

สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

การสรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะในงานวิจัย เรื่อง อิทธิพลของเถ้าชีวมวลของปฐุณาบมวลเบตต่อคุณสมบัตืการกัันควมร้อน โดยใ้เถ้าชีวมวลบดและม่บดเป็นส่วนผสมใน การทดสอบคุณสมบัตืของเถ้าชีวมวล การทดสอบคุณสมบัตืของปฐุณาบตามมาตรฐานผลิถภัณท์อุตสาหกรรรม คุณสมบัตืทางกายภาพและการทดสอบการเป็นฉนวนของปฐุณาบ จากนั้ นจึงพิจารณาเลือกส่วนผสมที่เหมะสม เพื่อใ้ใช้ในการทดสอบ ซึ่งสามารถสรุปผลที่ไ้จากการศึกษา ดัังนี้

5.1 ข้อสรุปผลจากการศึกษาวิจัย

5.1.1 ผลกระทบด้านคุณสมบัตืของเถ้าชีวมวล

การทดสอบคุณสมบัตืของเถ้าชีวมวลที่ใ้โดยละเอียด เพื่อใ้ทราบถึงองค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัตืทางกายภาพของเถ้าชีวมวลที่ใ้ในการศึกษาในงานวิจัยทั้ง 2 ชนิด คือ เถ้าชีวมวลม่บด และเถ้าชีวมวลบด ซึ่งมีผลการทดสอบต่าง ๆ สามารถสรุปไ้ดัังนี้

1. ผลรวมของสารประกอบ 3 ชนิด คือ ไอออร์นออกไซด์ (Fe_2O_3) อลูมินา (Al_2O_3) และซิลิกา (SiO_2) ของเถ้าชีวมวลม่บด และเถ้าชีวมวลบดที่ใ้ในการศึกษาวิจัยนี้ จะมีปริมาณใกล้เคียงกัน อยู่ที่ร้อยละ 90.76 และ 90.79 ตามลำดับ

2. การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเผา (loss on ignition) คือ ปริมาณของคาร์บอน (Carbon) ที่มีอยู่ในเถ้าซึ่งมีอยู่ในเถ้าชีวมวลม่บด และเถ้าชีวมวลบดจะมีปริมาณใกล้เคียงกันอยู่ ที่ร้อยละ 0.55 และ 0.52 ตามลำดับ

3. ค่าดัชนีกำลัง (strength activity index) ของเถ้าชีวมวลบดจะมีค่าสูงกว่าเถ้าชีวมวลม่บด ซึ่งเถ้าชีวมวลม่บด และเถ้าชีวมวลบดมีค่าดัชนีกำลังที่อายุ 28 วัน คือ 51.02 และ 92.71 ตามลำดับ

4. ค่าความต้องการน้ำ (water requierment) ของเถ้าชีวมวลม่บดจะมีค่าความต้องการน้ำมากกว่าเถ้าชีวมวลบด ซึ่งเถ้าชีวมวลม่บดและเถ้าชีวมวลบดมีค่าความต้องการน้ำ คือ 138.43 และ 115.7 ตามลำดับ

5. ค่าการกระจายตัวของอนุภาคเจ้าชีวมวลบดเปรียบเทียบกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มีค่าที่ใกล้เคียงกันและค่าความถ่วงจำเพาะของเจ้าชีวมวลไม่บดเปรียบเทียบกับทรายละเอียดมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 2.36 และ 2.47 ตามลำดับ

5.1.1 ผลกระทบด้านคุณสมบัติของปูนฉาบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

1. ผลกระทบด้านกำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ที่ผสมเจ้าชีวมวลไม่บดและเจ้าชีวมวลบด ในร้อยละการแทนที่ ๆ ต่างกัน ส่งผลให้กำลังรับแรงอัดที่ได้เปลี่ยนไป เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม ซึ่งสามารถสรุปผลที่ได้จากการศึกษาดังนี้

1) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เจ้าชีวมวลแบบไม่ผ่านการบดในทราย พบว่า ไม่ช่วยทำให้กำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์เพิ่มขึ้น แต่ส่งผลในทางตรงข้ามคือ ทำให้กำลังรับแรงอัดลดต่ำลงเมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม

2) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เจ้าชีวมวลแบบผ่านการบดในปูนซีเมนต์ พบว่า ช่วยทำให้กำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์เพิ่มขึ้นและทำให้ค่ากำลังรับแรงอัดใกล้เคียงเมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม

3) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เจ้าชีวมวลแบบไม่ผ่านการบดและแบบผ่านการบด พบว่าสามารถรับแรงอัดสูงกว่า มอก.1776-2542 ที่ 5 เมกะพาสคัล เมื่อเวลาผ่านไป 28 วันนับตั้งแต่วันที่เริ่มเทลงแบบ

4) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เจ้าชีวมวลแบบผ่านการบดในปูนซีเมนต์ที่ร้อยละ 10 จะมีค่ากำลังรับแรงอัดสูงที่สุดในทุกส่วนผสม

2. ผลกระทบด้านค่าอัตราการแผ่ไหลของมอร์ตาร์ที่ผสมเจ้าชีวมวลไม่บดและเจ้าชีวมวลบด ในร้อยละการแทนที่ ๆ ต่างกัน ส่งผลให้ค่าอัตราการแผ่ไหลที่ได้เปลี่ยนไป เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม ซึ่งสามารถสรุปผลที่ได้จากการศึกษาดังนี้

1) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เจ้าชีวมวลไม่บดในทราย ทำให้ค่าอัตราการแผ่ไหลมีค่าลดลงเนื่องจากเจ้าชีวมวลไม่บดมีลักษณะอนุภาคเป็นโพร่งและมีรูพรุนทำให้สามารถกักเก็บน้ำได้สูง และทำให้ปริมาณน้ำที่ใช้ของมอร์ตาร์เพื่อทำให้ค่าอัตราการแผ่ไหลเท่ากันมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม

2) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เจ้าชีวมวลบดในปูนซีเมนต์ ทำให้ค่าอัตราการแผ่ไหลมีค่าลดลงเนื่องจากเจ้าชีวมวลบดมีลักษณะอนุภาคเป็นโพร่งและมีรูพรุนที่น้อยกว่าเจ้าชีวมวลไม่บด

และทำให้สามารถกักเก็บน้ำได้ต่ำกว่า ทำให้ปริมาณน้ำที่ใช้ของมอร์ตาร์เพื่อทำให้ค่าอัตราการแผ่ไหลเท่ากันมีค่าต่ำลงเมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม

3) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เถ้าชีวมวลไม่บดในทราย ทำให้ค่าอัตราการแผ่ไหลลดลงกว่าการเพิ่มร้อยละการแทนที่เถ้าชีวมวลบดในปูนซีเมนต์

3. ผลกระทบด้านระยะเวลาการก่อตัวของมอร์ตาร์ที่ผสมเถ้าชีวมวลไม่บดและเถ้าชีวมวลบดในร้อยละการแทนที่ ๆ ต่างกัน ส่งผลให้ค่าระยะเวลาการก่อตัวที่ได้เปลี่ยนไป เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม ซึ่งสามารถสรุปผลที่ได้จากการศึกษาดังนี้

1) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เถ้าชีวมวลไม่บดในทราย ทำให้ค่าระยะเวลาการก่อตัวมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากเถ้าชีวมวลไม่บดจะทำหน้าที่อุดน้ำมาเก็บไว้ ทำให้อุณหภูมิของปูนซีเมนต์ที่กระจายอยู่สามารถมารวมกันได้น้อย เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม

2) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เถ้าชีวมวลบดในปูนซีเมนต์ ทำให้ค่าระยะเวลาการก่อตัวมีค่าลดลง เนื่องจากเถ้าชีวมวลบดจะทำหน้าที่อุดน้ำมาเก็บไว้ ทำให้อุณหภูมิของปูนซีเมนต์ที่กระจายอยู่สามารถมารวมกันได้มาก เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม

5.1.2 ผลกระทบด้านคุณสมบัติทางกายภาพ

1. ผลกระทบด้านหน่วยน้ำหนักของมอร์ตาร์ที่ผสมเถ้าชีวมวลไม่บดและเถ้าชีวมวลบดในร้อยละการแทนที่ ๆ ต่างกัน ส่งผลให้ค่าหน่วยน้ำหนักที่ได้เปลี่ยนไป เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม ซึ่งสามารถสรุปผลที่ได้จากการศึกษาดังนี้

1) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เถ้าชีวมวลไม่บดในทราย ทำให้ค่าหน่วยน้ำหนักมีค่าลดลง เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม

2) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เถ้าชีวมวลบดในปูนซีเมนต์ ทำให้ค่าหน่วยน้ำหนักมีค่าลดลง เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม

2. ผลกระทบด้านความพรุนของมอร์ตาร์ที่ผสมเถ้าชีวมวลไม่บดและเถ้าชีวมวลบดในร้อยละการแทนที่ ๆ ต่างกัน ส่งผลให้ค่าความพรุนที่ได้เปลี่ยนไป เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม ซึ่งสามารถสรุปผลที่ได้จากการศึกษาดังนี้

1) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เถ้าชีวมวลไม่บดในทราย ทำให้ค่าความพรุนมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากเถ้าชีวมวลไม่บดมีขนาดอนุภาคที่ใหญ่กว่าปูนซีเมนต์ทำให้อุณหภูมิของปูนซีเมนต์

สามารถสอดแทรกเข้าไปในช่องว่างระหว่างอนุภาคของปูนซีเมนต์ ทำให้มอร์ตาร์มีความหนาแน่นน้อยลงซึ่งหมายถึงมีความพรุนมากขึ้น เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม

2) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เถ้าชีวมวลบดในปูนซีเมนต์ ทำให้ค่าความพรุนมีค่าลดลง เนื่องจากเถ้าชีวมวลบดมีขนาดอนุภาคที่เล็กกว่าปูนซีเมนต์ทำให้อนุภาคดังกล่าวสามารถสอดแทรกเข้าไปในช่องว่างระหว่างอนุภาคของปูนซีเมนต์ ทำให้มอร์ตาร์มีความหนาแน่นมากขึ้นซึ่งหมายถึงมีความพรุนน้อยลง เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม

5.1.3 ผลกระทบด้านการเป็นฉนวนของปูนฉาบ

1. ผลกระทบค่าการส่งผ่านความร้อนของมอร์ตาร์ที่ผสมเถ้าชีวมวลไม่บดและเถ้าชีวมวลบดในร้อยละการแทนที่ ๆ ต่างกัน ส่งผลให้ค่าการส่งผ่านความร้อนที่ได้เปลี่ยนไป เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม ซึ่งสามารถสรุปผลที่ได้จากการศึกษาดังนี้

1) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เถ้าชีวมวลไม่บดในทราย ทำให้ค่าการส่งผ่านความร้อนมีค่าลดลง เนื่องจากเถ้าชีวมวลไม่บดมีความพรุนและโพรงอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้มอร์ตาร์มีความพรุนสูงทำให้สามารถถ่ายเทความร้อนผ่านอากาศในรูพรุนและโพรงที่มีมากโดยมีค่าการส่งผ่านความร้อนที่ต่ำจะทำให้การส่งผ่านความร้อนลดต่ำลง เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม

2) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เถ้าชีวมวลบดในปูนซีเมนต์ ทำให้ค่าการส่งผ่านความร้อนมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากเถ้าชีวมวลบดมีความละเอียดมากทำให้อนุภาคของเถ้าชีวมวลบดเข้าไปแทรกระหว่างปูนซีเมนต์และทรายทำให้การส่งผ่านความร้อนมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม

3) การแทนที่เถ้าชีวมวลไม่บดในทรายที่ร้อยละ 20 จะมีค่าการส่งผ่านความร้อนต่ำสุด ดังนั้นจึงมีค่าการเป็นฉนวนที่ดีที่สุดในทุกส่วนผสม

2. ผลกระทบค่าการแผ่ความร้อนของมอร์ตาร์ที่ผสมเถ้าชีวมวลไม่บดและเถ้าชีวมวลบดในร้อยละการแทนที่ ๆ ต่างกัน ส่งผลให้ค่าการแผ่ความร้อนที่ได้เปลี่ยนไป เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม ซึ่งสามารถสรุปผลที่ได้จากการศึกษาดังนี้

1) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เถ้าชีวมวลไม่บดในทราย ทำให้ค่าการส่งผ่านความร้อนมีค่าลดลง เนื่องจากเถ้าชีวมวลไม่บดมีความพรุนและโพรงอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้มอร์ตาร์มีความพรุนสูงดังนั้นทำให้สามารถแผ่ความร้อนได้ช้าลง เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม

2) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เถ้าชีวมวลบดในปูนซีเมนต์ ทำให้ค่าการส่งผ่านความร้อนมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากเถ้าชีวมวลบดมีความละเอียดมากทำให้อนุภาคของเถ้าชีวมวลบดเข้าไป

แทรกระหว่างปูนซีเมนต์และทรายทำให้การส่งผ่านความร้อนมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม

3) การแทนที่เถ้าชีวมวลไม่บดในทรายที่ร้อยละ 20 จะมีค่าการแผ่ความร้อนต่ำสุด ดังนั้นจึงมีค่าการเป็นฉนวนที่ดีที่สุดในทุกส่วนผสม

3. ผลกระทบค่าความจุความร้อนจำเพาะของมอร์ตาร์ที่ผสมเถ้าชีวมวลไม่บดและเถ้าชีวมวลบดในร้อยละการแทนที่ ๆ ต่างกัน ส่งผลให้ค่าความจุความร้อนที่ได้เปลี่ยนไป เมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม ซึ่งสามารถสรุปผลที่ได้จากการศึกษาดังนี้

1) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เถ้าชีวมวลไม่บดในทราย ทำให้ค่าความจุความร้อนจำเพาะของมอร์ตาร์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้น มอร์ตาร์ที่ผสมเถ้าชีวมวลไม่บดจะต้องใช้ปริมาณพลังงานความร้อนมากกว่ามอร์ตาร์ควบคุมถึงจะทำให้มอร์ตาร์มีความร้อนเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส

2) การเพิ่มร้อยละการแทนที่เถ้าชีวมวลบดในปูนซีเมนต์ ทำให้ค่าความจุความร้อนจำเพาะของมอร์ตาร์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้น มอร์ตาร์ที่ผสมเถ้าชีวมวลบดจะต้องใช้ปริมาณพลังงานความร้อนมากกว่ามอร์ตาร์ควบคุมถึงจะทำให้มอร์ตาร์มีความร้อนเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส

3) การแทนที่เถ้าชีวมวลไม่บดในทรายในปริมาณร้อยละ 20 ให้ค่าความจุความร้อนจำเพาะสูงสุด ดังนั้นจึงมีค่าการเป็นฉนวนที่ดีที่สุดในทุกส่วนผสม

4. การแทนที่เถ้าชีวมวลไม่บดในทรายในปริมาณร้อยละ 20 ให้ค่าการเป็นฉนวนที่ดีที่สุด ซึ่งเหมาะสำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ โดยสามารถป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร เพราะมีค่าการส่งผ่านความร้อนต่ำ และค่าการแผ่ความร้อนต่ำ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มระยะเวลาการหน่วงความร้อนให้นานขึ้น ทำให้อาคารร้อนช้าลง เพราะมีค่าความจุความร้อนจำเพาะสูง

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1. ควรทำการศึกษาผลของมอร์ตาร์ผสมเถ้าชีวมวล ในการทดสอบค่ากำลังรับแรงอัด ในระยะเวลาการบ่มที่มากกว่า 28 วัน เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาปอซโซลานิกจะเกิดช้า ดังนั้น การทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดในระยะเวลาการบ่มที่ 28 วัน จึงเป็นการทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดในระยะต้นเท่านั้น

2. ควรทำการศึกษาผลของมอร์ตาร์ผสมเถ้าชีวมวล ในการทดสอบกับสภาพการทำงานจริง

3. ควรมีการทดสอบคุณสมบัติและความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง ในกรณีใช้กับอาคารปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ

4. ในการทดสอบนี้ทำเพียงการหาค่าคุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อนเท่านั้น ดังนั้น การศึกษาขั้นต่อไปควรทดสอบค่าคุณสมบัติการดูดซับเสียงเพิ่มเติม