

บทคัดย่อ

Project Code : MRG6080073

Project Title : การพัฒนากำลั่งอัดและโครงสร้างจุลภาคของดินเหนียวอ่อนผสม

เถ้าลอย และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ จีโอโพลีเมอร์

Investigator : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เชิดศักดิ์ สุขศิริพัฒน์พงศ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

E-mail Address : Cherdsak.su@rmuti.ac.th

Project Period : 24 เดือน

งานวิจัยนี้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เถ้าลอย และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) จีโอโพลีเมอร์ เพื่อปรับปรุงกำลังของดินเหนียวอ่อนสำหรับวัสดุก่อสร้าง ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังประกอบด้วยปริมาณเถ้าลอย, ปริมาณสารกระตุ้น, อัตราส่วน $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$, ความเข้มข้นของ NaOH , ปริมาณ PVA, ความเข้มข้นของ PVA และอายุบ่ม โดยศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคของตัวอย่างดินเหนียวอ่อนผสมเถ้าลอย และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ จีโอโพลีเมอร์ เพื่อเข้าใจถึงอิทธิพลควบคุมต่อการพัฒนากำลั่งอัด ทดสอบการชะลอหะหนักของตัวอย่างดินเหนียวอ่อนผสมเถ้าลอย และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ จีโอโพลีเมอร์ เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติด้านสิ่งแวดล้อม ท้ายสุดศึกษาการปล่อยก๊าซ CO_2 ของตัวอย่างดินเหนียวอ่อนผสมเถ้าลอย และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ จีโอโพลีเมอร์ และเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ใช้ปูนซีเมนต์ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่ากำลั่งอัดที่อายุบ่ม 7 วันของตัวอย่างดินเหนียวอ่อนผสมเถ้าลอย จีโอโพลีเมอร์เพิ่มขึ้นกับการเพิ่มปริมาณ FA และ L/FA เนื่องจากตัวอย่างเกิดผลิตภัณฑ์จีโอโพลีเมอร์ไรเซชันมากกว่า อย่างไรก็ตามปริมาณความชื้นที่มากเกินไป (มากกว่าขีดจำกัดเหลว) ทำให้ความเข้มข้นของ NaOH เจือจาง และทำให้เกิดช่องว่างขนาดใหญ่ อัตราส่วน $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ มีผลกระทบต่อกำลั่งอัดที่อายุบ่ม 7 วันเพียงเล็กน้อย กำลั่งอัดสูงสุดของตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 1,990 kPa ที่ปริมาณความชื้นเท่ากับขีดจำกัดเหลว, อัตราส่วน $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}=1$ และอายุบ่มเท่ากับ 90 วัน อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมเมื่อพิจารณาจากความสมารถในการทำงานและราคาของตัวอย่างดินเหนียวอ่อนผสมเถ้าลอย จีโอโพลีเมอร์ พบที่ปริมาณความชื้นเท่ากับ 1.5 เท่าของขีดจำกัดเหลว, อัตราส่วน $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}=1$ ปริมาณเถ้าลอยเท่ากับร้อยละ 30 และอัตราส่วน L/FA ซึ่งมีกำลั่งอัดที่อายุบ่มเท่ากับ 28 วัน เท่ากับ 682 kPa และผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมทางหลวงซึ่งระบุกำลั่งอัดไว้ไม่น้อยกว่า 500 kPa สำหรับเสาเข็มดิน กำลั่งอัดสูงสุดที่อายุบ่ม 7 วันของตัวอย่างดินเหนียวอ่อนผสมเถ้าลอย และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ จีโอโพลีเมอร์ มีค่าเท่ากับ 600 kPa ที่ ปริมาณ PVA เท่ากับร้อยละ 15 และความเข้มข้นของ PVA เท่ากับร้อยละ 2 ตามที่ค่ามาตรฐานน้ำดื่มที่ U.S. Environmental Protection Agency กำหนดไว้ พบว่าปริมาณสารที่ตรวจพบในตัวอย่างดินเหนียวอ่อนผสมเถ้าลอย และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ จีโอโพลีเมอร์ มีค่าไม่

เกินเกณฑ์ที่กำหนด การปล่อยก๊าซ CO₂ ของตัวอย่างดินเหนียวอ่อนผสมเถ้าลอย และโพลิไว
นิลแอลกอฮอล์ จีโอโพลีเมอร์ (FA, Na₂SiO₃, NaOH และ PVA) มีค่าเท่ากับ 221 kg CO₂-
e/ton เมื่อเปรียบเทียบกับ การปล่อยก๊าซ CO₂ ของปูนซีเมนต์ (246 kg CO₂-e/ton) พบว่าการ
ปล่อยก๊าซ CO₂ ของปูนซีเมนต์มีค่าสูงกว่าการปล่อยก๊าซ CO₂ ของตัวอย่างดินเหนียวอ่อนผสม
เถ้าลอย และโพลิไว นิลแอลกอฮอล์ จีโอโพลีเมอร์ร้อยละ 10.16 การพัฒนากำลังอัดและ
โครงสร้างจุลภาคของดินเหนียวอ่อนผสมเถ้าจากเกษตรกรรม (เถ้าขาน้อย เถ้าแกลบ หรือเถ้า
ปาล์มน้ำมัน) และโพลิไว นิลแอลกอฮอล์ จีโอโพลีเมอร์ควรศึกษาต่อในอนาคต

Keywords : กำลังอัด โครงสร้างจุลภาค ดินเหนียวอ่อน เถ้าลอย จีโอโพลีเมอร์
โพลิไว นิลแอลกอฮอล์

Abstract

Project Code : MRG6080073

Project Title : Strength Development and Microstructure of Soft Clay-Fly ash
Geopolymer Modified with Polyvinyl Alcohol (PVA)

Investigator : Assistant professor Dr. Cherdsak Suksiripattanapong
Rajamangala University of Technology Isan

E-mail Address : Cherdsak.su@rmuti.ac.th

Project Period : 24 months

This research investigates the possibility of using fly ash (FA) and polyvinyl alcohol (PVA) geopolymer to improve strength of soft clay for using as construction materials. The influential factors include mixing ingredient (FA content, water content, liquid alkaline activation content, $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ ratio, concentration of NaOH, PVA content, concentration of PVA) and curing time. The microstructural analyses of soft clay stabilized with FA and PVA geopolymer is undertaken using Scanning Electron Microscopy (SEM) to understand the role of influential factors controlling the strength development. The leaching test was undertaken on the soft clay stabilized with FA and PVA geopolymer in order to understand the environmental effects of using the soft clay stabilized with FA and PVA geopolymer in construction materials needs to be ascertained. Moreover, the carbon footprints of soft clay stabilized with FA and PVA geopolymer are calculated and compared with soft clay stabilized with cement. The 7-day UCS of SC-FA geopolymer increases with increasing FA and L/FA content, due to higher geopolymerization products. However, the excessive water content (more than LL) causes a diluted NaOH concentration (less dissolved Si and Al from FA) and a large pore space. The $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ ratios were found to have a small effect on 7-day strength. The maximum UCS was found to be 1,990 kPa at LL and $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH} = 1$ and 90 days of curing. The optimum ingredient considering workability and cost of SC-FA geopolymer was found to be at 1.5LL, $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH} = 1$, FA = 30% and L/FA = 0.6, which gave the 28-day compressive strength of 682 kPa and meets the minimum UCS requirement of Department of Highways Thailand (> 500 kPa) for soil cement column. The highest 7-day compressive strength was found at PVA content of 15%, where the maximum compressive strengths are 600 kPa for PVA concentrations of 2 %. According to benchmark mandated by the U.S. Environmental Protection Agency (EPA)

for storm-water sampling, these results indicate that the SC-HFA-PVA geopolymer sample are within allowable limits. The emission CO₂-e of HFA-PVA geopolymer (FA, Na₂SiO₃, NaOH and PVA) is 221 kg CO₂-e/ton compared with the emission CO₂-e of cement of 246 kg CO₂-e/ton. The emission CO₂-e of cement is higher than that of HFA-PVA geopolymer which is about 10.16%. The strength and microstructure development in soft clay stabilized with agricultural ash and polyvinyl alcohol (PVA) geopolymer should be further studied.

Keywords : Strength, Microstructure, Soft Clay, Fly ash Geopolymer, Polyvinyl Alcohol