

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ ทดสอบ

ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาวิเคราะห์สมรรถนะของระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์ที่ใช้เทคนิคซาเวรี โดยการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายการทำงานของระบบ และเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับผลการทดลองเก็บข้อมูลจริง โดยวิธีดำเนินการทดสอบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

3.1.1 เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์ที่ใช้เทคนิคซาเวรี เมื่อทำการเปลี่ยนความสูงทางด้านจ่าย

3.1.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์ที่ใช้เทคนิคซาเวรี เมื่อใช้ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบและตัวรับรังสีแบบท่อสุญญากาศ

3.1.3 เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

3.2 ข้อกำหนดในการทดสอบ

3.2.1 ทำการทดสอบที่ความดันภายในตัวรับรังสีเท่ากับ 170.3 กิโลปาสกาล และ 197.8 กิโลปาสกาล

3.2.2 ทำการทดสอบที่ความสูงทางด้านดูดเท่ากับ 2 เมตร และความสูงทางด้านจ่ายเท่ากับ 1 เมตร 2 เมตร และ 3 เมตร

3.2.3 การระบายความร้อนที่ถังความดันเป็นการระบายความร้อนด้วยอากาศ

3.2.4 มุมเอียงของตัวรับรังสีที่ทดสอบเท่ากับ 18 องศาจากแนวระดับ และพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์หันหน้าไปทางทิศใต้

3.2.5 การทำงานของระบบที่ศึกษาเป็นระบบเปิด โดยใช้น้ำเป็นของไหลทำงาน

3.3 อุปกรณ์การทดสอบ

3.3.1 ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ กระจกชั้นเดียว ความหนาของกระจกประมาณ 3 มิลลิเมตร ความยาวของตัวรับรังสีเท่ากับ 2.06 เมตร ความกว้างของตัวรับรังสีเท่ากับ 1.07 เมตร ความหนา 0.1 เมตร พื้นที่ตัวรับรังสีทั้งหมด 2.2042 ตารางเมตร และพื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์เท่ากับ

2.142 ตารางเมตร แผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์ทำด้วยอะลูมิเนียม โดยใช้สาร Sun Absorptive Coated เป็นสารเคลือบผิว ท่อภายในตัวรับรังสีทำจากท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.144 เซนติเมตร ใช้โฟมไร้สาร CFCs หนา 38 มิลลิเมตร เป็นฉนวนกันความร้อนสูญเสียจากตัวรับรังสี ดังแสดงในรูป 3.1

3.3.2 ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศ SEIDO 5-8 ประกอบด้วยท่อสุญญากาศ จำนวน 8 ท่อ พื้นที่รับรังสีเท่ากับ 1.8 ตารางเมตร ความยาว 2.110 เมตร ความกว้าง 0.96 เมตร ความสูง 0.125 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของแต่ละท่อเท่ากับ 0.1 เมตร แผ่นรับรังสีทำด้วย อะลูมิเนียมเคลือบด้วย Aluminium Nitride ดังแสดงในรูป 3.2

3.3.3 ถังควบแน่นสเตนเลส ความหนา 2 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 15 เซนติเมตร ความสูงเท่ากับ 30 เซนติเมตร ดังแสดงในรูป 3.3

3.3.4 ถังสเตนเลสสำหรับบรรจุสารทำงานซึ่งต่อออกมาจากตัวรับรังสีแบบท่อ สุญญากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.35 เซนติเมตร ความสูง 68 เซนติเมตร หนาประมาณ 3 มิลลิเมตร หุ้มด้วยฉนวนใยแก้วเพื่อป้องกันความร้อนสูญเสียสู่สิ่งแวดล้อม ดังแสดงในรูป 3.4

3.3.5 ท่อทองแดงสำหรับส่งไอน้ำจากตัวรับรังสีแสงอาทิตย์ไปยังถังควบแน่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตร

3.3.6 ท่อดูดทำจากท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตร ความยาว 2.25 เมตร

3.3.7 ท่อจ่ายทำจากท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตร ความยาว 1.91 เมตร 2.91 เมตร และ 3.91 เมตร

3.4 เครื่องมือวัด

3.4.1 เครื่องมือวัดปริมาณรังสีแสงอาทิตย์

เครื่องมือวัดปริมาณรังสีแสงอาทิตย์ชนิด Solar Integrator รุ่น SPD 003 ความละเอียด $\pm 1 \text{ W/m}^2$ ดังแสดงในรูป 3.5

3.4.2 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

เครื่องมือวัดอุณหภูมิหือ Comark ขนาด 10 ช่องสัญญาณมีช่วงในการวัดอุณหภูมิ - 100 ถึง 1,300 °C มีความละเอียด $\pm 0.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ โดยใช้ร่วมกับเทอร์โมคัปเปิลชนิด เค (Type K) ดังแสดงในรูป 3.6

3.4.3 เครื่องมือวัดความเร็วลม

เครื่องมือวัดความเร็วลมชนิด Digital Anemometer รุ่น DA 4000 ความละเอียด $\pm 0.01 \text{ m/s}$ ดังแสดงในรูป 3.7

3.4.4 เกจวัดความดัน

เกจวัดความดันที่ใช้ จะติดตั้งที่ตัวรับรังสี 1 ตัว และที่ถังควบแน่น 1 ตัว ความละเอียด ± 3.5 kPa ดังแสดงในรูป 3.8

3.4.5 กระบอกตวงปริมาณน้ำ

กระบอกตวงที่ใช้ ขนาด 500 มิลลิเมตร ความละเอียด ± 5 ml และบีกเกอร์พลาสติก ขนาด 1000 ml ดังแสดงในรูป 3.9

3.5.6 นาฬิกาจับเวลา

นาฬิกาจับเวลาที่ใช้เป็นแบบเข็ม ความละเอียด ± 0.1 s ดังแสดงในรูป 3.10

3.5 วิธีดำเนินการทดสอบ

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบการทดลองของระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์ที่ใช้ตัวรับรังสี สองชนิด ดังนั้นการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบในส่วนของตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบกับการทดสอบในส่วนของตัวรับรังสีแบบท่อสุญญากาศ การทดสอบทั้งสองส่วนนี้จะทดสอบที่ระดับความสูงทางด้านดาดเท่ากับ 2 เมตร

3.5.1 การทดสอบที่ใช้ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบ

การทดสอบที่ใช้ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบจะทำการทดสอบเปลี่ยนแปลงความสูงทางด้านจ่าย 2 ค่า คือ 2 เมตร และ 3 เมตร โดยแต่ละความสูงจะทำการทดสอบเปลี่ยนแปลงความดันภายในตัวรับรังสี 2 ค่า คือ 170.3 กิโลปาสกาล และ 197.8 กิโลปาสกาล การติดตั้งตัวรับรังสีจะหันส่วนที่รับรังสีไปทางทิศใต้ ทำมุมเอียง 18 องศา กับแนวระดับ ช่วงเวลาที่ทดสอบตั้งแต่ 9.00 – 15.30 น. ระบบแสดงดังรูป 3.11 โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. เติมน้ำในถังควบแน่นและตัวรับรังสีแสงอาทิตย์ ทำการติดตั้งเครื่องวัดความเร็วลม เครื่องวัดปริมาณรังสีแสงอาทิตย์
2. เริ่มทำการทดสอบโดยเปิดให้ตัวรับรังสีรับแสงอาทิตย์ บันทึกอุณหภูมิเริ่มต้นที่ตัวรับรังสี และความดันเริ่มต้นภายในตัวรับรังสี
3. บันทึกความเร็วลมเหนือตัวรับรังสี อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิที่ตัวรับรังสี ความดันภายในตัวรับรังสี และปริมาณรังสีแสงอาทิตย์ โดยทำการบันทึกค่าต่าง ๆ ดังกล่าว ทุก ๆ 10 นาที
4. สังเกตความดันภายในตัวรับรังสีที่เพิ่มขึ้นเมื่อตัวรับรังสีได้รับรังสีแสงอาทิตย์ เมื่อความดันภายในตัวรับรังสีถึงค่าที่ต้องการคือ 170.3 กิโลปาสกาล หรือ 197.8 กิโลปาสกาล

- เปิดวาล์วที่ท่อส่งไอเพื่อให้ไอน้ำจากตัวรับรังสีไหลเข้าสู่ถังควบแน่น
- บันทึกความดันที่ภายในตัวรับรังสี
- เปิดวาล์วที่ท่อทางด้านซ้าย พร้อมทั้งจับเวลาจนกระทั่งน้ำที่ออกจากถังควบแน่น

หยุดไหล

- ปิดวาล์วทั้งสอง บันทึกเวลา และปริมาณน้ำที่ได้
- บันทึกปริมาณไอที่เข้าไปแทนที่น้ำภายในถังควบแน่น

5. ปล่อยให้ไอน้ำควบแน่น ซึ่งความดันภายในถังควบแน่นจะลดลงต่ำกว่าความดันบรรยากาศ บันทึกความดันภายในถังควบแน่น หลังจากสังเกตว่าความดันภายในถังควบแน่นไม่เปลี่ยนแปลง

- เปิดวาล์วที่ท่อดูด น้ำจากด้านล่างจะถูกดูดขึ้นสู่ถังควบแน่น พร้อมทั้งจับเวลา
- เมื่อน้ำหยุดไหล ปิดวาล์วที่ท่อดูด บันทึกเวลา และปริมาณน้ำที่ดูดได้

6. เปิดวาล์วท่อส่งไอและวาล์วสำหรับเติมน้ำเข้าสู่ตัวรับรังสี พร้อมทั้งจับเวลาจนกระทั่งน้ำจากถังควบแน่นที่เข้าไปเติมในตัวรับรังสีไม่เปลี่ยนแปลงโดยสังเกตจากท่อแก้วบอกระดับทางด้านข้าง ปิดวาล์วทั้งสอง และบันทึกความดันของระบบ

7. ไอที่เข้าไปแทนที่น้ำภายในถังควบแน่นที่เดิมเข้าสู่ตัวรับรังสีจะเกิดการควบแน่น โดยทำการบันทึกค่าต่าง ๆ เช่นเดียวกับ ข้อ 5

8. ทำการทดสอบตั้งแต่ข้อ 3-7 ใหม่จนกระทั่งถึงเวลา 15.30 น.

3.5.2 การทดสอบที่ใช้ตัวรับรังสีแบบท่อสุญญากาศ

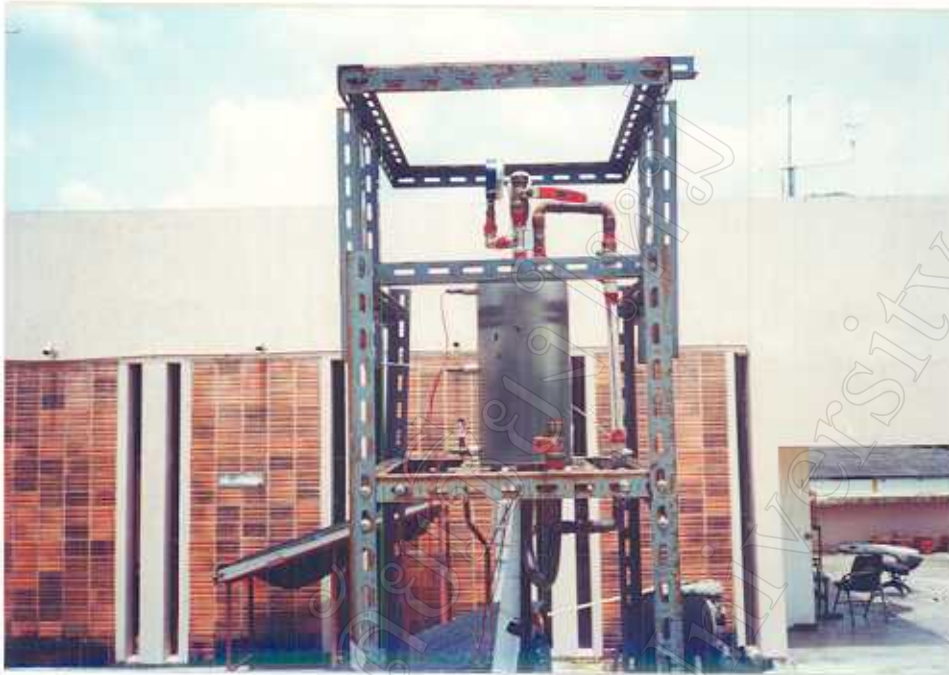
การทดสอบที่ใช้ตัวรับรังสีแบบท่อสุญญากาศจะมีขั้นตอนการทดสอบเช่นเดียวกับการทดสอบที่ใช้ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบ แต่จะเพิ่มการทดสอบโดยการเปลี่ยนแปลงความสูงทางด้านซ้ายเป็น 3 ค่า คือ 1 เมตร 2 เมตร และ 3 เมตร โดยที่ในแต่ละความสูงยังคงทำการทดสอบเปลี่ยนแปลงความดันภายในตัวรับรังสี 2 ค่า คือ 170.3 กิโลปาสกาล และ 197.8 กิโลปาสกาล การติดตั้งตัวรับรังสีจะหันส่วนที่รับรังสีไปทางทิศใต้ ทำมุมเอียง 18 องศากับแนวระดับ ช่วงเวลาที่ทดสอบตั้งแต่ 9.00 – 16.00 น. ระบบแสดงดังรูป 3.12



รูป 3.1 ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ



รูป 3.2 ตัวรับรังสีแบบท่อสุญญากาศ SEIDO 5-8



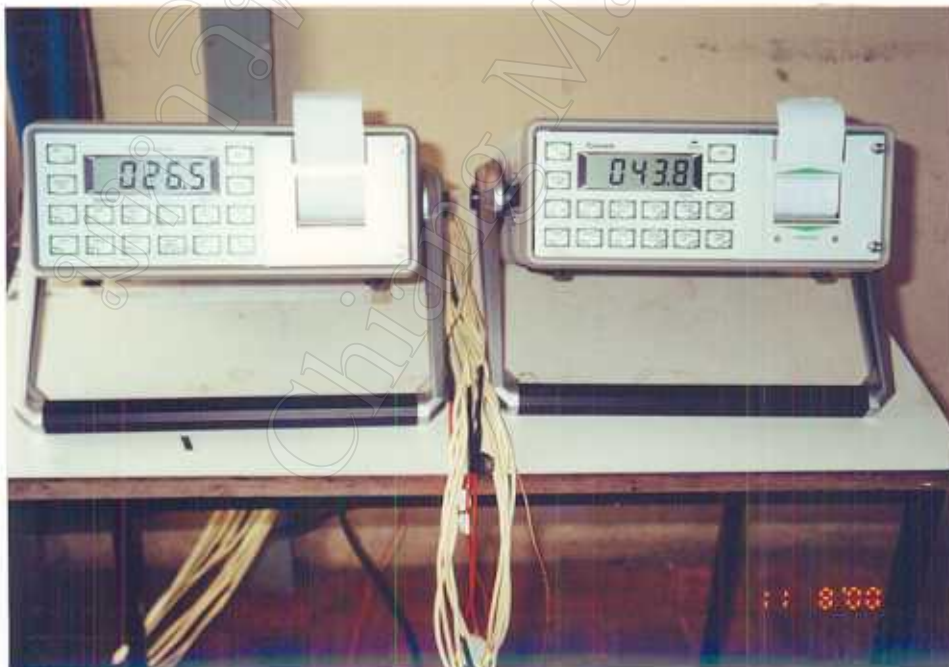
รูป 3.3 ถังควบแน่นแสดคนเลต



รูป 3.4 ถังแสดคนเลตสำหรับบรรจุสารทำงาน



รูป 3.5 เครื่องมือวัดปริมาณรังสีแสงอาทิตย์ Solar Integrator รุ่น SPD 003



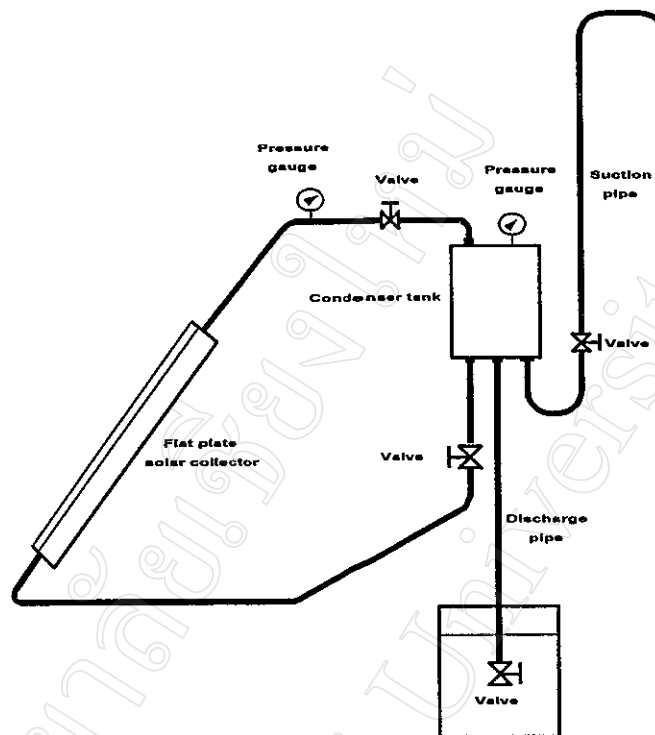
รูป 3.6 เครื่องบันทึกอุณหภูมิ Comark ขนาด 10 ช่องสัญญาณ



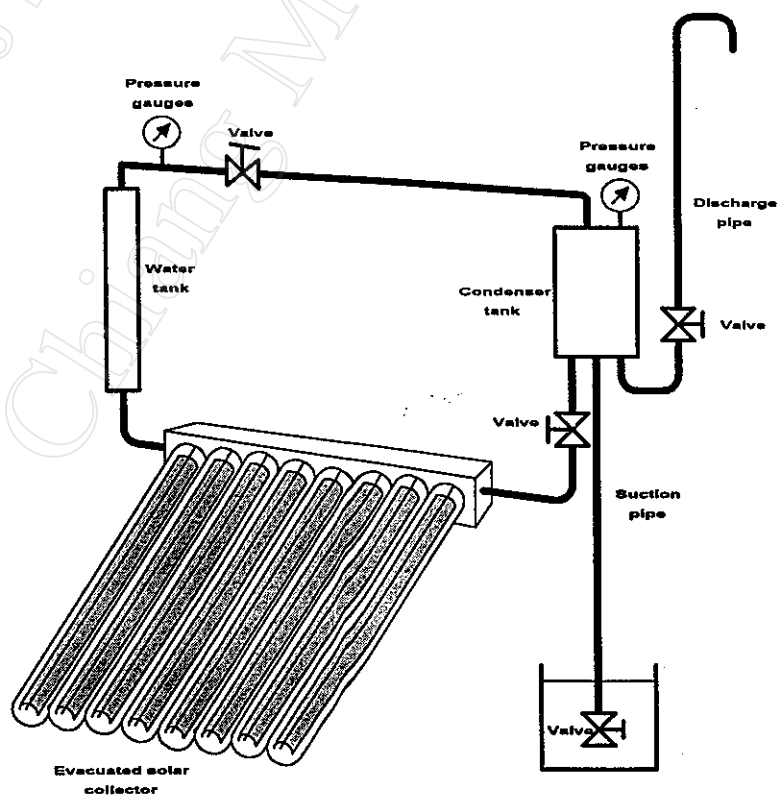
รูป 3.7 เครื่องวัดความเร็วลม Digital Anemometer รุ่น DA 4000



รูป 3.8 เกจวัดความดัน



รูป 3.11 ระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์แบบชาเวรีที่ใช้ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบ



รูป 3.12 ระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์แบบชาเวรีที่ใช้ตัวรับรังสีแบบท่อสุญญากาศ

3.6 แนวทางและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบของระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์ที่ใช้ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบ และตัวรับรังสีแบบท่อสุญญากาศมาวิเคราะห์ดังนี้

3.6.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์ที่ใช้ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบกับระบบที่ใช้ตัวรับรังสีแบบท่อสุญญากาศ

3.6.2 วิเคราะห์ผลการทดลองเปรียบเทียบกับผลการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทั้งระบบที่ใช้ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบ และตัวรับรังสีแบบท่อสุญญากาศ

3.6.4 นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้เป็นตัวแทนระบบเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

3.6.5 ทำการจำลองการทำงานของระบบตลอดทั้งปีในจังหวัดเชียงใหม่

3.6.7 ทำการวิเคราะห์ประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์