

บทที่ 5

สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการปรับเปลี่ยนส่วนผสมต่าง ๆ ต่อพฤติกรรมและสมบัติทางกลของพอลิเอสเตอร์พอลิเมอร์คอนกรีต เพื่อจะได้ทราบส่วนผสมเหมาะสมของพอลิเอสเตอร์พอลิเมอร์คอนกรีตที่ใช้ปริมาณพอลิเอสเตอร์ที่น้อยที่สุด แต่มีอัตราส่วนของกำลังต่อความแข็งแรงสูงสุด การทดสอบทำโดยการแปรผันปริมาณเรซิน ขนาดคละมวลรวมละเอียด ปริมาณมวลรวมหยาบและปริมาณเส้นใย ซึ่งจากผลการศึกษาพบข้อสรุปที่สำคัญดังนี้

5.1 สรุปผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

5.1.1) สัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับพอลิเมอร์คอนกรีตที่ไม่ผสมมวลรวมหยาบในการรองรับแรงอัดและแรงดัดนั้นในงานวิจัยนี้ได้เลือกปริมาณเรซินที่ 18 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักรวมของพอลิเมอร์คอนกรีต โดยที่สัดส่วนนี้มีกำลังอัดและความสามารถในการเทได้ ซึ่งเหมาะกับการใช้งาน มีปริมาณเรซินต่อทรายเท่ากับ 1 ต่อ 4.6 โดยน้ำหนัก กำลังอัดเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 75.8 เมกะปาสกาล

5.1.2) สัดส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับพอลิเมอร์คอนกรีตที่ผสมมวลรวมหยาบ คือ ปริมาณเรซิน 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักรวมของพอลิเมอร์คอนกรีต น้ำหนักทรายต่อหินเท่ากับ 50:50 หรือปริมาณเรซินต่อทรายต่อหินเท่ากับ 1 ต่อ 3.7 ต่อ 3.7 โดยน้ำหนัก ซึ่งประหยัดปริมาณเรซินลงเมื่อมีการแทนที่ของมวลรวมหยาบ กำลังอัดเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 80.6 เมกะปาสกาล

5.1.3) การศึกษาพฤติกรรมทางกลและคุณสมบัติทางกลของพอลิเอสเตอร์พอลิเมอร์คอนกรีตภายใต้แรงอัดและแรงดัดพบว่าพฤติกรรมทางกลของพอลิเมอร์คอนกรีตภายใต้แรงกดอัดนั้น จะสามารถอธิบายพฤติกรรมได้ 3 ช่วง โดยช่วงแรกคือช่วงเส้นตรง ช่วงที่ 2 คือช่วงแข็งขึ้นด้วยความความเครียด และช่วงที่ 3 คือช่วงอ่อนจากการแตกหักเฉพาะจุด ซึ่งกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยของพอลิเมอร์คอนกรีตอยู่ที่ 75.8 เมกะปาสกาล ค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่พิกัดยืดหยุ่นมีค่าเท่ากับ 58.4 เมกะปาสกาลและค่าโมดูลัสยืดหยุ่นประมาณ 20 กิกะปาสกาลที่อายุบ่ม 7 วัน ลักษณะการวิบัติเป็นแบบเนือร่นราบซึ่งมีลักษณะการวิบัติเช่นเดียวกับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตปกติ พฤติกรรมทางกลของพอลิเมอร์คอนกรีตภายใต้แรงดัดมีพฤติกรรมแบบวัสดุเปราะ คล้ายกับการทดสอบปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตสำหรับตัวอย่างที่ไม่ผสมเส้นใย ตัวอย่างทดสอบจะแตกหักทันทีหลังจากน้ำหนัก

บรรทุกมีค่าเท่ากับน้ำหนักบรรทุกสูงสุด ค่ากำลังรับแรงดัดเฉลี่ยของพอลิเมอร์คอนกรีตมีค่าอยู่ระหว่าง 17 ถึง 28 เมกะปาสกาล และมีค่าโมดูลัสแบบ Secant อยู่ระหว่าง 8 ถึง 12 กิกะปาสกาล

5.1.4) ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงอัดและความเครียดของพอลิเมอร์คอนกรีตที่อายุบ่ม 7 วัน มีกำลังอัดและความเครียดที่จุดวิบัติสูงกว่าปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีต (กำลังอัดออกแบบ 25 เมกะปาสกาล) ที่อายุบ่ม 28 วัน ประมาณ 2.5-3 เท่า และประมาณ 6-7 เท่า ตามลำดับ แต่พอลิเมอร์คอนกรีตมีค่าโมดูลัสยืดหยุ่นต่ำกว่าปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตประมาณ 2.3-3.4 เท่า

5.1.5) การศึกษาผลกระทบของการเสริมเส้นใยต่อพฤติกรรมทางกล และคุณสมบัติทางกลของพอลิเอสเตอร์พอลิเมอร์คอนกรีตพบว่าเมื่อเพิ่มเส้นใยแก้วลงในส่วนผสมพอลิเมอร์คอนกรีต ส่งผลต่อกำลังรับแรงอัดและความแกร่ง กำลังรับแรงอัดมีค่าลดลงประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตามพอลิเมอร์คอนกรีตจะสามารถดูดซับพลังงาน(โมดูลัสความแข็งแรงสูงขึ้น) ได้ดีกว่า โดยค่ากำลังอัดสูงสุดของพอลิเมอร์คอนกรีตที่ผสมเส้นใยแก้วจะพบที่ปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักพอลิเมอร์คอนกรีตรวม

5.1.6) ปัจจัยที่ควบคุมกำลังของพอลิเมอร์คอนกรีต ที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบส่วนผสมของพอลิเอสเตอร์พอลิเมอร์คอนกรีตประกอบด้วย

ปริมาณพอลิเมอร์เรซิน มีผลโดยตรงกับกำลังอัดและกำลังดัด ปริมาณพอลิเมอร์เรซินมากส่งผลต่อกำลังอัดที่เปลี่ยนแปลงแบบแสดงจุดเหมาะสม ปริมาณเรซินมากพอลิเมอร์คอนกรีตจะมีความแกร่งลดลง

ขนาดมวลรวม (โมดูลัสความละเอียด) มีผลต่อกำลังอัดและความแกร่งน้อย โมดูลัสความละเอียดสูงพอลิเมอร์คอนกรีตมีแนวโน้มกำลังอัดเพิ่มเล็กน้อย แต่จะส่งผลต่อกำลังดัดอย่างชัดเจน ค่ากำลังรับแรงดัดแปรผกผันกับโมดูลัสความละเอียด (โมดูลัสความละเอียดเพิ่มกำลังรับแรงดัดมีแนวโน้มลดลง) กำลังรับแรงดัดของพอลิเมอร์คอนกรีตที่มีโมดูลัสความละเอียดต่างกันจะแตกต่างกันมาก และมีผลของปริมาณเรซินเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

ปริมาณมวลรวมหยาบสามารถใช้ทดแทนมวลรวมละเอียดเพิ่มกำลังอัดและความแกร่งของพอลิเมอร์คอนกรีต และลดราคาพอลิเมอร์คอนกรีตลงได้เมื่อใช้ในปริมาณเหมาะสม ผลของการเพิ่มปริมาณมวลรวมหยาบแสดงจุดเหมาะสมแบบโค้งคว่ำ

ปริมาณเส้นใยสามารถเพิ่มความเหนียวภายใต้การรับแรงดัดได้ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบจากงานวิจัยอื่น ๆ แต่เส้นใยจะลดความสามารถในการทะลุแบบหล่อคอนกรีตอย่างมาก หน่วยน้ำหนักของตัวอย่างลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยซึ่งอาจมาจากน้ำหนักของเส้นใยน้อยกว่าเรซินและมวลรวม และการบดอัดตัวอย่างทำให้ประสิทธิภาพน้อยลงจากการบวมของปริมาณเส้นใยเมื่อผสมเรซิน

5.2 ข้อเสนอแนะการใช้งาน

5.2.1) การศึกษาคุณสมบัติทางกลของพอลิเอสเตอร์พอลิเมอร์คอนกรีตนี้เป็นการศึกษาโดยใช้ชนิดของพอลิเมอร์เรซินเพียงชนิดเดียวซึ่งใช้พอลิเมอร์เรซินชนิด Isophthalate อย่างไรก็ตามสำหรับพอลิเมอร์เรซินชนิดอื่นๆ ควรมีการทดสอบเพิ่มเติม

5.2.2) การเสริมเส้นใยในพอลิเมอร์คอนกรีตสามารถช่วยเพิ่มความเหนียวของวัสดุหลังจุดวิบัติได้อย่างชัดเจน แต่อย่างไรก็ดีการเตรียมตัวอย่างวัสดุทั้งในการทดสอบมักเกิดปัญหาในขั้นตอนการนำเส้นใยเข้าผสมกับเรซินและมวลรวม วัสดุผสมมักแยกตัวและเทเข้าแบบได้ไม่ดีนัก การแก้ไขอาจทำได้โดยการเพิ่มเรซินให้มากกว่าปริมาณเดิม การเสริมเส้นใยในพอลิเมอร์คอนกรีตจำเป็นต้องปรับสัดส่วนผสมให้เหมาะสมกับความสามารถในการเทเข้าแบบของวัสดุผสม การเตรียมตัวอย่างทดสอบกำลังรับแรงดัดในการการวิจัยนี้ใช้ตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ซึ่งค่อนข้างมีปัญหาในการเทวัสดุผสมเส้นใยเข้าแบบให้ได้การกระจายตัวของเส้นใยที่สม่ำเสมอ ดังนั้นในการวิจัยเพิ่มเติมอาจมีการเพิ่มขนาดของตัวอย่างทดสอบเพื่อลดผลจากการเทเข้าแบบได้ไม่ดีของตัวอย่างทดสอบขนาดเล็ก