วันโชค เครือหงษ์ : ผลของเถ้าแกลบและเถ้าปาล์มน้ำมันต่อโครงสร้างจุลภาคและการแทรกซึมคลอไรด์ของซีเมนต์เพสต์ผสม (EFFECT OF RICE HUSK ASH AND PALM OIL FUEL ASH ON MICROSTRUCTURE AND CHLORIDE PENETRATION OF BLENDED CEMENT PASTES) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรวัฒน์ สินศิริ, 244 หน้า.

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เพื่อศึกษาผลของเถ้าแกลบและเถ้าปาล์มน้ำมันต่อโครงสร้างจุลภาคและการแทรกซึมคลอไรด์ของซีเมนต์เพสต์ โดยนำเถ้าแกลบ เถ้าปาล์มน้ำมัน และทรายแม่น้ำมาบดให้มีความละเอียด 2 ขนาด คือขนาดอนุภาคใกล้เคียงกับปูนซีเมนต์และขนาดอนุภาคเล็กกว่าปูนซีเมนต์ การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 มาแทนที่ด้วยเถ้าแกลบหรือเถ้าปาล์มน้ำมันหรือทรายแม่น้ำ ในอัตราส่วนร้อยละ 10 20 30 และ 40 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน ควบคุมอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.35 ทุกอัตราส่วนผสม ทดสอบกำลังอัด การสูญเสียน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อนและการกระจายขนาดของโพรงของซีเมนต์เพสต์ผสม ส่วนที่ 2 ใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 10 20 30 และ 40 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน โดยมีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานคงที่เท่ากับ 0.35 นำซีเมนต์เพสต์ผสมไปแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 3% เป็นเวลา 90 วัน จากนั้นนำไปทดสอบหาปริมาณคลอไรด์ทั้งหมด คลอไรด์อิสระ โครงสร้างจุลภาคของเพสต์ภายใต้การแทรกซึมของคลอไรด์ และวิเคราะห์การแทรกซึมคลอไรด์ของเพสต์โดยโปรแกรมไฟไนท์เอลิเมนต์ของตัวอย่างแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 3% เป็นเวลา 90 วัน

ผลการทดสอบในส่วนที่ 1 กำลังอัดของเพสต์เนื่องจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นมีค่าลดลงตามการลดลงของปูนซีเมนต์ กำลังอัดของเพสต์เนื่องจากการอัดตัวของอนุภาคมีค่าเพิ่มขึ้นตามการแทนที่เพิ่มขึ้นของทราย กำลังอัดของเพสต์เนื่องจากปฏิกิริยาปอซโซลานมีลักษณะไม่เชิงเส้นและมีค่าเพิ่มขึ้นตามความละเอียดของเถ้าแกลบและเถ้าปาล์มน้ำมันตามการแทนที่ที่มากขึ้นและตามอายุการบ่มของเพสต์ นอกจากนี้ การแทนที่ปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมของเถ้าแกลบและเถ้าปาล์มน้ำมันในเพสต์คือร้อยละ 30 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน การสูญเสียน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อน (ที่อุณหภูมิ 30-450 องศาเซลเซียส) ของเพสต์ เนื่องจากการอัดตัวและเนื่องจากปฏิกิริยาปอซโซลาน มีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการบ่ม ความละเอียดของอนุภาคและตามการแทนที่ที่มากขึ้น นอกจากนี้ขนาดโพรงวิกฤติและขนาดโพรงเฉลี่ยของเพสต์แทนที่ด้วยเถ้าแกลบและเถ้าปาล์มน้ำมันมีขนาดเล็กกว่าซีเมนต์เพสต์ควบคุม

ผลการทดสอบในส่วนที่ 2 พบว่า ซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันมีค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของคลอไรด์และระดับความเข้มข้นของคลอไรด์อิสระต่ำกว่าซีเมนต์เพสต์ที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 นอกจากนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของคลอไรด์และขนาดโพรงวิกฤตมีลักษณะความสัมพันธ์เชิงเส้นและเพิ่มขึ้นตามขนาดโพรงวิกฤต ความละเอียดและการแทนที่ที่เพิ่มขึ้นของเถ้าปาล์มน้ำมันส่งผลให้คลอไรด์อิสระและค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของคลอไรด์ลดลง การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 พบว่ามียอด (Peak) ของ Friedel's salt ในเพสต์ต่ำกว่าซีเมนต์เพสต์ที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 นอกจากนี้การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันที่มีความละเอียดและแทนที่ปูนซีเมนต์ในปริมาณที่มากขึ้นทำให้ยอด (Peak) ของ Friedel's salt ลดลง อย่างไรก็ตามการเพิ่มการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าปาล์มน้ำมันทำให้การเก็บกักคลอไรด์ทางด้านกายภาพเพิ่มขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2555 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

WUNCHOCK KROEHONG : EFFECT OF RICE HUSK ASH AND PALM OIL FUEL ASH ON MICROSTRUCTURE AND CHLORIDE PENETRATION OF BLENDED CEMENT PASTES. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. THEERAWAT SINSIRI, Ph.D., 244 PP.

RICE HUSK ASH/PALM OIL FUEL ASH/MICROSTRUCTURE/CHLORIDE PENETRATION/FINITE ELEMENT ANALYSIS

This thesis aims to study the effect of rice husk ash and palm oil fuel ash on the microstructure and chloride penetration of blended cement pastes. Rice husk ash (RHA), palm oil fuel ash (POFA) and river sand (RS) were ground to obtain two finenesses: one was the same size as the cement and the other was smaller than the cement. The study is divided into two parts. In part 1, Type I Portland cement (OPC) was replaced by RHA or POFA or RS at 0%, 10%, 20%, 30% and 40% by weight of binder. A water to binder ratio (W/B) of 0.35 was used for all paste mixes. The compressive strength, thermogravimetric analysis and pore size distribution of the blended cement pastes were investigated. In part 2, POFA was used to replace ordinary Portland cement at 0%, 10%, 20%, 30% and 40% by weight of binder. A constant water to binder ratio (W/B) of 0.35 was used. The pastes were immersed in 3 % solution for 90 days. After that the total chloride content, free chloride content, microstructure chloride penetration and the chloride penetration of pastes using the finite element program were examined at 90 days immersion in 3% NaCl solution.

The results in part 1 showed that compressive strengths of the pastes due to the hydration reaction decreased with decreasing cement content. The compressive

strengths of the pastes due to the filler effect increased with increasing RS replacement. The compressive strengths of the pastes due to the pozzolanic reaction were nonlinear and increased with increasing fineness of RHA and POFA, cement replacement rate and age of the paste. In addition, the optimum replacement level of RHA and POFA in pastes was 30% by weight of binder. The mass loss (at 30°C-450°C) of the pastes due to the filler effect and the pozzolanic reaction increased with increasing curing time, particle fineness and cement replacement rate as resulted in an increase compressive strength. Moreover, the critical pore size and average pore diameter of the pastes containing RHA and POFA were lower than those of the OPC paste.

The results in part 2 indicated that POFA pastes had a lower chloride diffusion coefficient and concentration profile of free chloride than that of the OPC paste. In addition, relationship between the chloride diffusion coefficient and critical pore diameters is linearly correlated and increases with increasing critical pore diameters. The increasing fineness and replacement of POFA resulted in the decrease of free chloride and of the chloride diffusion coefficient. POFA pastes had a lower peak intensity of Friedel's salt than that of the OPC paste. In addition, the increase in POFA replacement and POFA fineness decreased the peak intensity of Friedel's salt in paste. However, increasing the replacement of cement by palm oil fuel ash resulted in an increasing physically bound chloride.

School of Civil Engineering Student's Signature _____

Academic Year 2012 Advisor's Signature _____