

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

พฤติกรรมการรับแรงอัดแกนเดียวของดินแกรนิตที่ปรับ
เสถียรภาพด้วยเถ้าลอยผสมซีเมนต์สำหรับเป็นวัสดุก่อสร้างทาง

ผู้เขียน

นายอภิสิทธิ์ กล้าเหม็ง

ปริญญา

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ. ดร. อนิรุทธิ์ ธงไชย

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการรับแรงอัดแกนเดียวของดินแกรนิตที่ปรับ
ปรุงด้วยเถ้าลอยผสมปูนซีเมนต์สำหรับใช้เป็นวัสดุก่อสร้างทางภายใต้การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่
มีอิทธิพลสองปัจจัยคืออัตราการผสมและอายุการบ่ม ในการศึกษาได้นำตัวอย่างดินแกรนิตจาก
แหล่งดินธรรมชาติหนึ่งตัวอย่าง มาทำการผสมกับเถ้าลอยและปูนซีเมนต์ที่อัตราการผสมต่างๆ แล้ว
เตรียมเป็นแท่งตัวอย่างอัดแน่นที่ความชื้นพอเหมาะ (Optimum Moisture Content) และระดับความ
แน่นร้อยละ 95 ของการบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน แล้วนำไปทำการทดสอบให้แรงอัดแกนเดียวที่
ช่วงอายุการบ่มระหว่าง 0 - 90 วัน โดยในส่วนของอัตราการผสมนั้นได้เปลี่ยนแปลงปริมาณรวม
ของการผสมเถ้าลอยและซีเมนต์อยู่ระหว่างร้อยละ 3 - 15 และสัดส่วนการผสมเถ้าลอย : ซีเมนต์ อยู่
ระหว่าง 0 : 100 ถึง 100 : 0 นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาอิทธิพลของความชื้นการบดอัด โดยเตรียม
ตัวอย่างที่ระดับความแน่นเดียวกันแต่ให้ความชื้นการบดอัดเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง -3% ถึง +3%
ของค่าความชื้นพอเหมาะ และทำการทดสอบให้แรงอัดแกนเดียวที่อายุการบ่ม 28 วัน

ตัวอย่างดินแกรนิตที่นำมาใช้ในการศึกษาได้มาจากการสำรวจและเก็บตัวอย่างจากแหล่งดิน
ธรรมชาติในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่รวมทั้ง 6 แหล่ง มาทดสอบหาคุณสมบัติการกระจายขนาด
คละและค่าพิกัดแอดเตอร์เบอร์กในห้องปฏิบัติการ ซึ่งพบว่าตัวอย่างดินทั้งหมดมีลักษณะเป็นดิน
ทรายปนซิลท์ที่ไม่เหนียว สามารถจัดอยู่ในกลุ่ม SM ตามระบบการจำแนกดินแบบยูนิไฟด์ และจาก
ข้อมูลการทดสอบนี้จึงได้เลือกตัวอย่างดินสำหรับใช้ในการศึกษาหนึ่งตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวอย่างที่มี

คุณสมบัติการกระจายขนาดกละอยู่ในช่วงกลางของความแปรปรวนของคุณสมบัติดินแกรนิตจากแหล่งต่างๆ ในเขตภาคเหนือของประเทศไทยตามข้อมูลที่ได้มีการรายงานไว้

จากผลการทดสอบพบว่ากำลังรับแรงอัดแกนเดียวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณรวมของการผสมเถ้าลอยและซีเมนต์ อายุการบ่ม และสัดส่วนการผสมซีเมนต์ต่อเถ้าลอย ซึ่งเป็นแนวโน้มตามที่คาด แต่ในส่วนอิทธิพลของความชื้นการบดอัดนั้นพบว่า ในช่วงที่ความชื้นการบดอัดมีค่าต่ำกว่าความชื้นพอเหมาะ เมื่อความชื้นการบดอัดลดลงซึ่งเป็นการส่งผลให้แรงดึงดูระหว่างเม็ดดินเนื่องจากแรงดึงผิวของน้ำเพิ่มขึ้นแต่กำลังรับแรงอัดกลับลดลง ทั้งนี้คาดว่าเกิดจากการแตกหักของเม็ดดินเนื่องจากการที่ต้องใช้พลังงานบดอัดสูงขึ้น เพื่อบดอัดดินให้มีความหนาแน่นเท่ากับที่ค่าความชื้นพอเหมาะ นอกจากนี้ยังพบว่าความชื้นของตัวอย่างมีค่าลดลงเมื่ออายุการบ่มเพิ่มขึ้น เนื่องจากความชื้นบางส่วนถูกดึงไปใช้เป็นน้ำในการทำปฏิกิริยาเคมี ซึ่งปริมาณความชื้นที่ถูกดึงไปใช้ทำปฏิกิริยาเคมีนี้ยังแปรผันไปกับความชื้นที่ใช้ในการบดอัด ปริมาณรวมของการผสมเถ้าลอยและซีเมนต์ และสัดส่วนการผสมซีเมนต์ต่อเถ้าลอยอีกด้วย

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับปัจจัยที่เป็นตัวแปรคือ ปริมาณรวมของการผสมเถ้าลอยและซีเมนต์ อายุการบ่ม และสัดส่วนการผสมซีเมนต์ต่อเถ้าลอยโดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple Regression) พบว่าสามารถสร้างสมการทำนายกำลังรับแรงอัดของดินแกรนิตผสมเถ้าลอย-ซีเมนต์ที่มีความสัมพันธ์ค่อนข้างดีได้ 3 รูปแบบ แต่สมการที่สามารถทำนายได้แม่นยำมากที่สุดสำหรับช่วงของการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่างๆ ในขอบเขตการศึกษาของวิทยานิพนธ์ คือสมการแบบล็อกฟังก์ชันซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) เท่ากับ 0.978 และมีความคลาดเคลื่อนในการทำนายน้อยกว่า ± 25 ตันต่อตารางเมตร

ในส่วนของคุณสมบัติความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดแกนเดียวกับโมดูลัสยืดหยุ่นนั้น พบว่าตัวอย่างที่บดอัดที่ความชื้นพอเหมาะจะมีค่าโมดูลัสยืดหยุ่นประมาณ 100 – 120 เท่าของกำลังรับแรงอัด ในขณะที่ตัวอย่างที่บดอัดที่ความชื้นที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าความชื้นพอเหมาะ ระหว่าง 1.5 – 3.0% มีโมดูลัสความยืดหยุ่นลดลงเหลือประมาณ 80 – 90 เท่า

ในการปรับปรุงคุณสมบัติดินแกรนิตเพื่อใช้เป็นวัสดุในชั้นพื้นทางตามมาตรฐานของกรมทางหลวงชนบท พบว่าสามารถทำได้โดยการผสมด้วยเถ้าลอยและซีเมนต์ในปริมาณรวมระหว่าง 10 – 15 % ที่สัดส่วนการผสมเถ้าลอย : ซีเมนต์ระหว่าง 0 : 100 ถึง 35 : 65 และทำการบดอัดดินให้มีระดับความแน่นมากกว่าร้อยละ 95 ของการบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน โดยใช้ความชื้นการบดอัดให้ใกล้เคียงกับความชื้นพอเหมาะมากที่สุด

Thesis Title Uniaxial Compression Behavior of Cement-Fly Ash Stabilized Granitic Soils for Road Construction Material.

Author Mr. Apisit Klummeng

Degree Master of Engineering (Civil Engineering)

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Aniruth Thongchai

ABSTRACT

The objective of this thesis is to investigate uniaxial compressive strength behavior of cement-fly ash stabilized granitic soils to be used as road construction materials. Test samples were prepared by mixing a granitic soil from natural deposits with fly ash and cement at varying rate. The samples were compacted into cylindrical shape test specimens at optimum moisture content to a relative density compaction of 95% modified compaction and cured for 0 - 90 days before being subjected to uniaxial compression test. The mixing rates of fly ash and cement were varied between 3 to 15 percent by weight and the mixing ratio of fly ash : cement varied between 0 : 100 to 100 : 0 . Influences of compaction moisture were also investigated by compacting test specimens to the same level of relative compaction at water contents ranging between -3% to +3% of the optimum moisture content and subjecting the specimens to uniaxial compression tests at 28 days curing age.

Samples of granitic soil were taken from 6 natural deposits in Chiang Mai province and subjected to grain size distribution and Atterberg's limit tests in laboratory. Results from the tests revealed that all the samples are nonplastic silty sand in SM group of unified soil classification system. The soil sample with grain size distribution close to the average range reported for granitic soils in Northern Thailand were selected for the above test series.

Results of the tests show increasing trends in values of uniaxial compressive strength with binder content, curing time and cement ratio as expected. As for the effects of compaction moisture, for the range of moisture content below optimum moisture, strength values were found to decrease as compaction moisture decrease, instead of increasing with the increase in interparticle forces due to suction pressure. This was thought to be due to breaking down in soil particles resulting from increasing in compaction energy to achieve the same level of density as at optimum moisture. Furthermore, moisture contents of the soil samples were found to decrease with increases in curing time due to consumption of water in chemical reaction to form cementitious materials. This consumed moisture were found to increase with increases in compaction moisture, binder content and cement ratio.

Three correlation equations between uniaxial compressive strengths and their influencing factors were established by multiple regression analysis. All the three equations were found to give reasonably good correlation but the logarithmic function equation is the most accurate for the range of variation in parameters of this study. The equation has a coefficient of determination equal to 0.978 and can predict strength values with an accuracy of with in $\pm 25 \text{ t/m}^2$

Elastic modulus values of samples compacted at optimum moisture content were found to range between 100 – 120 times the uniaxial compressive strength values similarly to reported values by other investigator. However, for samples compacted at moisture content higher or lower than optimum moisture content between 1.5 – 3.0%, the elastic modulus values were found to be lowered to about 80 – 90 times the strength values.

Stabilizing granitic soils for using as base course materials under the specification the Department of Highways can be achieved by using mixing rate of fly ash and cement in the range of 10 to 15 percent and ratio of fly ash : cement in the range of 0 : 100 to 35 : 65 . The mixture should be compacted at moisture content as close as possible to optimum moisture at relative compaction of more than 95% of modified compaction test.