บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาผลกระทบของสารลดแรงตึงผิวต่อประสิทธิภาพการบดอัดดินและเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารจีโอโพลิเมอร์ต่อการเสริมสร้างกำลังเฉือนของดินบดอัด ดินตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ ดินเหนียวที่มีพลาสติกซิตี้สูง (High plasticity clay, CH) ดินตะกอนที่มีพลาสติกซิตี้สูง (High plasticity silt, MH) และดินทรายปนดินตะกอน (Silty sand, SM) สารลดตึงผิวที่ใช้ในการทดสอบ 3 ชนิด ได้แก่ โนนิลฟีนอลอีทอกซิเลต (Nonyl Phenol Ethoxylate) คอนเอด (CON–AID) และโซเดียมโดดีซิลซัลเฟต (Sodium Dodecyl Sulfate) สารจีโอพอลิเมอร์ที่ใช้ในการทดสอบเกิดจากการนำเถ้าถ่านหิน (Fly ash) ผสมกับตัวกระตุ้นอัลคาไลน์ (Alkaline Activator, AL) ซึ่งเกิดการการผสมกันระหว่างโซดาไฟ (NaOH) และโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) อัตราส่วน 1:1

จากการศึกษาผลกระทบของสารลดแรงตึงผิวต่อประสิทธิภาพการบดอัดดิน โดยผันแปรความเข้มข้น 4 ระดับ (5%, 10%, 15% และ 20% โดยน้ำหนัก สำหรับโนนิลฟีนอลอีทอกซิเลต และคอนเอด และ 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 โมลาร์ สำหรับโซเดียมโดดีซิลซัลเฟต) ผลการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตราฐานระบุว่าโนนิลฟีนอลอีทอกซิเลตและโซเดียมโดดีซิลซัลเฟตไม่มีประสิทธิภาพที่จะทำให้ความหนาแน่นของการบดอัดเพิ่มขึ้น ในทางตรงข้ามกลับส่งผลให้ค่าความหนาแน่นแห้งของดินบดอัดมีค่าลดลงและยังทำให้ปริมาณความชื้นที่เหมาะสม (OMC) ของดินบดอัดมีการเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับผลจากการบดอัดด้วยน้ำบริสุทธิ์ ส่วนคอนเอดซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบนั้น หากใช้ในระดับที่มีความเข้มข้นสูง (มากกว่า 20%) ส่งผลให้ความหนาแน่นแห้งของดินเม็ดละเอียด (ดินเหนียวที่มีค่าพลาสติกซิตี้สูงและดินตะกอนที่มีพลาสติกซิตี้สูง) มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลจากการบดอัดด้วยน้ำบริสุทธิ์

จากการศึกษาประสิทธิภาพของจีโอโพลิเมอร์ต่อการเสริมสร้างกำลังเฉือนของดินบดอัดนั้น การทดสอบได้นำเถ้าถ่านหินผสมกับดินอัตราส่วนคงที่เท่ากับ 1:10 จากนั้นนำส่วนผสมนี้ไปทดสอบการบดอัดแบบสูงกว่ามาตราฐานด้วยสารกระตุ้นอัลคาไลน์ที่ผสมกับน้ำด้วยอัตราส่วนคงที่เท่ากับ 1:10 ในการทดสอบได้ผันแปรปริมาณสารละลายอัลคาไลน์จนกระทั่งได้ปริมาณความชื้นที่เหมาะสม และนำค่าปริมาณความชื้นที่เหมาะสมนี้ไปบดอัดดินและทดสอบสอบกำลังเฉือนภายใต้ความเค้นกดตั้งฉากเท่ากับ 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 MPa ในสภาวะที่ไม่มีการบ่มตัวอย่างและมีการบ่มตัวอย่างเป็นระยะเวลา 7 วัน ผลการศึกษาระบุว่าปริมาณความชื้นที่เหมาะสมของดินทรายผสมดินตะกอนและดินตะกอนที่มีพลาสติกซิตี้สูงที่บดอัดโดยใช้เถ้าถ่านหินและสารจีโอโพลิเมอร์มีค่าสูงกว่าตัวอย่างดินที่ทำการบดอัดโดยใช้น้ำบริสุทธิ์ ส่วนปริมาณความชื้นที่เหมาะสมของดินเหนียวที่มีค่าพลาสติกซิตี้สูงที่ทำการบดอัดด้วยเถ้าถ่านหินและสารจี

โอพอลิเมอร์มีค่าลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบผลจากการทดสอบการบดอัดด้วยน้ำบริสุทธิ์ และค่ากำลังรับแรงเฉือนของตัวอย่างดินที่ผสมกับเถ้าถ่านหินและสารจีโอโพลิเมอร์ในสภาวะที่บ่มตัวอย่างดินบดอัดเป็นเวลา 7 วัน มีแนวโน้มสูงกว่าตัวอย่างดินที่บดอัดด้วยน้ำบริสุทธิ์ประมาณสองเท่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเถ้าถ่านหินผสมสารจีโอโพลิเมอร์สามารถเพิ่มกำลังรับแรงเฉือนของดินได้ โดยการเพิ่มค่าความเค้นยึดติดและค่ามุมเสียดทานภายในจากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างน้ำเถ้าถ่านหินและตัวกระตุ้นอัลคาไลน์ จากเทคนิคดังกล่าวกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินโดยใช้สารจีโอโพลิเมอร์ สำหรับการเสริมสร้างความแข็งแรงของเขื่อนดิน ความลาดชันของมวลดิน และมวลดินใต้ฐานรากเขื่อน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

The purpose of this research are to study the effect of surfactants on soil compaction efficiency and to study the efficiency of geopolymers on the shear strength of compacted soil. Soil samples use here are high plasticity clay (CH), high plasticity silt (MH), and silty sand (SM). The surfactants used here are Nonyl Phenol Ethoxylate, CON–AID, and Sodium Dodecyl Sulfate. The geopolymer used in this study is fly ash mixed with alkaline activator which this is the mixture of Sodium Hydroxide (NaOH) and Sodium Silicate (Na_2SiO_3) with ratio of 1:1.

For the experimentally to study the effect of surfactants on soil compaction efficiency, the surfactant concentrations are varied 4 levels (5%, 10%, 15% and 20% by weight for Nonyl Phenol Ethoxylate and CON–AID and 0.2, 0.4, 0.6 and 0.8 molar for Sodium Dodecyl Sulfate). The modified compaction test results indicated that the soil compaction using Nonyl Phenol Ethoxylate and Sodium Dodecyl Sulfate has not capability to increasing the compacted soil density. On the other hand, the maximum dry densities are reduced and the optimum moisture content of the compacted soil changed as comparing to the compaction test results using tap water. CON–AID, which is anionic surfactant, can be increased the maximum dry density of fine grained soils (high plasticity clay and high plasticity silt) for high concentrations (more than 20%) as comparing with the test results using tap water.

Based on the study of the efficiency of the geopolymer on shear enhancement of the compacted soils, fly ash is mixed with the soil at a constant ratio of 1:10 and then performed the modified proctor test using alkaline activator mixed with water at a constant ratio of 1:10. The amount of alkaline solution is varied until the appropriate moisture content was obtained. This optimum moisture content was then applied to the soil for compaction and shearing test. The normal stresses are varied from 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0 MPa for direct shear test on compacted samples under non–curing state and curing for 7 days. The results indicate that the optimum moisture content of silty sand and high plasticity silt mixed with fly ash based geopolymer is slightly higher than those of sample mixed with tap water. The optimum moisture content of high plasticity clay is however slightly decrease when they were mixed with fly ash based geopolymer. Soils mixed with fly ash based geopolymer tend to give a

higher state of the peak shear strength for curing sample about two times of soils mixed with tap water. This suggests that the fly ash based geopolymer can be enhancing the shear strength of soils by increasing of cohesion and friction angle by chemical reactions between tab water, fly ash and alkaline activator. Soil improvement techniques using geopolymer can be applied for strengthening the soil embankment, soil slope and earth dam foundation.