

การศึกษาความมั่นคงของลาดคลองท่าหนอ อ.สีชล จ.นครศรีธรรมราช
STUDY OF SLOPE STABILITY OF THATON CANAL , SICHON DISTRICT ,
NAKORN SI TAMMARAT



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2555

การศึกษาความมั่นคงของลาดตลิ่งคลองท่าทอน อ.สีชล จ.นครศรีธรรมราช
STUDY OF SLOPE STABILITY OF THATON CANAL , SICHON DISTRICT,
NAKORN SI TAMMARAT



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอก ตัดแปลง หรือเผยแพร่ข้อมูลและตัวอย่างอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ปีการศึกษา 2555

STUDY OF SLOPE STABILITY OF THATON CANAL , SICHON DISTRICT, NAKORN SI
TAMMARAT



BY

MR.NOPPOL

CHATRAKWONG

MR.NARATIP

PUTTAWAN

MR.PONGSATRON

SAEOUENG

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2012

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง


ใบรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ การศึกษาความมั่นคงของลาดตลิ่งคลองท่าหน อ.สีชล จ.นครศรีธรรมราช
Study of Slope Stability of Thaton Canal , Sichon District ,
Nakorn Si Tammarat

นักศึกษา นาย นพพล ฉัตรรักษ์วงศ์ รหัสประจำตัว 52010556
นาย นราธิป พุทธวรรณ รหัสประจำตัว 52010573
นาย พงศธร แซ่อึ้ง รหัสประจำตัว 52010756
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ปรีชานันท์ ศรีแก้ว
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ อุบะ ศิริแก้ว
หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

| คณะกรรมการสอบหัวข้อโครงการพิเศษ | ลายมือชื่อ |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| ผศ.สุพจน์ ศรีนิล |  |
| ผศ.สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์ |  |
| อ.ปรีชานันท์ ศรีแก้ว |  |
| อ.อุบะ ศิริแก้ว |  |

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

ผศ.สุพจน์ ศรีนิล
()

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างวันที่ 20 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2556 ไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ การศึกษาความมั่นคงของลาดตลิ่งคลองท่าหน อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช
Study of Slope Stability of Thaton Canal , Sichon District ,
Nakorn Si Tammarat

| | | | | |
|----------|--------------|----------------|--------------|----------|
| นักศึกษา | นาย นายนพพล | ฉัตรรักษังวงษ์ | รหัสประจำตัว | 52010556 |
| | นาย นราธิป | พุทธวรรณ | รหัสประจำตัว | 52010573 |
| | นาย นายพงศธร | แซ่อึ้ง | รหัสประจำตัว | 52010756 |

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ปรีชานันท์ ศรีแก้ว

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ อุเบ ศรีแก้ว

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2555

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดตลิ่ง สามารถสังเกตได้จากการพังทลายของลาดตลิ่ง โดยการเก็บตัวอย่างดินมาศึกษาคุณสมบัติ และนำมาวิเคราะห์ลาดดินโดยวิธี Simplified Bishop Method ได้ทำการศึกษาความมั่นคงของลาดตลิ่ง คลองท่าหน อ. สิชล จ.นครศรีธรรมราช โดยเลือกจุดที่เกิดการพังทลายของลาดดิน 3 บริเวณ คือ บริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และท้ายน้ำ โดยนำดินตัวอย่างที่ได้มาทำการทดสอบหาคุณสมบัติของดินในห้องปฏิบัติการได้ค่าความเชื่อมแน่น (cohesion) ประมาณ 0.7 ตันต่อตารางเมตร ค่ามุมเสียดทาน (friction angle) ประมาณ 35 องศา และค่าหน่วยน้ำหนักของดิน (unit weight) 2 ตันต่อลูกบาศก์-เมตร เมื่อนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์โดยโปรแกรม Ku Slope และเปรียบเทียบกับ การคำนวณมือ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความปลอดภัย พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความปลอดภัยมีค่าใกล้เคียง 1 เนื่องจากลาดดินมีความชันสูงมาก จึงควรมีการปรับแต่งลาดดินเพื่อให้เกิดความมั่นคงและสัมประสิทธิ์ความปลอดภัยที่มากขึ้นยิ่ง โดยเสนอวิธีแก้ไข คือการ ปรับปรุงลาดดิน โดยการตัดเป็นชั้นบันได (berm) ทางด้านหน้าของลาดดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TITLE STUDY OF SLOPE STABILITY OF THATON CANAL , SICHON DISTRICT,
NAKORN SI TAMMARAT

NAME MR.NOPPOL CHATRAKWONG
MR.NARATIP PUTTAWAN
MR.PONGSATRON SAEOUENG

FIELD CIVIL ENGINEERING

DEPARTMENT CIVIL ENGINEERING

FACULTY ENGINEERING

ADVISOR MR.PREECHANAN SRIKAEW

CO.ADVISER MS.UBA SIRIKAEW

ABSTRACT

The stability analysis of a channel slope could be done by observing failures of actual slopes. Soil samples taken from the site should be identified and their properties could be evaluated. The analysis can be done by using some recognized methods such as the simplified Bishop method. This special project was conducted for the slope of Thaton canal in Sichon district , Nakorn Si Tammarat. Three locations of slope failures were selected during field survey , nearby the Thaton weir. The study for soils properties in the laboratory revealed that the cohesion is 0.7 t/m^2 while the friction angle is 35 degree , and the unit weight is 2 t/m^3 . By using the KU slope program ,the factor of safety of they canal slope is closed to 1 it was low . To improve the stability of such that slope , this study strongly recommends changing the slope shape by introducing a berm at the front face of it

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษนี้สามารถสำเร็จล่วงได้นั้น มิได้เกิดจากคณะผู้จัดทำโครงการพิเศษเพียงลำพัง จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณบุคคลที่มีส่วน ทำให้โครงการพิเศษนี้บรรลุผลสำเร็จด้วยดีดังนี้

เจ้าหน้าที่โครงการฝ่ายทำทวน ตลอดจนผู้ใหญ่บ้าน และชาวบ้าน ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการสำรวจ เก็บข้อมูลพื้นที่ ตลอดจนคำปรึกษาชี้แนะแนวทางเกี่ยวกับงานวิจัยข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทดสอบ และการปรับปรุงแก้ไขระหว่างการทดสอบ และข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการนี้

คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ ผศ.สุพจน์ ศรีนิล และ ผศ.สมเกียรติ ขวัญฤกษ์ ให้คำแนะนำ ซึ่งได้นำไปปรับปรุงแก้ไข และเพิ่มเติมเนื้อหาในส่วนที่ขาดไปให้มีความสมบูรณ์ถูกต้องยิ่งขึ้น

อาจารย์ปรีชานันท์ ศรีแก้ว และ อาจารย์อุษะ ศิริแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษนี้ตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษา ท่านได้ให้คำแนะนำและสั่งสอนที่มีค่ามากมาย

บุพการีและครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ให้ข้อคิดติ ๑ ตลอดจนอบรมสั่งสอนสรรพสิทธิ์ วิทยาการต่างๆ ที่ทำให้สามารถดำเนินการจัดทำโครงการพิเศษนี้สำเร็จล่วงไปด้วยดี

รวมทั้ง ขอขอบคุณบุคคลอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง ซึ่งมีส่วนร่วมกับงานวิจัยทุกท่านที่มีส่วนทำให้งานวิจัยประสบความสำเร็จล่วงได้

ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ ล้วนเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านทั้งหลายที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

นายพนพล ฉัตรรักษ์วงษ์

นายนราธิป พุทธวรรณ

นายพงศธร แซ่อึ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่ให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึง คณะผู้จัดทำโครงการพิเศษ

สารบัญ

| บทที่ | เรื่อง | หน้า |
|-------|---------------------------------------------------------------------|------|
| | ปกในภาษาไทย | |
| | ปกในภาษาอังกฤษ | |
| | หน้าอนุมัติ | |
| | บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| | บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| | กิตติกรรมประกาศ | ค |
| | สารบัญ | ง |
| | สารบัญตาราง | ช |
| | สารบัญรูป | ซ |
| 1 | บทนำ | |
| | 1.1. กล่าวนำ (Introduction) | 1 |
| | 1.2. ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการพิเศษ(Background) | 1 |
| | 1.3. วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ (Objective) | 2 |
| | 1.4. หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในโครงการพิเศษ (Principles and theories)2 | |
| | 1.4.1. คุณสมบัติพื้นฐานของดิน | 2 |
| | 1.4.2. การจำแนกประเภทของดิน | 2 |
| | 1.4.3. กำลังต้านทานแรงเฉือนของดิน | 3 |
| | 1.4.4. เสถียรภาพความลาดของดิน | 3 |
| | 1.5. ขอบเขตของการศึกษา (Scope of the study) | 3 |
| | 1.5.1.ขอบเขตการศึกษา | 3 |
| | 1.5.2. ขอบเขตของพื้นที่ | 3 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

| บทที่ | เรื่อง | หน้า |
|-------|----------------------------------------------------------------|------|
| | 1.6. วิธีที่ใช้ในการดำเนินโครงการงานพิเศษ (Process) | 4 |
| | 1.7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ (Expect results) | 5 |
| | แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย | 6 |
| 2 | วรรณกรรมปริทัศน์ | |
| | 2.1การเคลื่อนตัว(พิบัติ) ของลาดดิน | 7 |
| | 2.2 ความแข็งแรงของดิน และ หิน ที่จะใช้ในการวิเคราะห์ความมั่นคง | 12 |
| | 2.3 สภาวะต่างๆของความแข็งแรง | 14 |
| | 2.4การทดสอบแบบเฉือนตรง (Direct Shear) | 16 |
| | 2.5การทดสอบความหนาแน่นของดินในสนาม (Field Density Test) | 17 |
| | 2.6การวิเคราะห์ความมั่นคงโดยวิธี Simplified Bishop | 18 |
| 3 | อุปกรณ์และการดำเนินงาน | |
| | 3.1 การศึกษาข้อมูลที่จำเป็นในการทำโครงการ | 20 |
| | 3.2. วางแผนการดำเนินการและแผนการเก็บข้อมูลในสนาม | 20 |
| | 3.3. การวิเคราะห์และคำนวณจากข้อมูลผลการทดลอง | 22 |
| | 3.4. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลข้อมูลจากวิธีต่างๆ | 21 |
| | 3.5. จัดทำรายงานผลการศึกษา | 21 |
| 4 | ผลการศึกษาและวิเคราะห์ | |
| | 4.1 ที่ตั้งพื้นที่ที่ปฏิบัติงาน | 23 |
| | 4.2 คุณลักษณะของชั้นดินและข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ | 23 |

สารบัญ(ต่อ)

| บทที่ | เรื่อง | หน้า |
|-------|--------------------|------|
| 5 | สรุปและข้อเสนอแนะ | |
| | 5.1 สรุปผลการศึกษา | 38 |
| | 5.2 ข้อเสนอแนะ | 40 |

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ภาคผนวก ก ข้อมูลชั้นดินเบื้องต้นที่ใช้ในการวิเคราะห์

ภาคผนวก ข ข้อมูลผลการทดสอบ Direct shear Test

ภาคผนวก ค การทดสอบหาความหนาแน่นของดินในสนาม Field Density Test

ภาคผนวก ง คู่มือการใช้โปรแกรม KU SLOPE

ภาคผนวก จ การคำนวณด้วยมือ โดยวิธี simplified bishop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

| ตารางที่ชื่อตาราง | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1. SLOPE MOVEMENT TYPES | 15 |
| 4.1. ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดิน ที่ความลึกระดับต่างๆ ได้ผลการวิเคราะห์ ในสภาพ Dry condition | 36 |
| 4.2. ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดิน ที่ความลึกของลาดดินเดิม ได้ผลการวิเคราะห์ ในสภาพ Partial saturated condition | 36 |
| 4.3. ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดิน ที่ความลึกของลาดดินเดิม ได้ผลการวิเคราะห์ ในสภาพ fully saturated condition | 37 |
| 4.4. ข้อพิจารณาด้านแฟกเตอร์ความปลอดภัย | 37 |
| 5.1. ค่าสัมประสิทธิ์ความปลอดภัยบริเวณต้นน้ำ | 38 |
| 5.2. ค่าสัมประสิทธิ์ความปลอดภัยบริเวณฝายท่าหน | 38 |
| 5.3. ค่าสัมประสิทธิ์ความปลอดภัยบริเวณท้ายน้ำ | 39 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

| รูปที่ชื่อรูป | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1. การเคลื่อนพังของลาดโดยวิธีของVarnes | 8 |
| 2.2. Strength envelopes for soils | 9 |
| 2.3. Slope and potential slip surface | 10 |
| 2.4. Circular failure surface and forces acting on a singleslice according to Bishop and Fellenius methods | 11 |
| 2.5. Mohr's circles and failure envelopes | 13 |
| 2.6. การทดสอบแบบเฉือนตรง (Direct Shear) | 17 |
| 2.7. Field Density Test | 18 |
| 2.8. การวิเคราะห์ความมั่นคงSimplified Bishop | 18 |
| 2.9. การวิเคราะห์ความมั่นคงSimplified Bishop | 19 |
| 3.1. อุปกรณ์การทดสอบ DIRECT SHEAR TEST | 21 |
| 3.2. อุปกรณ์การทดสอบ ATTERBER'S LIMITS การทดสอบหาขีดจำกัดของอัตราเตอร์เบอร์ก | 21 |
| 3.3. อุปกรณ์การทดสอบ FIELD DENSITY TEST การหาความหนาแน่นของดินในสนาม | 22 |
| 4.1. ค่าF.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ Dry condition | 24 |
| 4.1.1. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป1m | 25 |
| 4.1.2. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป2m | 25 |
| 4.1.3. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป3m | 26 |
| 4.1.4. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป4m | 26 |
| 4.2. ค่าF.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ Partial saturated condition | 27 |
| 4.3. ค่าF.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ fully saturated condition | 27 |

สารบัญญรูป(ต่อ)

| รูปที่ชื่อรูป | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.4 ค่าF.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ Dry condition | 28 |
| 4.4.1. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป1m | 29 |
| 4.4.2. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป2m | 29 |
| 4.4.3. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป3m | 30 |
| 4.4.4. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป4m | 30 |
| 4.5. ค่าF.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ Partial saturated condition | 31 |
| 4.6. ค่าF.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ fully saturated condition | 31 |
| 4.7. ค่าF.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ Dry condition | 32 |
| 4.7.1. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป1m | 33 |
| 4.7.2. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป2m | 33 |
| 4.7.3. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป3m | 34 |
| 4.7.4. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป4m | 34 |
| 4.8. ค่าF.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ Partial saturated condition | 35 |
| 4.9. ค่าF.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ fully saturated condition | 35 |
| 5.1. การลดความสูงของลาดดิน | 40 |
| 5.2. การลดความลาดชันของลาดดิน | 40 |
| 5.3. การตัดส่วนบนแล้วถมส่วนล่างของลาดดิน | 41 |
| 5.4. การตัดส่วนบนแล้วถมส่วนล่างของลาดดิน | 41 |
| 5.5. ลาดดินที่ได้ทำการออกแบบใหม่โดย benching of slope | 42 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีที่มีหลักฐานยืนยันอีกทางหนึ่งซึ่งอาจเป็นข้อยกเว้นของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

(Introduction)

1.1. กล่าวนำ(Introduction)

ดินนับเป็นมวลวัสดุที่สำคัญในงานวิศวกรรมโยธา เช่นเป็นวัสดุก่อสร้างเป็นฐานรากของอาคารหรือสิ่งก่อสร้างอื่นๆ การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางกล ตลอดจนพฤติกรรมการตอบสนองต่อแรงที่กระทำ จะต้องอาศัยความรู้ทางด้านปฐพีกลศาสตร์ เนื่องจากดินในแต่ละพื้นที่จะมีลักษณะส่วนประกอบและคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป การเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาทดสอบหาคุณสมบัติและความเหมาะสมต่องานจึงจำเป็นต้องใช้ความรู้ ทางด้านธรณีเทคนิค เพื่อกำหนดตำแหน่งและปริมาณตัวอย่างที่จะเก็บให้เป็นตัวแทนของดินในพื้นที่นั้น การประเมินสมบัติของดินจากผลการทดสอบตัวอย่าง อาจต้องอาศัยการวิเคราะห์ทางสถิติประกอบเพื่อความน่าเชื่อถือ เมื่อเราได้สมบัติทั้งทางกายภาพและทางวิศวกรรมของดิน เราสามารถนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ดังนี้

- 1.วิเคราะห์และออกแบบงานที่ใช้ดินเป็นโครงสร้าง
- 2.ประเมินเสถียรภาพความลาดของดิน
- 3.ประเมินความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของโครงสร้างบนดิน
- 4.ประเมินขนาดและการกระจายแรงดันดินด้านข้างต่อโครงสร้าง
- 5.ทำนายการเคลื่อนของน้ำผ่านตัวกลางดิน
- 6.หาวิธีการปรับปรุงคุณภาพดินที่มีปัญหาได้เหมาะสมกับงาน

1.2. ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการพิเศษ(Background)

การเคลื่อนตัวการพังทลายของลาดดินที่ส่วนใหญ่มักเกิดบริเวณที่ลาดลุ่มต่ำ หรือบริเวณไหล่เขา ตลอดจนตามแนวตลิ่งทั้ง 2 ฝั่ง ของแม่น้ำสายต่างๆ อ่างเก็บน้ำ คันคลองชลประทาน ไหล่ถนน ซึ่งเกิดจากหลายปัจจัยที่แตกต่างกันไป การเคลื่อนตัวพังทลายของลาดดินถือเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ชีวิต และทรัพย์สิน เป็นจำนวนมากถึงแม้จะมีการพัฒนาทางด้านเทคนิคทางวิศวกรรมโยธาเพื่อป้องกันแก้ไขตลอดจนได้นำวัสดุ-อุปกรณ์ ที่มีความคงทน และรับแรงกระทำได้มากๆใน

ทุกทิศทุกทางก็ตาม แต่ปัญหายังเกิดขึ้นอยู่ และรอการแก้ไขอีกจำนวนมาก จะเห็นได้ว่าปัญหาการเคลื่อนตัวของชั้นดินเป็นปัญหาที่ละเอียดอ่อนมาก

กรณีศึกษาการเคลื่อนตัวพังทลายของตลิ่ง คลองท่าหน อ.สีชล จ.นครศรีธรรมราช ทางกลุ่มผู้ทำการศึกษาได้ทำการศึกษา เพื่อหาสาเหตุ และผลของการพิบัติ อันเป็นแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างตรงจุดและเป็นระบบต่อไป

การวิเคราะห์โดยการลงพื้นที่จริงเก็บข้อมูลทางกายภาพของดิน นำไปวิเคราะห์ Slope stability โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีต่างๆ ว่ามีความปลอดภัยที่เหมาะสมหรือไม่ เพื่อจะได้หาวิธีแก้ไขได้เหมาะสม ตามทฤษฎีอ้างอิง

1.3. วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ (Objective)

- 1.ศึกษารูปแบบหรือลักษณะการพังทลายตามหลักวิชาการ เพื่อนำมาวิเคราะห์คำนวณอัตราส่วนความปลอดภัยที่ถูกต้อง
- 2.ศึกษาสาเหตุของการเกิดดินสไลด์บริเวณแนวริมคลอง
- 3.ศึกษาวิธีแก้ไขและป้องกันปัญหาดินสไลด์ที่เหมาะสมและตรงจุด
- 4.ประยุกต์ใช้โปรแกรม "KU-SLOPE" วิเคราะห์ความลาดเอียงของดิน เพื่อให้เกิดเสถียรภาพความมั่นคง

1.4. หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในโครงการพิเศษ (Principles and theories)

1.4.1. คุณสมบัติพื้นฐานของดิน

- ขนาดของเม็ดดิน
- การกระจายตัวของเม็ดดิน
- โครงสร้างของดิน
- สถานภาพของดิน

1.4.2. การจำแนกประเภทของดิน

- การหาขนาดของเม็ดดิน
 - การหาการกระจายตัวของเม็ดดิน
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำข้อมูลอันเป็นความลับของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-คุณสมบัติและลักษณะการใช้งานทางด้านวิศวกรรมของดิน

1.4.3. กำลังต้านทานแรงเฉือนของดิน

-ทดสอบหาค่ากำลังต้านทานต่อแรงเฉือนของดิน

1.4.4. เสถียรภาพความลาดของดิน

-การหาเสถียรภาพความลาดของดินชนิดที่ไม่มีความเชื่อมั่น

1.5. ขอบเขตของการศึกษา(Scope of the study)

1.5.1. ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาคูณสมบัติของดินที่มีส่วนในการใช้วิเคราะห์ Slope stability เพื่อหาความเหมาะสมของ Slope ของดิน และวิธีการแก้ไข เพื่อป้องกันการสไลด์ตัวของดินในพื้นที่ที่มี Slope ไม่เหมาะสม

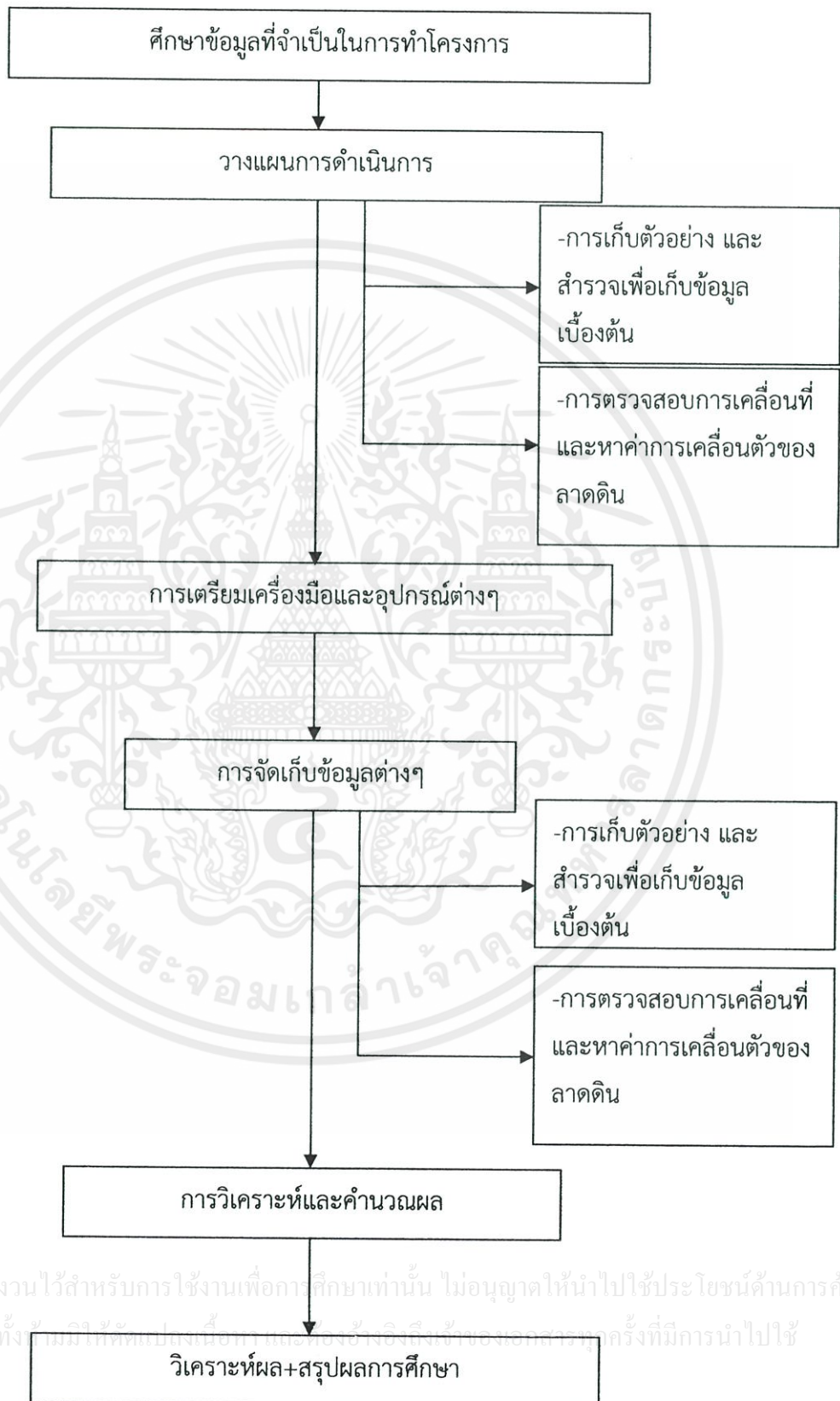
1.5.2. ขอบเขตของพื้นที่

คลองท่าหน อ. สีชล จ. นครศรีธรรมราช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6. วิธีที่ใช้ในการดำเนินโครงการพิเศษ (Process)

วิธีการศึกษาของการวิจัยนี้มีรายละเอียดและสามารถสรุปเป็นขั้นตอนการศึกษาได้ดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหาและห้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ(Expect results)

- 1.7.1. สามารถนำวิชาความรู้ที่ได้ศึกษามาประยุกต์ ใช้งานจริงให้เกิดประโยชน์
- 1.7.2. สามารถช่วยป้องกันความเสียหาย ที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนตัวของดิน
- 1.7.3.สามารถกำหนดมาตรฐาน ในการก่อสร้างได้อย่างรัดกุมและถูกต้อง
- 1.7.4. รวบรวมข้อมูลที่ศึกษาได้มาเพื่อให้ผู้ที่สนใจได้ศึกษาหรือนำไปเป็นข้อมูลอ้างอิงได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

| แผนงานวิจัย | ช่วงระยะเวลา | | | | | | | | | | หมายเหตุ | |
|----------------------------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|----------|------|-------|----------|--|
| | พ.ศ. 2555 | | | | | | | พ.ศ.2556 | | | | |
| | มี.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | | |
| ศึกษาข้อมูลที่สำคัญ ในการทำโครงการ | ←→ | ←→ | | | | | | | | | | |
| ทำการลงพื้นที่เก็บ ข้อมูลเพื่อนำมา วิเคราะห์ | | | ←→ | | | | | | | | | |
| ทำการทดสอบตัวอย่าง ดิน และวิเคราะห์หาค่า | | | ←→ | ←→ | | | | | | | | |
| นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ ความชันโดยku slope | | | | ←→ | ←→ | ←→ | ←→ | | | | | |
| วิเคราะห์ข้อมูลและ ตรวจสอบความถูกต้อง | | | | | | ←→ | ←→ | ←→ | | | | |
| สรุปผลการทำงาน | | | | | | | ←→ | ←→ | ←→ | | | |
| เขียนรายงาน | | | | | | | ←→ | ←→ | ←→ | ←→ | | |
| นำเสนอ | | | | | | | | | | ←→ | ←→ | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์

2.1. การเคลื่อนตัว(พิบัติ) ของลาดดิน

รูปแบบหรือลักษณะการเคลื่อนตัวของลาดดินนั้น มีความสำคัญอย่างมากเพราะเป็นปัจจัยสำคัญในการที่จะนำมาใช้พิจารณาเลือกใช้ทฤษฎีวิเคราะห์เสถียรภาพในการคำนวณหาค่าอัตราส่วนปลอดภัยโดยได้มีการจำแนกรูปแบบการเคลื่อนของลาดดินหรือหินความชันของลาดรูปร่างของผิวการเคลื่อนพังอัตราการเคลื่อนตัว ฯลฯ ซึ่งในแต่ละวิธีที่ใช้ในการจำแนกต่างก็มีหลักการและเหตุผลที่แตกต่างกัน

2.1.1. Blong (1973) จำแนกชนิดของการเคลื่อนพังอย่างง่ายเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ โดยพิจารณาจากรูปร่างของการพิบัติ และ ความเร็วในการเคลื่อนตัวเป็นหลักดังนี้

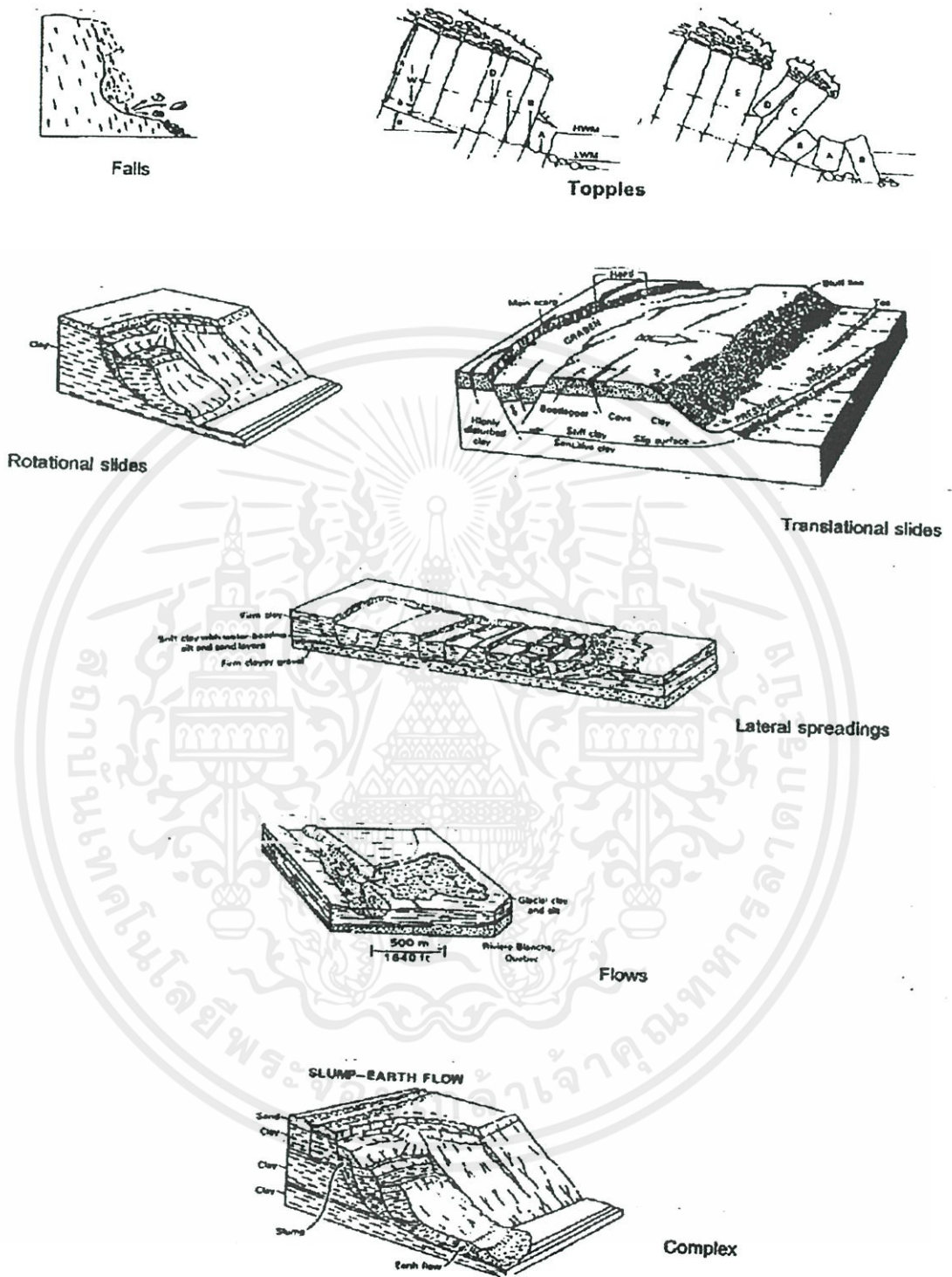
-Slides เมื่อผิวดินพังขนานกับผิวน้ำลาดดินโดยประมาณความลึกของมวลดินประมาณ 5-10% ของความยาวของการเคลื่อนพังอัตราการเคลื่อนอยู่ในช่วง 0.06 เมตร/ปี ถึง 0.3 เมตร/นาที่

-Slumps หรือ Rotational Slides เมื่อผิวการพังเคลื่อนเป็นรูปโค้งงายขึ้นคล้ายตักด้วยช้อน ความลึกของผิวเคลื่อนประมาณ 15-30% ของความยาวของการเคลื่อนพังโดยมีอัตราการเคลื่อนตัวช้ากว่าประเภทแรกอยู่ในช่วงระหว่าง 0.06 เมตร/ปี ถึง 1.5 เมตร/วัน

-Flows เกิดในลักษณะผิวเคลื่อน บาง และ ตื้น เป็นผิวดินขนานกับผิวน้ำของลาดดิน มีลักษณะการเคลื่อนเป็นทางยาว โดยอัตราส่วนความหนาต่อความยาวประมาณ 0.5-3.0% และวัสดุชุ่มน้ำหรือมีความชื้นสูง จึงเคลื่อนตัวตามลักษณะการไหลลงตามลาดเขาอย่างรวดเร็วในอัตราการเคลื่อนตัวเป็น 0.3 เมตร/นาที่ ถึงมากกว่า 3.0 เมตร/นาที่

-Falls เกิดขึ้นในลักษณะชันส่วนของมวลดิน หรือ หิน แยกออกจากชันส่วนหลักแล้วร่วงหล่น หรือ กลิ้งลงมาตามหน้าผา หรือ ไหล่เขา โดยมีอัตราการเคลื่อนตัวเร็วในช่วง 1.0 เมตร/วินาทีถึงมากกว่า 100 เมตร/วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



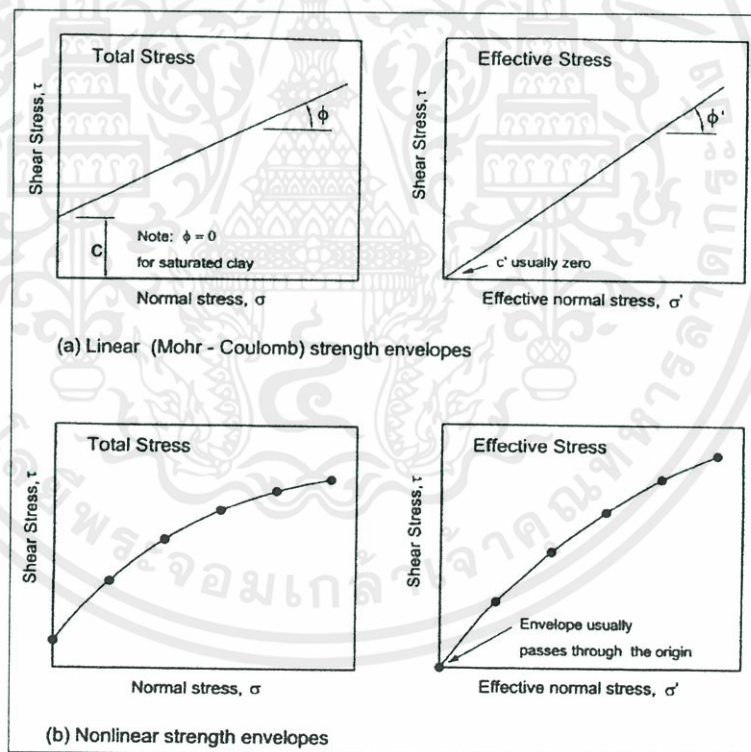
รูปที่ 2.1. การเคลื่อนพังของลาดโดยวิธีของVarnes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษายกเว้นกรณีอื่น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2. Hutchinson (1978) พบว่าก่อนที่จะเกิดการเคลื่อนตัวของลาดดินบ่อยครั้งสามารถพบร่องรอยของการเคลื่อนตัวเกิดขึ้นมาก่อนโดยมีอัตราการเคลื่อนตัวที่แตกต่างกันตั้งแต่ 8 นิ้ว จนถึง 20 ฟุต/ปี จึงได้จำแนกลักษณะของการเคลื่อนตัวของลาดดินโดยพิจารณาจากประวัติของการเคลื่อนตัวของลาด และ อัตราการเคลื่อนตัวของมวลดินเมื่อเกิดการเคลื่อนพัง

2.1.3. Sassa (1985) จำแนกลักษณะของการเคลื่อนตัวของลาดดิน โดยพิจารณาลักษณะทางธรณีเทคนิคของวัสดุภายในลาดดินนั้นคือ ขนาดของเม็ดดิน ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ Fresh bedrock , Fractured rock , Sandy soil , Clayey soil และพิจารณารูปแบบการเฉือนที่เกิดขึ้นภายในลาดดิน ซึ่งแบ่งออกเป็น Peak slides , Residual slides , Liquefactions , และ Creep

2.1.4. Walker and Fell (1987) รวบรวมข้อมูลจากหลายที่ และได้ทำการแบ่งชนิดของการเคลื่อนตัวของลาดดินออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆคือ Slides , Flows และ slumps โดยพิจารณาจากอัตราส่วนเปรียบเทียบระหว่างระยะความลึกของพื้นผิวการเคลื่อนที่ (D) และ ระยะความยาวของการเคลื่อนที่ (L)



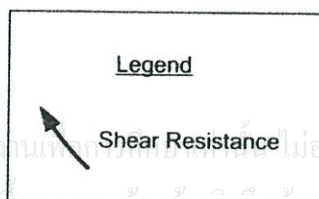
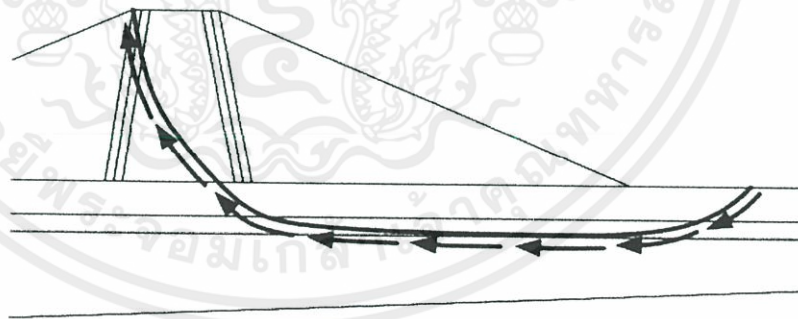
รูปที่ 2.2. Strength envelopes for soils

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.ดร.วรากร ไม้เรียง (2542) สาเหตุของการทำให้เกิดการเคลื่อนพัง หรือ ความไม่มั่นคงในลาดดิน หรือ หิน อาจเกิดจากสิ่งต่อไปนี้ เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือ หลายอย่างประกอบกันคือ

- ก. แรงดึงดูดของโลก หรือ ความแตกต่างระดับของมวลดินหรือหิน
- ข. แรงกระทำจากภายนอกมวลดิน เช่น น้ำหนักบรรทุกหรือแผ่นดินไหว
- ค. การสูญเสียกำลังของดินหรือหิน เนื่องจากแรงดันน้ำ การบวมตัว การอึดตัว การไหลซึมของน้ำ
- ง. การกัดกร่อนผุพังตามธรรมชาติ หรือการกัดเซาะโดยเฉพาะที่ส่วนล่างของลาดดิน (Toe)

ดังนั้นในการวิเคราะห์และกำหนดแนวทางการแก้ไข มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบปัญหา หรือ สาเหตุที่แท้จริง เพื่อแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงจุด ประหยัด และ มีความปลอดภัย ซึ่งในการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดิน จะใช้วิธีพิจารณา “สมดุลจำกัดของมวลดิน” (Limit Equilibrium) คือ จำเป็นต้องสมมุติรูปลักษณะของการเคลื่อนที่ว่าจะเกิดขึ้น สำหรับในกรณีที่จะทำการออกแบบ แต่ถ้าเป็นการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขลาดดินที่พังแล้ว ก็อาจทราบลักษณะการพังได้แน่นอนโดยทำการสำรวจในสนามเพื่อหาตำแหน่งที่แท้จริงได้ เมื่อพิจารณาแรงกระทำที่ทำให้เกิดการเคลื่อนตัวเปรียบเทียบกับแรงต้านทานที่เกิดจากกำลังของดินแล้วจะสามารถคำนวณหา “อัตราส่วนปลอดภัย” (Factor of Safety , F.S.) ได้อย่างถูกต้องมากที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานทางวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและห้องอ้างอิงสิ่งซึ่งของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3. Slope and potential slip surface

อัตราส่วนปลอดภัยของกำลังรับน้ำหนักของดินบนผิวเคลื่อน ต่อหน่วยแรงที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ผิวเดียวกันจัดเป็นรูปของสมการได้ดังนี้

$$F.S. = \frac{\text{ShearStrength}}{\text{ShearStress}} = \frac{\tau}{S}$$

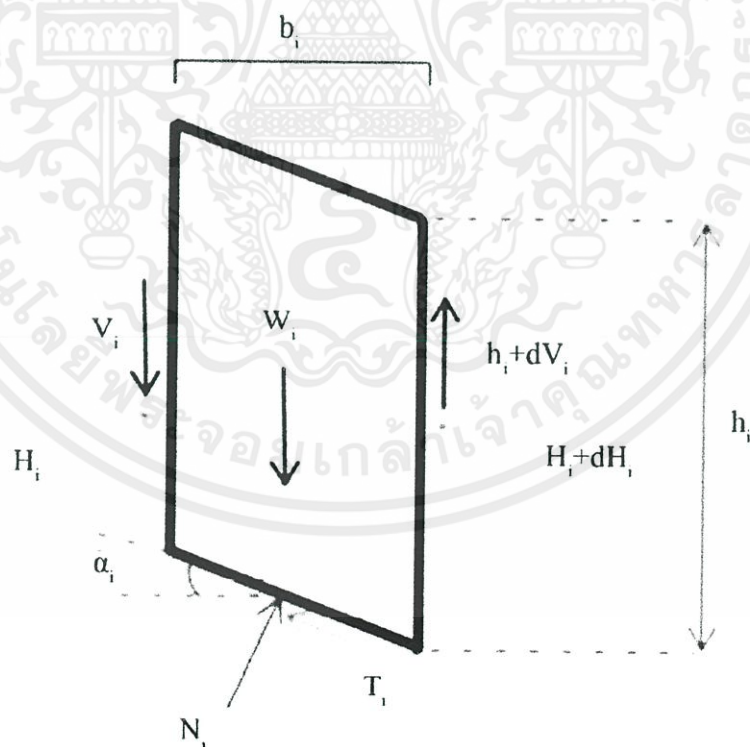
เมื่อ T = กำลังรับแรงเฉือนสูงสุดของมวลดินหรือหินบนผิวเคลื่อนซึ่งตามทฤษฎีของ mohr-Coulomb แล้วจะมีค่า $c + \sigma \tan \phi$

S = หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจริงซึ่งเพียงพอทำให้มวลนั้นสมดุล

และสำหรับการเคลื่อนพังในลักษณะจำเพาะ เช่น ผิวเคลื่อนเป็นส่วนโค้งของวงกลม อัตราส่วนปลอดภัยอาจหมายถึง อัตราส่วนของโมเมนต์รอบจุดศูนย์กลางก็ได้เช่น

$$F.S. = \frac{\text{โมเมนต์ที่เกิดจากกำลังรับแรงเฉือนของดินต้านทานการเคลื่อนพัง}}{\text{โมเมนต์ที่เกิดจากน้ำหนักมวลดินที่ทำให้เคลื่อนพัง}}$$

$$= \frac{M_R}{M_D}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.4. Circular failure surface and forces acting on a single slice

slice according to Bishop and Fellenius methods

2.2.ความแข็งแรงของดิน และ หิน ที่จะใช้ในการวิเคราะห์ความมั่นคง

การเลือกใช้คุณสมบัติความแข็งแรงของชั้นดิน และ หิน ในการวิเคราะห์ความมั่นคงเป็นสิ่งที่ยังสับสน และ มักก่อให้เกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์อยู่เสมอเนื่องจากวัสดุทางธรณี มีหลักการระบุความแข็งแรง และ ลักษณะการวิเคราะห์ได้ 2 ลักษณะ คือ วิเคราะห์ด้วยหน่วยแรงรวม (Total Stress Analysis) และ วิเคราะห์ด้วยหน่วยแรงประสิทธิผล (Effective Stress Analysis) ทั้งนี้เนื่องจากดินหรือหิน มักจะมีความชื้น หรือน้ำอยู่ภายในมวลดิน ดังนั้นเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของหน่วยแรงขึ้นในมวลดินก็อาจจะทำให้การเพิ่ม หรือลดแรงดันน้ำในมวลดินเกิดขึ้นได้ ซึ่งมีผลต่อกำลังของมวลดินตามสมการ Mohr-Coulomb

$$\tau = c + (\sigma + u) \tan \phi$$

τ = ความแข็งแรงหรือกำลังรับแรงเฉือนของดินประสิทธิผล

c = ความเหนียว หรือแรงยึดเกาะของมวลดินประสิทธิผล

σ = หน่วยแรงรวมที่กระทำตั้งฉากกับผิวเคลื่อน

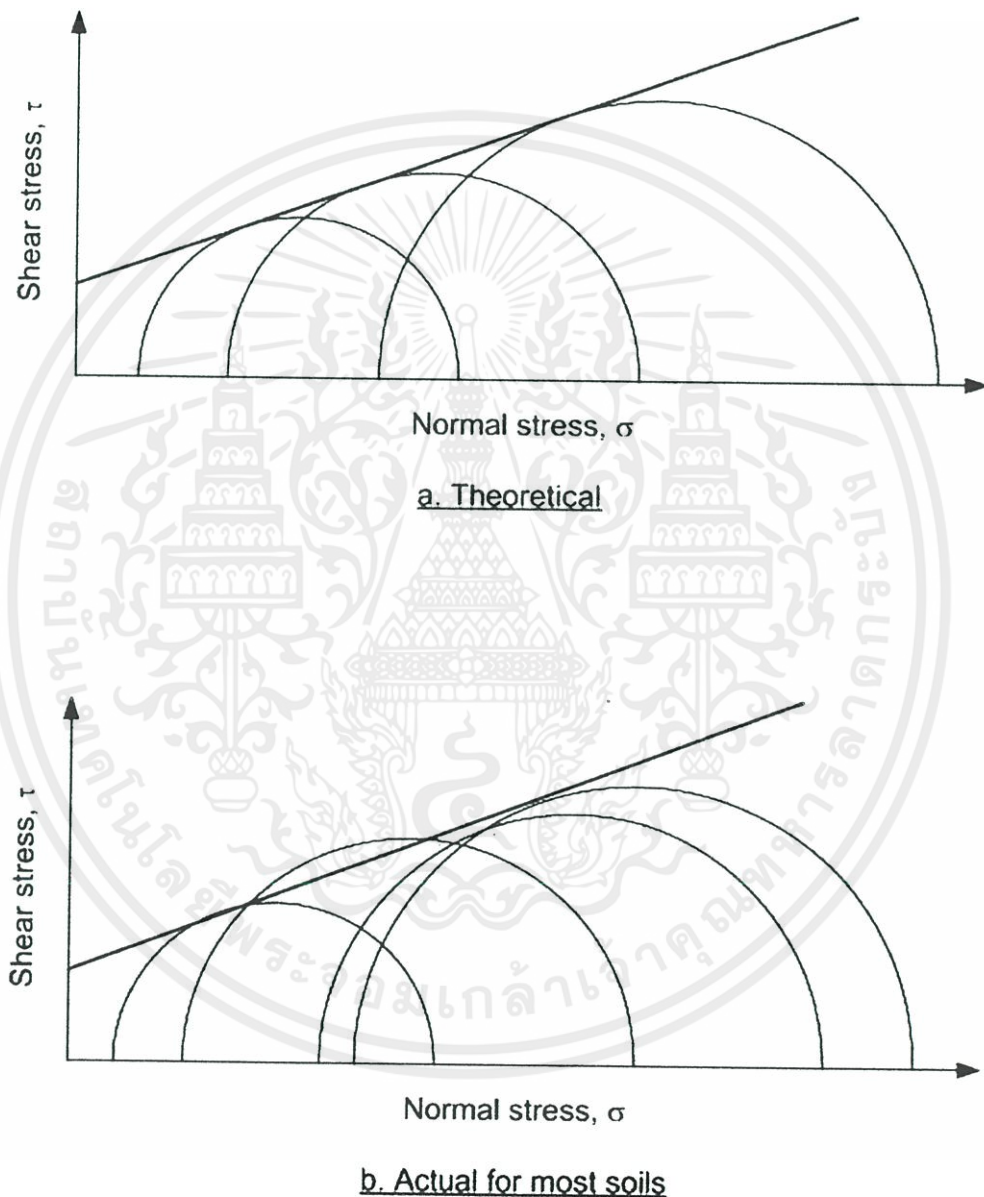
u = ความดันน้ำ ณ จุดที่กำลังพิจารณา

ϕ = มุมเสียดทานภายในประสิทธิผล

ดังนั้นเราจำเป็นต้องทำความเข้าใจระหว่างหลักการของหน่วยแรงประสิทธิผล และหน่วยแรงรวมเสียก่อน ทางปฐพีกลศาสตร์ ถ้าการเปลี่ยนแปลงหน่วยแรงในมวลดินเกิดขึ้นแล้วมีแรงดันน้ำเกิดขึ้นในมวลดินด้วย และ ถ้าสามารถวัดค่า หรือคาดการณ์ค่าของความดันน้ำได้แน่นอน เรามักจะแยกหน่วยแรงที่เกิดจากความดันน้ำออกไปเสียก่อน คงเหลือหน่วยแรงที่ส่งผ่านระหว่างเม็ดดิน หรือเนื้อดินเท่านั้นซึ่งเรียกว่า หน่วยแรงประสิทธิผล (effective stress) ทั้งนี้เพราะแรงดันน้ำในมวลดินไม่ก่อให้เกิดกำลังแต่อย่างใดเพราะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างมุมเสียดทานของน้ำเป็นศูนย์ ดังนั้น จึงมีเฉพาะหน่วยแรงประสิทธิผลเท่านั้นที่ทำให้เกิดกำลัง หรือหน่วยแรงต้านทานได้ แต่ในทางปฏิบัติบางครั้งทำได้ยากมากที่จะคำนวณค่าความดันน้ำ, u ให้ถูกต้อง ดังนั้นในบางกรณีไม่สามารถทราบค่าความดันน้ำได้ชัดเจนเช่น การบรรทุกน้ำหนักโดยเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มวลดินไม่อึดตัว ความดันน้ำเกิดจากการบดอัดเป็นต้น เรามักจะผนวกความดันน้ำที่เกิดขึ้นเข้าไปในกำลังของดินเลย ซึ่งเรียกว่า หน่วยแรงรวม (Total Stress) ซึ่งต้องทำการทดสอบให้มวลดินมีสภาพความชื้น อัตราการบรรทุกน้ำหนัก และ สภาพอื่นๆให้เหมือนกับสภาพที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้างจริง และคาดว่าความดันน้ำก็จะเกิดขึ้นในตัวอย่างดินที่กำลังทดสอบใกล้เคียงกับสภาพที่จะเกิดขึ้นจริงในสนาม



รูปที่ 2.5. Mohr's circles and failure envelopes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3. สภาวะต่างๆของความแข็งแรง

การเลือกใช้ค่าความแข็งแรงของดินในการวิเคราะห์ความมั่นคง จึงมีความสำคัญอย่างมากที่จะต้องทราบปัจจัย ดังนั้นต่อไปนี้คือ ช่วงเวลาการบรรทุกน้ำหนัก หรือเกิดการเพิ่มหน่วยแรงในมวลดินความอึดตัว และสภาพความดันน้ำ

สำหรับดินเหนียวอึดตัว (อยู่ในระดับน้ำใต้ดิน) และสภาพบรรทุกน้ำหนักเกิดขึ้นรวดเร็ว เมื่อเทียบจากการระบายออกของน้ำในมวลดิน เราอาจถือได้ว่าแรงภายนอกทำให้เกิดความดันน้ำทั้งหมด และถือว่ามุมเสียดทานภายในเป็นศูนย์ได้ ซึ่งเรียกว่า “ $\phi = 0$ condition” และเป็นกรณีพิเศษที่ความแข็งแรงของมวลดิน = S_U หรือ “Undrained Shear Strength”

สำหรับดินทราย หรือดินแข็ง แรงที่กระทำเปลี่ยนแปลงไม่ทำให้เกิดแรงดันน้ำในมวลดิน ดังนั้นกำลังดินจึงขึ้นอยู่กับ หน่วยแรงประสิทธิผลในมวลดิน ซึ่งกรณีนี้จะเรียกว่า “ S_U - Analysis” ค่าความแข็งแรงของมวลดินที่ใช้ในการวิเคราะห์ความมั่นคงจะแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือ

2.3.1. “ S_U ” หรือ Undrained Shear Strength สำหรับกรณีดินเหนียวอึดตัว และมีการก่อสร้างโดยเร็ว ($\phi = 0$)

2.3.2. “ C_U, ϕ_U ” หรือ total strength สำหรับดินชั้นไม่อึดตัว และไม่ทราบความดันน้ำชัดเจนดินบดอัดในขณะก่อสร้างเขื่อน หรือคัตดิน

2.3.3. “ $\bar{c}, \bar{\phi}$ ” หรือ effective strength สำหรับดินอึดตัว และสามารถทราบความดันน้ำชัดเจนเช่น ก่อสร้างเสร็จนานแล้วกำลังใช้งาน และมีความดันน้ำเข้าสู่สภาพสมดุล หรือมีน้ำไหลผ่านคงที่ ในการวิเคราะห์ความมั่นคงของกรณีหนึ่งๆ อาจทำได้ทั้งวิธีของ “Total Stress” หรือ “Effective Stress” ซึ่ง “Lambe และ Whitman” ได้ให้ข้อเปรียบเทียบไว้ 3 ประเด็น คือ ความยากง่ายในการคำนวณ และความชัดเจนของผล ปรากฏดังตาราง 2.1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1. SLOPE MOVEMENT TYPES

| TYPE OF MOVEMENT | | TYPE OF MATERIAL | | |
|------------------|---------|------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| | | BEDROCK | DEBRIS (coarse soil and rocks) | EARTH (fine soil) |
| I | FALLS | rock fall | debris fall | Earth fall |
| II | TOPPLES | rock topple | debris topple | earth |
| III | SLIDES | ROTATIONAL | rock slump | debris slide earth slide |
| | | TRANSLATIONAL | a. rock block slide | |
| | | | b. rock slide | |
| IV | SPREADS | Rock spread | | Earth lateral spread |
| V | FLOWS | Bedrock flows | a. debris flows | a. wet sand flow |
| | | | b. debris | b. rapid earth flow |
| | | | c. bloodstream | c. earth flow |
| | | | d. debris | d. loess flow |
| | | | e. debris | e. dry sand flow |
| VI | COMPLEX | | Combination of above movement | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการทดสอบหาความแข็งแรงในห้องทดลองนั้นมักใช้วิธี Direct Shear Test และ Triaxial Test เป็นหลัก โดยการเตรียมตัวอย่างให้แทนสภาพการใช้งานจริงมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อผลที่ได้ซึ่งอาจแบ่ง 2 ลักษณะคือ

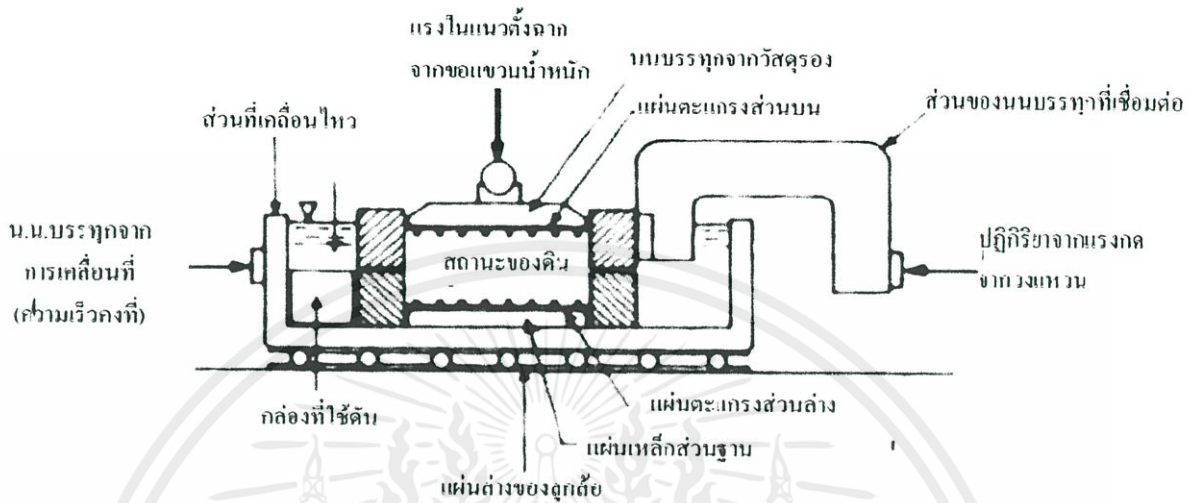
1. วัสดุฐานรากที่เป็นดินเหนียวต้องเจาะเก็บตัวอย่างคงสภาพ (Undisturbed Sample จากสนาม แต่สำหรับดินทราย อาจเตรียมตัวอย่างให้มีความแน่นเท่ากับสภาพในชั้นดินจริงได้โดยการเทียบเคียงจากความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density)

2. วัสดุตัวเชื่อมหรือคันดิน ที่เป็นดินบดอัดจะต้องเตรียมสภาพของตัวอย่างดินบดอัดให้เท่ากับ ความหนาแน่นต่ำสุด และความชื้นสูงสุด ที่ยอมให้ในการควบคุมคุณภาพ (Minimum Requirement) ซึ่งจะทำได้ความแข็งแรงที่ต่ำที่สุด ที่เป็นไปได้ในการก่อสร้าง

2.4.การทดสอบแบบเฉือนตรง (Direct Shear)

การทดสอบกำลังเฉือนตรงใช้มาตรฐานทดสอบ Astm D 3080 – 90, Aashtot 236 - 90 จะทำการเฉือนตัวอย่างตามระนาบที่กำหนดความเค้นที่กระทำบนระนาบนี้จะเกิดจากแรงกดตั้งฉากและแรงเฉือนขนานระนาบ โดยแรงกดคงที่ตลอดการทดสอบ ส่วนแรงเฉือนจะค่อยๆเพิ่มขึ้นตามการเคลื่อนตัวของบล็อกตัวอย่างจนตัวอย่างเกิดการวิบัติหรือสูญเสียกำลังรับแรงเฉือน การทดสอบกำลังเฉือนตรงอาจเรียกว่าเป็นการทดสอบแบบ Plane Strain เนื่องจากบล็อกทดสอบจะเป็นตัวจำกัดการวิบัติของดินให้เกิดตามระนาบเฉือนที่กำหนดค่าความเค้นเฉือนสูงสุดที่เกิดจากการทดสอบนี้เรียกว่า กำลังเฉือนสุดยอด (Peak shear strength) เมื่อตัวอย่างเคลื่อนออกมากขึ้นกำลังเฉือนจะค่อยๆลดต่ำลงจนถึงระดับคงที่เรียกว่า กำลังเฉือนคงเหลือ (residual shear strength) กราฟของการเฉือนจะขึ้นกับพฤติกรรมและชนิดของดิน จะแสดงค่ากำลังสุดยอด และกำลังคงเหลือชัดเจน ของดินเหนียวแบบเคยผ่านการรับน้ำหนัก (Over consolidated clay, OC) แต่ดินเหนียวแบบสะสมตัวปกติ (Normally consolidated clay , NC) จะมีพฤติกรรมแบบพลาสติก และเส้นเกณฑ์การวิบัติของดินแบบ NC จะตัดแกนที่จุดศูนย์ ส่วนดินแบบ OC จะตัดแกนความเค้นเฉือนที่ C กราฟจะแสดงค่ากำลังเฉือนสุดยอดของดินทรายจะสังเกตว่าในดินทรายแน่นเส้นแสดงค่ากำลังเฉือนสุดยอดชัดเจน ในขณะที่ดินทรายนวมค่ากำลังเฉือนสุดยอดและค่ากำลังเฉือนคงเหลือมีค่าใกล้เคียงกัน เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาตรหรือสัดส่วนช่องว่างระหว่างการทดสอบ นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นที่แตกต่าง ค่าความเค้นเฉือนสุดยอดและความเค้นเฉือนคงเหลือของความเค้นปกติที่คู่หนึ่งๆ ในหนึ่งชุดทดสอบ จะทดสอบอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง ได้รับความสัมพันธ์เชิงเส้นเรียกเส้นเกณฑ์การวิบัติที่กำลังสุดยอดและที่กำลังคงเหลือ เนื่องจากกำลังเฉือนจะมีค่าเพิ่มตามการเพิ่มของความเค้นปกติที่กระทำบนระนาบเฉือน ดังนั้นเราจึงนิยมใช้ค่าคงที่ในสมการเชิงเส้นของเส้นเกณฑ์การวิบัติเป็นพารามิเตอร์กำลังเฉือนสุดยอดและกำลังเฉือนคงเหลือคือ C_p , ϕ_p และ C_r , ϕ_r ตามลำดับ เมื่อ C คือค่าความเชื่อมแน่น และ ϕ คือมุมเสียดทานภายในของตัวอย่าง

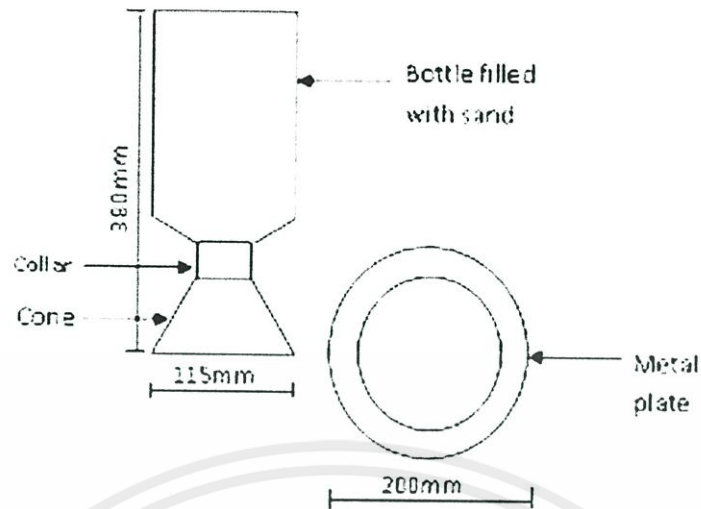
Lee (1970) ได้กล่าวไว้ว่ามุมเสียดทานภายในที่ได้จากวิธีทดสอบกำลังเฉือนตรงจะสูงกว่าการทดสอบวิธีอัดสามแกนประมาณ 0-8 องศา ระยะการเคลื่อนตัวตามแนวเฉือนจนถึงจุดกำลังเฉือนสุดท้ายจะมีระยะแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของดิน



รูปที่ 2.6. การทดสอบแบบเฉือนตรง (Direct Shear)

2.5 การทดสอบหาความหนาแน่นของดินในสนาม (Field Density Test)

การก่อสร้างถนน, สนามบิน, เขื่อนดิน, พื้นที่โรงงานหรืองานอื่นๆจะต้องบดอัดดินให้แน่นด้วยเครื่องมือต่างๆ ตามชนิดและประเภทของวัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง หลังจากบดอัดได้แล้วก็จะต้องมีการตรวจสอบผลของการบดอัดนั้นว่า มีความแน่นสามารถรับน้ำหนักได้ตามข้อกำหนดที่ได้ออกแบบคำนวณไว้หรือไม่ เช่น งานชั้นรองพื้นทาง, ชั้นพื้นทาง จะต้องบดอัดให้ได้ 100% วิธีทดสอบแบบโมดิฟายด์ (Modified) ตามมาตรฐานของ AASHTO งานชั้นดินเดิม และดินถมจะต้องบดอัดให้ได้ 95% Modified AASHTO การบดอัดนั้นจะต้องมีการควบคุมความชื้นในดินและพลังงานที่จะใช้ในการบดอัดให้พอเพียงและประหยัดถ้าจำนวนเที่ยวที่บดอัด มากเกินไปก็จะสิ้นเปลืองทั้งค่าแรงงานและค่าน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ถ้าบดอัดน้อยไปก็จะได้ความแน่นที่ต้องการจะต้องกลับมาทำงานซ้ำอีก การทดสอบหาความหนาแน่นของดินในสนาม โดยการชุดหลุมบริเวณบดอัด ซึ่งนำหนักดินที่ชุด ออกมาแล้วหารด้วยปริมาตรหลุม ก็จะได้ความหนาแน่นของดินในสนาม การทดลองนี้เป็นการทดลองหาปริมาตรของหลุมโดยใช้ทราย (Sand Cone Method) ซึ่งแบ่งขั้นตอนการแทนที่หลุมด้วยทราย ขั้นตอนการทดลองหาความหนาแน่นของดินในสนาม การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์การบันทึกข้อมูลการคำนวณหาความหนาแน่นของดิน เปรอร์เซ็นต์การบดอัดดินขึ้นเพื่อจะได้ฐานดินที่มีความแน่นสูง รับน้ำหนักได้มาก เรียกว่าวิธีทดสอบแบบโมดิฟายด์ทั้งนี้ก็เพื่อต้องการหาความหนาแน่นแห้งและเปอร์เซ็นต์การบดอัดของดินในสนาม แล้วเปรียบเทียบกับความหนาแน่นสูงสุดการบดอัดดินที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7. Field Density Test

2.6. การวิเคราะห์ความมั่นคงโดยวิธี “Simplified Bishop”

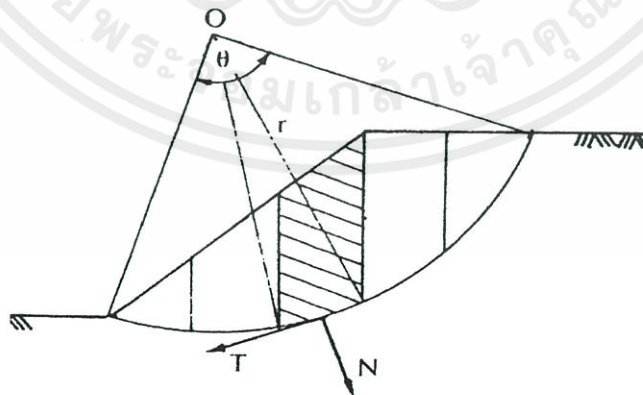
สำหรับดินประเภท $c - \phi$

สำหรับดินที่มีทั้งค่า c และ ϕ นั้น กำลังต้านทานต่อแรงเฉือนของดินตามแนวผิวของการเลื่อนตัวจะประกอบไปด้วยแรงเชื่อมแน่นและแรงเสียดทาน ตามแนวผิวของการเลื่อนตัวนั้น

การวิเคราะห์หาเสถียรภาพของความลาด จะสามารถทำได้ดังต่อไปนี้

โดยวิธีแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆ (Slices method)

สมมุติผิวของการเลื่อนตัวเป็นส่วนโค้งของวงกลมแล้วเลือกวงกลมของการเลื่อนตัวขึ้นมาอันหนึ่งแบ่งส่วนที่อยู่เหนือผิวของการเลื่อนตัวนี้ออกเป็นส่วนๆ ในแนวตั้งจำนวนหนึ่งให้มีความกว้างเท่ากัน

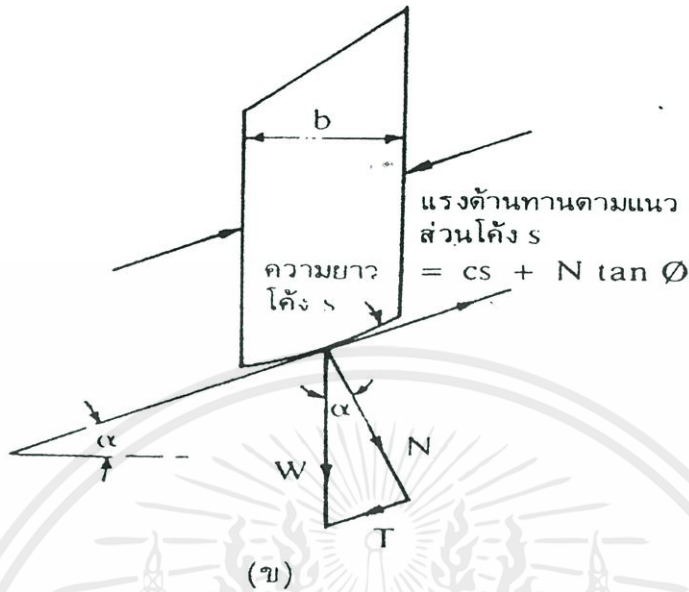


(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8. การวิเคราะห์ความมั่นคง Simplified Bishop

พิจารณาส่วนหนึ่งดังรูป คิดความหนา 1 หน่วย



รูปที่ 2.9. การวิเคราะห์ความมั่นคง Simplified Bishop

น้ำหนักในแนวตั้ง W สามารถแตกให้เป็นแรงสองแรงได้ดังนี้

(1) $N = W \cos \alpha$ ตั้งฉากกับส่วนโค้งของการเลื่อนตัว

(2) $T = W \sin \alpha$ สัมผัสกับส่วนโค้งของการเลื่อนตัว

สำหรับ 1 ส่วน โมเมนต์ของแรงกระทำรอบจุด $O = T \times r$

สำหรับพื้นที่ทั้งหมด โมเมนต์ของแรงกระทำ $= r \sum (T)$

แรงต้านทานบนพื้นที่ 1 ส่วน ประกอบด้วย แรงเชื่อมแน่น คูณด้วยความยาวของส่วนโค้งของการเลื่อนตัว S และแรงเสียดทาน $N \tan \phi$

สำหรับ 1 ส่วน โมเมนต์ของแรงต้านทานรอบจุด $O = (cs + N \tan \phi) r$

สำหรับพื้นที่ทั้งหมด โมเมนต์ของแรงกระทำ $= r (cr\theta + \tan \phi \sum N)$

ส่วนปลอดภัย F.S. = $\frac{\text{โมเมนต์ของแรงต้านทาน}}{\text{โมเมนต์ของแรงกระทำ}}$

$$= \frac{cr\theta + \tan \phi \sum N}{\sum (T)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และการดำเนินงาน

(Material and Method)

ในการศึกษาความมั่นคงของลาดตลิ่งคลองท่าหน อ.สีชล จังหวัดนครศรีธรรมราช จะดำเนินการตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 มีการแบ่งการทำงานเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

3.1. การศึกษาข้อมูลที่เป็นในการทำโครงการ

ศึกษาทฤษฎีในการออกแบบลาดตลิ่ง เพื่อช่วยในการศึกษาว่าต้องการคุณสมบัติอะไรของดินที่นำมาช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบให้เหมาะสมกับปัจจัยต่างๆศึกษาสาเหตุที่อาจทำให้เกิดการวิบัติของลาดตลิ่งเพื่อนำมาใช้วิเคราะห์หารูปแบบของลาดตลิ่งก่อนเกิดการวิบัติเพื่อหาข้อสรุปและแนวทางในการแก้ปัญหา

3.2. วางแผนการดำเนินการและแผนการเก็บข้อมูลในสนาม

3.2.1. รวบรวมข้อมูลภูมิประเทศ

- ศึกษาคุณสมบัติของดินในบริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราชและพื้นที่ใกล้เคียง
- ศึกษาค่าระดับต่างๆ บริเวณพื้นที่ที่ต้องเก็บข้อมูล
- ศึกษาแผนที่การเดินทาง

3.2.2. การวางแผนการเก็บข้อมูล

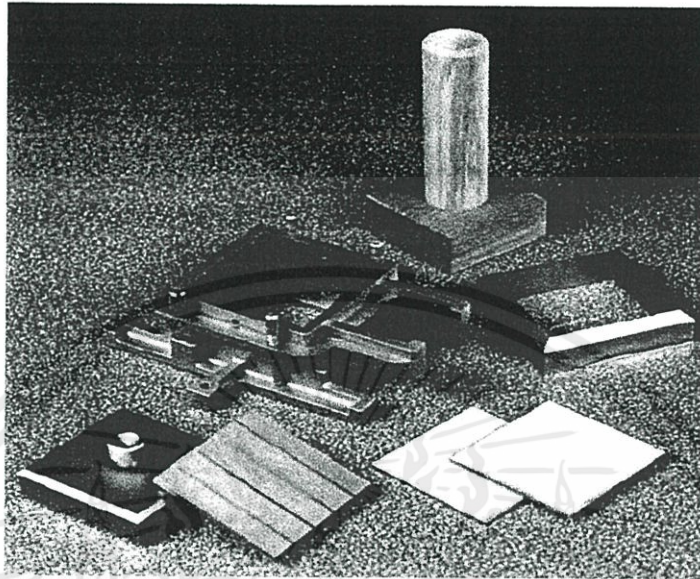
- เก็บตัวอย่างดินบริเวณ ต้นน้ำ กลางน้ำ(บริเวณตัวฝาย)และท้ายน้ำ โดยใช้กระบอกเก็บตัวอย่างแบบท่อ PVC

- การทดสอบดินในสนาม Field Density

3.2.3. การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการหาคุณสมบัติของดิน

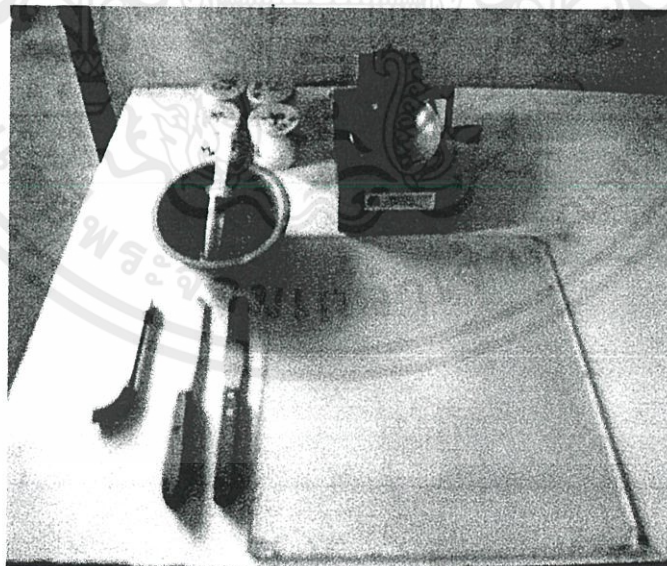
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ใช้เครื่องมือที่ต้องการในการทำการทดลองและเก็บตัวอย่างดินตามการทดลองในห้องปฏิบัติการตามการทดลองต่างๆดังนี้

- DIRECT SHEAR TEST การทดสอบแรงเฉือนโดยตรง



รูปที่ 3.1. อุปกรณ์การทดสอบ DIRECT SHEAR TEST

- ATTERBER'S LIMITS การทดสอบหาขีดจำกัดของอัตราเตอร์เบอร์ก



รูปที่ 3.2. อุปกรณ์การทดสอบ ATTERBER'S LIMITS การทดสอบหาขีดจำกัดของอัตราเตอร์เบอร์ก
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำ
ไปว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3. อุปกรณ์การทดสอบ FIELD DENSITY TEST การหาความหนาแน่นของดินในสนาม

3.3. การวิเคราะห์และคำนวณจากข้อมูลผลการทดลอง

- การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม KU Slope โดยทฤษฎี Simplified Bishop Method

3.4. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลข้อมูลจากวิธีต่างๆ

เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีต่างๆ เพื่อสรุปและหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้น
ในอนาคตและสรุปวิธีการการป้องกันปัญหาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการพังทะ
ลายของลาดตลิ่ง

3.5. จัดทำรายงานผลการศึกษา

จัดทำรายงานผลการวิเคราะห์ต่างๆ เพื่อนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ (RESULT AND ANALYSIS)

4.1 ที่ตั้งพื้นที่ที่ปฏิบัติงาน

ที่ตั้งพื้นที่ที่ดำเนินการศึกษาการวิบัติของลาดดิน คลองท่าหน อ.สีชล จ.นครศรีธรรมราช

แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 บริเวณ

- 1.บริเวณของการเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณ หัวน้ำ หมู่ที่ 10 ต.ฉลอง อ. สีชล จ. นครศรีธรรมราช
- 2.บริเวณของการเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณ ฝายคลองท่าหน
- 3.บริเวณของการเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณ ท่าน้ำ บ้านเขื่อน ต.เทพราช อ. สีชล จ. นครศรีธรรมราช

4.2 คุณลักษณะของชั้นดินและข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ลักษณะของชั้นดินบริเวณ ม.3 ต.ยางค่อม อ.พิปูน จ. นครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นบริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา

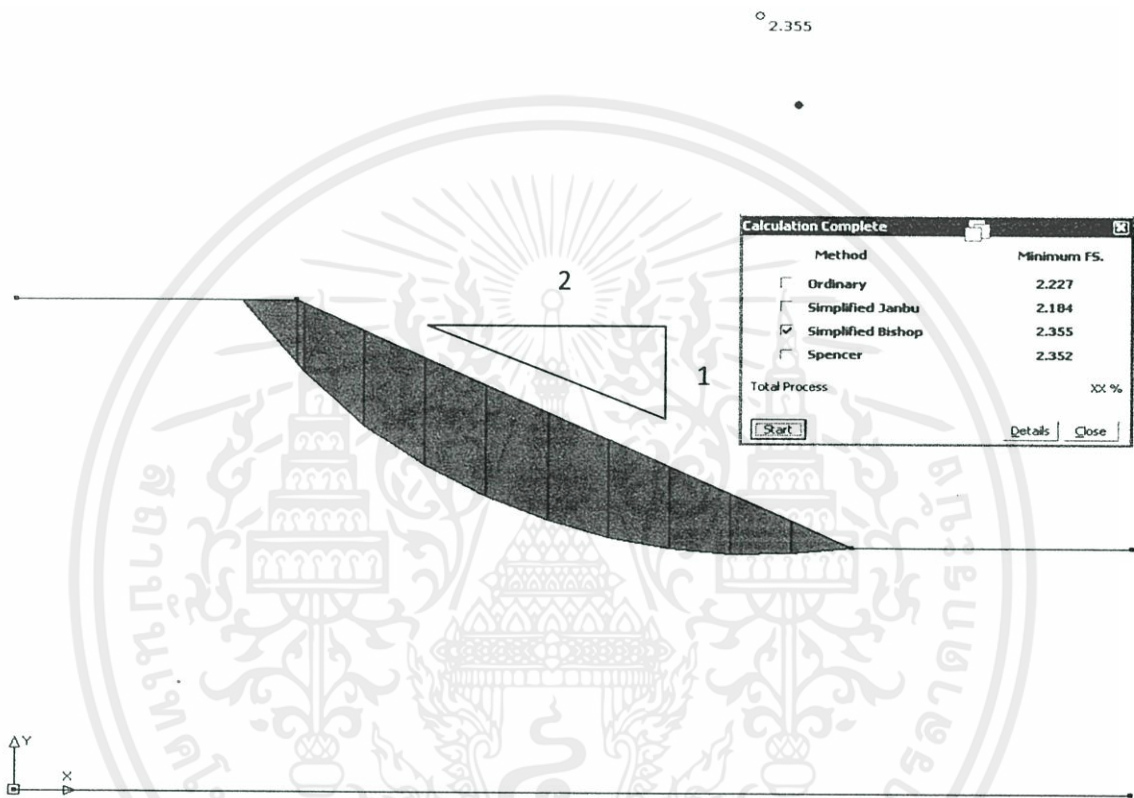
| ความลึก (m) | ลักษณะชั้นดิน | Unit weight, γ (t/m ³) | SPT N-VALUE |
|----------------|---------------|-------------------------------------------------|----------------|
| 0.00-5.00 | SM | 1.90 | 3-16 |
| 5.00-10.00 | SW-SM | 2.10 | 26 |
| >12.00 | SM | 1.90 | 40 |

ที่มา : กรมโยธาธิการ และผังเมือง สำนักงานควบคุมงานก่อสร้าง กลุ่มงาน วิจัยและพัฒนา
ข้อมูลหลุมเจาะสำหรับชั้นดินทั่วประเทศ

ผลการวิเคราะห์ ค่า F.S. โดยใช้โปรแกรม KU SLOPE ในสภาพ Dry condition

1.บริเวณของการเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณ ดันน้ำ หมู่ที่ 10 ต.ฉลอง อ. สีชล

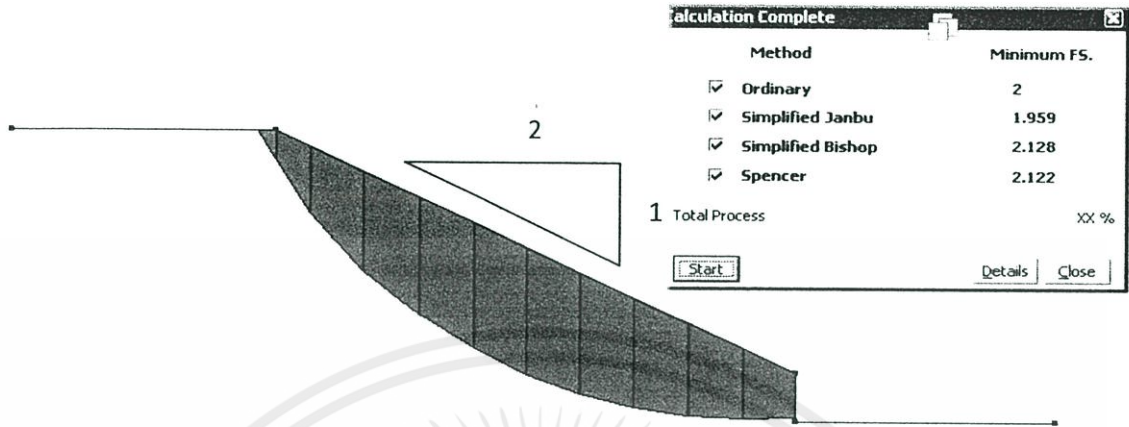
จ. นครศรีธรรมราช



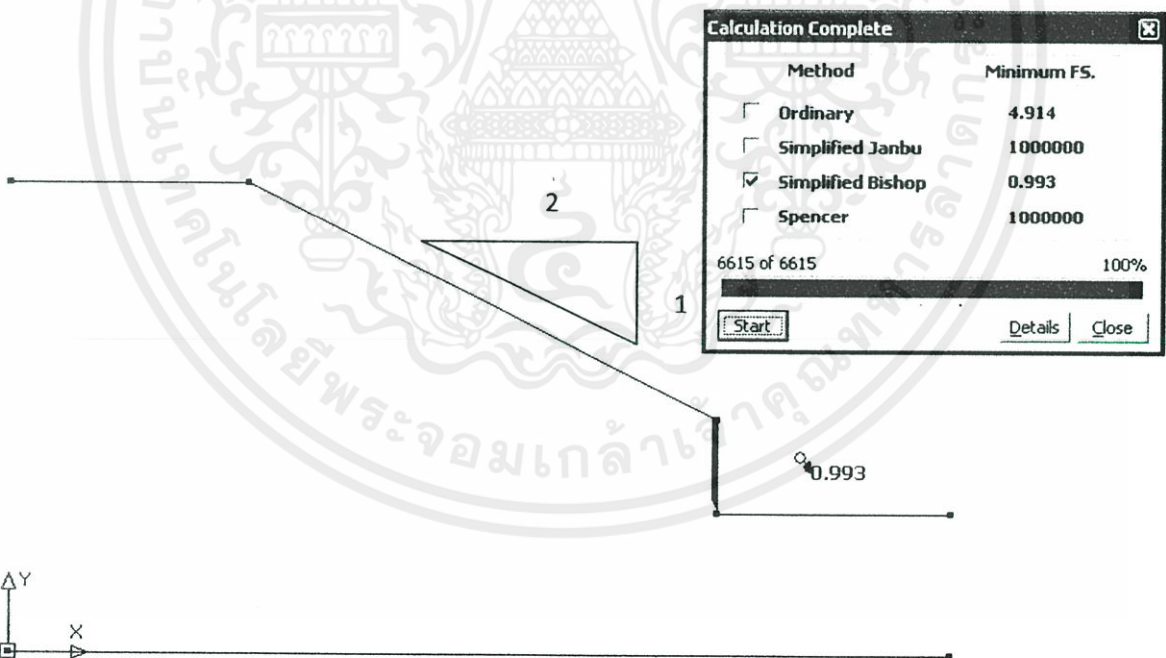
รูป 4.1 . ค่าF.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ Dry condition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.122

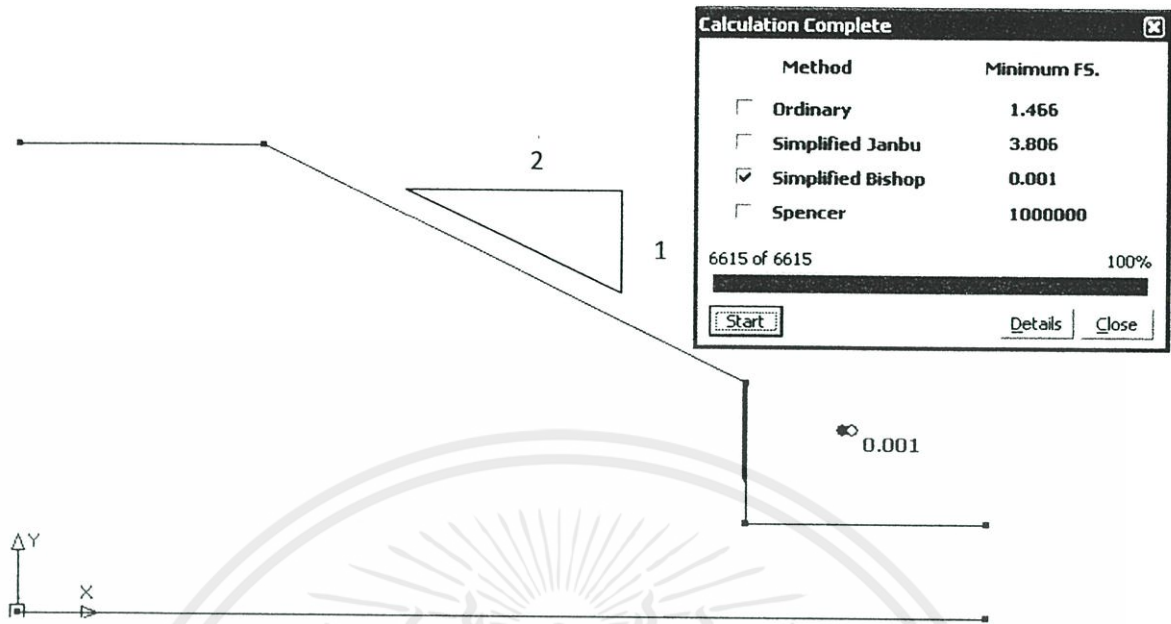


รูป 4.1.1. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป1m

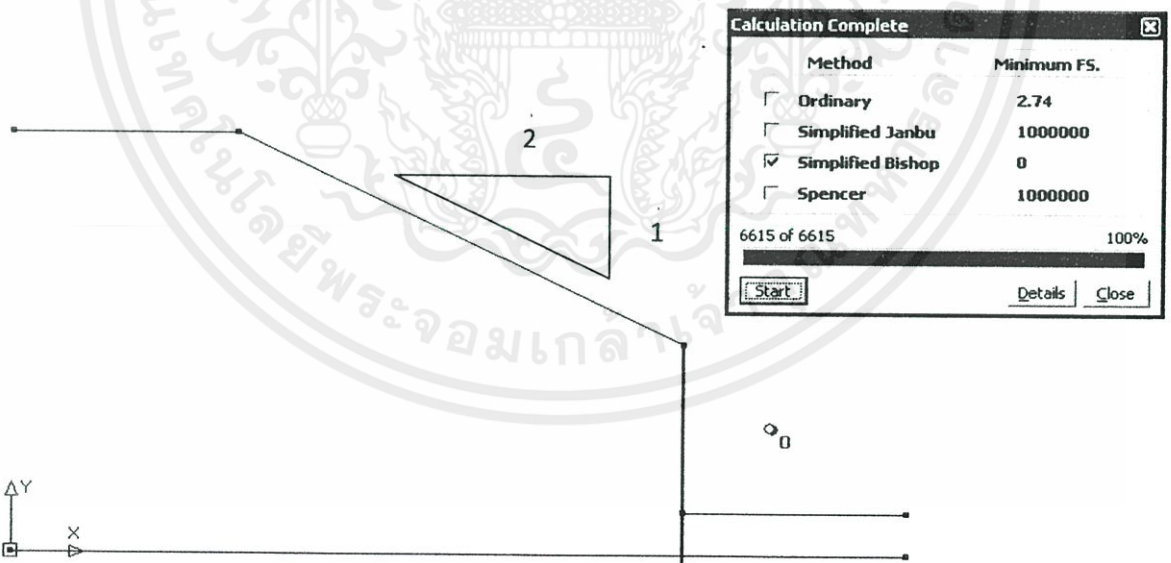


รูป 4.1.2. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป2m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูลนี้หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเอกสารนี้หรือข้อมูลอื่นใดไปใช้



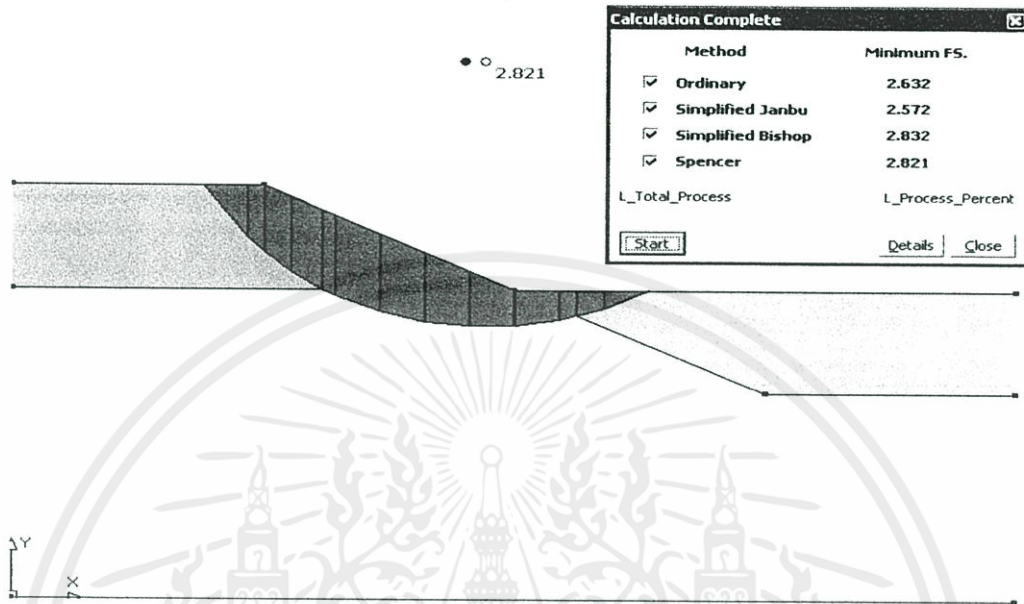
รูป 4.1.3. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป3m



รูป 4.1.4. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป 4m

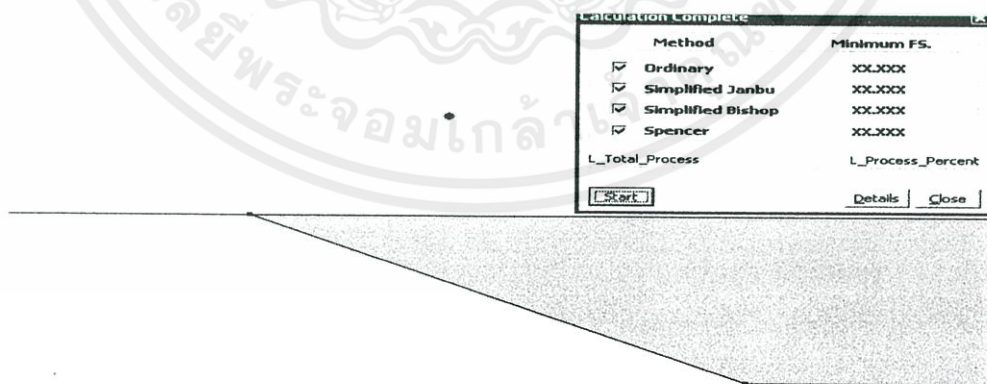
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ ค่า F.S. โดยใช้โปรแกรม KU SLOPE ในสภาพ Partial saturated condition



รูป 4.2 . ค่าF.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ Partial saturated condition

ผลการวิเคราะห์ ค่า F.S. โดยใช้โปรแกรม KU SLOPE ในสภาพ fully saturated condition

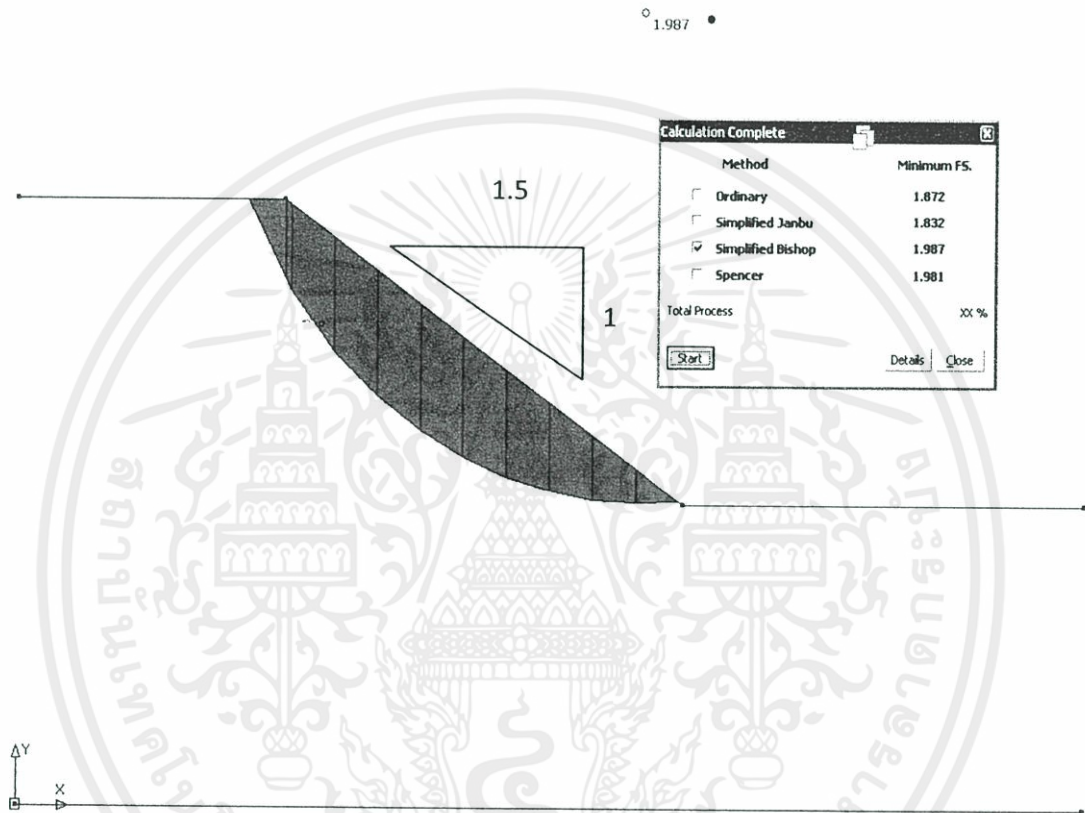


รูป 4.3 . ค่าF.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ fully saturated condition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

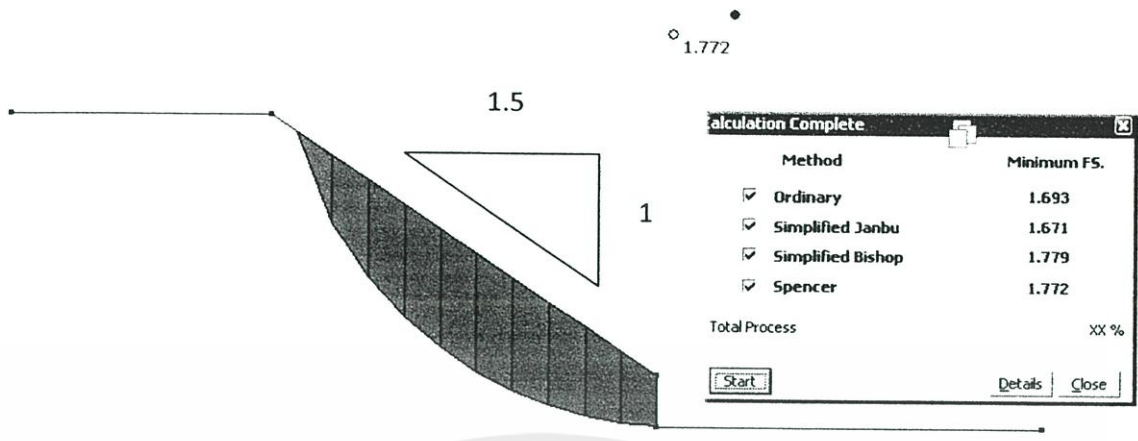
ผลการวิเคราะห์ ค่า F.S. โดยใช้โปรแกรม KU SLOPE ในสภาพ Dry condition

2.บริเวณของการเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณ กลางน้ำ ฝายคลองท่าทอน จ. นครศรีธรรมราช

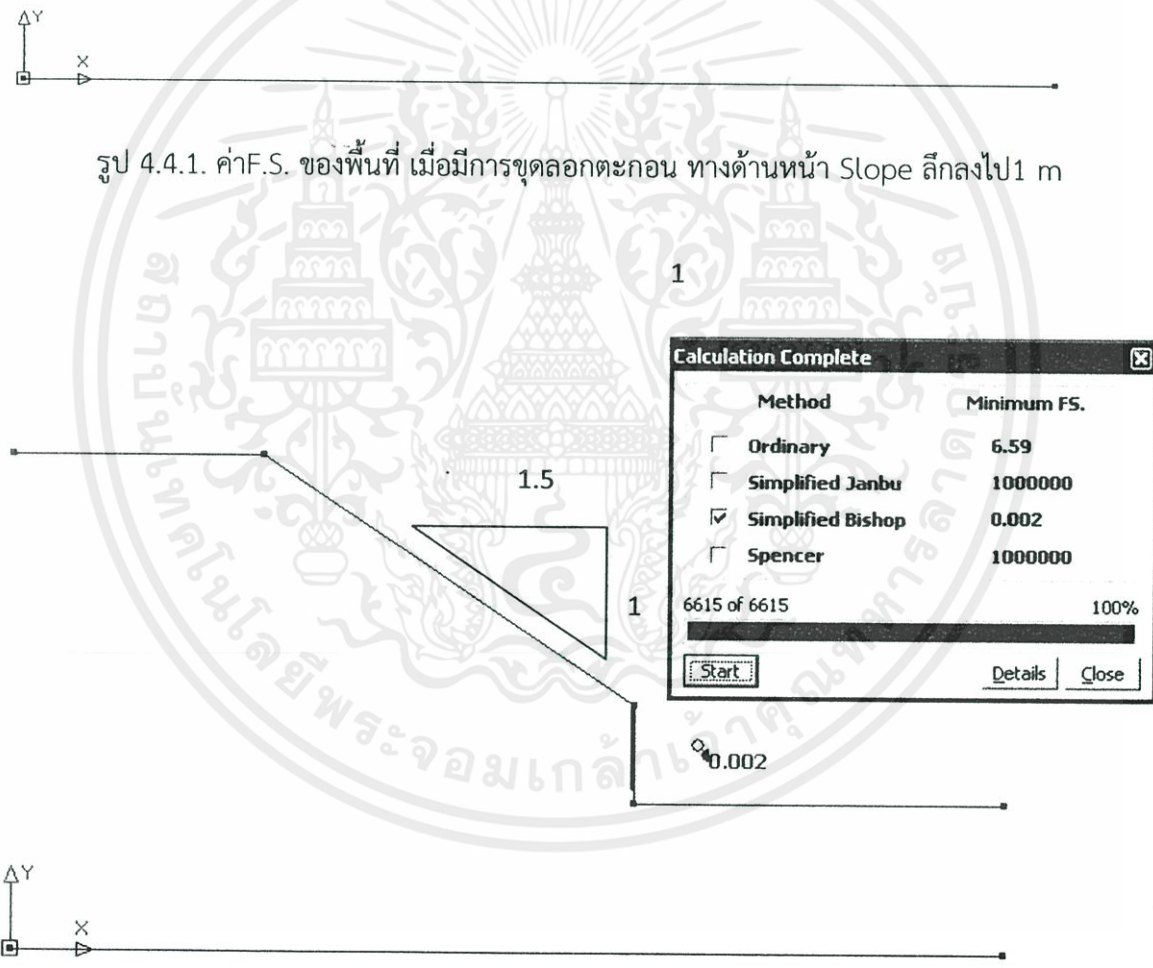


รูป 4.4 . ค่าF.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ Dry condition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

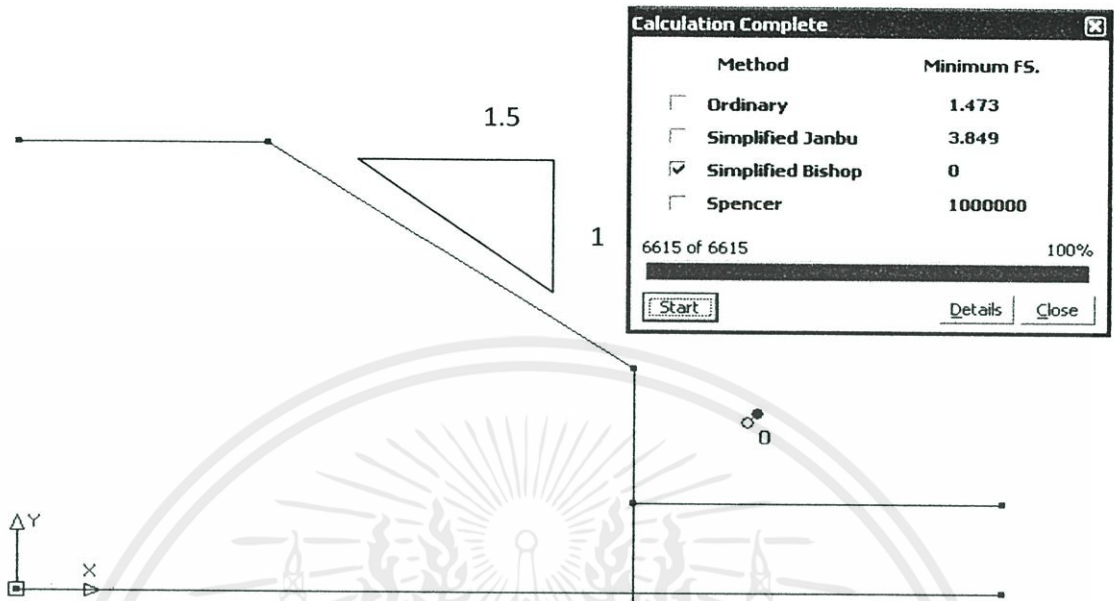


รูป 4.4.1. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป 1 m

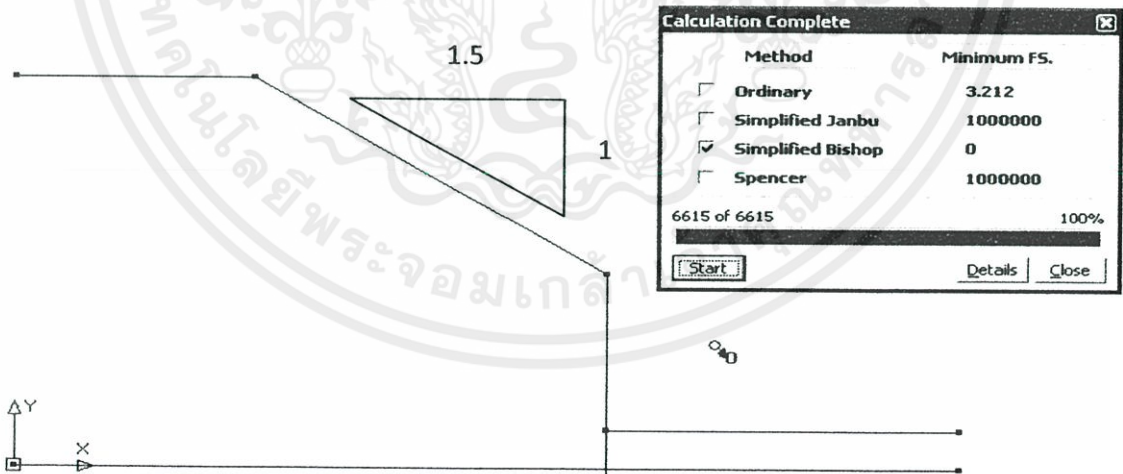


รูป 4.4.2. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป 2 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น คือทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



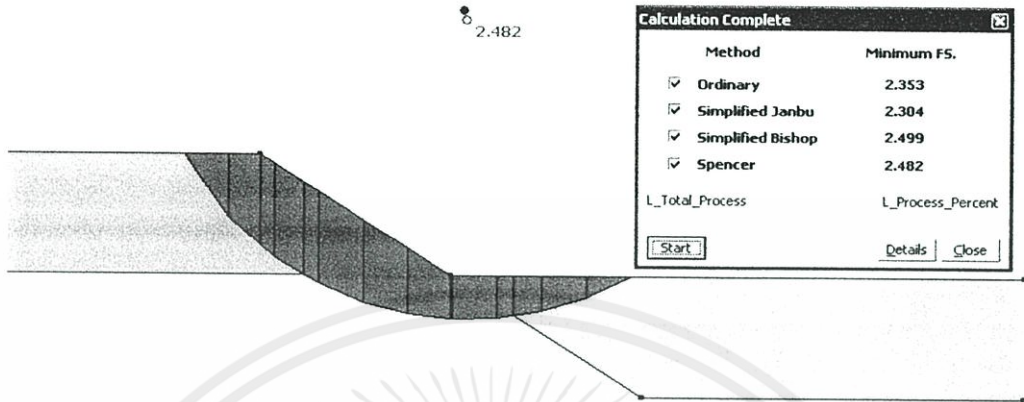
รูป 4.4.3. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป 3 m



รูป 4.4.4. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป 4 m

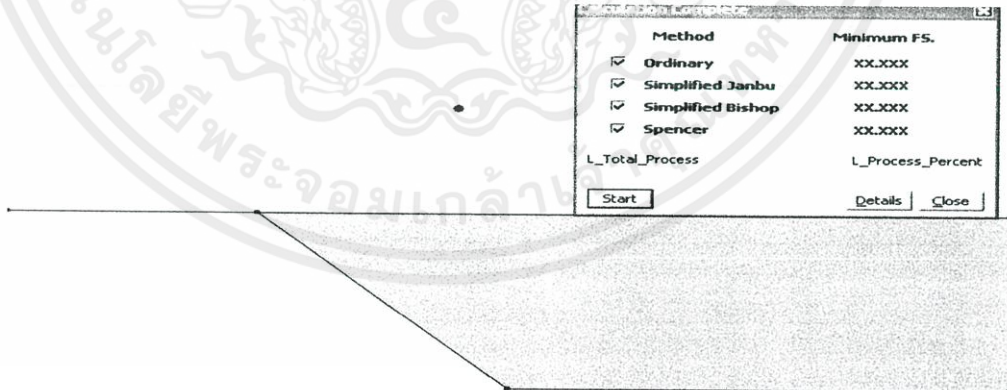
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ถือทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ ค่า F.S. โดยใช้โปรแกรม KU SLOPE ในสภาพ Partial saturated condition



รูป 4.5. ค่า F.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ Partial saturated condition

ผลการวิเคราะห์ ค่า F.S. โดยใช้โปรแกรม KU SLOPE ในสภาพ fully saturated condition



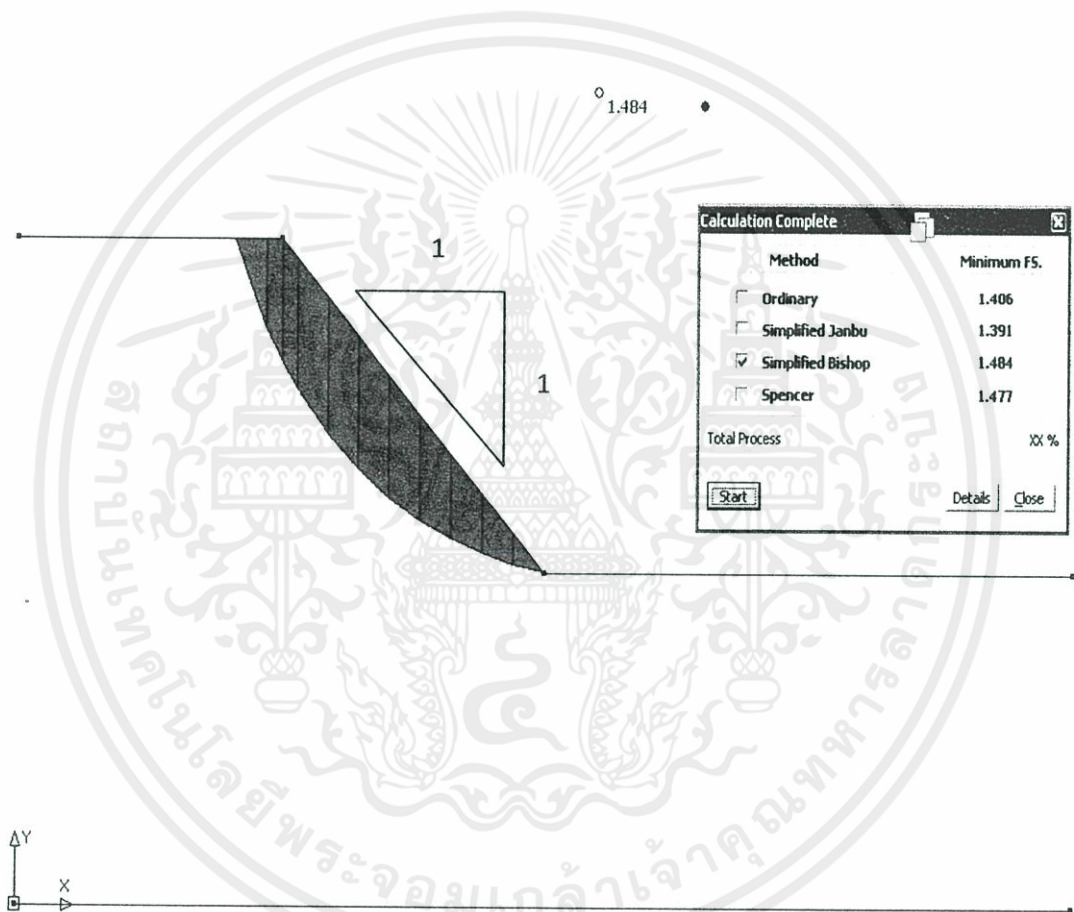
รูป 4.6. ค่า F.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ fully saturated condition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ขวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้อัดแปลงเนื้อหาหรือดัดแปลงข้อมูลข้างต้นของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ ค่า F.S. โดยใช้โปรแกรม KU SLOPE ในสภาพ Dry condition

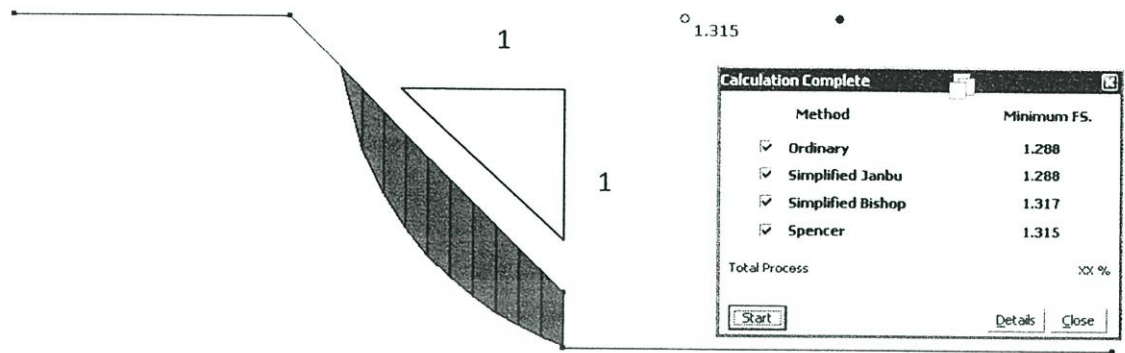
3.บริเวณของการเก็บตัวอย่างที่3 บริเวณทำยน้ำ บ้านเขื่อน ต.เทพราช อ. สีชล

จ.นครศรีธรรมราช

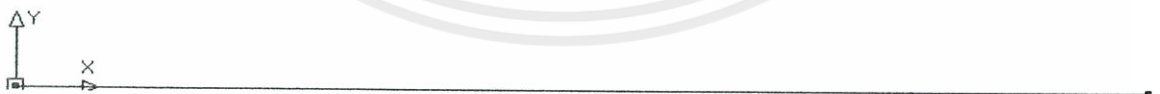
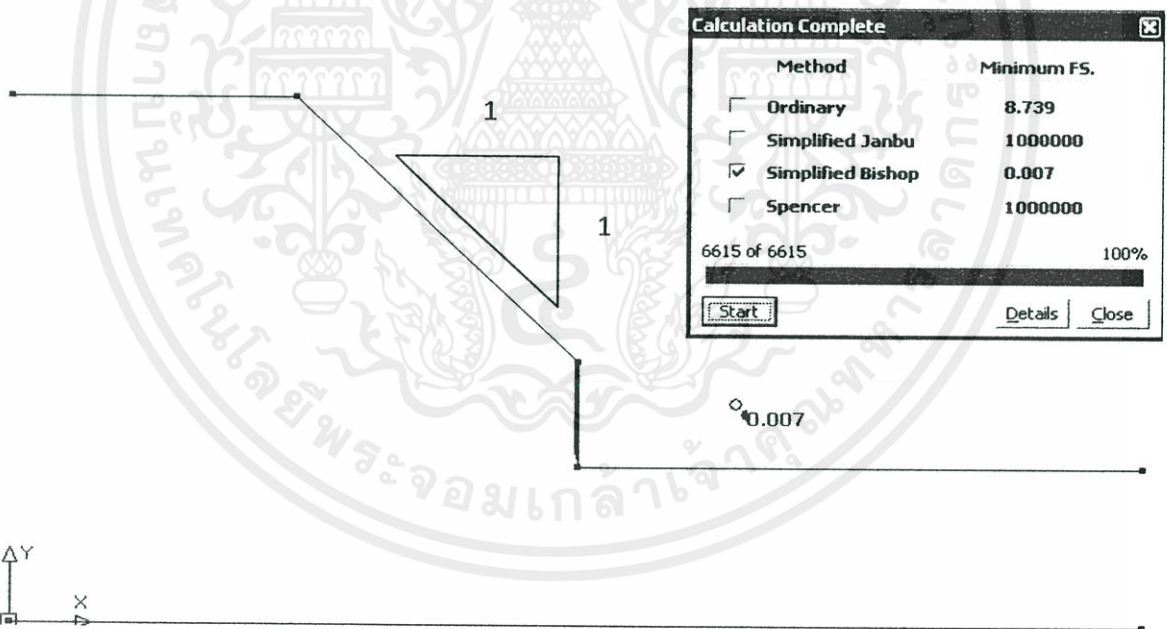


รูป 4.7. ค่าF.S. ของพื้นที่ รูป 4.4 . ค่าF.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ Dry condition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

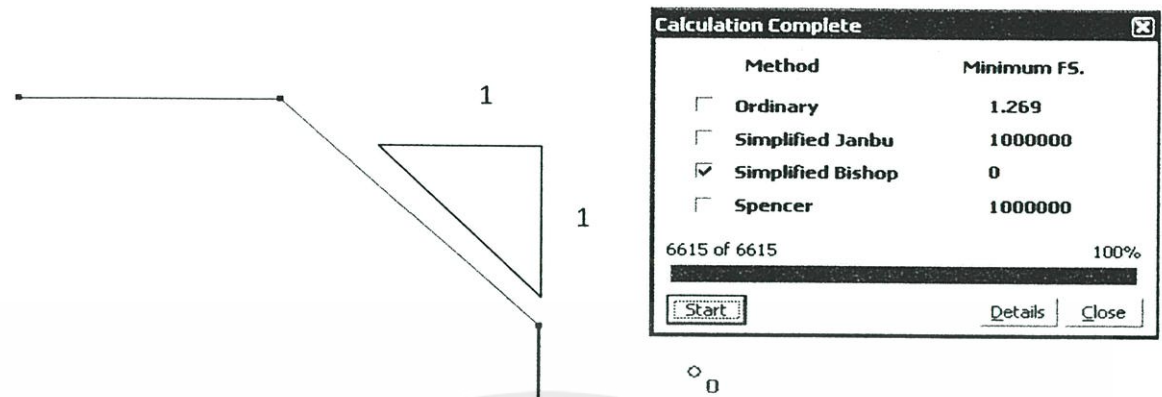


รูป 4.7.1. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป 1 m

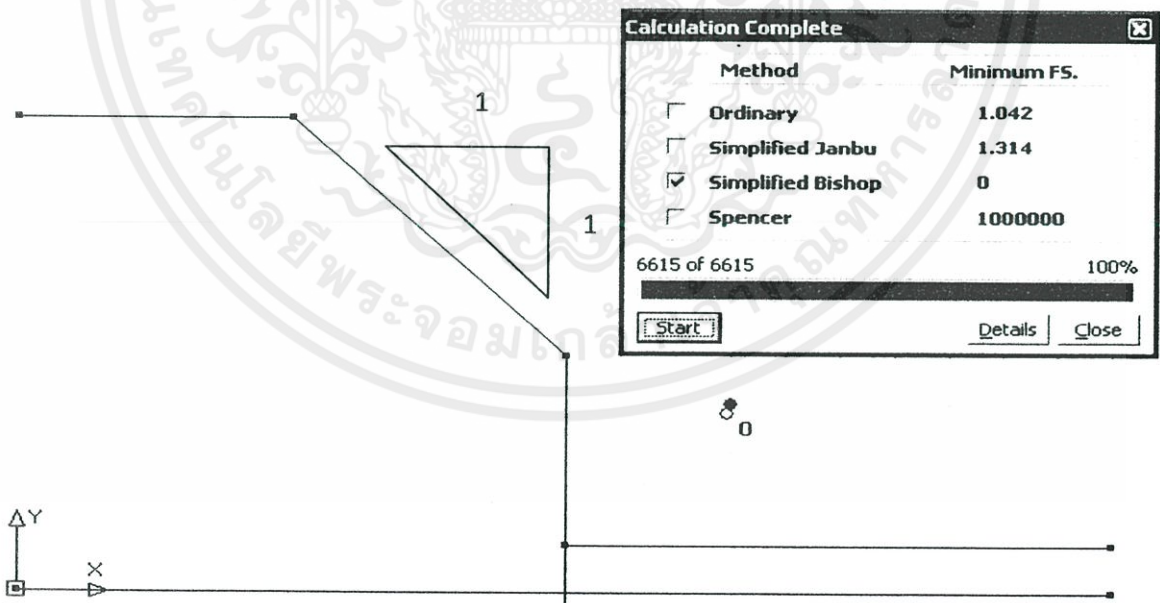


รูป 4.7.2. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป 2 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



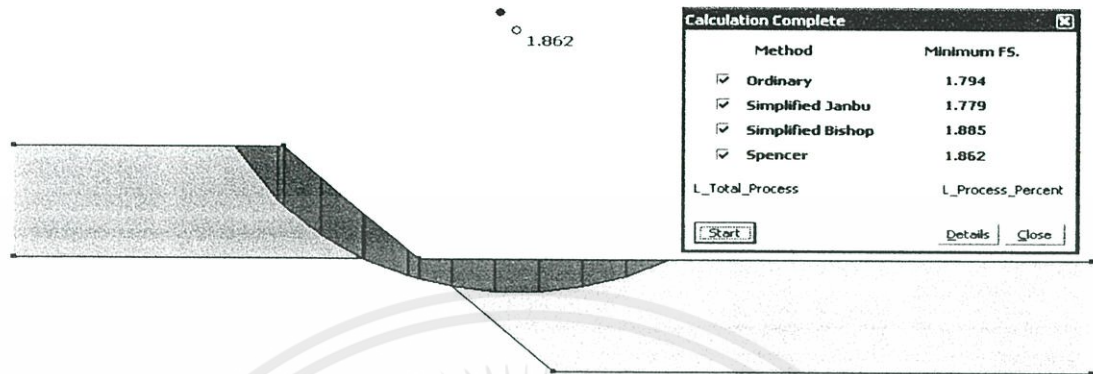
รูป 4.7.3. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป 3 m



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

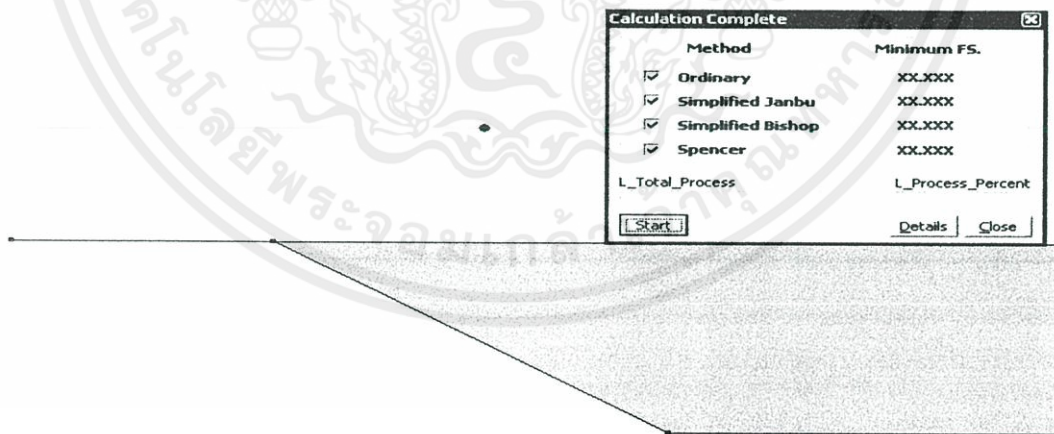
รูป 4.7.4. ค่าF.S. ของพื้นที่ เมื่อมีการขุดลอกตะกอน ทางด้านหน้า Slope ลึกลงไป 4 m

ผลการวิเคราะห์ ค่า F.S. โดยใช้โปรแกรม KU SLOPE ในสภาพ Partial saturated condition



รูป 4.8. ค่า F.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ Partial saturated condition

ผลการวิเคราะห์ ค่า F.S. โดยใช้โปรแกรม KU SLOPE ในสภาพ fully saturated condition



รูป 4.9. ค่า F.S. ของพื้นที่ ใน สภาพ fully saturated condition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดิน ที่ความลึกระดับต่างๆ ได้ผลการวิเคราะห์ในสภาพ Dry condition

| Dry condition | | | | | |
|--------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| บริเวณเก็บตัวอย่าง | ความลึก 0m | ความลึก 1 m | ความลึก 2 m | ความลึก 3 m | ความลึก 4 m |
| ต้นน้ำ | 2.355 | 2.128 | 0.993 | 0.001 | 0.000 |
| ฝายท่าหน | 1.987 | 1.779 | 0.002 | 0.000 | 0.000 |
| ท้ายน้ำ | 1.484 | 1.317 | 0.007 | 0.000 | 0.000 |

ตาราง 4.2 ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดิน ที่ความลึกของลาดดินเดิม ได้ผลการวิเคราะห์ในสภาพ Partial saturated condition

| บริเวณเก็บตัวอย่าง | Partial saturated condition |
|--------------------|-----------------------------|
| ต้นน้ำ | 2.832 |
| ฝายท่าหน | 2.499 |
| ท้ายน้ำ | 1.885 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3 ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดิน ที่ความลึกของลาดดินเดิม ได้ผลการวิเคราะห์
ในสภาพ fully saturated condition

| | |
|--------------------|---------------------------|
| บริเวณเก็บตัวอย่าง | fully saturated condition |
| ต้นน้ำ | xx.xxx |
| ฝายท่าหน | xx.xxx |
| ท้ายน้ำ | xx.xxx |

จากการวิเคราะห์ พบว่าเมื่อบริเวณ ท้ายน้ำ มีค่า สัมประสิทธิ์ความปลอดภัยต่ำที่สุด และเมื่อความลึกของหน้า slope เพิ่มมากขึ้น ทำให้ ค่า f.s. มีค่าต่ำลง และมีค่าความปลอดภัยต่ำสุดเมื่อมีการขุดลอกตะกอนลึกลงไปที่ระดับ 4 m ซึ่งอาจมีผลให้ลาดดินด้านบน เกิดการเคลื่อนตัว พังลงมาได้ จึงควรมีการปรับปรุงลาดดิน ให้มีค่าความปลอดภัยที่มากขึ้น

ตาราง 4.4 ข้อพิจารณาด้านแฟกเตอร์ความปลอดภัยมีดังนี้

| F.S. | สภาพความปลอดภัย |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| < 1.0 | ไม่ปลอดภัย |
| 1.0 - 1.25 | ความปลอดภัยที่ยังกำกวมอยู่ |
| 1.25 - 1.4 | มักใช้ในความลาดเอียงขูดและถมแต่ยังไม่น่าจะเพียงพอสำหรับงานเขื่อน และความความลาดเอียงที่มีโครงสร้างซับซ้อน |
| > 1.4 | มักใช้ในงานเขื่อน |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาความมั่นคงของลาดดินโดยการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ku slope โดยนำตัวอย่างดินมาทำการทดสอบในห้องทดสอบโดยการทดสอบความต้านทานแรงเฉือน พบว่าบริเวณหัวน้ำให้ค่าความเชื่อมแน่นระหว่างเม็ดดิน (C) = 0.8 ตันต่อตารางเมตร ให้ค่ามุมเสียดทานระหว่างเม็ดดินเท่ากับ 39 องศา หน่วยน้ำหนักเปียกของดินเท่ากับ 2.0 ตันต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ku ได้ค่า safety factor ดังนี้

ตารางที่ 5.1.ค่าสัมประสิทธิ์ความปลอดภัยบริเวณต้นน้ำ

| ค่า safety factor | | |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Dry condition | Partial saturated condition | fully saturated condition |
| 2.355 | 2.832 | xx.xxx |

บริเวณฝายคลองท่าหน ให้ค่าความเชื่อมแน่นระหว่างเม็ดดิน (C) = 0.9 ตันต่อตารางเมตรให้ค่ามุมเสียดทานระหว่างเม็ดดินเท่ากับ 32.5 องศา หน่วยน้ำหนักเปียกของดินเท่ากับ 2.2 ตันต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ku slope แล้วได้ค่า safety factor ดังนี้

ตารางที่ 5.2.ค่าสัมประสิทธิ์ความปลอดภัยบริเวณฝายท่าหน

| ค่า safety factor | | |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Dry condition | Partial saturated condition | fully saturated condition |
| 1.987 | 2.499 | xx.xxx |

บริเวณท้ายน้ำ ให้ค่าความเชื่อมั่นระหว่างเม็ดดิน (C) = 0.6 ตันต่อตารางเมตรให้ค่า มุมเสียดทานระหว่างเม็ดดินเท่ากับ 36 องศา หน่วยน้ำหนักเปียกของดินเท่ากับ 2.1 ตันต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ku slope แล้วได้ค่า safety factor ดังนี้

ตารางที่ 5.3.ค่าสัมประสิทธิ์ความปลอดภัยบริเวณท้ายน้ำ

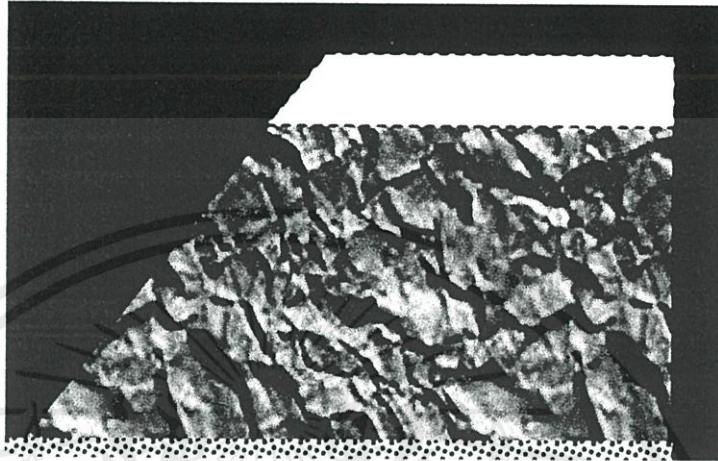
| ค่า safety factor | | |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Dry condition | Partial saturated condition | fully saturated condition |
| 1.484 | 1.885 | xx.xxx |

จากผลการวิเคราะห์พบว่าที่ลาดดินปกติ (Natural Slope) ในสภาวะต่างๆให้ค่าสัมประสิทธิ์ความปลอดภัย (F.S.) ไม่เท่ากัน โดยที่ สภาวะ Dry condition ซึ่งเป็นสภาพที่น้ำไม่มีการท่วมทางด้านหน้าของลาดดินจะให้ค่า F.S. น้อยที่สุด ในทางตรงข้ามในสภาพ fully saturated condition สภาพที่มีน้ำท่วมขังเต็มด้านหน้าของลาดดินตลอดแรงต้านน้ำจะช่วยต้านการเลื่อนไถลของลาดดิน ในกรณีที่ไม่มีย่าน้ำหนักกระทำด้านบน มีเพียงน้ำหนักของดินกระทำเพียงอย่างเดียว จะให้ค่า F.S. ที่มากจนไม่เกิดการวิบัติได้ ซึ่งจากการวิเคราะห์บริเวณที่มีค่า F.S. มากที่สุด คือบริเวณหัวน้ำเท่ากับ 2.355 ซึ่งมีความลาดชัน Y : X เท่ากับ 1 : 2 ลาดดินบริเวณนี้ ได้มีการปรับปรุงไว้ก่อนแล้ว ส่วนในบริเวณที่ให้ค่า F.S. ต่ำที่สุด คือบริเวณท้ายน้ำเท่ากับ 1.484 ซึ่งมีความลาดชัน Y : X เท่ากับ 1 : 1 ซึ่งยังไม่มีมีการปรับปรุงความชันของลาดดิน จึงเสี่ยงต่อการเคลื่อนตัวมาก โดยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของดินด้วย ซึ่งดินที่นำมาทดสอบเป็นดินชนิด sm-sw ซึ่งเป็นดินทรายปนตะกอนทรายมีค่าความเชื่อมั่นค่อนข้างต่ำมาก จึงควรมีการปรับปรุงค่าความลาดชันของลาดดิน ปรับปรุงความสูงของลาดดินเพื่อเพิ่มความมั่นคง

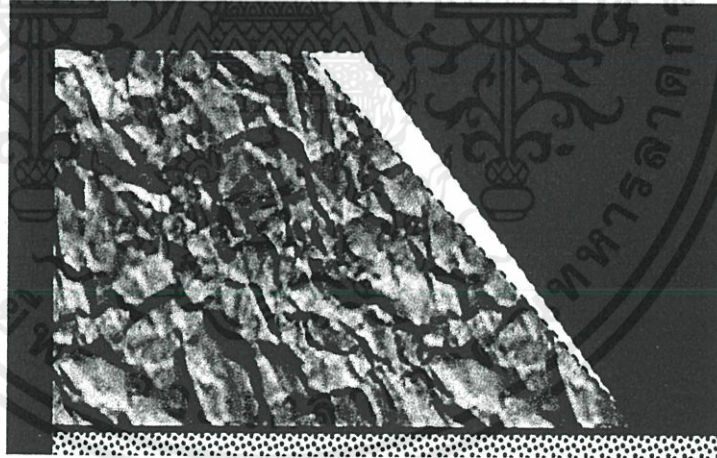
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

การตัดเปลี่ยนลาด (Geometrical Methods)

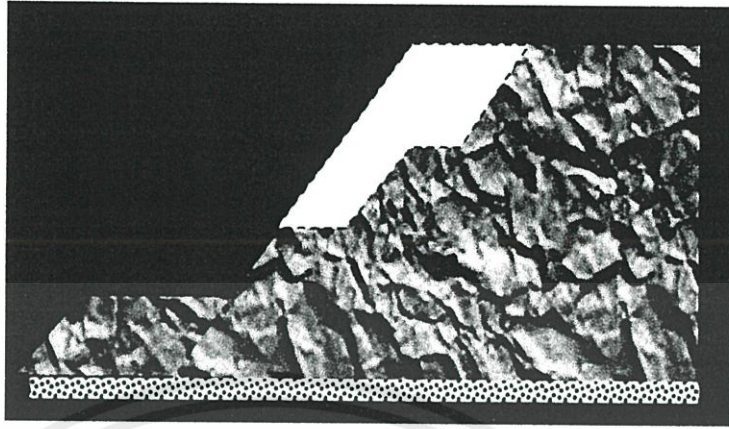


รูปที่ 5.1. ลดความสูงของลาดดิน

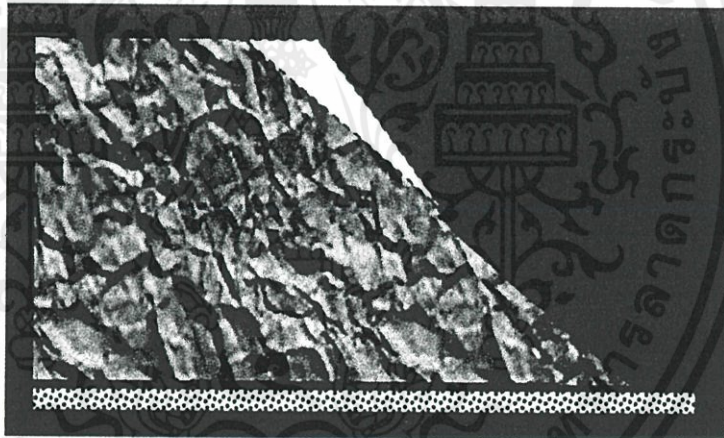


รูปที่ 5.2. ลดความลาดชันของลาดดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



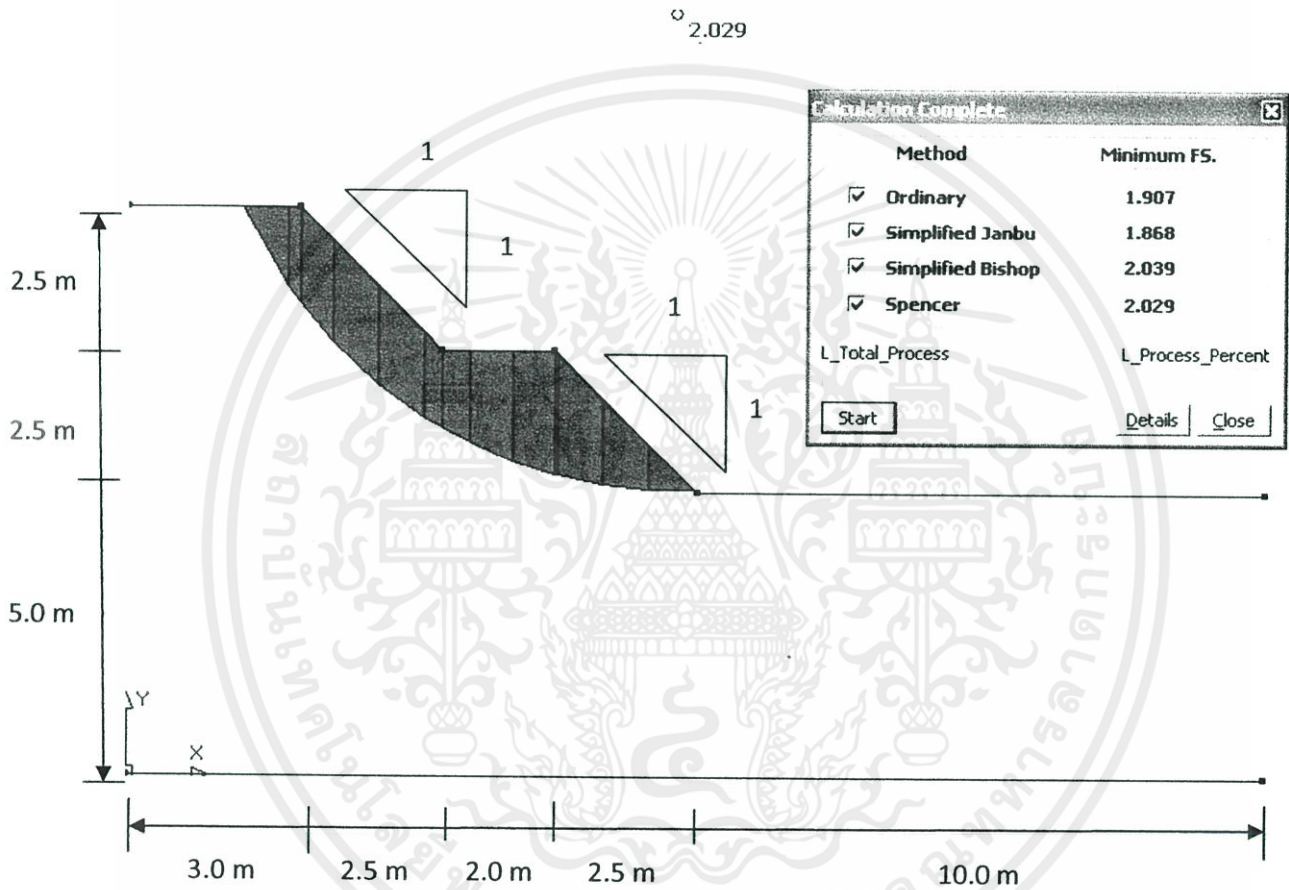
รูปที่ 5.3. การตัดส่วนบนแล้วถมส่วนล่างของลาดดิน



รูปที่ 5.4. การตัดส่วนบนแล้วถมส่วนล่างของลาดดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลาดดินที่ได้ทำการออกแบบใหม่เพื่อเพิ่มสัมประสิทธิ์ความปลอดภัยให้เพิ่มมากขึ้นและไม่เกิดการวิบัติ โดย ทำเป็นลักษณะ benching of slope ซึ่งค่า F.S. ของลาดดินเดิมเท่ากับ 1.484 เมื่อทำการปรับปรุงลาดดินใหม่ ค่า F.S. เพิ่มขึ้นเป็น 2.039



รูปที่ 5.5. ลาดดินที่ได้ทำการออกแบบใหม่โดยการ benching of slope

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

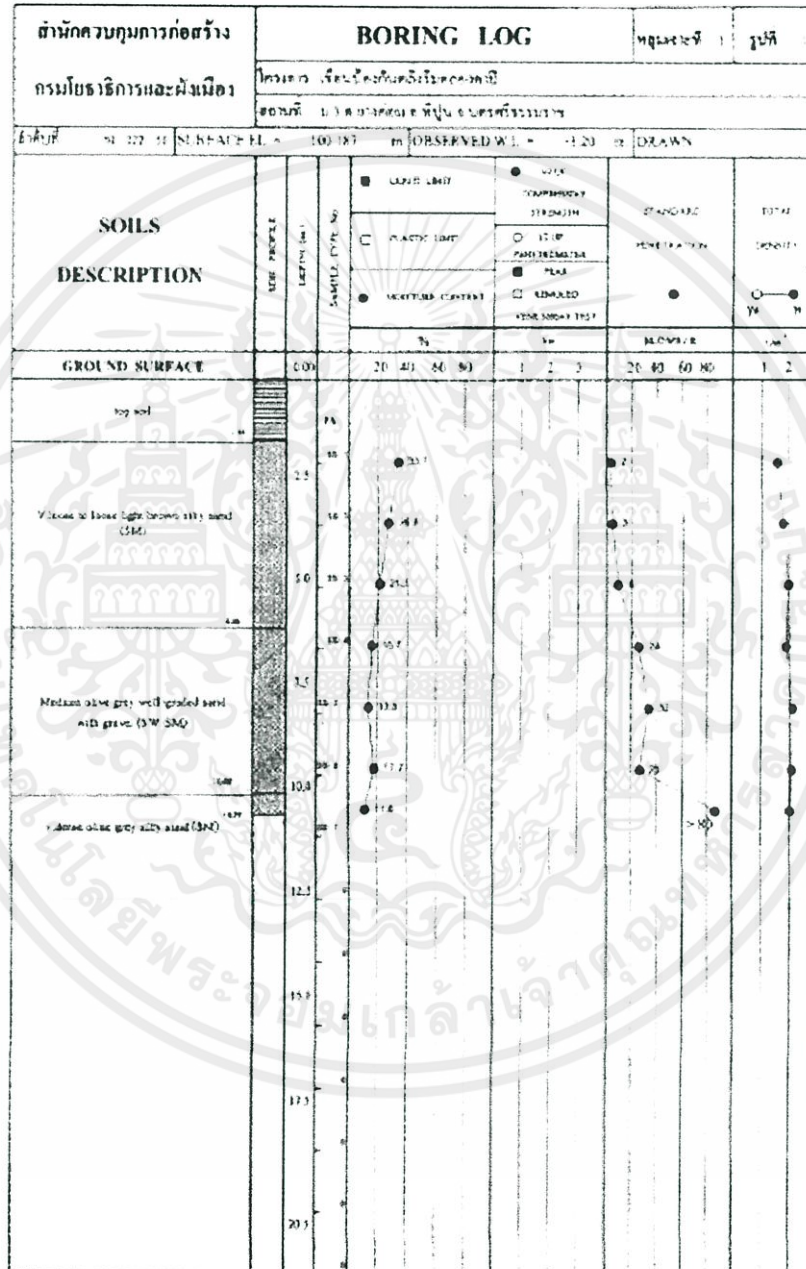
ข้อมูลชั้นต้นเบื้องต้นที่ใช้ในการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะชั้นดิน

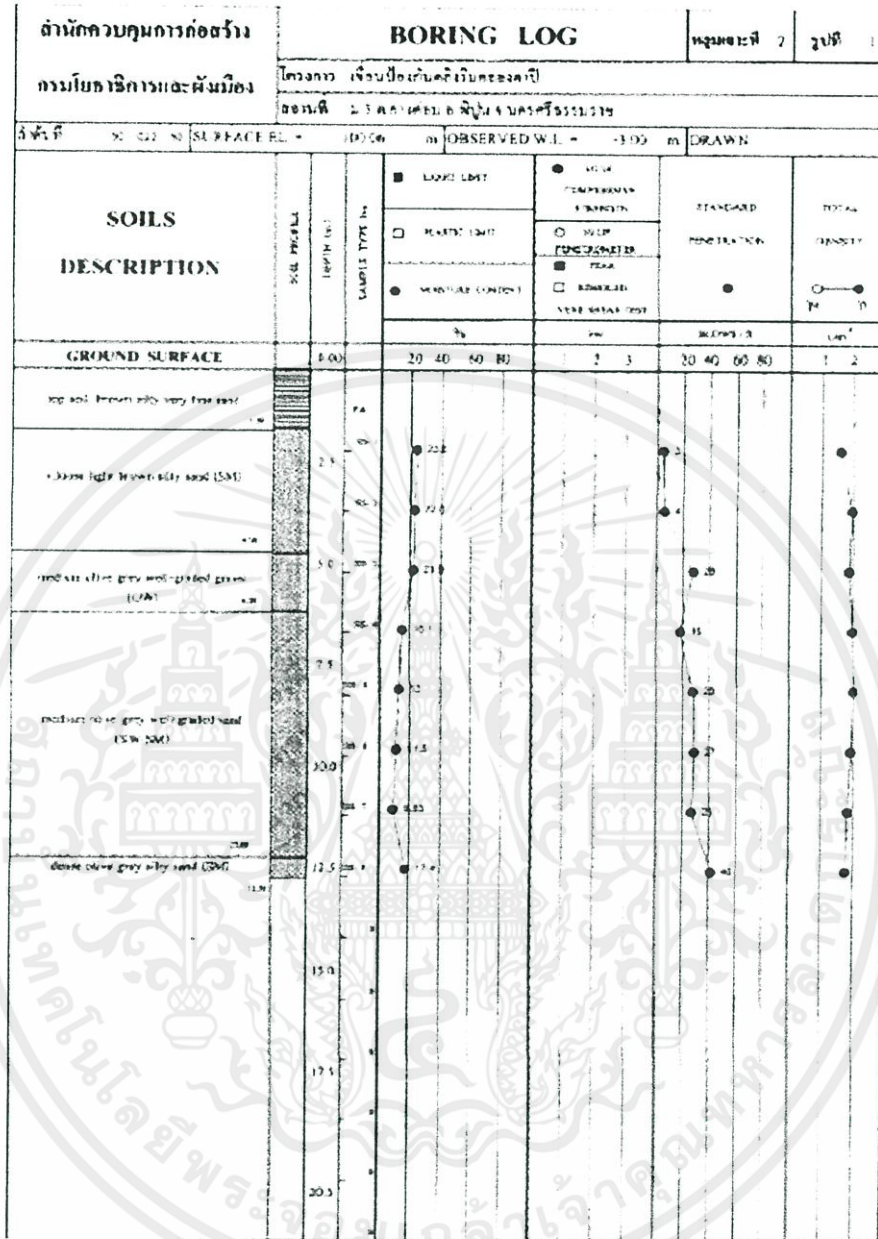
ลักษณะชั้นดิน บริเวณ ม.3 ต.ยางค่อม อ.พิบูล จ. นครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นบริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา

ตาราง ก-1 ลักษณะชั้นดิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก-2 ลักษณะชั้นดิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า 4

| โครงการ | | ชื่อหนังสือแบบพิมพ์โครงการ | | | | | สำนักควบคุมการก่อสร้าง กรมโยธาธิการและผังเมือง | | | | | | ผู้ตรวจ | | พื้นที่ประเมิน | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|--------------|---|---|---------------------------------------------------|---|----|------|----|------|------------------------------|------|--------------------|-------------|---------------------|-----|--------|---|------------|---|-------|---|---------|--|
| สถานที่ | | ม.จ.ตาก ถนน อ.บ้านตาก อ.ตากใต้ อ.ตาก | | | | | SUMMARY OF RESULT | | | | | | วิศวกร | | พื้นที่ตั้งโครงการ | | | | | | | | | | | |
| กลุ่มงานที่ | | I | | | | | ระดับพื้นผิวเดิม | | | | | | วิศวกรผู้ดำเนินการปฏิบัติงาน | | วันที่ดำเนินการ | | | | | | | | | | | |
| ระดับการทดสอบ | | 100 (1%) | | | | | MC | | LC | | UP | | DN WEIGHT | | SPT | | VANE SHEAR STRENGTH | | IMPFCT | | GRAIN SIZE | | | | | |
| DEPTH (m) | | SAMPLE TYPE | | GROUP SYMBOL | | | ATTERBEDG LIMITS (%) | | | MC % | | LC % | | UP % | | SPT blow/ft | | ksc | | | SHEAR TEST | | No. 4 | | No. 200 | |
| FORM TO | | No. | | LL PL PL | | | | | | | | | | | | Pa. Rk. St. | | | C O | | | | | | | |
| 0.00 | 1.30 | PA | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 1.50 | 1.95 | SS-1 | SM | NP | | | 33.60 | | | | | 1.50 | | 2 | | | | | (26) | | 99.50 | | 25.00 | | | |
| 3.00 | 3.45 | SS-2 | SM | NP | | | 26.83 | | | | | 1.64 | | 3 | | | | | (26) | | 99.50 | | 25.10 | | | |
| 4.50 | 4.95 | SS-3 | SM | NP | | | 21.69 | | | | | 2.07 | | 8 | | | | | (26) | | 99.50 | | 25.10 | | | |
| 6.00 | 6.45 | SS-4 | SM | NP | | | 13.70 | | | | | 1.97 | | 24 | | | | | (26) | | 97.50 | | 18.20 | | | |
| 7.50 | 7.95 | SS-5 | SM-NM | NP | | | 14.18 | | | | | 2.27 | | 12 | | | | | (26) | | 85.14 | | 11.20 | | | |
| 9.00 | 9.45 | SS-6 | EWEM | NP | | | 17.72 | | | | | 2.22 | | 25 | | | | | (26) | | 86.50 | | 11.20 | | | |
| 10.50 | 10.45 | SS-7 | SM | NP | | | 13.00 | | | | | 2.14 | | 37 | | | | | (26) | | 86.50 | | 14.10 | | | |
| | | | | | | | ค่าเฉลี่ยรวม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยรวมตามค่าในตารางข้างบนนี้ เป็นค่าเฉลี่ยรวม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ตาราง ก-3 ลักษณะชั้นดิน

| โครงการ | | ชื่อบริษัท/ผู้รับผิดชอบ | | สำนักงานโครงการและผังเมือง | | | | | | ผู้ทดสอบ | | วันที่ | | | | | | |
|------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|-------|------------|--------|------------|------------------|--------------|-------|---------------------------|----|------|------------------------|-------|----------------|---------|
| สถานที่ | | ชื่อ/สถานที่ | | SUMMARY OF RESULT | | | | | | ชื่อ/สถานที่ | | วันที่ | | | | | | |
| ระดับนำทาบ | | ระดับนำทาบ | | ระดับนำทาบ | | ระดับนำทาบ | | ระดับนำทาบ | | ระดับนำทาบ | | ระดับนำทาบ | | | | | | |
| DEPTH (m.) | SAMPLE TYPE | GROUP SYMBOL | ATTENBERG'S LIMITS (%) | | | MC (%) | LC (%) | IP (%) | DRAIN WEIGHT (%) | SPT Blows/ft | Sp Gr | VANE SHEAR STRENGTH (ksc) | | | UNSATURATED SWELL TEST | | GRAIN SIZE (%) | |
| | | | LL | PL | PI | | | | | | | CU | CV | ST | C | O | No. 4 | No. 200 |
| 0.00 | 1.00 | SA | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.00 | 1.05 | SB-1 | SM | NP | 23.62 | - | - | 1.63 | 2 | - | - | - | - | (24) | 100.0 | 100.0 | - | |
| 3.00 | 3.45 | SB-2 | SM | NP | 22.56 | - | - | 2.07 | 4 | - | - | - | - | (24) | 99.53 | 100.0 | - | |
| 4.00 | 4.05 | SB-3 | SW | NP | 21.94 | - | - | 1.95 | 16 | - | - | - | - | (24) | 99.97 | 100.0 | - | |
| 6.00 | 6.45 | SB-4 | SW-SM | NP | 15.14 | - | - | 2.09 | 16 | - | - | - | - | (24) | 85.02 | 99.0 | - | |
| 7.00 | 7.05 | SB-5 | SW-SM | NP | 13.04 | - | - | 2.13 | 28 | - | - | - | - | (24) | 84.03 | 89.5 | - | |
| 9.00 | 9.45 | SB-6 | SP-SW | NP | 11.52 | - | - | 1.04 | 27 | - | - | - | - | (24) | 76.22 | 89.5 | - | |
| 10.00 | 10.95 | SB-7 | SM | NP | 9.33 | - | - | 1.93 | 24 | - | - | - | - | (24) | 67.16 | 100.0 | - | |
| 12.00 | 12.45 | SB-8 | SM | NP | 17.29 | - | - | 1.85 | 40 | - | - | - | - | (24) | 100.00 | 100.0 | - | |
| END OF BORING | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| หมายเหตุ : 1. บึงศาลาน้อยมีผลตาม ม.ร.ว. 1 เป็นค่าโดยประมาณ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ผนวก ก-5




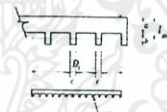
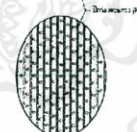
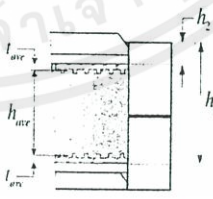
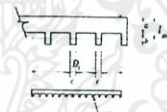
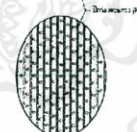
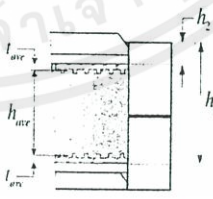
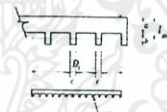
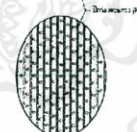
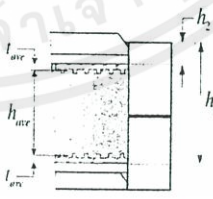
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ข-1

การศึกษาแรงเฉือนของดิน

การทดสอบแรงเฉือนของดิน (Direct Shear Test) ทดสอบโดยการนำตัวอย่างของดิน ที่ความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร ไปทดสอบแรงเฉือนของดิน (Direct Shear Test) ในห้องปฏิบัติการ โดยจะเก็บตัวอย่างในบริเวณ ต.เทพราช อ.สีชล จ.นครศรีธรรมราช มาทดสอบเพื่อหาแรงเฉือน ของ ตัวอย่างดินบริเวณหัวน้ำ กลางน้ำ และท้ายน้ำ

ตารางที่ ข-1 การทดสอบแรงเฉือนของดินบริเวณ หัวน้ำ หมู่ที่ 10 ต.ฉลอง อ. สีชล จ. นครศรีธรรมราช

|  SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------|------------------------|-------------------|---|------------|---------|---|-------------|-------------|---------|---|---|----------------|--------------|----------------|--------|-----------------------------------------------|---------------------|---|------------|---------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------|-----------------------|------------------------|-------|-------------------------|---------|---|---------------------------------|---------------------|---------------------------|---|---|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------|------|-------------------------------------|---------------------|---|-------------------------------------|------------------------|------------------------|--|--|--------------------------|--------|--|--|
| DIRECT SHEAR TEST (Page 1/3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Project : การศึกษาความมั่นคงของลาดคลองท่าหน อ.สีชล จ.นครศรีธรรมราช | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sample Form : | Date of Testing : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Description of Soil</th> <th colspan="4">WATER CONTENT DETERMINATION</th> </tr> <tr> <th colspan="4">Container No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Type of Test</td> <td>Consolidated Test</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Strain Rate</td> <td>0.10 mm/min</td> <td>887.30</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Load Scale K</td> <td>0.0328 kgf/Div</td> <td>834.70</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Sample No.</td> <td>1 2 3 4</td> <td>52.60</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Weight of Top Cap, g.</td> <td>487.00 487.00 487.00 -</td> <td>17.59</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Vertical Surcharge Loading, kg.</td> <td>0.816 1.632 3.264 -</td> <td>817.11</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Normal Stress, t/m²</td> <td>2.74 5.32 10.48 -</td> <td>6.44</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Max. Shear Stress, t/m²</td> <td>2.85 4.58 8.75 -</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | Description of Soil | WATER CONTENT DETERMINATION | | | | Container No. | | | | Type of Test | Consolidated Test | 1 | 2 | 3 | 4 | Strain Rate | 0.10 mm/min | 887.30 | - | - | - | Load Scale K | 0.0328 kgf/Div | 834.70 | - | - | - | Sample No. | 1 2 3 4 | 52.60 | - | - | - | Weight of Top Cap, g. | 487.00 487.00 487.00 - | 17.59 | - | - | - | Vertical Surcharge Loading, kg. | 0.816 1.632 3.264 - | 817.11 | - | - | - | Normal Stress, t/m ² | 2.74 5.32 10.48 - | 6.44 | - | - | - | Max. Shear Stress, t/m ² | 2.85 4.58 8.75 - | | | | | | | |
| Description of Soil | WATER CONTENT DETERMINATION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Container No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Type of Test | Consolidated Test | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Strain Rate | 0.10 mm/min | 887.30 | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Load Scale K | 0.0328 kgf/Div | 834.70 | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sample No. | 1 2 3 4 | 52.60 | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Weight of Top Cap, g. | 487.00 487.00 487.00 - | 17.59 | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vertical Surcharge Loading, kg. | 0.816 1.632 3.264 - | 817.11 | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Normal Stress, t/m ² | 2.74 5.32 10.48 - | 6.44 | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Max. Shear Stress, t/m ² | 2.85 4.58 8.75 - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SOIL SPECIMEN MEASUREMENTS</th> <th colspan="2">  $I_{wrc} = a + \frac{bc \sum L}{\left(\frac{\pi D_1^2}{4}\right)}$ </th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diameter (cm)</td> <td>6.344 6.344 6.344 -</td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Area * Circular Shape (cm²)</td> <td>31.609 31.609 31.609 -</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>h_1 (cm)</td> <td>- - - -</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>h_2 (cm)</td> <td>- - - -</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>t_{wrc} (cm)</td> <td>- - - -</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Height, $h_{wrc} = h_1 - h_2 - 2t_{wrc}$ (cm)</td> <td>3.486 3.486 3.486 -</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Volume (cm³)</td> <td>62.340 62.340 62.340 -</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Weight of Soil+Container (g)</td> <td>- - - -</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Weight of Container (g)</td> <td>- - - -</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Weight of Soil (g)</td> <td>126.000 124.000 123.000 -</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wet Unit Weight (t/m³)</td> <td>2.021 1.989 1.973 -</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dry Unit Weight (t/m³)</td> <td>1.899 1.869 1.854 -</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Controlled Dry Density</td> <td>1.874 t/m³</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Controlled Water Content</td> <td>6.44 %</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | SOIL SPECIMEN MEASUREMENTS | |  $I_{wrc} = a + \frac{bc \sum L}{\left(\frac{\pi D_1^2}{4}\right)}$ | | 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_{wrc} (cm) | - - - - | | | Height, $h_{wrc} = h_1 - h_2 - 2t_{wrc}$ (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 - | | | Controlled Dry Density | 1.874 t/m ³ | | | Controlled Water Content | 6.44 % | | |
| SOIL SPECIMEN MEASUREMENTS | |  $I_{wrc} = a + \frac{bc \sum L}{\left(\frac{\pi D_1^2}{4}\right)}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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_{wrc} (cm) | - - - - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Height, $h_{wrc} = h_1 - h_2 - 2t_{wrc}$ (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 - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Controlled Dry Density | 1.874 t/m ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Controlled Water Content | 6.44 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TESTED BY : Mr.Theeradetch Kumwilai | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| APPROVED BY : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข-2การทดสอบแรงเฉือนของดินบริเวณ หัวน้ำ หมู่ที่ 10 ต.ฉลอง อ. สีล จ. นครศรีธรรมราช



SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

DIRECT SHEAR TEST (Page 2/3)

| | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|------|-------|--------------|-------------------|--------|--------|
| Project : | การศึกษาความมั่นคงของลาดตลิ่งคลองท่าหน อ.สีล จ.นครศรีธรรม | | | | | | |
| Sample Form : | 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 | | |
|------------|--------------|----------------------|--------------------|--------------|----------------------|--------------------|--------------|----------------------|--------------------|--------------|----------------------|--------------------|
| | 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



SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

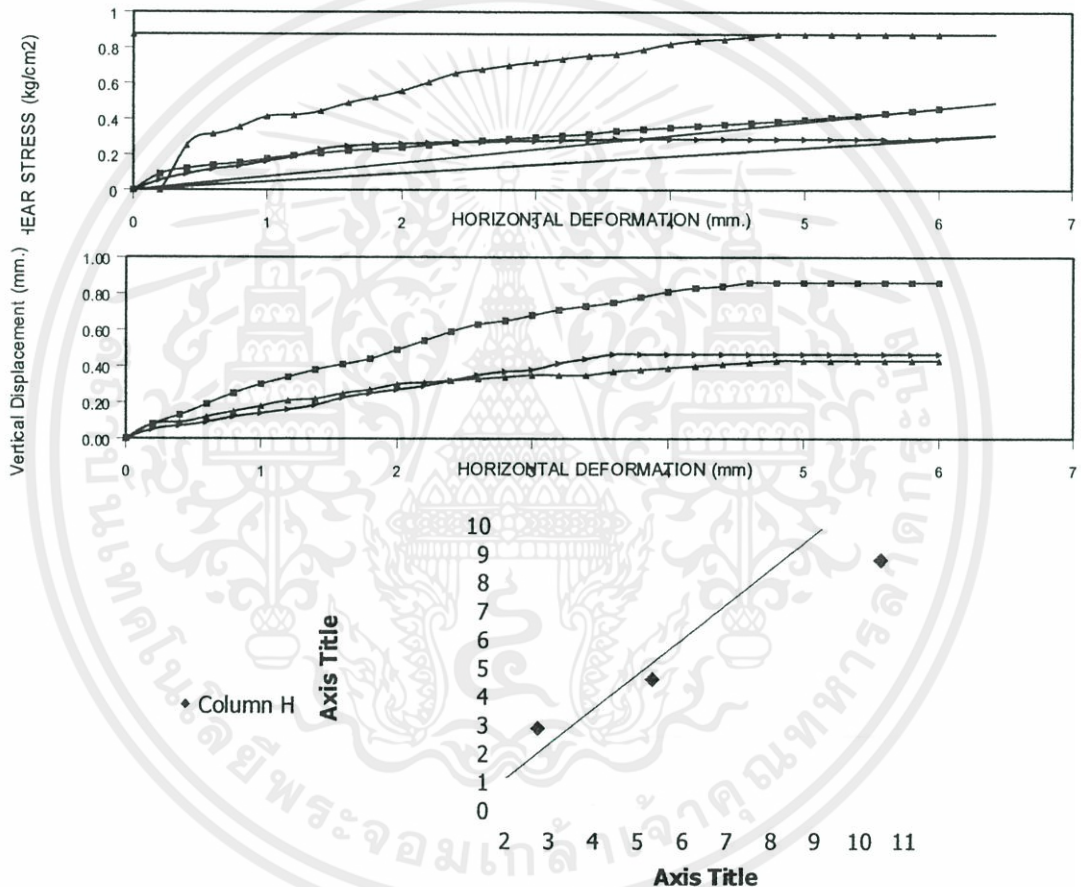
DIRECT SHEAR TEST (Page 3/3)

Project : การศึกษาความมั่นคงของลาดดินคลองท่าหน อ.สีชล จ.นครศรีธรรมราช

Sample Form :

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 |
| | | ϕ = | 38.94° | | C = | 0.80 | t/m ² |

TESTED BY :

APPROVED BY :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และสิ่งอื่นซึ่งอาจถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข-4การทดสอบแรงเฉือนของดินบริเวณ กลางน้ำ ฝายคลองท่าหน



SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

การศึกษาความมั่นคงของอาคารคังคองท่าหน อ.ลิดขล จ.นครศรีธรรมราช

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

DIRECT SHEAR TEST (Page 1/3)

Project : การศึกษาความมั่นคงของอาคารคังคองท่าหน อ.ลิดขล จ.นครศรีธรรมราช

Sample Form :

Date of Testing :

| Description of Soil | ดินฝุ่น | | | | WATER CONTENT DETERMINATION | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------|---------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------|---------------------|-------|---|---|---|
| | Consolidated Test | | | | Container No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| Type of Test | 0.10 | | | | mm/min | Weight of Wet Soil+Container, g | 748.00 | - | - | - | | |
| Strain Rate | 0.0328 | | | | kg f/Div | Weight of Dry Soil+Container, g | 690.51 | - | - | - | | |
| Load Scale K | 1 | | | | 2 | 3 | 4 | Weight of Water, g. | 57.49 | - | - | - |
| Sample No. | 487.00 | 487.00 | 487.00 | - | Weight of Container, g. | 17.59 | - | - | - | | | |
| Weight of Top Cap, g. | 0.816 | 1.632 | 3.264 | - | Weight of Dry Soil, g. | 672.92 | - | - | - | | | |
| Vertical Surcharge Loading, kg. | 2.74 | 5.32 | 10.48 | - | Water Content, % | 8.54 | - | - | - | | | |
| Normal Stress, t/cm ² | 2.87 | 4.50 | 7.23 | - | <p> $t_{ave} = a + \frac{bc \sum L}{\pi D_1^2}$ $h_{ave} = h_1 - h_2 - 2t_{ave}$ </p> | | | | | | | |
| Max. Shear Stress, t/cm ² | 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) | 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 | - | | | | | | | | |
| 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 ข-5การทดสอบแรงเฉือนของดินบริเวณ กลางน้ำ ฝ่ายคลองท่าหน



SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
 FACULTY OF ENGINEERING
 KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

DIRECT SHEAR TEST (Page 2/3)

Project :การศึกษาความมั่นคงของลาดตลิ่งคลองท่าหน อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช

Sample Form :

Date of T

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

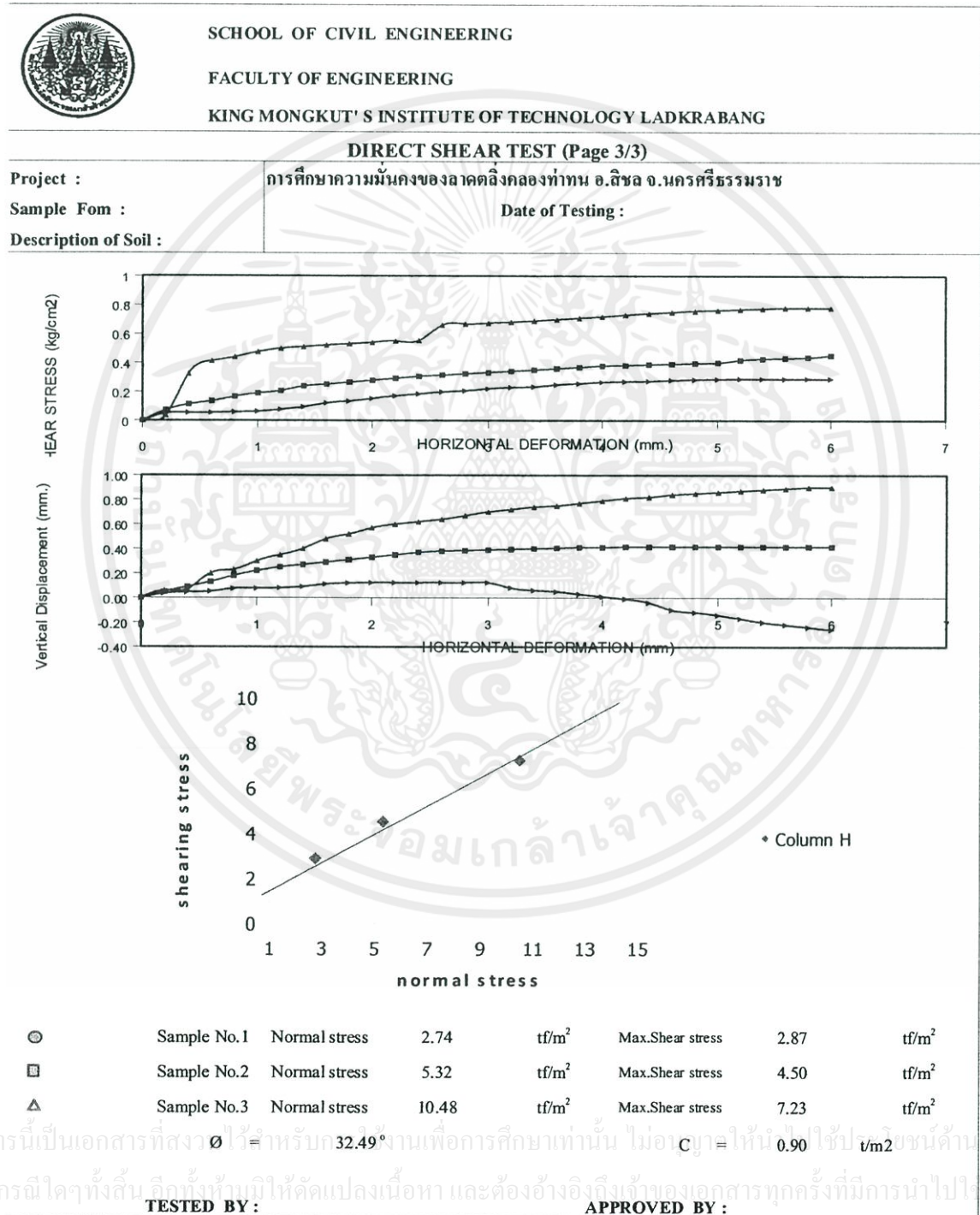
| Horizontal Deformation mm. | Sample No. 1 | | | Sample No.2 | | | Sample No. 3 | | | Sample No. 4 | | |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|
| | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress | Proving Ring | Vertical Deformation | Shearing Stress |
| | 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 :

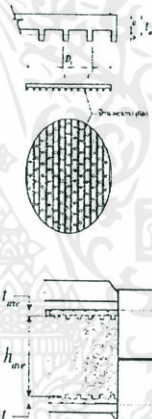
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 ผนวก ข-7

ตาราง ข-6การทดสอบแรงเฉือนของดินบริเวณ กลางน้ำ ฝายคลองท่าหน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับค 32.49 งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ถือทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข-7 การทดสอบแรงเฉือนของดินบริเวณท้ายน้ำ บ้านฝายน อ. สีชล จ. นครศรีธรรมราช

| Description of Soil | | หินปูน | | WATER CONTENT DETERMINATION | | | |
|---------------------------------------------------------|---------|-------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|---|
| | | Consolidated Test | | Container No. | | | |
| Type of Test | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Strain Rate | 0.10 | mm/min | | Weight of Wet Soil+Container, g. | 936.00 | - | - |
| Load Scale K | 0.0328 | kgf/Div | | Weight of Dry Soil+Container, g. | 868.79 | - | - |
| Sample No. | 1 | 2 | 3 | 4 | Weight of Water, g. | 67.21 | - |
| Weight of Top Cap, g. | 487.00 | 487.00 | 487.00 | - | Weight of Container, g. | 17.59 | - |
| Vertical Surcharge Loading, kg. | 0.816 | 1.632 | 3.264 | - | Weight of Dry Soil, g. | 851.20 | - |
| Normal Stress, t/m ² | 2.74 | 5.32 | 10.48 | - | Water Content, % | 7.90 | - |
| Max. Shear Stress, t/m ² | 2.38 | 5.03 | 8.03 | - | | | |
| SOIL SPECIMEN MEASUREMENTS | | | |  $t_{ave} = a + \frac{bc \sum L}{\left(\frac{\pi D_1^2}{4} \right)}$ | | | |
| 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, $h_{ave} = \frac{h_1 + h_2}{2} - 2t_{ave}$ (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) | 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 | - | | | |
| Controlled Dry Density | 1.943 | t/m ³ | | | | | |
| Controlled Water Content | 7.90 | % | | | | | |
| | | | | TESTED BY: | APPROVED BY: | | |
| | | | | Mr.Theeradetch Kumwilai | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข-8การทดสอบแรงเฉือนของดินบริเวณท้ายน้ำ บ้านเขื่อน อ. สีชล จ.นครศรีธรรมราช



SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

DIRECT SHEAR TEST (Page 2/3)

Project :การศึกษาความมั่นคงของลาดตลิ่งคลองท่าทอน อ.สีชล จ.นครศรีธรรมราช

Sample Form :

Date of Testing :

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

| Horizontal Deformation mm. | 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 |
| | 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 อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข-9 การทดสอบแรงเฉือนของดินบริเวณท้ายน้ำ บ้านฝายน อ. สีชล จ.นครศรีธรรมราช



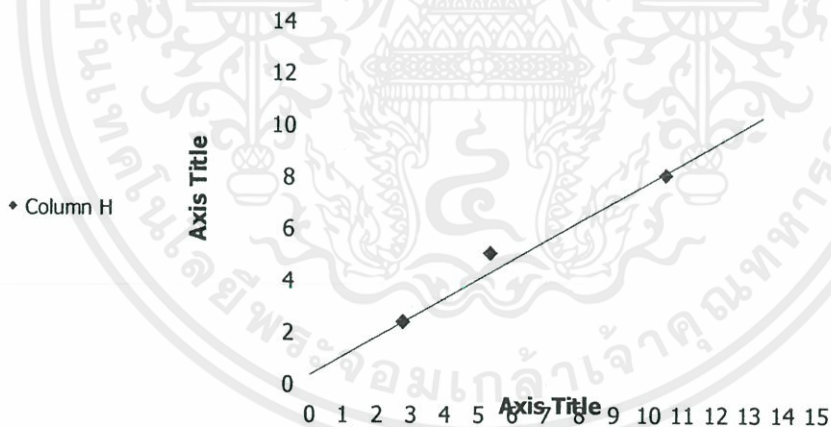
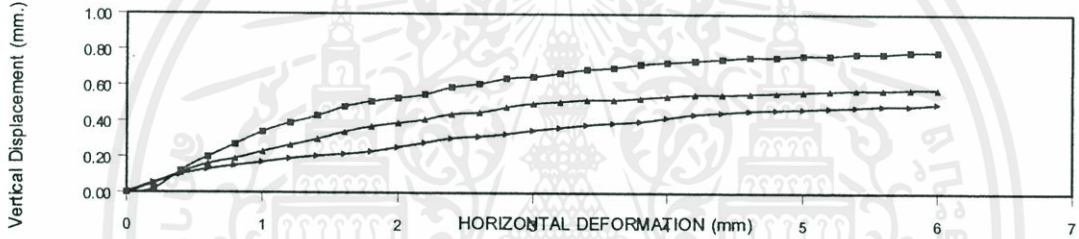
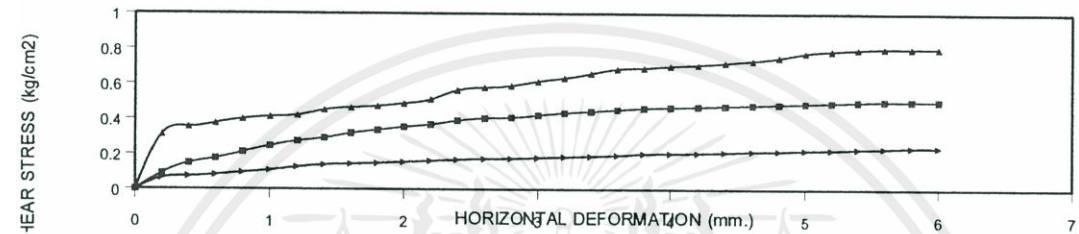
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
 FACULTY OF ENGINEERING
 KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

DIRECT SHEAR TEST (Page 3/3)

Project : การศึกษาความมั่นคงของลาดตลิ่งคลองท่าหน อ.สีชล จ.นครศรีธรรมราช

Sample Form : 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 |
| | | $\phi =$ | 36.12° | | $C =$ | 0.60 | t/m2 |

TESTED BY :

APPROVED BY :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาความหนาแน่นของดินในสนาม

การหาความหนาแน่นของดินในสนามเพื่อหาความหนาแน่นและคุณสมบัติต่างๆของดิน
ตาราง ค-1 ผลการหาความหนาแน่นของดินในสนามบริเวณหัวน้ำ หมู่ที่ 10 ต.ฉลอง อ. สีชล

| FIELD DENSITY TEST | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|---|
| PROJECT <u>TheStudy of Erosion Behavior of the Landslide Mass and Using of Vegetation for Erosion Protection of the Land Slide Mass; case study on TheparatSichol district Nakhon Si Thammarat Province</u> | | | |
| SOIL DESCRIPTION | | TEST BY | |
| LOCATION หมู่10 ต.บ้านเขื่อนDATE | | | |
| 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/cm ³ | 1.6 | 1.6 | |
| Volume of Hole = wt. sand/density ,cm ³ | 582.50 | 455.63 | |
| SUMMARY | | | |
| Wet Unit Weight in Field ,g/cm ³ | 2.16 | 1.82 | |
| Dry Unit Weight in Filed ,g/cm ³ | 1.93 | 1.66 | |
| REMARK: | | | |

การหาความหนาแน่นของดินในสนามบริเวณบ้าน อบต.

ตาราง ค-2 ผลการหาความหนาแน่นของดินในสนามบริเวณ กลางน้ำ ฝายคลองท่าหน

| FIELD DENSITY TEST | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|---|
| PROJECT <u>TheStudy of Erosion Behavior of the Landslide Mass and Using of Vegetation for Erosion Protection of the Land Slide Mass; case study on TheparatSichol district Nakhon Si Thammarat Province</u> | | | |
| 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/cm ³ | 1.60 | 1.60 | |
| Volume of Hole = wt. sand/density ,cm ³ | 755.55 | 801.25 | |
| SUMMARY | | | |
| Wet Unit Weight in Field ,g/cm ³ | 2.58 | 2.15 | |
| Dry Unit Weight in Filed ,g/cm ³ | 2.37 | 1.95 | |
| REMARK: ความหนาแน่นมีค่ามากเนื่องจากดินบริเวณนั้นมีการถมบดอัดก่อนสร้างบ้าน | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-3 ผลการหาความหนาแน่นของดินในสนามบริเวณ ท้ายน้ำ บ้านเขื่อน ต.เทพราช อ. สีชล

| FIELD DENSITY TEST | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|---|
| PROJECT <u>TheStudy of Erosion Behavior of the Landslide Mass and Using of Vegetation for Erosion Protection of the Land Slide Mass; case study on TheparatSichol district Nakhon Si Thammarat Province</u> | | | |
| SOIL DESCRIPTION | | TEST BY | |
| LOCATION โรงเรียนวัดธารน้ำฉาDATE | | | |
| 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/cm ³ | 1.60 | 1.60 | |
| Volume of Hole = wt. sand/density ,cm ³ | 713.75 | 574.375 | |
| SUMMARY | | | |
| Wet Unit Weight in Field ,g/cm ³ | 1.97 | 2.27 | |
| Dry Unit Weight in Filed ,g/cm ³ | 1.71 | 1.97 | |
| REMARK: | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



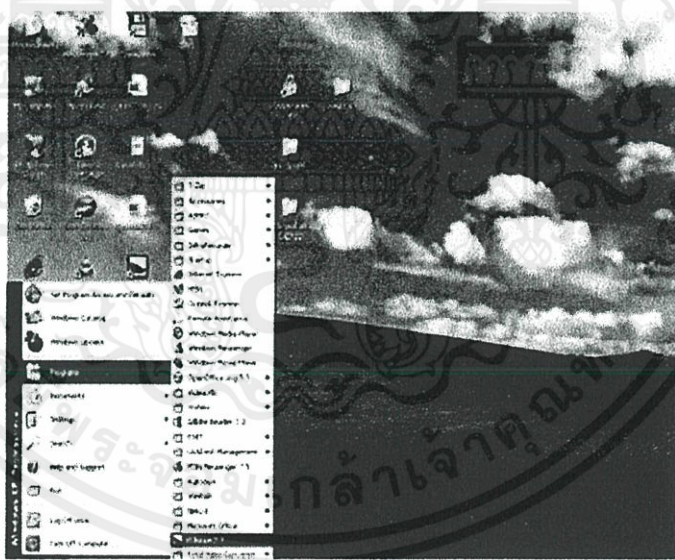
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา **ผนวก ง-1** จนถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้โปรแกรมวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน KUSlope 2.1

เมื่อติดตั้งโปรแกรม KUSlope 2.1 แล้ว จะปรากฏไอคอน (Icon) ของโปรแกรมบนหน้าต่างหลัก และในส่วนเมนูโปรแกรมของระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2



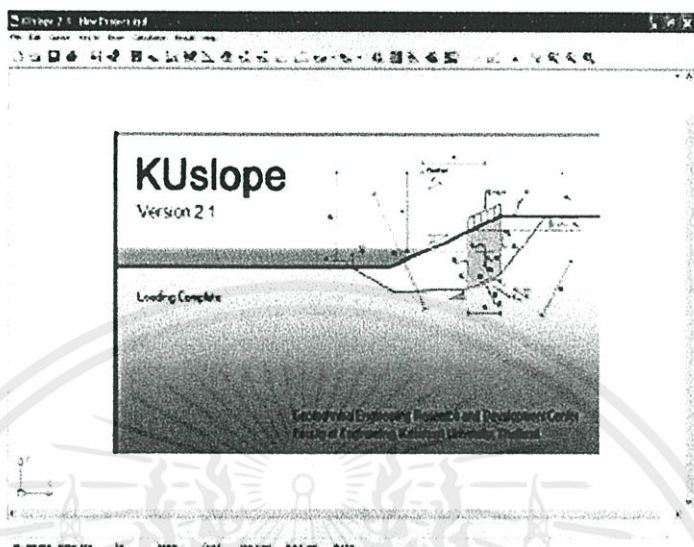
รูปที่ 1 ไอคอนที่ปรากฏบนหน้าต่างหลัก (Desktop) หลังการติดตั้งโปรแกรม KUSlope 2.1



รูปที่ 2 ไอคอนที่ปรากฏส่วนเมนูโปรแกรมหลังการติดตั้งโปรแกรม KUSlope 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเข้าสู่โปรแกรม KUslope 2.1 สามารถทำได้โดยการคลิกที่ไอคอนของโปรแกรมบนหน้าจอหลัก หรือในส่วนของเมนูโปรแกรมก็ได้ เมื่อเริ่มเข้าสู่โปรแกรมจะมีหน้าต่างบอกชื่อและรุ่นของโปรแกรมดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 หน้าต่างบอกชื่อ และรุ่น ของโปรแกรม KUslope 2.1

ส่วนประกอบ และชื่อเรียกของปุ่มคำสั่ง

หน้าต่างการทำงานของโปรแกรม KUslope 2.1 ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ดังรูปที่ 4 คือ

1. เมนูและปุ่มคำสั่งหลัก
2. เมนูและปุ่มคำสั่งย่อย
3. พื้นที่ทำงาน
4. ปุ่มแสดงสถานะการวิเคราะห์

1. เมนูและปุ่มคำสั่งหลัก

คือ เมนูคำสั่งที่มีหน้าที่หลักในภาจการทำงาน เช่น เริ่มวิเคราะห์งานใหม่ (New) การบันทึกข้อมูล (Save) การป้อนข้อมูลคุณสมบัติดิน (Soil Properties) การคำนวณอัตราส่วนปลอดภัย (Calculation) แสดง/ซ่อนกริด (Show/Hide Grid) เป็นต้น

2. เมนูและปุ่มคำสั่งย่อย

คือ คำสั่งที่เป็นตัวเลือกย่อยจากคำสั่งหลัก เช่น เมื่อเลือกคำสั่งวางตารางการค้นหา (Draw Grid) ในเมนูหลัก จะมีเมนูย่อยให้ป้อนการแบ่งตารางค้นหา เป็นต้น และเมนูคำสั่งย่อยสามารถซ่อน หรือแสดงได้โดยการคลิกปุ่มสามเหลี่ยมด้านขวาของเมนูคำสั่งย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

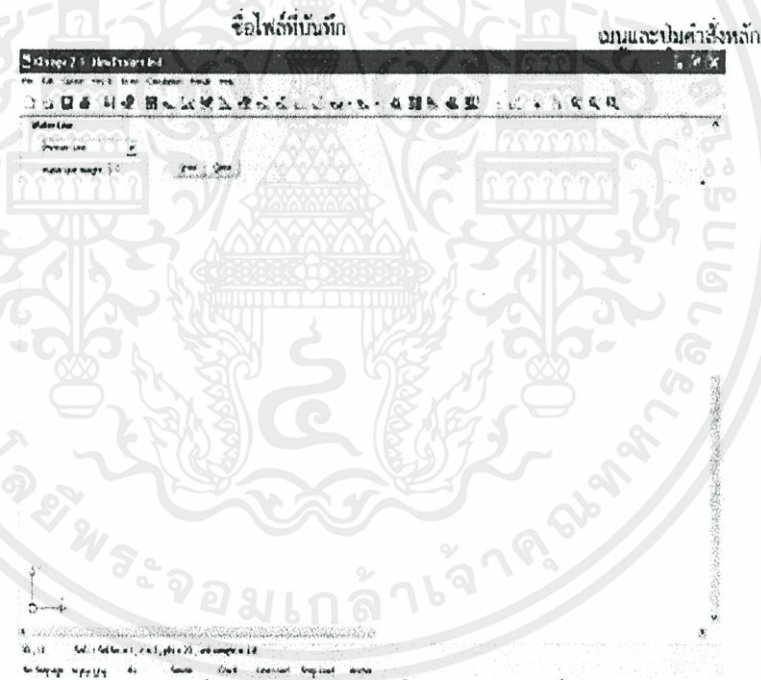
3. พื้นที่ทำงาน

คือ ส่วนที่ใช้ป้อนข้อมูลโดยการลากเส้นขึ้นดิน และแสดงผลการวิเคราะห์ โดยผู้ใช้งานสามารถย่อ ขยาย หรือ เลื่อน ตำแหน่งเพื่อทำงานในส่วนที่สนใจได้

4. ปุ่มแสดงสถานะการวิเคราะห์

คือ ส่วนที่มีหน้าที่แสดงว่าสถานะการวิเคราะห์ มีการคำนึงถึงผลจากปัจจัยใดบ้าง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกแสดงสถานะการซึมน้ำ (Seepage Condition) กลุ่มที่สองแสดงสถานะของปัจจัยภายนอก ประกอบด้วยแรงจากแผ่นดินไหว (Seismic Load) การแตกของดินผิวบน (Tension Crack) แรงกระทำภายนอก (External Load) และ การเสริมแรงด้วยวัสดุสังเคราะห์ (Anchor or Geofabric) โดยปุ่มที่มีลักษณะขยบลงแสดงถึงการวิเคราะห์โดยคำนึงถึงผลจากปัจจัยนั้นอยู่

นอกจากนี้ส่วนบนของโปรแกรมยังบอกสถานที่เก็บไฟล์ (Path) ชื่อไฟล์ (File Name) หลังจากผู้ใช้ ทำการบันทึก โดยไฟล์ที่ทำการบันทึกจะมีนามสกุล .ksd (KUslope Data) ซึ่งมีลักษณะเป็นไฟล์ข้อความ (Text File) ส่วนมุมล่างซ้ายจะแสดงพิกัดอ้างอิง x, y เมื่อผู้ใช้เลื่อนตัวชี้ (Mouse) ไปบนพื้นที่ทำงาน



รูปที่ 4 ส่วนประกอบ และชื่อเรียกของปุ่มคำสั่ง


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

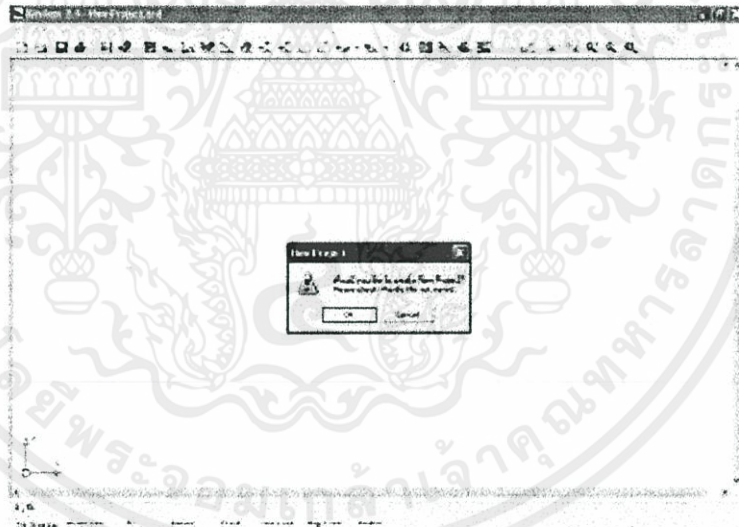
การใช้งานตัวช่วยป้อนข้อมูล (KUslope Step by Step)

ตัวช่วยป้อนข้อมูลเป็นหน้าต่างที่รวมการป้อนข้อมูลทั้งหมดมาไว้ในที่เดียว ทำให้ง่ายต่อการป้อนข้อมูลยิ่งขึ้น โดยการใช้งานจะเรียงลำดับจากซ้ายไปขวา ดังนี้

- ข้อมูลโครงการ และทฤษฎีการวิเคราะห์ (Project Information and Method)
- คุณสมบัติ และรูปร่างของชั้นดิน (Soil Properties and Geometry)
- ชั้นดินล่างสุด (Bottom Line)
- สถานะความชื้นน้ำ (Seepage Condition)
- ผลกระทบจากแรงภายนอก (Load Effect)
- วิธีการค้นหาอัตราส่วนความปลอดภัย (Search Condition)

การกำหนดค่าเริ่มต้นของการใช้โปรแกรม

1. คลิกปุ่มเริ่มงานใหม่ (New Project)  เพื่อสร้างพื้นที่ทำงานใหม่
2. คลิกปุ่มตกลง (OK) เพื่อยืนยันการเริ่มงานใหม่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำงานโดยใช้ตัวช่วยป้อนข้อมูล (KUslope Step by Step) สามารถทำได้ดังนี้ คือ

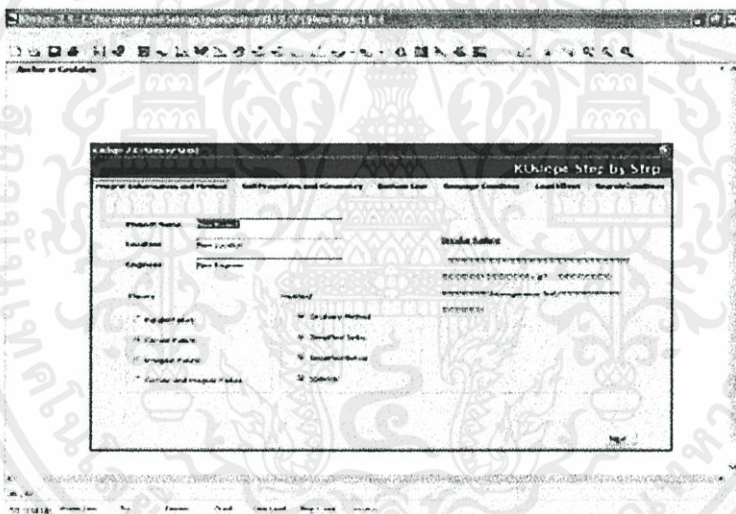
1. คลิกปุ่มตัวช่วยป้อนข้อมูล (Step by Step) บนเมนูหลัก หรือกด Ctrl+W



2. ป้อนข้อมูลชื่อโครงการ (Project Name) สถานที่ตั้ง (Location) ชื่อวิศวกร (Engineer)

3. เลือกทฤษฎี และวิธีการวิเคราะห์ (แถบวิธีการค้นหาอัตราส่วนความปลอดภัย จะเปลี่ยนไปตามการเลือกทฤษฎีการวิเคราะห์)

4. คลิกปุ่ม ต่อไป (Next) หรือเลือกหัวข้อคุณสมบัติ และรูปร่างของชั้นดิน จากแถบด้านบน



5. เลือกรูปแบบกำลังของดิน (Strength Model) จาก 2 รูปแบบ คือ Mohr-Coulomb Material หรือ Anisotropic Strength

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ป้อนข้อมูลคุณสมบัติชั้นดิน (Soil Properties) ซึ่งประกอบด้วย

- ลำดับชั้นดิน (Soil No.) เริ่มจากชั้นดินล่างสุดขึ้นมา และต้องป้อนข้อมูลชั้นอากาศ (Air) เป็นชั้นบนสุดเสมอ
- แรงยึดเหนี่ยวของมวลดิน (Cohesion)
- มุมเสียดทานภายใน หรือ Internal Friction Angle (Phi)
- หน่วยน้ำหนัก (Unit Weight)
- คำอธิบายชั้นดิน (Description)

7. ป้อนข้อมูลลักษณะชั้นดิน (Geometry) ซึ่งประกอบด้วย

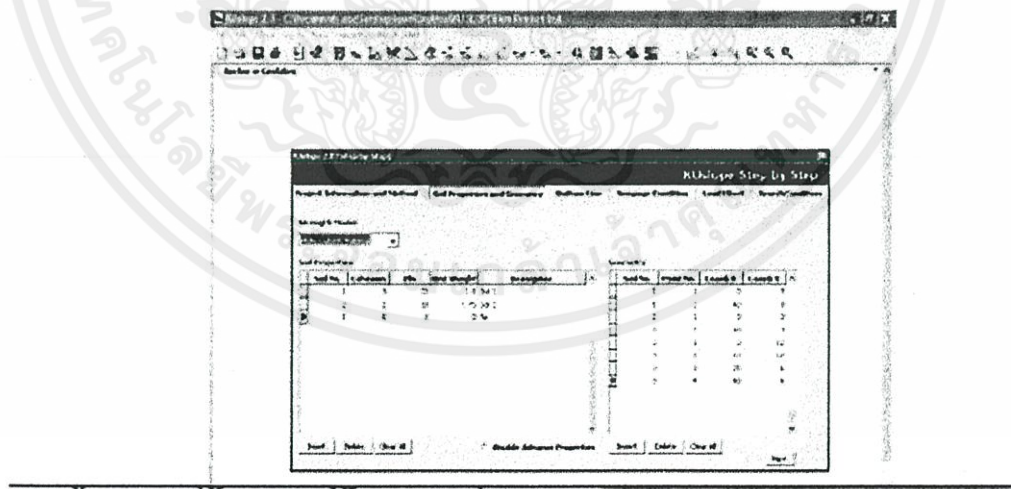
- ลำดับชั้นดิน (Soil No.) เริ่มจากชั้นดินล่างสุดขึ้นมา
- ลำดับจุดในแต่ละชั้นดิน (Point No.)
- ค่าพิกัดแนวราบ (Coordi X)
- ค่าพิกัดแนวตั้ง (Coordi Y)

ข้อแนะนำ

การป้อนค่าลำดับชั้นดิน และค่าพิกัด สามารถกระทำได้ 2 ทางเลือก คือ

1. โดยคลิกที่ปุ่มวาดรูปร่างชั้นดิน (Draw Geometry) ที่หน้าจอ แล้ววาดชั้นดินเอง
2. ป้อนค่าในตาราง Geometry ของหน้าต่างการใช้งานด้วยป้อนข้อมูล (ค่าพิกัดของชั้นดินสามารถหาได้โดยการใช้โปรแกรม Auto CAD ช่วย สามารถดูรายละเอียดได้ที่ภาคผนวก)

8. คลิกปุ่ม ต่อไป (Next) หรือเลือกหัวข้อดินล่างสุด จากแถบด้านบน



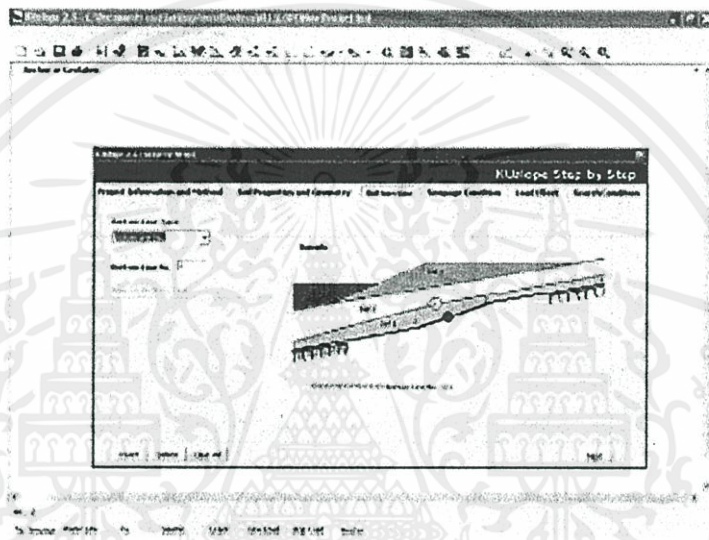
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. การเลือกกำหนดชั้นดินล่างสุด (Bottom Line) ประกอบด้วย

- กำหนดความขอบเขตของชั้นดินที่เลือก (Bottom Line No.) เป็นการกำหนดให้ผิวล่างสุดของชั้นดินชั้นนี้เพียงชั้นเดียว เป็นชั้นที่ผิวการพัดไปไม่สามารถตัดผ่านได้
- กำหนดโดยระบุส่วนของเส้นตรงประกอบกันเป็นชั้นดินล่างสุด (Specific Bottom Line) ซึ่งเป็นของชั้นดินที่แตกต่างกันมาประกอบกันได้ การป้อนข้อมูลประกอบด้วย ชนิดชั้นดิน (Soil No.) จุดเริ่มต้น (Begin Point) และจุดสิ้นสุด (End Point) ของเส้นตรงนั้นๆ

10. ป้อนค่าชั้นดินล่างสุด

11. คลิกปุ่ม ต่อไป (Next) หรือเลือกหัวข้อสภาวะการซึมน้ำ จากแถบด้านบน



12. สภาวะการซึมน้ำ

12.1 เลือกสภาวะการซึมน้ำ ซึ่งประกอบด้วย 3 สภาวะ คือ

- ไร้การไหลซึมของน้ำ (No Seepage) เมื่อไม่คำนึงถึงผลกระทบเนื่องจากน้ำ
- เส้นระดับน้ำ (Water Line) แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ
 1. เส้นผิวน้ำ (Phreatic Line)
 2. เส้นความดันน้ำ (Piezometric Line)

การป้อนข้อมูลประกอบด้วย ลำดับจุดข้อมูล (Point No.) พิกัดแนวราบ (Coordi X) และพิกัดแนวตั้ง (Coordi Y)

ผนวก ง-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อัตราส่วนความดันน้ำ (Pore Pressure Ratio) แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. ค่าอัตราส่วนความดันน้ำเฉลี่ย (Average) ซึ่งจะป้อนค่าอัตราส่วนความดันน้ำ (R_u) ค่าเดียว

2. ค่าอัตราส่วนความดันน้ำแปรเปลี่ยนตามชั้นดิน (Variable)

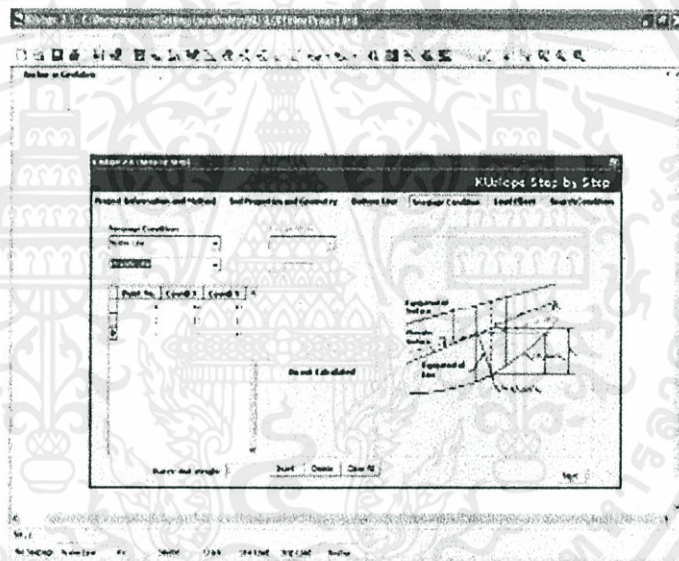
การป้อนข้อมูลประกอบด้วย ชั้นดิน (Soil No.) และค่าอัตราส่วนความดันน้ำ (R_u) ของชั้นดินนั้นๆ

12.2 ป้อนค่าที่คิดแล้วผิวน้ำ หรือค่าความอัตราส่วนดินน้ำ

12.3 ป้อนค่าหน่วยน้ำหนักของน้ำ (หน่วยน้ำหนักของน้ำ = 1 t/m^3) สำหรับกรณี que เลือกเส้นระดับ

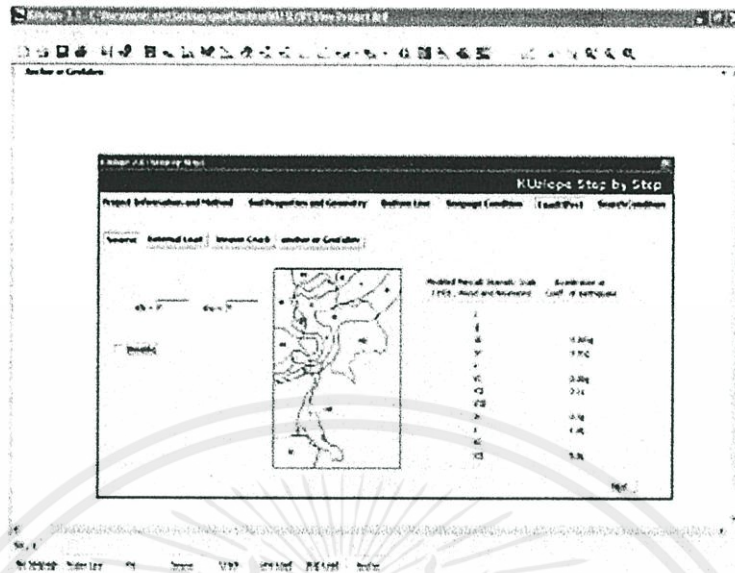
น้ำ

13. คลิกปุ่ม ต่อไป (Next) หรือเลือกหัวข้อผลกระทบจากแรงภายนอก จากแถบด้านบน

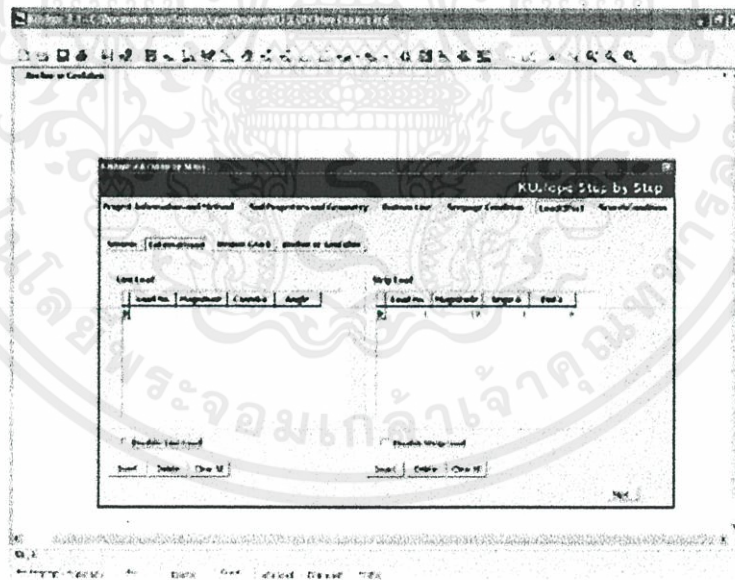


14. ผลกระทบจากแรงสั่นสะเทือนภายนอกเนื่องจากแผ่นดินไหว (Seismic) ป้อนค่าสัมประสิทธิ์ความสั่นสะเทือนในแนวราบ (K_h) และแนวตั้ง (K_v)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ผนวก ๙-9
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

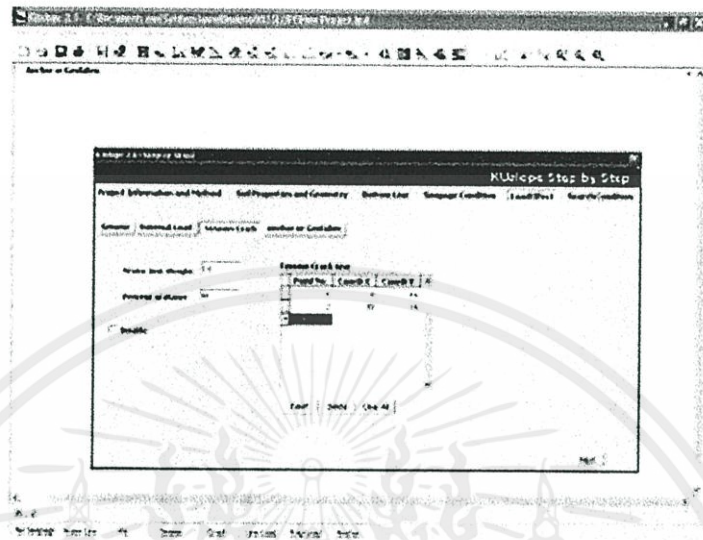


15. ผลกระทบจากแรงภายนอกเนื่องจากน้ำหนักภายนอก (External Load) แบ่งเป็น 2 แบบ คือ
- เส้นน้ำหนัก (Line Load) ป้อนข้อมูล ลำดับของเส้นน้ำหนัก (Load No.) ค่าน้ำหนัก (Magnitude) พิกัดแนวราบ (Coordi X) และมุมกระทำกับแนวตั้ง (Angle)
 - ผืนน้ำหนัก (Strip Load) ป้อนข้อมูล ลำดับของผืนน้ำหนัก (Load No.) ค่าน้ำหนัก (Magnitude) พิกัดเริ่มต้นในแนวราบ (Begin X) และพิกัดสิ้นสุดในแนวราบ (End X)

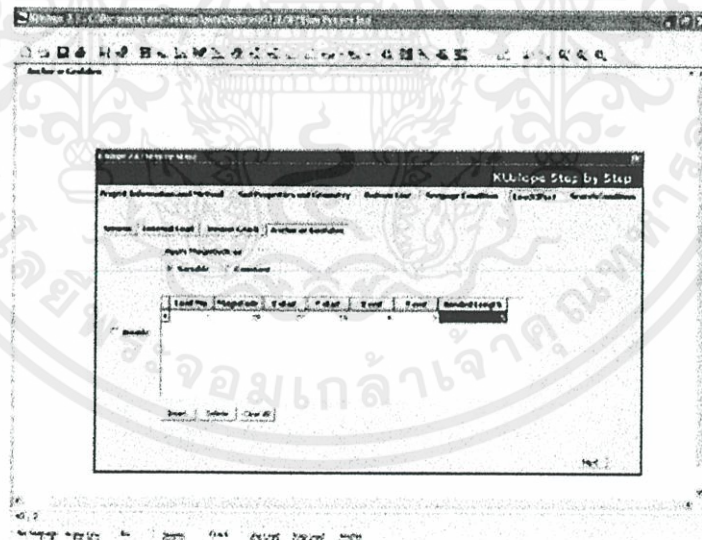


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. ผลกระทบจากแรงภายนอกเนื่องจากรอยแตกที่ผิวตึง (Tension Crack) ป้อนข้อมูลหน่วยน้ำหนัก และ สัดส่วนของน้ำในรอยแตกที่ผิวตึงแล้วป้อนค่าลำดับของจุดรอยแตก (Point No.) พิกัดแนวราบ (Coordi X) พิกัดแนวตั้ง (Coordi Y)

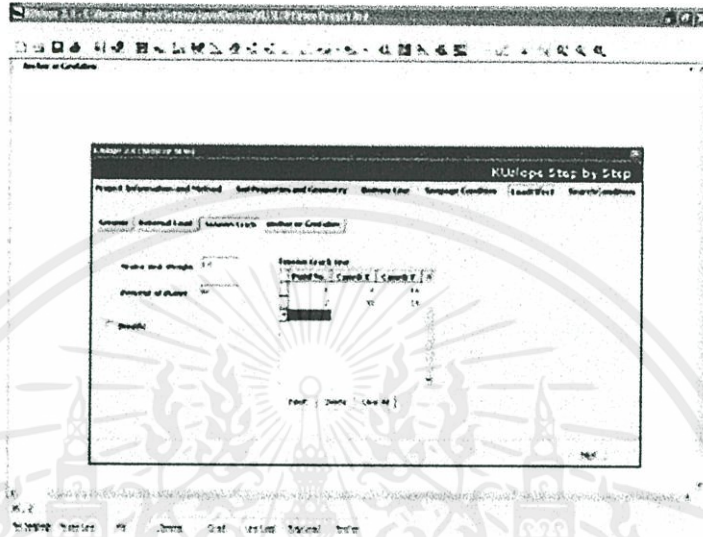


17. วัสดุเสริมแรง (Anchor or Geofabric) เลือกชนิดของวัสดุเสริมแรง แบบแปรเปลี่ยน (Variable) หรือ แบบคงที่ (Constant) แล้วป้อนลำดับของวัสดุเสริมแรง (Load No.) ค่ากำลังเสริม (Magnitude) พิกัดเริ่มต้นในแนวราบ (X Start) พิกัดเริ่มต้นในแนวตั้ง (Y Start) พิกัดสิ้นสุดในแนวราบ (X End) พิกัดสิ้นสุดในแนวตั้ง (Y End) และความยาวส่วนยึดรั้ง (Bonded Length)

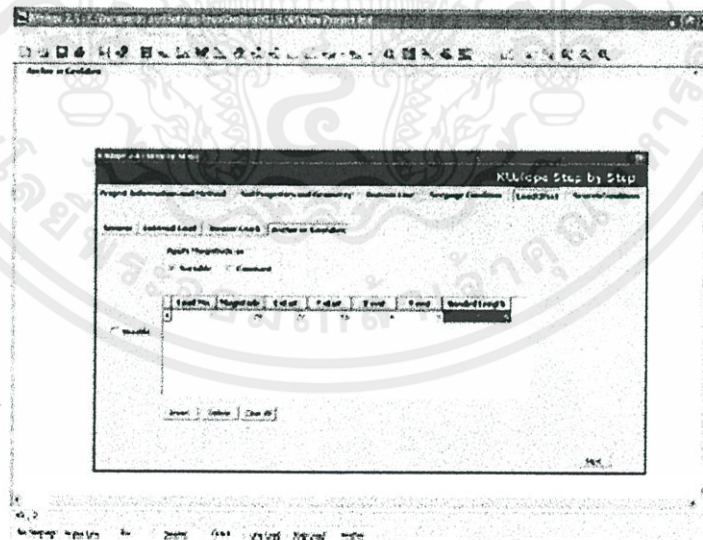


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. ผลกระทบจากแรงภายนอกเนื่องจากรอยแตกที่ผิวตึง (Tension Crack) ป้อนข้อมูลหน่วยน้ำหนัก และสัดส่วนของน้ำในรอยแตกที่ผิวตึงแล้วป้อนค่าลำดับของจุดรอยแตก (Point No.) พิกัดแนวราบ (Coordi X) พิกัดแนวตั้ง (Coordi Y)



17. วัสดุเสริมแรง (Anchor or Geofabric) เลือกชนิดของวัสดุเสริมแรง แบบแปรเปลี่ยน (Variable) หรือแบบคงที่ (Constant) แล้วป้อนลำดับของวัสดุเสริมแรง (Load No.) ค่ากำลังเสริม (Magnitude) พิกัดเริ่มต้นในแนวราบ (X Start) พิกัดเริ่มต้นในแนวตั้ง (Y Start) พิกัดสิ้นสุดในแนวราบ (X End) พิกัดสิ้นสุดในแนวตั้ง (Y End) และความยาวส่วนยึดรั้ง (Bonded Length)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อแนะนำ

โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นของการคำนวณ โดยไม่มีผลกระทบจากแรงภายนอกวิเคราะห์ หากผู้ใช้ต้องการวิเคราะห์โดยคำนึงถึงผลกระทบจากปัจจัยต่างๆนั้น ให้คลิกเครื่องหมาย \checkmark ในช่อง "ไม่คำนวณ" (Disable) ออก

18. คลิกปุ่ม ต่อไป (Next) หรือเลือกหัวข้อวิธีการค้นหาอัตราส่วนความปลอดภัย จากแถบด้านบน

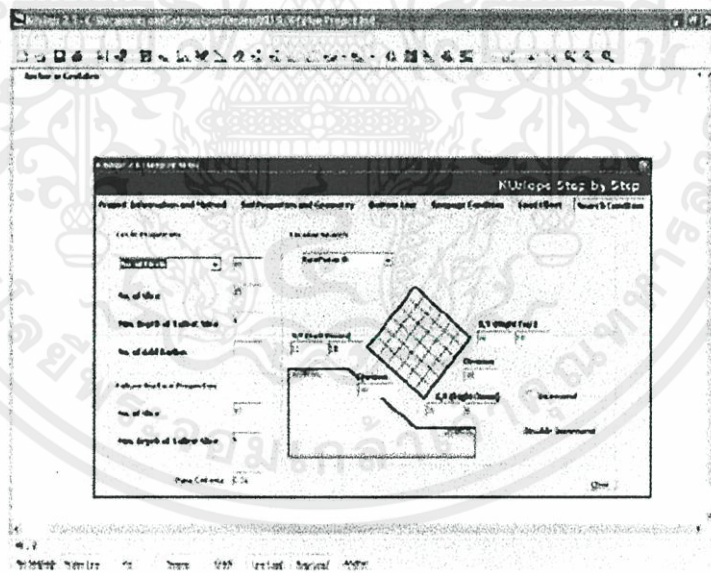
19. ป้อนข้อมูลสำหรับกำหนดค่าในการวิเคราะห์ กรณีวิเคราะห์แบบเป็นส่วนโค้งของวงกลม

19.1 ป้อนข้อมูลลักษณะของวงกลม (Circle Properties) ที่ใช้วิเคราะห์ในหน้าต่างบน-ซ้าย ดังนี้

- จำนวนวงที่ใช้ค้นหาจากรัศมีมากที่สุด ถึงรัศมีน้อยสุด (No. of Circle)
- จำนวนการแบ่งวงสลิบ (No. of Slice)
- ค่ารัศมีที่ลดลงจากรัศมีมากที่สุด (Radius Decrement)
- ความสูงที่น้อยที่สุดที่ทำกรวิเคราะห์ (Min. Depth of Tallest Slice)

19.2 เลือกวิธีการค้นหาอัตราส่วนความปลอดภัยในหน้าต่างขวา โดยเลือกวิธี

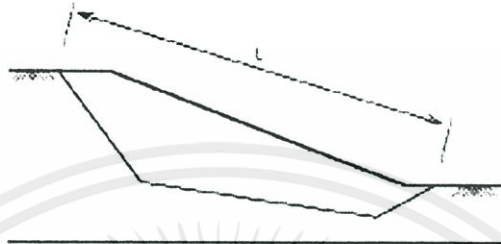
- ตารางการค้นหา (Grid Search) ป้อนข้อมูลการแบ่งตารางการค้นหาตามแนว 1-2 (Division between 1 and 2) และตามแนว 2-3 (Division between 2 and 3) นอกจากนี้ยังต้องการแบ่งการค้นหาเพิ่มเติมให้คลิกที่ ค้นหาเพิ่ม (Increment) ตามแนว x และ y



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อแนะนำ

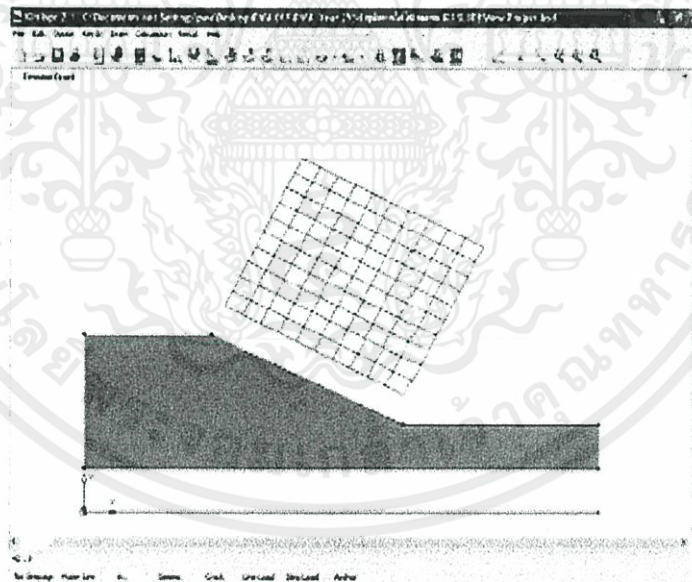
- จุดเริ่มต้น และจุดสุดท้ายของการป้อนผิวการพืดเริ่มต้น ต้องแนบพอดีกับชั้นดินชั้นบนสุดเท่านั้น
- ระยะเคลื่อนที่ (Moving Length) ที่มีค่าเท่ากับ 0 เป็นการบอกให้โปรแกรมใช้ค่า หนึ่งในร้อยละของความยาวของผิวการพืด ($L/100$) เป็นค่าระยะเคลื่อนที่ ดังรูปที่ 5




รูปที่ 5 ความยาวของผิวการพืด (L)

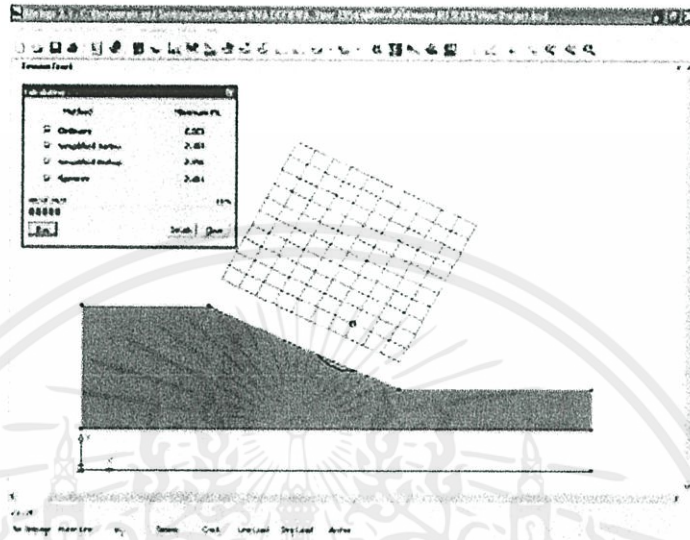
20. ป้อนค่าความแตกต่างของอัตราส่วนความปลอดภัยที่ยอมรับได้ (Pass Criteria)

21. คลิกปุ่ม ปิด (Close) เพื่อออกจากการใช้ตัวช่วยป้อนข้อมูล โปรแกรมจะแสดงผลที่ได้จากการป้อนข้อมูลทั้งหมด

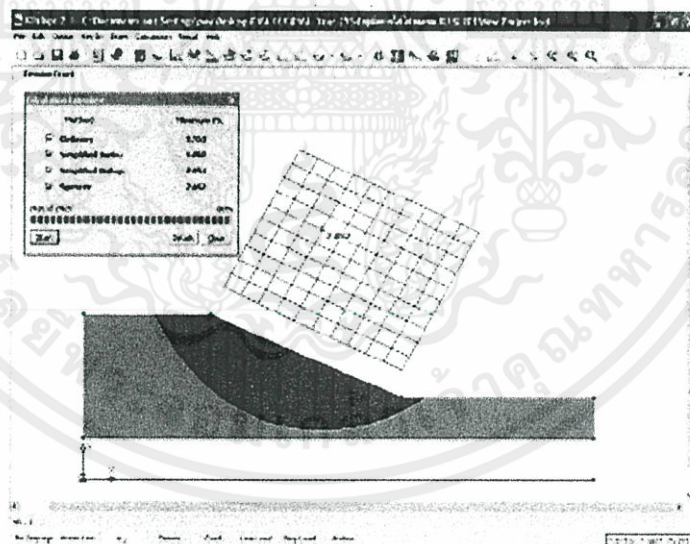


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22. คลิกปุ่มคำนวณ (Run)  โปรแกรมจะเริ่มคำนวณโดยแสดงผิวการพังทลายที่ทำการวิเคราะห์ ขณะเดียวกันจะปรากฏหน้าต่างแสดงค่าอัตราส่วนความปลอดภัย และจำนวนผิวการพังทลายทั้งหมดในการวิเคราะห์

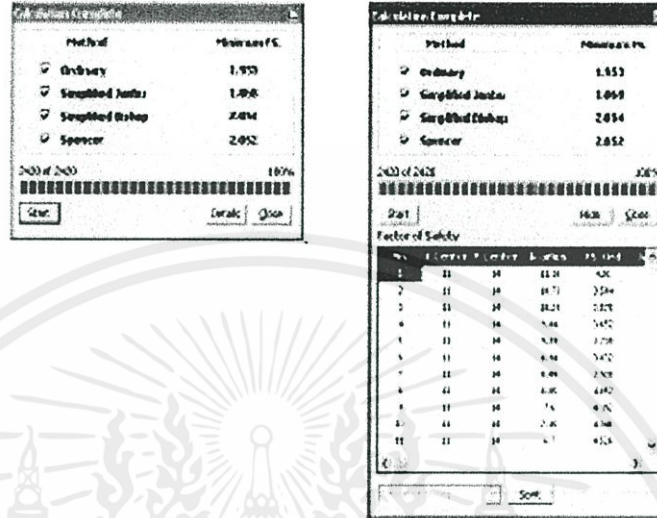


23. เมื่อสิ้นสุดการคำนวณ โปรแกรมจะแสดงค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่น้อยที่สุด (23.1) และผิวการพังทลาย (23.2)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ผนวก ง-15
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24. รายละเอียดของการหาอัตราส่วนความปลอดภัยแต่ละตำแหน่งบนกริด สามารถแสดง/ซ่อน ได้โดยคลิกปุ่ม Details บนหน้าต่างแสดงค่าอัตราส่วนความปลอดภัย



25. สำหรับทฤษฎีการค้นหาแบบเป็นส่วนโค้งของวงกลม เมื่อคลิกเลือกวิธีการวิเคราะห์ ผิวนการพับดิ่งจะเปลี่ยนไปตามวิธีการวิเคราะห์นั้นๆ

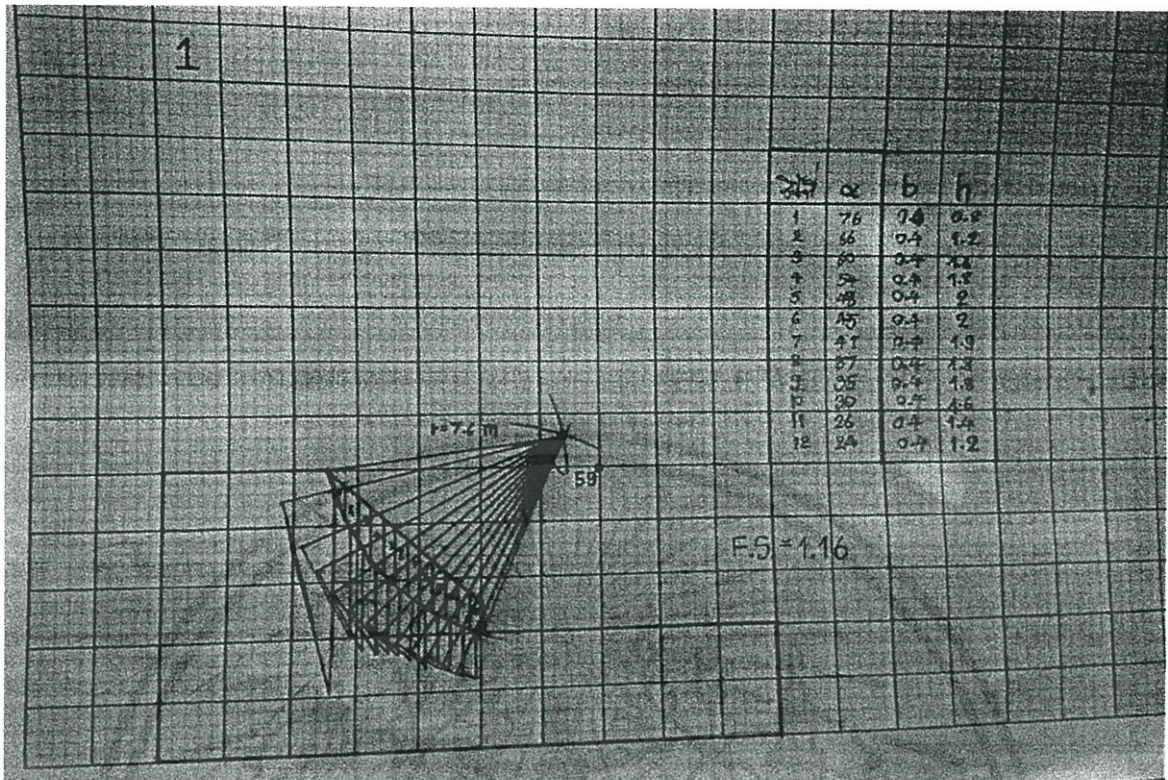
26. คลิกปุ่ม (Close) เพื่อปิดหน้าต่างแสดงค่าอัตราส่วนความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ
การคำนวณด้วยมือ โดยวิธี simplified bishop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



| | |
|------------|-----|
| c | 0.6 |
| หนาแน่นดิน | 2.1 |
| มุม | 36 |

r = 7.6
 มุมวงกลม = 59

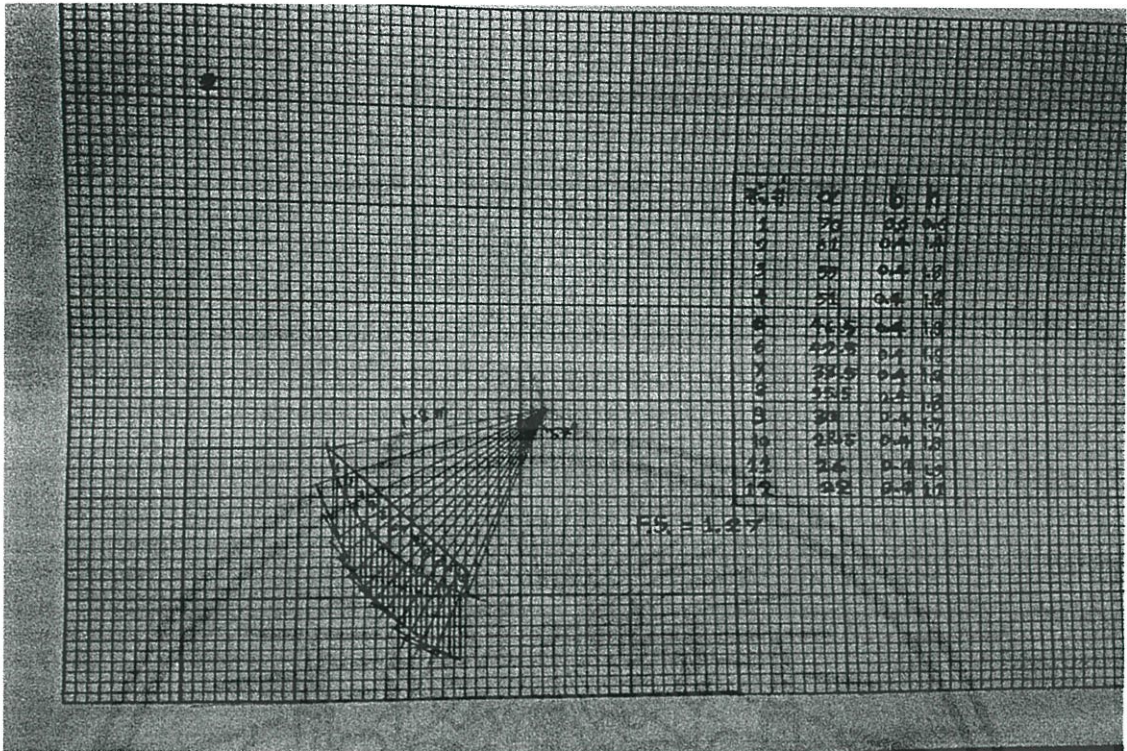
| ชั้นที่ | b | h | W | α | N | T |
|---------|-----|-----|------|----------|-------|-------|
| 1 | 0.6 | 0.8 | 1.01 | 76 | 0.24 | 0.98 |
| 2 | 0.4 | 1.2 | 1.01 | 66 | 0.41 | 0.92 |
| 3 | 0.4 | 1.6 | 1.34 | 60 | 0.67 | 1.16 |
| 4 | 0.4 | 1.8 | 1.51 | 54 | 0.89 | 1.22 |
| 5 | 0.4 | 2 | 1.68 | 48 | 1.12 | 1.25 |
| 6 | 0.4 | 2 | 1.68 | 45 | 1.19 | 1.19 |
| 7 | 0.4 | 1.9 | 1.60 | 41 | 1.20 | 1.05 |
| 8 | 0.4 | 1.8 | 1.51 | 37 | 1.21 | 0.91 |
| 9 | 0.4 | 1.8 | 1.51 | 35 | 1.24 | 0.87 |
| 10 | 0.4 | 1.6 | 1.34 | 30 | 1.16 | 0.67 |
| 11 | 0.4 | 1.4 | 1.18 | 26 | 1.06 | 0.52 |
| 12 | 0.4 | 1.2 | 1.01 | 24 | 0.92 | 0.41 |
| รวม | | | | | 11.32 | 11.14 |

แรงกระทำ = 11.14

แรงต้าน = 8.22 + 4.69 = 12.92

F.S = 1.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



| | |
|------------|-----|
| c | 0.6 |
| หนาแน่นดิน | 2.1 |
| มุม | 36 |

$$r = 8$$

$$\text{มุมวงกลม} = 57$$

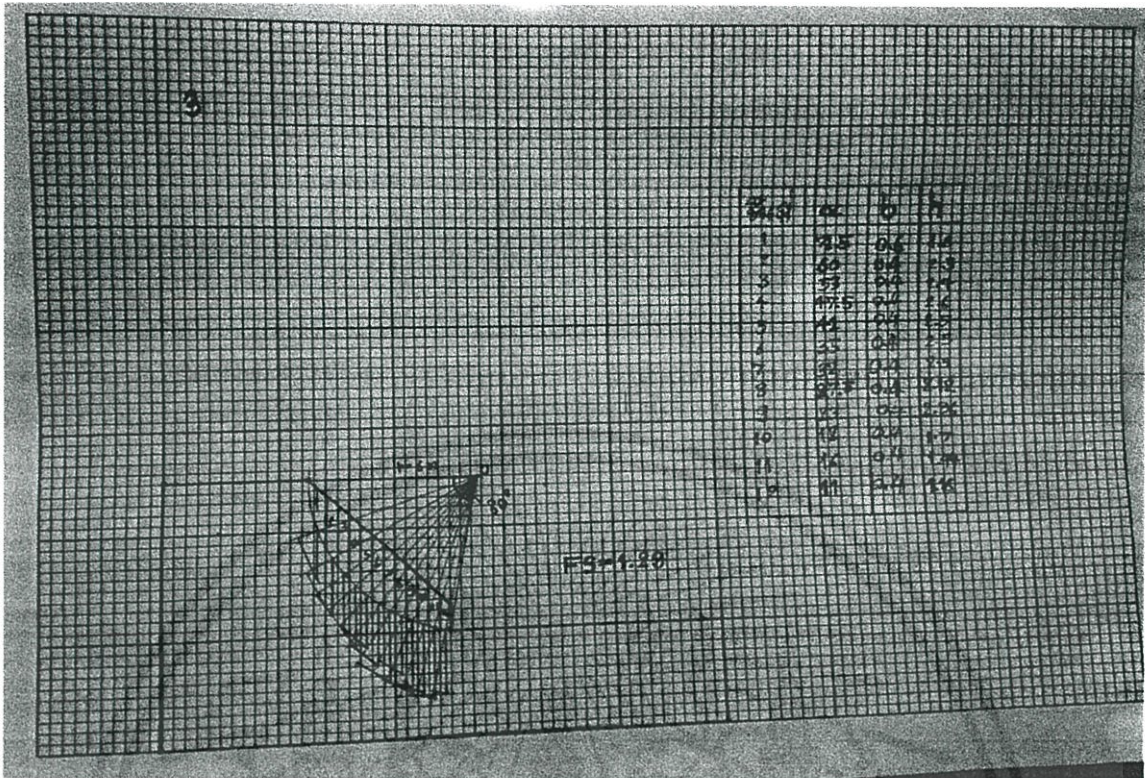
| ชั้นที่ | b | h | W | α | N | T |
|---------|-----|-----|------|----------|-------|-------|
| 1 | 0.6 | 0.6 | 0.76 | 70 | 0.26 | 0.71 |
| 2 | 0.4 | 1.4 | 1.18 | 61 | 0.57 | 1.03 |
| 3 | 0.4 | 1.8 | 1.51 | 55 | 0.87 | 1.24 |
| 4 | 0.4 | 1.8 | 1.51 | 51 | 0.95 | 1.18 |
| 5 | 0.4 | 1.9 | 1.60 | 46.5 | 1.10 | 1.16 |
| 6 | 0.4 | 1.9 | 1.60 | 42.5 | 1.18 | 1.08 |
| 7 | 0.4 | 1.9 | 1.60 | 38.5 | 1.25 | 0.99 |
| 8 | 0.4 | 1.8 | 1.51 | 35.5 | 1.23 | 0.88 |
| 9 | 0.4 | 1.7 | 1.43 | 30 | 1.24 | 0.71 |
| 10 | 0.4 | 1.9 | 1.60 | 28.5 | 1.40 | 0.76 |
| 11 | 0.4 | 1.3 | 1.09 | 26 | 0.98 | 0.48 |
| 12 | 0.4 | 1.1 | 0.92 | 22 | 0.86 | 0.35 |
| รวม | | | | | 11.88 | 10.56 |

แรงกระทำ= 10.56

แรงต้าน= 8.63 + 4.77 = 13.40

เอกสารนี้เป็น F.S = ที่สงวน 1.27 เหนือการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



| | |
|------------|-----|
| c | 0.6 |
| หนาแน่นดิน | 2.1 |
| มม | 36 |

$$r = 6$$

$$\text{มุมวงกลม} = 80$$

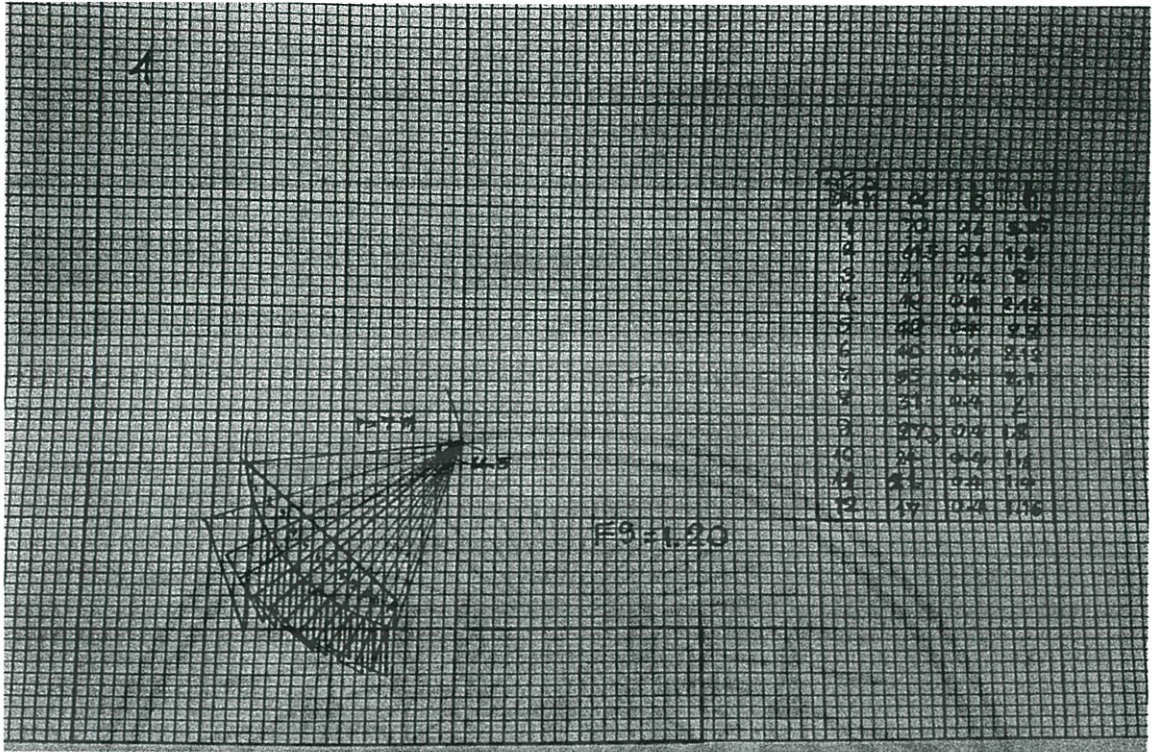
| ชั้นที่ | b | h | W | α | N | T |
|---------|-----|------|------|----------|-------|-------|
| 1 | 0.6 | 1.6 | 2.02 | 71.5 | 0.64 | 1.91 |
| 2 | 0.4 | 2.3 | 1.93 | 60 | 0.97 | 1.67 |
| 3 | 0.4 | 2.4 | 2.02 | 53 | 1.21 | 1.61 |
| 4 | 0.4 | 2.6 | 2.18 | 47.5 | 1.48 | 1.61 |
| 5 | 0.4 | 2.5 | 2.10 | 41 | 1.58 | 1.38 |
| 6 | 0.4 | 2.5 | 2.10 | 35 | 1.72 | 1.20 |
| 7 | 0.4 | 2.3 | 1.93 | 32 | 1.64 | 1.02 |
| 8 | 0.4 | 2.12 | 1.78 | 27.5 | 1.58 | 0.82 |
| 9 | 0.4 | 2.36 | 1.98 | 23 | 1.82 | 0.77 |
| 10 | 0.4 | 1.7 | 1.43 | 18 | 1.36 | 0.44 |
| 11 | 0.4 | 1.44 | 1.21 | 16 | 1.16 | 0.33 |
| 12 | 0.4 | 1.16 | 0.97 | 11 | 0.96 | 0.19 |
| รวม | | | | | 16.12 | 12.97 |

$$\text{แรงกระทำ} = 12.97$$

$$\text{แรงต้าน} = 11.71 + 5.02 = 16.74$$

$$F.S. = 1.29$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



| | |
|------------|-----|
| c | 0.6 |
| หนาแน่นดิน | 2.1 |
| Ø | 36 |

$$r = 7$$

$$\text{มุมวงกลม} = 66.5$$

| ชั้นที่ | b | h | W | α | N | T |
|---------|-----|------|------|----------|-------|-------|
| 1 | 0.6 | 1.35 | 1.70 | 70 | 0.58 | 1.60 |
| 2 | 0.4 | 1.8 | 1.51 | 61.5 | 0.72 | 1.33 |
| 3 | 0.4 | 2 | 1.68 | 61 | 0.81 | 1.47 |
| 4 | 0.4 | 2.12 | 1.78 | 49 | 1.17 | 1.34 |
| 5 | 0.4 | 2.2 | 1.85 | 49 | 1.21 | 1.39 |
| 6 | 0.4 | 2.12 | 1.78 | 40 | 1.36 | 1.14 |
| 7 | 0.4 | 2.1 | 1.76 | 35 | 1.44 | 1.01 |
| 8 | 0.4 | 2 | 1.68 | 31 | 1.44 | 0.87 |
| 9 | 0.4 | 1.8 | 1.51 | 27.5 | 1.34 | 0.70 |
| 10 | 0.4 | 1.6 | 1.34 | 24 | 1.23 | 0.55 |
| 11 | 0.4 | 1.4 | 1.18 | 21 | 1.10 | 0.42 |
| 12 | 0.4 | 1.16 | 0.97 | 17 | 0.93 | 0.28 |
| รวม | | | | | 13.35 | 12.11 |

$$\text{แรงกระทำ} = 12.11$$

$$\text{แรงดัน} = 9.70 + 4.87 = 14.57$$

$$F.S = 1.20$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- มณฑิยา กังคศิเทียม.2539.กลศาสตร์ของดินด้านวิศวกรรม.สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทานในพระบรมราชูปถัมภ์,กรุงเทพฯ.
- มานะ อภิพัฒนะมนตรี.2539.วิศวกรรมปฐพีและฐานราก.สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.
- รัฐธรรม อิศโรพาร.2539.คู่มือการใช้โปรแกรม KU Slope.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.
- วรากร ไม้เรียง,จิรพัฒน์ โชติโกกร และประทีป ดวงเดือน.2525.ปฐพีกลศาสตร์ทฤษฎีและปฏิบัติการ.พิมพ์ครั้งที่2.ม.ป.ท.
- วรากร ไม้เรียง.Slope stability analysis.เอกสารประกอบการสอน.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- วินิจ ชัยชนะศิริวิทยา,กิจวัช ตั้งบุญธินา.2543.ความรู้พื้นฐานทางด้านปฐพีกลศาสตร์,กรุงเทพฯ.
- วินิจ ช่อวิเชียร.2547.ปฐพีกลศาสตร์.สกายบุ๊กส์,กรุงเทพฯ.
- สันชัย อินทพิชัย และพานิช วุฒิพฤกษ์.2547.ปฐพีกลศาสตร์.สกายบุ๊กส์,กรุงเทพฯ.
- สุพจน์ ศรีนิล,แหลมทอง เหล่าคงถาวร,ชลธิ เร่บ้านเกาะ.2549.คู่มือปฏิบัติการทดลองปฐพีกลศาสตร์.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.กรุงเทพฯ.
- สุชัชวีร์ สุวรรณสวัสดิ์.ปฐพีกลศาสตร์.เอกสารประกอบการสอน.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.กรุงเทพฯ.
- สุรฉัตร สัมพันธ์รักษ์.2540.วิศวกรรมปฐพี.วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์,กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้