ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ คุณสมบัติการรับแรงของดินซีเมนต์ผสมเถ้าลอยสำหรับงานปรับปรุงคุณสมบัติโดยวิธีผสมลึกในชั้นดินเชียงใหม่

ผู้เขียน นายอรุณเดช บุญสูง

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.อนิรุทธ์ ธงไชย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อหาคุณสมบัติการรับแรงของดินปรับปรุงคุณสมบัติด้วยซีเมนต์ผสมเถ้าลอย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำเถ้าลอยมาทดแทนปูนซีเมนต์ในการก่อสร้างเสาเข็มดินซีเมนต์โดยวิธีผสมลึกในชั้นดินเชียงใหม่ นอกจากนี้ยังได้ทดลองนำเอาข้อมูลคุณสมบัติที่ทดสอบได้ไปทดลองใช้ทำการวิเคราะห์กรณีศึกษาการออกแบบโครงสร้างกันดินระบบเสาเข็มดินซีมนต์สำหรับงานขุดในชั้นดินเชียงใหม่โดยวิธีไฟไนต์อิลลิเมนต์ด้วย

ในการศึกษาได้ทำการเจาะหลุมเก็บตัวอย่างดินจำนวน 3 ตัวอย่างเพื่อใช้เป็นตัวแทนชั้นดินเชียงใหม่คือ ชั้นดินบน (Topsoil) ในช่วงความลึก 0 - 1.5 เมตร, ดินเหนียวปนทราย (SC) ที่ 2.0- 2.3 เมตร และชั้นดินเหนียวแข็ง (CL) ที่ 3.8-7.15 เมตร แยกทำการทดสอบคุณสมบัติกำลังรับแรงของดินปรับปรุงคุณสมบัติเป็นสองส่วนคือ การทดสอบให้แรงอัดทางเดียวของตัวอย่างดินปรับปรุงคุณสมบัติที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ เพื่อหาค่าอัตราส่วนการผสมสารปรับปรุงคุณสมบัติที่เหมาะสม และการทดสอบให้แรงอัดสามแกนเพื่อหาค่าคุณสมบัติความสัมพันธ์ระหว่างแรงเค้นและความเครียดสำหรับการวิเคราะห์โดยวิธีไฟไนต์อิลลิเมนต์

ในส่วนของการทดสอบเพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม ได้ทำการทดสอบโดยใช้ตัวอย่างดินชนิดเดียวคือ ดินเหนียวแข็ง (CL) ผสมกับปูนซีเมนต์และเถ้าลอยที่ปริมาณสารเชื่อมประสาน 200 kg/m^3 และ 400 kg/m^3 และให้สัดส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ต่อเถ้าลอย (C:F) เปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 10:90 ถึง 50:50 ซึ่งจากการศึกษาพบว่า หากต้องการผสมให้ได้ดินปรับปรุงคุณสมบัติที่มีค่ากำลังรับแรงอัดแกนเดียวเท่ากับ 60 t/m^2 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่กำหนดทั่วไปสำหรับการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก่อสร้างเสาเข็มดินซีเมนต์โดยวิธีผสมลึก จะสามารถใช้อัตราการผสมได้แตกต่างกัน 3 รูปแบบ ดังนี้คือ ใช้อัตราส่วนซีเมนต์ต่อเถ้าลอยเท่ากับ 50:50, 40:60 และ 31:69 ที่ปริมาณสารเชื่อมประสานรวมเท่ากับ 280, 385 และ 400 kg/m^3 ตามลำดับ

ในส่วนการทดสอบแรงอัดสามแกนได้ทำโดยใช้ตัวอย่างดินทั้งสามชนิด ผสมด้วยปูนซีเมนต์และเถ้าลอยในอัตรา 17:83 และ 10:90 ที่ปริมาณสานเชื่อมประสาน 200 และ 300 kg/m^3 ตามลำดับ แล้วนำตัวอย่างที่บ่มจนครบอายุ 28 วัน ไปทำการทดสอบให้แรงอัดสามแกนแบบไม่ระบายน้ำภายใต้แรงดันรอบด้าน 15, 20 และ 25 t/m^2 ซึ่งจากผลการทดสอบบ่งชี้ให้เห็นว่าค่าแรงดันรอบด้านมีอิทธิพลต่อกำลังรับแรงอัดค่อนข้างน้อย แต่มีอิทธิพลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น E_{50} อย่างชัดเจน โดยจะสามารถสรุปอิทธิพลในรูปความสัมพันธ์ระห่างค่าโมดูลัสยืดหยุ่นกับกำลังรับแรงเฉือนของดิน ตามสมการ $E_{50}=K.S_u$ โดยค่าสัมประสิทธิ์ K แปรผันตามแรงดันรอบด้านตามสมการ $K = 0.30\sigma_3 + 91.55$ (σ_3 มีหน่วยเป็น t/m^2)

ในการวิเคราะห์พฤติกรรมโครงสร้างกันดินระบบเสาเข็มดินซีเมนต์สำหรับงานขุดในชั้นดินเชียงใหม่โดยวิธีไฟไนต์อิลลิเมนต์นั้น ได้สมมุติให้ชั้นดินในการขุดประกอบด้วย 2 ชั้นหลักคือ ดินชั้นบนเป็นดินทรายหนา 3-5 เมตร และดินชั้นล่างลงไปเป็นดินเหนียวแข็ง ทำการวิเคราะห์พฤติกรรมสำหรับการขุดลึก 4-8 เมตร ใช้เสาเข็มดินซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 m จำนวน 2 – 4 แถว ระยะฝังของปลายเสาเข็มดินซีเมนต์จากก้นหลุมขุดเท่ากับ 0 – 10 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็ม ซึ่งผลการวิเคราะห์สามารถสรุปเป็นตัวอย่างกรณีศึกษาการออกแบบโครงสร้างกันดินสำหรับความลึกการขุดและความหนาของดินชั้นบนต่าง ๆ โดยให้มีค่าความปลอดภัยจากการเกิดการวิบัติและการเคลื่อนตัวของกำแพงอยู่ในเกณฑ์กำหนดได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Strength Properties of Soil – Cement – Fly Ash for Deep Mixing Stabilization in Chiang Mai SubSoil

Author Mr. Aroondet Boonsong

Degree Master of Engineering (Civil Engineering)

Thesis Advisor Assoc. Prof. Aniruth Thongchai

ABSTRACT

Series of laboratory test were conducted to investigate strength properties of cement – fly ash stabilized soil. The objective of the study is to investigate the possibility of partial replacement of cement with fly ash in the process of making soil cement column in Chiang Mai subsoil by deep mixing techniques. Properties of the stabilized soil resulting from the laboratory test were also applied in analyzing behaviours of soil cement column retaining structure for excavation work in a case of Chiang Mai subsoil profile

Subsoil boring was conducted to collect 3 soil sample representing Chiang Mai subsoil profile : top soil from depth 0.0 – 1.5 meter, clayey sand (SC) from depth 2.0 – 2.3 meter and stiff clay from depth 3.8 – 7.2 meter. Two test series were conducted to study strength properties of stabilized soils. In the first test series, unconfined compression test on soil stabilized with various ratios of stabilizing agent were conducted to establish suitable ratio. In the second test series, triaxial compression were conducted to study stress – strain properties of the stabilized soil to be used in finite element analysis.

In the unconfined compression test series, the stiff clay soil sample was mixed with cement and fly ash at binding volume of 200 kg/m^3 and 400 kg/m^3 and with 5 different ratio of cement to fly ash (C:F) ranging between 10:90 to 50:50. The results show that mixtures which could produced stabilized soil having unconfined compressive strength of 60 t/m^2 suitable for soil

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

cement column in deep mixing could have ratio of cement : fly ash 50:50 or 40:60 or 31:69 with binder volume of 280 kg/m^3, 385 kg/m^3 and 400 kg/m^3 respcetively

In the triaxial compression test series, all the 3 soil sample were mixed with cement and fly ash at binding volume of 200 kg/m^3 and 300 kg/m^3 and with ratio of cement fly ahs to 17:83 and 10:90 respcetively. At to 28 days of curing, the samples were subjected to unconsolidated undrained triaxial test at 15, 20 and 25 t/m^2 confining pressure. Results of the test indicate that, eventhough confining pressure has very little effect on the compressive strength, effects on modulus of elasticity (E_{50}) are clear. In the relationship between modulus of elasticity and shear strength $E_{50}=K.S_u$ the coefficient K can be related to the confining pressure by the equation $K = 0.30\sigma_3 + 91.55$ (σ_3 = t/m^2)

In the analysis of retaining structure using soil-cement column behavior by finite element method, Chiang Mai subsoil simplified to consist of 2 main layer of soil was assumed. The upper soil layer was assumed to be sand having depth varying between 3-5 metres and the lower soil layer was assumed to be stiff clay. Depth of excavation were varied between 4-8 metres. 0.60 metre of diameter soil-cement column of 2-4 rows and with embedded length 0-10 times column diameter were applied as the retaining structure. All the analysis results were summarized as guideline for designing retaining structure for varying depth of excavation and thickness of top soil layer at specified safety factor against failure and lateral displacement limits.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved