บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแนวทางในการประยุกต์นำซิลิกา-อะลูมินาที่ใช้แล้วไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเป็นคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นร่วมกับซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 หินเกล็ด และทราย โดยจากผลการทดลองสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเตรียมซิลิกา-อะลูมินาที่ใช้แล้วด้วยกระบวนการเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส คือ 5 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลาเริ่มต้นที่แนวโน้มค่าการสูญเสียเนื่องจากการเผาไหม้มีค่าคงที่อยู่ในช่วง 4.28 - 4.79 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และประสิทธิภาพการบดวัสดุให้มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 150 ไมครอนมีค่าอยู่ในช่วง 60 -70 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

2. ซิลิกา-อะลูมินาที่ใช้แล้วมีผลรวมของสารประกอบ Al_2O_3 SiO_2 และ Fe_2O_3 มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และปริมาณซัลเฟตน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งทำให้วัสดุมีองค์ประกอบทางเคมีดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดความเป็นวัสดุปอซโซลาน ASTM C618-96 แต่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีกำลังรับแรงอัดเทียบกับซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ซิลิกา-อะลูมินาที่ใช้แล้วไม่มีสมบัติเป็นวัสดุปอซโซลานเนื่องจากมีค่าดัชนีกำลังรับแรงอัดน้อยกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ในทุกสถานะของวัสดุ วัสดุที่ผ่านการบดและร่อนเพื่อคัดขนาดจะมีอนุภาคขนาดใหญ่กว่า 45 ไมครอนเกินค่ามาตรฐาน ASTM C618-96 เล็กน้อย แต่สูงกว่าเถ้าลอยลิกไนต์แม่เมาะที่มีสมบัติความเป็นวัสดุปอซโซลานสูง

3. $SA_{ORG,\ UNT}$ $SA_{ORG,\ TRT}$ $SA_{100,\ UNT}$ และ $SA_{100,\ TRT}$ มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.93 2.86 2.07 และ 2.82 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าซีเมนต์และสารอินทรีย์ในวัสดุจะทำให้ความถ่วงจำเพาะมีค่าลดลง

4. ซิลิกา-อะลูมินาที่ใช้แล้วมีค่าการดูดซึมน้ำเท่ากับ 25.33 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และจะเพิ่มขึ้นเป็น 31.01 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเมื่อบดให้ละเอียดจนมีขนาดเล็กกว่า 150 ไมครอน เนื่องจากพื้นที่ผิวจำเพาะที่มากขึ้น และเมื่อไม่มีสารแอนทราควิโนน ซิลิกา-อะลูมินาที่ใช้แล้วจะมีค่าการดูดซึมน้ำเป็น 54.83 เปอร์เซ็นต์ และจะเพิ่มขึ้นเป็น 62.45 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเมื่อบดให้ละเอียดจนมีขนาดเล็กกว่า 150 ไมครอน

5. ความสามารถทำงานได้ (Workability) ของคอนกรีตสดจะลดลงตามสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของวัสดุผสมและอัตราส่วนซิลิกา-อะลูมินาที่ใช้แล้วต่อวัสดุประสาน โดยอัตราส่วน

ซีเมนต์ต่อทรายต่อหินเกล็ดที่เหมาะสมต่อการผลิตคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.5 ได้แก่ 1:1.2:1.8

5. ค่ากำลังรับแรงอัดที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนควบคุม เกิดจากการเติมเต็มช่องว่างระหว่างอนุภาค ที่เรียกว่า Filler effect มากกว่าจะเป็นผลมาจากปฏิกิริยาปอซโซลาน โดยที่สภาวะเหมาะสมเมื่อใช้ซิลิกา-อะลูมินาที่ใช้แล้วขนาดดั้งเดิมแทนที่ซีเมนต์ในคอนกรีต จะสามารถเติมได้ในสัดส่วน 0.10 เท่าของวัสดุประสาน ขณะที่การบดวัสดุให้มีความละเอียดมากจนมีขนาดเล็กกว่า 150 ไมครอน ทำให้สามารถเติมแทนที่ซีเมนต์ได้ในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นเป็น 0.15 เท่าของวัสดุประสาน

6. คอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นที่ผลิตจาก $SA_{ORG,\ UNT}$ มีค่ากำลังรับแรงอัดเท่ากับ 39.68 เมกะปาสคาล ที่ระยะเวลาบ่ม 28 วัน ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม โดยมีค่าคิดเป็น 99.20 เปอร์เซ็นต์ของค่ามาตรฐาน ขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ $SA_{100,\ UNT}$ มีค่ากำลังรับแรงอัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ระยะเวลาบ่ม 28 วัน เท่ากับ 55.53 เมกะปาสคาล คิดเป็น 138.83 เปอร์เซ็นต์ของค่ามาตรฐาน เมื่อแทนที่ซีเมนต์ด้วยวัสดุที่ผ่านการเผา คือ $SA_{ORG,\ TRT}$ และ $SA_{100,\ TRT}$ จะให้ค่ากำลังรับแรงอัดที่ระยะเวลาบ่ม 28 วัน ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเช่นกัน โดยมีค่าเท่ากับ 62.38 และ 72.06 เมกะปาสคาล คิดเป็น 155.95 และ 180.15 เปอร์เซ็นต์ของค่ามาตรฐาน ตามลำดับ

7. คอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นที่ผลิตจาก $SA_{ORG,\ UNT}$ มีราคาต้นทุน 2.32 บาทต่อก้อน ขณะที่การบดวัสดุจนมีขนาดเล็กกว่า 150 ไมครอน ($SA_{100,\ UNT}$) สามารถแทนที่ซีเมนต์ได้มากขึ้น มีต้นทุนการผลิตเป็น 2.74 บาทต่อก้อน ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุที่ผ่านกระบวนการเผา คือ $SA_{ORG,\ TRT}$ และ $SA_{100,\ TRT}$ จะมีราคาต้นทุน 6.80 และ 9.44 บาทต่อก้อน ตามลำดับ

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ในการนำซิลิกา-อะลูมินาที่ใช้แล้วไปใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น โดยซิลิกา-อะลูมินาที่ใช้ควรบดให้มีความละเอียดสูง เมื่อผลิตเป็นคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่ากำลังรับแรงอัดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน สามารถเติมได้ในปริมาณมาก และยังทำให้เกิดสีแก่ผลิตภัณฑ์อีกด้วย ทั้งยังต้องการกระบวนการและเทคโนโลยีในการเตรียมวัสดุที่ถูกกว่าการเผาที่อุณหภูมิสูง