**ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์** การปรับปรุงเสถียรภาพให้กับลาดดินถมของดินจากการสลายตัวของหินดินดาน

**ผู้เขียน** นายพิสุต รอดวินิจ

**ปริญญา** วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** รศ.ดร.อนิรุทธ์ ธงไชย

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมกำลังรับแรงเฉือนของดินถมจากการสลายตัวของหินดินดาน (Claystone) รวมถึงอิทธิพลของการเกิดการเสื่อมสภาพเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นต่อพฤติกรรมกำลังรับแรงเฉือน เพื่อหาแนวทางการออกแบบการเพิ่มเสถียรภาพให้กันคันดินถมที่ใช้วัสดุประเภทหินดินดาน ซึ่งใช้ในการถมยันเพื่อป้องกันการเลื่อนตัวของผนังบ่อเหมืองในพื้นที่หน้าขุดของชั้นถ่านหิน

จากการศึกษาถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อแนวโน้มการเสื่อมสภาพของดินถมในห้องปฏิบัติการพบว่าตัวอย่างดินที่สัมผัสกับสภาพการเปลี่ยนแปลงความชื้นแห้งสลับเปียกตามธรรมชาติจะเกิดการแตกสลายของเม็ดดิน โดยขนาดเฉลี่ยของเม็ดดิน ($D_{50}$) ลดลงถึงประมาณ 50 มิลลิเมตร ในระยะเวลา 3 เดือน และค่ากำลังรับแรงอัดจะลดลงถึง 45% ในระยะเวลา 3 สัปดาห์ แต่ตัวอย่างดินที่อยู่ในสภาพควบคุมโดยไม่สัมผัสกับสภาพการเปลี่ยนแปลงความชื้นจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของขนาดตัวอย่างดิน และกำลังรับแรงอัดจะลดลงเพียง 25% ในช่วงระยะเวลา 3 เดือน

การศึกษาถึงคุณสมบัติกำลังรับแรงเฉือนของดินถมโดยการทดสอบโดยวิธีเฉือนตรง ซึ่งได้ศึกษาถึงอิทธิพลของขนาดและความชื้นต่อกำลังรับแรงเฉือน โดยพบว่าขนาดของดินถมที่มีขนาดที่โตกว่าและความชื้นน้อยกว่าจะมีค่าสัมประสิทธิ์มุมเสียดทาน ($\phi$) สูงกว่าดินถมที่มีขนาดเล็กและมีความชื้นสูง โดยขนาดโตสุดที่ทำการทดสอบ 1 นิ้ว มีค่า $\phi$ สูงกว่าขนาดเล็กสุดที่ทดสอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขนาด #4 ถึง 9 องศา และความชื้นที่เพิ่มขึ้นจาก 26% ซึ่งเป็นความชื้นเริ่มต้นของดินถมในสนามเพิ่มขึ้นเป็น 35% ค่า $\phi$ จะลดลงถึง 6 องศา เนื่องจากความแข็งแรงของเม็ดดินลดลง

ในส่วนการทดสอบการป้องกันการเสื่อมสภาพของดินถมในคันดินถมทดลองในสนามสูง 3 เมตร โดยทำการปรับปรุงคุณสมบัติดินด้วยสารเคมีเพื่อทำเป็นชั้นทึบน้ำหนา 0.5 เมตร บริเวณผิวหน้า จากการทดสอบการเปลี่ยนแปลงขนาดคละพบว่าบริเวณที่ป้องกันความชื้นค่า $D_{50}$ จะมีค่าลดลงน้อยกว่าดินถมนอกพื้นที่ที่ป้องกันความชื้น สำหรับการทดสอบวัดค่ากำลังแบกทานโดยการทดสอบ Kunzelstab พบว่าดินถมในพื้นที่ที่ป้องกันความชื้นแทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกำลังรับแรงแบกทาน แต่ดินถมนอกพื้นที่ที่ป้องกันความชื้นจะมีกำลังรับแรงแบกทานลดลงมากกว่า 24% ช่วงเวลา 1-3 เดือนและค่ายังโมดูลัส (E) ของดินถมที่ได้จากการทดสอบ Plate Load Test ในพื้นที่ที่ป้องกันความชื้นมีค่า 15,000 kPa และดินถมนอกพื้นที่ป้องกันความชื้น E = 11,800 kPa

การวิเคราะห์ออกแบบการเพิ่มเสถียรภาพให้กับคันดินถมที่มีความสูง 77 เมตร โดยลาดด้านหน้าคันดินแบ่งเป็นขั้นบันไดมีความชันของลาดขั้นบันได 1:1 หรือ 1:0.5 หรือ 70 องศา ความชันโดยรวมของคันดินมีค่าเท่ากับ 1:1.5 หรือ 1:1 โดยการเสริมกำลังด้วยการปรับปรุงคุณสมบัติดินได้กำหนดให้บริเวณผิวดินรอบคันดินทั้งหมดทุกด้านได้รับการปรับปรุงคุณสมบัติโดยวิธีผสมเพิ่มด้วยสารเคมี ทำให้เป็นวัสดุทึบน้ำ และมีคุณสมบัติกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นซึ่งมีความหนา 1 เมตร จากการวิเคราะห์พบว่ามีค่าความปลอดภัยของคันดินที่ความชันรวม 1:1.5 มีค่ามากกว่า 1.94 และค่าความปลอดภัยของลาดดินที่ความชันรวม 1:1 มีค่ามากกว่า 1.51 เมื่อทำการวิเคราะห์คันดินถมที่มีการเสริมกำลังด้วยจีโอกริกโดยแบ่งการวิเคราะห์เฉพาะส่วนของลาดขั้นบันไดที่เสริมกำลัง พบว่าการเสริมจีโอกริดสามารถเพิ่มความชันของลาดขั้นบันไดได้และสามารถชดเชยการลดความหนาในส่วนของดินปรับปรุงคุณสมบัติจาก 1.0 เมตร เหลือ 0.5 เมตรได้ เมื่อเสริมจีโอกริดความยาว 10 เมตร ความถี่ 2 เมตรโดยมีค่าความปลอดภัยที่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**Thesis Title** Slope Stability Improvement of Residual Soil from Claystone Backfill

**Author** Mr.Pisut Rodvinij

**Degree** Mater of Engineering (Civil Engineering)

**Thesis Advisor** Assoc. Prof. Dr. Aniruth Thongchai

## ABSTRACT

This research aims to study shear strength behavior of residual soil from Claystone and influence of deterioration because moisture changing in soil that effect to shear strength behavior. To find design guidelines for increasing stability of Claystone backfill slope that use to prevent sliding of pit wall in front of the excavated coal area.

From study the influence of the environment that affect to deterioration of soil. Test in laboratory showed the sample exposed to wet and dry condition. The moisture changing will cause of soil deterioration. The average particle size of soil ($D_{50}$) decreased about 50 mm in 3 months and the compressive strength is reduced 45% in 3 weeks. But the soil sample in control condition is not exposed to moisture changing, the average particle size is not change and compressive strength decreased only 25% in 3 months.

Studying shear strength properties of soil by direct shear test, which studying influence of size and moisture content of soil that effect to shear strength. Found that larger size and low moisture content of soil, friction angle is higher than smaller size and high moisture content. The largest size that use in this test is 1 inch with $\phi$ higher than the smallest size is #4 to 9 degrees and the moisture content from 26% which is the initial moisture content of soil in the

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

field increasing to 35% that effect to $\phi$ is decrease 6 degrees because stiffness of soil particle is reduced.

In the field test, to prevent deterioration of backfill slope at height 3 m. by use soil chemical mixing to be the impermeable layer at thickness 0.5 m. on face of slope. The test result is shown that the particle size of soil in moisture protection area, $D_{50}$ will be decrease less than soil in non protection area. For the measurement of bearing capacity by Kunzelstab Test. Found that the bearing capacity of soil in moisture protection area is no change. But soil in non protection area, bearing capacity is decreased more than 24% at 1-3 months and Young's modulus (E) of soil from the result of Plate Load Test, E of soil in the moisture protection area is equal to 15,000 kPa and soil in non protection area, E=11,800 kPa.

From slope stability analysis of backfill slope at height 77 m. in front of slope is berm at slope 1:1 or 1:0.5 or $70^{\circ}$ and overall slope is 1:1.5 or 1:1. To increase stability of slope by soil improvement on face around slope by chemical mixing method to be the impermeable material and compressive strength can be increase at thickness 1 m. From analysis, safety factor of overall slope 1:1.5 is more than 1.94 and safety factor of overall slope 1:1 is more than 1.51. When analyze slope reinforcement by geogrid, that analyze part of berm reinforcement. Found that geogrid can increase slope of berm and can reduce the thickness of soil improvement from 1 m. to be 0.5 m., when reinforced geogrid length 10 m. at spacing 2 m. by giving the same safety factor.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved