

บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการรั่วของน้ำบริเวณรอยต่อวัสดุถุงหลังคากรณีศึกษา แผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยนำบัวกันน้ำมาเป็นเทคนิคหลักในการป้องกัน โดยมีแนวทางเพื่อศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ภาพที่ 2.1

รายละเอียดและความสัมพันธ์ของเนื้อหาทั้งหมด

ตอนที่ 1 นิยาม แนวคิด ทฤษฎี



2.1 การใช้งานแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และวัสดุผนังหลังคาในงานวิจัย

2.1.1 การใช้งานแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านพักอาศัยในประเทศไทย

ปัจจุบันสามารถผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นมาใช้งานได้ภายในประเทศ จากผู้ผลิตทั้งภาคเอกชน และภาครัฐ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ) โดยมีหน่วยงานจากภาครัฐเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตขึ้นมา การใช้งานแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับอาคาร สามารถนำมาใช้งานได้กับทุกส่วนของอาคารโดยติดตั้งไปกับตัวอาคาร ในตำแหน่งที่ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ แต่ที่นิยมกันจะใช้งานบริเวณหลังคาทางด้านทิศใต้ เนื่องจากเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งวันมากที่สุด

การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อใช้งานบนหลังคา นิยมออกแบบโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต่อเติมจากหลังคาเดิมขึ้นไป ก่อให้เกิดปัญหาการสะสมความร้อนระหว่างใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์กับหลังคาเดิม ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์จะลดลง 0.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2547)

เพื่อเป็นการลดปัญหาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นในขณะใช้งาน การดูแลรักษา และการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา จึงมีการพัฒนาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้สามารถใช้งานได้เหมือนวัสดุผนังหลังคาทั่วไป มีส่วนประกอบพื้นฐานต้องคำนึงถึงในการพัฒนาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมด 5 ประการ (มุสดี ทิพทัส, 2541) ดังต่อไปนี้

1. สภาพแวดล้อม และดินฟ้าอากาศ

งานวิจัยนี้ จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการรั่วของหลังคา ซึ่งจะเกิดมีการใช้งานในขณะที่ฝนตก ดังนั้น การจำลองสภาพแวดล้อมในขณะที่ฝนตกที่เพื่อใช้ออกแบบอุปกรณ์ในการทดลองในงานวิจัยเท่านั้น การกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของอาคาร เพื่อเป็นการระบุตำแหน่งของพื้นที่ที่จะทำการจำลองสภาพท้องฟ้าขณะฝนตก และเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดปริมาณน้ำฝน และขนาดลมที่จะนำมาใช้ในการทดลอง

2. การใช้สอย

เป็นการระบุถึงลักษณะการใช้งานของงานที่จะออกแบบ ว่ามีจุดประสงค์อย่างไร จะสร้างขึ้นสำหรับกิจกรรมชนิดใด และมีความต้องการในการใช้สอยเช่นใด ทั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางใน

การออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถตอบสนองความต้องการและประโยชน์ใช้สอยได้อย่างเหมาะสม

1) จุดประสงค์ของการใช้สอย เพื่อพัฒนาแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นวัสดุผนังหลังคาจำเป็นต้องตอบสนองจุดประสงค์หลักของวัสดุผนังหลังคา คือ ป้องกันการรั่วของน้ำฝน ป้องกันฝุ่นละออง สะท้อนความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคาร

2) ลักษณะการใช้สอย จะเป็นแนวทางให้ผู้ออกแบบสามารถจัดวางตำแหน่ง รูปทรง และขนาดของพื้นที่ที่จะใช้สอย

3) ความต้องการเฉพาะของการใช้สอย

4) การควบคุมและความปลอดภัย ความแข็งแรงของวัสดุผนังหลังคา ทั้ง โครงสร้างที่รองรับตัววัสดุเอง

5) ความสะดวกคล่องตัวในการใช้สอย ทั้งการดูแลรักษา ซ่อมบำรุง

3. วัสดุก่อสร้าง

ชนิดของโครงสร้าง และวิธีการก่อสร้าง ในปัจจุบันกรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ใช้ อะลูมิเนียมเป็นวัสดุหลักในการประกอบเป็นแผง เพราะมีน้ำหนักเบา และมีความแข็งแรง ซึ่งแนวทางในการพัฒนาวัสดุที่เลือกนำมาใช้ประกอบเป็นแผงเซลล์ควรคำนึงถึงการระบายความร้อนจากตัววัสดุ

4. ขอบประมาณ และปัญหาด้านเศรษฐกิจในการก่อสร้าง

การผลิตหลังคาที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ โดยกระบวนการผลิตไม่ก่อให้เกิด ผลเสียกับสิ่งแวดล้อม และแหล่งของวัตถุดิบไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย เป็นแนวทางที่มีการสนับสนุน จากทางภาครัฐให้สามารถพัฒนาระบบสายการผลิตในภาคอุตสาหกรรม พร้อมทั้งส่งเสริมให้มีการใช้งานพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยการรับซื้อพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์ ที่เหลือจากการใช้งาน ปัจจัยที่ส่งเสริมต้องงบประมาณมีดังนี้

1) การเลือกใช้วัสดุ/ แบบของกรอบแผงที่ลดการใช้เนื้อวัสดุในการผลิต

2) ขนาดและรูปทรงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

5. การแสดงลักษณะของอาคารทางสถาปัตยกรรม

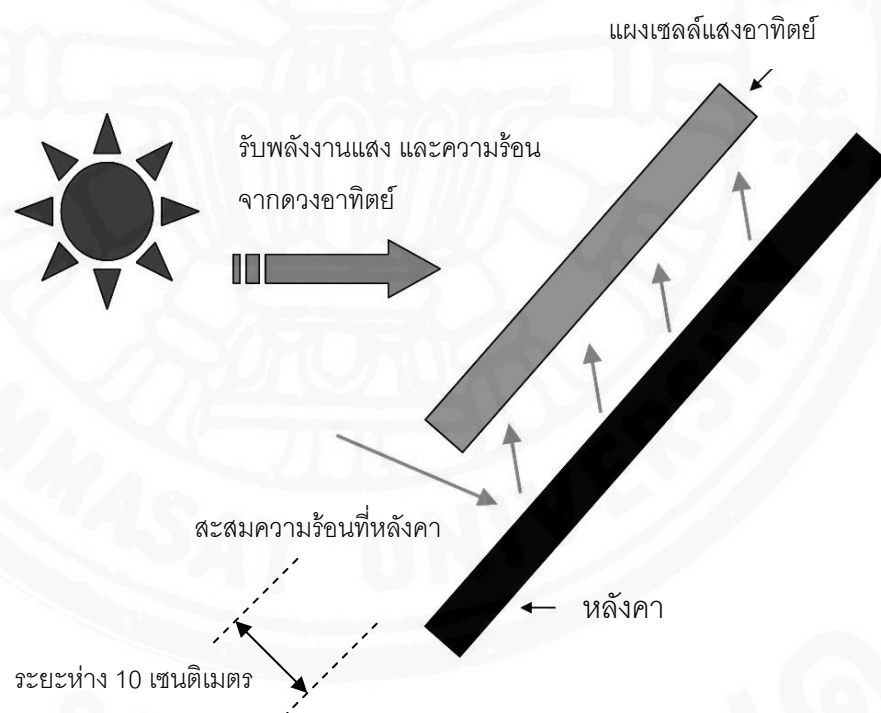
เป็นการแสดงคุณค่าทางด้านจิตใจ เมื่อนำมาใช้ประกอบกับอาคาร ซึ่งจะรับรู้ได้ทั้ง ทางประสาทตา คือ จากการมองเห็น หรือรับรู้จากการแสดงออก (expression) ของอาคารนั้น ๆ เป็นการถ่ายทอดหรือเชื่อมโยงคุณลักษณะที่ประกอบขึ้นเป็นงานสถาปัตยกรรม

2.1.2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีใช้ในปัจจุบัน

ปัจจุบันแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในประเทศไทยมีขนาดกว้าง x ยาว (74 x 111 เซนติเมตร) มีทั้งระบบแผงเซลล์ที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว และแบบที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้ากับน้ำอุ่นพร้อมกัน สำหรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาออกแบบให้มีช่องระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับหลังคาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร เพื่อให้มีช่องสำหรับระบายความร้อน

ภาพที่ 2.2

ลักษณะการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปัจจุบัน และความร้อนที่สะสม



หมายเหตุ: จ้างถ่ายภาพโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 3 ธันวาคม 2548.

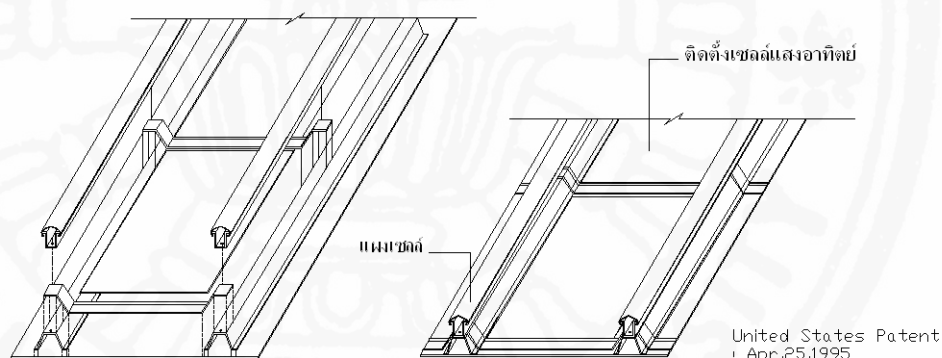
ในต่างประเทศการพัฒนาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ใช้งานเป็นหลังคาโดยไม่ต้องติดตั้งวัสดุ
มุงหลังคาประเภทอื่นช่วยในการป้องกันความร้อน และน้ำรั่ว สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. ออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นวัสดุผนังหลังคาที่นำไปติดตั้งบนหลังคา

ปัจจุบันรูปลักษณะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถปรับเปลี่ยนรูปทรง ขนาด และพื้นผิวให้สอดคล้องกับงานสถาปัตยกรรมได้ ทั้งหลังคาทรงเรียบ หรือทรงโค้ง โดยมีการออกแบบจุดเชื่อมต่อ ซึ่งเป็น Insulation ที่ใช้เป็นตัวเชื่อมระหว่างรอยต่อของแต่ละแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อป้องกันน้ำรั่ว และยึดแผงเซลล์แต่ละชิ้นเข้าด้วยกัน ซึ่งลักษณะของหลังคาแบบนี้จะมีจุดเด่นที่สามารถตอบสนองความต้องการด้านประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ได้ดี ทั้งการระบายความร้อน โครงสร้างหลังคา การระบายน้ำ และรูปแบบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ภาพที่ 2.3

แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นวัสดุผนังหลังคาที่นำไปติดตั้งบนหลังคา



ที่มา: Mori, 1995.

2. ออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นวัสดุผนังหลังคาที่นำไปใช้ร่วมกับหลังคาเดิม

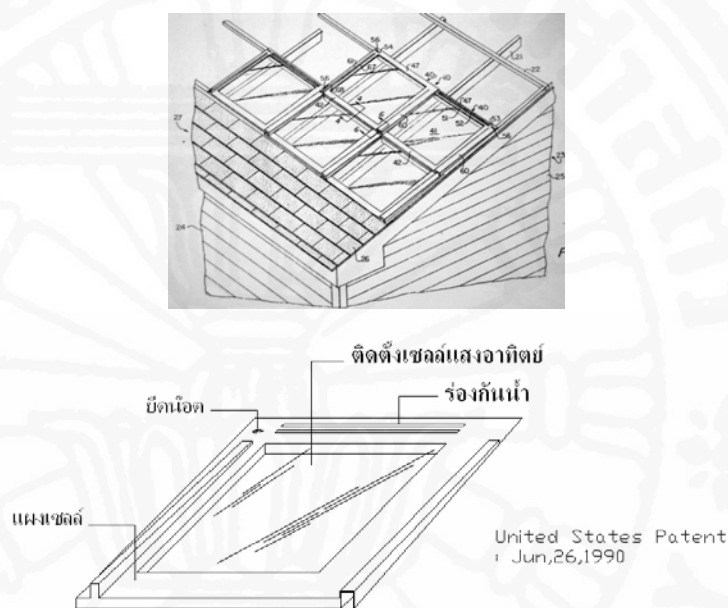
แนวความคิดนี้เป็นการออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ร่วมกับวัสดุผนังหลังคาที่มีอยู่เดิม โดยไม่ต้องการเปลี่ยนวัสดุผนังหลังคาที่ใช้งานทั้งหมด ซึ่งจะมีจุดเด่นที่สามารถนำวัสดุผนังหลังคาที่เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานร่วมกับวัสดุผนังหลังคาเดิมได้เลย ไม่ต้องทำการเปลี่ยนแปลงระบบโครงสร้างของหลังคา และรูปแบบทางสถาปัตยกรรม

ในงานวิจัยนี้ทำการทดสอบวัสดุผนังหลังคาในแนวความคิดที่สามารถนำ วัสดุผนังหลังคาที่เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานร่วมกับวัสดุผนังหลังคาเดิมได้เลย และศึกษา

เทคนิคการป้องกันน้ำรั่วของบัวกันน้ำจากวัสดุผนังหลังคาจากท้องตลาดที่เป็นต้นแบบ เพื่อนำไปเป็นแนวคิดที่ทำการพัฒนาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นหลังคาในอนาคต

ภาพที่ 2.4

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาพัฒนาเป็นวัสดุผนังหลังคาแบบซ้อนทับกัน



ที่มา: Humphrey, 1990.

2.2 วัสดุผนังหลังคาที่มีใช้ในท้องตลาด

ในการเลือกวัสดุผนังหลังคาที่นำมาเป็นต้นแบบ จะส่งผลถึงโครงสร้างของหลังคา ขนาดของวัสดุผนังหลังคา/ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นต้น เพื่อให้มีความเหมาะสมกับการนำไปพัฒนาเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ตอบสนองต่อการ ออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้เป็นวัสดุผนังหลังคา ในอนาคต ได้กำหนดหลักเกณฑ์ที่เลือกใช้วัสดุผนังหลังคาจากท้องตลาดมาศึกษาไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. ลักษณะของวัสดุผนังหลังคาที่มีความสอดคล้องกับ รูปทรงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในปัจจุบัน คือ แผ่นเรียบ ทรงสี่เหลี่ยม
2. เมื่อติดตั้งพร้อมที่จะใช้งาน พื้นผิวหลังคาจะต้องไม่เกิดการบังเงา จากลอนของ วัสดุผนังหลังคามายังบริเวณพื้นผิวของหลังคา (ไม่เป็นลอน)

3. มีพื้นที่สำหรับรับแสงอาทิตย์มากที่สุด (มีขนาดใหญ่ที่สุด) เมื่อทำการติดตั้งพร้อมที่จะใช้งาน เนื่องจากประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์จะขึ้นอยู่กับพื้นที่รับแสงโดยตรง

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปัจจุบันมีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 74 x 111 เซนติเมตร พื้นผิวด้านใช้งาน (บริเวณรับแสงอาทิตย์) มีลักษณะเรียบทั้งแผ่นไม่มีเงาจากขอบของแผงมาบังเซลล์ขณะรับแสง

2.3 วัสดุถุงหลังคาจากท้องตลาดที่เลือกในงานวิจัย

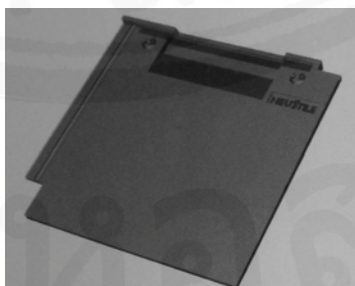
กระเบื้อง NEUSTILE เป็นกระเบื้องคอนกรีตที่มีการพัฒนาชุดอุปกรณ์ยึดครอบแบบระบบแห้ง (dry tech system) ได้พัฒนาประสิทธิภาพในการติดตั้งครอบหลังคาให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานแข็งแรง โดยเปลี่ยนจากระบบการยึดด้วยปูนทรายเป็นการยึดครอบด้วยตะปูเกลียว (mechanical fixing) ซึ่งทำงานได้ง่ายและมีมาตรฐานการทำงานที่แน่นอน

ขนาดกระเบื้องต่อแผ่น (โดยประมาณ) 40 x 40 เซนติเมตร ติดตั้งบนความลาดชันต่ำสุดที่ 22.5 องศาจากแนวระดับ และความชันสูงสุดที่ 45 องศา ใช้กระเบื้อง 10 แผ่นต่อตารางเมตร มีน้ำหนักต่อแผ่น 5.1 กิโลกรัมต่อแผ่น (บริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด, 2548)

เมื่อติดตั้งพร้อมใช้งานจริง กระเบื้องชนิดนี้มีขนาดพื้นที่ในการรับแสงอาทิตย์โดยตรงมากกว่ากระเบื้องชนิดอื่น และไม่มีการบังเงาเกิดขึ้นเมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว

ภาพที่ 2.5

ลักษณะของกระเบื้อง NEUSTILE



ที่มา: บริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด, 2548.

2.4 เทคนิคป้องกันน้ำรั่วของวัสดุผนังหลังคา

การมุงวัสดุผนังหลังคาสามารถเกิดการรั่วของหลังคาได้บริเวณจุดเชื่อมต่อของแต่ละแผ่น ซึ่งสามารถแบ่งเทคนิคป้องกันน้ำรั่วบริเวณจุดเชื่อมต่อต่าง ๆ ได้ 3 วิธีดังนี้

2.4.1 การเพิ่มระยะซ้อนทับในการมุงหลังคา

โดยปกติจะมีการซ้อนทับเป็นระยะ 20 เซนติเมตร และทำการตัดมุมของกระเบื้อง บริเวณจุดที่เชื่อมต่อทั้งสี่แผ่น เพื่อป้องกันการเกยกันของวัสดุผนังหลังคา และลดการรั่วของหลังคา สำหรับวัสดุผนังหลังคาที่ใช้ทดลองในงานวิจัยนี้กำหนดให้มีระยะซ้อนทับที่ 10 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะซ้อนทับที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการมุงหลังคาชนิดนี้ตามที่คุณผลิตได้กำหนดไว้

ภาพที่ 2.6

ลักษณะหลังคาที่ติดตั้งแบบซ้อนทับกัน



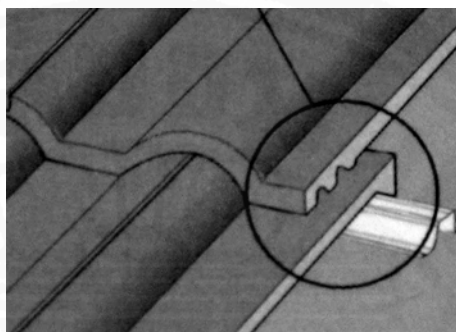
หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 16 ธันวาคม 2548.

2.4.2 ออกแบบให้มีบัวกั้นน้ำบริเวณปลายกระเบื้อง

กระเบื้องคอนกรีต (วัสดุผนังหลังคาที่เลือกมาใช้ทดสอบในงานวิจัยจากท้องตลาด) ได้ออกแบบให้มีบัวกั้นน้ำยาวตลอดแนวปลายกระเบื้อง เพื่อป้องกันน้ำฝนไหลย้อนกลับเข้าด้านในของหลังคา และมีรางน้ำด้านข้างกระเบื้องไว้สำหรับยึดเกาะกระเบื้องแผ่นข้าง ๆ และเป็นทางระบายน้ำออก

ภาพที่ 2.7

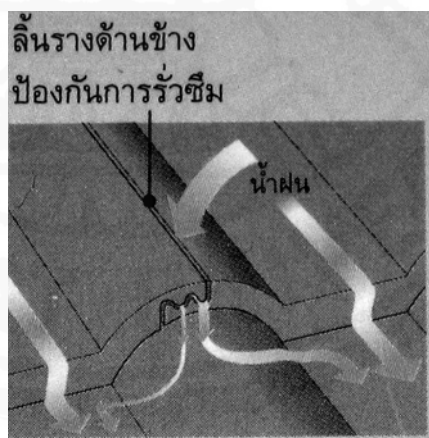
กระเบื้องคอนกรีตที่ออกแบบให้มีบัวกันน้ำ เพื่อป้องกันการรั่วระหว่างแผ่น



ที่มา: บริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด, 2548.

ภาพที่ 2.8

ลึนรางด้านข้าง ป้องกันการรั่วซึมของน้ำฝน

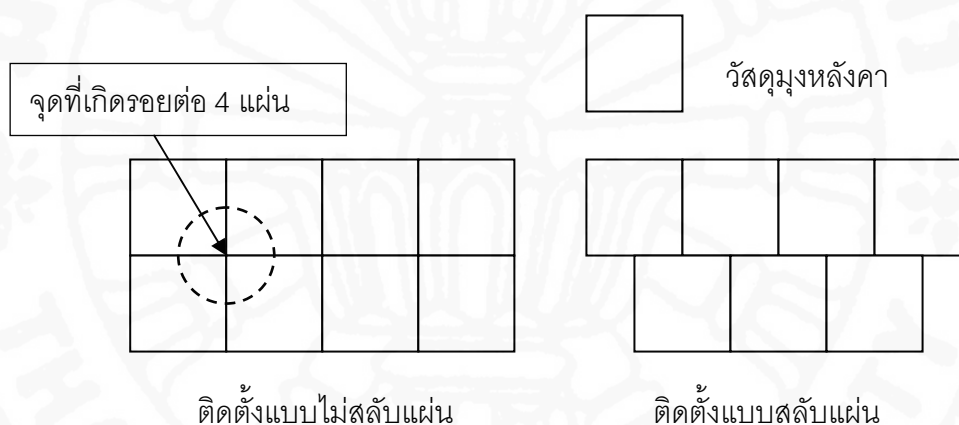


ที่มา: บริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด, 2548.

2.4.3 ติดตั้งวัสดุผนังหลังคาแบบสลับแผ่น

เป็นเทคนิคการติดตั้งที่ใช้กับวัสดุผนังหลังคาที่มีขนาดเล็ก ซึ่งจะเกิดบริเวณที่เชื่อมต่อของวัสดุผนังหลังคาทั้งสี่แผ่น และสามารถป้องกันการรั่วของหลังคาในบริเวณนี้ได้ โดยการใช้เทคนิคการผนังหลังคาแบบสลับแผ่น เพื่อให้จุดเชื่อมต่อที่เป็นลักษณะดังกล่าวไม่เกิดขึ้น (บริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด, 2548)

ภาพที่ 2.9
การติดตั้งกระเบื้องแบบสลับแผ่น



ที่มา: จำลองภาพโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 16 ธันวาคม 2548.

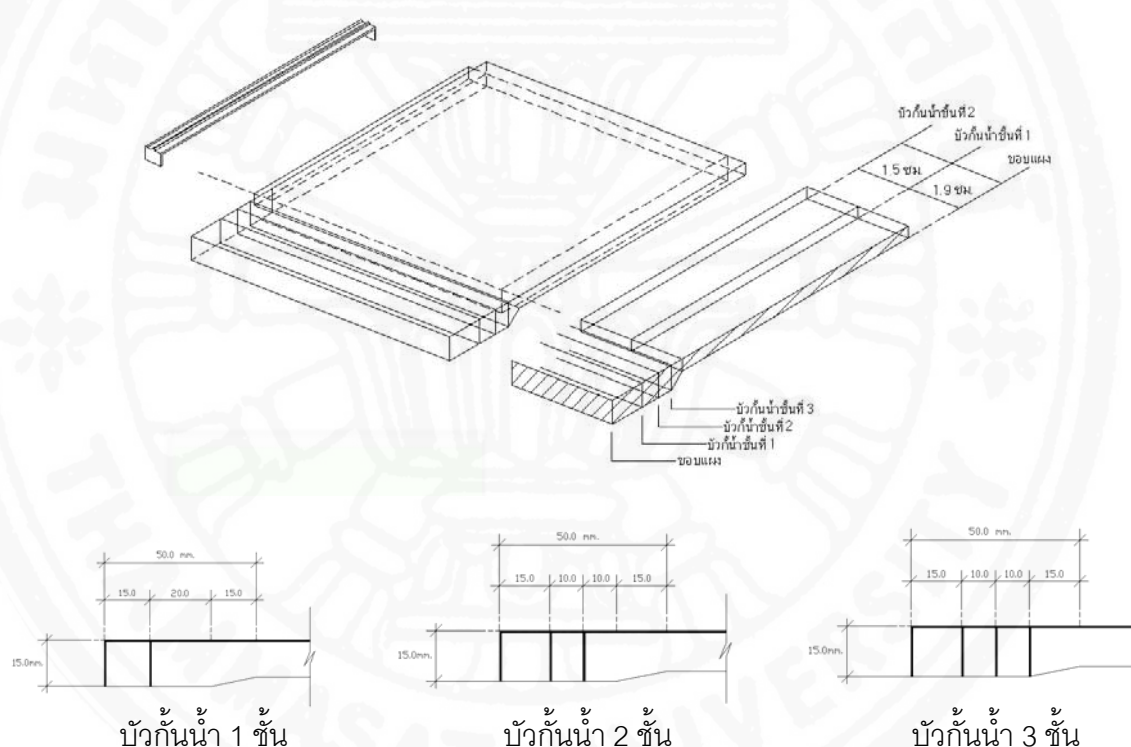
แผงเซลล์แสงอาทิตย์ในงานวิจัยนี้ ออกแบบโดยนำหลักการติดตั้งแบบสลับแผ่นมาใช้ในการป้องกันการรั่วของน้ำบริเวณหลังคา ซึ่งเป็นเทคนิคเดียวกันกับวัสดุผนังหลังคาจากท้องตลาดที่นำมาทดสอบ

2.5 วัสดุผนังหลังคาในงานวิจัย

วัสดุผนังหลังคาในงานวิจัยออกแบบให้สามารถใช้งานร่วมกับวัสดุผนังหลังคาเดิม (วัสดุผนังหลังคาจากท้องตลาดที่นำมาทดสอบ) โดยกำหนดขนาด กว้าง x ยาว ที่ 35 x 40 เซนติเมตร และหนา 2.5 เซนติเมตร วัสดุหลักที่ใช้ในการผลิตเป็นสังกะสี (มีคุณสมบัติคล้ายกับอะลูมิเนียม แต่สามารถ

ผลิตเป็นรูปทรงที่ต้องการได้ง่ายกว่าใช้อะลูมิเนียมเป็นวัสดุหลักในการผลิต) ออกแบบให้วัสดุถุงหลังคาในงานวิจัยมีจำนวนบักก้นน้ำแตกต่างกันที่ 1 2 และ 3 ชั้น โดยมีระยะห่าง 1.5 เซนติเมตร 1 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตรตามลำดับ (รูปแบบของบักก้นน้ำในงานวิจัยจะเป็นลักษณะเดียวกับวัสดุถุงหลังคาที่ผลิตจากพลาสติกในท้องตลาด)

ภาพที่ 2.10
วัสดุถุงหลังคาในงานวิจัย



หมายเหตุ: จ้างลอกภาพโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 16 ธันวาคม 2548.

2.6 เครื่องมือในการทดสอบ

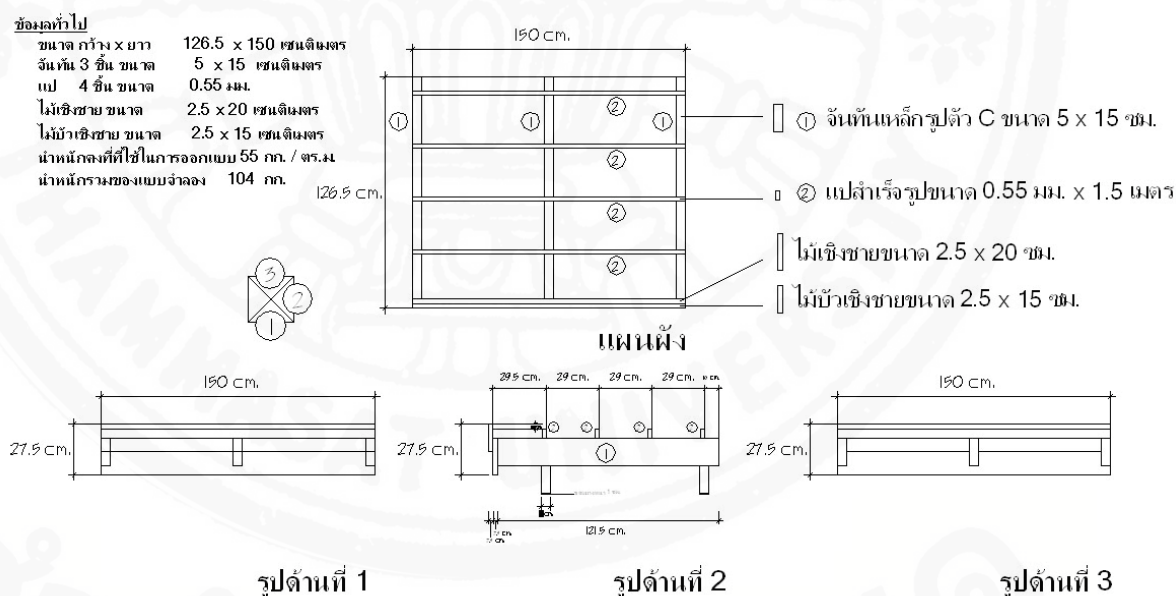
จากการศึกษางานวิจัยเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบการรั่วของน้ำที่หลังคาตามมาตรฐาน ASTM E 1646-95 (ASTM, 1995) ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงรูปแบบการทดลองและนำมาปรับปรุงให้มีความสอดคล้องกับสภาพอากาศในประเทศไทยและอุปกรณ์ที่เอื้ออำนวยในการทดลองภายในประเทศ ได้กำหนดตัวแปรที่จำเป็นต้องควบคุมต่าง ๆ ในการทดสอบไว้ 3 ประการดังนี้

2.6.1 โครงสร้างหลังคาจำลอง

ออกแบบโครงสร้างหลังคาให้สามารถติดตั้งวัสดุผนังหลังคาได้ทั้งหมด 18 แผ่น เมื่อทำการทดสอบใน 1 ชุดการทดสอบจะสามารถบันทึกผลการทดสอบในลักษณะเดียวกันได้ 3 ตำแหน่ง เพื่อนำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบกัน โดยโครงสร้างหลังคา ดำเนินการสร้างแบบทดลองและโครงสร้างที่รองรับวัสดุผนังหลังคา ที่สามารถปรับมุมมองได้ ขนาด 130 x 150 เซนติเมตร โครงสร้างหลักใช้เหล็กกล่องขนาด 10 เซนติเมตร จันทันใช้เหล็กกล่องขนาด 5 เซนติเมตร และแป ใช้เหล็กกล่องขนาด 2.5 เซนติเมตร จะใช้เหล็กกล่องเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้าง เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงานและโครงสร้างที่ใช้จะมีความแข็งแรงทนต่อสภาวะที่จะใช้ในการทดลองได้ดี

ภาพที่ 2.11

แบบโครงสร้างหลังคาจำลอง



หมายเหตุ: จำลองภาพโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 16 ธันวาคม 2548.

มาตรฐานในการติดตั้งวัสดุผนังหลังคาสามารถส่งผลกระทบต่อผลการทดลอง ดังนั้นในการทดลองแต่ละครั้งจะต้องทำการติดตั้งวัสดุผนังหลังคาในตำแหน่งเดิม เนื่องจากวัสดุผนังหลังคาที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้ใช้การติดตั้ง (มุง) แบบสลับแผ่นทำให้ปลายแผ่นของแต่ละแถวจะอยู่ที่

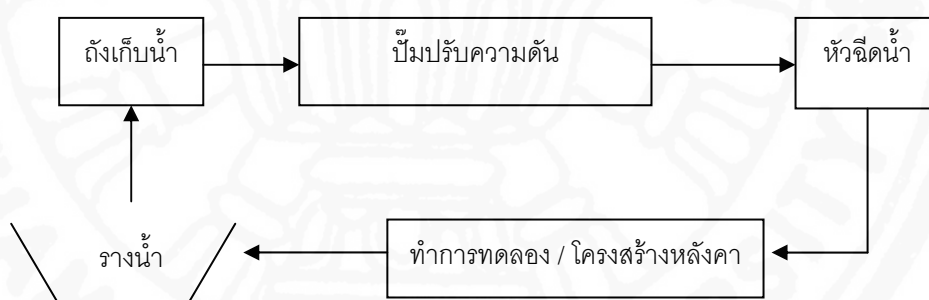
ตำแหน่งกึ่งกลางของวัสดุผนังหลังคาแถวล่าง ดังนั้น จึงทำการวัดหาระยะตรงกลางของแต่ละแผ่น และทำเครื่องหมายไว้เพื่อความสะดวกในการติดตั้งครั้งต่อไป

2.6.2 เครื่องปั้มน้ำ

ออกแบบต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อควบคุมการจ่ายน้ำจากเครื่องปั้มน้ำตามปริมาณที่ต้องการ ที่ 4.5 9 และ 12.56 ลิตรต่อนาที (เป็นความสามารถสูงสุดของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้) ซึ่งปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดลองจะเป็นค่าที่นำมาจากสถิติน้ำฝนสูงสุดทั่วประเทศไทยเป็นระยะเวลา 10 ปี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2533 – 2543) เนื่องจากการทดสอบนี้มีการใช้น้ำในปริมาณมากในการทดสอบ จึงออกแบบระบบให้สามารถหมุนเวียนน้ำที่ใช้ในการทดสอบด้วย ดังภาพที่ 2.12

ภาพที่ 2.12

ระบบหมุนเวียนน้ำในงานวิจัย



หมายเหตุ: จ้างภาพโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 16 ธันวาคม 2548.

ปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดสอบมี ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณน้ำ 4.5 ลิตรต่อนาทีในกรณีปริมาณน้ำที่ตรวจวัดได้ที่ 150 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง “การออกแบบการระบายน้ำฝนออกจากอาคาร ไม่ควรต่ำกว่า 100 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง โดยทั่วไปผู้ออกแบบสามารถใช้อัตราการตกของน้ำฝน 150 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ในการออกแบบสำหรับทุกจังหวัดในประเทศไทยได้อย่างปลอดภัย” (วิธีทึ อิงภากรณ์, 2541)
2. ปริมาณน้ำ 9 ลิตรต่อนาทีในกรณีปริมาณน้ำที่ตรวจวัดได้ที่ 300 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง
3. ปริมาณน้ำ 12.63 ลิตรต่อนาทีในกรณีปริมาณน้ำที่ตรวจวัดได้ที่ 421 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง เป็นปริมาณน้ำที่มากกว่าค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนในรอบ 10 ปีจากกรมอุตุนิยมวิทยาที่บันทึก

ได้ 412.4 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2547) รองจากค่าที่บันทึกสูงสุดที่ 502.4 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

2.6.3 เครื่องกำเนิดลม

แรงลมตามมาตรฐาน ASTM E 1646-95 (ASTM, 1995) ที่ใช้ในการทดสอบ ระบุว่า แรงดันอากาศจะแปรผันตามความชันของหลังคา ในงานวิจัยนี้จะทำการทดลองสภาวะฝนตกที่กระทำกับหลังคาที่มีความชันไม่เกิน 30 องศา ดังนั้น ค่าแรงดันอากาศที่กำหนดไว้สำหรับการทดลองจะอยู่ที่ 137 Pa ประมาณ 2.86 lbf/ft² (15.4 เมตร/วินาที) สำหรับในการทดสอบในงานวิจัยนี้ อุปกรณ์สามารถเพิ่มแรงดันให้กับการทดลองได้เพียง 8.2 เมตร/วินาที ทำให้มีแรงดันอากาศในระบบสูงสุดอยู่ที่ 72.95 Pa สำหรับลมในประเทศไทยสามารถบันทึกความเร็วลมสูงสุดในรอบ 10 ปี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2547) เท่ากับ 12.2 น็อต หรือ 6.27 เมตรต่อวินาที

2.7 การประเมินผลการทดสอบ

ในงานวิจัยนี้ทำการทดสอบวัสดุถุงหลังคาอยู่ 2 ประเภท คือ 1) วัสดุถุงหลังคาจากท้องตลาด และ 2) วัสดุถุงหลังคาในงานวิจัย ซึ่งวัสดุถุงหลังคาทั้ง 2 ประเภทมีความแตกต่างกันที่ความสามารถในการดูดซึมน้ำ โดยวัสดุถุงหลังคาจากท้องตลาด (ผลิตจากคอนกรีต) สามารถดูดซึมน้ำได้ดีกว่าและสามารถระบุตำแหน่งที่มีการดูดซึมได้ ในส่วนของวัสดุถุงหลังคาในงานวิจัย (ผลิตจากอะลูมิเนียม) ไม่สามารถระบุถึงตำแหน่งการซึมของน้ำหลังจากทำการทดสอบ จึงจะทำการบันทึกผลที่การรั่วของวัสดุถุงหลังคาเท่านั้น (มีน้ำไหลผ่านวัสดุถุงหลังคาลงสู่ด้านใต้ของหลังคา)