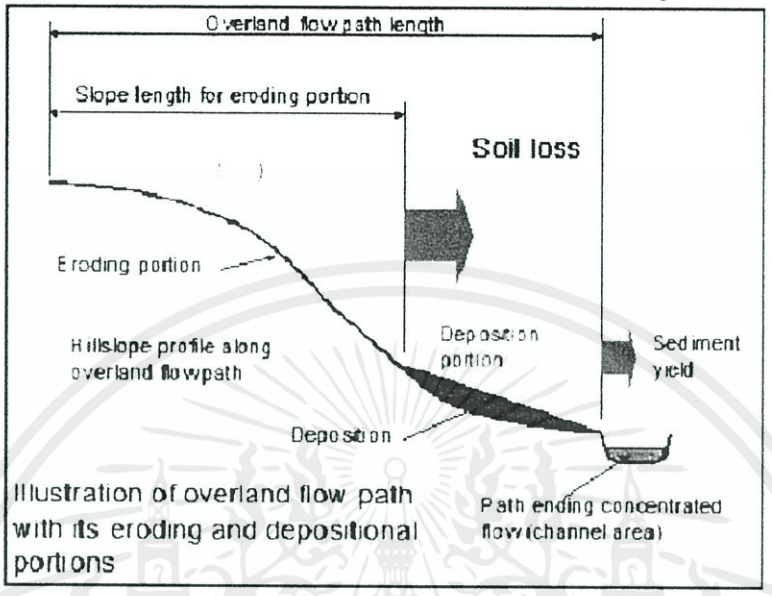
$$L = ( \square / 22.13 )^{m}$$

เมื่อ คือระยะทางตามแนวราบของแปลง นับจากจุดน้ำเริ่มไหลถึงจุดที่มีน้ำไหลมารวมกัน หน่วยเป็นเมตร

m คือ เลขยกกำลังผันแปรตามความลาดชัน มีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของการกร่อนแบบ rill และ interill ที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ ค่า m มาก ถ้าพื้นที่ลาดเอียงมาก ค่า m น้อย ถ้าพื้นที่ลาดเอียงน้อย ค่า m ที่นำมาใช้มีแหล่งอ้างอิงจาก 3 แหล่ง คือ (1) Wischmeier *et al.,* 1978 (2) McCool *et al.*, USDA 1997 (3) Toxopeus,
ITC 199

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้สมการ ค่า L ไม่ควรเกิน 120 เมตร เพราะจะมีความถูกต้องน้อยลง




รูปที่ 2.13 กราฟแสดงค่า L

การคำนวณค่า L factor จาก สมการ L = ( _ / 22.13 ) m จำแนกตามระดับตามลาดเอียง (% slope) และความยาวของความลาดเอียง (slope length in meter) มีแสดงในตารางข้างล่างเพื่อสะดวกสำหรับการใช้งาน

ตารางที่ 2.3 ตารางค่า L เมื่อความยาวมากๆ ที่ความคันต่างๆ

| ค่า (เมตร) | ค่า L คำนวณจากสมการ เมื่อความลาดชันเป็น | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0.1% | 1.3% | 3.5% | 5.21% | 21% |
| 22 | 0.999 | 0.998 | 0.998 | 0.997 | 0.996 |
| 30 | 1.063 | 1.096 | 1.129 | 1.164 | 1.237 |
| 40 | 1.126 | 1.194 | 1.267 | 1.344 | 1.513 |
| 50 | 1.177 | 1.277 | 1.385 | 1.503 | 1.769 |
| 60 | 1.221 | 1.349 | 1.490 | 1.647 | 2.010 |
| 70 | 1.259 | 1.413 | 1.585 | 1.779 | 2.239 |
| 80 | 1.293 | 1.470 | 1.672 | 1.901 | 2.459 |
| 90 | 1.324 | 1.523 | 1.753 | 2.017 | 2.670 |
| 100 | 1.352 | 1.572 | 1.828 | 2.126 | 2.874 |
| 110 | 1.378 | 1.618 | 1.899 | 2.229 | 3.072 |
| 120 | 1.402 | 1.661 | 1.966 | 2.329 | 3.265 |
| 150 | 1.466 | 1.776 | 2.150 | 2.603 | 3.817 |
| 200 | 1.553 | 1.936 | 2.412 | 3.006 | 4.669 |
| 300 | 1.684 | 2.186 | 2.837 | 3.682 | 6.202 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.6.4 S factor : ค่าปัจจัยความลาดเอียง**

S คือ ปัจจัยความลาดเอียง (Slope Steepness factor) เป็นค่าตัวเลขไม่มีหน่วย อาจมีค่าน้อยกว่า 1 หรือมากกว่า 1 ได้ ค่านี้ เป็นสัดส่วนการสูญเสียดินของความลาดเอียงหนึ่ง เปรียบเทียบกับของแปลงทดลองมาตรฐานในสภาพแวดล้อมอื่นและชนิดของดินที่เหมือนกัน สำหรับแปลงทดลองมาตรฐาน ที่มีความลาดชัน9% S factor มีค่าเท่ากับ 1

การประเมินอย่างง่าย ถ้าความลาดเอียง 0-9% ใช้สมการที่แนะนำโดย (1) Wischmeier & Smith, 1978 ถ้าความลาดเอียงมากกว่า 9% ใช้สมการที่แนะนำโดย (2) Meijerink (*อ้างจาก Huizing, 1992*) ดังนี้

พื้นที่มีความลาดเอียง 0-9 เปอร์เซ็นต์ ใช้สมการ

$$S = ( 0.43 + 0.30\ s + 0.043\ s2) / 6.613$$

หรือเขียนอย่างง่าย

$$S = 0.065 + 0.045\ s + 0.0065\ s2$$

พื้นที่มีความลาดเอียงมากกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ ใช้สมการ

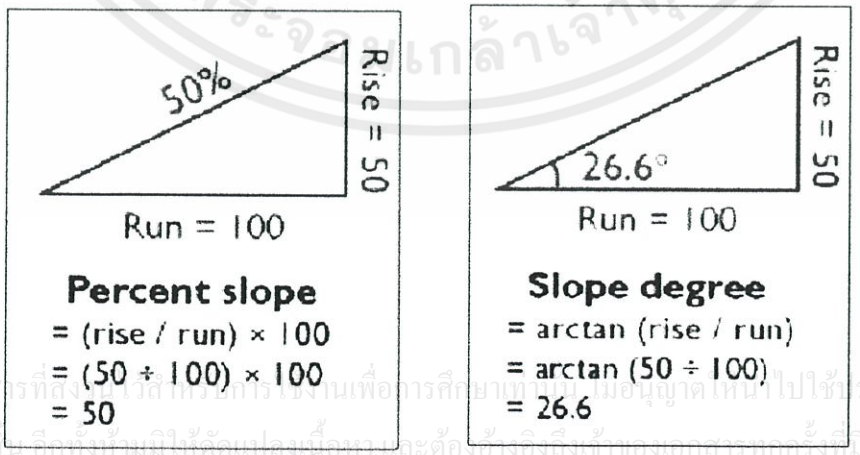
$$S = \sin 0.75 \text{ (slope degree)} \times \cos \text{ (slope degree)}$$

หรือเขียนอย่างง่าย

$$S = 6.4 \times \sin\{\text{atan } (s/100 )\}0.75 \times \cos\{\text{atan}(s/100)\}$$

เมื่อ S คือ ค่าปัจจัยความลาดเอียง

*s* คือ เปอร์เซ็นต์ความลาดเอียง (% slope)ภาพข้างล่าง แสดงการคำนวณเปอร์เซ็นต์ความลาดเอียง (% Slope) และองศาความลาดเอียง (Slope Degree)




รูปที่ 2.14 ค่า S ที่ความชันต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 การคำนวณค่า S factor จาก สมการดังกล่าว เพื่อสะดวกสำหรับการใช้งาน

| % slope (s) | S factor | % slope (s) | S factor |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.1169 | 18 | 1.7052 |
| 2 | 0.1818 | 19 | 1.7692 |
| 3 | 0.2597 | 20 | 1.8315 |
| 4 | 0.3506 | 21 | 1.8921 |
| 5 | 0.4545 | 22 | 1.9510 |
| 6 | 0.5714 | 23 | 2.0084 |
| 7 | 0.7013 | 24 | 2.0643 |
| 8 | 0.8442 | 25 | 2.1186 |
| 9 | 1.0001 | 26 | 2.2228 |
| 10 | 1.1237 | 27 | 2.3212 |
| 11 | 1.2041 | 28 | 2.4141 |
| 12 | 1.2821 | 29 | 2.5016 |
| 13 | 1.357 | 30 | 2.5838 |
| 14 | 1.4312 | | |
| 15 | 1.5026 | | |
| 16 | 1.5720 | | |
| 17 | 1.6395 | | |

**2.6.5 C factor : ค่าปัจจัยของการจัดการพืช**

C factor ของวิธีการปลูกพืชหนึ่งๆ เป็นค่าที่แสดงความหมายถึง สัดส่วนของการสูญเสียดิน ระหว่างวิธีการจัดการปลูกพืชนั้น กับแปลงทดลองมาตรฐานในสภาพแวดล้อมและชนิดของดิน เหมือนกับที่ใช้หาค่า K factor เป็นค่าตัวเลข ไม่มีหน่วย ค่าน้อยที่สุดตั้งแต่ 0.001 สำหรับป่าไม้ธรรมชาติที่ปกคลุมเต็มพื้นที่ จนถึง1 สำหรับแปลงทดลองมาตรฐานซึ่งไม่มีสิ่งปกคลุมดิน วิธีการปลูกพืชทุกชนิด มีค่า C factor น้อยกว่า 1

ค่า C factor เป็นผลที่ได้จากการศึกษา เก็บบันทึกข้อมูลตะกอนดินในแปลงทดลอง หน่วยงานที่มีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ในประเทศไทย ได้แก่ กองอนุรักษ์ดินและน้ฎา กรมพัฒนาที่ดิน (ปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็นสำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการดิน) กรมป่าไม้ และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่างของผลงานวิจัย เช่น วันเลิศ วรรณปิยะรัตน์ และสุดา สวัสดิ์ธนาคูณศึกษาการประมาณหาค่าปัจจัยความคงทนต่อการพังทลายของดิน และค่าปัจจัยการจัดการปลูกพืช อาศัยข้อมูลน้ฎาฝนจากเครื่องวัดน้ำฝนแบบบันทึกได้ ข้อมูลตะกอนดินและน้ฎาไหลบ่าดินจากแปลงทดลองขนาด 30 x 5.33 ตารางเมตร จำนวน6 แปลง ในจังหวัดขอนแก่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในดินชุดยโสธร ความลาดเทของพื้นที่ 4% เป็นระยะเวลา 5 ปี ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2522 - 2526 ผลการคำนวณได้ค่า C ของปอแก้วไทยต้นเขียวเฉลี่ยเท่ากับ 0.3346 มีการสูญเสียดินเท่ากับ 4.1857 ตันต่อเฮคแตร์

ค่า C มีความสัมพันธ์กับภูมิอากาศ ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ขนาดของทรงพุ่ม (canopy) และปริมาณเศษซากพืชที่ร่วงหล่นคลุมดิน (residue mulch)

ผลการศึกษาค่า C factor จากแปลงทดลองของพืชชนิดต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ กรมพัฒนาที่ดิน (2543) ได้รวบรวมไว้เพื่อจะให้สะดวกสำหรับการค้นคว้าอ้างอิง และมีการประมาณค่า C factor ของประเภทการใช้ที่ดินหลักจำแนกตามภูมิภาค เพื่อประโยชน์สำหรับการจัดทำแผนที่การสูญเสียดินทั้งประเทศ ดังแสดงในตารางข้างล่าง

**ตารางที่ 2.5** ตารางแสดงการประมาณค่า C factor ของประเภทการใช้ดินหลัก

| ประเภทการใช้ที่ดินหลัก | [illegible] | เหนือ | [illegible] | ตะวันออก | ใต้ |
|---|---|---|---|---|---|
| นาข้าว | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 |
| พืชไร่ | 0.485 | 0.474 | 0.525 | 0.485 | 0.322 |
| ไม้ยืนต้น | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.16 |
| ไม้ผล | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| พืชสวน | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| ไร่หมุนเวียน | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| ทุ่งหญ้า | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| เกษตรผสมผสาน | 0.225 | 0.225 | 0.225 | 0.225 | 0.225 |
| ป่าไม้ผลัดใบ | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.001 | 0.001 |
| ป่าผลัดใบ | 0.048 | 0.048 | 0.048 | 0.048 | 0.048 |
| สวนป่า | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 |
| วนเกษตร | 0.088 | 0.008 | 0.088 | 0.088 | 0.088 |
| ทุ่งหญ้าธรรมชาติ | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.015 |

**2.6.6 P factor : ค่าปัจจัยของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ**

P factor เป็นค่าแสดงสัดส่วนของการสูญเสียดินระหว่างมาตรการอนุรักษ์ดินและหญ้าหนึ่งๆ กับแปลง

ทดลองมาตรฐานที่มีการไถพรวนขึ้น-ลงตามความลาดเอียงและปล่อยว่างไม่มีพืชปกคลุม เป็นค่าตัวเลขไม่มีหน่วยค่าน้อยที่สุดตั้งแต่ 0.1สำหรับขั้นบันไดดิน (Teracing) จนถึง 1 สำหรับแปลงทดลองมาตรฐาน มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ฎาทุกประเภท มีค่า P factor น้อยกว่า 1 และเปลี่ยนแปลงตามความลาดเอียงของพื้นที่ ถ้าใช้หลายมาตรการผสมผสานร่วมกัน การประเมินให้นำค่า P ของแต่ละมาตรการมาคูณกัน

มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ฎา ที่กรมพัฒนาที่ดินเคยรายงานไว้มี 36 ประเภทที่ทราบกัน เช่น การปลูกพืชตามแนวระดับ (Contouring)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปลูกพืชสลับเป็นแถบขวางความลาดเท (Contour Stripcropping)
- สร้างคันดินกั้นน้ฎาและร่องน้ฎาขวางความลาดเท (Terracing) ได้แก่

- คูรับน้ำขอบเขา (Hillside Ditch) : คูรับน้ฎาที่สร้างบริเวณขอบเขา
- ขั้นบันไดดิน (Bench Terrace) : การปรับพื้นที่เป็นขั้นๆ ต่อเนื่องกัน

ค่า P ได้จากแปลงทดลองบอกถึงประสิทธิภาพในการควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน เป็นผลที่ได้จากการศึกษา เก็บบันทึกข้อมูลตะกอนดินในแปลงทดลอง Wischmeier nd Smith (1978) แนะนำค่า P ดังแสดงในตารางข้างล่าง *(จาก USDA, 1978. Agriculture Handbook. No.537)*

Contouring : การปลูกพืชตามแนวระดับ ค่า P เปลี่ยนแปลงตามความลาดเอียงของพื้นที่ และมีการกำหนดค่าความยาวสูงสุดของแถวปลูกพืช (Maximum length) ไว้ด้วย ค่าความยาวสูงสุดนี้ อาจเพิ่มขึ้นได้อีก 25% ถ้ามีการใช้เศษซากพืชคลุมดินเกิน 50% ของพื้นที่ contouring ควบคุมการกร่อนได้ดีในพื้นที่ลาดเอียงระหว่าง 3 ถึง 8% ถ้าพื้นที่ค่อนข้างราบหรือชันมากจะมีประสิทธิภาพลดลง ค่า C จะสูงเกือบเท่ากับ 1

ตารางที่ 2.6 ค่า P สำหรับการปลูกพืชตามแนวระดับ (Contouring)

| ความลาดเอียงพื้นที่ % | ความยาวสูงสุด (เมตร) | ค่า P |
|---|---|---|
| 1 to 2 | 120 | 0.6 |
| 3 to 5 | 90 | 0.5 |
| 6 to 8 | 60 | 0.5 |
| 9 to 12 | 40 | 0.6 |
| 13 to 16 | 25 | 0.7 |
| 17 to 20 | 18 | 0.8 |
| 21 to 25 | 15 | 0.9 |
| มีกร่องตามแนวระดับ (contour ridge) = contouring x 0.5 | | |

Contour Stripcropping : การปลูกพืชสลับเป็นแถบขวางความลาดเอียงค่า P เปลี่ยนแปลงตามความลาดเอียงของพื้นที่ และมีขนาดความกว้างของแถบพืช (Strip width) ไม่เกินกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ค่า P สำหรับการปลูกพืชตามแนวระดับเมื่อปลูกพืชสลับกับหญ้า

| ความลาดเอียงของพื้นที่ % | ความกว้างของแถบพืช (เมตร) | ค่า P (เมื่อปลูกพืชสลับกับหญ้า) |
|---|---|---|
| 1 to 2 | 40 | 0.30 |
| 3 to 5 | 30 | 0.25 |
| 6 to 8 | 30 | 0.25 |
| 9 to 12 | 24 | 0.30 |
| 13 to 16 | 24 | 0.35 |
| 17 to 20 | 18 | 0.40 |
| 21 to 25 | 15 | 0.45 |

Terracing : การสร้างคันดินขวางความลาดเอียงโดยมีการลดหลั่นตามแนวระดับ มีระยะห่างระหว่างขั้นบันไดแต่ละขั้น ความยาวของขั้นบันไดไม่เกินค่าที่กำหนด อาจมีทางระบายน้ำเป็นระยะให้น้ำไหลออกและลดความยาวของคันดิน

ถ้ามีการปลูกพืชแบบ contouring ค่า P เท่ากับ contouring

ถ้ามีการปลูกพืชแบบ Stripcropping ค่า P เท่ากับ Stripcropping

ค่า L เปลี่ยนแปลงลดน้อยลง slope length เท่ากับ ระยะห่างของขั้นบันได

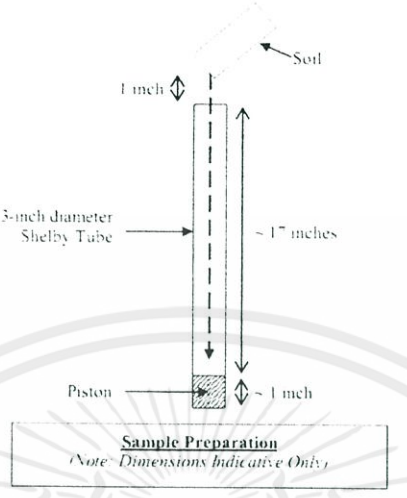
ในระบบคันดิน มีการสูญเสียดินเหมือนกับพื้นที่ลาดเอียงทั่วไป แต่ตะกอนดินทั้งหมดจะทับถมอยู่บนที่ราบของคันดิน จึงประมาณว่าไม่มีการสูญเสียดินเพราะตะกอนดินไม่ถูกพัดพาออกไปจากพื้นที่ แต่ถ้ามีทางระบายน้ำให้น้ำไหลออกตะกอนดินบางส่วนจะถูกพัดพาออกไปกับน้ำไหลบ่า ดังนั้นจึงมีค่าปัจจัยของการนำพาตะกอนออกจากพื้นที่ (Sediment Delivery factor) นำไปคูณกับค่า P

ตารางที่ 2.8 ค่า P สำหรับการสร้างคันดินตามแนวระดับ (Terracing)

| ความลาดเอียงของพื้นที่ % | ค่า P ดินปลูกพืชแบบ contouring | ค่า P เมื่อบนคันปลูกพืชแบบ stripcropping | ค่า P เมื่อมีทางระบายน้ำในระบบคันดินด้วย |
|---|---|---|---|
| 1 to 2 | 0.60 | 0.30 | 0.12 |
| 3 to 8 | 0.50 | 0.25 | 0.10 |
| 9 to 12 | 0.60 | 0.30 | 0.12 |
| 13 to 16 | 0.70 | 0.35 | 0.14 |
| 17 to 20 | 0.80 | 0.40 | 0.16 |
| 21 to 25 | 0.90 | 0.45 | 0.18 |

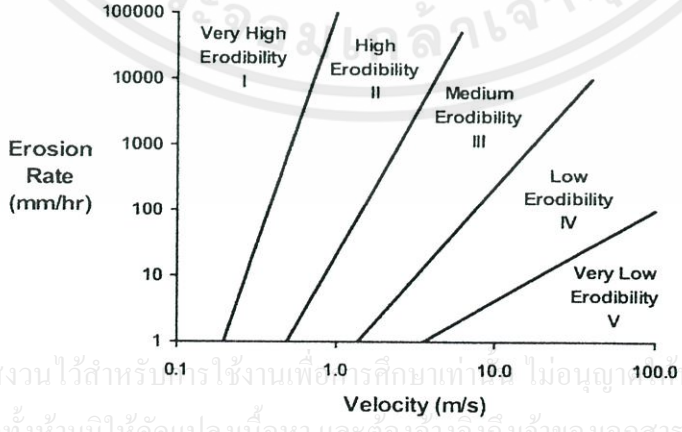
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การหาค่า Erosion โดยวิธี EFA ( Erosion function apparatus ) โดยเป็นวิธีการศึกษาของมหาวิทยาลัย University of California Berkeley




รูปที่ 2.15 การหา Erosion ตามวิธี EFA

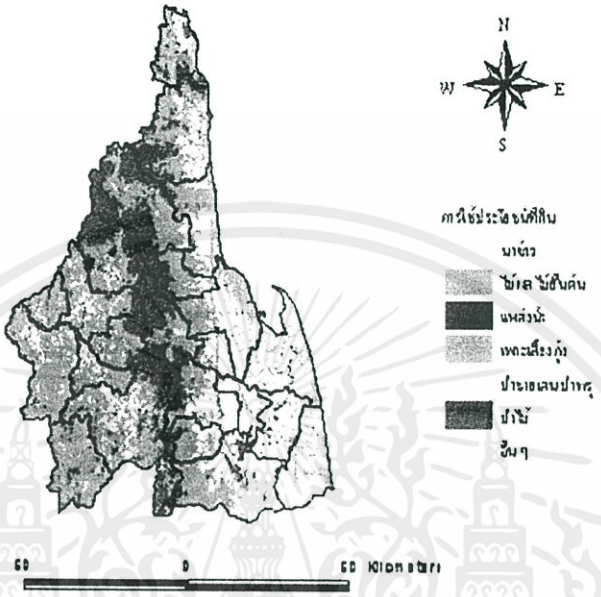
วิธีการทดสอบ 1. เตรียม diameter ขนาด 3 นิ้ว สูง 17 นิ้ว ให้ได้ดังรูปที่5
2. เลือกขนาดความกว้างของรูระบายน้ำบริเวณปลาย Piston
3. เตรียมก้อนดินที่ต้องการทดสอบและทำการชั่งน้ำหนัก
4. ปล่อยน้ำที่ head ของน้ำคงที่จับเวลาการเคลื่อนที่ของมวลดิน
5. ทำการปล่อยก้อนดินลงใน diameter
6. นำก้อนดินที่เหลือจากการทดสอบบริเวณ Piston ไปอบ
7. ชั่งน้ำหนักดินที่อบแห้ง นำไปเปรียบเทียบน้ำหนักดินก่อนทดสอบ จะได้น้ำหนักดินที่หายไป
8. นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ ระหว่างของน้ำกับอัตราการกัดเซาะ
9. เปรียบเทียบความสามารถมนการกัดเซาะว่าเป็นกรณีไหนใน5 กรณี




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

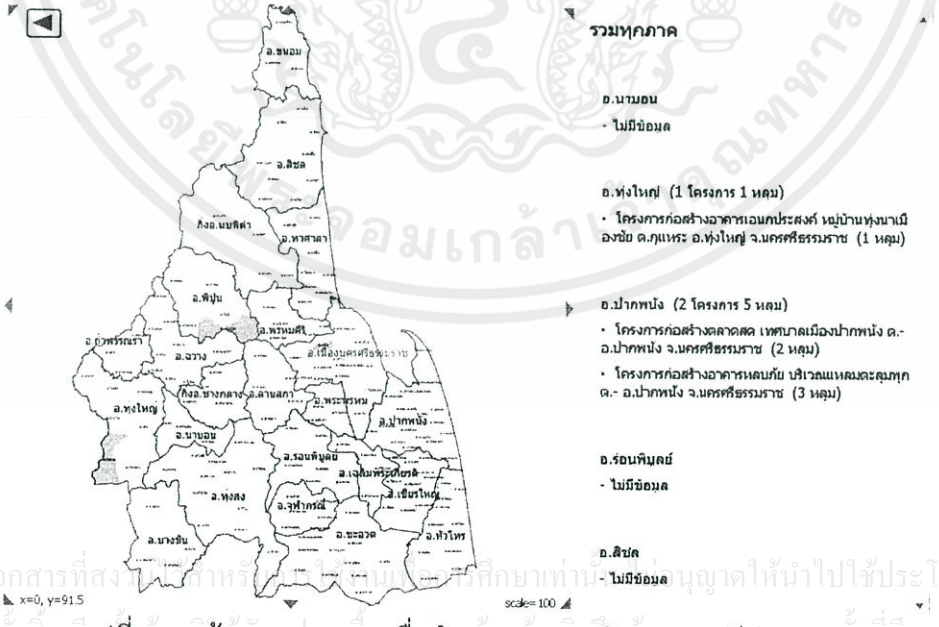
รูปที่ 2.16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Erosion กับ Velocity

2.8 ข้อมูลการใช้ที่ดิน




รูปที่ 2.17 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

2.9 ข้อมูลหลุมเจาะ




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.18 ข้อมูลหลุมเจาะ เพื่อจำแนกประเภทดิน จ.นครศรีธรรมราช

ตารางที่ 2.9 แสดงประเภทดิน

| Depth (m) | Group Symbol | S.T.P. (Blows/m) | Unit Weigth ( t/m³ ) |
|---|---|---|---|
| 0 to 5 | SM | 10 to 50 | 1.3-2.3 |
| 5 to 10 | SM | 15 to 90 | 1.3-2.3 |

สรุป เป็นดินทรายมีตะกอนทรายปน(ทราย-ตะกอนทรายผสมกัน)

## 2.10 สภาพภูมิอากาศและฝนในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช

### 2.10.1 สภาพภูมิอากาศในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช

จากสภาพที่ตั้งใกล้เส้นศูนย์สูตรมีภูเขาและคาบสมุทรทั้ง 2 ด้าน กล่าวคือ ด้านตะวันออกเป็นทะเลจีนใต้ มหาสมุทรแปซิฟิก ด้านตะวันตกเป็นทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย ทำให้นครศรีธรรมราชได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมจากมหาสมุทรอินเดีย และพายุหมุนเขตร้อน จากทะเลจีนใต้สลับกัน ลมมรสุม ในแต่ละปีจังหวัดนครศรีธรรมราช จะได้รับอิทธิพลของลมมรสุมดังนี้

1. ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมนี้มีทิศทางพัดผ่านมหาสมุทรอินเดีย และทะเลอันดามันเข้าสู่ประเทศไทย บริเวณชายฝั่งตะวันตกจึงมีฝนตกชุก ในส่วนของจังหวัดนครศรีธรรมราชนั้นเนื่องจากมีเทือกเขาทางตะวันตกและตอนกลางเป็นแนวกั้นทิศทางลมทำให้ฝนตกไม่มากนัก อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะอยู่ในช่วงประมาณเดือน พฤษภาคม-เดือนตุลาคม

2. ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมนี้พัดผ่านอ่าวไทยเข้าสู่ภาคใต้ ทำให้ฝนตกชุกในจังหวัดนครศรีธรรมราช เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดตั้งอยู่ในด้านรับลมของเทือกเขาอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะทำให้ฝนตกมากในช่วงประมาณเดือนพฤศจิกายน-มกราคม

พายุหมุนเขตร้อน เป็นอีกปัจจัยหนึ่งส่งผลต่อลักษณะอากาศของจังหวัดนครศรีธรรมราช กล่าวคือ พายุหมุนเขตร้อนเป็นระบบความกดอากาศต่ำ ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 2 องศาละติจู ก่อตัวขึ้นเหนือน่านน้ำในเขตร้อนระหว่างละติจูดประมาณ 5-20 องศาเหนือ โดยไม่มีระบบแนวปะทะเข้ามาเกี่ยวข้องและมีการหมุนเวียนชัดเจน ซึ่งตามข้อตกลงระหว่างประเทศได้แบ่งชนิดของพายุหมุนเขตร้อนตามความรุนแรงได้แก่ พายุดีเปรสชัน พายุหมุนเขตร้อน และพายุไต้ฝุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะฤดูกาล มี 2 ฤดู คือ

1. ฤดูร้อน อยู่ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์-เมษายน มีอากาศร้อนตลอดฤดูกาล

2. ฤดูฝน แบ่งเป็น 2 ช่วง ได้แก่

- ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม-ตุลาคม เป็นช่วงที่รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แต่เนื่องจากมีเทือกเขานครศรีธรรมราชที่สูงขึ้นเป็นแนวกั้นทิศทางลม จึงมีฝนตกไม่มากนัก

- ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน-มกราคม เป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงนี้มีฝนตกหนาแน่น

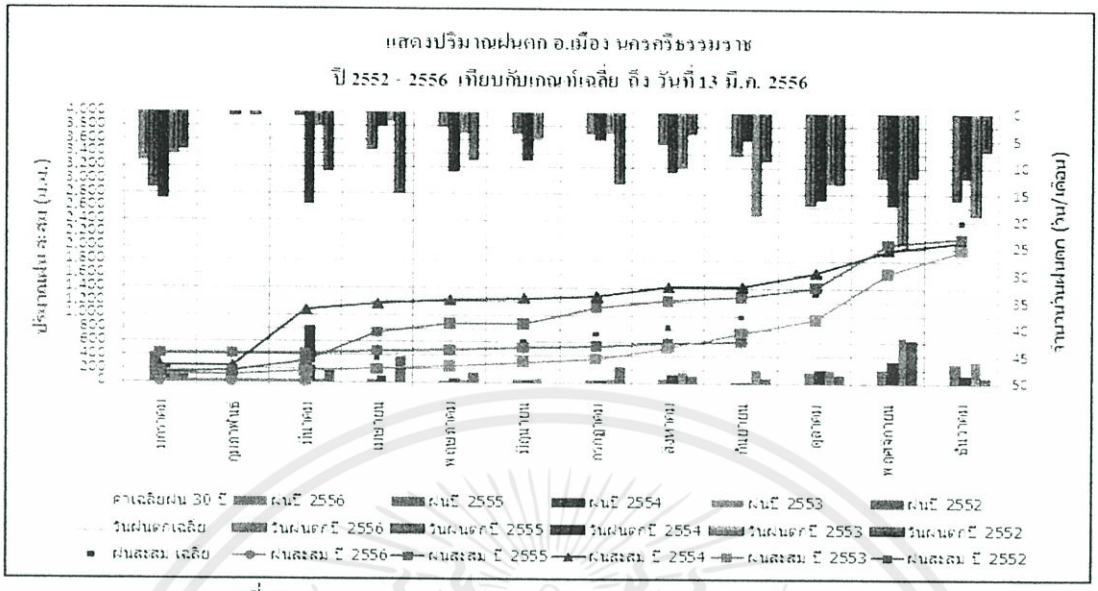
### 2.10.2 ปริมาณฝน

ประมาณฝนที่ตกในจังหวัดนครศรีธรรมราช ดังแสดงในตารางที่ 2.10 และรูปที่ 2.17

ตารางที่ 2.10 ตารางแสดงปริมาณฝนของจังหวัดนครศรีธรรมราช

| สถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝน | | | | จำนวน | รอบปีการเกิดซ้ำปริมาณน้ำฝนรายปี - มิลลิเมตร / รอบปี | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| รหัส | สถานี | อำเภอ | จังหวัด | ปี | 2 | 3 | 5 | 10 | 25 | 50 | 75 | 100 | 200 | 300 | 500 | 750 | 1000 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27013 | ศูนย์อุตุฯ | เมือง | นครศรีธรรมราช | 53 | 2,335.9 | 2,564.7 | 2,819.6 | 3,139.9 | 3,320.6 | 3,544.6 | 3,844.8 | 4,019.3 | 4,142.8 | 4,535.2 | 4,831.4 | 5,004.6 | 5,127.5 |
| 27022 | ปากพนัง | ปากพนัง | นครศรีธรรมราช | 40 | 1,881.0 | 2,187.2 | 2,528.3 | 2,956.9 | 3,198.6 | 3,498.3 | 3,900.0 | 4,133.5 | 4,298.7 | 4,823.7 | 5,220.1 | 5,451.9 | 5,616.3 |
| 27032 | ร่อนพิบูลย์ | ร่อนพิบูลย์ | นครศรีธรรมราช | 32 | 1,782.2 | 2,065.1 | 2,380.3 | 2,776.2 | 2,999.7 | 3,276.6 | 3,647.7 | 3,863.5 | 4,016.2 | 4,501.3 | 4,867.6 | 5,081.7 | 5,233.6 |
| 27042 | ท่าศาลา | ท่าศาลา | นครศรีธรรมราช | 46 | 1,938.5 | 2,246.2 | 2,588.9 | 3,019.5 | 3,262.5 | 3,563.6 | 3,967.3 | 4,201.9 | 4,367.9 | 4,895.4 | 5,293.8 | 5,526.6 | 5,691.8 |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 27062 | ทุ่งสง | ทุ่งสง | นครศรีธรรมราช | 51 | 1,864.0 | 2,021.4 | 2,196.8 | 2,417.1 | 2,541.4 | 2,695.5 | 2,902.0 | 3,022.0 | 3,107.0 | 3,376.9 | 3,580.7 | 3,699.8 | 3,784.3 |
| 27072 | ฉวาง | ฉวาง | นครศรีธรรมราช | 46 | 1,800.0 | 1,975.0 | 2,169.9 | 2,414.8 | 2,552.9 | 2,724.2 | 2,953.7 | 3,087.1 | 3,181.5 | 3,481.5 | 3,708.0 | 3,840.4 | 3,934.4 |
| 27082 | ลานสกา | ลานสกา | นครศรีธรรมราช | 35 | 2,031.3 | 2,285.4 | 2,568.4 | 2,923.9 | 3,124.6 | 3,373.2 | 3,706.5 | 3,900.2 | 4,037.4 | 4,473.0 | 4,801.9 | 4,994.2 | 5,130.6 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.19 กราฟแสดงปริมาณฝนของจังหวัดนครศรีธรรมราช

## 2.11 ปริมาณตะกอนในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช

ปริมาณตะกอนในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราชดังแสดงในตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 ข้อมูลตะกอน

| ข้อมูลสถานีตะกอนแขวนลอย | | | | | | สถิติสำรวจ | ค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ลำดับที่ | รหัสสถานี | ที่ตั้ง | | | พื้นที่รับน้ำ | | สูงสุด | | ต่ำสุด | | เฉลี่ย |
| | | อ่างน้ำ | อ่างกอ | จังหวัด | ตร.กม. | ปี | ตัน | เดือน/ปี | ตัน | เดือน/ปี | ตัน |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | นครศรีธรรมราช | [illegible] | 2533 - 2536 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | นครศรีธรรมราช | [illegible] | 2524 - 2530 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | นครศรีธรรมราช | [illegible] | 2531 - 2536 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | นครศรีธรรมราช | [illegible] | 2529 - 2536 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | นครศรีธรรมราช | [illegible] | 2541 - 2549 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 2530 - 2536 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | นครศรีธรรมราช | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 2530 - 2536 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | นครศรีธรรมราช | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.12 ข้อมูลชนิดของหญ้าที่นำมาทดลองปลูกเพื่อป้องกันการกัดเซาะ

หญ้าเนเปียร์ เป็นหญ้าเขตร้อนที่มีอายุหลายปี มีทรงต้นเป็นกอตั้งตรงคล้ายอ้อย ขยายพันธุ์ด้วยท่อนพันธ์ เจริญเติบโตได้ในดินร่วนปนทรายถึงดินเหนียว ถ้าปลูกในดินที่มีความอุดมสมบุรณ์สุง และมีการให้น้ำชลประทานจะได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี หญ้าเนเปียร์มีหลายพันธุ์ คือ หญ้าเนเปียร์ธรรมดา (Pennisetum purpureum)
หญ้าเนเปียร์แคระ (P. Purpureumcv. Mott) และหญ้าลูกผสม (P. Purpureum x P. Americanum) ซึ่งมี 2 สายพันธ์ คือ เนเปียร์ยักษ์ (King grass) และบาน่า(Bana grass) เนเปียร์ธรรมดา และเนเปียร์ลูกผสมเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ สูงประมาณ3-4 เมตร ส่วนหญ้าเนเปียร์แคระจะมีการแตกกอดี มีส่วนของใบมากกว่าต้นและออกดอกก่อนสายพันธุ์อื่นๆ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่สูง 1-2 เมตร โดยหญ้ามีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.18

รูปที่ 2.20 หญ้าบาน่า

### 2.12.1 ช่วงเวลาปลูก

สามารถปลูกได้ตลอดปี ถ้ามีการให้น้ำชลประประทาน แต่โดยทั่วไปควรปลูกในช่วงต้นฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงกรกฎาคม

### 2.12.2 การเตรียมดิน

เริ่มไถเมื่อฝนตกครั้งแรก ประมาณเดือนเมษายน ขณะที่ดินมีความชื้นเหมาะสม เพื่อเปิดหน้าดิน และทำลายวัชพืช และปล่อยทิ้งไว้ 3-4 สัปดาห์จากน้ำพรวนอีก 1-2 ครั้ง เพื่อย่อยดินในละเอียดและร่วนซุยมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

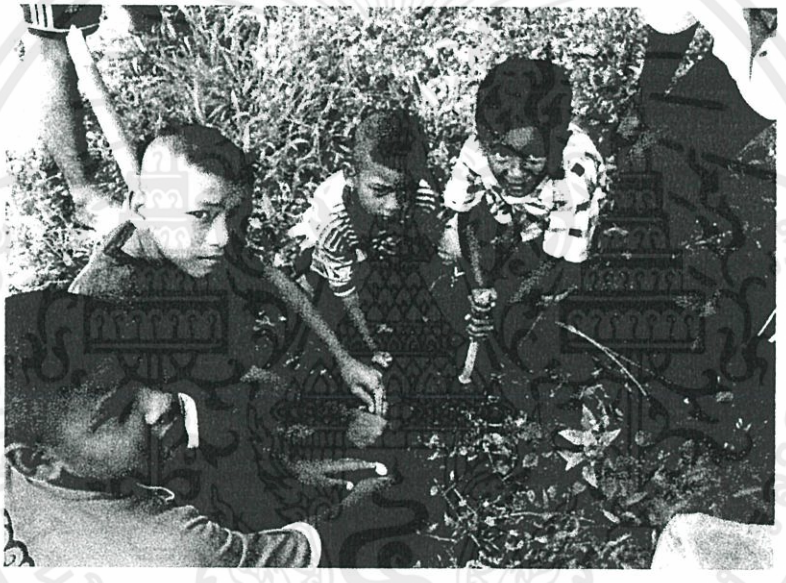
### 2.12.3 การจัดหาและเตรียมท่อนพันธุ์

ท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์เตรียมโดยนำต้นหญ้าที่อายุ 4-6 เดือน มาตัดเป็นท่อนสั้นๆ แต่ละท่อนมีข้อติดอยู่ 1-2 ข้อ หรือตัดท่อนพันธุ์ยาวทั้งต้น นำไปใช้ปลูกได้โดยตรง หญ้าเนเปียร์ 1ไร่ การจัดหาท่อนพันธุ์ สามารถติดต่อได้ที่ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์และสถานีอาหารสัตว์ทั่วประเทศ

### 2.12.4 การปลูก

การปลูกหญ้าเนเปียร์ท่อนสั้น โดยใช้ระยะปลูก 75*75 ซม. ปลูกหลุมละ2 ท่อนโดยใช้โคนปักเอียงลงดิน ให้ข้ออยู่ใต้ดินลึก 1-2 นิ้ว กลบดินและเหยียบให้แน่น

การปลูกด้วยท่อนพันธุ์ยาวทั้งต้น ทำได้โดยนำท่อนพันธุ์มาวางนอนเป็นแถว ติดต่อกันโดยมีระยะห่างระหว่างแถว 0.75 -1 เมตร และกลบดินให้ท่อนพันธุ์ลึก 1-2 นิ้ว การสาธิตการปลูกและภายหลังการปลูกเสร็จดังแสดงในรูปที่ 2.19,2.20



รูปที่ 2.21 การปลูกหญ้าบาน่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.22 ภายหลังจากการปลูกเสร็จสิ้น

**2.12.5 การใส่ปุ๋ย**

ควรใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 50-100 กิโลกรัมต่อไร่และอาจใส่ปุ๋ยคอกร่วมด้วย เพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตุภุในดิน หลังตัดทุกครั้งต้องใส่ปุ๋ยยูเรีย ( 46-0-0) อัตร 10-20 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับปีต่อไปควรใส่ปุ๋ยเช่นเดียวกันกับปีแรก โดยใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในช่วงต้นฤดูฝน

**2.12.6 การกำจัดวัชพืช**

ควรกำจัดวัชพืชภายหลังจากปลูกหญ้าเนเปียร์ ประมาณ 2-4 สัปดาห์ เพื่อช่วยให้หญ้าสามารถแข่งขันกับวัชพืชได้

**2.12.7 การให้น้ำ**

การปลูกหญ้าเนเปียร์ควรมีการให้น้ำช่วงฤดูแล้ง และในช่วงฝนทิ้งช่วงวิธีการให้น้ำหญ้าเนเปียร์ สามารถทำได้หลายวิธี อาทิ ปล่อยน้ำเข้าแปลงพอให้ดินชุ่มชื้นทุก 1-2 สัปดาห์ หรือใช้ระบบน้ำฝอย (สปริงเกอร์) ทุก 3-5 วัน เป็นต้น ในบางกรณีที่มีกรจัดแปลงแบบประณีต อาจต้องให้น้ำปอยครั้ง ดังเช่น เกษตรกรอำเภอปากช่อง จ.นครราชสีมา ปลูกหญ้าในพื้นที่ 4ไร่ให้น้ำแบบระบบฝอยทุก 2วันโดยใช้น้ำสปริงเกอร์ขนาด ½ นิ้ว จำนวน 9 หัวให้น้ำวันละ 2 ชั่วโมง คิดเป็นปริมาณน้ำที่ให้วันละประมาณ 9 ลูกบาศก์เมตร ต่อไร่ หญ้าให้ผลผลิตสูง สามารถตัดใช้ได้ตลอดทั้งปี

**2.12.8 การใช้ประโยชน์**

เริ่มตัดใช้ประโยชน์ครั้งแรกเมื่อหญ้าอายุ 60-70 วัน และตัดครั้งต่อไปทุก 30-45 วัน ส่วนใหญ่ในช่วงฤดูฝนหญ้าเจริเติบโตได้เร็ว อาจทำการตัดได้น้อยกว่า 30วัน โดยทำการชิดดิน แต่ถ้าสังเกตเห็นรากลอย ควรทำการพรวนและพูนดินกลบโคน แปลงหญ้าถ้ามีการดูแลอย่างดีจะมีอายุการใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 5ปี หญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในเขตชลประทานที่มีการให้น้ำได้จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งปีละ 3-4 ตันต่อไร่ โดยผลผลิตลดลงเล็กน้อยในช่วงฤดูแล้ง ถ้าปลูกนอกเขตชลประทานอาศัยน้ำฝน หญ้าจะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเพียงปีละ 2-3 ตันต่อไร่ คุณค่าทางอาหารสัตว์ของหญ้าเนเปียร์ตัดทุก 30 วัน

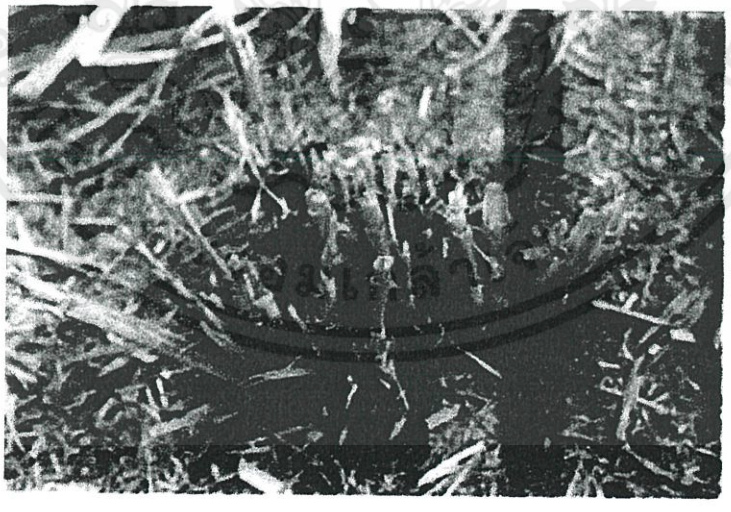
เอกสารนี้นำเอาไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีโปรตีน 10 -12 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย ADF ประมาณ 37 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใย NDF ประมาณ 64 เปอร์เซ็นต์ หญ้าเนเปียร์นำไปใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบเช่น ตัดสด ทำหญ้าหมักและทำหญ้าแห้ง

**2.12.9 วิธีการตัดสด**

หญ้าเนเปียร์สามารถตัดสดมาใช้ได้ตลอดปี ถ้ามีการให้น้ำ ดังเช่น เกษตรอำเภอปากช่อง จ.นครราชสีมา ปลูกหญ้าเนเปียร์ 1ไร่ ใช้เลี้ยงโคนม ได้2ตัว โดยตัดมาให้โคนมกินได้ตลอดปีและเสริมฟางแห้ง หญ้าหมักบ้างในช่วงแล้ง (พฤศจิกายน – มกราคม) แสดงการตัดสดดังในรูปที่ 2.21

รูปที่ 2.23 หญ้าเนเปียร์ที่ตัดแล้ว



รูปที่ 2.24 หญ้าเนเปียร์ที่กำลังขึ้นใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# แผนการดำเนินงาน

## 3.1 การวางแผนงานในสนาม

3.1.1 การเก็บตัวอย่างดินที่ถูกชะโดยน้ำลงมา โดยทำกล่องขนาด 40*40 cm โดยประมาณการขุดหลุมที่บริเวณพื้นที่ด้านล่าง

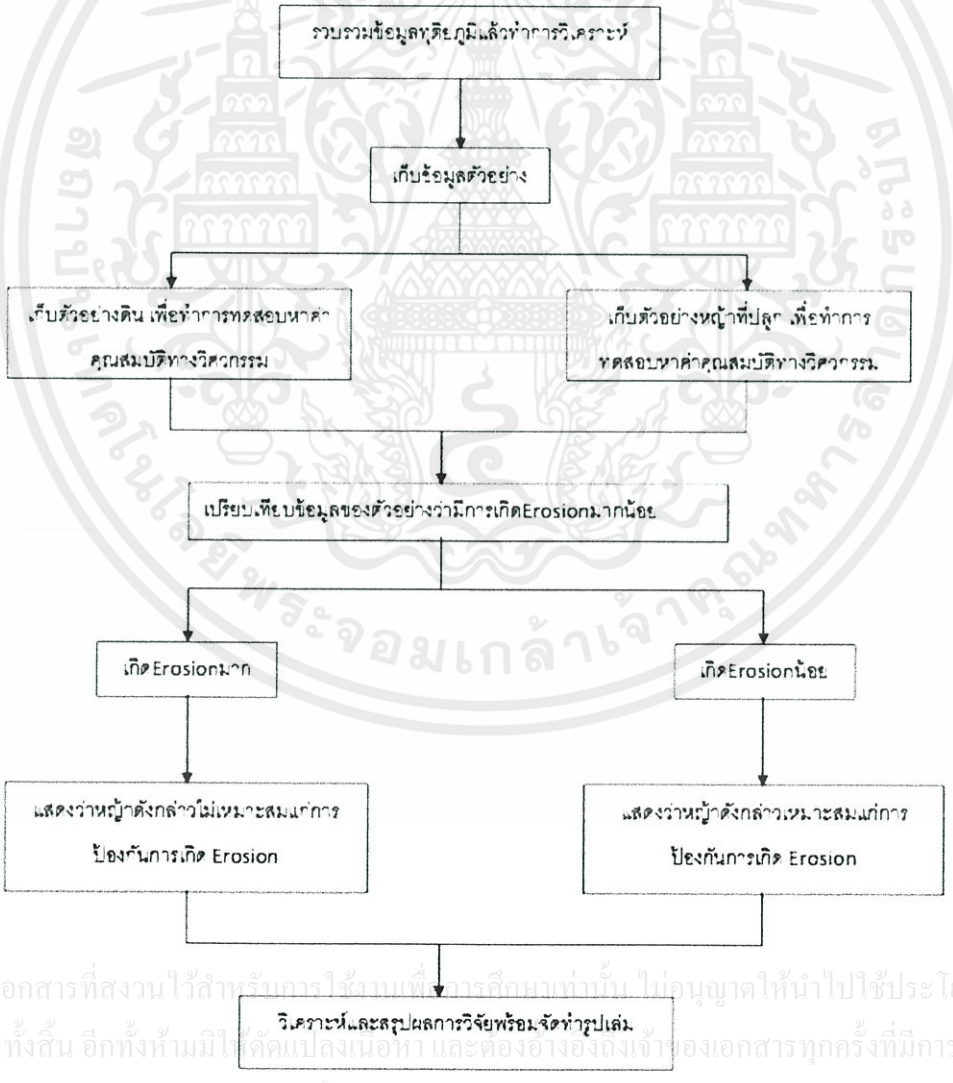
3.1.2 การหา slope โดยวิธีประมาณจาการวัดระยะทางในแนวดิ่งและระยะทาง

3.1.3 การหาค่าความหนาแน่นดินในสนาม

## 3.2 วิเคราะห์ผลการทดลองตัวอย่าง

3.2.1 ความละเอียดของเครื่องชั่งไม่เพียงพอทำให้ค่าคลาดเคลื่อน

3.2.2 เครื่องมือในการทำงานไม่เหมาะสม เช่น proving ring

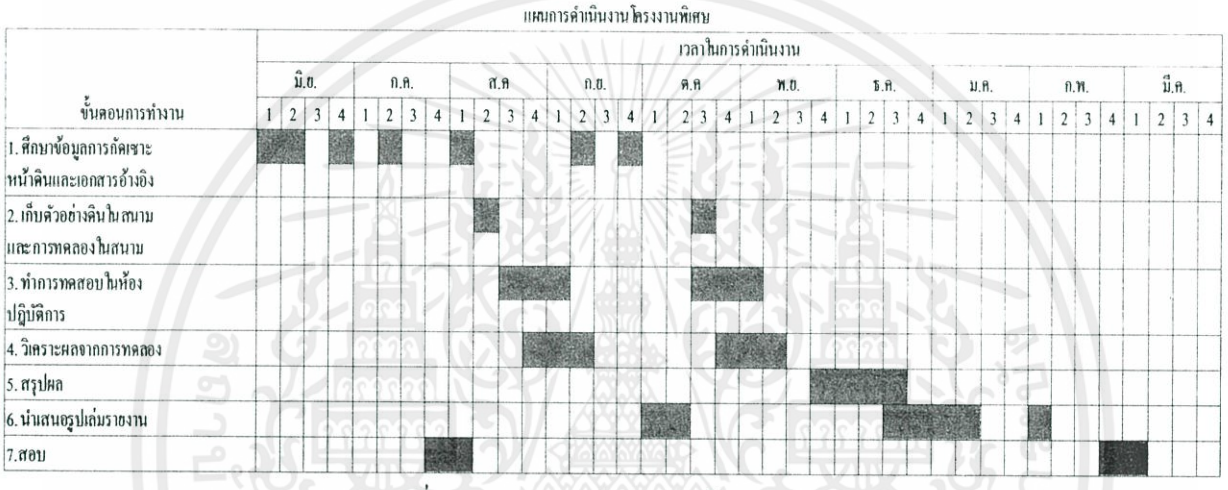



รูปที่ 3.1 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 งบประมาณของโครงการวิจัย

| | | |
|---|---|---|
| ค่าทำรูปเล่ม เอกสาร | | 1,500 บาท |
| ค่าเดินทาง | | 10,000 บาท |
| ค่าวัสดุในการทำวิจัย (พันธ์ต้นหญ้า) | | 3,500 บาท |
| ค่าอุปกรณ์และวัสดุสิ้นเปลือง | | 5,000 บาท |
| | รวม | 20,000 บาท |




รูปที่ 3.2 แผนการดำเนินงานโครงงานพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

## 4.1 การทดสอบวิเคราะห์ SIEVE ANALYSIS

### 4.1.1 การทดสอบวิเคราะห์ SIEVE ANALYSIS ดังตาราง 4.1,4.2 และรูปที่ 4.1 ของดินบริเวณบ้านอบต

ตารางที่ 4.1 แสดงการหาค่า SIEVE ANALYSIS ของดินบริเวณบ้านอบต.บ้านเผียน

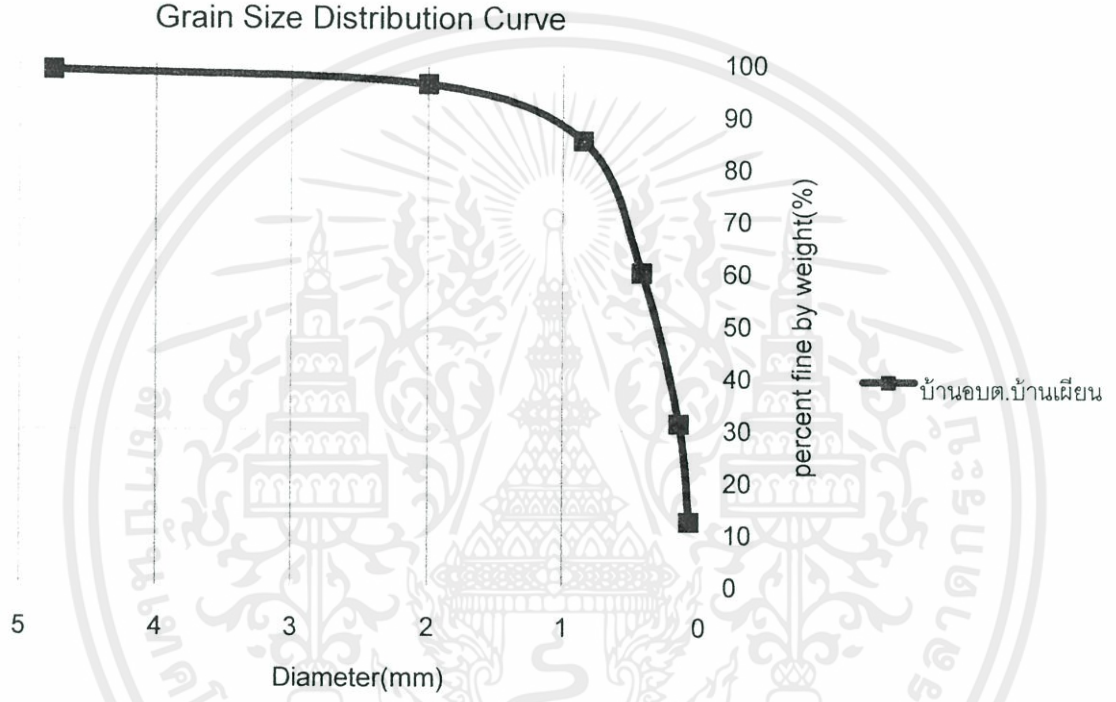
| SIEVE ANALYSIS | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PROJECT TheStudy of Erosion Behavior of the Landslide Mass and Using of Vegetation for Erosion Protection of the Land Slide Mass; case study on Theparat Sichol district Nakhon Si Thammarat Province | | | | | | | |
| SOIL DESCRIPTION | | | | | TEST BY | | |
| LOCATION บริเวณบ้านอบต . | | | | | DATE | | |
| Specific Gravity of Soil,Gs | | | 2.65 | | REMARK: | | |
| Tray No. | | | 1 | | | | |
| Weight of Tray ,g | | | 230 | | | | |
| Weight of Tray + Dry Soil ,g | | | 1014.69 | | | | |
| Weight of Dry Soil ,g | | | 784.69 | | | | |
| Sieves Standard | | | ASTM E-11 | | | | |
| Sieve NO. | Sieve Opening ,mm | Weight of Sieve ,g | Weight of Sieve + Soil ,g | Weight of Soil Retained ,g | Cumulative Retained ,g | Cumulative Retained ,% | Percent Finer ,% |
| 4 | 4.75 | 450.00 | 460.00 | 10 | 10 | 1.27 | 98.73 |
| 10 | 2 | 475.30 | 495.43 | 20.13 | 30.13 | 3.84 | 96.16 |
| 20 | 0.85 | 450.50 | 534.82 | 84.32 | 114.45 | 14.58 | 85.42 |
| 40 | 0.425 | 475.20 | 672.90 | 197.70 | 312.15 | 39.78 | 60.22 |
| 100 | 0.15 | 475.90 | 702.52 | 226.62 | 538.77 | 68.66 | 31.34 |
| 200 | 0.075 | 450.60 | 676.41 | 225.81 | 686.13 | 87.44 | 12.56 |
| PAN | | 430 | 528.56 | 98.56 | 784.69 | 100.00 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลบเลือนข้อความนี้ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบข้างต้นของตัวอย่างดินบริเวณบ้านอบต.บ้านเผียน จึงสามารถทำการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.2 และ รูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.2 ค่า Cu,Cc

| Cu | Cc |
|---|---|
| 6.25 | 1.21 |




รูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ Diameter และ percent fine by weight ของดินบริเวณบ้านอบต. บ้านเผียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.1.2 การทดสอบวิเคราะห์ SIEVE ANALYSIS ดังตาราง 4.3,4.4 และรูปที่ 4.2 ของดินบริเวณโรงเรียนวัดธารน้ำฉา**

ตารางที่ 4.3 แสดงการหาค่า SIEVE ANALYSIS ของดินบริเวณโรงเรียนวัดธารน้ำฉา

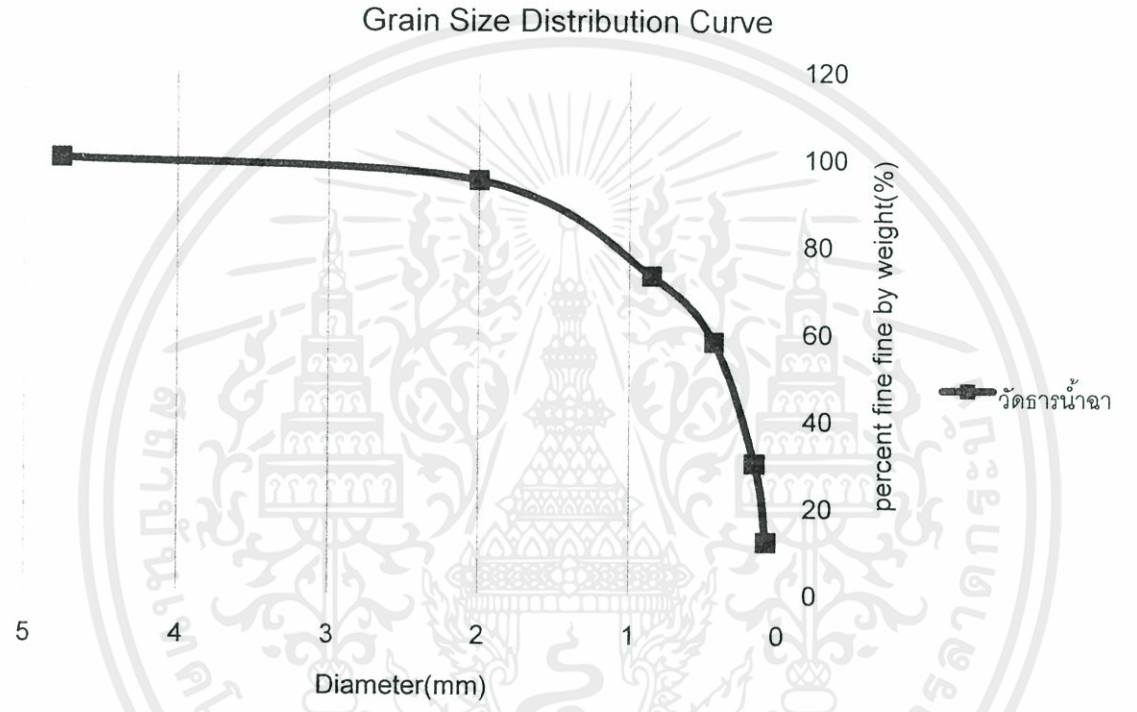
| SIEVE ANALYSIS | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PROJECT TheStudy of Erosion Behavior of the Landslide Mass and Using of Vegetation for Erosion Protection of the Land Slide Mass; case study on Theparat Sichol district Nakhon Si Thammarat Province | | | | | | | |
| SOIL DESCRIPTION | | | | | TEST BY | | |
| LOCATION โรงเรียนวัดธารน้ำฉา | | | | | DATE | | |
| Specific Gravity of Soil,Gs | | | | | REMARK: | | |
| Tray No. | | | 2 | | | | |
| Weight of Tray ,g | | | 230 | | | | |
| Weight of Tray + Dry Soil ,g | | | 930 | | | | |
| Weight of Dry Soil ,g | | | 700 | | | | |
| Sieves Standard | | | ASTM E-11 | | | | |
| Sieve NO. | Sieve Opening ,mm | Weight of Sieve ,g | Weight of Sieve + Soil ,g | Weight of Soil Retained ,g | Cumulative Retained ,g | Cumulative Retained ,% | Percent Finer ,% |
| 4 | 4.75 | 450.00 | 450.00 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 10 | 2.00 | 475.30 | 509.11 | 33.81 | 33.81 | 4.83 | 95.17 |
| 20 | 0.85 | 450.50 | 603.43 | 152.93 | 186.76 | 26.68 | 73.32 |
| 40 | 0.425 | 475.20 | 581.04 | 105.84 | 292.60 | 41.80 | 58.20 |
| 100 | 0.15 | 475.90 | 670.78 | 194.88 | 487.48 | 69.64 | 30.36 |
| 200 | 0.075 | 450.60 | 577.02 | 126.42 | 613.90 | 87.70 | 12.30 |
| PAN | | 430.00 | 516.10 | 86.10 | 700 | 100 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบข้างต้นของตัวอย่างดินบริเวณโรงเรียนวัดธารน้ำฉา จึงสามารถทำการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.4 และ รูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.4 ค่า Cu,Cc

| Cu | Cc |
|---|---|
| 6 | 1.31 |




รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ Diameter และ percent fine by weight ของดินบริเวณโรงเรียนวัดธารน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.3 การทดสอบวิเคราะห์ SIEVE ANALYSIS ดังตาราง 4.5,4.6 และรูปที่ 4.3 ของดินบริเวณหมู่ 10 ต.บ้านเผียน

ตารางที่ 4.5 แสดงการหาค่า SIEVE ANALYSIS ของดินบริเวณหมู่ 10 ต.บ้านเผียน

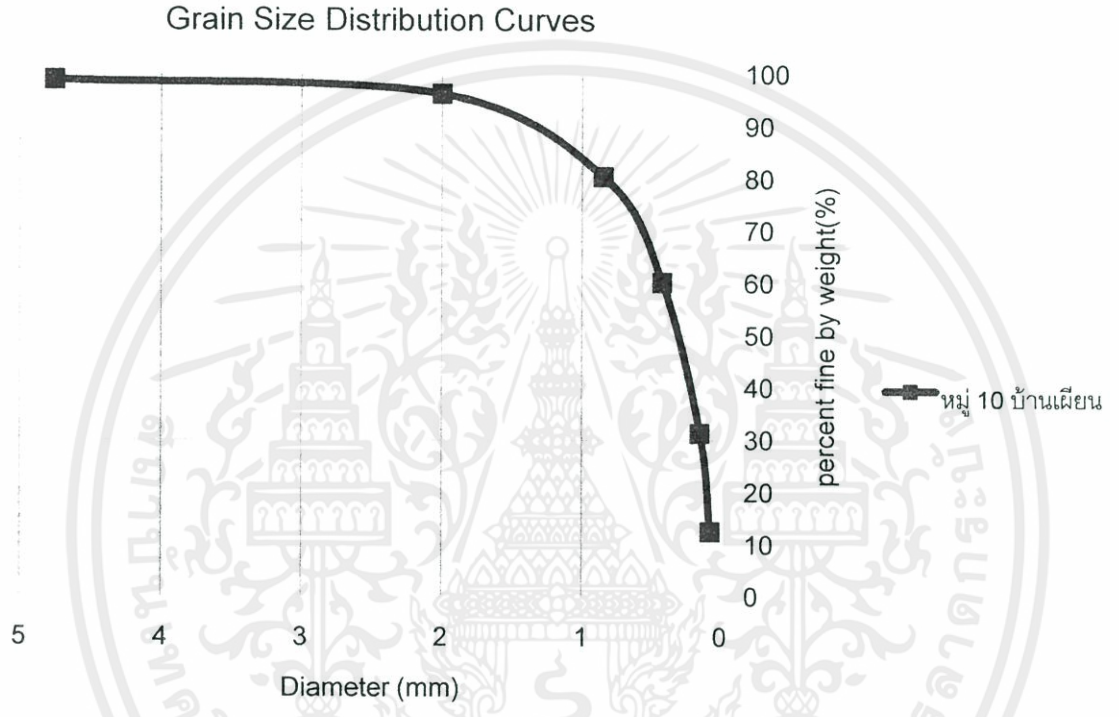
| SIEVE ANALYSIS | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PROJECT TheStudy of Erosion Behavior of the Landslide Mass and Using of Vegetation for Erosion Protection of the Land Slide Mass; case study on Theparat Sichol district Nakhon Si Thammarat Province | | | | | | | |
| SOIL DESCRIPTION | | | | | TEST BY | | |
| LOCATION หมู่ 10 ต.บ้านเผียน | | | | | DATE | | |
| Specific Gravity of Soil,Gs | | | 2.65 | | REMARK: | | |
| Tray No. | | | 3 | | | | |
| Weight of Tray ,g | | | 230 | | | | |
| Weight of Tray + Dry Soil ,g | | | 930 | | | | |
| Weight of Dry Soil ,g | | | 700 | | | | |
| Sieves Standard | | | ASTM E-11 | | | | |
| Sieve NO. | Sieve Opening ,mm | Weight of Sieve ,g | Weight of Sieve + Soil ,g | Weight of Soil Retained ,g | Cumulative Retained ,g | Cumulative Retained ,% | Percent Finer ,% |
| 4 | 4.75 | 450 | 458.89 | 8.89 | 8.89 | 1.27 | 98.73 |
| 10 | 2 | 475.3 | 493.29 | 17.99 | 26.88 | 3.84 | 96.16 |
| 20 | 0.85 | 450.5 | 569.57 | 119.07 | 137.06 | 19.58 | 80.42 |
| 40 | 0.425 | 475.2 | 616.6 | 141.4 | 278.46 | 39.78 | 60.22 |
| 100 | 0.15 | 475.9 | 678.06 | 202.16 | 480.62 | 68.66 | 31.34 |
| 200 | 0.075 | 450.6 | 652.06 | 201.46 | 614.18 | 87.44 | 12.56 |
| PAN | | 430 | 515.85 | 85.82 | 700 | 100 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบข้างต้นของตัวอย่างดินบริเวณหมู่ 10 ต.บ้านเผี่ยน จึงสามารถทำการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.6 และ รูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.6 ค่า Cu,Cc

| Cu | Cc |
|---|---|
| 6.1 | 2.56 |




รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ Diameter และ percent fine by weight ของดินบริเวณหมู่ 10 ต.บ้านเผียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การศึกษาเรื่องการกัดเซาะของดิน

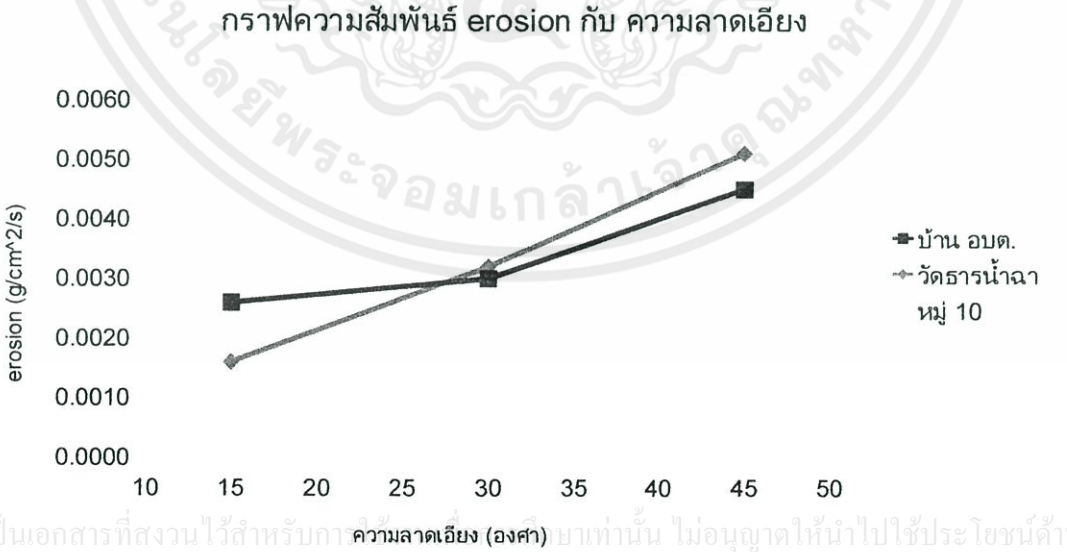
### 4.2.1 การศึกษาเรื่องการกัดเซาะของดินตามความลาดชันของดิน

#### 4.2.1.1 การศึกษาเรื่องการกัดเซาะของดินตามความลาดชันของดินที่ไม่มีพืชปกคลุม จากการทดสอบการกัดเซาะของดินบริเวณ ต.เทพราช อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช

ตารางที่ 4.7 การกัดเซาะของดินและตามความลาดชันของดินที่ไม่มีพืชปกคลุม (โดยใช้ความเข้มฝนเฉลี่ยใน 1 เดือน 1600 mm/เดือน)

| ตัวอย่างดินบริเวณ | ความลาดชัน (องศา) | น้ำหนักดินถูกชะล้างแห้ง+ถาด(g) | ถาด (g) | ปริมาณดินที่ถูกกัดเซาะแห้ง (g/cm²/s) |
|---|---|---|---|---|
| บริเวณบ้านอบต. | 15 | 1045.8 | 1025 | 0.0026 |
| | 30 | 1049 | 1025 | 0.0030 |
| | 45 | 1227 | 1191 | 0.0045 |
| รร.วัดธารน้ำฉา | 15 | 1243.44 | 1230.64 | 0.0016 |
| | 30 | 1216.6 | 1191 | 0.0032 |
| | 45 | 940.53 | 899.73 | 0.0051 |
| หมู่10 ต.บ้านเผียน | 15 | 1045 | 1025 | 0.0025 |
| | 30 | 1049.8 | 1025 | 0.0031 |
| | 45 | 934.13 | 899.73 | 0.0043 |

จากผลการทดสอบข้างต้นของตัวอย่างดินแสดงการเปรียบเทียบไว้ดังรูปที่ 4.4




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

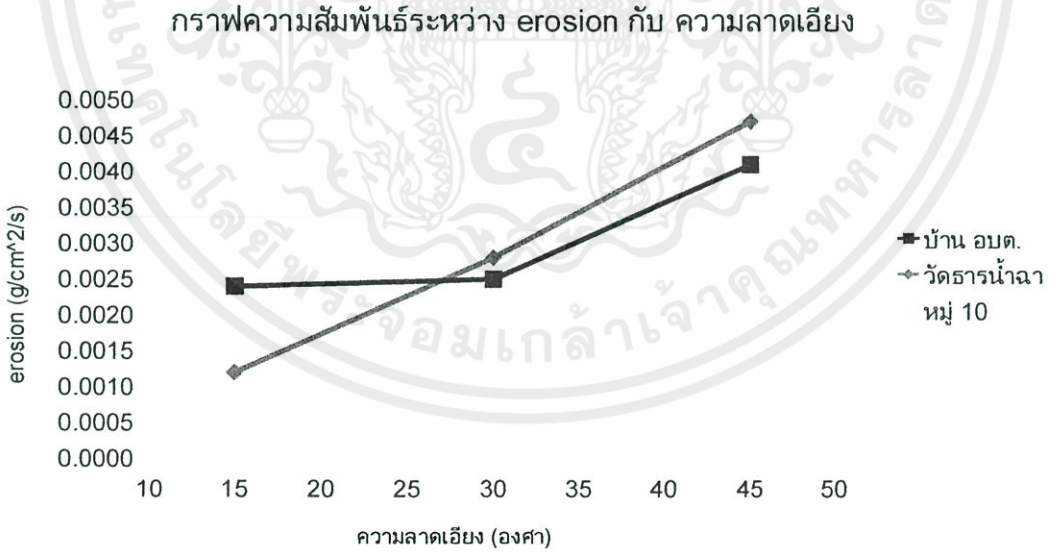
รูปที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความลาดเอียงกับerosion

### 4.2.1.2 การศึกษาเรื่องการกัดเซาะของดินตามความลาดชันของดินที่มีพืชปกคลุม จากการทดสอบการกัดเซาะของดินบริเวณ ต.เทพราช อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช

ตารางที่ 4.8 การกัดเซาะของดินและตามความลาดชันของดินที่มีพืชปกคลุม (โดยใช้ความเข้มฝนเฉลี่ยใน1 เดือน 1600 mm/เดือน)

| ตัวอย่างดินบริเวณ | ความลาดชัน (องศา) | น้ำหนักดินถูกชะล้างแห้ง+ถาด(g) | ถาด (g) | ปริมาณดินที่ถูกกัดเซาะแห้ง (g/cm²/s) |
|---|---|---|---|---|
| บริเวณบ้านอบต. | 15 | 1044.2 | 1025 | 0.0024 |
| | 30 | 1211 | 1191 | 0.0025 |
| | 45 | 1057.8 | 1025 | 0.0041 |
| รร.วัดธารน้ำฉา | 15 | 1200.6 | 1191 | 0.0012 |
| | 30 | 1045 | 1025 | 0.0028 |
| | 45 | 1062.6 | 1025 | 0.0047 |
| หมู่10 ต.บ้านเผียน | 15 | 1249.04 | 1230.64 | 0.0023 |
| | 30 | 922.93 | 899.73 | 0.0029 |
| | 45 | 1222.2 | 1191 | 0.0039 |

จากผลการทดสอบข้างต้นของตัวอย่างดินแสดงการเปรียบเทียบไว้ดังรูปที่ 4.5




รูปที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความลาดเอียงกับerosion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

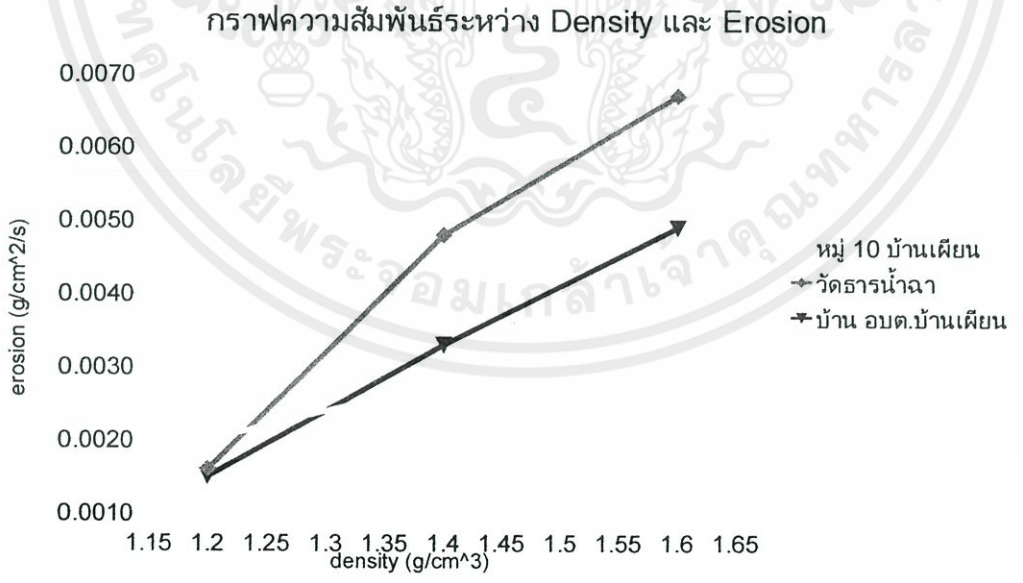
### 4.2.2.1 การศึกษาเรื่องการกัดเซาะของดินตามความหนาแน่นของดินที่ไม่มีพืชปกคลุม จากการทดสอบการกัดเซาะของดินบริเวณ ต.เทพราช อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช

ตารางที่ 4.9 การกัดเซาะของดินและตามความหนาแน่นของดินที่ไม่มีพืชปกคลุม (โดยใช้ความเข้มฝนเฉลี่ยใน 1 เดือน 1600 mm/เดือน)

| ตัวอย่างดินบริเวณ | ความหนาแน่น $g/cm^3$ | น้ำหนักดินถูกชะล้างแห้ง+ถาด(g) | ถาด (g) | ปริมาณดินที่ถูกกัดเซาะแห้ง ($g/cm^2/s$) |
|---|---|---|---|---|
| บริเวณบ้านอบต. | 1.2 | 1045.8 | 1025 | 0.0026 |
| | 1.4 | 1063.4 | 1025 | 0.0048 |
| | 1.6 | 1241.4 | 1191 | 0.0063 |
| รร.วัดธารน้ำฉา | 1.2 | 912.22 | 899.73 | 0.0016 |
| | 1.4 | 1233.59 | 1191 | 0.0053 |
| | 1.6 | 1310 | 1230.64 | 0.0099 |
| หมู่10 ต.บ้านเผียน | 1.2 | 1045.03 | 1025 | 0.0025 |
| | 1.4 | 1057 | 1025 | 0.0040 |
| | 1.6 | 1235 | 1191 | 0.0055 |

- ความลาดชัน 15 องศา

จากผลการทดสอบข้างต้นของตัวอย่างดินแสดงการเปรียบเทียบไว้ดังรูปที่ 4.6




รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าDensityและerosion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

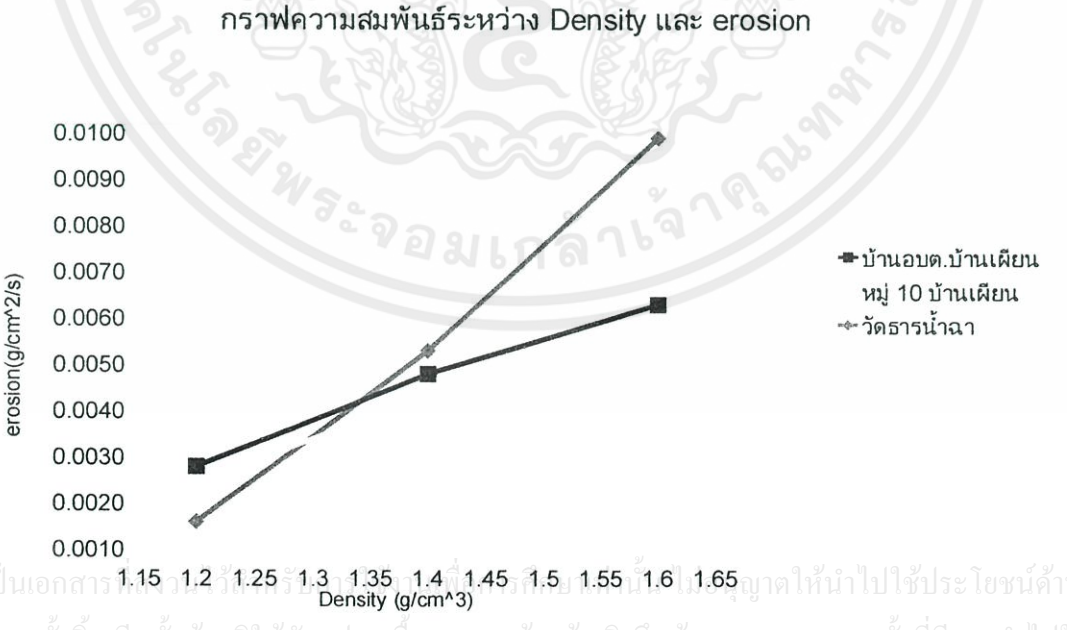
### 4.2.2.2 การศึกษาเรื่องการกัดเซาะของดินตามความหนาแน่นของดินที่มีพืชปกคลุม จากการทดสอบการกัดเซาะของดินบริเวณ ต.เทพราช อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช

ตารางที่ 4.10 การกัดเซาะของดินและตามความหนาแน่นของดินที่มีพืชปกคลุม (โดยใช้ความเข้มฝนเฉลี่ยใน 1 เดือน 1600 mm/เดือน)

| ตัวอย่างดินบริเวณ | ความหนาแน่น $g/cm^3$ | น้ำหนักดินถูกชะล้างแห้ง+ถาด(g) | ถาด (g) | ปริมาณดินที่ถูกกัดเซาะแห้ง ($g/cm^2/s$) |
|---|---|---|---|---|
| บริเวณบ้านอบต. | 1.2 | 1037 | 1025 | 0.0015 |
| | 1.4 | 1051.4 | 1025 | 0.0033 |
| | 1.6 | 1230.2 | 1191 | 0.0049 |
| รร.วัดธารน้ำฉา | 1.2 | 1037.8 | 1025 | 0.0016 |
| | 1.4 | 1063.4 | 1025 | 0.0048 |
| | 1.6 | 1244.6 | 1191 | 0.0067 |
| หมู่10 ต.บ้านเผียน | 1.2 | 1246.64 | 1230.64 | 0.002 |
| | 1.4 | 1213.4 | 1191 | 0.0028 |
| | 1.6 | 930.93 | 899.73 | 0.0039 |

- ความชัน 15 องศา

จากผลการทดสอบข้างต้นของตัวอย่างดินแสดงการเปรียบเทียบไว้ดังรูปที่ 4.7

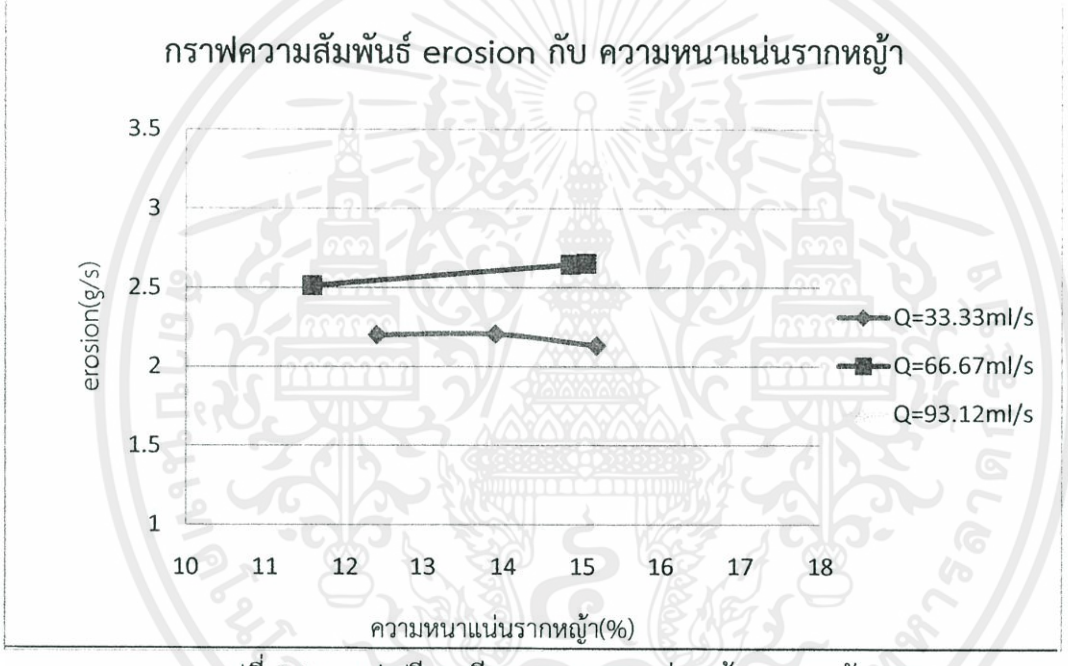



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าDensityและerosion

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบความหนาแน่นรากหญ้า กับ การกัดเซาะ

| อัตราการไหล (ml/s) | 33.33 | | | 66.67 | | | 93.12 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ความหนาแน่น (%) | 12.40 | 13.90 | 15.17 | 11.58 | 14.84 | 15.04 | 10.93 | 13.34 | 15.23 |
| Erosion (g/s) | 2.024 | 2.063 | 2.132 | 2.513 | 2.646 | 2.652 | 3.215 | 3.280 | 3.275 |




รูปที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบ ความหนาแน่นหญ้าและการกัดเซาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.3 การศึกษาแรงเฉือนของดิน

การทดสอบแรงเฉือนของดิน ( Direct Shear Test ) ทดสอบโดยการนำตัวอย่างของดินที่ความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร ไปทดสอบแรงเฉือนของดิน ( Direct Shear Test ) ในห้องปฏิบัติการ โดยจะเก็บตัวอย่างในบริเวณ ต.เทพราช อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช มาทดสอบเพื่อหาแรงเฉือน ของตัวอย่างดินบริเวณบ้านอบต. รร.วัดธารน้ำฉา และ หมู่10 ต.บ้านเผียน ดังตารางที่ 4.11-4.19

ตาราง 4.12 การทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุมบริเวณบ้านอบต.บ้านเผียน

**SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING** การศึกษาความมั่นคงของลาดคลิ่งคลองท่าทน อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช

**FACULTY OF ENGINEERING**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY**

**DIRECT SHEAR TEST (Page 1/3)**

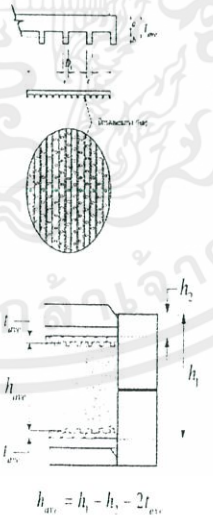
**Project :** การศึกษาความมั่นคงของลาดคลิ่งคลองท่าทน อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช

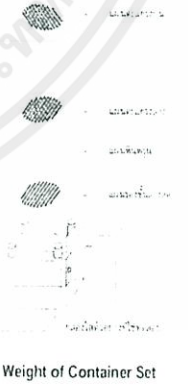
**Sample Fom :** **Date of Testing :**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Description of Soil | | หินฝุ่น | | | |
| Type of Test | | Consolidated Test | | | |
| Strain Rate | | 0.10 | | mm/min | |
| Load Scale K | | 0.0328 | | kgf/Div | |
| Sample No. | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Weight of Top Cap, g. | | 487.00 | 487.00 | 487.00 | - |
| Vertical Surcharge Loading, kg. | | 0.816 | 1.632 | 3.264 | - |
| Normal Stress, $t/m^2$ | | 2.74 | 5.32 | 10.48 | - |
| Max.Shear Stress, $t/m^2$ | | 2.87 | 4.50 | 7.23 | - |
| **SOIL SPECIMEN MEASUREMENTS** | | | | | |
| Diameter | (cm) | 6.344 | 6.344 | 6.344 | - |
| Area *Circular Shape | ($cm^2$) | 31.609 | 31.609 | 31.609 | - |
| $h_1$ | (cm) | - | - | - | - |
| $h_2$ | (cm) | - | - | - | - |
| $t_{or}$ | (cm) | - | - | - | - |
| Height, $h_{or}=h_1-h_2-2t_{or}$ | (cm) | 3.486 | 3.486 | 3.486 | - |
| Volume | ($cm^3$) | 62.340 | 62.340 | 62.340 | - |
| Weight of Soil+Container | (g) | - | - | - | - |
| Weight of Container | (g) | - | - | - | - |
| Weight of Soil | (g) | 142.000 | 144.000 | 143.000 | - |
| Wet Unit Weight | ($t/m^3$) | 2.278 | 2.310 | 2.294 | - |
| Dry Unit Weight | ($t/m^3$) | 2.099 | 2.128 | 2.113 | - |

| WATER CONTENT DETERMINATION | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Container No. | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Weight of Wet Soil+Container, g. | 748.00 | - | - | - |
| Weight of Dry Soil+Container, g. | 690.51 | - | - | - |
| Weight of Water, g. | 57.49 | - | - | - |
| Weight of Container, g. | 17.59 | - | - | - |
| Weight of Dry Soil, g. | 672.92 | - | - | - |
| Water Content, % | 8.54 | - | - | - |

$$t_{or} = a + \frac{b.c\sum L}{\left(\frac{\pi D_1^2}{4}\right)}$$



Weight of Container Set

Controlled Dry Density 2.113 $t/m^3$

Controlled Water Content 8.54 %

**TESTED BY :** Mr.Theeradetch Kumwilai

**APPROVED BY :**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.13 การทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุมบริเวณบ้านอบต.บ้านเผียน

**SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING**

**FACULTY OF ENGINEERING**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**DIRECT SHEAR TEST (Page 2/3)**

**Project :การศึกษาความมั่นคงของลาดตลิ่งคลองท่าทน อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช**

**Sample Fom :** **Date of T**

| Description of Soil | | | | | Type of Test | Consolidated Test | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sample No. | 1 | 2 | 3 | 4 | Strain Rate | 0.10 | mm/mim |
| Normal Stress, kg/cm$^2$ | 2.74 | 5.32 | 10.48 | - | Load Scale K | 0.0328 | kg/Div |

| Horizontal Deformation | Sample No. 1 | | | Sample No.2 | | | Sample No. 3 | | | Sample No. 4 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress |
| mm. | kg | mm | kg/cm$^2$ | kg | mm | kg/cm$^2$ | kg | mm | kg/cm$^2$ | kg | mm | kg/cm$^2$ |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| 0.20 | 1.561 | 0.035 | 0.049 | 2.270 | 0.050 | 0.072 | 1.135 | 0.060 | 0.036 | | | |
| 0.40 | 1.703 | 0.045 | 0.054 | 3.548 | 0.090 | 0.112 | 2.270 | 0.070 | 0.072 | | | |
| 0.60 | 1.703 | 0.051 | 0.054 | 4.257 | 0.130 | 0.135 | 5.392 | 0.200 | 0.171 | | | |
| 0.80 | 1.845 | 0.075 | 0.058 | 5.250 | 0.180 | 0.166 | 7.095 | 0.230 | 0.224 | | | |
| 1.00 | 1.987 | 0.076 | 0.063 | 5.960 | 0.220 | 0.189 | 9.507 | 0.300 | 0.301 | | | |
| 1.20 | 2.412 | 0.080 | 0.076 | 6.527 | 0.250 | 0.207 | 11.778 | 0.350 | 0.373 | | | |
| 1.40 | 2.980 | 0.090 | 0.094 | 7.521 | 0.270 | 0.238 | 13.339 | 0.400 | 0.422 | | | |
| 1.60 | 3.831 | 0.112 | 0.121 | 7.946 | 0.290 | 0.251 | 14.900 | 0.480 | 0.471 | | | |
| 1.80 | 4.257 | 0.120 | 0.135 | 8.372 | 0.310 | 0.265 | 15.893 | 0.520 | 0.503 | | | |
| 2.00 | 4.825 | 0.123 | 0.153 | 8.798 | 0.330 | 0.278 | 16.177 | 0.570 | 0.512 | | | |
| 2.20 | 5.392 | 0.123 | 0.171 | 9.224 | 0.350 | 0.292 | 16.460 | 0.600 | 0.521 | | | |
| 2.40 | 5.818 | 0.123 | 0.184 | 9.649 | 0.370 | 0.305 | 16.744 | 0.620 | 0.530 | | | |
| 2.60 | 6.244 | 0.123 | 0.198 | 9.933 | 0.380 | 0.314 | 17.028 | 0.640 | 0.539 | | | |
| 2.80 | 6.527 | 0.123 | 0.207 | 10.217 | 0.385 | 0.323 | 17.312 | 0.670 | 0.548 | | | |
| 3.00 | 6.953 | 0.123 | 0.220 | 10.501 | 0.390 | 0.332 | 17.738 | 0.700 | 0.561 | | | |
| 3.20 | 7.237 | 0.080 | 0.229 | 10.784 | 0.395 | 0.341 | 18.021 | 0.720 | 0.570 | | | |
| 3.40 | 7.379 | 0.060 | 0.233 | 11.068 | 0.400 | 0.350 | 18.447 | 0.740 | 0.584 | | | |
| 3.60 | 7.805 | 0.050 | 0.247 | 11.352 | 0.405 | 0.359 | 18.873 | 0.750 | 0.597 | | | |
| 3.80 | 8.088 | 0.030 | 0.256 | 11.636 | 0.410 | 0.368 | 19.298 | 0.770 | 0.611 | | | |
| 4.00 | 8.372 | 0.010 | 0.265 | 11.920 | 0.410 | 0.377 | 19.724 | 0.790 | 0.624 | | | |
| 4.20 | 8.514 | -0.010 | 0.269 | 12.062 | 0.415 | 0.382 | 20.008 | 0.810 | 0.633 | | | |
| 4.40 | 8.585 | -0.040 | 0.272 | 12.203 | 0.415 | 0.386 | 20.292 | 0.820 | 0.642 | | | |
| 4.60 | 8.798 | -0.100 | 0.278 | 12.345 | 0.415 | 0.391 | 20.717 | 0.840 | 0.655 | | | |
| 4.80 | 8.940 | -0.120 | 0.283 | 12.487 | 0.415 | 0.395 | 21.001 | 0.850 | 0.664 | | | |
| 5.00 | 9.011 | -0.142 | 0.285 | 12.629 | 0.415 | 0.400 | 21.427 | 0.860 | 0.678 | | | |
| 5.20 | 9.082 | -0.170 | 0.287 | 13.197 | 0.415 | 0.417 | 21.853 | 0.870 | 0.691 | | | |
| 5.40 | 9.082 | -0.200 | 0.287 | 13.481 | 0.415 | 0.426 | 22.278 | 0.880 | 0.705 | | | |
| 5.60 | 9.082 | -0.220 | 0.287 | 13.622 | 0.415 | 0.431 | 22.420 | 0.890 | 0.709 | | | |
| 5.80 | 9.082 | -0.240 | 0.287 | 13.764 | 0.415 | 0.435 | 22.846 | 0.900 | 0.723 | | | |
| 6.00 | 9.082 | -0.260 | 0.287 | 16.460 | 0.415 | 0.521 | 22.846 | 0.900 | 0.723 | | | |

**TESTED BY :** **APPROVED BY :**

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.14 การทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุมบริเวณบ้านอบต.**บ้านเผียน**

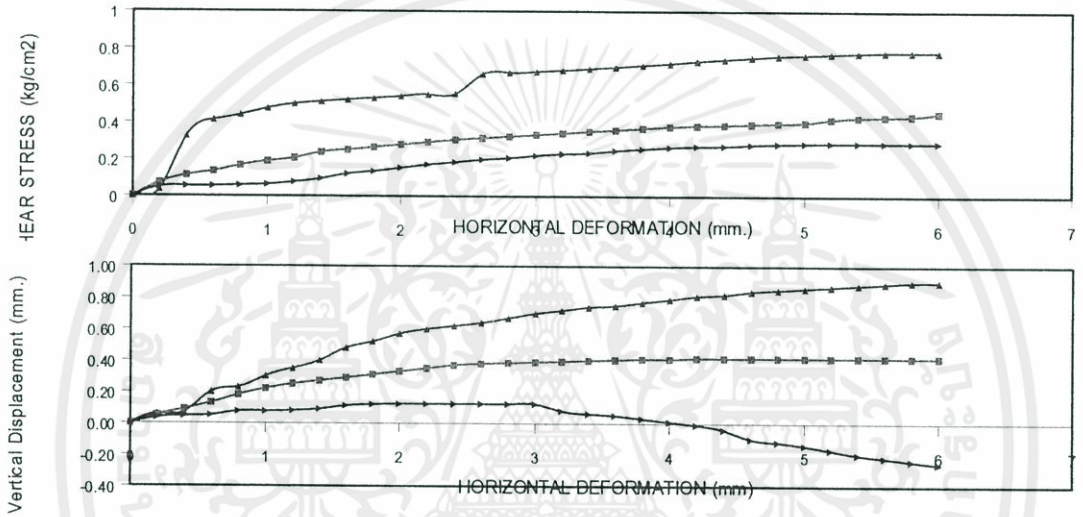
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

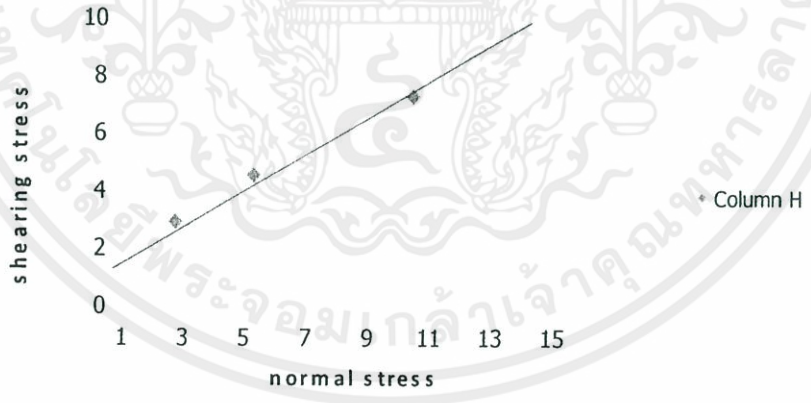
FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

**DIRECT SHEAR TEST (Page 3/3)**

| | |
|---|---|
| **Project :** | การศึกษาความมั่นคงของลาดตลิ่งคลองท่าทน อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช |
| **Sample Fom :** | **Date of Testing :** |
| **Description of Soil :** | |




| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ○ | Sample No.1 | Normal stress | 2.74 | tf/m$^2$ | Max.Shear stress | 2.87 | tf/m$^2$ |
| □ | Sample No.2 | Normal stress | 5.32 | tf/m$^2$ | Max.Shear stress | 4.50 | tf/m$^2$ |
| △ | Sample No.3 | Normal stress | 10.48 | tf/m$^2$ | Max.Shear stress | 7.23 | tf/m$^2$ |

Ø = 32.49° C = 0.90 t/m2

**TESTED BY :** **APPROVED BY :**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.15 การทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุมบริเวณวัดธารน้ำฉา

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

## DIRECT SHEAR TEST (Page 1/3)

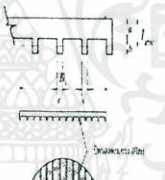
**Project :** การศึกษาความมั่นคงของลาดคลิงคลองท่าทน อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช

**Sample Fom :** **Date of Testing :**

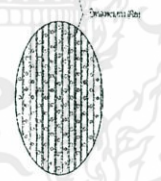
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Description of Soil | | หินฝุ่น | | | |
| Type of Test | | Consolidated Test | | | |
| Strain Rate | | 0.10 | | mm/min | |
| Load Scale K | | 0.0328 | | kgf/Div | |
| Sample No. | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Weight of Top Cap, g. | 487.00 | 487.00 | 487.00 | - | |
| Vertical Surcharge Loading, kg. | 0.816 | 1.632 | 3.264 | - | |
| Normal Stress, $tf/m^2$ | 2.74 | 5.32 | 10.48 | - | |
| Max.Shear Stress, $tf/m^2$ | 2.38 | 5.03 | 8.03 | - | |
| **SOIL SPECIMEN MEASUREMENTS** | | | | | |
| Diameter | (cm) | 6.344 | 6.344 | 6.344 | - |
| Area *Circular Shape | ($cm^2$) | 31.609 | 31.609 | 31.609 | - |
| $h_1$ | (cm) | - | - | - | - |
| $h_2$ | (cm) | - | - | - | - |
| $t_{orc}$ | (cm) | - | - | - | - |
| Height, $h_{orc} = h_1 - h_2 - 2t_{orc}$ | (cm) | 3.486 | 3.486 | 3.486 | - |
| Volume | ($cm^3$) | 62.340 | 62.340 | 62.340 | - |
| Weight of Soil+Container | (g) | - | - | - | - |
| Weight of Container | (g) | - | - | - | - |
| Weight of Soil | (g) | 130.000 | 131.000 | 131.000 | - |
| Wet Unit Weight | ($t/m^3$) | 2.085 | 2.101 | 2.101 | - |
| Dry Unit Weight | ($t/m^3$) | 1.933 | 1.948 | 1.948 | - |

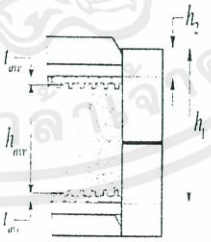
**WATER CONTENT DETERMINATION**

| Container No. | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Weight of Wet Soil+Container, g. | 936.00 | - | - | - |
| Weight of Dry Soil+Container, g. | 868.79 | - | - | - |
| Weight of Water, g. | 67.21 | - | - | - |
| Weight of Container, g. | 17.59 | - | - | - |
| Weight of Dry Soil, g. | 851.20 | - | - | - |
| Water Content, % | 7.90 | - | - | - |



$$t_{orc} = a + \frac{b.c\sum L}{\left(\frac{\pi D_1^2}{4}\right)}$$





$$h_{orc} = h_1 - h_2 - 2t_{orc}$$

Weight of Container Set

Controlled Dry Density 1.943 $t/m^3$

Controlled Water Content 7.90 %

**TESTED BY :** Mr.Theeradetch Kumwilai

**APPROVED BY :**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.16 การทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุมบริเวณวัดธารน้ำฉา

**SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING**

**FACULTY OF ENGINEERING**

**KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**DIRECT SHEAR TEST (Page 2/3)**

**Project :การศึกษาความมั่นคงของลาดดลิ่งคลองท่าทน อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช**

**Sample Fom :** **Date of Testing :**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Description of Soil | | | | | Type of Test | Consolidated Test | |
| Sample No. | 1 | 2 | 3 | 4 | Strain Rate | 0.10 | mm/mim |
| Normal Stress,kg/cm$^2$ | 2.74 | 5.32 | 10.48 | - | Load Scale K | 0.0328 | kg/Div |

| Horizontal | Sample No. 1 | | | Sample No.2 | | | Sample No. 3 | | | Sample No. 4 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Deformation | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress |
| mm. | kg | mm | kg/cm$^2$ | kg | mm | kg/cm$^2$ | kg | mm | kg/cm$^2$ | kg | mm | kg/cm$^2$ |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| 0.20 | 1.987 | 0.055 | 0.063 | 2.838 | 0.020 | 0.090 | 5.676 | 0.050 | 0.180 | | | |
| 0.40 | 2.270 | 0.100 | 0.072 | 4.683 | 0.120 | 0.148 | 7.521 | 0.110 | 0.238 | | | |
| 0.60 | 2.554 | 0.130 | 0.081 | 5.534 | 0.200 | 0.175 | 8.940 | 0.160 | 0.283 | | | |
| 0.80 | 2.980 | 0.150 | 0.094 | 6.669 | 0.270 | 0.211 | 9.791 | 0.190 | 0.310 | | | |
| 1.00 | 3.406 | 0.170 | 0.108 | 7.805 | 0.340 | 0.247 | 11.494 | 0.230 | 0.364 | | | |
| 1.20 | 3.973 | 0.190 | 0.126 | 8.656 | 0.390 | 0.274 | 12.771 | 0.265 | 0.404 | | | |
| 1.40 | 4.399 | 0.205 | 0.139 | 9.224 | 0.430 | 0.292 | 14.048 | 0.300 | 0.444 | | | |
| 1.60 | 4.541 | 0.215 | 0.144 | 10.075 | 0.480 | 0.319 | 15.041 | 0.340 | 0.476 | | | |
| 1.80 | 4.683 | 0.230 | 0.148 | 10.643 | 0.510 | 0.337 | 15.893 | 0.370 | 0.503 | | | |
| 2.00 | 4.896 | 0.255 | 0.155 | 11.210 | 0.530 | 0.355 | 16.460 | 0.390 | 0.521 | | | |
| 2.20 | 5.108 | 0.280 | 0.162 | 11.636 | 0.550 | 0.368 | 17.170 | 0.410 | 0.543 | | | |
| 2.40 | 5.321 | 0.305 | 0.168 | 12.345 | 0.590 | 0.391 | 17.738 | 0.440 | 0.561 | | | |
| 2.60 | 5.463 | 0.315 | 0.173 | 12.771 | 0.610 | 0.404 | 18.163 | 0.450 | 0.575 | | | |
| 2.80 | 5.534 | 0.330 | 0.175 | 12.913 | 0.640 | 0.409 | 18.589 | 0.480 | 0.588 | | | |
| 3.00 | 5.676 | 0.350 | 0.180 | 13.339 | 0.650 | 0.422 | 19.298 | 0.500 | 0.611 | | | |
| 3.20 | 5.818 | 0.365 | 0.184 | 13.764 | 0.670 | 0.435 | 19.866 | 0.510 | 0.628 | | | |
| 3.40 | 5.960 | 0.380 | 0.189 | 14.048 | 0.690 | 0.444 | 20.292 | 0.520 | 0.642 | | | |
| 3.60 | 6.102 | 0.390 | 0.193 | 14.332 | 0.700 | 0.453 | 20.717 | 0.520 | 0.655 | | | |
| 3.80 | 6.386 | 0.400 | 0.202 | 14.616 | 0.720 | 0.462 | 21.001 | 0.530 | 0.664 | | | |
| 4.00 | 6.456 | 0.420 | 0.204 | 14.758 | 0.730 | 0.467 | 21.285 | 0.540 | 0.673 | | | |
| 4.20 | 6.527 | 0.440 | 0.207 | 14.900 | 0.740 | 0.471 | 21.711 | 0.550 | 0.687 | | | |
| 4.40 | 6.669 | 0.450 | 0.211 | 15.041 | 0.750 | 0.476 | 21.853 | 0.550 | 0.691 | | | |
| 4.60 | 6.811 | 0.460 | 0.215 | 15.183 | 0.760 | 0.480 | 21.995 | 0.555 | 0.696 | | | |
| 4.80 | 6.882 | 0.465 | 0.218 | 15.325 | 0.760 | 0.485 | 22.136 | 0.560 | 0.700 | | | |
| 5.00 | 7.024 | 0.470 | 0.222 | 15.467 | 0.770 | 0.489 | 22.136 | 0.565 | 0.700 | | | |
| 5.20 | 7.095 | 0.475 | 0.224 | 15.609 | 0.770 | 0.494 | 22.136 | 0.570 | 0.700 | | | |
| 5.40 | 7.237 | 0.480 | 0.229 | 15.751 | 0.780 | 0.498 | 22.136 | 0.575 | 0.700 | | | |
| 5.60 | 7.379 | 0.488 | 0.233 | 15.893 | 0.780 | 0.503 | 22.136 | 0.575 | 0.700 | | | |
| 5.80 | 7.521 | 0.488 | 0.238 | 15.893 | 0.790 | 0.503 | 22.136 | 0.580 | 0.700 | | | |
| 6.00 | 7.521 | 0.500 | 0.238 | 15.893 | 0.790 | 0.503 | 22.136 | 0.580 | 0.700 | | | |

**TESTED BY :** **APPROVED BY :**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.17 การทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุมบริเวณวัดธารน้ำฉา

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

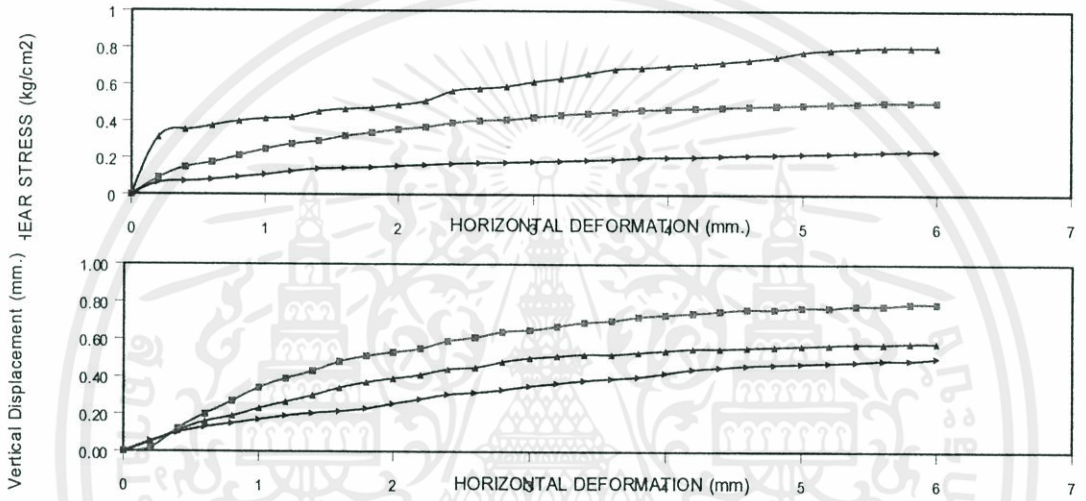
FACULTY OF ENGINEERING

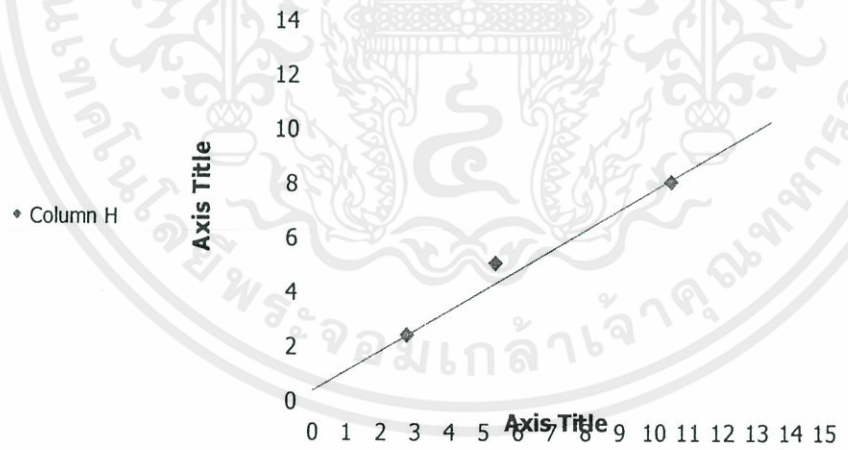
KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

**DIRECT SHEAR TEST (Page 3/3)**

| | |
|---|---|
| **Project :** | การศึกษาความมั่นคงของลาดตลิ่งคลองท่าทน อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช |
| **Sample Fom :** | **Date of Testing :** |

**Description of Soil :**




| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ○ | Sample No.1 | Normal stress | 2.74 | tf/m$^2$ | Max.Shear stress | 2.38 | tf/m$^2$ |
| □ | Sample No.2 | Normal stress | 5.32 | tf/m$^2$ | Max.Shear stress | 5.03 | tf/m$^2$ |
| △ | Sample No.3 | Normal stress | 10.48 | tf/m$^2$ | Max.Shear stress | 8.03 | tf/m$^2$ |

Ø = 36.12 ° C = 0.60 t/m2

**TESTED BY :** **APPROVED BY :**

เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.18 การทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุมบริเวณหมู่ 10 ต. บ้านเผียน

**SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING**

**FACULTY OF ENGINEERING**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY**

## DIRECT SHEAR TEST (Page 1/3)

**Project :** การศึกษาความมั่นคงของลาดตลิ่งคลองท่าทน อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช

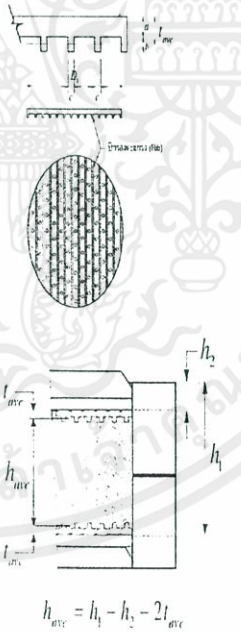
**Sample Fom :** **Date of Testing :**

Description of Soil

| Type of Test | | Consolidated Test | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Strain Rate | | 0.10 | | mm/min | |
| Load Scale K | | 0.0328 | | kgf/Div | |
| Sample No. | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Weight of Top Cap, g. | | 487.00 | 487.00 | 487.00 | - |
| Vertical Surcharge Loading, kg. | | 0.816 | 1.632 | 3.264 | - |
| Normal Stress, $tf/m^2$ | | 2.74 | 5.32 | 10.48 | - |
| Max.Shear Stress, $tf/m^2$ | | 2.85 | 4.58 | 8.75 | - |
| **SOIL SPECIMEN MEASUREMENTS** | | | | | |
| Diameter | (cm) | 6.344 | 6.344 | 6.344 | - |
| Area *Circular Shape | ($cm^2$) | 31.609 | 31.609 | 31.609 | - |
| $h_1$ | (cm) | - | - | - | - |
| $h_2$ | (cm) | - | - | - | - |
| $t_{ave}$ | (cm) | - | - | - | - |
| Height, $h_{ave}=h_1-h_2-2t_{ave}$ | (cm) | 3.486 | 3.486 | 3.486 | - |
| Volume | ($cm^3$) | 62.340 | 62.340 | 62.340 | - |
| Weight of Soil+Container | (g) | - | - | - | - |
| Weight of Container | (g) | - | - | - | - |
| Weight of Soil | (g) | 126.000 | 124.000 | 123.000 | - |
| Wet Unit Weight | ($t/m^3$) | 2.021 | 1.989 | 1.973 | - |
| Dry Unit Weight | ($t/m^3$) | 1.899 | 1.869 | 1.854 | - |

**WATER CONTENT DETERMINATION**

| Container No. | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Weight of Wet Soil+Container, g. | 887.30 | - | - | - |
| Weight of Dry Soil+Container, g. | 834.70 | - | - | - |
| Weight of Water, g. | 52.60 | - | - | - |
| Weight of Container, g. | 17.59 | - | - | - |
| Weight of Dry Soil, g. | 817.11 | - | - | - |
| Water Content, % | 6.44 | - | - | - |




$$t_{ave} = a + \frac{b.c\sum L}{\left(\frac{\pi D_1^2}{4}\right)}$$

Weight of Container Set

| Controlled Dry Density | 1.874 | $t/m^3$ |
|---|---|---|
| Controlled Water Content | 6.44 | % |

**TESTED BY :** Mr.Theeradetch Kumwilai

**APPROVED BY :**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.19 การทดสอบแรงเฉือนของดินที่มีพีชปกคลุมบริเวณหมู่ 10 ต. บ้านเผียน

**SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING**

**FACULTY OF ENGINEERING**

**KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**DIRECT SHEAR TEST (Page 2/3)**

**Project :** การศึกษาความมั่นคงของลาดตลิ่งคลองท่าทน อ.สิชล จ.นครศรีธรรม

**Sample Fom :** **Date of T**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Description of Soil | | | 0 | | Type of Test | Consolidated Test | |
| Sample No. | 1 | 2 | 3 | 4 | Strain Rate | 0.10 | mm/mim |
| Normal Stress,kg/cm$^2$ | 2.74 | 5.32 | 10.48 | - | Load Scale K | 0.0328 | kg/Div |

| Horizontal | Sample No. 1 | | | Sample No.2 | | | Sample No. 3 | | | Sample No. 4 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Deformation | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress |
| mm. | kg | mm | kg/cm$^2$ | kg | mm | kg/cm$^2$ | kg | mm | kg/cm$^2$ | kg | mm | kg/cm$^2$ |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| 0.20 | 1.703 | 0.050 | 0.054 | 2.838 | 0.080 | 0.090 | 7.946 | 0.080 | 0.251 | | | |
| 0.40 | 2.838 | 0.070 | 0.090 | 3.831 | 0.130 | 0.121 | 9.933 | 0.090 | 0.314 | | | |
| 0.60 | 3.689 | 0.090 | 0.117 | 4.399 | 0.190 | 0.139 | 11.210 | 0.120 | 0.355 | | | |
| 0.80 | 4.257 | 0.120 | 0.135 | 4.825 | 0.250 | 0.153 | 13.055 | 0.150 | 0.413 | | | |
| 1.00 | 5.108 | 0.140 | 0.162 | 5.534 | 0.300 | 0.175 | 13.339 | 0.180 | 0.422 | | | |
| 1.20 | 5.960 | 0.160 | 0.189 | 6.102 | 0.340 | 0.193 | 14.048 | 0.210 | 0.444 | | | |
| 1.40 | 7.237 | 0.185 | 0.229 | 6.527 | 0.380 | 0.207 | 15.467 | 0.220 | 0.489 | | | |
| 1.60 | 7.805 | 0.225 | 0.247 | 6.953 | 0.410 | 0.220 | 16.460 | 0.250 | 0.521 | | | |
| 1.80 | 8.088 | 0.250 | 0.256 | 7.237 | 0.440 | 0.229 | 17.596 | 0.270 | 0.557 | | | |
| 2.00 | 8.230 | 0.270 | 0.260 | 7.521 | 0.490 | 0.238 | 19.157 | 0.300 | 0.606 | | | |
| 2.20 | 8.372 | 0.290 | 0.265 | 7.946 | 0.540 | 0.251 | 20.717 | 0.310 | 0.655 | | | |
| 2.40 | 8.514 | 0.320 | 0.269 | 8.372 | 0.590 | 0.265 | 21.427 | 0.320 | 0.678 | | | |
| 2.60 | 8.514 | 0.350 | 0.269 | 8.798 | 0.630 | 0.278 | 22.136 | 0.330 | 0.700 | | | |
| 2.80 | 8.656 | 0.370 | 0.274 | 9.082 | 0.650 | 0.287 | 22.704 | 0.340 | 0.718 | | | |
| 3.00 | 8.727 | 0.380 | 0.276 | 9.365 | 0.680 | 0.296 | 23.272 | 0.350 | 0.736 | | | |
| 3.20 | 8.798 | 0.415 | 0.278 | 9.649 | 0.710 | 0.305 | 23.839 | 0.350 | 0.754 | | | |
| 3.40 | 8.869 | 0.440 | 0.281 | 9.933 | 0.730 | 0.314 | 24.123 | 0.350 | 0.763 | | | |
| 3.60 | 9.011 | 0.465 | 0.285 | 10.501 | 0.750 | 0.332 | 24.974 | 0.370 | 0.790 | | | |
| 3.80 | 9.011 | 0.465 | 0.285 | 10.784 | 0.780 | 0.341 | 25.968 | 0.380 | 0.822 | | | |
| 4.00 | 9.011 | 0.465 | 0.285 | 11.068 | 0.810 | 0.350 | 26.535 | 0.390 | 0.839 | | | |
| 4.20 | 9.011 | 0.465 | 0.285 | 11.352 | 0.830 | 0.359 | 26.819 | 0.400 | 0.848 | | | |
| 4.40 | 9.011 | 0.465 | 0.285 | 11.636 | 0.840 | 0.368 | 27.245 | 0.410 | 0.862 | | | |
| 4.60 | 9.011 | 0.465 | 0.285 | 11.920 | 0.860 | 0.377 | 27.671 | 0.420 | 0.875 | | | |
| 4.80 | 9.011 | 0.465 | 0.285 | 12.203 | 0.860 | 0.386 | 27.671 | 0.430 | 0.875 | | | |
| 5.00 | 9.011 | 0.465 | 0.285 | 12.487 | 0.860 | 0.395 | 27.671 | 0.430 | 0.875 | | | |
| 5.20 | 9.011 | 0.465 | 0.285 | 12.913 | 0.860 | 0.409 | 27.671 | 0.430 | 0.875 | | | |
| 5.40 | 9.011 | 0.465 | 0.285 | 13.197 | 0.860 | 0.417 | 27.671 | 0.430 | 0.875 | | | |
| 5.60 | 9.011 | 0.465 | 0.285 | 13.622 | 0.860 | 0.431 | 27.671 | 0.430 | 0.875 | | | |
| 5.80 | 9.011 | 0.465 | 0.285 | 14.048 | 0.860 | 0.444 | 27.671 | 0.430 | 0.875 | | | |
| 6.00 | 9.011 | 0.465 | 0.285 | 14.474 | 0.860 | 0.458 | 27.671 | 0.430 | 0.875 | | | |

**TESTED BY :** **APPROVED BY :**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.20 การทดสอบแรงเฉือนของดินที่ไม่มีพืชปกคลุมบริเวณหมู่ 10 ต. บ้านเผียน

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

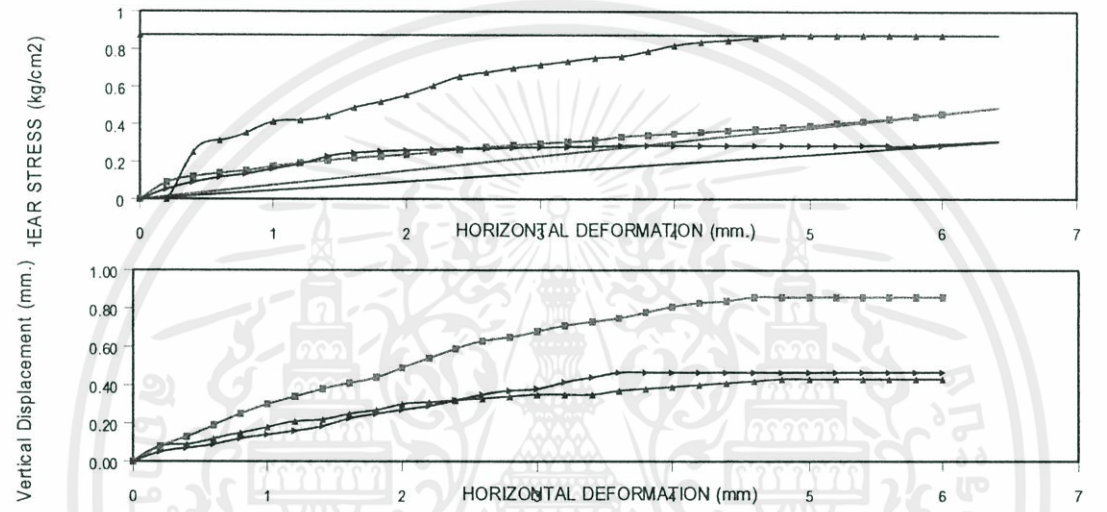
KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

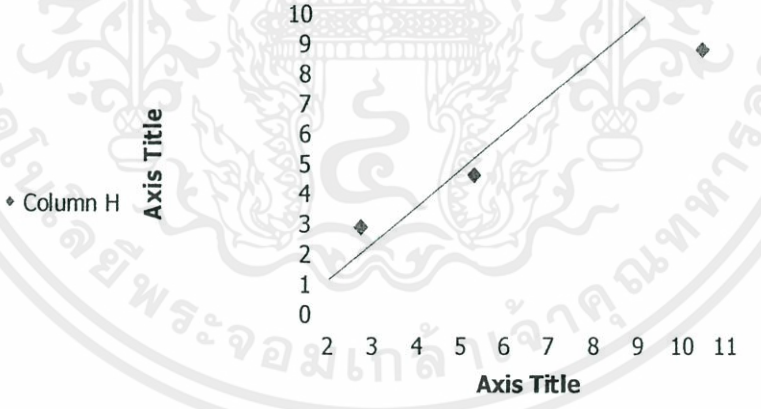
**DIRECT SHEAR TEST (Page 3/3)**

**Project :** การศึกษาความมั่นคงของลาดตลิ่งคลองท่าทน อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช

**Sample Fom :** **Date of Testing :**

**Description of Soil :**



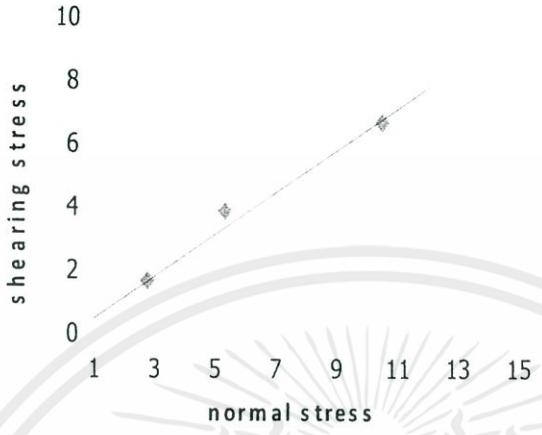

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ○ | Sample No.1 | Normal stress | 2.74 | tf/m$^2$ | Max.Shear stress | 2.85 | tf/m$^2$ |
| □ | Sample No.2 | Normal stress | 5.32 | tf/m$^2$ | Max.Shear stress | 4.58 | tf/m$^2$ |
| △ | Sample No.3 | Normal stress | 10.48 | tf/m$^2$ | Max.Shear stress | 8.75 | tf/m$^2$ |

Ø = 38.94° C = 0.80 t/m2

**TESTED BY :** **APPROVED BY :**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

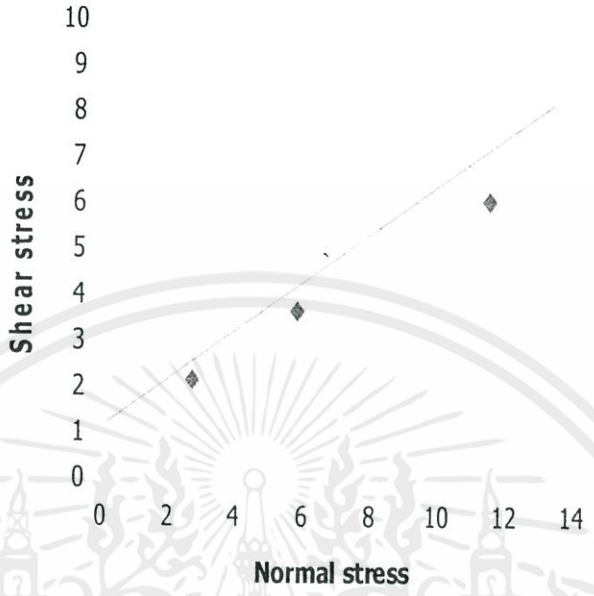
ตาราง 4.21 การทดสอบแรงเฉือนของดินที่มีพืชปกคลุมบริเวณบ้านอบต.**บ้านเผียน**




| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ○ | Sample No.1 | Normal stress | 2.74 | $tf/m^2$ | Max.Shear stress | 1.60 | $tf/m^2$ |
| □ | Sample No.2 | Normal stress | 5.32 | $tf/m^2$ | Max.Shear stress | 3.80 | $tf/m^2$ |
| △ | Sample No.3 | Normal stress | 10.48 | $tf/m^2$ | Max.Shear stress | 6.60 | $tf/m^2$ |
| | Ø = | 32.35° | | | C = | 0.40 | t/m2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

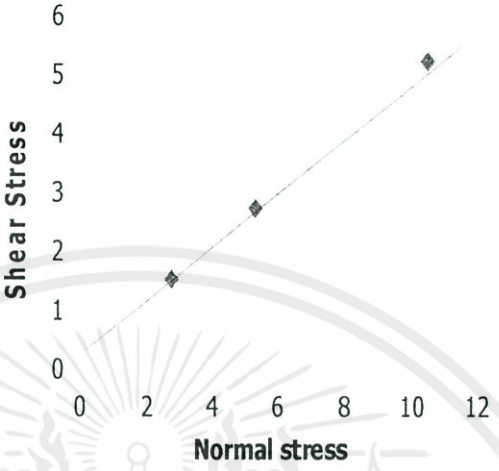
ตาราง 4.22 การทดสอบแรงเฉือนของดินที่มีพืชปกคลุมบริเวณวัดธารน้ำฉา




| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ○ | Sample No.1 | Normal stress | 2.74 | $tf/m^2$ | Max.Shear stress | 2.10 | $tf/m^2$ |
| □ | Sample No.2 | Normal stress | 5.85 | $tf/m^2$ | Max.Shear stress | 3.60 | $tf/m^2$ |
| △ | Sample No.3 | Normal stress | 11.54 | $tf/m^2$ | Max.Shear stress | 6.00 | $tf/m^2$ |
| | Ø = | | 26.95° | | C = | 0.30 | t/m2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.24 การทดสอบแรงเฉือนของดินที่มีพืชปกคลุมบริเวณหมู่ 10 ต. บ้านเผียน




| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ○ | Sample No.1 | Normal stress | 2.74 | $tf/m^2$ | Max.Shear stress | 1.50 | $tf/m^2$ |
| □ | Sample No.2 | Normal stress | 5.32 | $tf/m^2$ | Max.Shear stress | 2.70 | $tf/m^2$ |
| △ | Sample No.3 | Normal stress | 10.48 | $tf/m^2$ | Max.Shear stress | 5.20 | $tf/m^2$ |
| | Ø = | 23.43° | | | C = | 0.40 | t/m2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.4 การหาความหนาแน่นของดินในสนาม**

การหาความหนาแน่นของดินในสนามเพื่อหาความหนาแน่นและคุณสมบัติต่างๆของดิน

4.4.1 การหาความหนาแน่นของดินในสนาม บริเวณบ้าน อบต.

ตารางที่ 4.25 ผลการหาความหนาแน่นของดินในสนาม บริเวณบ้าน อบต.บ้านเผียน

| FIELD DENSITY TEST | | | |
|---|---|---|---|
| PROJECT TheStudy of Erosion Behavior of the Landslide Mass and Using of Vegetation for Erosion Protection of the Land Slide Mass; case study on Theparat Sichol district Nakhon Si Thammarat Province | | | |
| SOIL DESCRIPTION TEST BY | | | |
| LOCATION บริเวณบ้านอบต . DATE | | | |
| WEIGHT OF WET SOIL (Wt) | | | |
| Test Hole NO. | 1 | 2 | 3 |
| WT. of Wet Soil + Pan , g | | | |
| WT. of Pan , g | | | |
| WT. of Wet Soil (WT) , g | 1946.5 | 1725 | |
| WATER CONTENT | | | |
| Can NO. | 1 | 2 | 3 |
| WT. of Wet Soil + Can , g | 83.00 | 136.10 | - |
| WT. of Dry Soil + Can , g | 79.07 | 125.81 | - |
| WT. of Can , g | 33.59 | 24.14 | - |
| WT. of Water , g | 3.93 | 10.29 | - |
| WT. of Dry Soil (WT) , g | 45.48 | 101.67 | - |
| WATER CONTENT ,% | 8.64 | 10.12 | - |
| VOLUME OF HOLE | | | |
| VOLUME FROM SAND CONE METHOD | | | |
| Intial WT. of Sand + Jar + Cone(W1) ,g | 5088 | 5139 | |
| Final WT. of Sand + Jar + Cone(W2) ,g | 1872 | 2001 | |
| WT. of Sand in Cone and Base Plate(W3) ,g | 1856 | 1856 | |
| WT. of Sand in Hole + W1-W2-W3 ,g | 1360 | 1282 | |
| Density of Sand ,g/cm³ | 1.60 | 1.60 | |
| Volume of Hole = wt. sand/density ,cm³ | 755.55 | 801.25 | |
| SUMMARY | | | |
| Wet Unit Weight in Field ,g/cm³ | 2.58 | 2.15 | |
| Dry Unit Weight in Filed ,g/cm³ | 2.37 | 1.95 | |
| REMARK: ความหนาแน่นมีค่ามากเนื่องจากดินบริเวณนั้นมีการถมบดอัดก่อนสร้างบ้าน | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.4.2 การหาความหนาแน่นของดินในสนาม บริเวณโรงเรียนวัดธารน้ำฉา

ตารางที่ 4.26 ผลการหาความหนาแน่นของดินในสนาม บริเวณโรงเรียนวัดธารน้ำฉา

| FIELD DENSITY TEST | | | |
|---|---|---|---|
| PROJECT TheStudy of Erosion Behavior of the Landslide Mass and Using of Vegetation for Erosion Protection of the Land Slide Mass; case study on Theparat Sichol district Nakhon Si Thammarat Province | | | |
| SOIL DESCRIPTION | | TEST BY | |
| LOCATION โรงเรียนวัดธารน้ำฉา | | DATE | |
| WEIGHT OF WET SOIL (Wt) | | | |
| Test Hole NO. | 1 | 2 | 3 |
| WT. of Wet Soil + Pan , g | | | |
| WT. of Pan , g | | | |
| WT. of Wet Soil (WT) , g | 1403 | 1305 | |
| WATER CONTENT | | | |
| Can NO. | 1 | 2 | 3 |
| WT. of Wet Soil + Can , g | 98.30 | 121.80 | |
| WT. of Dry Soil + Can , g | 87.49 | 107.59 | |
| WT. of Can , g | 17.00 | 17.40 | |
| WT. of Water , g | 10.81 | 13.85 | |
| WT. of Dry Soil (WT) , g | 70.79 | 90.19 | |
| WATER CONTENT ,% | 15.27 | 15.36 | |
| VOLUME OF HOLE | | | |
| VOLUME FROM SAND CONE METHOD | | | |
| Intial WT. of Sand + Jar + Cone(W1) ,g | 5597 | 7131 | |
| Final WT. of Sand + Jar + Cone(W2) ,g | 2599 | 4356 | |
| WT. of Sand in Cone and Base Plate(W3) ,g | 1856 | 1856 | |
| WT. of Sand in Hole + W1-W2-W3 ,g | 1142 | 919 | |
| Density of Sand ,g/cm³ | 1.60 | 1.60 | |
| Volume of Hole = wt. sand/density ,cm³ | 713.75 | 574.375 | |
| SUMMARY | | | |
| Wet Unit Weight in Field ,g/cm³ | 1.97 | 2.27 | |
| Dry Unit Weight in Filed ,g/cm³ | 1.71 | 1.97 | |
| REMARK: | | | |

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.4.3 การหาความหนาแน่นของดินในสนามบริเวณ หมู่10 ต.บ้านเผียน

**ตารางที่** 4.27 ผลการหาความหนาแน่นของดินในสนาม บริเวณหมู่10 ต.บ้านเผียน

| FIELD DENSITY TEST | | | |
|---|---|---|---|
| PROJECT TheStudy of Erosion Behavior of the Landslide Mass and Using of Vegetation for Erosion Protection of the Land Slide Mass; case study on Theparat Sichol district Nakhon Si Thammarat Province | | | |
| SOIL DESCRIPTION | | TEST BY | |
| LOCATION หมู่10 ต.บ้านเผียน | | DATE | |
| WEIGHT OF WET SOIL (Wt) | | | |
| Test Hole NO. | 1 | 2 | 3 |
| WT. of Wet Soil + Pan , g | | | |
| WT. of Pan , g | | | |
| WT. of Wet Soil (WT) , g | 1256 | 831 | |
| WATER CONTENT | | | |
| Can NO. | 1 | 2 | 3 |
| WT. of Wet Soil + Can , g | 87.70 | 84.40 | |
| WT. of Dry Soil + Can , g | 80.30 | 79.07 | |
| WT. of Can , g | 17.54 | 24.89 | |
| WT. of Water , g | 7.40 | 5.33 | |
| WT. of Dry Soil (WT) , g | 62.76 | 54.18 | |
| WATER CONTENT ,% | 11.79 | 9.84 | |
| VOLUME OF HOLE | | | |
| VOLUME FROM SAND CONE METHOD | | | |
| Intial WT. of Sand + Jar + Cone(W1) ,g | 6303 | 5277 | |
| Final WT. of Sand + Jar + Cone(W2) ,g | 3516 | 2692 | |
| WT. of Sand in Cone and Base Plate(W3) ,g | 1856 | 1856 | |
| WT. of Sand in Hole + W1-W2-W3 ,g | 931 | 729 | |
| Density of Sand ,g/cm³ | 1.6 | 1.6 | |
| Volume of Hole = wt. sand/density ,cm³ | 582.50 | 455.63 | |
| SUMMARY | | | |
| Wet Unit Weight in Field ,g/cm³ | 2.16 | 1.82 | |
| Dry Unit Weight in Filed ,g/cm³ | 1.93 | 1.66 | |
| REMARK: | | | |

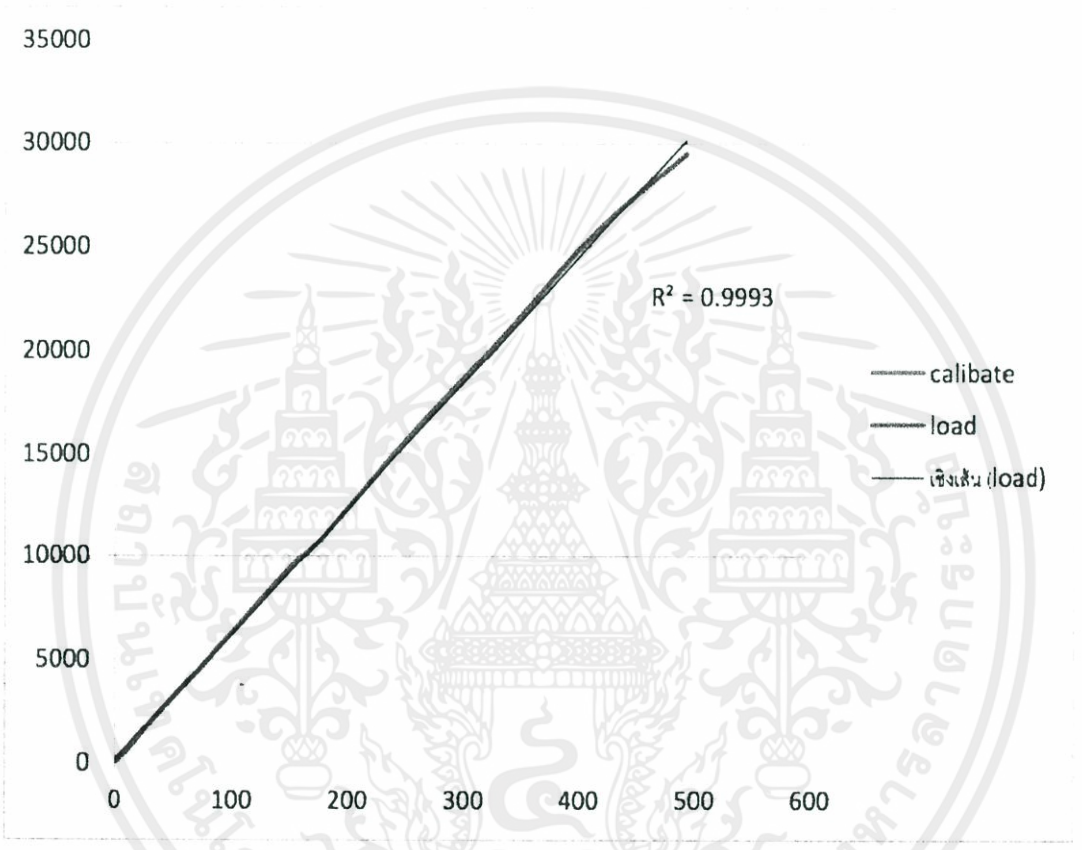
เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.5 การทดสอบกำลังรับแรงดึงของหญ้า**

จากการวิจัยผู้จัยอยากทราบว่านอกจากหญ้าจะช่วยในการป้องกันการกัดเซาะแล้วหญ้าจะมีกำลังรับแรงดึงเท่าไร

4.5.1 การ calibate Proving Ring

ในการทดสอบการรับแรงดึงต้องทำการ calibate เสียก่อนเนื่องจากอาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการทดสอบได้ การ calibate ดังรูปที่ 4.9

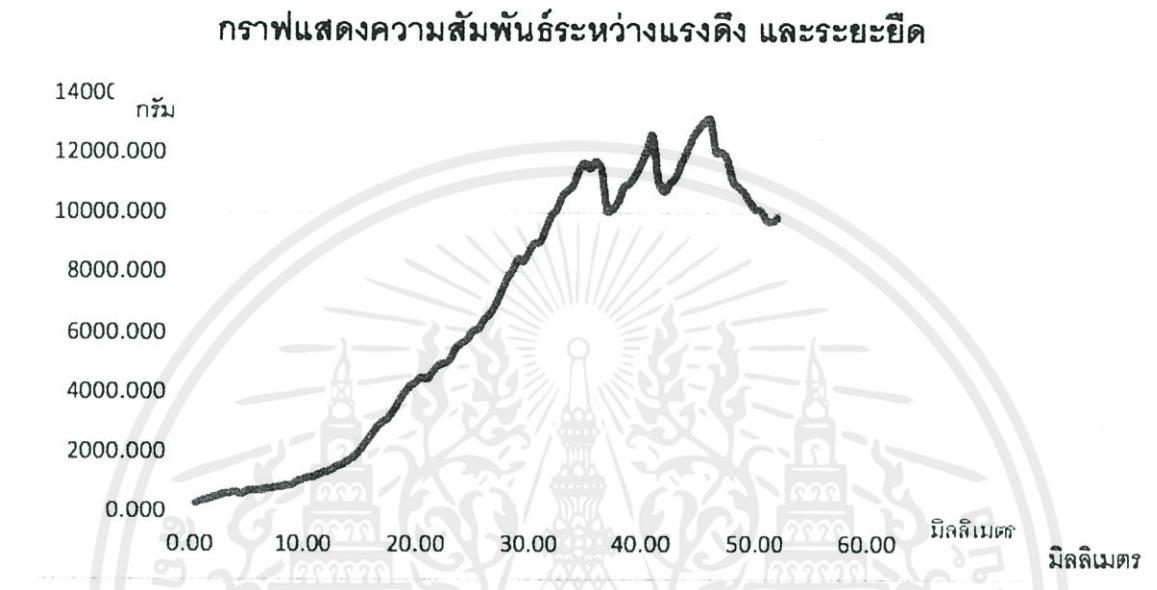



รูปที่ 4.9 กราฟการ calibate Proving Ring

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 การทดสอบแรงดึงรากหญ้า

การทดสอบหาแรงดึงรากหญ้าเพื่อในทราบกำลังรับแรงดึงและระยะยืดของรากหญ้า ดังแสดงในรูปที่ 4.10




รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับระยะยืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัย

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดสอบดินในสนามบริเวณคลองท่าทน ต.เทพราช อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช ทั้ง 3 พื้นที่ได้แก่ ดินบริเวณบ้านอบต.บ้านเผียน ดินบริเวณโรงเรียนวัดธารน้ำฉา และดินบริเวณหมู่ 10 ต.บ้านเผียนเป็นดินทรายปนตะกอนทรายที่มีขนาดคละดี (SM-SW) และการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของดินพบว่าดินบริเวณโรงเรียนวัดธารน้ำฉามีค่ากำลังรับแรงเฉือนมากสุด ดินบริเวณบ้านอบต.บ้านเผียนและดินบริเวณหมู่ 10 ต.บ้านเผียนมีค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินใกล้เคียงกัน หลังจากที่ปลูกหญ้าบาน่าแล้วพบว่ากำลังรับแรงเฉือนของดินมีค่าลดลง 28.40 % โดยค่ามุมเสียดทานภายในของเม็ดดินมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดแต่ค่าแรงเชื่อมแน่นระหว่างเม็ดดินลดลงเพียงเล็กน้อย

ปัจจัยที่มีผลต่อการถูกชะล้างเมื่อใช้ค่าความเข้มฝน 1600 มิลลิเมตร/เดือน พบว่าเมื่อค่าความลาดชันเพิ่มขึ้นความเร็วน้ำที่ไหลบนผิวดินทำให้การชะล้างมากขึ้น และค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นน้ำจะไหลซึมลงดินได้น้อยลงแต่จะไหลบนผิวดินมากขึ้นซึ่งประกอบกับทรายมีค่าแรงเชื่อมแน่นระหว่างเม็ดดินมีค่าน้อยจึงถูกพัดพาได้ง่ายทำให้การชะล้างมากขึ้น

หลังจากที่ปลูกหญ้าบาน่าแล้วพบว่าดินที่ถูกชะล้างเนื่องจากความลาดชันลดลง 9.09 % และการชะล้างเนื่องจากความหนาแน่นของดินลดลง 25.53 %

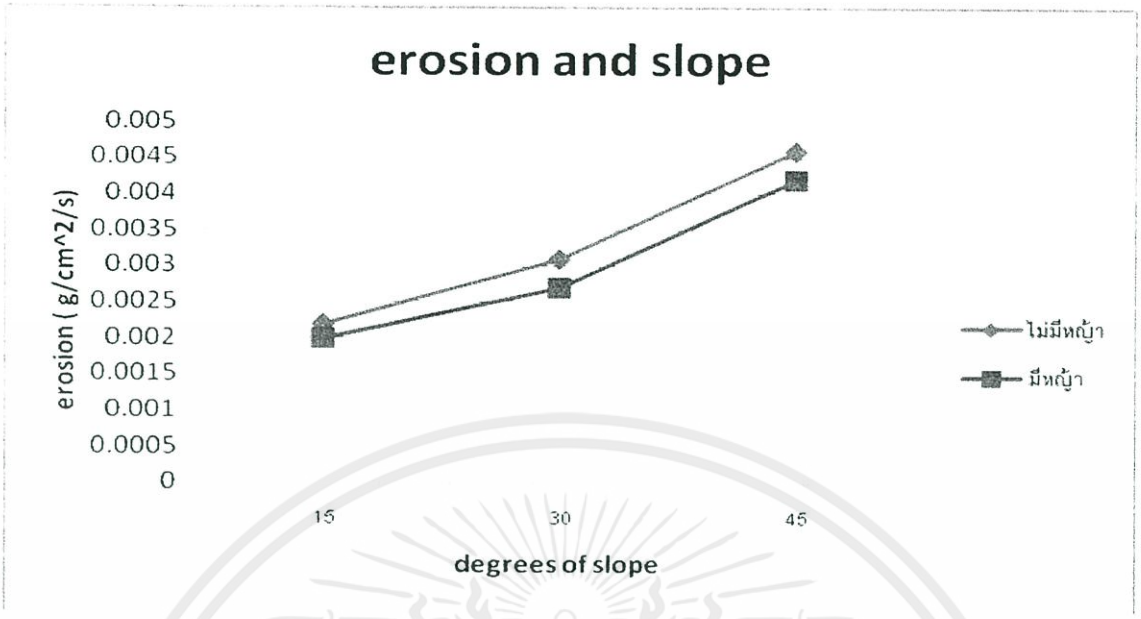
ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆของดินที่มีหญ้าและไม่มีหญ้าปกคลุม

| รายการ | ดินที่มีหญ้าปกคลุม | ดินที่ไม่มีหญ้าปกคลุม |
|---|---|---|
| 1.ป้องกันการกัดเซาะ | หญ้าบาน่าสามารถป้องกันการชะล้างหน้าดินได้ดีกว่า | เมื่อไม่มีหญ้าการชะล้างหญ้าดินเกิดขึ้นง่าย |
| 2.กำลังรับแรงเฉือน | กำลังรับแรงเฉือนลด แรงเชื่อมแน่นเม็ดดิน(c) ลดลง มุมเสียดานภายในเม็ดดิน(Ø) ลดลง | กำลังรับแรงเฉือนจะขึ้นกับ แรงเชื่อมแน่นเม็ดดิน (c) มุมเสียดานภายในเม็ดดิน (Ø) |

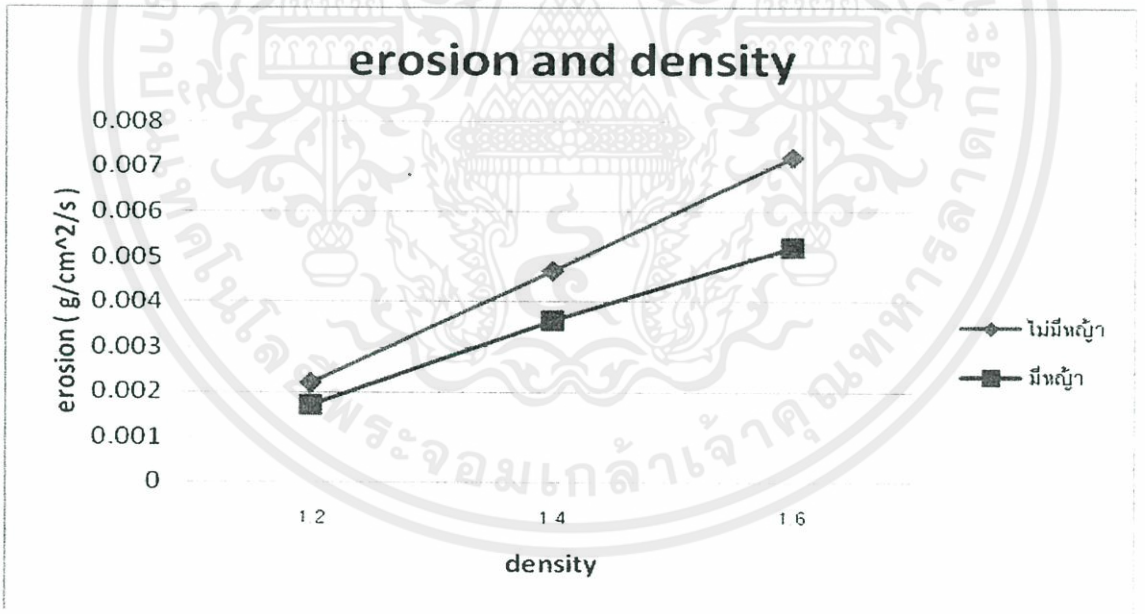
ข้อเสนอแนะ

1. ถึงแม้จะมีการปลูกหญ้าแต่ก็ยังเกิดการกัดเซาะของดินเนื่องจากน้ำฝน ควรมีการบำรุงหญ้าที่คลุมดินอย่างสม่ำเสมอ
2. อุปกรณ์และความรู้เทคโนโลยีในการตรวจสอบด้านการกัดเซาะของดินยังไม่พร้อมในประเทศไทย ควรมีการจัดสัมนาเผยแพร่ความรู้เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการกัดเซาะของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

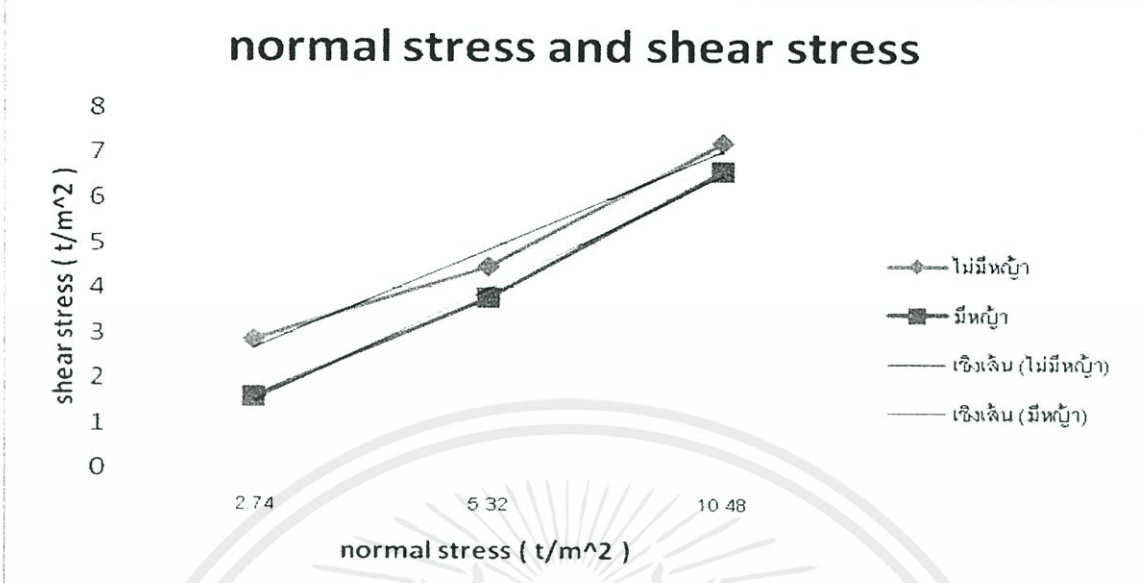



รูปที่ 5.1 กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง Erosion และ Slope กรณีดินมีหญ้าและไม่มีหญ้า




รูปที่ 5.2 กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง Erosion และ Density กรณีดินมีหญ้าและไม่มีหญ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 5.3 กราฟเปรียบเทียบค่าแรงเฉือนระหว่างดินที่มีหญ้าและไม่มีหญ้า

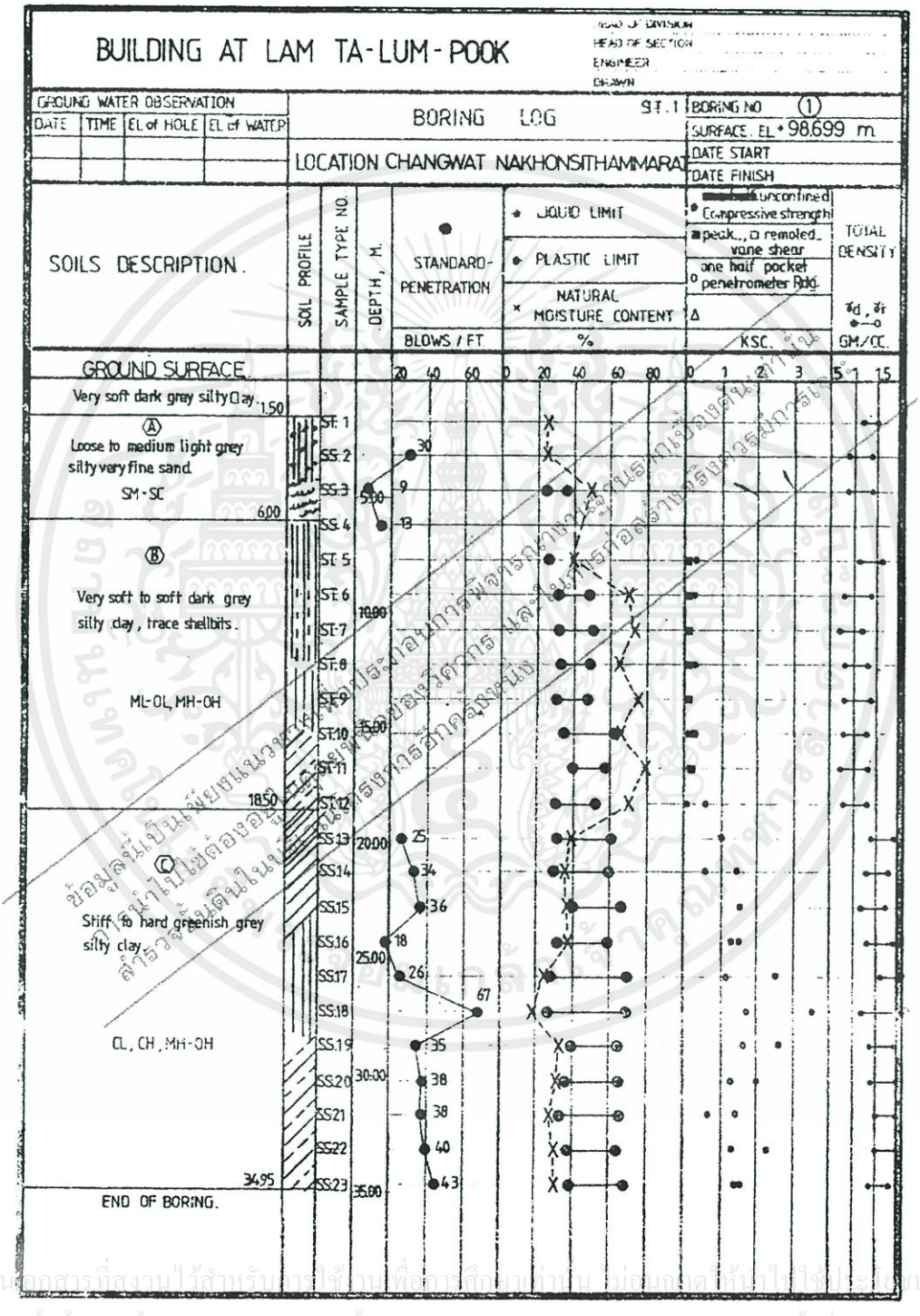
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก
# ข้อมูลชั้นดินเบื้องต้นที่ใช้ในการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

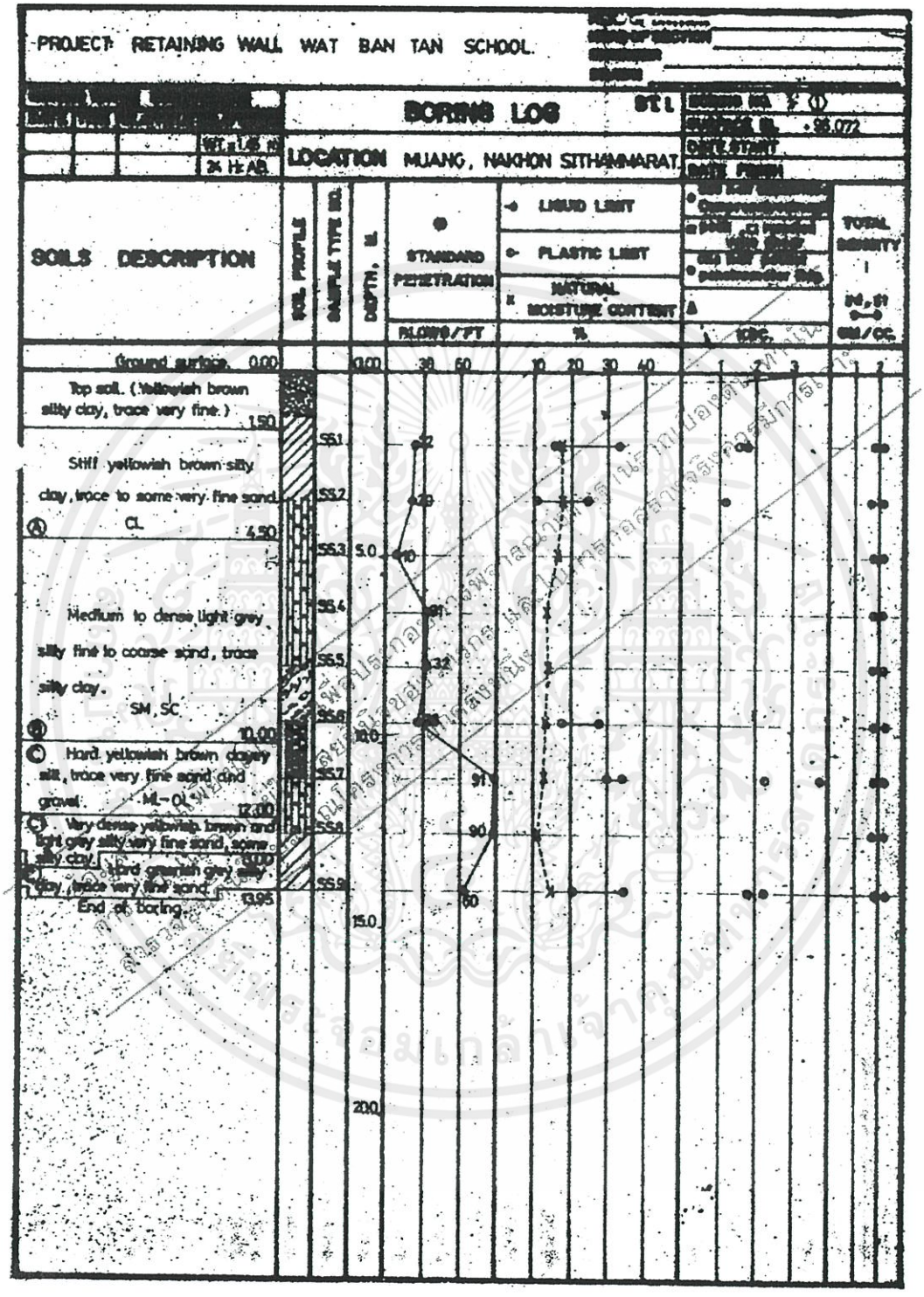
**ลักษณะชั้นดิน**

ลักษณะชั้นดินของบริเวณพื้นที่ทำโครงงานพิเศษบริเวณ ต.เทพราช อ.สิชล จ. นครศรีธรรมราช



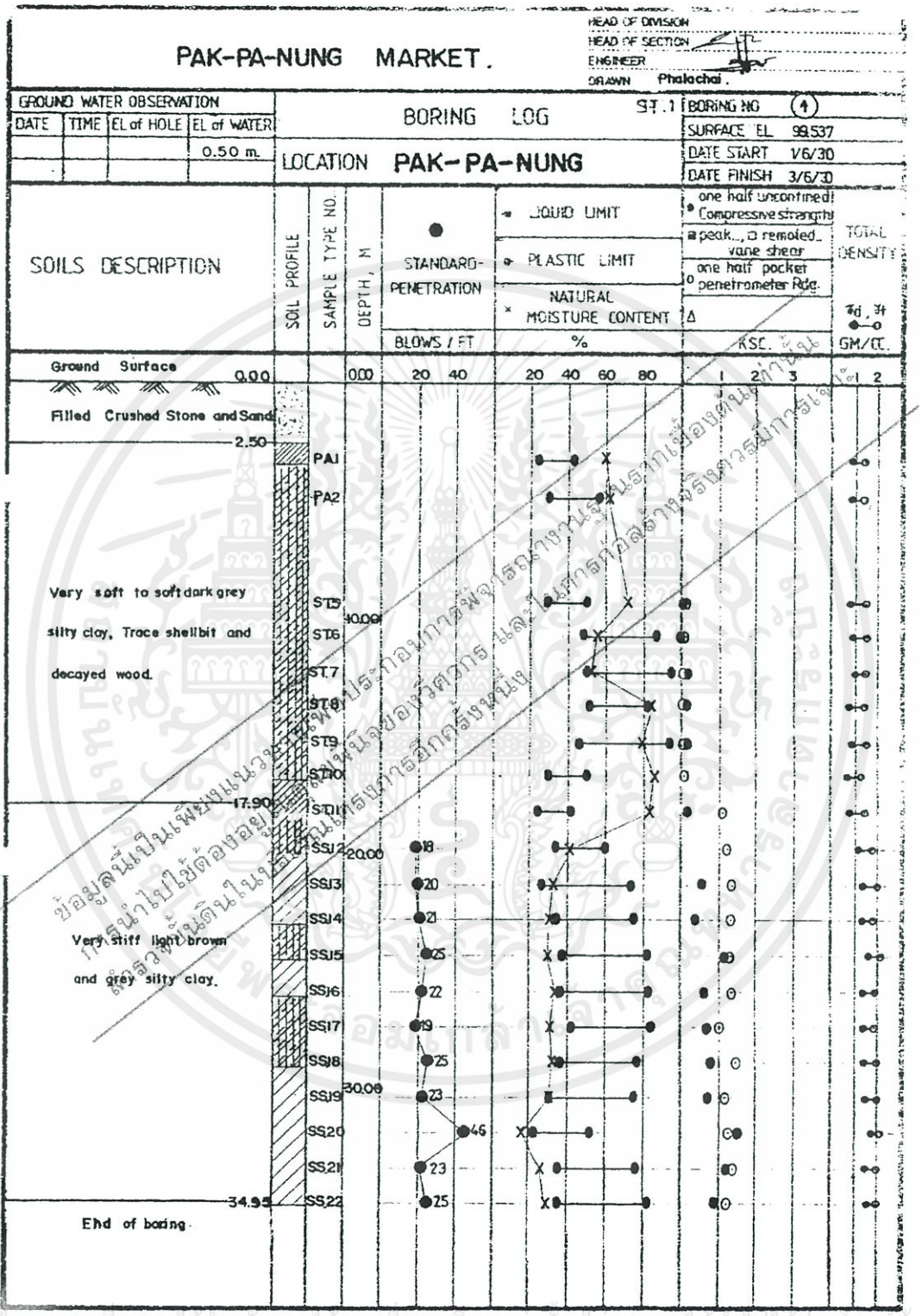

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก – 1 แสดงข้อมูลการสำรวจดิน




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก – 2 แสดงข้อมูลการสำรวจดิน




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก – 3 แสดงข้อมูลการสำรวจดิน

# บรรณานุกรม


[1] กรมพัฒนาที่ดิน. 2543. การศูนย์เสียดินในประเทศไทย.

[2] กรมพัฒนาที่ดิน. การใช้ประโยชน์หญ้าแฝก. http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/Web_r01/Website_station/cnt01/Report/vetiver/vetiver05.html

[3] ปทุมพร ฟั่นเพ็ง. 2549. การประเมินการสูญเสียดินโดยใช้สมการการสูญเสียดิน

http://e-libarary.ldd.go.th/Web_KM/Data/re_9.pdf

[4] นายกิตติพงศ์ ทรงรักษ์เกียรติ์. การประเมินการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์.

http://research.rdi.ku.ac.th/world/cache/f9/KittiphongSONAll.pdf

[5] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์. การอนุรักษ์ดิน.

https://www.google.co.th/url?sa=t&rct=j&q&esrc=s&source=web&cd=12&ved=0CDUQFjABOAo&url=http%3A%2F%2Fmis.agri.cmu.ac.th%2Fpublication%2Fpublication_file_download.asp%3FRef_ID%3D

[6] ยุทธชัย อนุรักติพันธุ์, บัณฑิต อนุรักษ์, สรรสกฤษฎ์ เธียรโพภิรักษ์. การทำนายการสูญเสียดินโดยใช้ระบบ GIS.

http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC4109017.pdf

[7] ณัฐ สุทธิ, ธันวา ชูสุทธิกุล, ธิติ ขัติวงศ์. 2554. การศึกษาพฤติกรรมการถูกกัดเซาะการถูกกัดเซาะของคันดินถมบดอัดกรณีศึกษาคันดินถมสนามบินสุวรรณภูมิ.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้