บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันมีการศึกษาวัสดุที่สามารถนำมาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ในงานคอนกรีตมากขึ้นเพื่อลดปัญหาสภาวะโลกร้อน เพราะการผลิตปูนซีเมนต์จำนวน 1 ตัน ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศประมาณ 1 ตัน (ไกรวุฒิ เกียรติโกมล, 2546) ใน พ.ศ. 2553 ประเทศไทยมีการผลิตปูนซีเมนต์มากถึงประมาณ 40 ล้านตัน/ปี (สถิติอุตสาหกรรมปี, 2554) ซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอย่างเห็นได้ชัดเจนในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นภาวะโลกร้อน และความแปรปรวนทางธรรมชาติ ถ้าวัสดุที่นำมาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและไม่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งยังเป็นของเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมจะเป็นการลดทั้งพลังงานและมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งวัสดุเหล่านี้ เช่น

กากแคลเซียมคาร์ไบด์ (Calcium Carbide Residue) เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตก๊าซอะเซทิลีน ซึ่งก๊าซนี้นำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น การตัดโลหะ งานเชื่อม การเผาให้ความร้อน และการเคลือบแข็งที่ผิวหน้าโลหะ เป็นต้น หรือใช้ก๊าซอะเซทิลีนในอุตสาหกรรมการเกษตรเพื่อบ่มผลไม้ให้สุกเร็วขึ้น ปัจจุบันการผลิตก๊าซอะเซทิลีนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม จึงส่งผลให้มีปริมาณกากแคลเซียมคาร์ไบด์เหลือทิ้งเพิ่มมากขึ้น โรงงานแห่งหนึ่งที่ผลิตก๊าซอะเซทิลีนมีการทิ้งกากแคลเซียมคาร์ไบด์สูงมากถึง 12,000 ตัน/ปี (Makaratat และคณะ 2009) ส่วนใหญ่นำกากแคลเซียมคาร์ไบด์ไปกองทิ้งไว้เป็นบริเวณกว้าง ซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมบริเวณข้างเคียงอีกทั้งยังเป็นปัญหาในการกำจัด รูปที่ 1.1 แสดงพื้นที่ทิ้งกากแคลเซียมคาร์ไบด์

เถ้าแกลบ-เปลือกไม้ (Rice Husk-Bark Ash) เป็นผลพลอยได้จากการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยนำแกลบจากโรงสีข้าวและเปลือกไม้จากโรงงานผลิตเยื่อกระดาษมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าหรือเรียกว่า "เชื้อเพลิงชีวมวล" โดยควบคุมอุณหภูมิในการเผาประมาณ 800-900 องศาเซลเซียส หลังกระบวนการเผาทำให้เหลือเถ้าที่มีลักษณะเป็นผง มีน้ำหนักเบาและเกิดการฟุ้งกระจายได้ง่าย ส่งผลต่อสภาวะแวดล้อมข้างเคียง โดยกองเถ้าแกลบ-เปลือกไม้เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโรงงานแห่งหนึ่งมีถึงวันละ 300 ตัน ซึ่งทำให้เกิดปัญหาการกองเก็บและกำจัดทิ้ง แสดงดังรูปที่ 1.2

เถ้าปาล์มน้ำมัน (Palm Oil Fuel Ash) เป็นวัสดุพลอยได้จากการ นำเศษกะลา เส้นใย และผลของปาล์มภายหลังจากการสกัดน้ำมันปาล์มออกแล้ว ไปเผาเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าหรือเรียกว่า

"เชื้อเพลิงชีวมวล" ทำการควบคุมอุณหภูมิในการเผาประมาณ 700-1000 องศาเซลเซียส ในปี พ.ศ. 2552-2553 มีปริมาณการผลิตปาล์มน้ำมันทั่วประเทศไทยประมาณ 8 ล้านตัน/ปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) หลังจากการเผาจะได้เถ้าปาล์มน้ำมันประมาณร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก (Tangchirapat และคณะ 2007) หรือ ประมาณ 4 แสนตัน/ปี เถ้าปาล์มน้ำมันมีลักษณะเป็นผงและมีน้ำหนักเบาสามารถฟุ้งกระจายได้ง่ายซึ่งทำให้เกิดปัญหาด้านสภาวะแวดล้อมข้างเคียงและเป็นปัญหาในเรื่องของการกำจัดทิ้งเช่นกัน รูปที่ 1.3 แสดงพื้นที่ทิ้งเถ้าปาล์มน้ำมัน

มวลรวมที่ได้จากการย่อยเศษคอนกรีต (Recycled Aggregate) เป็นวัสดุที่เคยใช้งานมาแล้วจากงานคอนกรีต ได้แก่ ก้อนตัวอย่างที่นำไปทดสอบกำลังอัด หรือการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่เป็นคอนกรีต เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียดจากการย่อยเศษหัวเสาเข็ม เพราะในแต่ละโครงการก่อสร้างมีการใช้เสาเข็มเป็นจำนวนมาก และมีการตัดหัวเสาเข็มมากเช่นเดียวกันโดยเฉพาะเสาเข็มสปัน (Spun Pile) ทำให้มีเศษคอนกรีตจากหัวเสาเข็มเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากต้องนำไปกำจัดทิ้ง ทำให้ต้องหาพื้นที่ทิ้งและเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก ดังนั้นถ้าสามารถนำเศษคอนกรีตเหล่านี้มาใช้เป็นมวลรวม (Recycled Aggregate) ในงานคอนกรีตได้ใหม่ก็จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ รูปที่ 1.4 แสดงพื้นที่ทิ้งของหัวเสาเข็ม

การนำวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้ ได้แก่ กากแคลเซียมคาร์ไบด์ เถ้าแกลบ-เปลือกไม้ เถ้าปาล์มน้ำมัน และมวลรวมจากการย่อยเศษคอนกรีตมาใช้เป็นส่วนผสมของคอนกรีตเป็นการช่วยลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งงานวิจัยนี้ศึกษาการใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ กากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน เป็นวัสดุประสาน และใช้มวลรวมที่ได้จากการย่อยเศษคอนกรีต มาใช้ในส่วนผสมคอนกรีตเพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของกากแคลเซียมคาร์ไบด์ เถ้าแกลบ-เปลือกไม้ และเถ้าปาล์มน้ำมัน

2. เพื่อศึกษากำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้มวลรวมจากการย่อยเศษคอนกรีตที่ใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมกับเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ และผสมกับเถ้าปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุประสาน

3. เพื่อศึกษาค่าอัตราการซึมของน้ำผ่านคอนกรีตที่ใช้มวลรวมจากการย่อยเศษคอนกรีตที่ใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมกับเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ และผสมกับเถ้าปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุประสาน

4. เพื่อศึกษาค่าอัตราการแทรกซึมของคลอไรด์เข้าสู่คอนกรีตที่ใช้มวลรวมจากการย่อยเศษคอนกรีตที่ใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมกับเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ และผสมกับเถ้าปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุประสาน

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้เก็บตัวอย่างของกากแคลเซียมคาร์ไบด์จากโรงงานผลิตก๊าซอะเซทิลีนจังหวัดสมุทรสาคร เถ้าแกลบ-เปลือกไม้จากโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าชีวมวลจังหวัดฉะเชิงเทรา เถ้าปาล์มน้ำมันจากโรงไฟฟ้าชีวมวลจังหวัดชุมพร และมวลรวมที่ได้จากการย่อยเศษคอนกรีต (หัวเสาเข็มสปัน) จากโรงย่อยหินของบริษัท อิตาเลี่ยนไทย จำกัด จังหวัดสระบุรี ซึ่งวัสดุเหล่านี้อาจอยู่ในสภาพแห้งหรือสภาพเปียก จากนั้นนำมาตากแดดให้แห้ง ทำการบดกากแคลเซียมคาร์ไบด์ เถ้าแกลบ-เปลือกไม้ และเถ้าปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องบดให้มีปริมาณวัสดุค้างบนตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 325 ไม่เกินร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก เพื่อใช้เป็นวัสดุประสานแทนที่ปูนซีเมนต์ สำหรับมวลรวมที่ได้จากการย่อยเศษคอนกรีตนำมาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 เพื่อแยกส่วนที่เป็นมวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียดออกจากกัน นำมวลรวมละเอียดมาใช้แทนทรายแม่น้ำและนำมวลรวมหยาบที่มีขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 19 มิลลิเมตร มาใช้แทนหินปูนย่อย ออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตให้มีปริมาณวัสดุประสานเท่ากับ 450 กก/ม^3 และใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน (W/B) เท่ากับ 0.40 มีอัตราส่วนผสมของกากแคลเซียมคาร์ไบด์ต่อเถ้าแกลบ-เปลือกไม้เท่ากับ 50:50 โดยน้ำหนัก และกากแคลเซียมคาร์ไบด์ต่อเถ้าปาล์มน้ำมันเท่ากับ 40:60 โดยน้ำหนัก และมีปูนซีเมนต์เป็นสารเร่งกำลังโดยใช้แทนที่วัสดุประสานในอัตราส่วนร้อยละ 0, 10 และ 20 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน เพื่อหล่อตัวอย่างคอนกรีตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร ทำการทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว ได้แก่ กำลังอัดของคอนกรีตที่อายุ 7, 28, 60, 90 และ 180 วัน ทดสอบค่าอัตราการซึมของน้ำผ่านคอนกรีตที่อายุ 28 และ 90 วัน และอัตราการแทรกซึมของคลอไรด์เข้าสู่คอนกรีตโดยวิธี Rapid Migration Test (AASHTO TP64-03) ที่อายุ 28, 60 และ 90 วัน โดยเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสานในปริมาณ 300 กก/ม^3

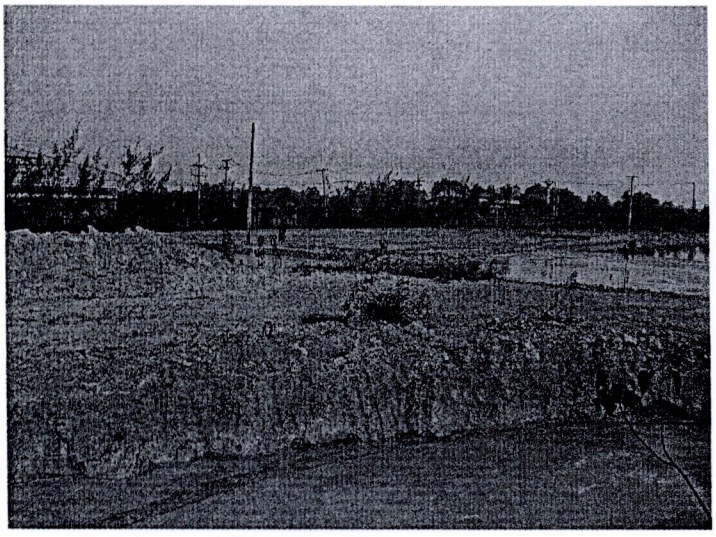
1.4 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงวัสดุปอซโซลาน ปฏิกิริยาปอซโซลาน กากแคลเซียมคาร์ไบด์ เถ้าแกลบ-เปลือกไม้ เถ้าปาล์มน้ำมัน การซึมของน้ำผ่านคอนกรีต การแทรกซึมของคลอไรด์เข้าสู่คอนกรีต และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

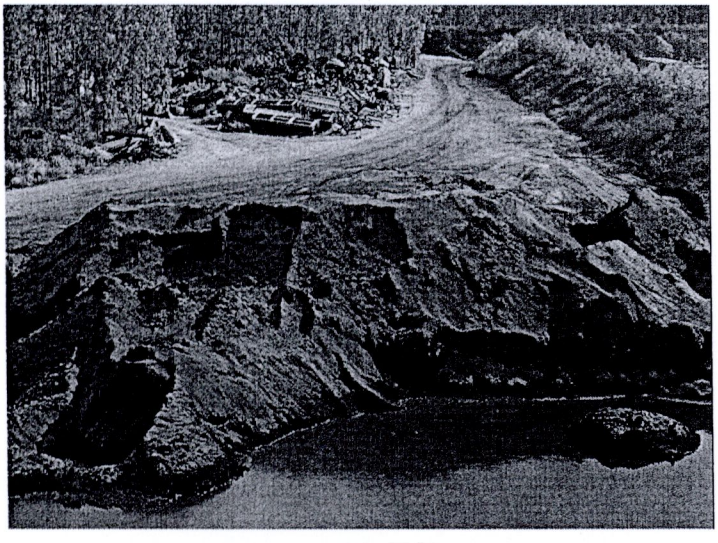
บทที่ 3 กล่าวถึงวิธีการศึกษา วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ อุปกรณ์ทดสอบ วิธีการเตรียมตัวอย่าง การทดสอบกำลังอัด การทดสอบการซึมของน้ำผ่านคอนกรีต การทดสอบการแทรกซึมของคลอไรด์เข้าสู่คอนกรีต

บทที่ 4 กล่าวถึงผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบของคอนกรีตที่ใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ และกากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุประสาน และใช้มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียดที่ได้จากการย่อยเศษคอนกรีต โดยเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เป็นวัสดุประสาน และใช้มวลรวมจากธรรมชาติ

บทที่ 5 กล่าวถึงบทสรุปและข้อเสนอแนะที่น่าสนใจของคอนกรีตที่ใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ และกากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุประสาน และใช้มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียดที่ได้จากการย่อยเศษคอนกรีต

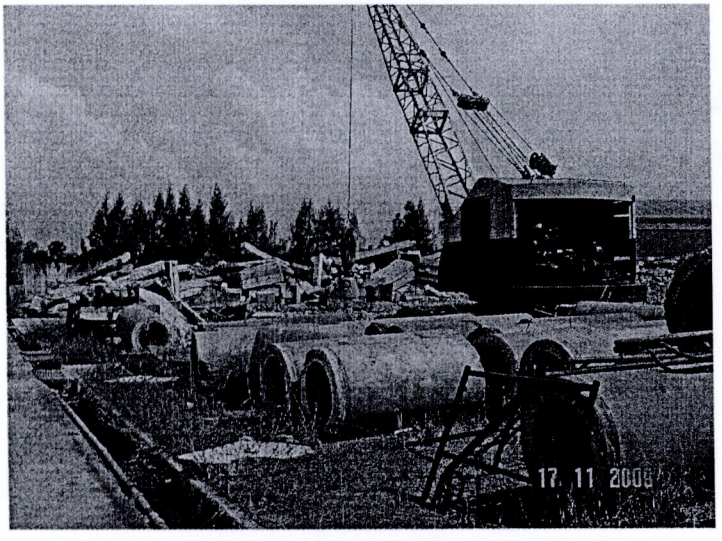


รูปที่ 1.1 พื้นที่ทิ้งกากแคลเซียมคาร์ไบด์ของโรงงานผลิตก๊าซอะเซทิลีน



รูปที่ 1.2 พื้นที่ทิ้งเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ของโรงไฟฟ้าแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา

รูปที่ 1.3 พื้นที่ทิ้งเถ้าปาล์มน้ำมันของโรงไฟฟ้าแห่งหนึ่งในจังหวัดชุมพร



รูปที่ 1.4 พื้นที่กองทิ้งของหัวเสาเข็มสปัน