คำภี จิตชัยภูมิ : การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและโครงสร้างจุลภาคของคอนกรีตมวลเบาเซลลูล่าผสมเถ้าลอย ซีโอไลต์ธรรมชาติ และนาโนซิลิก้า (A STUDY OF PHYSICAL PROPERTIES AND MICROSTRUCTURES OF CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE CONTAINING FLY ASH, NATURAL ZEOLITE AND NANO-SILICA) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรวัฒน์ สินศิริ, 248 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคอนกรีตมวลเบาเซลลูล่า (CLC) ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (OPC) ผสมเถ้าลอยแคลเซียมสูง (FA) ซีโอไลต์ธรรมชาติ (NZ) และนาโนซิลิก้า (NS) ด้วยวิธี PRE-FORMED FOAM METHOD โดยแทนที่ OPC บางส่วนด้วย FA หรือ NZ ในปริมาณ 10%, 20%, และ 30% และแทนที่ OPC บางส่วนด้วย NS ในปริมาณ 1%, 2%, และ 3% โดยน้ำหนักของวัสดุยึดประสาน ความหนาแน่นแห้งประมาณ 800 kg/m^3 อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุยึดประสาน (w/b) เท่ากับ 0.5, 0.6, และ 0.7 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ โครงสร้างจุลภาค ทดสอบคุณสมบัติกำลังรับแรงอัดที่อายุ 3, 14, 28, และ 60 วัน ทดสอบคุณสมบัติอื่น ๆ ได้แก่ การดูดซึมน้ำ การนำความร้อน ระยะเวลาการก่อตัว การหดตัวแห้ง และความทนทานเมื่อแช่ในสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

ผลจากการวิจัยพบว่า CLC ที่ใช้ส่วนผสม NS ให้กำลังรับแรงอัดสูงกว่าส่วนผสม FA หรือ NZ และส่วนผสมที่ใช้ NZ มีกำลังรับแรงอัดสูงกว่าส่วนผสม FA เล็กน้อย ซึ่งการแทนที่ OPC ด้วย NS ในปริมาณ 1wt% ที่ w/b = 0.7 ให้กำลังรับแรงอัดสูงสุด โดยกำลังรับแรงอัดจะลดลงตามปริมาณความพรุนรวมที่เพิ่มขึ้น และ CLC ที่มีกำลังรับแรงอัดค่อนข้างสูงมักมีขนาดโพรงเฉลี่ยที่เล็ก การแทนที่ OPC ด้วยวัสดุปอซโซลานทำให้ความพรุนรวม และขนาดช่องว่างอากาศลดลง แต่ความพรุนคาปิลลารี่ และ ความพรุนเจลของ CLC เพิ่มขึ้นตามระดับปริมาณการแทนที่ และ w/b ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งความพรุนคาปิลลารี่ที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลกระทบทำให้ CLC มีการดูดซึมน้ำที่เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณความพรุนรวมที่เพิ่มขึ้นส่งผลดีทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของ CLC ลดลงโดยคอนกรีตที่ผสม NZ มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำสุด และความพรุนเจลที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้อัตราการหดตัวแห้งของ CLC เพิ่มขึ้นตามระดับปริมาณการแทนที่ อย่างไรก็ตามการประสานร่วมกันของวัสดุปอซโซลานที่ใช้ในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้ลดระยะเวลาการก่อตัว ลดปริมาณความพรุนรวม และลดขนาดช่องว่างของซีเมนต์เพสต์ ส่วนความทนทานของ CLC เมื่อแช่ในสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต พบว่าอัตราการขยายตัวของแท่งตัวอย่างลดลงตามระดับปริมาณการแทนที่ด้วยวัสดุปอซโซลานที่เพิ่มขึ้นและ w/b ที่ลดลง โดย CLC ที่ผสม NS ในปริมาณ 3wt% ที่

w/b = 0.6 มีอัตราการขยายตัวต่ำสุด ซึ่งผลกระทบเหล่านี้ขึ้นอยู่กับ อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุยึดประสาน ปริมาณฟองอากาศ และประเภท หรือระดับปริมาณการแทนที่ของวัสดุปอซโซลาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

KHAMPHEE JITCHAIYAPHUM : A STUDY OF PHYSICAL PROPERTIES AND MICROSTRUCTURES OF CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE CONTAINING FLY ASH, NATURAL ZEOLITE AND NANO-SILICA. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. THEERAWAT SINSIRI, Ph.D., 248 PP.

FLY ASH/ NATURAL ZEOLITE/ NANO-SILICA/ PHYSICAL PROPERTIES/ MICROSTRUCTURE/ SULFATE RESISTANCE

This thesis presents an experimental study of the cellular lightweight concrete (CLC) with the controlled density of approximately 800 kg/m^3 was made from a preformed foam, ordinary Portland cement (OPC), high-calcium fly ash (FA), natural zeolite (NZ), and nano-silica (NS) with PRE-FORMED FOAM METHOD. FA and NZ were used to partially replace OPC at 0, 10wt%, 20wt%, and 30wt% of the binder. The NS was used to partially replace OPC at 0, 1wt%, 2wt%, and 3wt% of the binder. The water-to-binder mass ratio (w/b) of 0.5, 0.6, and 0.7 were used for all mixtures and its compressive strengths of specimens at 3, 14, 28, and 60 days, water absorption, thermal conductivity, setting time, drying shrinkage, sulfate resistance, and microstructure of were tested.

The testing results indicated that CLC containing NS has the compressive strength were higher than those of NZ or FA, while CLC containing NZ has compressive strength was slightly higher than that of FA. The incorporation of 1wt% NS with w/b = 0.7 had the highest compressive strength. The compressive strength of CLCs were decreased with the increase of porosity. This suggest that the CLC with relatively high compressive strength is usually has the average pore size is small. The

replacement of OPC with pozzolan decreased the total porosity and air void size, but increased the gel and capillary porosity of the CLC as a result of adding pozzolans at all replacement levels and w/b increased. Which the water absorption increased as the capillary porosity increased, but increase of porosity affects the thermal conductivity of CLC is decreased, which CLC containing NZ had the lowest thermal conductivity. In addition, the gel and capillary pore increased as the replacement level increased, which affects the drying shrinkage rate of the cement paste. However, the incorporation of a suitable amount of pozzolans decreased the setting time, total porosity, and pore size of the cement paste. The expansion of CLC due to sulfate decreased as replacement level of pozzolan increased and lower w/b, which CLC containing 3wt% NS with w/b = 0.6 had the lowest expansion rate; this effect depended on the volume of air entrained, w/b, and the type or amount of pozzolan.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Civil Engineering

Academic Year 2013

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature _____