บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

สภาพเศรษฐกิจยุคน้ำมันแพงในปัจจุบัน ส่งผลกระทบต่อด้านต่างๆ มากมายรวมไปถึงอุตสาหกรรมด้านการก่อสร้างต่างๆ ได้ชะลอตัวลง แต่ก็ไม่สามารถที่จะปฏิเสธสิ่งก่อสร้างที่มีความจำเป็นเร่งด่วนต่อการพัฒนาประเทศและตอบสนองความต้องการของประชาชนได้ เพื่อให้ประเทศเดินหน้าพัฒนาต่อไปพร้อมกับการที่ประชาชนมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีนั้น จึงควรดำเนินการก่อสร้างในส่วนที่มีความสำคัญเร่งด่วนตามลำดับ จากสิ่งก่อสร้างที่พบเห็นได้โดยทั่วไปล้วนแล้วแต่เป็นงานที่มีคอนกรีตเป็นองค์ประกอบหลักทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็น ตึก ถนน อาคาร บ้านเรือน และสะพาน โดยในงานคอนกรีตหัวใจสำคัญคือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ซึ่งมีราคาแพงและมีแนวโน้มราคาของปูนซีเมนต์สูงขึ้นเรื่อยๆ ตามสภาพเศรษฐกิจยุคปัจจุบัน อีกยังต้องใช้พลังงาน ทรัพยากรธรรมชาติเป็นอย่างมากในการผลิต ดังนั้นในปัจจุบันวัสดุปอซโซลานจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการนำมาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์บางส่วน และวัสดุปอซโซลานที่นิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายก็คือเถ้าถ่านหินหรือเถ้าลอย ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาสามารถยืนยันได้ว่าเถ้าถ่านหินมีคุณสมบัติเป็นวัสดุปอซโซลานที่ดี เมื่อนำมาผสมในคอนกรีตในปริมาณเหมาะสมสามารถเพิ่มคุณสมบัติทางด้านต่างๆ ของคอนกรีตให้ดีขึ้น ยกตัวอย่างเช่น เพิ่มความสามารถในการทำงานได้ให้ดีขึ้น ลดอุณหภูมิที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชัน ทนต่อการกัดกร่อนของซัลเฟต และเพิ่มกำลังอัดที่อายุช่วงปลายได้สูงกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน แต่ในส่วนของเถ้าก้นเตาซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่ใกล้เคียงกับเถ้าถ่านหิน แต่ยังมีการนำเถ้าก้นเตามาใช้ในงานคอนกรีตน้อยมาก เนื่องจากเถ้าก้นเตามีขนาดอนุภาคที่ใหญ่ มีรูพรุนสูง น้ำหนักเบา เมื่อนำมาผสมในคอนกรีตทำให้มีความต้องการน้ำสูง ส่งผลให้ความสามารถในการทำงานและกำลังอัดของคอนกรีตลดลง

สำหรับกระบวนการเกิดของเถ้าถ่านหินและเถ้าก้นเตาของโรงไฟฟ้าแม่เมาะโดยสังเขปมีดังนี้ เริ่มจากการนำถ่านหินลิกไนต์ที่มีปริมาณมากในจังหวัดลำปาง เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานความร้อน โดยหลังจากที่ทำการขุดเจาะถ่านหินแล้ว ถ่านหินเหล่านั้นก็ถูกนำมาผ่านกระบวนการเตรียมความพร้อมก่อนนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง เช่นการบดย่อยขนาด ให้มีขนาดที่เหมาะสม การจับแยกโลหะที่ไม่ต้องการออกจากถ่านหิน เมื่อถ่านหินได้ผ่านกระบวนการต่างๆ เรียบร้อยแล้วก็ถูกลำเลียงไปเก็บไว้ในยุ้งถ่านหินที่อยู่ในตัวโรงไฟฟ้า สำหรับการจุดเตาเผาในแต่ละครั้งนั้นจำเป็นต้องใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการจุดก่อน เนื่องจากถ่านหินลิกไนต์ติดไฟค่อนข้างยาก และรอจนอุณหภูมิภายในเตาเผาสูงขึ้นมากพอแล้วจึงเริ่มใส่ถ่านหินลิกไนต์ พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาจะถูกนำไปใช้ในการต้มน้ำจนกลายเป็นไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันสูง

ซึ่งไอน้ำเหล่านี้ไปหมุนกังหันไอน้ำเพื่อหมุนแกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป ในที่สุดกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้านี้ก่อให้เกิดผลพลอยได้คือ เถ้าถ่านหินหรือเถ้าลอย (Fly Ash) และ เถ้าก้นเตาหรือเถ้าหนัก (Bottom Ash) โดยเถ้าถ่านหินที่เกิดจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะมีลักษณะเป็นฝุ่นปนไปกับก๊าซร้อนออกจากปล่องควัน แต่ถูกดักจับด้วยเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitator) เพื่อแยกฝุ่นและก๊าซร้อนก่อนปล่อยจากปล่องควัน สำหรับปริมาณเถ้าถ่านหินที่เกิดขึ้นมีปริมาณร้อยละ 80 ของปริมาณเถ้าถ่านเกือบทั้งหมด หรือประมาณ 7,200 ตันต่อวัน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในงานคอนกรีตได้ทั้งหมดโดยหลังจากที่ผ่านกระบวนการดักจับเสร็จสิ้น เถ้าถ่านหินจะถูกลำเรียงไปเก็บไว้ในไซโลขนาดใหญ่ เพื่อแบ่งจำหน่ายให้แก่ผู้ที่ต้องการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ส่วนเถ้าก้นเตาเกิดจากการรวมตัวของเถ้าถ่านหินที่หลอมเหลวเพราะอุณหภูมิในเตาเผาสูงกว่าจุดหลอมเหลวของเถ้าถ่านหิน (อุณหภูมิสูงกว่า 1500°C) ทำให้บางส่วนจับกันเป็นก้อนหรือเม็ดใหญ่ขึ้นจนมีน้ำหนักมากและตกลงสู่ก้นเตา จึงเรียกว่า เถ้าก้นเตา (ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล. 2547 : 283-289) ซึ่งในแต่ละวันมีปริมาณของเถ้าก้นเตาสูงถึง 1,500 ตัน หรือมีปริมาณร้อยละ 20 ของปริมาณเถ้าถ่านทั้งหมด ส่วนใหญ่จะนำเถ้าก้นเตาเหล่านี้ไปทิ้งทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดและปัญหาการกองเก็บ ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านมลภาวะสิ่งแวดล้อมและด้านอื่นๆ ตามมาอีกมากมาย

จากการศึกษาและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการนำเถ้าก้นเตามาใช้ในงานคอนกรีตที่ผ่านมาทั้งในและต่างประเทศพบว่ายังมีน้อยมาก ยกตัวอย่างเช่นใช้เป็นมวลรวมละเอียดในคอนกรีต (Ghafoori and Bucholc. 1997 : 90-101) ใช้เป็นมวลรวมละเอียดในงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Churchill and Amirkhanian. 1999 : 128-137) และในส่วนของการนำมาใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ในงานคอนกรีต โดยการนำเถ้าก้นเตาไปทำการบดเพื่อปรับปรุงคุณภาพของเถ้าก้นเตาให้มีขนาดอนุภาคที่เล็กลง แล้วนำไปแทนที่ในปริมาณที่ต่างกัน พบว่าเมื่อบดให้มีขนาดและการแทนที่ในอัตราที่เหมาะสมแล้วก็สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปอซโซลานได้อย่างดี และให้กำลังอัดในช่วงปลายสูงกว่าคอนกรีตที่ไม่ได้ผสมเถ้าก้นเตา (Jaturapitakkul and Cheerarot. 2003 : 48-53) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาสมบัติความเป็นวัสดุปอซโซลานของเถ้าก้นเตาในด้านต่างๆ ซึ่งเป็นเถ้าก้นเตาจากโรงไฟฟ้าในประเทศบราซิล ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง (Cheriaf, Rocha and Pera. 1999 : 1389-1391) อย่างไรก็ตามในการนำเถ้าก้นเตามาแทนที่ปูนซีเมนต์นั้นสามารถก่อให้เกิดผลดีในหลายด้าน ยกตัวอย่าง เช่น นำไปใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งอาจทำได้โดยการใช้บดร่วมกับปูนซีเมนต์เพื่อลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์ลงจากเดิม จะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุที่เหลือทิ้ง ลดปัญหาการกำจัดและกองเก็บ นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงจากกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ อีกทั้งเป็นการรักษาสภาพสิ่งแวดล้อมให้ดียิ่งขึ้นและลดปัญหาสภาวะโลกร้อนอีกทางหนึ่งเช่นกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาถึงการพัฒนากำลังอัดเนื่องจากปฏิกิริยาปอซโซลานในอัตราการแทนที่ปูนซีเมนต์ที่เพิ่มขึ้น ช่วงอายุทดสอบที่เพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถพิจารณาพฤติกรรมของการพัฒนากำลังอัดเนื่องจากปฏิกิริยาปอซโซลานในแต่ละช่วงได้อย่างถูกต้องชัดเจนยิ่งขึ้น และสามารถเลือกปริมาณการแทนที่ที่เหมาะสมไปใช้กับงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการเตรียมเถ้าก้นเตาบดละเอียดที่นำไปใช้เป็นวัสดุปอซโซลาน
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมเถ้าก้นเตาบดละเอียดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน
3. เพื่อสามารถเลือกปริมาณการแทนที่ที่เหมาะสมไปใช้กับงานคอนกรีตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ขอบข่ายของงานวิจัย

ในการศึกษานี้ใช้เถ้าก้นเตาจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ นำส่วนที่ผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 8 มาบดด้วยเครื่องบดแบบตกกระทบ เพื่อให้มีขนาดอนุภาคเล็กลง โดยเกณฑ์การแยกความละเอียดของเถ้าก้นเตาใช้ปริมาณวัสดุที่ค้างบนตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 325 เป็นเกณฑ์โดยกำหนดให้มีวัสดุค้างไม่เกินร้อยละ 34 โดยน้ำหนัก ปูนซีเมนต์และเถ้าก้นเตาบดละเอียดที่ใช้ในการทดลองถูกทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี ภาพถ่ายขยาย ความถ่วงจำเพาะ ปริมาณวัสดุที่ค้างบนตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 325 และขนาดอนุภาคเฉลี่ย การหล่อตัวอย่างคอนกรีต ออกแบบกำลังอัดของคอนกรีตควบคุมซึ่งไม่มีเถ้าก้นเตาในส่วนผสม โดยมีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.80 สำหรับคอนกรีตที่ผสมเถ้าก้นเตาใช้ส่วนผสมที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับคอนกรีตควบคุมแต่ใช้เถ้าก้นเตาบดละมาแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน เพื่อหล่อคอนกรีตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. สูง 20 ซม. และถอดแบบคอนกรีตที่อายุ 1 วัน จากนั้นนำตัวอย่างคอนกรีตไปบ่มน้ำและทดสอบกำลังอัดที่อายุ 3, 7, 14, 28, 60, 90 และ 180 วัน

ตัวแปรที่จะศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือ การใช้เถ้าก้นเตาบดละมาแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน
2. ตัวแปรตาม คือ การพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมเถ้าก้นเตาบดละเอียดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทราบถึงปริมาณการแทนที่ที่เหมาะสมไปใช้กับงานคอนกรีตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งอาจทำได้โดยการใช้บดร่วมกับปูนซีเมนต์เพื่อลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์ลงจากเดิม จะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุที่เหลือทิ้ง

3. ลดปัญหาการกำจัดและกองเก็บ นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงจากกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ อีกทั้งเป็นการรักษาสภาพสิ่งแวดล้อมให้ดียิ่งขึ้นและลดปัญหาสภาวะโลกร้อน

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

ร้อยละการแทนที่	หมายถึง	ปริมาณวัสดุที่ใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ในส่วนผสมคอนกรีตมีหน่วยเป็นร้อยละโดยน้ำหนักวัสดุประสานซึ่งมีจำนวน 5 ร้อยละการแทนที่คือ ร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50
เถ้าก้นเตาบดละเอียด	หมายถึง	เถ้าก้นเตาที่ผ่านการบดละเอียด (BC) ด้วยเครื่องบด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY