

วัสดุปอซโซลานสองชนิดในงานคอนกรีต

(Two Kinds of the Pozzolanic Materials in Concrete Work)

รศ.ดร.สำเริง รักซ้อน¹

ศ.ดร.ปริญญา จินดาประเสริฐ²

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

² ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

¹ E-mail: sumreng.ruk@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้อธิบายการใช้วัสดุปอซโซลานชนิดเดียวแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และการใช้ปูนซีเมนต์ผสมรวมกับวัสดุปอซโซลานสองชนิด ผลการศึกษาพบว่าการใช้วัสดุประสานสามชนิดรวมกันให้ค่ากำลังอัดสูงและสามารถต้านทานคลอไรด์ได้ดี การเพิ่มปริมาณการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยวัสดุปอซโซลานส่งผลให้คอนกรีตเพิ่มการต้านทานการซึมผ่านคลอไรด์ของคอนกรีต

คำสำคัญ: กำลังอัด, ความพรุน, คอนกรีต, คลอไรด์, วัสดุปอซโซลาน

1. บทนำ

นักวิจัยได้ศึกษานำวัสดุปอซโซลานไปใช้เป็นวัสดุประสานแทนที่ปูนซีเมนต์ในงานคอนกรีต วัสดุปอซโซลานในประเทศไทยที่รู้จัก เช่น เถ้าถ่านหิน เถ้าแกลบ เถ้าแกลบ-เปลือกไม้ เถ้าขานอ้อย และ เถ้าปาล์มน้ำมัน วัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงสมบัติของคอนกรีต เช่น การรับกำลังอัด การต้านทานคลอไรด์ [1-6] ที่ผ่านมามีการใช้วัสดุปอซโซลาน

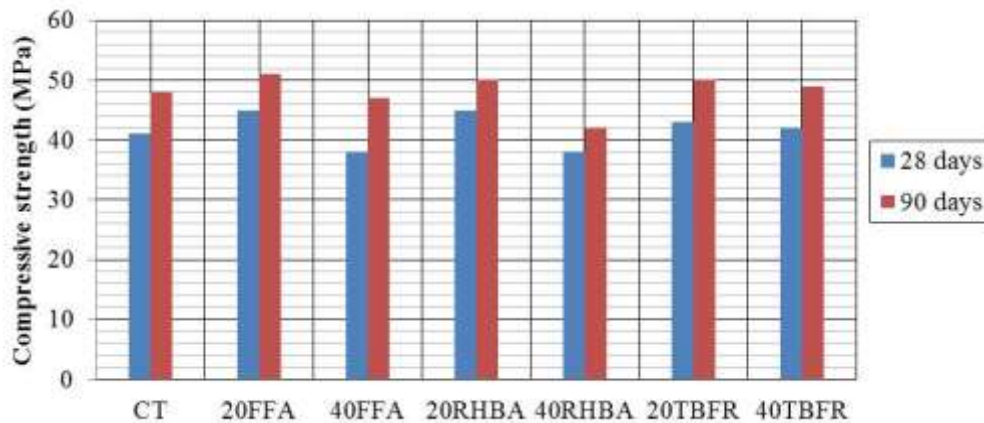
ดังกล่าวส่วนมากเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการนำวัสดุปอซโซลานในแต่ละชนิดหรืออย่างใดอย่างหนึ่งมาใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ในงานคอนกรีต เช่น ใช้เถ้าปาล์มน้ำมัน หรือ เถ้าแกลบ หรือ เถ้าถ่านหิน แทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วน [2,4-7] อย่างไรก็ตาม การใช้วัสดุปอซโซลานสองชนิดรวมกันเพื่อแทนที่ปูนซีเมนต์ยังมีการศึกษาอยู่ไม่มาก เช่น เถ้าถ่านหิน ผสมรวมกับเถ้าแกลบ จากนั้นนำไปแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วน ดังนั้น ปัจจุบันจึงได้มีการศึกษาถึงการใช้อย่างมีประสิทธิภาพในระบบดังกล่าวนี้ [3,5,8,9] เพื่อเป็นการพัฒนาวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ของประเทศอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ต่อไป

2. วิธีการในระบบวัสดุปอซโซลานสองชนิด

ในงานวิจัยที่ผ่านมา ใช้เถ้าถ่านหินผสมรวมกับเถ้าปาล์มน้ำมัน กล่าวคือ ใช้เถ้าถ่านหินในปริมาณร้อยละ 10 และเถ้าปาล์มน้ำมันในปริมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน (รวมกันเป็นปริมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน) และใช้เถ้าถ่านหินในปริมาณร้อยละ 20 และเถ้าปาล์มน้ำมันในปริมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน (รวมกันเป็นปริมาณร้อยละ 40 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน) แทนที่ปูนซีเมนต์ ซึ่งพบว่าให้ค่ากำลังอัดสูงและต้านทานคลอไรด์ได้ดี [5] การใช้วัสดุปอซโซลานสองชนิดผสมรวมกันกับปูนซีเมนต์ในงานคอนกรีตหรืออาจเรียกว่า ระบบวัสดุประสานสามชนิด (Ternary Blended Cementitious System) กล่าวคือ วัสดุประสานที่ใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีตนั้นประกอบด้วย ปูนซีเมนต์และวัสดุปอซโซลานอีกสองชนิด (ตัวอย่างเช่น ปูนซีเมนต์+เถ้าถ่านหิน+เถ้าแกลบ เป็นวัสดุประสาน) นอกนั้นจะเป็นมวลรวม น้ำ และสารผสมเพิ่มอื่นๆ ตามลำดับ ซึ่งที่ผ่านมาพบว่าสามารถปรับปรุงสมบัติของคอนกรีตให้ดีขึ้น [3,5,8,9]

2.1 กำลังอัดของคอนกรีตในระบบวัสดุปอซโซลานสองชนิด

รูปที่ 1 แสดงกำลังอัดของคอนกรีตที่แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยวัสดุปอซโซลาน ประกอบด้วย เถ้าถ่านหิน (FFA) และเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ (RHBA) ในปริมาณร้อยละ 20 และ 40 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน ซึ่งพบว่าการใช้เถ้าถ่านหินและเถ้าแกลบ-เปลือกไม้แทนที่ปูนซีเมนต์ในปริมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน มีค่ากำลังอัดสูงกว่าคอนกรีตที่ผสมด้วยปูนซีเมนต์ล้วน (CT) แต่เมื่อแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยวัสดุปอซโซลานแต่ละชนิดในปริมาณที่มากขึ้น กำลังอัดมีค่าลดลงและอีกทั้งกำลังอัดต่ำกว่าคอนกรีตปูนซีเมนต์ล้วน [3,5,8,9] การใช้เถ้าถ่านหินผสมรวมกับเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ ในปริมาณที่เท่ากัน (20TBFR, 40TBFR) พบว่า กำลังอัดของคอนกรีตมีค่าสูงกว่าการใช้เถ้าแกลบ-เปลือกไม้ เพียงอย่างเดียว เนื่องจากการเกี่ยวพันของวัสดุปอซโซลาน [3,5,8,9]

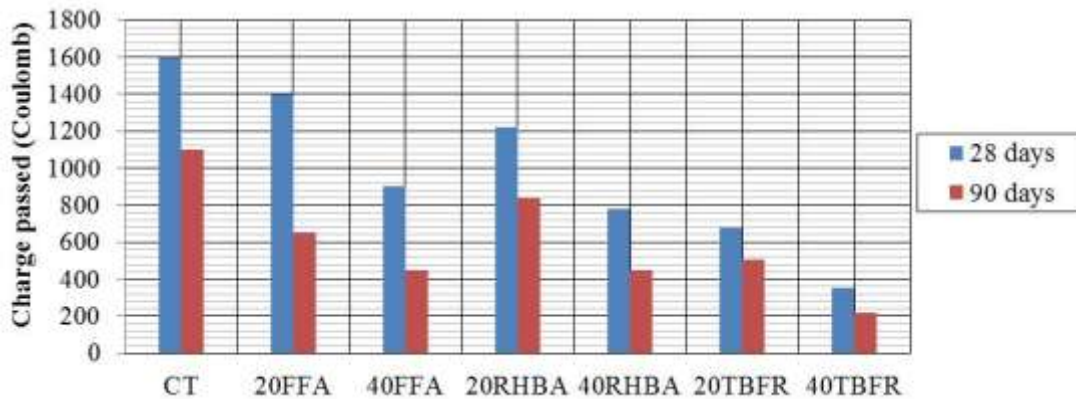


รูปที่ 1 กำลังอัดของคอนกรีตในระบบวัสดุปอซโซลานสองชนิด

2.2 ความทนทานของคอนกรีตในระบบวัสดุปอซโซลานสองชนิด

ในรูปที่ 2 แสดงผลการแทรกซึมคลอไรด์ของคอนกรีตที่แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าถ่านหิน (FFA) และเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ (RHBA) [8,9] การแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยวัสดุปอซโซลานสามารถลดการซึมผ่านคลอไรด์ได้เนื่องจากปฏิกิริยาไฮเดรชัน และปฏิกิริยาปอซโซลานในคอนกรีต [8,9] ในการพิจารณาถึงองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุปอซโซลานบางชนิด เช่น เถ้าแกลบ-เปลือกไม้ พบว่ามีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีหลักเป็นซิลิกา (SiO_2) [6] ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์และเปลี่ยนรูปเป็นแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (Calcium silicate hydrate, CSH) สามารถปรับปรุงสมบัติของคอนกรีตและลดการซึมผ่าน

การใช้วัสดุปอซโซลานสองชนิดผสมรวมกันและนำไปแทนที่ปูนซีเมนต์ สามารถปรับปรุงสมบัติของคอนกรีตให้ดีขึ้น เช่น การใช้เถ้าถ่านหินผสมรวมกับเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ ในปริมาณที่เท่ากันและนำไปแทนที่ปูนซีเมนต์ ลดการซึมผ่านคลอไรด์ได้ดีเมื่อเทียบกับการใช้วัสดุปอซโซลานเพียงชนิดเดียวหรืออย่างใดอย่างหนึ่ง [3,5,8,9] จึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้วัสดุประสานสามชนิดรวมกันให้ค่ากำลังอัดสูงและสามารถต้านทานคลอไรด์ อีกทั้งการเพิ่มปริมาณการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยวัสดุปอซโซลานส่งผลให้คอนกรีตเพิ่มการต้านทานการซึมผ่านคลอไรด์ของคอนกรีตได้



รูปที่ 2 การต้านทานคลอไรด์ของคอนกรีตในระบบวัสดุปอซโซลานสองชนิด

3. บทสรุป

การใช้วัสดุปอซโซลานสองชนิดในงานคอนกรีต ให้ค่ากำลังอัดที่ดี และต้านทานคลอไรด์ได้ดี เมื่อเทียบกับการใช้วัสดุปอซโซลานชนิดเดียว การใช้วัสดุปอซโซลานสามารถต้านทานการซึมผ่านของคลอไรด์ได้ดี เนื่องจากองค์ประกอบด้านเคมีหลักในการทำปฏิกิริยาปอซโซลาน

4. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับสนับสนุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ภายใต้ทุนพัฒนาศักยภาพของอาจารย์รุ่นใหม่ หมายเลขทุน MRG 5580120 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ภายใต้ทุนเมธีวิจัยอาวุโส หมายเลขทุน RTA5780004 และห้องปฏิบัติการวิศวกรรมโยธาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Rukzon and P. Chindapasirt, "Utilization of bagasse ash in high-strength concrete", Materials and Design, 34, 2011, pp. 45-50.
- [2] P. Chindapasirt, C. Chottitanorm and S. Rukzon, "Use of palm oil fuel ash to improve chloride and corrosion resistance of high-strength and high-workability concrete", Journal of Materials in Civil Engineering, 23, 2011, pp. 499-503.
- [3] S. Rukzon and P. Chindapasirt, "Strength, porosity and chloride resistance of mortar using combination of two kinds of the pozzolanic materials", International Journal Mineral Metallurgy Materials, 20, 2013, pp. 808-814.

- [4] S. Rukzon, P. Chindapasirt and R. Mahachai, “Effect of grinding on chemical and physical properties of rice husk ash”, International Journal Mineral Metallurgy Materials, 16, 2009, pp. 245-247.
- [5] P. Chindapasirt, S. Rukzon S and V. Sirivivatnanon, “Resistance to chloride penetration of blended Portland cement mortar containing palm oil fuel ash, rice husk ash and fly ash”, Construction and Building Materials 22(5), 2008, pp. 932-938.
- [6] P. Chindapasirt, S. Homwuttivong, and C. Jaturapitakkul, “Strength and water permeability of concrete containing palm oil fuel ash and rice husk-bark ash”, Construction and Building Materials, 21, 2007, pp. 1492-1499.
- [7] S. Rukzon and P. Chindapasirt, “Strength and chloride resistance of blended Portland cement mortar containing palm oil fuel as and fly ash”, International Journal Mineral Metallurgy Materials, 16(4), 2009, pp. 475-481.
- [8] S. Rukzon and P. Chindapasirt, “Durability of concrete using of two kinds of pozzolanic materials”, TRF Senior Research Scholars Progress II Faculty of Engineering, Khon Kean University, 2013, August 2
- [9] P. Chindapasirt, and V. Sata, “Cement and Geopolymer Composite Material”, Sustainable Infrastructure Research and Development Center, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 2014, pp. 1-188.