

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์ พื้นที่ใช้ศึกษา และวิธีการศึกษา

(Research Material, Study Area and Methodology)

การพัฒนาวัสดุเคลือบผิวคลองผสมน้ำยางธรรมชาติสำหรับใช้บำรุงรักษาคลองชลประทาน ซึ่งประกอบไปด้วย น้ำยาง ปูนซีเมนต์ เถ้าแกลบ และน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 เพื่อที่จะพัฒนาเป็นนวัตกรรมสำเร็จรูปที่ใช้ น้ำยางพาราเป็นส่วนผสม ซึ่งในการศึกษานี้ เรียกว่า “Para-Cement Paste” สำหรับใช้เป็นวัสดุเคลือบผิวคลองชลประทานเพื่อลดการรั่วซึมของน้ำและบำรุงรักษาคลองจากการสึกกร่อนและกัดเซาะตามผนังคลองเนื่องการปริมาณสารละลายซัลเฟตและกรดอะซิติกในน้ำชลประทาน โดยมีการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการดังนี้ขั้นตอนในการทำวิจัยจะประกอบไปด้วย วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในงานวิจัยตลอดจนขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการ

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
2. น้ำยางชั้น 60% - ชนิดไฮเอมโมเนีย (HA), น้ำยางพรีวัลคาไนซ์
3. เถ้าแกลบ
4. น้ำที่ใช้ในการผสมเป็นน้ำประปา
5. สารลดแรงตึงผิวและสารผสมเพิ่มอื่นๆ

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine (ทดสอบคุณสมบัติด้านกำลัง)
2. ตู้อบ
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก
4. แบบหล่อสำหรับทดสอบคุณสมบัติด้านกำลัง

สถานที่ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีคอนกรีตภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

3.3 การทดลองในห้องปฏิบัติการคอนกรีตและห้องปฏิบัติการชลศาสตร์

การพัฒนาวัสดุเคลือบผิวคลองผสมน้ำยางธรรมชาติสำหรับใช้บำรุงรักษาคลองชลประทานในระดับปฏิบัติการมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งซึ่งจะยึดหลักมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม-2517) และมาตรฐาน ASTM (American Society for Testing and Materials) Section 4: Construction (American Society for Testing and Materials-2001) สำหรับการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการประกอบไปด้วย การออกแบบส่วนผสมวัสดุเคลือบผิวคลองส่งน้ำ การทดสอบกำลังรับแรงอัดการทดสอบกำลังรับแรงดึง การทดสอบกำลังรับแรงคด การทดสอบการกัดกร่อน และการทดสอบการดูดซับน้ำ ของวัสดุเคลือบผิวคลองผสมน้ำยาง

3.3.1 การกำหนดอัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบและน้ำยาง

ในการทำวิจัยจะมีการทดลองผสมปูนซีเมนต์ เถ้าแกลบ และน้ำยางซึ่งจะเรียกว่า “Para-Cement Past” เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งานต่อไปโดยอัตราส่วนที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

- อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (water cement ratio) เท่ากับ 0.4 และ 0.5 โดยน้ำหนักก่อนการทดสอบให้ดำเนินการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมด้วยการทดสอบกำลังรับแรงอัด แรงคด และแรงดึง
- อัตราส่วนยางพาราต่อปูนซีเมนต์ (P/C) เท่ากับ 0, 5%, 10%, และ 15% โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์
- ใช้ปริมาณเถ้าแกลบแทนที่ปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 0, 5%, 10% และ 15% โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์
- การผสมปูนซีเมนต์เข้ากับยางพาราจำเป็นต้องผสมสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุเพื่อให้ปูนซีเมนต์ผสมกับน้ำยางเข้ากันได้ดีโดยไม่จำตัวเป็นก้อน

ตัวอย่างการคำนวณ

ถ้ากำหนด Water cement ratio(w/c) เท่ากับ 0.4 และถ้าใช้ ปูนซีเมนต์ เท่ากับ 1000 กรัม ดังนั้นปริมาณน้ำที่ใช้ 400กรัมในการผสมจริงนั้นจะต้องมีการคิดปริมาณเนื้อของแข็งในน้ำยางและปริมาณน้ำในน้ำยางด้วย โดยทั่วไปน้ำยางชั้น มีค่า TSC ประมาณ 60% และส่วนที่เป็นน้ำ ประมาณ 40% ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างปริมาณน้ำยางและปริมาณน้ำที่ใช้ผสมปูนซีเมนต์ ที่ W/C = 0.4 ปริมาณปูนซีเมนต์ (C) = 1000 g และปริมาณเถ้าเคลือบแทนที่ปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 0%

P/C %	ปริมาณน้ำยาง (กรัม)(100%)	เนื้อของแข็งในน้ำยาง (กรัม)(60%)	ปริมาณน้ำในน้ำยาง (กรัม)(40%)	ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมปูนซีเมนต์ (กรัม)
0	0	0	0	400
5	83	50	33	367
10	167	100	67	333
15	250	150	100	300

สมมติ ใช้ค่า P/C เท่ากับ 10% ใช้ W/C เท่ากับ 0.4 ดังนั้นปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ 1000 g ปริมาณน้ำเท่ากับ 333 g และปริมาณน้ำยาง 167 g และใช้ปริมาณเถ้าเคลือบแทนที่ปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 0%, 5%, 10%, 15% โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์



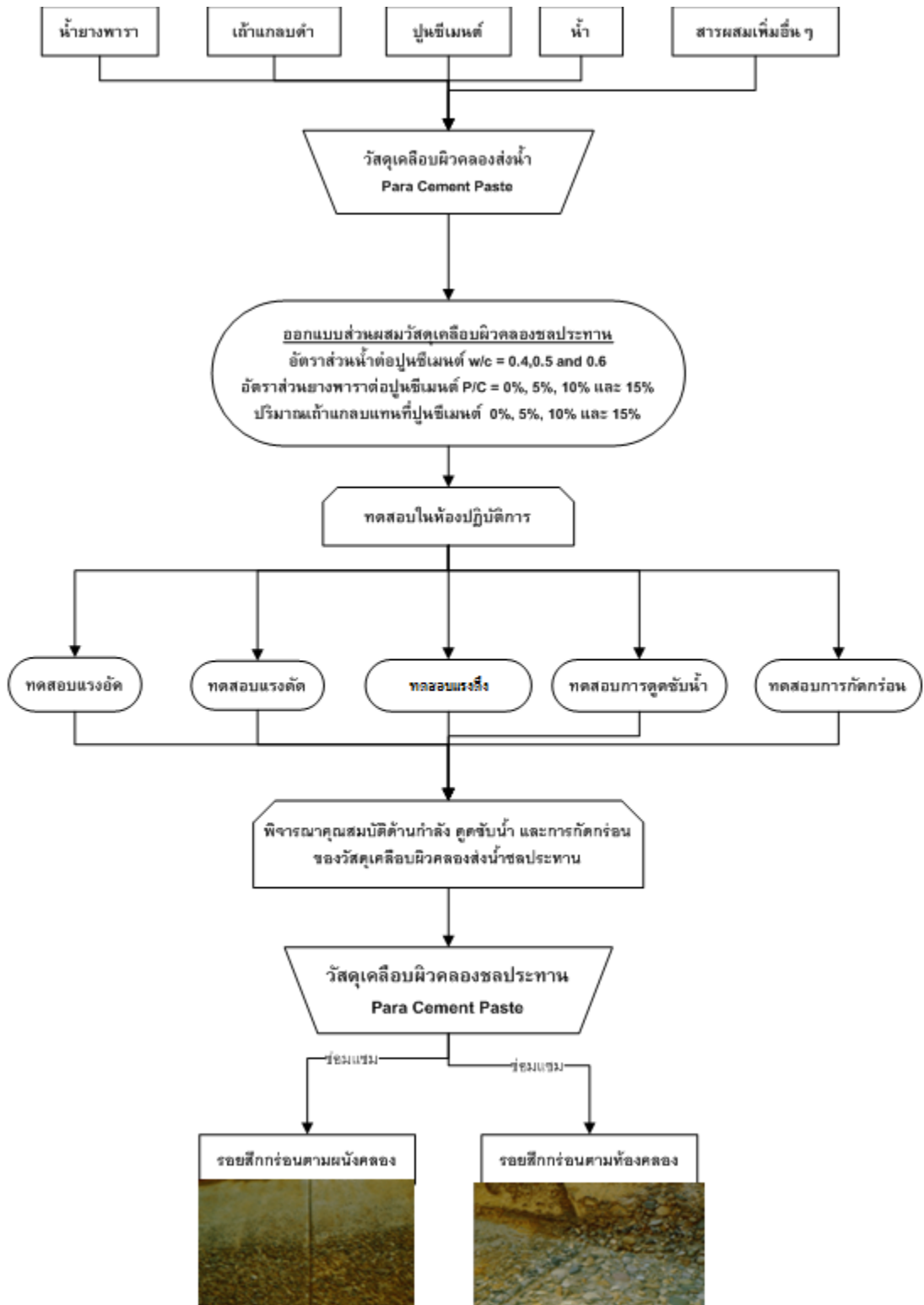
รูปที่ 3.1 วัสดุและขั้นตอนการผสมซีเมนต์เพสต์และน้ำยางพารา



รูปที่ 3.2 บรรจุซีเมนต์เพสต์ผสมน้ำยางลงในแบบหล่อ



รูปที่ 3.3 ก่อนตัวอย่างทดสอบขณะบ่มด้วยพลาสติก



รูปที่ 3.4 แผนผังการวิจัยในระดับห้องปฏิบัติการ

3.3.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength)

ใช้ก้อนตัวอย่างขนาด 5 x 5 x 5 ซม.ตามมาตรฐาน ASTM C109 โดยตัดส่วนผสมวัสดุเคลือบผิวคกลงในแบบหล่อและกระทุ้งให้แน่นจนเต็มปาดผิวให้เรียบปิดด้วยผ้าชื้นและคลุมทับด้วยแผ่นพลาสติกอีกชั้นหนึ่งเป็นเวลา 24 ชั่วโมงจึงถอดแบบออกนำไปบ่มในน้ำจืดครบอายุ 7, 14 และ 28 วันก่อนทดสอบนำตัวอย่างมาวัดขนาดและชั่งน้ำหนักจัดตำแหน่งให้แนวแกนตัวอย่างอยู่ในแนวแกนเดียวกับเครื่องทดสอบควบคุมน้ำหนักบรรทุกทุกในอัตราสม่ำเสมอด้วยอัตรา 42 ± 2 กิโลกรัมต่อนาทีจนกระทั่งชิ้นตัวอย่างวิบัติบันทึกค่าน้ำหนักสูงสุดและลักษณะการวิบัติ



รูปที่ 3.5 แบบหล่อรูปลูกบาศก์และก้อนตัวอย่างทดสอบแรงอัด





รูป 3.6 ก่อนตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมน้ำยางขณะทดสอบแรงอัด

3.3.3 การทดสอบกำลังรับแรงดัด (Flexural Strength)

ใช้แท่งตัวอย่างทดสอบคานหน้าตัดขนาด 4x4 เซนติเมตรยาว 16 เซนติเมตรตัดส่วนผสมวัสดุเคลือบผิวคลองผสมน้ำยางลงในแบบโดยแบ่งเป็น 2 ชั้นแต่ละชั้นกระทุ้งแน่นจนทั่วปาดผิวให้เรียบจากนั้นปิดด้วยผ้าชื้นและคลุมทับด้วยแผ่นพลาสติกอีกชั้นหนึ่งทำการบ่มในน้ำจนครบอายุทดสอบที่ 3, 7 และ 28 วันก่อนการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 348 นำตัวอย่างมาวัดขนาดและชั่งน้ำหนักจัดตำแหน่งที่รองรับให้มีระยะห่าง 12 เซนติเมตรและให้ตำแหน่งของหัวกดอยู่ในบริเวณกึ่งกลางคาน (Center Point Loading) ควบคุมการให้น้ำหนักบรรทุกทุกสามชั่วโมงจนกระทั่งชั้นตัวอย่างวิบัติบันทึกค่าน้ำหนักสูงสุดและลักษณะการวิบัติ



รูปที่ 3.7 ก่อนซีเมนต์เพสต์ผสมน้ำยางขณะทดสอบแรงดัด

3.3.4 การทดสอบแรงดึง

การทดสอบกำลังรับแรงดึง (Tensile Strength) โดยตัดส่วนวัสดุเคลือบผิวคลองผสมน้ำยางลงในแบบหล่อ รูปปริศนาทจนเต็มใช้มีดคมมอร์ตัดแบบหล่อตามมาตรฐาน ASTM C190 ทำซ้ำเมื่อกลับแบบหล่อปาดผิวให้เรียบจากนั้นปิดด้วยผ้าชื้นและคลุมทับด้วยแผ่นพลาสติกอีกชั้นหนึ่งเป็นเวลา 24 ชั่วโมงจึงถอดแบบออกนำไปบ่มในน้ำจันครบอายุทดสอบที่ 3, 7 และ 28 วันก่อนการทดสอบนำตัวอย่างมาวัดขนาดและชั่งน้ำหนักก่อนนำเข้าเครื่องทดสอบและจัดตำแหน่งให้แนวแกนของตัวอย่างอยู่ในแนวแกนของเครื่องทดสอบควบคุมการให้น้ำหนักบรรทุกทุกสม่ำเสมอจนกระทั่งชิ้นตัวอย่างวิบัติบันทึกค่าน้ำหนักสูงสุดและลักษณะการวิบัติวัดพื้นที่หน้าตัดบริเวณรอยขาดซึ่งตั้งฉากกับแรงดึง



รูปที่ 3.8 ก้อนซีเมนต์เพสต์ผสมน้ำยางขณะทดสอบแรงดึง

3.3.5 การทดสอบการดูดซับน้ำ

การทดสอบด้านความสามารถในการดูดซึมน้ำและ การป้องกันการรั่วซึมน้ำผ่านวัสดุเคลือบผิวคลองผสมน้ำยางโดยนำส่วนผสมของวัสดุเคลือบผิวคลองผสมน้ำยางใส่ลงในแบบหล่อรูปสี่เหลี่ยม ขนาด $3.5 \times 7 \times 17.5$ ซม. ปิดด้วยผ้าขึ้นและคลุมทับด้วยแผ่นพลาสติกอีกชั้นหนึ่งเป็นเวลา 24 ชั่วโมงจึงถอดแบบออกแล้วนำไปป้อนในน้ำจนครบอายุทดสอบที่ 28 วันก่อนทำการทดสอบการดูดซับน้ำ วัดขนาด และชั่งตัวอย่างก่อนอิฐแล้วนำตัวอย่างมาแช่ในภาชนะที่มีน้ำกลั่น (ในการทดสอบอาจใช้น้ำสะอาดทดแทนได้) โดยแช่ให้ท่วมก้อนมอร์ต้าทุกก้อนตัวอย่างแช่ทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง นำผ้าขนหนูซับน้ำในแต่ละก้อนตัวอย่างให้แห้งซึ่งอยู่ในลักษณะอิมตัวผิวแห้ง แล้วนำมาชั่งให้แล้วเสร็จภายใน 5 นาที หลังจากชั่งน้ำแล้วเสร็จนำเข้าตู้อบไฟฟ้าปรับอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำออกมาชั่งน้ำหนักในแต่ละก้อนตัวอย่างค่าความสามารถในการดูดซึมน้ำของวัสดุเคลือบผิวคลองชลประทาน

3.3.6 การทดสอบความทนทานต่อการกัดกร่อนของสารละลายซัลเฟต

ใช้ตัวอย่างจากการทดสอบการดูดซับน้ำทำการชั่งน้ำหนักและบันทึกค่าน้ำหนักก่อนแช่สารละลาย และนำไปแช่ในสารละลายซัลเฟตและกรดอะซิติคความเข้มข้น 10% โดยน้ำหนัก เพื่อทดสอบการกัดกร่อนโดยวิธีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักที่เวลาการแช่ที่ 28 วัน