

หัวข้อวิทยานิพนธ์

สมบัติเชิงกลและสมบัติความทนทานของมอร์ตาร์และคอนกรีตที่ผลิตจากซีเมนต์ระบบทวิภาคและพหุภาค ปริมาตรสูง

ผู้เขียน

นาย วัชรพงษ์ วงศ์เขียว

ปริญญา

วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)

คณะกรรมการที่ปรึกษา

ผศ.ดร. อานนท์ ชัยพานิช	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ผศ.ดร. เกศรินทร์ พิมพ์รักษา	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผศ.ดร. ปิติวัฒน์ วัฒนชัย	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
Prof. Dr. Chi Sun Poon	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ได้ศึกษาสมบัติเชิงกล ได้แก่ กำลังอัด สมบัติความทนทาน ได้แก่ การทนทานเนื่องจากซัลเฟต การทนทานเนื่องจากคลอไรด์ และการทนทานเนื่องจากคาร์บอนเนชั่น สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ ปริมาณช่องว่าง การหดตัวแบบแห้ง ของมอร์ตาร์และคอนกรีต ที่ผลิตจากซีเมนต์ผสมระบบทวิภาคและหลายภาค ที่มีการทดแทนปูนซีเมนต์ในปริมาณสูงที่ 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักด้วย เถ้าลอย เถ้าหนัก และซิลิกาฟูม การศึกษาผลของการบ่มด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ บ่มในอากาศ บ่มโดยการหุ้มด้วยพลาสติก บ่มในน้ำที่อุณหภูมิ 25, 40 และ 60 องศาเซลเซียส และบ่มด้วยหม้อนึ่งอัดไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส และความดัน 20 psi เป็นระยะเวลา 6, 9 และ 12 ชั่วโมง ต่อสมบัติทางกายภาพ ค่ากำลังอัด และการหดตัวแบบแห้ง ของชิ้นงานมอร์ตาร์ ด้วย โดยชิ้นงานมอร์ตาร์ถูกเตรียมขึ้นเพื่อทดสอบการทนทานเนื่องจากซัลเฟต และทดสอบการหดตัวแบบแห้ง ขณะที่ชิ้นงานคอนกรีตถูกเตรียมขึ้นที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.3, 0.35 และ 0.4 เพื่อทดสอบ ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ ปริมาณช่องว่าง กำลังอัด การทนทานเนื่องจากคลอไรด์ และการทนทานเนื่องจากคาร์บอนเนชั่น

ผลการทดลองพบว่า ที่อัตราส่วนการแทนที่ที่เท่ากัน การใช้เถ้าลอยร่วมกับซิลิกาฟูมในระบบไตรภาค ส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำและปริมาณช่องว่างมีค่าลดลง นอกจากนี้ยังส่งผลให้ค่ากำลังอัด การต้านทานการสึกกร่อนเนื่องจากคลอไรด์ และการต้านทานการสึกกร่อนเนื่องจากคาร์บอนเนชั่นของ

คอนกรีตเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่ผลิตจากเถ้าลอยในระบบทวิภาคเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังพบว่า คอนกรีตที่ผลิตจากเถ้าลอยในระบบทวิภาคเพียงอย่างเดียว และผลิตจากเถ้าลอยร่วมกับซิลิกาฟูมในระบบไตรภาคสามารถต้านทานการสึกกร่อนเนื่องจากคลอไรด์ได้ดีกว่าคอนกรีตที่ผลิตจากปูนซีเมนต์เพียงอย่างเดียว

ในส่วนของการต้านทานการกัดกร่อนเนื่องจากซัลเฟตนั้น พบว่า มอร์ตาร์ที่ผลิตจากเถ้าลอยในระบบทวิภาคเพียงอย่างเดียว ที่แช่ในสารละลายโซเดียมซัลเฟต สามารถต้านทานการสึกกร่อนเนื่องจากโซเดียมซัลเฟตได้ดีกว่ามอร์ตาร์ที่ผลิตจากปูนซีเมนต์เพียงอย่างเดียว และสามารถต้านทานได้เพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้เถ้าลอยร่วมกับซิลิกาฟูม ขณะที่ ชิ้นงานมอร์ตาร์ที่แช่ในสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต พบว่า มอร์ตาร์ที่ผลิตจากเถ้าลอยในระบบทวิภาคเพียงอย่างเดียว สามารถต้านทานการสึกกร่อนเนื่องจากแมกนีเซียมซัลเฟตได้ดีกว่ามอร์ตาร์ที่ผลิตจากปูนซีเมนต์เพียงอย่างเดียว แต่ความสามารถในการต้านทานการสึกกร่อนเนื่องจากแมกนีเซียมซัลเฟตลดลงเมื่อมีการใช้เถ้าลอยร่วมกับซิลิกาฟูม สำหรับการหาค่าการหดตัวแบบแห้งนั้น พบว่า การใช้เถ้าลอยร่วมกับซิลิกาฟูมในระบบไตรภาค ส่งผลให้ค่าการหดตัวแบบแห้งของมอร์ตาร์มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ที่ผลิตจากเถ้าลอยในระบบทวิภาคเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ ยังพบว่าชิ้นงานมอร์ตาร์ที่บ่มโดยการหุ้มด้วยพลาสติกให้ค่าการดูดซึมน้ำและปริมาณช่องว่างต่ำกว่าชิ้นงานมอร์ตาร์ที่บ่มในอากาศ ส่วนกำลังอัดและการหดตัวแบบแห้งมีค่าสูงกว่าสำหรับชิ้นงานมอร์ตาร์ที่บ่มในน้ำ พบว่า ค่าการดูดซึมน้ำและปริมาณช่องว่างลดลง ส่วนกำลังอัดมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิในการบ่ม ส่วนการหดตัวแบบแห้ง พบว่า การหดตัวแบบแห้งมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการบ่มจาก 25 องศาเซลเซียส ไปเป็น 60 องศาเซลเซียส และพบว่า ทุกอัตราส่วนผสมให้ค่าการหดตัวแบบแห้งต่ำกว่าชิ้นงานมอร์ตาร์ที่ผลิตจากปูนซีเมนต์เพียงอย่างเดียว สำหรับชิ้นงานมอร์ตาร์ที่บ่มด้วยไอน้ำความดันสูง พบว่า ค่าการดูดซึมน้ำและปริมาณช่องว่างลดลง ส่วนกำลังอัดมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเพิ่มระยะเวลาในการบ่มถึง 9 ชั่วโมง สำหรับการหดตัวแบบแห้งของชิ้นงานมอร์ตาร์ที่บ่มด้วยไอน้ำความดันสูงเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง ทุกอัตราส่วนผสม ให้ค่าการหดตัวแบบแห้งสูงกว่าชิ้นงานมอร์ตาร์ที่ผลิตจากปูนซีเมนต์เพียงอย่างเดียว

Thesis Title	Mechanical and Durability Properties of Mortars and Concretes Made from High Volume Binary- and Multi-blended Cements	
Author	Mr. Watcharapong Wongkeo	
Degree	Doctor of Philosophy (Materials Science)	
Advisory Committee	Asst. Prof. Dr. Arnon Chaipanich	Advisor
	Asst. Prof. Dr. Kedsarin Pimraksa	Co-advisor
	Asst. Prof. Dr. Pitiwat Wattanachai	Co-advisor
	Prof. Dr. Chi Sun Poon	Co-advisor

ABSTRACT

This research investigated mechanical (compressive strength) and durability (sulfate resistance, compressive strength loss due to sulfate attack, chloride resistance and carbonation) properties of mortars and concretes made from binary and multi-blended cements with fly ash, bottom ash and silica fume as cement replacement at 50, 60 and 70 % by weight. Physical properties (apparent density, volume of permeable pore space and water absorption) and drying shrinkage were also measured. In addition, the effect of different curing methods (cured in air at ambient temperature, sealed with plastic sheeting, cured in water at 25, 40 and 60 °C and cured in an autoclave at 60 °C and under pressure of 20 psi for 6, 9 and 12 h on compressive strength and drying shrinkage of binary and multi-blended cement were also investigated. Mortar samples were prepared to determine compressive strength, sulfate resistance and drying shrinkage while self-compacting concrete samples at water to binder ratio of 0.3, 0.35 and 0.4 were prepared to determine compressive strength, chloride resistance and carbonation tests.

The results showed that, at the same replacement percentage, concrete containing fly ash and silica fume as ternary blended cement results in the volume of permeable

pore space (voids) and water absorption of concrete decreased. Moreover, concrete containing ternary blended cement had more improvement in compressive strength, chloride resistance and carbonation resistance when compared to concrete containing fly ash only in term of binary blended cement.

In addition, concrete containing binary and ternary blended cement showed higher chloride resistance than Portland cement control concrete. For sulfate resistance, mortars containing binary blended cement showed higher sulfate resistance in Na_2SO_4 solution than Portland cement concrete control and tend to have greater resistance sulfate attack when containing silica fume. However, the use of silica fume aggravated sulfate resistance in MgSO_4 solution. Drying shrinkage of mortar samples increased with containing silica fume, compared to binary blended cement mortar.

Moreover, at the same mixture, mortars that cured by seal with plastic showed lower voids and water absorption while compressive strength and drying shrinkage found to be higher than mortars that cured in air. For mortars cured in water at 25, 40 and 60 °C, voids and water absorption decreased while compressive strength increased with increasing of curing temperature. However, drying shrinkage decreased with increasing curing temperature up to 60°C. For autoclaved curing, voids and water absorption would be decreased and compressive strength had increased when increasing curing time up to 9 h. Mortar samples that cured in autoclaved for 6 h showed higher drying shrinkage than Portland cement control.