

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

โครงการนี้เป็นจะนำเสนอผลการศึกษาการใช้เถ้าแกลบซึ่งเป็นผลผลิตพลอยได้จากโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวลของประเทศไทยที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงหลัก โดยวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้ประกอบด้วย การปรับปรุงวิธีการใช้เถ้าแกลบซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงไฟฟ้าทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และมวลรวมในการผลิตคอนกรีตชนิดไหลตัวได้ (Self-compacting Concrete) และเพื่อเป็นการสนองต่อนโยบายของสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ในการที่ยกระดับงานวิจัยให้สามารถใช้งานได้จริง จึงได้กำหนดทางเลือกของการใช้งานจากการพัฒนาเถ้าแกลบที่ได้จากวัตถุประสงค์ข้างต้น โดยศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตชนิดไหลตัวได้ซึ่งทำการทดแทนปูนซีเมนต์และมวลรวมในคอนกรีตด้วยเถ้าแกลบ

กระบวนการศึกษาเริ่มต้นจากการประเมินคุณสมบัติเบื้องต้นตั้งแต่องค์ประกอบเคมี คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางด้านซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบมาตรฐานสารปอซโซลาน (ASTM C618 (Standard Specification for Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete)) จนกระทั่งนำเถ้าแกลบแต่ละประเภทมาประยุกต์ใช้ตามความเหมาะสมกับการใช้งานซึ่งอาจจะเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพเช่น การบด (Grinding) เป็นต้น และถูกนำไปใช้ในการผลิตคอนกรีตชนิดไหลตัวได้ต่อไป

จากผลการศึกษาสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. วิธีการปรับปรุงเถ้าแกลบที่ดีวิธีหนึ่งคือ โดยการบดด้วยเครื่อง Ceramic Ball Mill ในปริมาตร $\frac{3}{4}$ ของโถบด พร้อมลูกบดคละขนาดในปริมาตร $\frac{1}{4}$ ที่เหลือของโถบด ทำการบด

- ระยะเวลา 4 ชั่วโมง ได้ขนาดอนุภาค (Particle sizes) ของเถ้าแกลบเท่ากับ 24.32 ไมครอน ซึ่งใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยอนุภาคของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
2. คุณสมบัติของคอนกรีตชนิดไหลตัวได้ซึ่งทำการทดแทนปูนซีเมนต์และมวลรวมในคอนกรีต แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ
- 2.1 คอนกรีตชนิดไหลตัวได้ผสมเถ้าแกลบชั้นที่ 1 (ประสิทธิภาพเฉพาะปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และเถ้าแกลบที่ผ่านการปรับปรุง)
- คอนกรีตชนิดไหลตัวได้ผสมเถ้าแกลบจากโรงไฟฟ้าซึ่งมีขนาดเฉลี่ยอนุภาค 24.32 ไมครอน มีหน่วยน้ำหนักลดลงเมื่อการแทนที่เถ้าแกลบเพิ่มขึ้น.
 - ที่การแทนที่ของเถ้าแกลบร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก มีความสามารถในการไหลดีที่สุด จากการทดสอบการไหลแผ่สูงสุด และระยะเวลาในการทดสอบ V-funnel Flow Time น้อยที่สุด.
 - กำลังอัดของคอนกรีตทุกช่วงอายุที่การแทนที่เถ้าแกลบร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก มีค่าสูงสุด สอดคล้องกับการทดสอบ Ultrasonic Pulse Velocity
- 2.2 คอนกรีตชนิดไหลตัวได้ผสมเถ้าแกลบชั้นที่ 2: การเพิ่มขีดความสามารถในการใช้ประโยชน์ของเถ้าแกลบด้วยผงฝุ่นหิน
- หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตชนิดไหลตัวได้มีค่าลดลง เมื่อแทนที่ปูนซีเมนต์ในส่วนผสมของคอนกรีตด้วยวัสดุผง
 - ความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตชนิดไหลตัวขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุผงที่ใช้พบว่าคอนกรีตผสมผงฝุ่นหินมีความสามารถในการเทได้ในระดับที่ดีกว่าคอนกรีตผสมเถ้าแกลบ และใกล้เคียงกับคอนกรีตควบคุมอันเนื่องมาจากคุณลักษณะ

ของวัสดุผงที่มีพื้นผิวเรียบ และส่วนใหญ่ซึ่งเป็นทรงกลม ในขณะที่การผสมรวม ผงฝุ่นหินกับเถ้าแกลบในส่วนผสมของคอนกรีตพบว่าความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบคอนกรีตที่ผสมเถ้าแกลบเพียงอย่างเดียว

- การทดสอบสมบัติของคอนกรีตในสภาวะสดของคอนกรีตชนิดไหลตัวพบว่า คอนกรีตทุกส่วนผสมอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานการทดสอบ ยกเว้น เวลาในการไหลถึงระยะ 50 เซนติเมตร และระยะเวลาในการไหลผ่านกล่อง รูปทรงวีที่ระยะ 5 นาที่ สำหรับคอนกรีตผสมเถ้าแกลบไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ ในขณะที่ความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตมีค่าลดลงตามระยะเวลาที่ เพิ่มขึ้นหลังจากการผสม
- คอนกรีตชนิดไหลตัวได้ผสมผงฝุ่นหินมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันเร็วที่สุด ในขณะที่คอนกรีตชนิดไหลตัวได้ผสมเถ้าแกลบมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันช้าที่สุดเนื่องจากผลของคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุผง
- คอนกรีตชนิดไหลตัวได้ผสมเถ้าแกลบมีค่ากำลังอัดทุกช่วงอายุต่ำคอนกรีตชนิดไหลตัวได้ผสมผงฝุ่นหิน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อผสมรวมวัสดุผงทั้งสามเข้าด้วยกันพบว่าคอนกรีตชนิดไหลตัวได้มีค่ากำลังอัดที่สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตชนิดไหลตัวได้ผสมเถ้าแกลบ
- จากการศึกษาพบว่ามีความเป็นไปได้ในการพัฒนาคอนกรีตชนิดไหลตัวได้แบบราคาถูกโดยการนำวัสดุผง (เถ้าแกลบ และผงฝุ่นหิน) มาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์บางส่วน ทั้งนี้ต้องกำหนดอัตราส่วนการแทนที่ที่เหมาะสมกับองค์ประกอบหลัก ซึ่งได้แก่ ปูนซีเมนต์ มวลรวม และสารเคมีผสมเพิ่ม

นอกจากผลจากการศึกษาแล้ว ในงานวิจัยนี้ได้มีส่วนในการ

1. พัฒนาบุคลากรระดับปริญญาเอกของสาขา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จำนวน 1 ท่าน

2. ผลงานวิจัยได้รับการตีพิมพ์ในการประชุมวิชาการและวารสารจำนวน 4 เรื่อง ดังต่อไปนี้

- Sua-Iam, G., Sokrai, P., and **Makul, N.** (2012), Influence of Ground Rice Husk Ash on Heat Liberation of Self-compacting Concrete, 3rd annual conference Phranakhon Rajabhat University, July 25th, Phanakhon Rajabhat University, Bangkok. (in Thai)
- Sua-Iam, G., Chatveera, B., Sokrai, P., and **Makul, N.** (2012), Use of high volume untreated rice husk ash as fine aggregate substitution for preparing self-compacting concrete, 17th National Convention on Civil Engineering (NCCE17) May 9-11, Udon Thani, Thailand. (in Thai)
- Gritsada Sua-iam and **Natt Makul,** (2013), Utilization of limestone powder to improve the properties of self-compacting concrete incorporating high volumes of untreated rice husk ash as fine aggregate, Construction & Building Materials 38, pp. 455 - 464 .
- Sua-Iam, G., and **Makul, N.** (2011), The Use of Residual Rice Husk Ash from Thermal Power Plant as Cement Replacement Material for Producing Self-Compacting Concrete. The 2nd International Conference on Advances in Materials and Manufacturing Processes (ICAMM 2011), December 16-18, Guilin, China.