บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและประเด็นปัญหาในการศึกษาวิจัย

ในปัจจุบันมีการนำสิ่งที่เหลือใช้หรือถูกทิ้งจากภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมมาใช้เป็นวัสดุแทนที่ในปูนซีเมนต์ โดยมีวัตถุประสงค์ในการลดต้นทุนการผลิตของคอนกรีตพร้อมทั้งเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติบางประการของคอนกรีตให้ดีขึ้น เช่น เพิ่มความทนทานให้กับคอนกรีตต่อสภาพการกัดกร่อน ช่วยปรับคุณสมบัติของคอนกรีตสดเพื่อให้ทำงานได้ง่ายขึ้น การปรับปรุงคุณสมบัติของคอนกรีต สามารถใช้วัสดุบางชนิดผสมเพิ่มเติมในปูนซีเมนต์หรือคอนกรีต เช่น วัสดุเฉื่อย (Inert Materials) และวัสดุปอซโซลาน (Pozzolanic Materials) คอนกรีตที่ขาดมวลรวมที่ค่อนข้างละเอียดเกิดการแยกตัวได้ง่ายและไม่เหมาะในการลำเลียงโดยการสูบส่งหรือการเทโดยใช้ท่อ การเพิ่มการเกาะตัวของคอนกรีตสามารถทำได้โดยการใช้วัสดุเฉื่อยผสม จำพวก หินปูนบดละเอียด ทรายละเอียด และหินฝุ่น เป็นต้น การใช้วัสดุเฉื่อยผสมเพิ่มยังช่วยลดการเยิ้มน้ำและการตกแต่งผิวคอนกรีตทำได้ง่ายขึ้น แต่การใช้วัสดุเฉื่อยละเอียดเพื่อแทนที่ในปูนซีเมนต์จะลดกำลังของคอนกรีตเนื่องจากปริมาณปูนซีเมนต์ลดลงและตัววัสดุเองถือว่าไม่ทำปฏิกิริยา ส่วนวัสดุปอซโซลานที่ใช้แทนที่ปูนซีเมนต์และมีอยู่มากในประเทศไทย ได้แก่ เถ้าแกลบ (Rice Husk Ash) และ เถ้าลอย (Fly Ash) ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) เมื่อใช้ผสมคอนกรีตจะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) ที่ได้จากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของปูนซีเมนต์ได้สารประกอบที่มีคุณสมบัติในการเชื่อมประสาน เรียกปฏิกิริยานี้ว่า ปฏิกิริยาปอซโซลานิค อีกทั้งการแทนที่ในปูนซีเมนต์ของวัสดุปอซโซลานเป็นการลดปริมาณของปูนทำให้ความร้อนจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นลดลงอีกด้วย

เนื่องจากมีข้อจำกัดของวัสดุผสมดังกล่าวในงานคอนกรีตที่ต้องการปรับปรุงคุณสมบัติ อาทิเช่น ปูนซีเมนต์เป็นวัตถุดิบที่มีราคาสูงสุดของวัสดุผสมคอนกรีต เพื่อลดต้นทุนในงานคอนกรีตจึงต้องหาวัสดุอื่นๆที่มีมูลค่าต่ำกว่าปูนซีเมนต์มาทดแทน โดยที่คุณสมบัติต่างๆไม่เปลี่ยนแปลงหรือเป็นไปในทางที่ดีขึ้น เถ้าแกลบซึ่งเป็นวัสดุปอซโซลานเมื่อใช้แทนที่ในปูนซีเมนต์จะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆดังที่กล่าวไว้ข้างต้น แต่มีข้อด้อยที่โครงสร้างของเซลล์มีขนาดใหญ่และเป็นโพรงมาก การนำมาใช้ต้องบดให้ละเอียดเพื่อลดปริมาณของโพรงเหล่านั้นและเพื่อให้ขนาดอนุภาคใกล้เคียงกับปูนซีเมนต์ ซึ่งเป็นความละเอียดที่นำมาใช้งานได้ดี แต่การบดให้มี

ขนาดอนุภาคเล็กตามที่ต้องการมีความยุ่งยากและใช้เวลา วัสดุเหลือใช้จากภาคอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ เช่น ผงหินปูนซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือแคลเซียมออกไซด์ (CaO) มีขนาดอนุภาคเล็กเมื่อนำมาใช้แทนที่ในปูนซีเมนต์จะทำหน้าที่เป็นวัสดุเติมเต็มหรือล่อลื่น (Filling) ในคอนกรีต ช่วยลดความต้องการน้ำ การตกแต่งผิวทำได้ง่ายขึ้น เนื่องจากมีอนุภาคเล็กทำให้การกระจายตัวของปูนซีเมนต์ทำได้ดีขึ้น แต่สามารถแทนที่ในปูนซีเมนต์ได้น้อย จึงต้องศึกษาความเป็นไปได้ในการแทนที่ผงหินปูนและเถ้าแกลบในปูนซีเมนต์ เพื่อนำข้อดีของวัสดุมาลดข้อด้อยของข้อจำกัดดังกล่าว และยังช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเถ้าแกลบและผงหินปูนได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เถ้าแกลบบดและผงหินปูน
2. เพื่อศึกษาผลกระทบทางกล ทางกายภาพ และด้านความทนทาน จากการใช้เถ้าแกลบบดและผงหินปูนแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
3. เพื่อศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของเถ้าแกลบบดและผงหินปูนแทนที่ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาวิจัย

1. ทราบถึงองค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เถ้าแกลบบด และผงหินปูน
2. ทราบถึงผลกระทบทั้งทางกล ทางกายภาพ และทางด้านความทนทานจากการใช้เถ้าแกลบบดและผงหินปูนแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
3. ทราบถึงสัดส่วนที่เหมาะสมของเถ้าแกลบบดและผงหินปูนที่ใช้ในการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1.เถ้าแกลบที่ใช้ในการวิจัยจากโรงไฟฟ้าปทุมไรซมิล แอนด์ แกรนารี จำกัด (มหาชน) จังหวัดปทุมธานี โดยนำเถ้าแกลบมาผ่านการบดด้วยเครื่องบดจากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

2. ผงหินปูนที่ใช้ในการวิจัยจากบริษัท ทีพีไอโพลีน จำกัด (มหาชน) (TPIPL) จังหวัดสระบุรี 2 ชนิด คือ (1) ขนาด 0 ถึง 100 ไมครอน (2) ขนาด 100 ถึง 600 ไมครอน

3. ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการวิจัยเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

4. อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุผง (w/b) จากการทดสอบการไหลแผ่ (Flow Test) โดยให้ค่าการไหลแผ่เท่ากับร้อยละ 110 ± 5

6. ศึกษาคุณสมบัติของปูนซีเมนต์เถ้าแกลบและผงหินปูนประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ ความหนาแน่นรวม (Bulk Density) ความละเอียดแบบเบลน (Blaine Fineness) ปริมาณความชื้น (Moisture Content) การกระจายขนาดคละของอนุภาค (Particle size Distribution, PSD) ลักษณะพื้นผิวของอนุภาคด้วยเทคนิค Scanning Electron Microscopy (SEM) และความเป็นผลึกของอนุภาคด้วยเทคนิค X-ray Diffraction (XRD)

7. ศึกษาคุณสมบัติทางกลของมอร์ต้าร์ ได้แก่ กำลังอัด ที่อายุ 3, 7, 28, 60, 90, 120 และ 180 วัน ตามลำดับ

8. การทดสอบหาปริมาณอากาศ (Air Content) ของมอร์ต้าร์สด

9. ทดสอบหาปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) ของมอร์ต้าร์ด้วยเทคนิค Thermal Gravimetric Analysis (TGA)

10. ทดสอบความเป็นโพรง (Porosity) ของมอร์ต้าร์ด้วยเทคนิค Mercury Intrusion Porosimetry (MIP)

11. ศึกษาคุณสมบัติด้านความทนทานได้แก่การหดตัวแบบแห้ง (Drying Shrinkage) การหดตัวแบบออโตจีเนียส (Autogeneous Shrinkage) การขยายตัวและการสูญเสียกำลังอัดเนื่องจากสารละลายโซเดียมซัลเฟตและแมกนีเซียมซัลเฟต