เอกสิทธิ์ ศิริสุรวงศ์ : การพัฒนาวัสดุทดแทนปูนซีเมนต์จากดินตะกอนประปาและเถ้าแกลบ (DEVELOPMENT OF THE CEMENT REPLACEMENT MATERIAL FROM WATER TREATMENT SLUDGE AND RICE HUSK ASH) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรชัย อาจหาญ, 102 หน้า

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ถูกใช้ในงานก่อสร้างอย่างกว้างขวางในสังคมมนุษย์ อย่างไรก็ตาม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากในกระบวนการผลิตต้องใช้พลังงานสูง และมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาในปริมาณมากซึ่งเป็นสาเหตุหลักของสภาวะโลกร้อน จีโอพอลิเมอร์เป็นหัวข้อที่ถูกศึกษาอย่างมาก ในฐานะวัสดุทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เพราะจีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถสังเคราะห์ได้จากวัสดุของเสียที่หลากหลาย ดินตะกอนประปาเป็นของเสียจากกระบวนการบำบัดน้ำเพื่อผลิตน้ำประปา ดินตะกอนประปาจึงเป็นปัญหาของเมืองใหญ่ทั่วโลก วิธีที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาดินตะกอนประปาคือนำมาใช้ซ้ำหรือแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานได้ เถ้าแกลบเป็นของเสียจากการเกษตร เป็นแหล่งของซิลิกาที่เกิดปฏิกิริยาได้ง่าย และสามารถใช้เถ้าแกลบเพื่อควบคุมสมบัติของจีโอพอลิเมอร์ เป้าหมายของวิทยานิพนธ์นี้เพื่อพัฒนาจีโอพอลิเมอร์โดยการใช้ดินตะกอนประปาและเถ้าแกลบเป็นสารตั้งต้น ส่วนผสมของโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมซิลิเกตถูกใช้เป็นสารละลายที่ใช้ทำปฏิกิริยา ผลของงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ความหนาแน่นของจีโอพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์จากดินตะกอนประปาและเถ้าแกลบมีค่าต่ำกว่าของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประมาณ 3 เท่าตัว ความแข็งแรงของจีโอพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์จากดินตะกอนประปาและเถ้าแกลบใกล้เคียงกับค่าความแข็งแรงขั้นต่ำของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ สภาวะที่เหมาะสมสำหรับเผาแคลไซน์ดินตะกอนประปาคือ 600 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ อัตราส่วนโซเดียมซิลิเกตต่อโซเดียมไฮดรอกไซด์ และอุณหภูมิในการบ่มจะส่งผลให้ความแข็งแรงของจีโอพอลิเมอร์เพิ่มขึ้น ในขณะที่เวลาในการก่อตัวของจีโอพอลิเมอร์ลดลง สภาวะที่เหมาะสมในการทดแทนดินตะกอนประปาด้วยเถ้าแกลบคือร้อยละ 30 และร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก เมื่อบ่มชิ้นงานที่อุณหภูมิห้องและ 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การเพิ่มปริมาณเถ้าแกลบจะส่งผลให้ความหนาแน่นของจีโอพอลิเมอร์ลดลงเมื่อบ่มที่อุณหภูมิห้อง และการเพิ่มปริมาณของเถ้าแกลบส่งผลให้หน่วงเวลาในการก่อตัว

งานวิจัยนี้เปิดโอกาสให้ประยุกต์ใช้จีโอพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์จากดินตะกอนประปาและเถ้าแกลบเพื่อใช้ในงานทางวิศวกรรมที่หลากหลาย โดยเฉพาะวัสดุก่อสร้างมวลเบา

สาขาวิชา วิศวกรรมเกษตรและอาหาร ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2558 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

EKKASIT SIRISURAWONG : DEVELOPMENT OF THE CEMENT REPLACEMENT MATERIAL FROM WATER TREATMENT SLUDGE AND RICE HUSK ASH. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. WEERACHAI ARJHARN, Ph.D., 102 PP.

GEOPOLYMER/GEOPOLYMERIZATION/CEMENT REPLACEMENT MATERIAL/WATER TREATMENT SLUDGE/RICE HUSK ASH

Ordinary Portland cement (OPC) is widely used for construction works in human society. However, OPC has negative environment impacts because the production of OPC requires high energy consumption and emits high quantities of carbon dioxide gas, which is the main cause of the global warming. Geopolymer has been the subject of intense study as the OPC replacement material, because geopolymer is an environmental friendly material and can be synthesized from variety kinds of waste materials. Water treatment sludge (WTS) is a waste from water treatment process in production of tap water. WTS is a problem of big city around the world. The effective way to solve the problem of WTS is re-used or processed it to be usable products. Rice husk ash (RHA) is the agricultural waste. RHA is a source of reactive silica, and can be used to control the properties of geopolymer. The aim if this thesis is to develop a geopolymer by using WTS and RHA as a precursors. The mixture of sodium hydroxide (NaOH) and sodium silicate (Na_2SiO_3) is used as the alkali activator. The results of this research show that the density of the WTS-RHA geopolymer is approximately 3 times lower than that of OPC. The strength of the WTS-RHA geopolymer meets the minimum requirement of OPC. The optimum condition for calcined WTS is 600 ^oC for 4 hours. Strength of geopolymer is

increased, while the setting time of geopolymer is reduced with increasing the sodium hydroxide concentration, the ratio of sodium silicate to sodium hydroxide and the curing temperature. The optimum condition for replacement WTS by RHA is 30% and 40% RHA replacement for the cured geopolymer at room temperature and 60 ^{o}C, respectively. By increasing the amount of RHA replacement with curing at room temperature, density of geopolymer is reduced. The increasing of the RHA replacement leads to delay of the setting time. This research opens an opportunity to apply the WTS-RHA geopolymer for using in variety kinds of engineering applications, especially lightweight construction materials.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Agricultural and Food Engineering

Academic Year 2015

Student's Signature_____

Advisor's Signature_____

Co-Advisor's Signature_____