

บทคัดย่อ

การพัฒนาวัสดุผสมปูนซีเมนต์และจีโอโพลิเมอร์มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับอนาคตอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้างของประเทศไทย กระบวนการผลิตปูนซีเมนต์เป็นกระบวนการที่ใช้พลังงานมากและปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงมาก การผลิตปูนซีเมนต์ 1 ตันปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกือบ 1 ตัน การใช้ปูนซีเมนต์ผสมสารปอชโซลานสามารถลดการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ลงได้ วัสดุปอชโซลานเป็นวัสดุที่มีซิลิกาและอะลูมินาเป็นองค์ประกอบหลัก งานวิจัยนี้ได้ศึกษา เถ้าลอย, เถ้าก้นเตา, ดินขาวเผา, เถ้าแกลบ, เถ้าแกลบ-เปลือกไม้, เถ้าปาล์มน้ำมัน, และเถ้าชานอ้อย การลดปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และแทนที่ด้วยสารปอชโซลานทำให้ปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในส่วนผสมลดลง ส่งผลให้คอนกรีตมีความทนทานขึ้น การต้านทานการซึมผ่านของคลอไรด์, การต้านทานการทำลายของสารซัลเฟต, และความสามารถในการป้องกันการเกิดสนิมของเหล็กเสริมดีขึ้น ได้ศึกษาและพัฒนาวัสดุซีเมนต์ชนิดใหม่คือจีโอโพลิเมอร์ โดยใช้วัตถุดิบที่มีในประเทศ ได้แก่ เถ้าลอยแคลเซียมสูง ในการผสมใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นสูงและสารโซเดียมซิลิเกตเป็นของเหลว ซึ่งพบว่าจีโอโพลิเมอร์เถ้าลอยแคลเซียมสูงมีสมบัติทางกลที่ดี ให้กำลังรับแรงสูง การหดตัวต่ำ มีความคงทนต่อการทำลายของสารซัลเฟตและกรด ได้ใช้วัสดุไมโครซิลิกา, นาโนซิลิกา, ซิงค์ออกไซด์, ไทเทเนียมออกไซด์ และสารประกอบอื่นผสมเข้ากับสารเชื่อมประสาน ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการผสมออกไซด์เหล่านี้สามารถปรับปรุงสมบัติทางไฟฟ้าและทางแม่เหล็กของสารซีเมนต์แต่มีผลกระทบต่อสมบัติทางกลอยู่บ้าง ผลที่ได้จากการวิจัยสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับนำวัสดุเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์และใช้ในการพัฒนาอุตสาหกรรมก่อสร้างที่ยั่งยืนในประเทศไทย

คำหลัก: ปูนซีเมนต์, จีโอโพลิเมอร์, คาร์บอนไดออกไซด์, สารปอชโซลาน, ซิลิกา, อะลูมินา, เถ้าลอย, เถ้าก้นเตา, ดินขาวเผา, เถ้าแกลบ, เถ้าแกลบ-เปลือกไม้, เถ้าปาล์มน้ำมัน, เถ้าชานอ้อย, ความทนทาน, การซึมผ่านของคลอไรด์, การทำลายจากซัลเฟต, การเกิดสนิมของเหล็ก, แคลเซียมไฮดรอกไซด์, โซเดียมไฮดรอกไซด์, โซเดียมซิลิเกต, ไมโครซิลิกา, นาโนซิลิกา, ซิงค์ออกไซด์, ไทเทเนียมออกไซด์, การกัดกร่อนของกรด

Abstract

The development of blended cement and geopolymer is very important to the future of construction industry of Thailand. The process of manufacturing of Portland cement uses a large amount of energy and emits huge quantity of carbon dioxide. In making 1 ton of Portland cement, almost 1 ton of carbon dioxide is released. The use of blended Portland pozzolana cement can reduce the use of Portland cement. Pozzolans are materials containing silica and alumina as major oxides. In this research, fly ash bottom ash, calcined kaolin, rice husk ash, rice husk-bark ash, palm oil fuel ash, and bagasse ash were studied. The partial replacement of Portland cement with these pozzolans reduced calcium hydroxide in the mixture and resulted in the improvement of concrete durability. The resistance to chloride penetration, resistance to sulfate attack, and resistance to corrosion of steel reinforcement were improved. The research and development of new binder called ‘geopolymer’ was undertaken. The source material available in Thailand was high calcium fly ash. Sodium hydroxide and sodium silicate were used as liquid for the mix. The results indicated that high calcium geopolymer gave good mechanical properties with high compressive strength, low shrinkage, and good resistances to sulfate and acid attack. Microsilica, nanosilica, zinc oxide, titanium oxide, and other composite oxides were incorporated into the binder system. The results showed that the incorporation of these oxides improved the electrical and magnetic properties of the cement composites but with some effects on the mechanical properties of the binder. The results obtained from this research can be used as important basic information for the utilization and development of the sustainable construction material industry in Thailand.

Key words: cement, geopolymer, carbon dioxide, pozzolans, silica, alumina, fly ash, bottom ash, calcined kaolin, rice husk ash, rice husk-bark ash, palm oil fuel ash, bagasse ash, durability, chloride penetration, sulfate attack, steel corrosion, calcium hydroxide, sodium hydroxide, sodium silicate, microsilica, nanosilica, zinc oxide, titanium oxide, acid attack