บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวัสดุผสมซีเมนต์และคอนกรีตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การใช้วัสดุปอซโซลานในท้องถิ่นสำหรับแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วนในคอนกรีต การพัฒนาสารซีเมนต์อื่น เช่น ปูนซีเมนต์เบไลต์ (Belite) และจีโอโพลิเมอร์ (Geopolymer) การใช้มวลรวมรีไซเคิลในงานคอนกรีต และการปรับปรุงคุณสมบัติของสารซีเมนต์และซีเมนต์ผสมโดยใช้วัสดุผสมเพิ่มที่เป็นวัสดุนาโนหรือสารผสมเพิ่มอื่นในส่วนผสม เพื่อปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์และทางไฟฟ้า

จากการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า สารปอซโซลาน (Pozzolanic materials) มีอยู่ในประเทศไทยจำนวนมาก เป็นวัสดุที่ประกอบด้วยซิลิกา (Silica) และ/หรืออะลูมินา (Alumina) และสามารถใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ในงานคอนกรีต เถ้าแกลบบดละเอียดสามารถช่วยเพิ่มกำลังและความทนทานต่อการแทรกซึมของคลอไรด์ เถ้าลอยสามารถใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ในงานคอนกรีตธรรมดาและคอนกรีตอื่น เช่น ดอนกรีตพรุน เถ้าลอยแคลเซียมสูงเป็นวัสดุที่มีส่วนประกอบของซิลิกาและอะลูมินา สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) เป็นสารจีโอโพลิเมอร์ สามารถประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆได้ เช่น จีโอโพลิเมอร์คอนกรีตพรุน จีโอโพลิเมอร์คอนกรีตมวลเบา วัสดุซ่อมแซมจากจีโอโพลิเมอร์ จีโอโพลิเมอร์เสริมเส้นใย นอกจากนี้ยังพบว่าสารซีเมนต์อื่น เช่น ซีเมนต์เบไลต์ และสารซีเมนต์ที่ได้จากกากแคลเซียมคาร์ไบด์ (Calcium carbide) ผสมกับเถ้าลอย มีคุณสมบัติในการเชื่อมประสานที่ดี และสามารถใช้เป็นซีเมนต์ทางเลือกได้ ส่วนการใช้มวลรวมจากจากเศษวัสดุ เช่น เถ้าก้นเตา เศษคอนกรีต และเศษคอนกรีตบล็อก ในส่วนผสมมอร์ต้าร์หรือคอนกรีต ทำให้คุณสมบัติเชิงกลและความทนทานต่ำลง แต่สามรถนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นได้ เช่น คอนกรีตมวลเบา และโดยเฉพาะ การใช้มวลรวมจากเศษคอนกรีตบล็อกและมวลรวมจากเศษดินเผาแทนที่มวลรวมธรรมชาติบางส่วนสามารถให้กำลังรับแรงอัดและความทนทานต่อการขัดสีของคอนกรีตพรุนดีขึ้น นอกจากนั้นการใช้สารผสมเพิ่มหรือวัสดุเสริมคุณภาพ เช่น ซิลิกาฟูม นาโนซิลิกา นาโนอะลูมินา นาโนคาร์บอนไฟเบอร์ และไทเทเนียมไดออกไซด์สามารถปรับปรุงสมบัติของวัสดุผสมซีเมนต์และคอนกรีตให้มีประสิทธิภาพขึ้น

ผลงานวิจัยนี้นอกจากเป็นการศึกษาวัสดุให้ได้ความรู้ที่หลากหลายขึ้น ยังทำให้ได้วัสดุประสานและผลิตภัณฑ์ใหม่ ได้วัสดุประสานมีสมบัติตามที่ต้องการ ประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ ใช้ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ผลที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญสำหรับการผลิตและการใช้งานวัสดุผสมซีเมนต์และคอนกรีตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในอนาคต

คำหลัก: ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ จีโอโพลิเมอร์ คาร์บอนไดอ็อกไซด์ สารปอซโซลาน ซิลิกา อะลูมินา เถ้าลอย เถ้าก้นเตา ดินขาวเผา เถ้าแกลบ เถ้าแกลบ-เปลือกไม้ เถ้าปาล์มน้ำมัน เถ้าชานอ้อย กำลังรับแรง ความทนทาน การซึมผ่านของคลอไรด์ การทำลายจากซัลเฟต การกัดกร่อนของกรด การเกิดสนิมของเหล็ก แคลเซียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมซิลิเกต มวลรวมนำกลับมาใช้ใหม่ การรีไซเคิล ของเสีย ไมโครซิลิกา นาโนซิลิกา นาโนอะลูมินา ไทเทเนียมไดออกไซด์

Abstract

This research aimed to study the eco-efficient cement and concrete composite materials consisting of the use of pozzolanic materials in Thailand to replace part of Portland cement, to develop alternative cements viz. belite cement and geopolymer, to use aggregates from recycled materials in concrete work and to improve cement and cement composite with the addition of nano-materials and other additives to adjust the physics and electrical properties.

From the research, it can be concluded that there are a large variety of pozzolans in Thailand. They consisted of silica and/or alumina and could be used to replace Portland cement in concrete work. The pozzolans such as fine rice husk ash helped increase the strength and resistance to chloride penetration, fly ash could be used to replace cement in normal and other concretes such as pervious concrete. The high calcium fly ash contained silica and alumina and could react with sodium hydroxide solution and thus be used for making high calcium fly ash geopolymer, and other concrete work such as pervious gepolymer, lightweight geopolymer, fiber reinforced geopolymer, geopolymer repair material. In addition to geopolymer, the research indicated that the belite cement and blended fly ash and calcium carbide waste cement possessed good cementing property and could be used as alternative cements. For the use of aggregates from waste materials such as bottom ash, waste concrete and waste concrete block in mortar and concrete, their additions resulted in some reduction in the mechanical and durability properties. However, they could be applied in the other work such as lightweight concrete. In particular pervious concrete, the replacement of natural aggregate with crushed waste concrete block and burnt clay brick could increase the compressive strength and surface abrasion resistance. In addition, the use of additive and other enhancement materials such as silica fume, nano-silica, nano alumina, nano-carbon fiber and titanium dioxide could be used to adjust the property of cement and concrete composites for more efficient applications.

The research results thus expanded the existing knowledge and created the alternative cementing materials and new products with desired material properties, suitable application to various utilizations, use of industrial waste, and reduction of carbon dioxide emission. They should provide solid information for the use of the eco-efficient cement and concrete composite materials in the future.

Key words: Portland 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, strength, durability, chloride penetration, sulfate attack, acid attack, steel corrosion, calcium hydroxide, sodium hydroxide, sodium silicate, recycled materials, recycling of waste, microsilica, nano-silica, nano-alumina, titanium dioxide.