

การลดการรั่วซึมของน้ำผ่านผ้าใบคอนกรีต

Reducing water seepage losses through concrete fabric.

ขวัญจิรา ชุนฮิม, ณัฐวัตร แก้วแผ้ว, วรุฒม์ คงเมือง และ สมชาย ดอนเจติย์

แปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

บทคัดย่อ

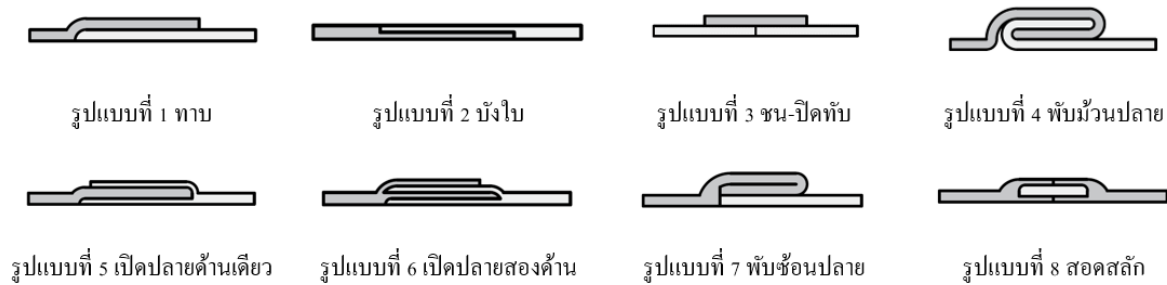
ผ้าใบคอนกรีต (Concrete Fabric) เป็นวัสดุสำเร็จรูปคล้ายผ้าที่สามารถตัดและตัดให้มีลักษณะตามความต้องการ และทำให้แข็งตัวได้โดยการฉีดพ่นน้ำ เนื่องจากผ้าใบคอนกรีตเป็นวัสดุที่บ่มน้ำดังนั้นสามารถนำไปใช้ปูสระเก็บน้ำเพื่อลดการรั่วซึมหรือใช้คาดคลองส่งน้ำได้ ตัวอย่างที่ตามมาจากการนำผ้าใบไปใช้งานด้านนี้อาจมีรอยแตกเล็ก ๆ ที่ตามองไม่เห็นบนพื้นผ้าใบเนื่องจากผลจากติดตั้งที่ไม่ดีทำให้น้ำมีโอกาสซึมผ่านได้และการติดตั้งผ้าใบจำเป็นต้องมีการต่อผ้าใบทำให้ตำแหน่งบริเวณรอยต่อมีน้ำไหลซึมผ่านออกมาได้ง่ายเช่นกัน ส่งผลให้สระเก็บน้ำหรือคลองส่งน้ำที่ปูด้วยผ้าใบมีประสิทธิภาพลดลง ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการลดการรั่วซึมของน้ำผ่านรอยแตกเล็ก ๆ และหารูปแบบรอยต่อที่เหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการติดตั้งผ้าใบเพื่อลดการรั่วซึมของน้ำ โดยทดลองในแปลงวิจัยของภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยประเมินความสามารถของดินตะกอนที่ช่วยลดการรั่วซึมของน้ำที่ผ่านรอยแตกเล็ก ๆ ซึ่งทำการทดสอบกับแผ่นตัวอย่างขนาดกว้าง 0.50 เมตร ยาว 0.50 เมตร และทำการทดสอบรอยต่อผ้าใบ 8 รูปแบบที่มีขนาดความกว้างของรอยต่อ 0.13 เมตร ยาว 0.5 เมตร ที่คาดว่าจะนำไปใช้ได้จริงในการติดตั้งใช้งาน ได้แก่ แบบทาบ แบบบังใบ แบบชนปิดทับ แบบพับม้วนปลาย แบบเปิดปลายด้านเดียว แบบเปิดปลายสองด้าน แบบพับซ้อนปลาย และ แบบสอดสลักซึ่งจะใช้ผงปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน จากผลการศึกษาพบว่าดินตะกอนสามารถลดการซึมผ่านของน้ำจาก 120 มิลลิเมตรต่อวันเหลือ 22.3 มิลลิเมตรต่อวัน ส่วนการทดสอบรอยต่อต่าง ๆ พบว่าอัตราการซึมผ่านน้ำผ่านรอยต่อทุกรูปแบบมีค่าสูงในช่วงแรกและลดลงจนค่อนข้างคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 1-2 วัน โดยรอยต่อแบบชนปิดทับมีค่าน้อยที่สุดที่ 8.6 มิลลิเมตรต่อวัน แบบม้วนปลายกับแบบเปิดปลายสองด้านมีค่ามากที่สุดที่ 48 มิลลิเมตรต่อวัน สำหรับวิธีแบบอื่นให้ค่าใกล้เคียงกันโดยวิธีแบบเปิดปลายด้านเดียว แบบสอดสลัก แบบพับซ้อนปลาย แบบทาบ แบบบังใบมีค่า 24, 26, 28, 29 และ 32 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ

คำสำคัญ: ผ้าใบคอนกรีต, สระเก็บน้ำ, การซึมผ่าน, ดินตะกอน, การต่อทาบ

บทนำ

ปัจจุบันบริษัท สยามวิจัยและนวัตกรรม จำกัด ในเครือบริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด(มหาชน) ได้ผลิตนวัตกรรม ผ้าใบคอนกรีตขึ้นซึ่ง ผ้าใบคอนกรีต (Concrete Fabric) เป็นวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ที่เรียกว่า Geosynthetic Cementitious Composite Mats (GCCMs) ประกอบไปด้วยปูนซีเมนต์ที่อยู่ชั้นกลางระหว่างชั้นของเส้นใยสังเคราะห์และวัสดุกันน้ำ โดยที่ผ้าใบคอนกรีตมีคุณสมบัติยืดหยุ่นสูง สามารถพับเก็บเป็นม้วนทำให้สะดวกต่อการขนส่งและเก็บรักษา เมื่อทำปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration) ระหว่างน้ำกับปูนซีเมนต์ที่อยู่ในชั้นกลางของผ้าใบคอนกรีต จะทำให้ผ้าใบคอนกรีตคงรูปและมีคุณสมบัติที่กันน้ำและทนไฟได้ [1]

ในปัจจุบันมีการนำผ้าใบคอนกรีตมาประยุกต์ใช้กันอย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็นการนำมาปูพื้นลานอเนกประสงค์ สำหรับงานด้านชลประทาน ยังสามารถนำผ้าใบคอนกรีตมาประยุกต์ใช้ได้ เช่น ปูนพื้นบ่อเก็บน้ำ าดาดคลองส่งน้ำ เป็นต้น การรั่วซึมของน้ำผ่านแผ่นผ้าใบคอนกรีตอาจเกิดจากการติดตั้งแล้วเกิดรอยแตกแบบไม่ฉีกขาดเนื่องจากมีเส้นใยที่ทำหน้าที่ยึดตัวคอนกรีตให้อยู่ด้วยกัน จะทำให้เกิดการรั่วบริเวณนี้ และอีกเหตุผลหนึ่งคือ รอยร้าวขนาดใหญ่บริเวณรอยต่อของแผ่นผ้าใบคอนกรีต เพราะถ้าติดตั้งรอยต่อไม่ดีอาจเป็นจุดต่อที่ทำให้โครงสร้างเกิดความเสียหายได้ โดยเฉพาะงานทางการชลประทานที่มีการนำผ้าใบคอนกรีตมาประยุกต์ใช้ในการปูพื้นและดาดขอบบ่อกักเก็บน้ำ ถ้ารอยต่อระหว่างแผ่นผ้าใบคอนกรีตไม่ดีอาจส่งผลให้เกิดการสูญเสียปริมาณน้ำกักเก็บหรือปริมาณน้ำที่ลำเลียงเกินกว่าความจำเป็น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นจึงมีความสนใจที่จะหาแนวทางการลดการรั่วซึมผ่านรอยแตกขนาดเล็กของแผ่นผ้าใบโดยทำการศึกษาเกี่ยวกับการบ่ม(Curing)และประสิทธิภาพของตะกอนดินที่ปะปนมากับน้ำว่ามีความสามารถในการลดการรั่วซึมได้หรือไม่ และทำการศึกษาเกี่ยวกับการลดการรั่วซึมผ่านรอยต่อ โดยทำการวิเคราะห์จากรอยต่อที่มีรูปแบบต่างกัน 8 รูปแบบ ได้แก่ 1. ทาบ 2. บังใบ 3.ชน-ปิดทับ 4.พับม้วนปลาย 5.เปิดปลายด้านเดียว 6.เปิดปลายสองด้าน 7.พับซ้อนปลาย และ 8.สอดสลัก ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบรอยต่อผ้าใบคอนกรีต

โดยจะใช้วัสดุผสมเป็นผงปูนซีเมนต์ และจากการติดตั้งเบื้องต้นรอยต่อรูปแบบที่ 7 พบข้อผิดพลาดเป็นรอยต่อที่ติดตั้งง่าย สะดวก เหมาะสมแก่การนำไปประยุกต์ใช้ในการติดตั้งภาคสนาม จึงเลือกรอยต่อแบบพับซ้อนปลายมาใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการประสานรอยต่อของวัสดุประสาน(Binder) ที่ต่างชนิดกัน ได้แก่ ชันไม้(Hard Resin) แอสฟัลต์(Asphalt) และตะปูเดือย(Spike) เพื่อหาว่าวัสดุประสานชนิดใดสามารถลดการรั่วซึมของรอยต่อได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการลดการรั่วซึมของผ้าใบคอนกรีตผ่านช่องว่างขนาดเล็กหรือรอยแตกที่เกิดขึ้นในตัวผ้าใบ และแนวทางการลดการรั่วซึมผ่านช่องว่างขนาดใหญ่หรือบริเวณรอยต่อของผ้าใบ พร้อมทั้งพิจารณารูปแบบและความเหมาะสมของรอยต่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการติดตั้งผ้าใบคอนกรีตในการใช้งาน

วัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมดสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 วัสดุอุปกรณ์สำหรับการขึ้นรูป ประกอบไปด้วย ผ้าใบคอนกรีต เครื่องตัดผ้าใบคอนกรีต ซิลิโคน (Silicone) ซีเมนต์กันซึม ส่วนที่ 2 วัสดุอุปกรณ์สำหรับเป็นวัสดุประสานประกอบไปด้วย ปูนซีเมนต์ ชันไม้ น้ำมันยาง แอสฟัลต์ เต็ยพร้อมปืนลม ส่วนที่ 3 อุปกรณ์สำหรับการตรวจวัดและเก็บข้อมูล ประกอบไปด้วย เวอร์เนีย(Vernier) สุกเกต(Hook gage) และถังวัดอัตราการรั่วซึม โดยถังใบที่ 1 และ 2 ใช้สำหรับวัดอัตราการรั่วซึมของแผ่นตัวอย่างที่เป็นรอยต่อผ้าใบคอนกรีตโดยถังมีขนาดความกว้าง 0.85 เมตร ความยาว 0.8-0.9 เมตร ความสูง 0.80 เมตร และช่องสำหรับใส่แผ่นตัวอย่างด้านหน้ามีขนาดความกว้าง 0.20 เมตร ความสูง 0.80 เมตร (ดังภาพที่ 2-3) และถังใบที่ 3 ใช้สำหรับวัดอัตราการรั่วซึมของแผ่นตัวอย่างที่เป็นผ้าใบแผ่นเปล่าโดยถังมีขนาดความกว้าง 0.90 เมตร ความกว้าง 0.85 เมตร ความสูง 0.80 เมตร และช่องสำหรับใส่แผ่นตัวอย่างด้านหน้ามีขนาดความกว้าง 0.50 เมตร ความสูง 0.80 เมตร (ดังภาพที่ 2-3)



ภาพที่ 2 ผ้าใบคอนกรีต



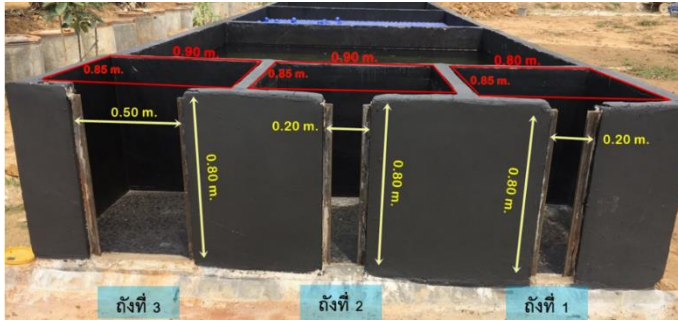
ภาพที่ 3 ชั้นไม้ฝางและน้ำมันยาง



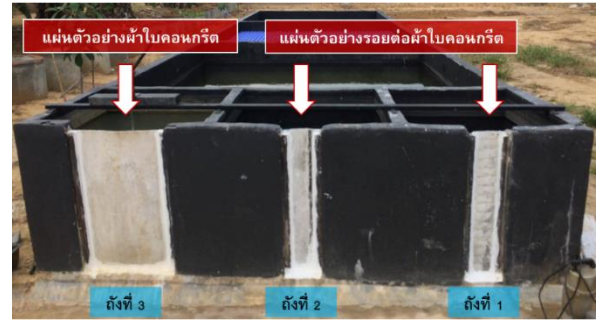
ภาพที่ 4 แอสฟัลต์



ภาพที่ 5 ตะปูเดือยและปืนลม



ภาพที่ 6 ถังวัดอัตราการรั่วซึม และขนาด (ขณะยังไม่ใส่แผ่นตัวอย่าง)



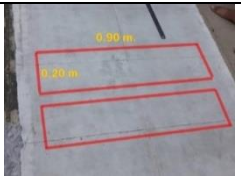
ภาพที่ 7 ถังวัดอัตราการรั่วซึม (ขณะใส่แผ่นตัวอย่าง)



ผ้าใบคอนกรีตแผ่นเปล่า

1. การศึกษาการซึมของน้ำผ่านผ้าใบคอนกรีตแผ่นเปล่าบ่มอากาศและบ่มน้ำ 7 วัน

วิธีการ

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการศึกษาการซึมของน้ำผ่านผ้าใบคอนกรีตแผ่นเปล่าบ่มอากาศและบ่มน้ำ 7 วัน

ขั้นตอน	วิธีการทำและภาพประกอบ
1. การขึ้นรูป	ขึ้นรูปผ้าใบคอนกรีตขนาดความกว้าง 0.6 เมตร, ความยาว 0.9 เมตร  ภาพที่ 8 ลักษณะการตัดผ้าใบคอนกรีต
2. การบ่ม	แผ่นตัวอย่างที่ 1 ทำการบ่มอากาศ 1 วันก่อนนำไปทดสอบ แผ่นตัวอย่างที่ 2 นำไปบ่มด้วยน้ำสะอาด 7 วัน ก่อนนำไปทดสอบ
3. การติดตั้ง	- ตัดแผ่นผ้าใบให้มีขนาดพอดีกับช่องใส่แผ่นทดสอบความกว้าง 0.5 เมตร, ความยาว 0.8 เมตรแล้วนำไปใส่เข้ากับถังวัดอัตราการรั่วซึม - ติดตั้งแผ่นผ้าใบเข้ากับถังวัดอัตราการรั่วซึมโดยทาซิลิโคนบริเวณขอบของช่องวัดให้แน่น พร้อมทั้งทาซีเมนต์กันซึมด้านในถังโดยทาจากขอบ

	<p>ด้านล่างขึ้นมา 0.1 เมตร และทาจากขอบด้านบนลงมา 0.2 เมตร ทิ้งให้ซิลิโคนและซีเมนต์กันซึมแห้ง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง</p>	 <p>ภาพที่ 9 การใส่แผ่นผ้าใบ</p>
<p>4. การวัดค่าและวิเคราะห์ผล</p>	<p>ทำการใส่น้ำในถังวัดอัตราการรั่วซึม เมื่อน้ำเต็มถึงทำการวัดระดับน้ำด้วยสูกเกตเป็นเวลา 5, 10, 15, 30 นาที 1, 2, 4 ชั่วโมง และหลังจากนั้นทำการวัดอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่ง ค่าอัตราการรั่วซึมมีค่าคงที่ แล้วนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หัดังสมการอัตราการรั่วซึม(สมการที่ 1)</p> $\begin{aligned} \text{อัตราการรั่วซึม(mm./day)} &= \frac{\text{ระดับน้ำที่ลดลง(mm.)}}{\text{เวลา(day.)}} \\ &+ \text{อัตราการระเหยรายวัน(mm./day.)} \\ &- \text{ปริมาณฝนรายวัน(mm./day.)} \end{aligned}$	 <p>ภาพที่ 10 การใส่น้ำในถังทดสอบ</p>

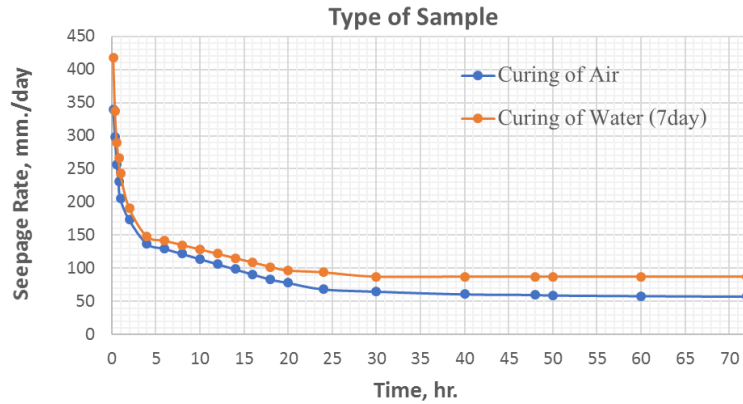
ผลการทดลอง

จากการทดลองวัดอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านตัวผ้าใบคอนกรีตแผ่นเปล่า ที่มีการบ่มอากาศและบ่มน้ำ 7 วันมีผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 2 ข้อมูลทางกายภาพของตัวอย่างที่ทำการทดลองอัตราการรั่วซึมผ่านผ้าใบคอนกรีตแผ่นเปล่าที่มีการบ่ม

Type of Sample	Weight (g.)	Sample (cm.)		
		Length	Width	Thickness
Curing of Air	5833	80.27	49.57	0.86
Curing of Water (7day)	6283	80.29	50.04	0.85

จากตารางข้อมูลทางกายภาพของแผ่นผ้าใบตัวอย่างวัดอัตราการรั่วซึมที่มีความยาว 80 เซนติเมตร ความกว้าง 50 เซนติเมตร ความหนา 0.85 เซนติเมตร และน้ำหนักของแผ่นตัวอย่างที่ทำการบ่มอากาศ 5833 กรัม ตัวอย่างที่ทำการบ่มน้ำ 6283 กรัม



ภาพที่ 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรั่วซึมและเวลา ของผ้าใบคอนกรีตแผ่นเปล่าที่มีการบ่มอากาศและบ่มน้ำ 7 วัน


จากการทดลองพบว่าในขณะที่ใส่น้ำเพื่อทำการทดสอบ แผ่นตัวอย่างเกิดการแตกร้าวแต่ไม่ฉีกขาด เนื่องจากเส้นใยที่อยู่ในตัวผ้าใบคอนกรีตยังคงยึดรั้งไว้ ดังนั้นการรั่วซึมเริ่มต้นจึงมีค่าสูงแล้วลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 1-3 ชั่วโมงแรก ต่อจากนั้นจะลดลงอย่างช้าๆและคงที่ในที่สุด โดยค่าอัตราการรั่วซึมของผ้าใบที่บ่มอากาศ 60 มิลลิเมตรต่อวัน คงที่ที่เวลา 37 ชั่วโมง และผ้าใบที่บ่มน้ำ 7 วัน มีค่าอัตราการรั่วซึม 90 มิลลิเมตรต่อวันซึ่งสูงกว่า คงที่ที่เวลา 28 ชั่วโมงหลังการทดลอง

2. การศึกษาการซึมผ่านผ้าใบคอนกรีตของน้ำสะอาดและน้ำปนเปื้อน

วิธีการ

ตารางที่ 3 ขั้นตอนการศึกษาการซึมผ่านผ้าใบคอนกรีตของน้ำสะอาดและน้ำปนเปื้อน

ขั้นตอน	วิธีการทำและภาพประกอบ
1. การขึ้นรูป	ขึ้นรูปผ้าใบคอนกรีตขนาดความกว้าง 0.6 เมตร, ความยาว 0.9 เมตร
2. การติดตั้ง	<ul style="list-style-type: none"> - ตัดแผ่นผ้าใบให้มีขนาดพอดีกับช่องใส่แผ่นทดสอบความกว้าง 0.5 เมตร, ความยาว 0.8 เมตรแล้วนำไปใส่เข้ากับถังวัดอัตราการรั่วซึม - ติดตั้งแผ่นผ้าใบเข้ากับถังวัดอัตราการรั่วซึมโดยทาซิลิโคนบริเวณขอบของช่องวัดให้แน่น พร้อมทั้งทาซีเมนต์กันซึมด้านในถังโดยทาจากขอบด้านล่างขึ้นมา 0.1 เมตร และทาจากขอบด้านบนลงมา 0.2 เมตร ทิ้งให้ซิลิโคนและซีเมนต์กันซึมแห้ง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. การวัดค่าและวิเคราะห์ผล	ทำการใส่น้ำในถังวัดอัตราการรั่วซึม เมื่อน้ำเต็มถึงทำการวัดระดับน้ำด้วยสติกเกตที่เวลา 5, 10, 15, 30 นาที 1, 2, 4 ชั่วโมง และหลังจากนั้นทำการวัดอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่ง ค่าอัตราการรั่วซึมมีค่าคงที่ แล้วทำการวิเคราะห์ดังสมการที่ 1

<p>4. การใส่ตะกอนดิน</p>	<p>นำตะกอนดินที่ทำการร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 แล้ว มาใส่ในถัง วัดอัตราการรั่วซึมด้วยความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร ทำการวัดค่าอีกครั้ง จนกระทั่งอัตราการรั่วซึมมีค่าคงที่ แล้วทำการวิเคราะห์ดังสมการที่ 1</p>	 <p>ภาพที่ 12 การใส่ดินตะกอน</p>
--------------------------	---	---

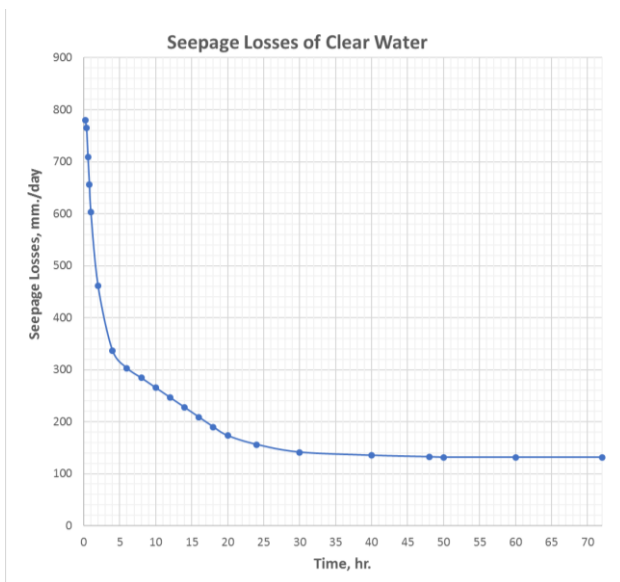
ผลการทดลอง

จากการทดลองวัดอัตราการรั่วซึมของน้ำสะอาดและน้ำที่มีการปนเปื้อนตะกอนผ่านผ้าใบคอนกรีตแผ่นเปล่ามีผลการทดลองดังนี้

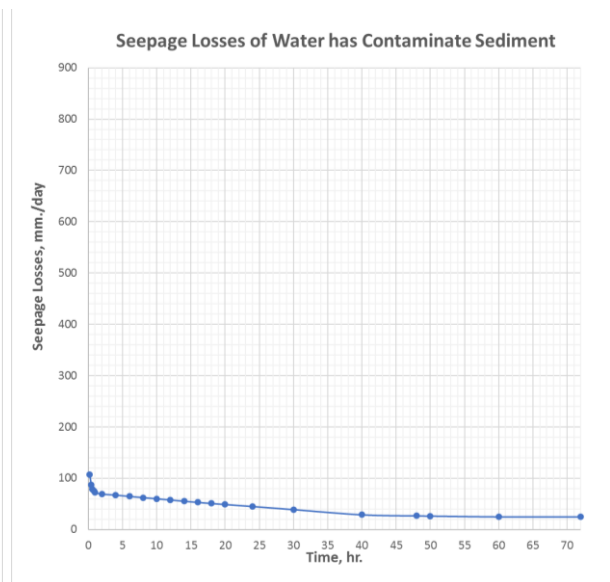
ตารางที่ 4 ข้อมูลทางกายภาพของตัวอย่างที่ทำการทดลองอัตราการรั่วซึมของน้ำที่มีการปนเปื้อนผ่านผ้าใบคอนกรีตแผ่นเปล่า

Weight (g.)	Sample (cm.)		
	Length	Width	Thickness
5187	80.39	50.10	0.82

จากตารางข้อมูลทางกายภาพของตัวอย่างแผ่นผ้าใบที่ทำการทดลองวัดอัตราการรั่วซึมของน้ำสะอาด และน้ำปนเปื้อน ที่มีความยาว 80.39 เซนติเมตร ความกว้าง 50.10 เซนติเมตร ความหนา 0.82 เซนติเมตร และน้ำหนักแผ่นตัวอย่าง 5187 กรัม



ภาพที่ 13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรั่วซึมของน้ำสะอาดกับเวลา



ภาพที่ 14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรั่วซึมของน้ำปนเปื้อนตะกอนกับเวลา

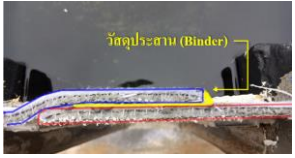

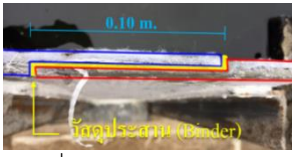
จากการทดลองพบว่าในขณะที่ใส่น้ำเพื่อทำการทดสอบแผ่นตัวอย่างเกิดรอยแตกเนื่องจากแรงดันของน้ำ ทำให้อัตราการรั่วซึมของน้ำสะอาดช่วงแรกมีค่าสูงและลดลงอย่างรวดเร็วใน 2 ชั่วโมงแรก และคงที่ที่อัตรา 120 มิลลิเมตรต่อวัน เวลา 39 ชั่วโมงหลังการทดลอง และเมื่อทำการใส่ตะกอนดินลงไปบนเป็อนในน้ำ อัตราการรั่วซึมจะลดลงเหลือ 22.8 มิลลิเมตรต่อวัน หลังจากทีใส่ตะกอนไป 42 ชั่วโมง

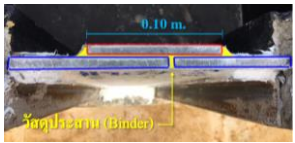
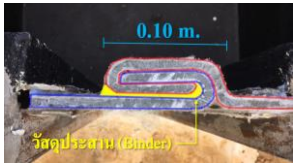
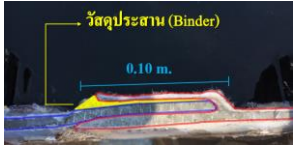
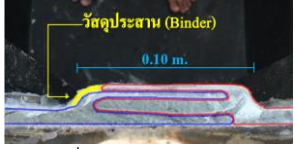
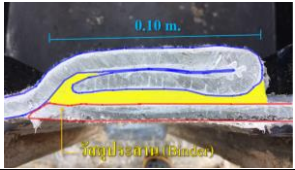
รอยต่อผ้าใบคอนกรีต

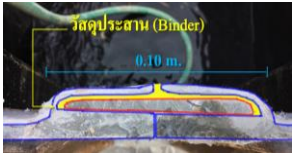
1. การศึกษาอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านรอยต่อรูปแบบต่างๆ

วิธีการ

ตารางที่ 5 ขั้นตอนการศึกษาอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านรอยต่อรูปแบบต่างๆ

ขั้นตอน	วิธีการทำและภาพประกอบ
1. การขึ้นรูป	<p>การขึ้นรูปจะเป็นไปตามรูปแบบรอยต่อแต่ละแบบดังนี้</p> <p>รูปแบบที่ 1 ทาบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตัดผ้าใบคอนกรีตขนาดความกว้าง 0.20 เมตร ความยาว 0.90 เมตร จำนวน 2 แผ่น - นำผ้าใบที่ตัดแล้วทั้ง 2 แผ่นมาวางซ้อนทับกันตามยาว โดยให้ระยะซ้อนทับ 0.10 เมตร ตลอดทั้งความยาวแล้วทาซีเมนต์ บริเวณขอบของแผ่นผ้าใบที่ซ้อนทับกันตลอดความยาว  <p>ภาพที่ 15 รอยต่อแบบทาบ</p>
	<p>รูปแบบที่ 2 บังใบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตัดผ้าใบคอนกรีตขนาดความกว้าง 0.20 เมตร ความยาว 0.90 เมตร จำนวน 2 แผ่น - นำผ้าใบทั้ง 2 ชิ้นมาฉีกด้วยความกว้าง 0.10 เมตรจากขอบผ้าใบตลอดความยาว (ผ้าใบชั้นที่ 1 จะตัดผ้าใบส่วนบนที่ฉีกออก ส่วนผ้าใบชั้นที่ 2 จะตัดผ้าใบส่วนล่างออก) - นำแผ่นผ้าใบทั้ง 2 ชิ้นมาประกบกัน แล้วทาซีเมนต์ บริเวณรอยต่อ  <p>ภาพที่ 16 การฉีกแผ่นผ้าใบ</p>  <p>ภาพที่ 17 รอยต่อแบบบังใบ</p>
	<p>รูปแบบที่ 3 ชน-ปิดทับ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตัดผ้าใบขนาดกว้าง 0.20 เมตร ยาว 0.90 เมตร จำนวน 2 แผ่น

<p>ขนาดกว้าง 0.10 เมตร ยาว 0.90 เมตร จำนวน 1 แผ่น</p> <p>- นำแผ่นผ้าใบที่มีความกว้าง 0.20 เมตร ยาว 0.90 เมตร ทั้ง 2 ชั้น มาวางชนกันตามยาวแล้วทาซีเมนต์ บริเวณรอยต่อ แล้วนำแผ่นผ้าใบที่มีความกว้าง 0.10 เมตร ยาว 0.90 เมตร มาวางทับบริเวณกึ่งกลาง รอยต่อ แล้วทาซีเมนต์ บริเวณขอบของผ้าใบขึ้นบน</p>	 <p>ภาพที่ 18 รอยต่อแบบชน-ปิด ทับ</p>
<p><u>รูปแบบที่ 4 พับม้วนปลาย</u></p> <p>- ตัดผ้าใบคอนกรีตความกว้าง 0.30 เมตร ความยาว 0.90 เมตร จำนวน 2 แผ่น</p> <p>- นำผ้าใบชั้นที่ 1 มาพับตามยาวกว้าง 0.10 เมตร โดยให้ส่วนที่พับงอลงด้านล่าง ชั้นที่ 2 มาพับตามยาวกว้าง 0.10 เมตร โดยให้ส่วนที่พับงอขึ้นด้านบน</p> <p>แล้วนำผ้าใบทั้ง 2 ส่วนมาประกอบเข้าด้วยกันให้แน่นสนิท แล้วทาซีเมนต์ บริเวณขอบของรอยต่อ</p>	 <p>ภาพที่ 19 รอยต่อแบบพับม้วนปลาย</p>
<p><u>รูปแบบที่ 5 เปิดปลายด้านเดียว</u></p> <p>- ตัดผ้าใบคอนกรีตกว้าง 0.20 เมตร ยาว 0.90 เมตร จำนวน 2 แผ่น</p> <p>- นำผ้าใบชั้นที่ 1 มาฉีกแยกส่วนบนและส่วนล่าง ให้มีความกว้างรอยฉีก 0.10 เมตร ตลอดความยาวแผ่นผ้าใบ แล้วนำผ้าใบชั้นที่ 2 มาสอดเขาไปในรอยฉีก ของผ้าใบชั้นที่ 1 แล้วทาซีเมนต์ บริเวณขอบ รอยต่อให้ทั่ว</p>	 <p>ภาพที่ 20 รอยต่อแบบเปิดปลายด้านเดียว</p>
<p><u>รูปแบบที่ 6 เปิดปลายสองด้าน</u></p> <p>- ตัดผ้าใบขนาดความกว้าง 0.20 เมตร ยาว 0.90 เมตร จำนวน 2 แผ่น</p> <p>- นำผ้าใบทั้ง 2 ชั้นมาฉีกระหว่างส่วนบน และส่วนล่างเป็นระยะ ความกว้าง 0.10 เมตรจากขอบผ้าใบ ตลอดความยาว แล้วนำผ้าใบทั้ง 2 ชั้นมาประกอบเข้าด้วยกัน ดังภาพ แล้วทาซีเมนต์บริเวณขอบของรอยต่อให้ทั่วตลอดความยาว</p>	 <p>ภาพที่ 21 รอยต่อแบบเปิดปลายสองด้าน</p>
<p><u>รูปแบบที่ 7 พับซ้อนปลาย</u></p> <p>- ตัดผ้าใบขนาดความกว้าง 0.30 เมตร ยาว 0.90 เมตร จำนวน 1 แผ่น และขนาดความกว้าง 0.20 เมตร ยาว 0.90 เมตร จำนวน 1 แผ่น</p>	

	<p>- นำผ้าใบขนาดความกว้าง 0.30 เมตร ความยาว 0.90 เมตร มาพับตามยาวขนาด 0.10 เมตร โดยให้ส่วนที่พับงอลงทางด้านล่าง ผ้าใบส่วนที่พับไปวางทับด้านขอบตามยาวของผ้าใบอีกชั้นหนึ่ง แล้วทาศีเมนต์บริเวณขอบของรอยต่อให้ทั่วตลอดความยาว</p>	<p>ภาพที่ 22 รอยต่อแบบพับซ้อนปลาย</p>
	<p>รูปแบบที่ 8 สอดสลัก</p> <p>- ตัดผ้าใบขนาดความกว้าง 0.20 เมตร ยาว 0.90 เมตร จำนวน 2 แผ่น และขนาดความกว้าง 0.10 เมตร ยาว 0.90 เมตร จำนวน 1 แผ่น</p> <p>- นำผ้าใบขนาดความกว้าง 0.20 เมตร ความยาว 0.90 เมตร ทั้ง 2 ชั้นมาฉีกระหว่างส่วนบน และส่วนล่างให้แยกออกจากกัน เป็นระยะความกว้าง 0.10 เมตร จากขอบผ้าใบตลอดความยาว</p> <p>- นำผ้าใบขนาดความกว้าง 0.10 เมตร ความยาว 0.90 เมตร มาสอดตรงกลางระหว่างส่วนบนและส่วนล่างของผ้าใบที่ฉีกทั้ง 2 ชั้น ดังภาพ แล้วทาศีเมนต์บริเวณรอยต่อ ตลอดความยาวผ้าใบให้ทั่ว</p>	 <p>ภาพที่ 23 รอยต่อแบบสอดสลัก</p>
2. การติดตั้ง	<p>- ตัดแผ่นผ้าใบให้มีขนาดพอดีกับช่องใส่แผ่นทดสอบความกว้าง 0.2 เมตร, ความยาว 0.8 เมตรแล้วนำไปใส่เข้ากับถังวัดอัตราการรั่วซึม</p> <p>- ติดตั้งแผ่นผ้าใบเข้ากับถังวัดอัตราการรั่วซึมโดยทาศิลิโคนบริเวณขอบของช่องวัดให้แน่น พร้อมทั้งทาศีเมนต์กันซึมด้านในถังโดยทาจากขอบด้านล่างขึ้นมา 0.1 เมตร และทาจากขอบด้านบนลงมา 0.2 เมตร ทั้งให้ซิลิโคนและซีเมนต์กันซึมแห้ง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง</p>	
3. การวัดค่าและวิเคราะห์ผล	<p>ทำการใส่น้ำในถังวัดอัตราการรั่วซึม เมื่อน้ำเต็มถึงทำการวัดระดับน้ำด้วยชุกเกตที่เวลา 5, 10, 15, 30 นาที 1, 2, 4 ชั่วโมง และหลังจากนั้นทำการวัดอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่ง ค่าอัตราการรั่วซึมมีค่าคงที่แล้วนำมาทำการวิเคราะห์</p>	

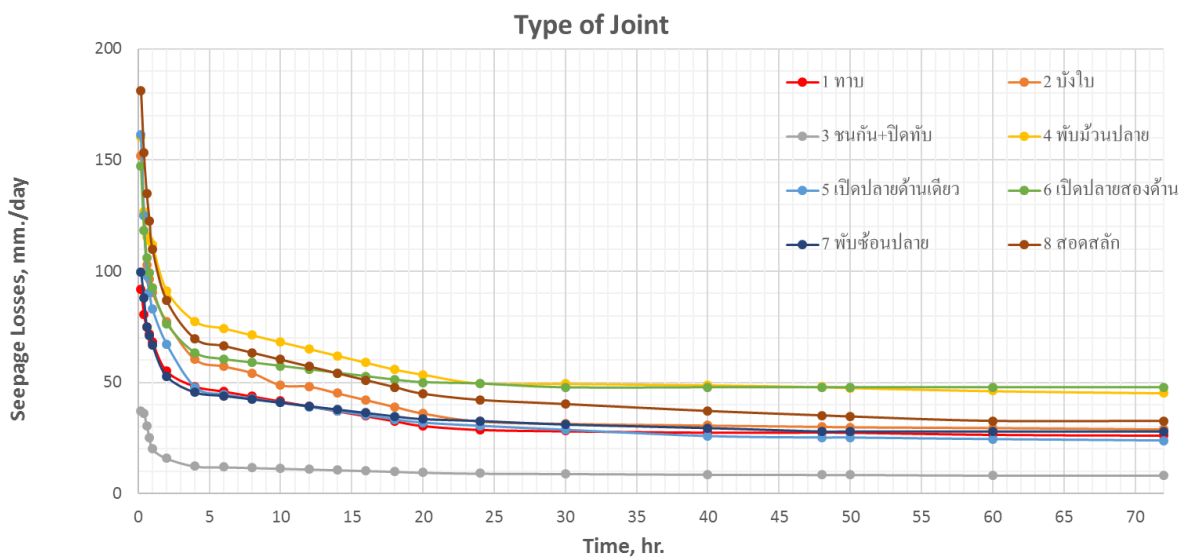
ผลการทดลอง

จากการทดลองวัดอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านรอยต่อทั้ง 8 รูปแบบ ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 6 ข้อมูลทางกายภาพของตัวอย่างที่ทำการทดลองอัตราการรั่วซึมผ่านรอยต่อ

Type of Joint	Weight (g.)	Sample (cm.)			Joining (cm.)	
		Length	Width	Thickness	Width	Thickness
1. ทาบ	3408	80.85	20.18	0.84	8.81	1.84
2. บังใบ	2900	80.70	20.27	0.89	11.14	1.28
3. ชนกัน+ปิดทับ	3603	80.43	20.08	0.86	10.38	1.83
4. พับม้วนปลาย	5987	80.70	19.76	0.88	9.83	3.94
5. เปิดปลายด้านเดียว	3940	80.51	19.93	0.85	10.89	2.15
6. เปิดปลายสองด้าน	4317	80.34	19.88	0.88	10.86	2.35
7. พับซ้อนปลาย	4883	80.57	19.79	0.85	10.65	3.19
8. สอดสลัก	4360	80.77	19.68	0.87	10.89	2.53

จากตารางข้อมูลทางกายภาพของตัวอย่างที่ทำการทดลองอัตราการรั่วซึมผ่านรอยต่อทั้ง 8 รูปแบบ ที่มีความยาวแผ่นตัวอย่างประมาณ 80 เซนติเมตร ความกว้างประมาณ 20 เซนติเมตร ความหนาประมาณ 0.87 เซนติเมตร และความกว้างรอยต่อที่มีขนาดประมาณ 10 เซนติเมตร ความหนาของรอยต่อที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยรอยต่อแบบพับม้วนปลายมีความหนามากที่สุดที่ 3.94 เซนติเมตร รองลงมาจะเป็น พับซ้อนปลาย สอดสลัก เปิดปลายสองด้าน เปิดปลายด้านเดียว ทาบ ชน-ปิดทับ และบังใบ ขนาด 3.19, 2.53, 2.35, 2.15, 1.84, 1.83 และ 1.28 เซนติเมตร ตามลำดับ และน้ำหนักของรอยต่อแบบพับม้วนปลายมีค่าสูงสุดเช่นกัน คือ 5987 กรัม รองลงมาจะเป็นแบบพับซ้อนปลาย สอดสลัก เปิดปลายสองด้าน เปิดปลายด้านเดียว ชน-ปิดทับ ทาบ และบังใบ น้ำหนัก 4883, 4360, 4317, 3940, 3603, 3408 และ 2900 กรัม ตามลำดับ



ภาพที่ 24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรั่วซึมและเวลา ของรอยต่อผ้าใบทั้ง 8 แบบ


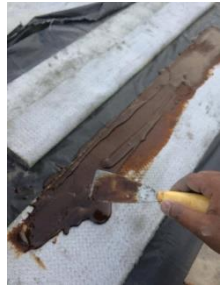
จากผลของการทดลองจะเห็นว่าอัตราการรั่วซึมผ่านรอยต่อจะมีค่าสูงและลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 1-2 ชั่วโมงแรก จากนั้นจะลดลงอย่างช้าๆแล้วจะคงที่ในเวลา 1 - 1½ วันหลังจากทดลอง ซึ่งรอยต่อแบบชน-ปิดทับ จะมีค่าอัตราการรั่วซึมน้อยที่สุด 8.6 มิลลิเมตรต่อวัน คงที่ในเวลา 38.6 ชั่วโมงหลังการทดลอง ส่วนรอยต่อแบบพับ

ม้วนปลาย เปิดปลายสองด้านจะมีค่าอัตราการรั่วซึมสูงสุดที่ 48 มิลลิเมตรต่อวัน คงที่ที่เวลา 23.8 และ 27.5 ชั่วโมงตามลำดับ ส่วนรอยต่อแบบอื่นๆจะมีค่าที่ใกล้เคียงกันคือ เปิดปลายด้านเดียว สอดสลัก ทับซ้อนปลาย ทาบบังใบ อัตราการรั่วซึม 24, 26, 28, 29 และ 32 มิลลิเมตรต่อวัน คงที่ที่เวลา 35.8, 58.2, 47, 27, 32 ชั่วโมงหลังการทดลอง ตามลำดับ

2. การศึกษาอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านรอยต่อที่มีการใช้วัสดุประสานชนิดต่างๆ

วิธีการ

ตารางที่ 7 ขั้นตอนการศึกษาอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านรอยต่อที่มีการใช้วัสดุประสานชนิดต่างๆ

ขั้นตอน	วิธีการทำและภาพประกอบ
1. การเตรียมวัสดุประสาน	<p>- ชั้นไม้ จะผสมชั้นไม้และน้ำมันยางให้เข้ากันด้วยอัตราส่วน 60 ต่อ 40 ก่อนนำไปทาแผ่นตัวอย่าง</p> <p>- แอสฟัลต์ จะนำแอสฟัลต์ไปต้มด้วยความร้อนให้เหลวก่อนนำไปทาแผ่นตัวอย่าง</p> <p>- เดือย ติดตั้งปืนยิงตะปูเข้ากับปั้มลม ก่อนนำมายิงที่แผ่นตัวอย่าง</p>  <p>ภาพที่ 25 การผสมชั้นไม้กับน้ำมันยาง</p>
2. การขึ้นรูป	<p>ขึ้นรูปผ้าใบคอนกรีตแบบเดียวกับรอยต่อที่ 7 พับซ้อนปลาย แต่วัสดุประสานที่ใช้จะเป็น ชั้นไม้ แอสฟัลต์ และเดือย</p>  <p>ภาพที่ 26 การทาชั้นไม้ใส่แผ่นตัวอย่าง</p>
3. การติดตั้ง	<p>- ตัดแผ่นผ้าใบให้มีขนาดพอดีกับช่องใส่แผ่นทดสอบความกว้าง 0.2 เมตร, ความยาว 0.8 เมตรแล้วนำไปใส่เข้ากับถังวัดอัตราการรั่วซึม</p> <p>- ติดตั้งแผ่นผ้าใบเข้ากับถังวัดอัตราการรั่วซึมโดยทาซิลิโคนบริเวณขอบของช่องวัดให้แน่น พร้อมทั้งทาซีเมนต์กันซึมด้านในถังโดยทาจากขอบด้านล่างขึ้นมา 0.1 เมตร และทาจากขอบด้านบนลงมา 0.2 เมตร ทิ้งให้ซิลิโคนและซีเมนต์กันซึมแห้ง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง</p>
4. การวัดค่าและวิเคราะห์ผล	<p>ทำการใส่น้ำในถังวัดอัตราการรั่วซึม เมื่อน้ำเต็มถึงทำการวัดระดับน้ำด้วยสูกเกตที่เวลา 5, 10, 15, 30 นาที 1, 2, 4 ชั่วโมง และหลังจากนั้นทำการวัดอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่ง ค่าอัตราการรั่วซึมมีค่าคงที่ พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์ผล</p>

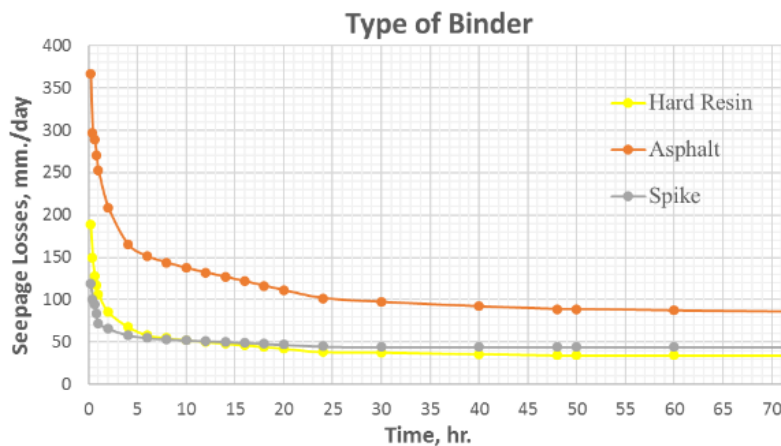
ผลการทดลอง

จากการทดลองวัดอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านรอยต่อโดยใช้วัสดุประสานต่างชนิดกัน ได้ผลการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 8 ข้อมูลทางกายภาพของตัวอย่างที่ทำการทดลองอัตราการรั่วซึมผ่านรอยต่อ

Type of Binder	Weight (g.)	Sample (cm.)			Jointing (cm.)	
		Length	Width	Thickness	Width	Thickness
Asphalt	5363	80.77	20.20	0.78	12.03	3.01
Hard Resin	4730	81.00	20.40	0.82	12.20	3.00
Spike	4748	80.82	20.07	0.86	12.07	2.69

จากตารางข้อมูลทางกายภาพของตัวอย่างที่ทำการทดสอบอัตราการรั่วซึมผ่านรอยต่อแบบพับซ้อนปลาย โดยใช้วัสดุประสานต่างกัน คือ แอสฟัลต์ ชันไม้ และเดือย ที่ความยาวแผ่นตัวอย่างเฉลี่ย 80 เซนติเมตร ความกว้างเฉลี่ย 20 เซนติเมตร ความหนาเฉลี่ย 0.82 เซนติเมตร และความกว้างรอยต่อที่มีขนาดเฉลี่ย 12 เซนติเมตร จากความหนาของรอยต่อจะเห็นว่า รอยต่อที่ใช้เดือยเป็นวัสดุประสานมีความ 2.69 เซนติเมตรซึ่งมีขนาดน้อยที่สุด ส่วนรอยต่อที่ใช้แอสฟัลต์และชันไม้มีความหนาที่ใกล้เคียงกันคือ 3.01 และ 3.00 เซนติเมตร ส่วนน้ำหนักของตัวอย่างที่จะนำมาทดสอบ รอยต่อที่ใช้แอสฟัลต์มีน้ำหนักที่มากที่สุด คือ 2363 กรัม และ รอยต่อที่ใช้ชันไม้และเดือย มีน้ำหนักที่ใกล้เคียงกัน คือ 4730 และ 4748 กรัม ตามลำดับ



ภาพที่ 27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรั่วซึมกับเวลา รอยต่อผ้าใบที่มีการใช้วัสดุประสานชนิดต่างๆ

จากการทดลองจะเห็นว่าอัตราการรั่วซึมผ่านรอยต่อที่ใช้วัสดุประสานแต่ละชนิดจะมีค่าสูงและลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 1-3 ชั่วโมงแรก ต่อจากนั้นจะลดลงอย่างช้าๆ และคงที่ในที่สุด โดยชันไม้(Hard Resin)จะมีค่าอัตราการรั่วซึมน้อยที่สุด 36 มิลลิเมตรต่อวัน คงที่ที่เวลา 39.2 ชั่วโมงหลังการทดลอง รองลงมาจะเป็นเดือย(Spike)ที่มี

ค่าอัตราการรั่วซึม 46 มิลลิเมตรต่อวัน คงที่ที่เวลา 23.6 ชั่วโมงหลังการทดลอง แอสฟัลต์(Asphalt) มีค่าอัตราการรั่วซึมสูงสุด 90 มิลลิเมตรต่อวัน คงที่ที่เวลา 44 ชั่วโมงหลังการทดลอง

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านผ้าใบคอนกรีตที่มีการบ่มอากาศเป็นเวลา 1 วัน และการบ่มด้วยน้ำเป็นเวลา 7 วัน โดยจำกัดพื้นที่การไหลให้มีขนาดเท่ากันคือ มีความกว้าง 0.47 เมตร ความยาว 0.50 เมตร แล้วนำมาวัดค่าอัตราการรั่วซึมผ่านในถังวัดอัตราการรั่วซึม ทำการทดลองจนกระทั่งอัตราการรั่วซึมของน้ำ

ผ่านผ้าใบคอนกรีตมีค่าคงที่ ในช่วงแรกของการทดลอง อัตราการรั่วซึมจะมีค่าเริ่มต้นที่สูงกว่าอัตราการรั่วซึมผ่านรอยต่อผ้าใบคอนกรีตและยังลดลงรวดเร็วกว่าเช่นกัน เพราะสาเหตุเกิดจากแรงดันน้ำในถังทดสอบที่ดันแผ่น

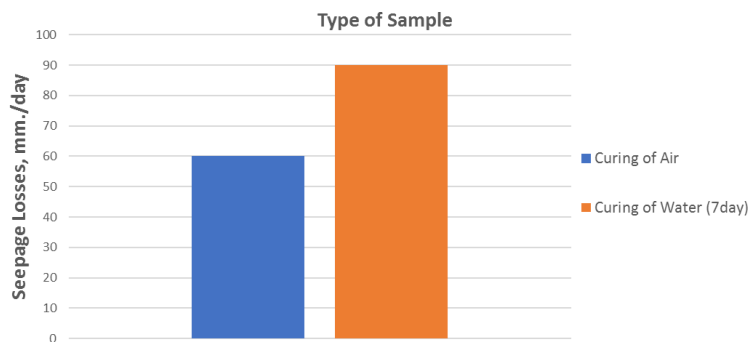


ภาพที่ 28 การโค้งตัวของผ้าใบคอนกรีตขณะใส่น้ำเพื่อทดลอง และรอยแตกที่เกิดจากแรงดันน้ำ

ผ้าใบเกิดรอยแตก ดังภาพที่ 28 จึงเป็นที่มาของการศึกษา

ที่จะเพิ่มกำลังรับแรงของคอนกรีตโดยการนำ แผ่น

ตัวอย่างไปบ่มน้ำ 7 วันก่อนนำมาทดสอบ ผลที่ออกมาแสดงให้เห็นว่าการบ่มผ้าใบคอนกรีตไม่มีผลต่ออัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านตัวผ้าใบ ซึ่งค่าอัตราการรั่วซึมผ่านที่คงที่ของผ้าใบคอนกรีตที่บ่มอากาศ 1 วันมีค่า 60 มิลลิเมตรต่อวัน ผ้าใบคอนกรีตที่บ่มน้ำ 7 วันมีค่า 90 มิลลิเมตรต่อวัน แสดงความสัมพันธ์ดังภาพที่ 29



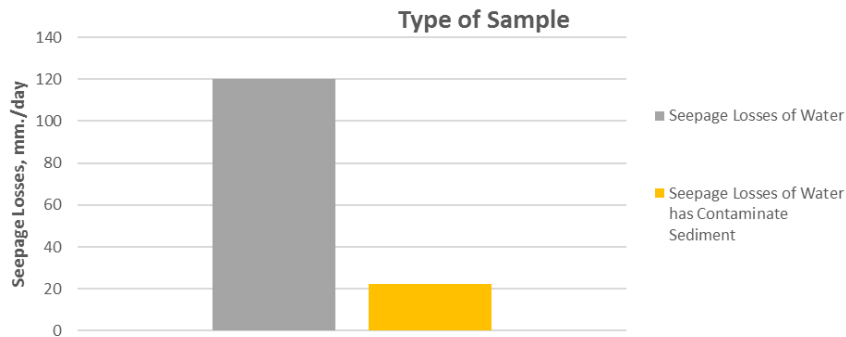
ภาพที่ 29 แผนภาพแสดงอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านผ้าใบคอนกรีตที่บ่มอากาศและบ่มน้ำ 7 วัน

จากการศึกษาอัตราการรั่วซึมของน้ำสะอาดผ่านผ้าใบคอนกรีต และอัตราการรั่วซึมของน้ำที่ปนเปื้อนตะกอนดินผ่านผ้าใบคอนกรีต โดยจำกัดพื้นที่การไหลให้มีขนาดเท่ากันคือ มีความกว้าง 0.50 เมตร ความยาว 0.50 เมตร แล้วนำมาวัดค่าอัตราการรั่วซึมผ่านในถังวัดอัตราการรั่วซึม ทำการทดลองวัดค่าอัตราการรั่วซึมผ่านของน้ำสะอาดจนกระทั่งอัตรามีค่าคงที่ หลังจากนั้นทำการใส่ตะกอนดินลงไปบนแผ่นในน้ำและทำการวัดค่าอีกครั้งจนกระทั่งอัตราการรั่วซึมมีค่าคงที่อีกครั้ง จะเห็นได้ว่า อัตราการรั่วซึมผ่านของน้ำสะอาดมีค่าสูงถึง 120

มิลลิเมตรต่อวัน แล้วหลังจากน้ำมีการปนเปื้อนของตะกอนดินอัตรา
การรั่วซึมผ่านมีค่าลดลงเหลือ 22.3 มิลลิเมตรต่อวัน แสดง
ความสัมพันธ์ดังภาพที่ 30 ที่อัตราการรั่วซึมผ่านมีค่าลดลงมาจาก
สาเหตุที่มวลตะกอนดินถูกพัดมาพาดออกมาตามช่องว่างรอยแตก
ของผ้าใบคอนกรีต ดังภาพที่ 30 แล้วทำให้เกิดการอุดตันบริเวณ
รอยแตกของผ้าใบอัตราการรั่วซึมจึงลดลงอย่างเห็นได้ชัด ส่วนอัตรา
การรั่วซึมของน้ำสะอาดคงที่ที่เวลา 39 ชั่วโมง แสดงความสัมพันธ์ดังภาพที่ 31

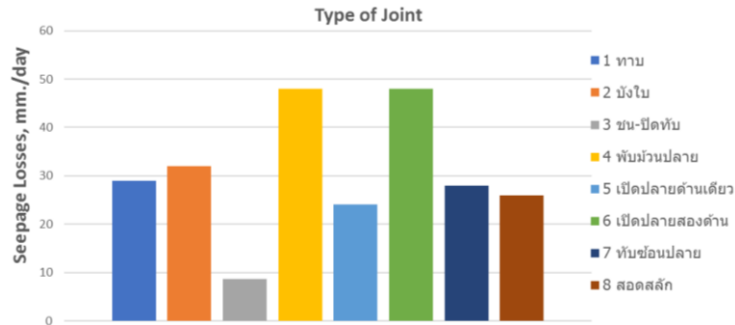


ภาพที่ 30 การวัดอัตราการรั่วซึมผ่านของน้ำที่ปนเปื้อน
ตะกอนและการไหลของตะกอนผ่านรอยแตกผ้าใบ



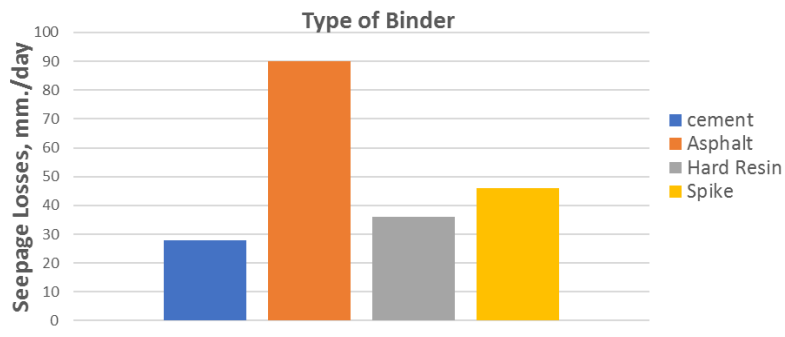
ภาพที่ 31 แผนภาพแสดงอัตราการรั่วซึมของน้ำสะอาดและน้ำที่ปนเปื้อนตะกอนผ่านผ้าใบคอนกรีต

จากการศึกษาอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านรอยต่อผ้าใบคอนกรีตทั้ง 8 รูปแบบ โดยจำกัดพื้นที่การ
ไหลให้มีขนาดเท่ากันคือ มีความกว้าง 0.13 เมตร ความยาว 0.50 เมตร แล้วนำมาวัดค่าอัตราการรั่วซึมผ่านในถังวัด
อัตราการรั่วซึม ทำการทดลองจนกระทั่งอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านรอยต่อชนิดต่างมีค่าคงที่ จากการทดลองแต่ละ
รอยต่อจะมีค่าอัตราการรั่วซึมที่ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกซึ่งสาเหตุหนึ่งเกิดจากแผ่นผ้าใบคอนกรีตมีการดูดซึม
น้ำและเมื่อผ้าใบอิ่มตัวแล้วค่าอัตราการรั่วซึมจะลดตัวช้าลงและคงที่ในที่สุดและจะเห็นได้ว่ารอยต่อแบบชน-ปิดทับ
มีอัตราการรั่วซึมน้อยที่สุด 8.6 มิลลิเมตรต่อวัน และรอยต่อแบบพับม้วนปลาย เปิดปลายสองด้าน มีอัตราการ
รั่วซึมที่มากที่สุด 48 มิลลิเมตรต่อวัน ส่วนรอยต่อแบบอื่นๆจะมีค่าอัตราการรั่วซึมที่ใกล้เคียงกัน ได้แก่ เปิดปลาย
ด้านเดียว สอดสลัก พับซ้อนปลาย ทาบ และบังใบ มีอัตราการรั่วซึม 24, 26, 28, 29 และ 32 มิลลิเมตรต่อวัน
ตามลำดับ (ดังภาพที่ 32) ซึ่งปัจจัยที่ผลการทดลองเป็นเช่นนี้อาจสืบเนื่องมาจากความประณีตของขั้นตอนในการ
ขึ้นรูป โดยรอยต่อแบบชน-ปิดทับเป็นรอยต่อที่กระบวนการทำที่ง่ายกว่าความประณีตในการทำจึงมากกว่า รอยต่อ
แบบเปิดปลายสองด้านที่มีการฉีกผ้าใบทั้งสองชั้นและมีการใส่วัสดุประสานที่อาจไม่เพียงพอ และรอยต่อแบบพับ
ม้วนปลายที่จะต้องมีกรงเหล็กมัดผ้าใบจึงอาจเกิดช่องว่างบริเวณรอยพับ จึงทำให้น้ำรั่วซึมได้ง่ายกว่า



ภาพที่ 32 แผนภาพแสดงอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านรอยต่อผ้าใบทั้ง 8 รูปแบบ

จากการศึกษาอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านรอยต่อผ้าใบคอนกรีตที่ใช้วัสดุประสานต่างชนิดกัน ได้แก่ แอสฟัลต์ ชั้นไม้ และเดือย โดยจำกัดพื้นที่การไหลให้มีขนาดเท่ากันคือ มีความกว้าง 0.13 เมตร ความยาว 0.50 เมตร แล้วนำมาวัดค่าอัตราการรั่วซึมผ่านในถังวัดอัตราการรั่วซึม ทำการทดลองจนกระทั่งอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านรอยต่อที่ใช้วัสดุประสานชนิดต่างมีค่าคงที่ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะเห็นว่า ชั้นไม้มีอัตราการรั่วซึมที่น้อยที่สุด 36 มิลลิเมตรต่อวัน รองมาจะเป็นเดือย 46 มิลลิเมตรต่อวัน และแอสฟัลต์มีอัตราการรั่วซึมที่มากที่สุด 90 มิลลิเมตรต่อวัน อาจเกิดจากแอสฟัลต์มีลักษณะเป็นยางไม่ยึดกับตัวใยสังเคราะห์ของผ้าใบไม่ดีเท่าชั้นไม้ และเมื่อนำตัวอย่างไปทดสอบที่ถังวัดอัตราการรั่วซึมที่อยู่บริเวณกลางแจ้งเมื่ออุณหภูมิอากาศสูงจึงทำแอสฟัลต์เกิดการยืดหยุ่นตัวทำให้น้ำไหลและออกมาตามช่องว่างของรอยต่อ และเมื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับรอยต่อที่ใช้ซีเมนต์เป็นวัสดุประสานจะพบว่าอัตราการรั่วซึมมีค่าน้อยกว่าวัสดุประสานทุกชนิดแสดงความสัมพันธ์ดังภาพที่ 33 ดังนั้น รอยต่อที่ใช้ซีเมนต์เป็นวัสดุประสานมีความเหมาะสมและง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้



ภาพที่ 33 แผนภาพแสดงอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านรอยต่อผ้าใบที่ใช้วัสดุประสานชนิดต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

- [1] สมชาย ดอนเจดีย์ วรารุช วุฒิวิชัยและนิริรัชต์ สงวนเดือน, การประยุกต์ใช้ผ้าใบคอนกรีตสำหรับการชลประทาน.

นิริรัชต์ สงวนเดือน นิमित เติตฉันทพิพัฒน์และสมชาย ดอนเจดีย์. 2559. การศึกษาเบื้องต้นของการใช้ผ้าใบคอนกรีตในการดาดคลองชลประทานต่อคุณภาพน้ำ. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 21, วันที่ 28-30 มิถุนายน 2559 จ.สงขลา.

ปฏิพัทธ์ มีเสียง นที สิ้นทัน สมชาย ดอนเจดีย์และนที อธิคุณากร, ผลกระทบของรูปแบบการฉีบน้ำต่อความสามารถในการต้านแรงตึงของผ้าใบคอนกรีต.