บทที่ 5 สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้กล่าวถึงผลสรุปของการศึกษาและข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวัสดุจีโอโพลิเมอร์เพื่อใช้เป็นวัสดุยึดประสานในงานซ่อมแซมโครงสร้างต่อไปในอนาคต

5.1 สรุปผลการทดสอบ

5.1.1 วัสดุยึดประสานจีโอโพลิเมอร์เพสต์อัตราส่วนเถ้าถ่านหินต่อซิลิกาฟูม 60:40 ใช้ความเข้มข้นโซเดียมไฮดรอกไซด์ 18 โมลาร์ พัฒนากำลังยึดเหนี่ยวได้อย่างรวดเร็วโดยมีกำลังยึดเหนี่ยวเทียบเท่าคอนกรีตควบคุมภายในระยะเวลา 1 วัน และมีการพัฒนากำลังยึดเหนี่ยวอย่างต่อเนื่องจนมีค่าสูงสุดที่อายุ 7 วัน เท่ากับ 19.7 MPa และมีค่าลดต่ำลงเล็กน้อยที่อายุ 28 และ 90 วัน โดยให้ค่ากำลังยึดเหนี่ยวเท่ากับ 18.7 และ 18.5 MPa ตามลำดับ

5.1.2 การพัฒนากำลังยึดเหนี่ยวของวัสดุจีโอโพลิเมอร์เพสต์อัตราส่วนเถ้าถ่านหินต่อเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ 60:40 และเถ้าถ่านล้วน ต้องอาศัยระยะเวลาการบ่ม 7 วัน เพื่อให้ได้ค่ากำลังยึดเหนี่ยวมากกว่าคอนกรีตควบคุม และเมื่อบ่มนานขึ้นที่อายุ 28 วัน กำลังยึดเหนี่ยวจะเข้าใกล้วัสดุจีโอโพลิเมอร์เพสต์อัตราส่วนเถ้าถ่านหินต่อซิลิกาฟูม 60:40 และกำลังยึดเหนี่ยวมีแนวโน้มคงที่เมื่ออายุการบ่ม 90 วัน

5.1.3 วัสดุจีโอโพลิเมอร์เพสต์เมื่อรับแรงกระทำคงค้างเป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง ความคงทนของกำลังยึดเหนี่ยวจะมีค่าต่ำกว่าคอนกรีตควบคุมโดยที่แรงกระทำคงค้างร้อยละ 40 และ 50 ของกำลังยึดเหนี่ยวสูงสุดค่า Slip Displacement สูงกว่าคอนกรีตควบคุมอย่างเห็นได้ชัด

5.1.4 วัสดุจีโอโพลิเมอร์เพสต์อัตราส่วนเถ้าถ่านหินต่อซิลิกาฟูม 60:40 และ จีโอโพลิเมอร์เพสต์อัตราส่วนเถ้าถ่านหินต่อเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ 60:40 มีความคงทนของกำลังยึดเหนี่ยวต่อแรงกระทำคงค้างใกล้เคียงกัน ในขณะที่จีโอโพลิเมอร์เพสต์อัตราส่วนเถ้าถ่านหินล้วนความคงทนจะต่ำที่สุด อย่างไรก็ตาม ถ้าให้วัสดุจีโอโพลิเมอร์เพสต์รับแรงกระทำคงค้างน้อยกว่าร้อยละ 30 ของกำลังยึดเหนี่ยวสูงสุด ความคงทนต่อแรงกระทำคงค้างจะเทียบเท่ากับคอนกรีตควบคุม

5.1.5 เมื่อรับแรงกระทำซ้ำไปซ้ำมาวัสดุยึดประสานจีโอโพลิเมอร์เพสต์จะให้ค่ากำลังยึดเหนี่ยวลดลงถึงขีดจำกัดการล้าอย่างรวดเร็วคือประมาณร้อยละ 35-45 ของกำลังยึดเหนี่ยวสูงสุด ในขณะที่คอนกรีตควบคุมจะอยู่ประมาณร้อยละ 50-60 ของกำลังยึดเหนี่ยวสูงสุด แสดงให้เห็นว่าวัสดุยึดประสานที่ทำจากจีโอโพลิเมอร์เพสต์มีความเปราะสูง ทำให้มีความคงทนต่อแรงกระทำซ้ำไปซ้ำมาต่ำกว่าคอนกรีตควบคุม

5.1.6 กำลังยึดเหนี่ยวของวัสดุจีโอโพลิเมอร์เพสต์ที่สูญเสียหลังรับแรงกระทำซ้ำไปซ้ำมาจะแปรผันโดยตรงกับระยะแอมปลิจูดและความถี่ของแรงกระทำซ้ำไปซ้ำมา โดยกำลังยึดเหนี่ยวที่สูญเสียของวัสดุจีโอโพลิเมอร์เพสต์มากกว่าคอนกรีตควบคุมในทุกความถี่การสั่น โดยวัสดุจีโอโพลิเมอร์เพสต์อัตราส่วนเถ้าถ่านหินต่อซิลิกาฟูม 60:40 มีการสูญเสียของกำลังยึดเหนี่ยวน้อยกว่าจีโอโพลิเมอร์เพสต์ส่วนผสมอื่นๆ

5.1.7 เมื่อพิจารณาผลของการคืบและการล้าในวัสดุยึดประสานจีโอโพลิเมอร์เพสต์ควรออกแบบให้รับกำลังยึดเหนี่ยวปลอดภัยไม่เกินร้อยละ 30 ของกำลังยึดเหนี่ยวสูงสุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของการทดสอบการล้า โดยอาจจะทำการทดสอบในลักษณะของการใช้งานจริง เช่น ทดสอบการล้าของคานคอนกรีตโดยทำการฝังเหล็กโดยใช้จีโอโพลิเมอร์เพสต์เป็นวัสดุเชื่อมประสานหรือบริเวณจุดเชื่อมต่อของโครงข้อแข็งคอนกรีตที่ยึดประสานด้วยจีโอโพลิเมอร์เพสต์จากนั้นนำไปทดสอบแรงกระทำซ้ำไปซ้ำมาเพื่อศึกษาพฤติกรรมการล้าที่เกิดขึ้น

5.2.2 ควรศึกษาเพิ่มเติมด้านความคงทนของวัสดุจีโอโพลิเมอร์เพสต์อื่นๆ เช่น ความสามารถทนไฟหรืออัตราการเกิดสนิมในเหล็กเมื่อใช้จีโอโพลิเมอร์เพสต์เป็นวัสดุเชื่อมประสานระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริมพร้อมทั้งควรทำการพัฒนาวัสดุจีโอโพลิเมอร์เพสต์ให้สามารถใช้ในสภาวะแวดล้อมอื่นๆ ได้ด้วยตัวอย่างเช่นในงานยึดประสานใต้น้ำ

5.2.3 ควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยนำเอาวัสดุตัวอื่นที่มีปริมาณซิลิกอนออกไซด์ที่สูงกว่านี้มาใช้พัฒนาวัสดุจีโอโพลิเมอร์ เช่น นาโนซิลิกา และศึกษาถึงผลกระทบทางเคมีและทางกายภาพที่มีผลต่อจีโอโพลิเมอร์เพสต์นาโนซิลิกา เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวัสดุจีโอโพลิเมอร์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานซ่อมแซมในอนาคต