

สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

การสรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ ในงานวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการรั่วของน้ำบริเวณรอยต่อวัสดุผนังหลังคา กรณีศึกษา แผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยนำบัวกันน้ำมาเป็นเทคนิคหลักในการป้องกัน ซึ่งทำการทดสอบกับวัสดุผนังหลังคาที่ผลิตจากคอนกรีต และตัวอย่างวัสดุผนังหลังคาต้นแบบในงานวิจัย 3 แบบที่มีจำนวนบัวกันน้ำแตกต่างกันที่ 1 2 และ 3 ชั้น สามารถสรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลจากการศึกษาวิจัย

5.1.1 ผลที่ได้จากการทดสอบมาตรฐานของอุปกรณ์ทดลองและ อิทธิพลของ ระยะเวลาในการทดสอบ ปริมาณน้ำ แรงลม และมุมมองติดตั้งวัสดุผนังหลังคาที่ผลิตจากคอนกรีต

การทดสอบมาตรฐานของอุปกรณ์ทดลองในงานวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ การทดสอบหาระยะเวลาในการทดสอบหนึ่งชุดการทดสอบที่เหมาะสม หาอิทธิพลจากปริมาณน้ำ หามุมองศาติดตั้งหลังคาที่ต่ำที่สุด และอิทธิพลจากแรงลม ซึ่งทำการทดสอบกับวัสดุผนังหลังคาที่ผลิตจากคอนกรีตสามารถสรุปผลการศึกษาวิจัยได้ดังนี้

1. ระยะเวลาในการทดสอบทางมาตรฐานของ ASTM 1646 – 95 (ASTM, 1995) ได้กำหนดไว้ที่ 15 นาทีต่อชุดการทดสอบ จากการทดสอบในงานวิจัยนี้พบว่า เมื่อทำการทดสอบไปถึง 15 นาทีผลการทดสอบที่ได้ เป็นข้อมูลที่สามารถนำผลมาใช้อธิบายได้ เพราะเมื่อทำการทดสอบในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นจาก 15 นาที ผลการทดสอบยังคงมีค่าคงที่ สำหรับในงานวิจัยนี้เลือกที่จะทำการทดสอบในครั้งต่อไปที่ 20 นาทีต่อชุดการทดสอบเนื่องจากระยะเวลาที่ 20 นาทีต่อชุดการทดสอบนั้นครอบคลุมระยะเวลาที่ 15 นาทีไว้ และลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบจึงกำหนดให้ทดสอบในระยะเวลาที่เกินกว่าปกติ

2. ผลการทดสอบปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดสอบพบว่า ปริมาณน้ำส่งผลต่อการรั่วซึมของหลังคาโดยปริมาณน้ำมากจะส่งผลมากกว่าการทดสอบที่ใช้ปริมาณน้ำน้อย ในงานวิจัยนี้

ทำการทดสอบในปริมาณน้ำที่ครอบคลุมสถิติปริมาณน้ำฝนในประเทศไทยรอบ 10 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2537 - 2546 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2547)

3. ในงานวิจัยนี้ทำการทดสอบเรื่องการรั่วของหลังคา กับองศาติดตั้งหลังคา ได้ กำหนดการทดสอบไว้ที่ 30 22.5 18 17 16 15 13 12 และ 11 องศาจากแนวนราบ ในแต่ละชุดทดสอบจากผลการทดสอบพบว่า หลังคาที่นำมาทดสอบสามารถป้องกันการรั่วของน้ำได้ถึง องศาติดตั้งที่ 13 องศา ทั้งวัสดุเมุงหลังคาที่ผลิตจากคอนกรีต และวัสดุเมุงหลังคาที่ผลิตจาก อะลูมิเนียม

4. จากการทดสอบอิทธิพลของแรงลมพบว่า การเพิ่มแรงลมเข้าหาหลังคาส่งผลต่อ ระดับการรั่วซึมของหลังคา โดยที่มีความเร็วสูงจะส่งผลกระทบมากกว่าความเร็วต่ำสำหรับใน งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบความเร็วลมไว้ที่ 8.2 เมตรต่อวินาทีซึ่งเป็นความเร็วที่สูงกว่าความเร็ว ในประเทศไทย แต่ความเร็วลมดังกล่าวยังไม่เพียงพอต่อข้อกำหนดด้านองศาหลังคาติดตั้งที่ใช้ ในการทดสอบ คือ กำหนดไว้ที่ 15 เมตรต่อวินาที (ASTM, 1995) แต่ผลการทดสอบที่ได้มีแนวโน้ม แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลจากแรงลมที่แตกต่างในการทดสอบ

5. จากผลการทดสอบอิทธิพลของมุมองศาติดตั้ง ปริมาณน้ำ และเวลาในการทดสอบ เมื่อพิจารณาตามตำแหน่งบนวัสดุเมุงหลังคา ดังนี้

1) ตำแหน่งการซึมนบนบัวกันน้ำในแกน X พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อการรั่ว ของวัสดุเมุงหลังคาที่ผลิตจากคอนกรีตมากที่สุดเรียงตามลำดับ ได้แก่ 1) องศาการติดตั้งหลังคา 2) ปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดสอบ และ 3) ระยะเวลาในการทดสอบ

ภาพที่ 5.1

อิทธิพลของมุมองศาติดตั้ง ปริมาณน้ำ และเวลาในการทดสอบ

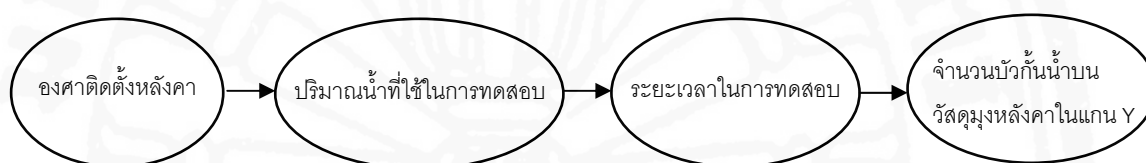
ณ ตำแหน่งการซึมนบนบัวกันน้ำในแกน X



2) ตำแหน่งการซึมน้ำในแกน Y พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อการรั่วของวัสดุถุงหลังคาที่ผลิตจากคอนกรีตมากที่สุดเรียงตามลำดับ ได้แก่ 1) องศาการติดตั้งหลังคา 2) ปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดสอบ 3) ระยะเวลาในการทดสอบ และ 4) จำนวนบัวกันน้ำบนวัสดุถุงหลังคาในแกน Y เนื่องจากผลที่บันทึกได้จากการทดสอบ ระดับการซึมของน้ำบนกระเบื้องในแกน Y มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ค่าที่บันทึกได้ยังไม่คงที่) แต่ไม่ส่งผลให้หลังคาเกิดการรั่ว

ภาพที่ 5.2

อิทธิพลของมุมองศาติดตั้ง ปริมาณน้ำ เวลาในการทดสอบ และจำนวนบัวกันน้ำ
ณ ตำแหน่งการซึมน้ำในแกน Y



3) เมื่อมุมองศาติดตั้งหลังคาต่ำลง และมีปริมาณน้ำมากจะส่งผลให้หลังคาเกิดการรั่วเร็วขึ้น

5.1.2 ผลที่ได้จากการทดลองเรื่องจำนวนบัวกันน้ำของวัสดุถุงหลังคาที่ผลิตจากอะลูมิเนียม

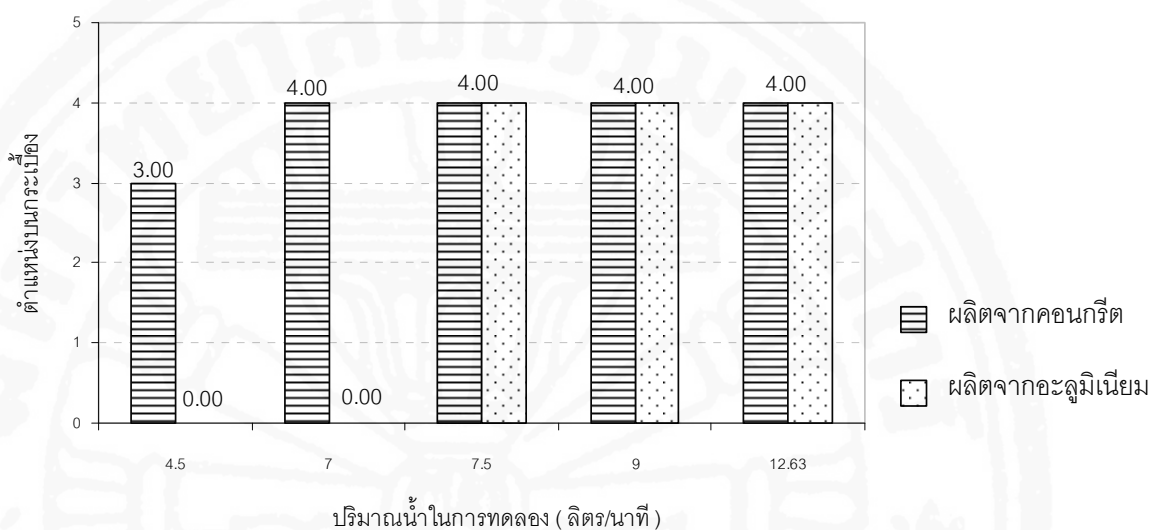
1. ผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบต้นแบบในงานวิจัยทั้ง 3 แบบพบว่า ผลที่ได้มีค่าเท่ากันจึงสามารถสรุปได้ว่า จำนวนบัวกันน้ำไม่ส่งผลต่อการป้องกันการรั่วของวัสดุถุงหลังคา

2. วัสดุถุงหลังคาต้นแบบสามารถป้องกันน้ำรั่วของหลังคา ที่องศาติดตั้งหลังคาต่ำที่สุดที่ 12 องศา เช่นเดียวกับวัสดุถุงหลังคาจากท้องตลาด (ขอบเขตของประเทศไทยในการใช้งานแผงเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ที่ 21 - 5 องศา จากแนวราบ)

3. จากภาพที่ 5.1 วัสดุถุงหลังคาจากท้องตลาดเกิดการรั่วเมื่อมีปริมาณน้ำที่ 7 ลิตร ต่อหน้าที่ ในขณะที่วัสดุถุงหลังคาในงานวิจัยเกิดการรั่วเมื่อมีปริมาณน้ำที่ 7.5 ลิตรต่อหน้าที่ ในองศาติดตั้งหลังคาที่ 12 องศา จากแนวราบ แสดงว่าวัสดุถุงหลังคาในงานวิจัยสามารถป้องกันน้ำรั่วได้ดีกว่าวัสดุถุงหลังคาจากท้องตลาด

ภาพที่ 5.3

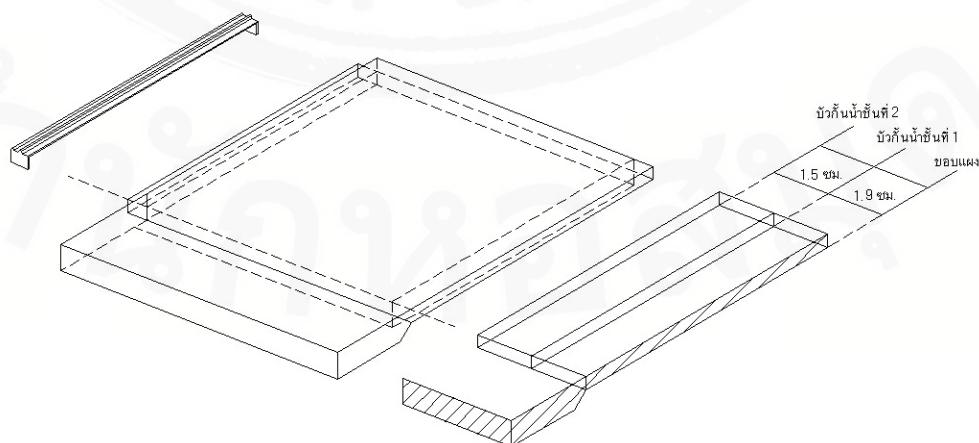
ผลแสดงตำแหน่งการซึมบริเวณบัวกันน้ำในแกน X บนวัสดุผนังหลังคาที่ผลิตจากคอนกรีต และวัสดุผนังหลังคาที่ผลิตจากอะลูมิเนียม ณ ตำแหน่งติดตั้งทุกตำแหน่ง บนองศาติดตั้งหลังคาที่ 12 องศา ในปริมาณน้ำที่แตกต่างกัน



4. จากผลการทดสอบเรื่องจำนวนบัวกันน้ำ แสดงให้เห็นว่าไม่จำเป็นต้องเพิ่มจำนวนบัวกันน้ำ เพื่อช่วยป้องกันน้ำรั่วของหลังคาบริเวณวัสดุผนังหลังคา จึงสามารถนำวัสดุผนังหลังคาที่มีบัวกันน้ำเพียง 1 ชั้น (ดังภาพที่ 5.2) มาใช้ในการป้องกันน้ำรั่วของหลังคาที่องศาติดตั้งหลังคาต่ำที่สุดที่ 12 องศา

ภาพที่ 5.4

สรุปวัสดุผนังหลังคาต้นแบบ



หมายเหตุ: จำลองภาพโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 20 มกราคม 2549.

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

1. ลักษณะของหัวฉีดน้ำที่นำมาใช้ในงานวิจัยเป็นการปรับปรุงวัสดุที่มีในท้องตลาดมาใช้ ดังนั้น ความมีประสิทธิภาพในการทำงานของการกระจายของน้ำที่ฉีดพ่นออกมายังไม่เต็มที่เท่าที่ควร จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงหัวฉีดพ่นน้ำที่สามารถฉีดพ่นน้ำในปริมาณที่ต้องการใช้ในงานวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ขนาดของท่อส่งน้ำจากปั้มน้ำเข้าสู่หัวฉีดน้ำ เพื่อให้ผลการทดลองในแต่ละจุดบนโครงสร้างหลังคามีมาตรฐานเดียวกัน การคำนวณและศึกษารูปแบบ ขนาด และคุณสมบัติของท่อส่งน้ำจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยในการลดผลกระทบในกระบวนการทดลองเกี่ยวกับการรั่วของหลังคา
3. การโก่งตัวของโครงสร้างหลังคาอันเนื่องจากอุณหภูมิ ในตัวโครงสร้างถ้ามีการบิดตัวจะทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของวัสดุถุงหลังคาได้ และจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการป้องกันการรั่วของวัสดุถุงหลังคา ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อจะสามารถลดผลกระทบในส่วนนี้ลง (ในงานวิจัยนี้ไม่มีผลกระทบจากอุณหภูมิที่ทำให้โครงสร้างหลังคามีการโก่งตัวหรือบิดตัว เพราะทำการจำลองสถานการณ์ในขนาดพื้นที่เล็ก ทำให้ผลกระทบจากการโก่งตัวมีน้อยจนไม่ส่งผลกระทบต่องานวิจัยนี้)
4. ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบวัสดุที่นำมาใช้ผลิตเป็นวัสดุถุงหลังคาหลาย ๆ ชนิด เพื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของวัสดุกับการไหลย้อนของน้ำ
5. ระยะชั้นทับของวัสดุถุงหลังคาที่ส่งผลต่อระดับการรั่ว ในปัจจุบันใช้ระยะชั้นทับอยู่ที่ 10 – 20 เซนติเมตรเพื่อป้องกันการรั่วของหลังคา แต่ถ้าขนาดของวัสดุถุงหลังคามีการเปลี่ยนแปลงและองศาของหลังคามีการติดตั้งที่มีความชันมากขึ้นจะช่วยลดระดับการรั่วที่จะเกิดขึ้นได้
6. ศึกษาขนาดของวัสดุถุงหลังคาที่มีขนาดใหญ่ขึ้น การเพิ่มขนาดของวัสดุถุงหลังคาเพื่อให้เหมาะสมกับการติดตั้งและกระบวนการผลิตแผงเซลล์เพราะในปัจจุบันสามารถผลิตแผงเซลล์ที่มีขนาดใหญ่กว่าที่ใช้ในงานวิจัย

5.3 ปัญหาที่พบในการวิจัย

1. การบันทึกผลการทดลองของวัสดุผงหลังคาจากห้องตลาด ระดับการรั่วของวัสดุผงหลังคาที่เกิดขึ้นอาจจะมีปริมาณ หรือพื้นที่เพียงบางส่วนในการที่น้ำไหลเข้าไป ทำให้เกิดร่องรอย แต่ในบางครั้งการบันทึกที่มีระดับการรั่วน้อยกว่าพื้นที่ที่มีร่องรอยของน้ำอาจจะมีกรไหลของน้ำเต็มพื้นที่ ดังนั้นการบันทึกผลการทดลอง จึงอยู่ที่ดุลพินิจของทางผู้วิจัยด้วย ในการวิเคราะห์ผลจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำผลระดับการรั่วที่ไม่สามารถยอมรับได้มาเป็นประเด็นหลักในการประเมิน

2. เนื่องจากสถานที่ที่ใช้ในการทดลองเป็นสถานที่เปิด ดังนั้น การดูแลเรื่องความสะดวกจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพราะถ้ามีสิ่งสกปรกผสมในน้ำที่นำมาใช้ในการทดลองหรือการอุดตันของเครื่องปั้มน้ำอาจจะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปั้มน้ำลดลง หรือเครื่องร้อนจนหยุดการทำงานได้

3. ช่วงที่ทำการทดลองสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูง จึงต้องมีการระบายความร้อนให้เครื่องปั้มน้ำด้วย และต้องตรวจเช็คการทำงานของเครื่องปั้มน้ำให้อยู่ในสภาพที่พร้อมเสมอ

4. แหล่งของข้อมูลที่ได้ในส่วนของการทดลอง มีข้อจำกัดอยู่บ้างในการศึกษาอุปกรณ์ที่มีอยู่ภายในประเทศ เนื่องจากเป็นข้อมูลอยู่ระหว่างการพัฒนาของผู้ผลิตในประเทศ และเป็นผลต่อการค้าของผู้ผลิตเอง จึงไม่สามารถศึกษาหรือขอสถานที่ในการทดลองจากผู้ผลิตได้ ข้อมูลที่นำมาสู่กระบวนการทดลอง จึงเป็นการศึกษาจากข้อมูลเอกสารเป็นหลัก ซึ่งมีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับและมีการศึกษามาระดับหนึ่งแล้ว

กล่าวโดยสรุปในการศึกษาวิจัยแนวทางที่จะนำเทคนิคบัวกันน้ำมาใช้ในการป้องกันการรั่วของน้ำบริเวณวัสดุผงหลังคา สามารถเข้าใจถึงอิทธิพลของตัวแปรน้ำ ลม และองศาการติดตั้งวัสดุผงหลังคาที่ส่งผลต่อการรั่วของวัสดุผงหลังคา นอกจากนั้นยังทำให้สามารถเข้าใจแนวทางที่จะนำบัวกันน้ำมาพัฒนาใช้กับวัสดุผงหลังคาเพื่อป้องกันการรั่วของหลังคาได้ต่อไป