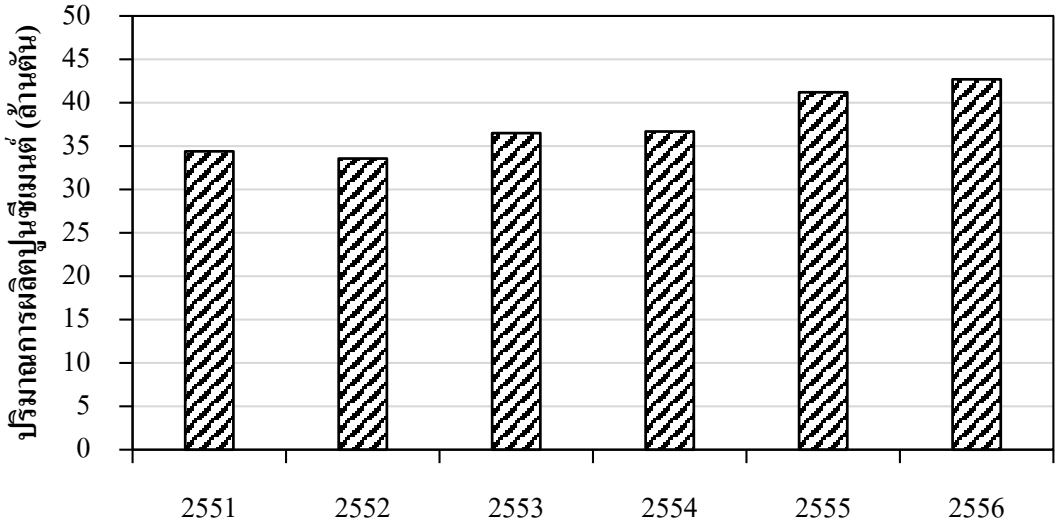
บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสานที่ได้รับความนิยมและเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เนื่องจากความเหมาะสมทางด้านราคา วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมในการทำคอนกรีตสามารถหาได้ง่าย เช่น หิน ทราย มีราคาไม่แพง สะดวกในด้านการใช้งานและสามารถกำหนดขนาดรูปร่างได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ปัจจุบันความต้องการใช้ปูนซีเมนต์มีปริมาณมาก และมีแนวโน้มที่สูงขึ้นตามการเติบโตของเศรษฐกิจ ดังแสดงในรูปที่ 1.1 โดยในปี พ.ศ. 2556 ประเทศไทยมีการผลิตปูนซีเมนต์ 42.69 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2557) ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ มากมายทั้งด้านการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและด้านการทำลายสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการผลิตปูนซีเมนต์ต้องระเบิดหินปูนมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต และในกระบวนการผลิตต้องใช้พลังงานในการเผาสูงถึง 1,500 °C อีกทั้งยังมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในปริมาณที่สูงถึงประมาณ 0.9 ตัน ต่อการผลิตปูนซีเมนต์ 1 ตัน (ไกรวุฒิ เกียรติโกมล, 2546)



รูปที่ 1.1 ปริมาณการผลิตปูนซีเมนต์ในแต่ละปี
(ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2557)

กากแคลเซียมคาร์ไบด์ (Calcium Carbide Residue) เป็นกากที่เหลือใช้จากการผลิตก๊าซอะเซทิลีน (C_2H_2) ที่นำไปใช้ในอุตสาหกรรมการตัดเหล็ก และการเชื่อมโลหะ กากแคลเซียมคาร์ไบด์มีแนวโน้มที่จะสะสมมากขึ้นเรื่อยๆ ตามสภาวะการเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยในประเทศไทยมีการใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC_2) ประมาณ 18,500 ตัน/ปี เพื่อใช้ผลิตก๊าซอะเซทิลีน และเหลือเป็น

กากแคลเซียมคาร์ไบด์ประมาณ 21,500 ตัน/ปี (Amnadnua และคณะ, 2013) ซึ่งกากแคลเซียมคาร์ไบด์ถูกนำไปทิ้งและใช้ประโยชน์ไม่ได้ ส่วนใหญ่จะกำจัดโดยใช้วิธีการกองทิ้งไว้หรือทำการฝังกลบลงไปในใต้ดิน ดังรูปที่ 1.2 กากแคลเซียมคาร์ไบด์ทำให้ดินมีความเป็นด่างสูงขึ้น ทำให้ที่ดินบริเวณนั้นทำการเพาะปลูกหรือใช้ประโยชน์ไม่ได้ ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะต่อพื้นที่ใกล้เคียง และยิ่งไปกว่านั้นถ้ามีการฝังกลบใกล้กับแหล่งน้ำก็จะทำให้เกิดผลกระทบกับแหล่งน้ำ

รูปที่ 1.2 พื้นที่ทิ้งกากแคลเซียมคาร์ไบด์ของโรงงานผลิตก๊าซอะเซทิลีน

เถ้าถ่านหิน (Fly Ash) เป็นผลพลอยได้จากการเผาถ่านหินเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งมีลักษณะเป็นผงละเอียด มีอนุภาคขนาด 1-150 ไมโครเมตร โดยเถ้าถ่านหินถูกพัดออกมาตามลมร้อนเพื่อออกไปสู่ปล่องควัน จากนั้นตัวดักจับ (Electrostatic Precipitator) รวบรวมเถ้าถ่านหินเพื่อเก็บไว้ในไซโล การผลิตกระแสไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ใช้ถ่านหินลิกไนต์จากเหมืองแม่เมาะเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตประมาณวันละ 40,000 ตัน ในการเผาได้เถ้าลิกไนต์ประมาณวันละ 10,000 ตัน โดยเป็นเถ้าถ่านหินประมาณ 6,000 ตัน (หน่วยงานสารสนเทศโรงไฟฟ้าแม่เมาะ, 2556) ปัจจุบันมีการใช้เถ้าถ่านหินแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วนในการผสมคอนกรีต แต่ยังมีเถ้าถ่านหินอีกจำนวนมากที่ต้องนำไปทิ้ง ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ ดังรูปที่ 1.3

รูปที่ 1.3 พื้นที่ทิ้งเถ้าถ่านหินของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

จากปัญหาข้างต้น ทำให้มีงานวิจัยที่นำกากแคลเซียมคาร์ไบด์มาใช้ร่วมกับวัสดุปอซโซลาน เช่น เถ้าถ่านหิน, เถ้าชานอ้อย, เถ้าแกลบ และเถ้าปาล์มน้ำมัน เพื่อเป็นวัสดุประสานทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ การนำกากแคลเซียมคาร์ไบด์มาใช้เป็นวัสดุประสานร่วมกับเถ้าถ่านหิน พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างกากแคลเซียมคาร์ไบด์กับเถ้าถ่านหินที่ให้กำลังอัดมอร์ต้าสูงสุด เท่ากับ 30 : 70 โดยน้ำหนัก (สุธี ลิมปนชัยพรกุล และคณะ, 2537; ปิติศานต์ กร้ำมาตร, 2539) และสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุประสานในการผลิตคอนกรีตได้ แต่มีการพัฒนากำลังที่ช้า โดยเฉพาะกำลังในช่วงอายุต้นของคอนกรีต เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ หากมีวิธีการกระตุ้นกำลังของคอนกรีตที่ใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์กับเถ้าถ่านหิน เพื่อเป็นการแก้ปัญหาด้านการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีต ซึ่งจะเป็นการลดข้อด้อยของคอนกรีตที่ทำจากกากแคลเซียมคาร์ไบด์และเถ้าถ่านหินลง อีกทั้งการศึกษาในด้านความทนทานของคอนกรีตใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์และเถ้าถ่านหินเป็นวัสดุประสานมีน้อย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาวิธีการกระตุ้นกำลังของคอนกรีตที่ใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์และเถ้าถ่านหินมาเป็นวัสดุประสาน โดยจะศึกษาคุณสมบัติเชิงกลและความทานทานของของคอนกรีตที่ใช้วัสดุประสานที่ทำมาจากกากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมเถ้าถ่านหินและมีการกระตุ้นกำลังด้วยวิธีต่างๆ โดยไม่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ เพื่อเป็นองค์ความรู้ในสำหรับการนำไปใช้ในงานก่อสร้าง และเป็นทางเลือกใหม่ของวัสดุประสานในการทดแทนปูนซีเมนต์

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลกระทบของการกระตุ้นกำลังของคอนกรีตที่ใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์และเถ้าถ่านหินด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ การใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ การบ่มด้วยความร้อน และการเพิ่มความละเอียดของวัสดุประสานต่อคุณสมบัติทางกลของคอนกรีต ได้แก่ กำลังอัด โมดูลัสยืดหยุ่น และกำลังดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีต

2. เพื่อศึกษาความทนทานของคอนกรีตที่ใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์และเถ้าถ่านหินเป็นวัสดุประสานที่ทำการกระตุ้นกำลังของคอนกรีตด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ การซึมของน้ำผ่านคอนกรี ความสามารถต้านทานคลอไรด์ การกัดกร่อนของเหล็กเสริมในคอนกรีต และการหดตัวแห้งของคอนกรีต

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์จากโรงงานผลิตก๊าซอะเซทิลีน จังหวัด สมุทรสาคร มาผสมร่วมกับเถ้าถ่านหินจากโรงผลิตไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยนำมาผสมกันในอัตราส่วนกากแคลเซียมคาร์ไบด์ต่อเถ้าถ่านหิน (CR:FA) เท่ากับ 30 : 70 โดยน้ำหนัก ใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์และเถ้าถ่านหินที่มีไม่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ ซึ่งมีความละเอียดใกล้เคียงกับปูนซีเมนต์ และนำมากระตุ้นกำลังโดยใช้ 3 วิธี ได้แก่ การใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ร้อยละ 1 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน, การนำคอนกรีตไปบ่มด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และการเพิ่มความละเอียดของวัสดุประสานโดยการนำมาบดร่วมกันจนมีปริมาณอนุภาคค้างบนตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 325 ไม่เกินร้อยละ 3 กำหนดปริมาณวัสดุประสานเท่ากับ 550 กก/ม^3 ส่วนคอนกรีตควบคุมที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 5 ใช้ปริมาณวัสดุประสานเท่ากับ 500 กก/ม^3 และควบคุมคอนกรีตทั้งสองกลุ่มให้มีค่าอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.25 และใช้สารลดน้ำพิเศษ (Superplasticizer) ในการควบคุมค่าการยุบตัวของคอนกรีตสดให้อยู่ในช่วง 17.5 ±2.5 ซม. นำมาทดสอบคุณสมบัติทางกลของคอนกรีต ได้แก่ กำลังอัด โมดูลัสยืดหยุ่น และกำลังดึงแบบผ่าซีก ที่อายุ 28 และ 90 วัน ทดสอบความทนทานของคอนกรีต ได้แก่ การซึมของน้ำผ่านคอนกรีต การแทรกซึมของคลอไรด์ และการกัดกร่อนของเหล็กเสริมในคอนกรีต ที่อายุ 28 และ 90 วัน และการหดตัวแห้งของคอนกรีตโดยวัดที่อายุ 1, 3, 7, 14 และทุกๆ อายุ 14 วัน จนครบอายุ 182 วัน

1.4 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงกากแคลเซียมคาร์ไบด์ เถ้าถ่านหิน วัสดุปอซโซลาน ปฏิกิริยาปอซโซลาน การใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์และเถ้าถ่านหินในงานคอนกรีต รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความทนทานของคอนกรีต

บทที่ 3 กล่าวถึงวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย การเตรียมตัวอย่างในการทดสอบ การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของวัสดุที่ใช้ในการทำวิจัย โดยในที่นี้ใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์และเถ้าถ่านหินที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพและแบบบดละเอียด รวมไปถึงวิธีการทดสอบคุณสมบัติทางกลของคอนกรีต ได้แก่ กำลังอัด กำลังดึงแบบผ่าซีก โมดูลัสยืดหยุ่น และวิธีการทดสอบความทาทานของคอนกรีต ได้แก่ การซึมของน้ำผ่านคอนกรีต การแทรกซึมคลอไรด์ผ่านคอนกรีต การกัดกร่อนของเหล็กเสริม และการหดตัวแห้งของคอนกรีต

บทที่ 4 กล่าวถึงผลและการวิเคราะห์ผลการทดสอบ ประกอบด้วยคุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุประสาน ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกลของคอนกรีต ได้แก่ กำลังอัดคอนกรีต โมดูลัสยืนหยุ่นคอนกรีต กำลังดึงผ่าซีก และผลการทดสอบความทนทานของคอนกรีต ได้แก่ การซึมของน้ำผ่านคอนกรีต การแทรกซึมของคลอไรด์ การกัดกร่อนของเหล็กเสริมในคอนกรีต และการหดตัวแห้งของคอนกรีต

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะที่น่าสนใจสำหรับวิธีการพัฒนากำลังของคอนกรีตที่ใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์และเถ้าถ่านหิน

เอกสารอ้างอิงแสดงบทความหรืองานวิจัยต่างๆ ที่ได้อ้างถึงในวิจัยนี้

ภาคผนวกแสดงผลการทดสอบต่างๆ ที่ได้จากการวิจัยทั้งหมด