

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

- 3.1.1 ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
- 3.1.2 ทรายสำหรับทำมอร์ตาร์เป็นทรายแม่น้ำนำมาล้างให้สะอาดเพื่อเอาเศษฝุ่นและดินออก แล้วร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 16 ค้างเบอร์ 100
- 3.1.3 น้ำประปา
- 3.1.4 ถ้ำขยะ จากเทศบาลตำบลบ้านเพ จังหวัดระยอง



รูปที่ 3.1 ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ที่ใช้ในการวิจัย



รูปที่ 3.2 ทรายแม่น้ำสำหรับทำมอร์ตาร์

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

- 3.2.1 เครื่องบด (Grinding Machine)
- 3.2.2 เครื่องทดสอบกำลังอัด (Compression Testing Machine)
- 3.2.3 เครื่องผสมมอร์ตาร์
- 3.2.4 ชุดทดสอบการไหลของมอร์ตาร์ (Flow Table)
- 3.2.5 ขวดแก้วทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ (Le Chatelier)
- 3.2.6 ตะแกรงวิเคราะห์ขนาด
- 3.2.7 เครื่องถ่ายภาพกำลังสูง (Scanning Electron Microscope)
- 3.2.8 เครื่องวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี (X-Ray Fluorescence)
- 3.2.9 เครื่องชั่งน้ำหนัก
- 3.2.10 แบบหล่อมอร์ตาร์สำหรับทดสอบกำลังอัดขนาด 5x5x5 ซม.



รูปที่ 3.3 เครื่องบด (Grinding Machine)



รูปที่ 3.4 เครื่องทดสอบกำลังอัด (Compression Testing Machine)



รูปที่ 3.5 เครื่องผสมมอร์ตาร์



รูปที่ 3.6 ชุดทดสอบการไหลของมอร์ตาร์ (Flow Table)



รูปที่ 3.7 ชุดทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ (Le Chatelier)



รูปที่ 3.8 แบบหล่อมอร์ต้าร์สำหรับทดสอบกำลังอัดขนาด 5x5x5 ซม.

3.3 วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาของวิทยานิพนธ์นี้แบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

3.3.1 การเตรียมตัวอย่างวัสดุ

เถ้าขยะที่นำมาศึกษาได้จากเทศบาลตำบลบ้านเพ จังหวัดระยอง เป็นโรงงานเผาขยะซึ่งใช้ขยะในเขตพื้นที่ตำบลบ้านเพในการเผาเพื่อกำจัดขยะ แล้วนำเถ้าขยะที่ได้จากการเผามาร้อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 16 เพื่อแยกสิ่งเจือปนที่มีอนุภาคขนาดใหญ่เนื่องจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ จากนั้นนำเถ้าขยะที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 16 มาบดให้มีปริมาณอนุภาคค้ำบนตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 325 น้อยกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ใช้สัญลักษณ์ AL



รูปที่ 3.9 เตาเผาขยะ



รูปที่ 3.10 แสดงรูปการเผาขยะภายในเตาเผา

3.3.2 การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการวิจัย

3.3.2.1 ทดสอบความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และเถ้าปาล์มน้ำมัน โดยใช้ขวดทดลองมาตรฐาน Le Chatelier ตามมาตรฐาน ASTM C 188 ซึ่งค่าความถ่วงจำเพาะเป็นอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของวัสดุต่อน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัสดุนั้น โดยการทดสอบนี้ใช้น้ำมันก๊าดเป็นของเหลวในการทดสอบเนื่องจากไม่ทำปฏิกิริยากับวัสดุทดสอบ

3.3.2.2 ทดสอบน้ำหนักค้ำบนตะแกรงเบอร์ 325 (มีขนาดช่องเปิดเท่ากับ 45 ไมโครเมตร) ของเถ้าขยะ ด้วยวิธี Wet Sieve Analysis ซึ่งทำโดยการเอาตัวอย่างมาร้อนผ่านตะแกรงโดยใช้น้ำ เมื่อนำไปอบให้แห้งจะได้ส่วนที่เหลือบนตะแกรง ซึ่งเป็นน้ำหนักที่ค้ำบนตะแกรงเบอร์ 325

3.3.2.3 ถ่ายภาพขยายกำลังสูงของเถ้าขยะ ด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) เพื่อศึกษาลักษณะรูปร่างของวัสดุที่ใช้ในการศึกษา

3.3.2.4 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าขยะ ด้วยเครื่อง X-Ray Fluorescence (XRF)

3.3.3 การทดสอบคุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์และเพสต์ผสมเถ้าขยะ

3.3.3.1 ทดสอบความชื้นเหลวปกติโดยใช้เครื่องมือไวแคต (Vicat Apparatus) เป็นวิธีการทดสอบหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมสำหรับเพสต์ เพื่อใช้เป็นค่ามาตรฐานในการทดสอบ

คุณสมบัติอื่นๆ ของซีเมนต์เพสต์ต่อไป เช่น การทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัวของซีเมนต์เพสต์ โดยพิจารณาจากการจมของเข็มมาตรฐานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มม. เป็นระยะ 10±1 มม. ภายในเวลา 30 วินาที ตามมาตรฐาน ASTM C 187 ซึ่งวิธีการผสมเพสต์เป็นไปตาม ASTM C 305

3.3.3.2 ทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัว โดยทำการทดสอบระยะเวลาการก่อตัวทั้งระยะต้นและระยะปลายตามมาตรฐาน ASTM C 191 ใช้ปริมาณน้ำที่เหมาะสมจากการทดสอบความชื้นเหลวปกติ ซึ่งการก่อตัวระยะต้น คือ ระยะเวลาที่การจมของเข็มมาตรฐานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มม. เป็นระยะ 25 มม. ภายในเวลา 30 วินาที และการก่อตัวระยะปลาย คือ ระยะเวลาที่เพสต์แข็งตัวแล้วจนเข็มมาตรฐานไม่สามารถจมลงในเพสต์ด้วยน้ำหนักของตัวเองได้

3.3.4 การเตรียมตัวอย่างมอร์ตาร์

ในการทดสอบกำลังอัดใช้ตัวอย่างมอร์ตาร์ขนาด 5x5x5 ซม. โดยมีมอร์ตาร์ที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เป็นวัสดุประสานเพียงอย่างเดียว และมอร์ตาร์ที่ใช้เถ้าขยะแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน ใช้อัตราส่วนระหว่างวัสดุประสานต่อทรายเท่ากับ 1:2.75 และควบคุมปริมาณน้ำในส่วนผสมของมอร์ตาร์ให้มีค่าการไหลแผ่อยู่ในช่วงระหว่าง 105 ถึง 115 ทำการถอดแบบที่อายุ 1 วัน ทดสอบกำลังอัดที่อายุ 1, 3, 7, 28 และ 60 วัน ตามลำดับ

3.3.5 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย

CT	หมายถึง	ตัวอย่างมอร์ตาร์มาตรฐานที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เป็นวัสดุเพียงอย่างเดียว
{AL}	หมายถึง	เถ้าขยะบดละเอียด
{10, 20, 30}	หมายถึง	ปริมาณการแทนที่ในปูนซีเมนต์ในอัตราร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน ตามลำดับ

ตัวอย่างการอ่านสัญลักษณ์

AL10 หมายถึง ตัวอย่างมอร์ตาร์ที่ผสมเถ้าขยะบดละเอียด

(มีปริมาณอนุภาคค้ำบนตะแกรงเบอร์ 325 น้อยกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก) แทนที่ปูนซีเมนต์ในอัตราร้อยละ 10