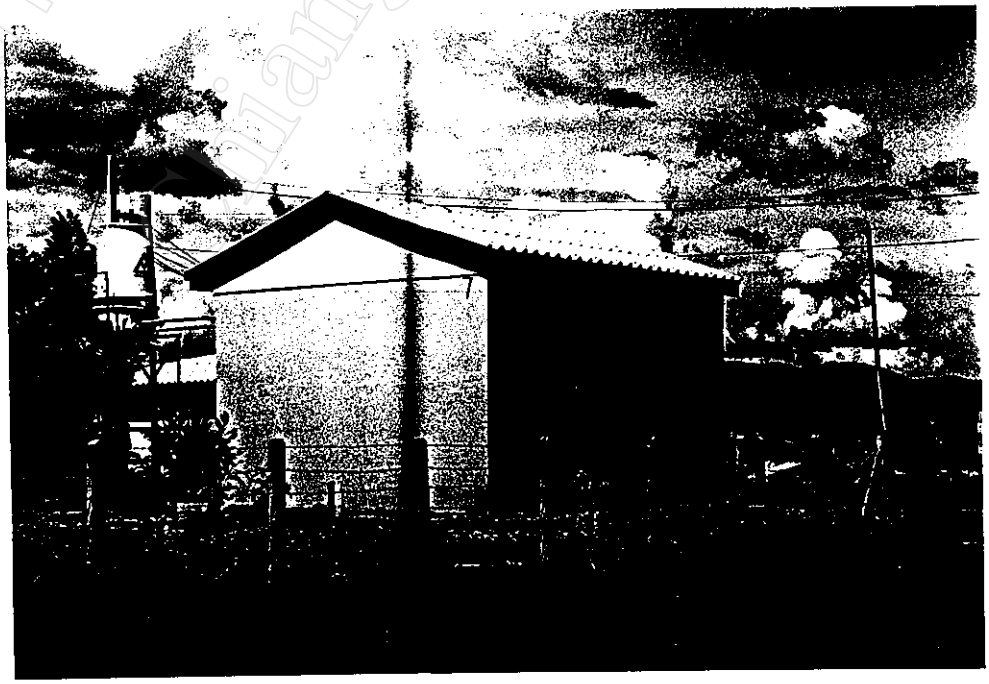
บทที่ 4
อุปกรณ์และขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการวิจัยได้เริ่มการก่อสร้างอาคารทดสอบที่จังหวัดลำปาง เริ่มงานก่อสร้างอาคารทดสอบเมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ.2541 เริ่มการทดสอบราวปลายเดือนเมษายน อันดับแรกทดสอบผนังแบบก่ออิฐฉาบปูน เสร็จแล้วเปลี่ยนมาทดสอบผนังไม้อัด 2 ชั้น ขั้นสุดท้ายทดสอบผนังแบบซีเมนต์บล็อค ในระหว่างที่ทดสอบผนังเย็นก็จะทดสอบผนังแบบธรรมดาสลับไปด้วยเพื่อนำผลการทดสอบไปเปรียบเทียบกัน ระหว่างการทดสอบจะมีการวัดค่าต่างๆคือ วัดพลังงานแสงแดดที่ตกกระทบผนังอาคาร วัดอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิผนังอาคารทั้งภายในและภายนอกตลอดวัน วัดอุณหภูมิน้ำที่ไหลเข้าออกผนังอาคารแต่ละด้าน อุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำ อุณหภูมิน้ำที่ออกจากหอผึ่งเย็น ควบคุมอัตราการไหลของน้ำ และวัดค่ากระแสไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ

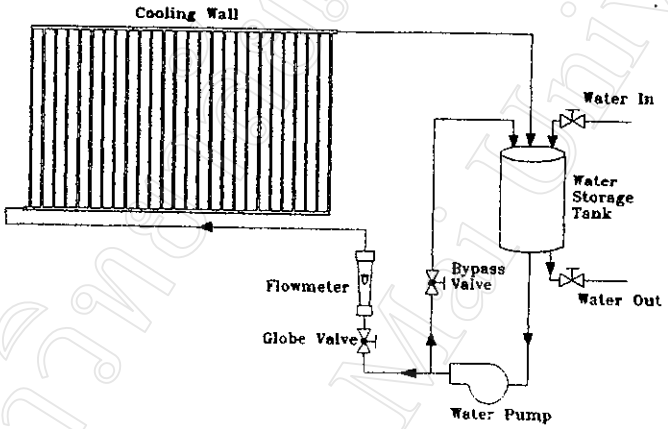
4.1 ลักษณะของอาคาร

อาคารที่ศึกษาจะมีขนาด 4m x 5m x 2.5 m จำนวน 1 หลัง เป็นอาคารปรับอากาศมีบานประตู 1 บานในทิศเหนือ ผนังอาคารด้านทิศเหนือและทิศใต้ยาว 5 เมตร ไม่มีหน้าต่างผนังหนาประมาณ 12 ซ.ม หลังคาเป็นแบบหน้าจั่วมุงกระเบื้องลอนคู่ ที่หน้าจั่วปิดด้วยกระเบื้องแผ่นเรียบเพื่อสะดวกต่อการเข้าไปติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เพดานเป็นแผ่นยิบซั่มบอร์ด ในระหว่างการทดสอบผนังเย็นจะปูทับฉนวนบนเพดานอีกชั้นหนึ่ง พื้นห้องเป็นคอนกรีตขัดมันเรียบ ผนังอาคารด้านนอกทาสีเทาอ่อน บริเวณโดยรอบของอาคารเป็นที่โล่งไม่มีเงาบัง



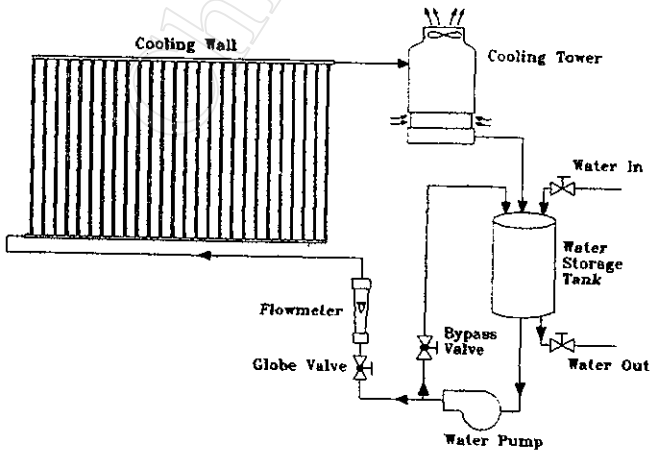
รูปที่ 4.1 อาคารทดสอบระบบผนังเย็น

รูปที่ 4.2 เป็นภาพของระบบผนังเย็นประกอบด้วยถังเก็บน้ำ ปั๊มน้ำ Flowmeter และแผงท่อทองแดงที่ฝังในผนังอาคาร ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.27 ซ.ม วางห่างกัน 7.5 ซ.ม อยู่ในแนวดิ่งปลายทั้งสองข้างเชื่อมติดกับท่อประธานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0 ซ.ม วางในแนวนอน เป็นท่อสำหรับให้น้ำเข้าและออกจากผนัง ชุดแผงท่อทองแดงยึดติดกับชั้นอิฐด้านนอกของกำแพงแล้วฉาบปูนทับแผงท่อออกมาอีกประมาณ 0.5 – 1 ซ.ม ถังน้ำบรรจุน้ำได้ 100 ลิตร โดยทำเป็นระดับน้ำล้นไว้หุ้มด้วยฉนวนอย่างดี ปั๊มน้ำเป็น Centrifugal Pump ขนาด 45 W รับน้ำจากถังเก็บน้ำส่งผ่าน Flowmeter โดยน้ำบางส่วนไหล bypass กลับถัง ที่ Flowmeter จะมี Globe Valve ควบคุมอัตราการไหลของน้ำตามต้องการ น้ำที่ออกจาก Flowmeter จะไหลเข้าสู่ชุดท่อทองแดงที่ฝังในผนังอาคารโดยไหลเข้าท่อประธานแนวนอนท่อนล่าง แล้วไหลผ่านท่อแนวดิ่งและไหลออกที่ท่อประธานเส้นบนทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิด Air Lock ภายในท่อแนวดิ่ง น้ำที่ออกจากท่อประธานเส้นบนจะไหลออกจากผนังกลับถังเก็บน้ำครบวงจรการทำงาน กรณีที่ทดสอบผนังพร้อมกันทั้ง 4 ด้าน แต่ละด้านจะมี Flowmeter ควบคุมอัตราการไหลแยกกันต่างหากดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 4.2 วงจรการทำงานของระบบผนังเย็น

การทดสอบผนังเย็นแบบใช้หอผึ่งเย็น น้ำที่ไหลออกจากผนังจะไหลเข้าหอผึ่งเย็นเพื่อให้น้ำได้ระบายความร้อนแล้วจึงไหลกลับคืนสู่ถังเก็บน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 4.3



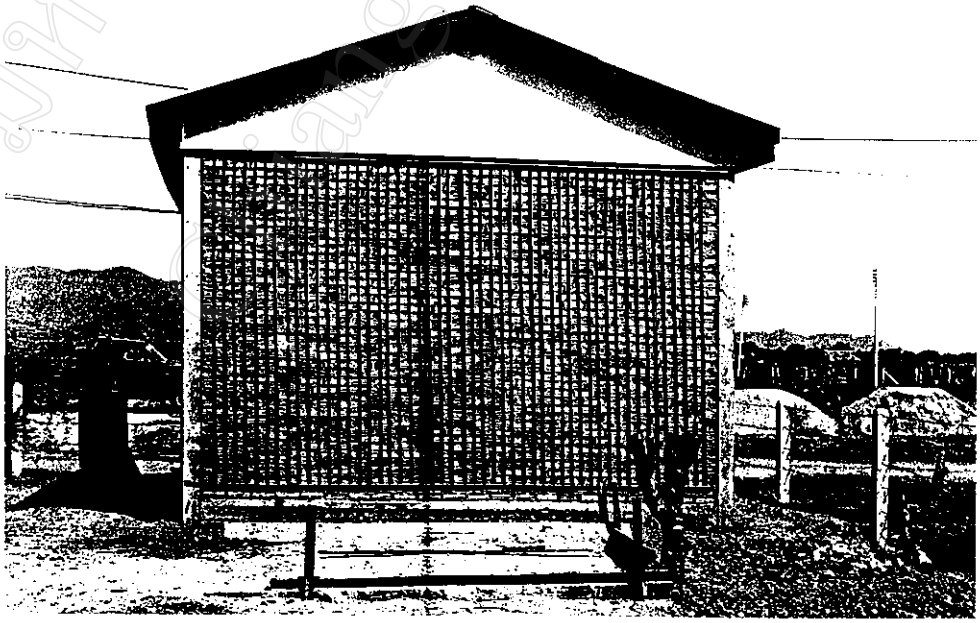
รูปที่ 4.3 วงจรการทำงานของระบบผนังเย็นแบบใช้หอผึ่งเย็น

4.2 ชุดแผงท่อทองแดง

ชุดท่อทองแดงที่ฝังในผนังประกอบด้วยท่อประธานในแนวนอน 2 ท่อนบนและล่างมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 ม.ม ท่อทองแดงสำหรับระบายความร้อนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.7 ม.ม วางเรียงกันในแนวดิ่งระยะห่างระหว่างท่อ 7.5 ซ.ม ความยาวท่อนละ 2.40 ม. น้ำจะไหลเข้าแผงท่อทองแดงที่ท่อประธานที่มุมซ้ายล่างและไหลออกที่ท่อประธานมุมขวาบน ท่อทองแดงส่วนที่น้ำจะไหลเข้าออกจะต่อข้องอฉากให้ปลายท่อโผล่พันผิวผนังภายในของอาคารประมาณ 20 ซ.ม ท่อบริเวณที่โผล่เข้ามานี้จะเป็นพื้นที่ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิน้ำและสำหรับต่อท่อสายยาง

การประกอบแผงท่อทองแดงทำได้โดย คลายม้วนท่อทองแดงดัดให้เป็นเส้นตรงตัดเป็นท่อนๆ ละ 2.4 ม. สำหรับท่อประธานจะเจาะรูด้วยสว่านแท่นใช้ดอกสว่านขนาด 4 หุน ทำการเชื่อมท่อแต่ละเส้นเข้ากับท่อประธานจนครบ บีบปลายท่อประธานที่มุมขวาล่างและมุมซ้ายบนแล้วเชื่อมปิดให้สนิท ที่ปลายซ้ายล่างและขวาบนของท่อประธานต่อข้องอฉากแล้วต่อท่อประธานอีกประมาณ 1 ฟุต ในลักษณะที่ท่อจะโผล่ปลายเข้าไปในภายในห้อง

ก่อนนำไปติดตั้งทุกครั้งต้องทำการทดสอบรั่วเสียก่อน โดยกรอกน้ำให้เต็มแผงท่อทองแดงทิ้งไว้ประมาณสัก 5 นาที โดยปรกติแล้วถ้ามีรอยรั่วแล้วจะสามารถมองเห็นน้ำที่รั่วได้ในทันที หากต้องการทดสอบด้วยแรงดันสามารถทำได้โดย หลังจากที่กรอกน้ำจนเต็มแล้วเชื่อมปิดปลายท่อให้หมด ควรให้รอยเชื่อมอยู่ห่างจากระดับน้ำอย่างน้อย 20 ซ.ม เพื่อให้เชื่อมได้ง่าย นำหัวอัดน้ำยาของระบบแอร์มาเชื่อมติดที่ปลายท่อข้างหนึ่งแล้วอัดลมเข้าไปอย่างน้อย 30 PSI (ในระหว่างใช้งานระบบผนังเย็นเกิดแรงดันในท่อทองแดงไม่เกิน 6 PSI) ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที หากพบรอยรั่วก็จะต้องทำเครื่องหมายไว้ระบายน้ำออกแล้วจึงเชื่อมซ่อม รอยรั่วที่พบมักเกิดจากการเชื่อมที่ลวดเชื่อมไม่ละลายเต็มที่เพราะเป่าแก๊สไม่ร้อนพอ

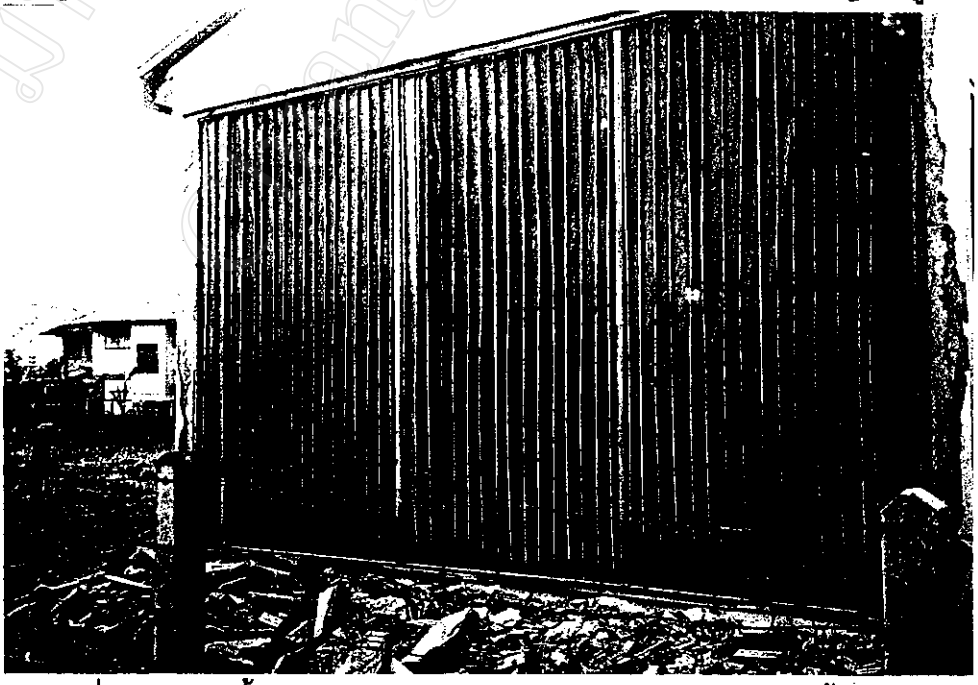


รูปที่ 4.4 การติดตั้งแผงท่อทองแดงเข้ากับผนังอาคารทดสอบผนังก่ออิฐฉาบปูน

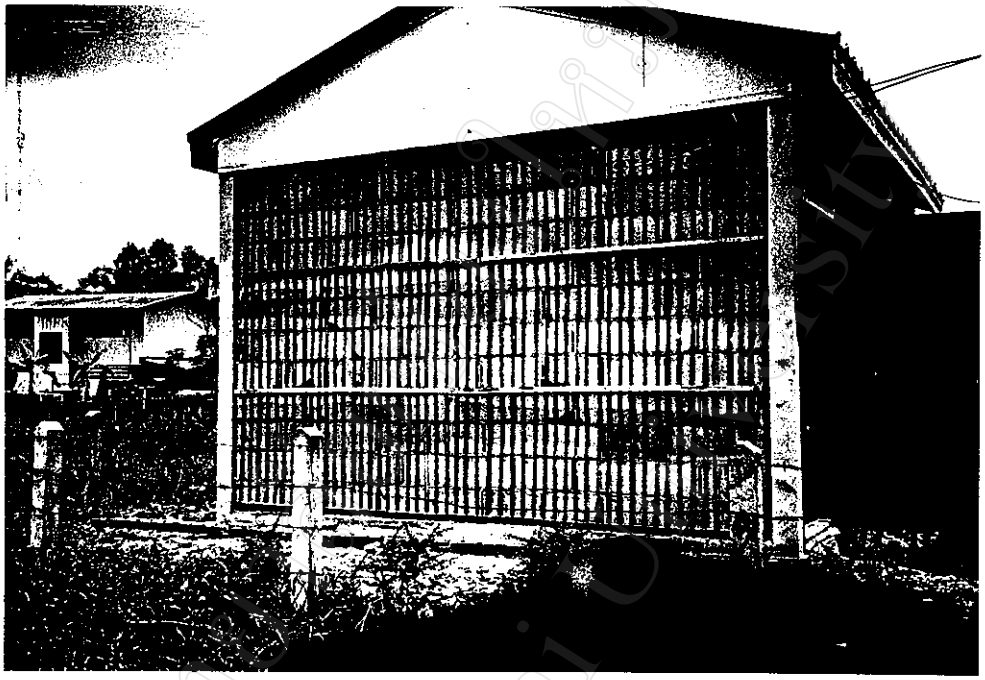
ท่อทองแดงที่นำมาใช้นี้เป็นท่อที่ใช้ในระบบปรับอากาศ ขายเป็นม้วนความยาวม้วนละ 15 เมตร หาซื้อได้จากร้านขายอะไหล่และอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศทั่วไป ลวดเชื่อมใช้ลวดเชื่อมทองแดงเกรดธรรมดา แก๊สเชื่อมใช้แก๊สหุงต้มร่วมกับอ๊อกซิเจน

การติดตั้งแผงท่อทองแดงเข้ากับผนังก่ออิฐฉาบปูนทำได้โดย เจาะผนังก่ออิฐที่มุมซ้ายล่างและขวาบน ยกแผงท่อทองแดงขึ้นทาบติดกับผนังอาคารให้ท่อส่วนที่ต่อกับท่อสายยางสอดเข้าไปในรูที่เจาะไว้ ยึดแคล้มป์ให้แผงท่อทองแดงแนบติดกับผนังดังรูปที่ 4.4 แล้วฉาบปูนทับ ให้ปูนฉาบทับท่อหนาประมาณ 1 ซ.ม หากฉาบปูนทับเพียงแค่ 0.5 ซ.ม จะเกิดการแตกลายงาบริเวณแนวท่อ

รูปที่ 4.5 การติดตั้งแผงท่อทองแดงเข้ากับเพดานของอาคารทดสอบผนังก่ออิฐฉาบปูน



รูปที่ 4.6 การติดตั้งแผงท่อทองแดงเข้ากับผนังอาคารทดสอบผนังไม้อัด 2 ชั้น



รูปที่ 4.7 การติดตั้งแผงท่อทองแดงเข้ากับผนังอาคารทดสอบผนังซีเมนต์บล็อค

การติดตั้งแผงท่อทองแดงบนเพดานจะวางแผงท่อทองแดงทับบนฝ้าเพดานจนเต็มพื้นที่ดังแสดงในรูปที่ 4.5 ผนังอาคารแบบไม้อัด 2 ชั้นจะติดตั้งไม้อัดหนา 6 ม.ม ประกบ 2 ข้างของแผงท่อทองแดงดังแสดงในรูปที่ 4.6 การติดตั้งแผงท่อทองแดงติดกับผนังซีเมนต์บล็อคใช้วิธีการเช่นเดียวกับผนังก่ออิฐฉาบปูนทุกประการดังแสดงในรูปที่ 4.7

4.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ

4.3.1 เครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในการทดสอบเป็นแบบแยกส่วนตั้งพื้น ขนาด 25800 Btu/hr, 220 V 1 Ph, 10.1 A ในส่วนของชุดจ่ายลมเย็น พัดลมกินไฟประมาณ 0.40-0.43 A ระหว่างการทดสอบจะปรับอุณหภูมิไว้ที่ 25 เซลเซียสเสมอ

4.3.2 ปั๊มน้ำ

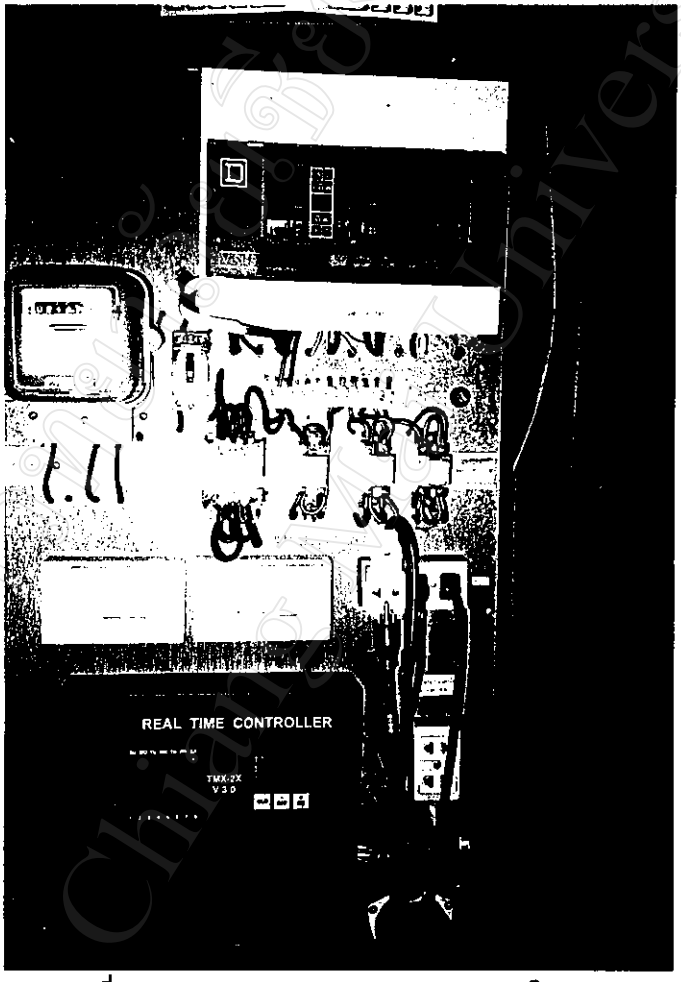
Main Pump ที่ใช้ส่งน้ำไหลหมุนเวียนในระบบผนังเย็นเป็นปั๊มหอยโข่ง Capacity 26/30 l/min Head 3.4/4.5 m Pipe Dia 17 mm. 2830/3300 RPM (50/60 Hz) Output 20/30 W Input 45/55 W 0.24/0.26 A 220V

4.3.3 Valve

Valve ที่ควบคุมอัตราการไหลมีทั้งหมด 5 ตัว ตัวแรกเป็น Globe Valve ขนาด 1" ใช้ควบคุมปริมาณน้ำที่ออกจากปั๊มไหล Bypass กลับถัง อีก 4 ตัวเป็น Globe Valve ขนาด ¼" ใช้ควบคุมอัตราการไหลของน้ำไหลเข้าผนังแต่ละด้าน

4.3.4 Wattmeter และอุปกรณ์ไฟฟ้า

Wattmeter มีขนาด 40 A ใช้สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าของระบบปรับอากาศอย่างเดียว ดังแสดงในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 Wattmeter และแผงควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

4.3.5 หอผึ่งเย็น

หอผึ่งเย็นเลือกใช้ขนาดเล็กที่สุดมีขนาด Nominal Water Flow 65 L/min พัดลมมีขนาดมอเตอร์ 0.12 kW

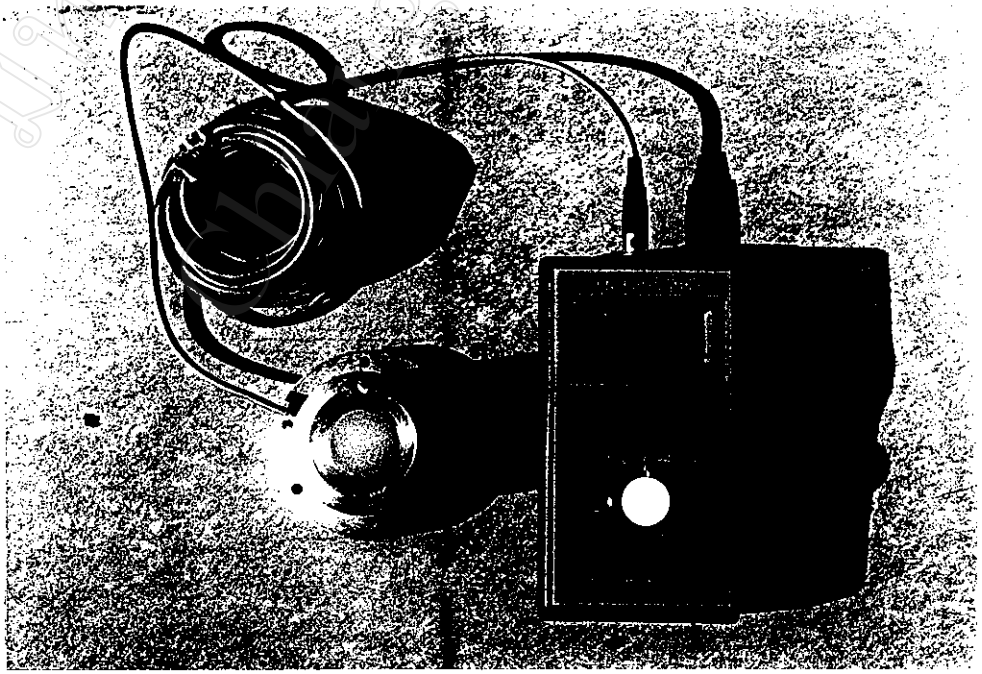
4.3.6 ถังเก็บน้ำ

ทำจากถังน้ำมัน 200 ลิตร หุ้มฉนวนโดยรอบถังทั้งหมด กำหนดปริมาณน้ำในถัง 100 ลิตร โดยทำเป็นระดับน้ำล้นเอาไว้ ติดตั้งหลอดดูระดับน้ำที่ข้างถัง ที่ฝาถังติดท่อรับน้ำที่ไหลกลับจากผนังด้านต่างๆ และไหลกลับจากหอผึ่งเย็น

4.3.7 Flowmeter

Flowmeter แบบลูกลอย Capacity 500 l/hr Tube size 25 mm. ชนิดลูกลอยเป็น Stainless Steel 1.4571 จำนวน 4 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.9 Flowmeter



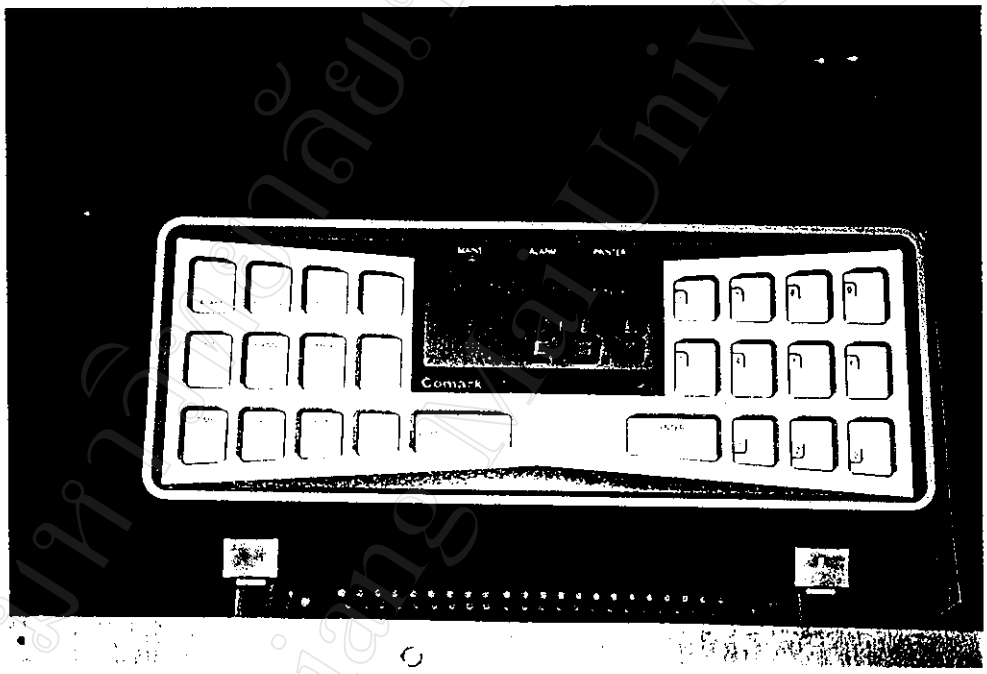
รูปที่ 4.10 Pyranometer

4.3.8 ท่อสายยาง

ใช้เป็นท่อน้ำต่อเชื่อมอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ทดสอบ เป็นท่อทึบแสงขนาด 6 หุน สามารถจะต่อสวมเข้ากับท่อทองแดงขนาด 6 หุนที่โผล่ออกจากผนังได้พอดี เนื่องจากท่อบางส่วนเดินอยู่ในห้องทดสอบ ดังนั้นจะหุ้มท่อด้วยฉนวน Aeroflex ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใน 1 1/8" หนา 3/8"

4.3.9 Pyranometer

ใช้วัดความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ส่องตกกระทบในขณะที่อ่านค่า หน่วยเป็น W/m^2 ดังแสดงในรูปที่ 4.10 ค่าที่วัดได้เป็นผลรวมของทั้งรังสีตรง (Direct Beam) และรังสีสะท้อนจากก้อนเมฆ (Diffuse Beam) ถ้าปล่อยให้หัววัดรับแสงแดดไปเรื่อยๆ เครื่องจะนำความเข้มแสงที่วัดได้ไปอินทีเกรตเทียบกับเวลาได้เป็นค่าพลังงานแสงแดดในช่วงเวลาที่ทำการวัด มีหน่วยเป็น kWh/m^2



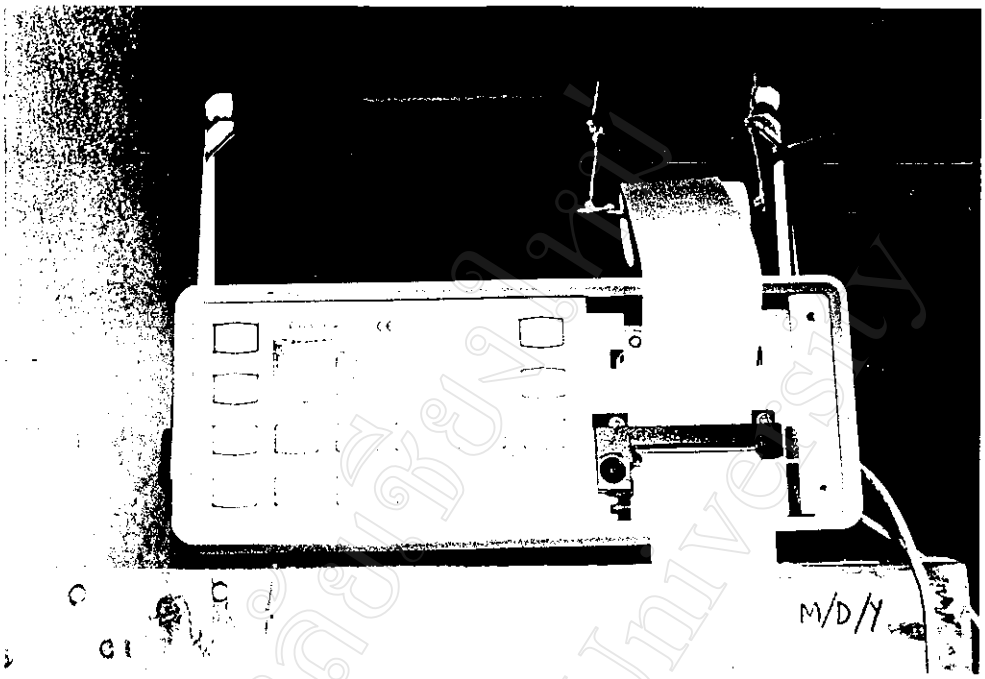
รูปที่ 4.11 เครื่อง Datalogger ยี่ห้อ Comark แบบ 20 ช่อง

4.3.10 Datalogger

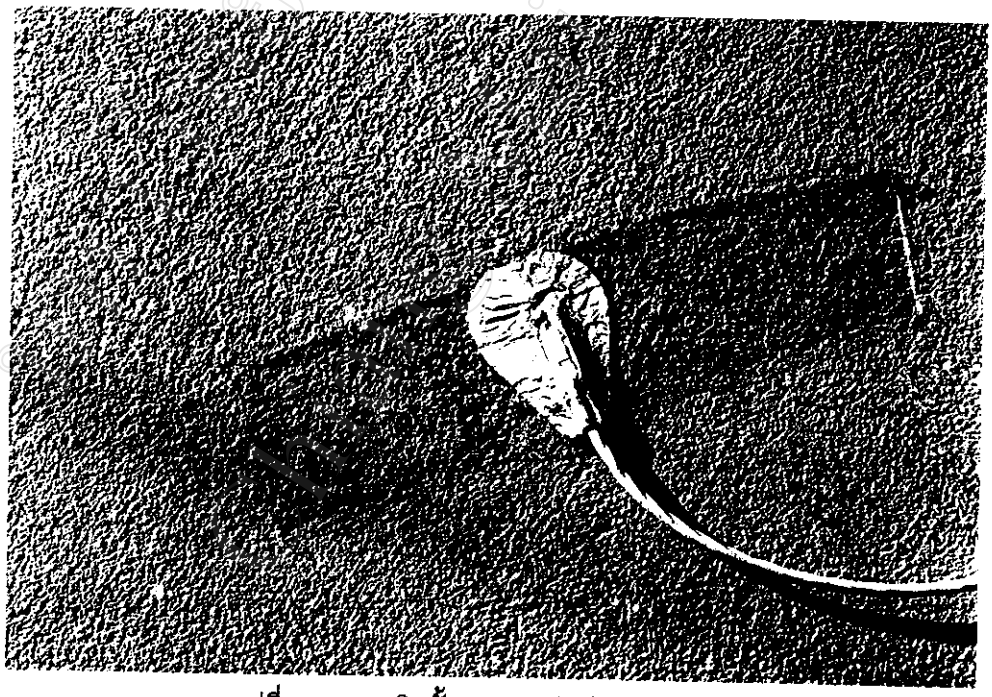
ใช้วัดและบันทึกค่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆ ในงานวิจัยนี้ใช้ Datalogger 2 เครื่อง คือ

4.3.10.1 เครื่อง Datalogger ยี่ห้อ Comark แบบ 20 ช่อง ดังแสดงในรูปที่ 4.11 สามารถรับข้อมูลได้ครั้งละ 20 จุด มีหน่วยความจำในเครื่อง 1440 Record ถ้าเก็บข้อมูลทุกๆ ครึ่งชั่วโมงก็จะเก็บได้นาน 30 วัน สามารถถ่ายข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ข้อจำกัดของเครื่องนี้คือใช้ Sensor แบบ Thermister ไม่สามารถใช้สายเทอร์โมคัปเปิลธรรมดาแทนได้และต้องระวังไม่ให้ถูกน้ำ เครื่องนี้จะใช้วัดอุณหภูมิผนังอาคารและอุณหภูมิอากาศทั้งด้านนอกและด้านในอาคาร

4.2.10.2 เครื่อง Datalogger ยี่ห้อ Comark แบบ 10 ช่อง ดังแสดงในรูปที่ 4.12 เก็บข้อมูลได้ครั้งละ 10 จุดและพิมพ์ค่าที่ตรวจวัดได้ออกมาทันที ไม่สามารถถ่ายข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ หัว Sensor ใช้สายเทอร์โมคัปเปิล Type K เครื่องนี้จะใช้วัดอุณหภูมิน้ำที่จุดต่างๆ



รูปที่ 4.12 เครื่อง Datalogger ยี่ห้อ Comark แบบ 10 ช่อง



รูปที่ 4.13 การติดตั้ง Sensor ติดกับผนังอาคาร

4.4 การวัดแสงอาทิตย์

การวัดแสงอาทิตย์จะแบ่งเป็น 2 แบบคือ วัดความเข้มแสงอาทิตย์และวัดค่าพลังงานแสงอาทิตย์ การวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบผนังอาคารทั้ง 4 ด้านจะได้ค่าความเข้มมีหน่วยเป็น W/m^2 ทำการวัดชั่วโมงละครั้งตั้งแต่ 6.00 น. – 18.00 น. ค่าที่วัดได้นี้จะใช้เป็นข้อมูลในการทำแบบจำลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับการวัดค่าพลังงานแสงอาทิตย์จะวัดเฉพาะในแนวราบเนื่องจากมี

Pyranometer เพียงเครื่องเดียว ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็น kWh/m^2 จะทำการวัดตลอดช่วงที่มีแสงอาทิตย์ ค่าพลังงานที่วัดได้นี้จะนำมาใช้เปรียบเทียบค่ากับวันอื่นๆว่าได้รับแสงแดดใกล้เคียงกันหรือไม่

4.5 การวัดอุณหภูมิผนังอาคาร

ผนังอาคารจะวัดอุณหภูมิทั้งด้านนอกและด้านใน โดยใช้เทปใสติด Sensor ติดกับผนังอาคาร ดังแสดงในรูปที่ 4.13

4.6 การวัดอุณหภูมิน้ำ

สายเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้วัดอุณหภูมิน้ำเป็นแบบธรรมดาไม่กันน้ำ ผู้ทำวิจัยใช้วิธีหุ้มสายเทอร์โมคัปเปิลด้วยท่อสายอากาศของตู้เลี้ยงปลา ใช้กาวอีป๊อกซี่หยอดที่ปลายสายเพื่อกันน้ำทิ้งไว้ให้แห้ง ลวดเทอร์โมคัปเปิลที่โผล่พ้นจากกาวออกมาจะพันเข้าด้วยกันและบีบย้ำให้ติดกัน ซึ่งลวดส่วนนี้จะทำหน้าที่เป็น Sensor วัดอุณหภูมิน้ำ การใช้งานทำได้โดยเจาะท่อทองแดงส่วนที่โผล่พ้นผนังออกมา เส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะจะใกล้เคียงกับขนาดของท่อหุ้มสายเทอร์โมคัปเปิล สอดสายเทอร์โมคัปเปิลเข้าไปในรูที่เจาะนี้แล้วใช้กาวอีป๊อกซี่ทายึดให้ติดกัน การติดตั้งจะทำที่บริเวณทางเข้าออกของผนังทุกด้าน และนอกจากนี้จะวัดอุณหภูมิน้ำที่ถังเก็บน้ำและทางออกของหอผึ่งเย็น

4.7 การวัดปริมาณกระแสไฟฟ้า

Wattmeter จะใช้วัดปริมาณกระแสไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ บันทึกค่าในตอนเที่ยงคืนและเวลา 8.00 น. กับ 17.00 น.

4.8 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

4.8.1 การไหลหมุนเวียนของน้ำ

ในการทดสอบผนังแต่ละด้าน จะทดสอบการไหลเวียนของน้ำแบบต่างๆ วิธีการทดสอบจะแบ่งออกได้ 3 วิธีคือ

4.8.1.1 น้ำไหลเวียนตลอดเวลา จะเปิดปั๊มน้ำตั้งแต่เวลา 0.00 น.ไปจนถึง 24.00 น.

4.8.1.2 เปลี่ยนน้ำออกจากระบบ โดยจะเปิดปั๊มน้ำเวลา 8.00 –24.00 น. ถ่ายน้ำร้อนจากถังหุ้มฉนวน100 ลิตร และใช้น้ำจากถังน้ำสำรองขนาด 1200 ลิตร เติมน้ำให้กับถังหุ้มฉนวน 100 ลิตร ในเวลา 17.00 น.ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำมีความร้อนสูง

4.8.1.3 ใช้หอผึ่งเย็นลดอุณหภูมิน้ำที่ออกจากผนัง โดยระบายความร้อนที่หอผึ่งเย็นเสียก่อนแล้วจึงไหลกลับถังเก็บน้ำ เปิดปั๊มน้ำเวลา 8.00 –24.00 น. โดยจะเปิดพัดลมของหอผึ่งเย็น เวลา 8.00 – 17.00 น.

4.8.2 การทดสอบผนังอาคารหุ้มฉนวน

การทดสอบผนังอาคารหุ้มฉนวนจะทำบนผนังอาคารแบบก่ออิฐฉาบปูน เพดานของอาคารจะปูทับด้วยฉนวนใยแก้วตลอดการทดลอง วิธีติดตั้งฉนวนใยแก้วทำได้โดยปูแผ่นใยแก้วที่ผนังด้านในของอาคาร ใช้ไม้ตียึดตามแนวขอบและตรงกลางของแผ่นใยแก้ว การวัดอุณหภูมิของผนังอาคารทำเช่นเดียวกับผนังอาคารปรกติ การทดสอบจะทำกับผนังอาคารทีละด้านและครั้งสุดท้ายทำพร้อมกันทุกด้าน ผลการทดสอบจะนำไปเปรียบเทียบกับผนังอาคารปรกติและอาคารผนังเย็น ระหว่างการทดสอบจะมีการวัดค่าต่างๆคือ วัดพลังงานแสงแดดที่ตกกระทบผนังอาคาร วัดอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิผนังอาคารทั้งภายในและภายนอกตลอดวัน และวัดค่ากระแสไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ

ลำดับขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

4.8.2.1 ทดสอบผนังหุ้มฉนวนที่ผนังด้านทิศเหนือ

4.8.2.2 ทดสอบผนังหุ้มฉนวนที่ผนังด้านทิศตะวันออก

4.8.2.3 ทดสอบผนังหุ้มฉนวนที่ผนังด้านทิศใต้

4.8.2.4 ทดสอบผนังหุ้มฉนวนที่ผนังด้านทิศตะวันตก

4.8.2.5 ทดสอบผนังหุ้มฉนวนที่ผนังทุกด้าน

4.8.3 การทดสอบผนังเย็นบนผนังก่ออิฐฉาบปูน

การทดสอบผนังเย็นกับผนังก่ออิฐฉาบปูนในแต่ละด้านและพร้อมกันทุกด้าน มีวิธีการทดสอบโดยมีการหมุนเวียนของน้ำ 3 ลักษณะดังอธิบายไว้ในหัวข้อ 4.8.1

ระหว่างการทดสอบจะมีการวัดค่าต่างๆคือ วัดพลังงานแสงแดดที่ตกกระทบผนังอาคาร วัดอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิผนังอาคารทั้งภายในและภายนอกตลอดวัน วัดอุณหภูมิน้ำที่ไหลเข้าออกผนังอาคารแต่ละด้าน อุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำ อุณหภูมิน้ำที่ออกจากหอผึ่งเย็น ควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่ 300 ลิตร/ชั่วโมง และวัดค่ากระแสไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ สำหรับการทดสอบที่ผนังด้านทิศใต้และการทดสอบบนผนังทุกด้านจะเพิ่มการทดสอบที่อัตราการไหล 150 ลิตร/ชั่วโมงด้วย

ลำดับขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

4.8.3.1 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังด้านทิศเหนือ ใช้หอผึ่งเย็น

4.8.3.2 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังด้านทิศเหนือ น้ำไหลหมุนเวียนตลอดวัน

4.8.3.3 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังด้านทิศเหนือ เปลี่ยนน้ำออกจากระบบในตอนเย็น

4.8.3.4 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังด้านทิศตะวันออก ใช้หอผึ่งเย็น

4.8.3.5 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังด้านทิศตะวันออก น้ำไหลหมุนเวียนตลอดวัน

4.8.3.6 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังด้านทิศตะวันออก เปลี่ยนน้ำออกจากระบบในตอนเย็น

4.8.3.7 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังด้านทิศตะวันตก ใช้หอผึ่งเย็น

4.8.3.8 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังด้านทิศตะวันตก น้ำไหลหมุนเวียนตลอดวัน

4.8.3.9 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังด้านทิศตะวันตก เปลี่ยนน้ำออกจากระบบในตอนเย็น

4.8.3.10 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังด้านทิศใต้ ใช้หอผึ่งเย็น

4.8.3.11 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังด้านทิศใต้ น้ำไหลหมุนเวียนตลอดวัน
4.8.3.12 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังด้านทิศใต้ เปลี่ยนน้ำออกจากระบบในตอนเย็น
4.8.3.13 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังด้านทิศใต้ ใช้หอผึ่งเย็น อัตราการไหล 150 ลิตร/ชั่วโมง
4.8.3.14 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังด้านทิศใต้ น้ำไหลหมุนเวียนตลอดวัน อัตราการไหล 150 ลิตร/ชั่วโมง
4.8.3.15 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังด้านทิศใต้ เปลี่ยนน้ำออกจากระบบ อัตราการไหล 150 ลิตร/ชั่วโมง

4.8.3.16 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังทุกด้าน ใช้หอผึ่งเย็น
4.8.3.17 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังทุกด้าน น้ำไหลหมุนเวียนตลอดวัน
4.8.3.18 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังทุกด้าน เปลี่ยนน้ำออกจากระบบในตอนเย็น
4.8.3.19 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังทุกด้าน ใช้หอผึ่งเย็น อัตราการไหล 150 ลิตร/ชั่วโมง
4.8.3.20 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังทุกด้าน น้ำไหลหมุนเวียนตลอดวัน อัตราการไหล 150 ลิตร/ชั่วโมง
4.8.3.21 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังทุกด้าน เปลี่ยนน้ำออกจากระบบ อัตราการไหล 150 ลิตร/ชั่วโมง

4.8.4 การทดสอบผนังเย็นกับเพดาน (ผนังก่ออิฐฉาบปูน)

การทดสอบการใช้ผนังเย็นที่เพดานทำในอาคารที่มีผนังแบบก่ออิฐฉาบปูน เริ่มจากการเปิดหน้าจั่วหลังคาออกรื้อเอาฉนวนใยแก้วที่ปูทับเพดานออก นำแผงท่อทองแดงขึ้นไปวางทับเพดานโดยทำแผงท่อทองแดงเป็น 4 ชุดเพื่อความสะดวกในการติดตั้ง เชื่อมท่อทองแดงเข้าด้วยกันด้วยท่อยางแล้วติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลเพื่อวัดอุณหภูมิน้ำเข้าออกชุดแผงท่อทองแดงทั้งหมด

ลำดับขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

4.8.4.1 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังเพดาน ใช้หอผึ่งเย็น
4.8.4.2 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังเพดาน น้ำไหลหมุนเวียนตลอดวัน
4.8.4.3 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังเพดาน เปลี่ยนน้ำออกจากระบบในตอนเย็น
4.8.4.4 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังเพดาน ใช้หอผึ่งเย็น อัตราการไหล 150 ลิตร/ชั่วโมง
4.8.4.5 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังเพดาน น้ำไหลหมุนเวียนตลอดวัน อัตราการไหล 150 ลิตร/ชั่วโมง
4.8.4.6 ทดสอบผนังเย็นที่ผนังเพดาน เปลี่ยนน้ำออกจากระบบ อัตราการไหล 150 ลิตร/ชั่วโมง

4.8.5 การทดสอบผนังเย็นกับผนังไม้อัดสองชั้น

ก่อนที่จะทำการรื้อผนังก่ออิฐฉาบปูนจะทำการสกัดปูนที่ฉาบทับท่อทองแดงเพื่อนำท่อทองแดงมาใช้ใหม่ ผนังไม้อัดสองชั้นทำด้วยไม้อัดขนาดหนา 6 ม.ม ติดตั้งประกบชุดแผงท่อทองแดงอยู่ตรงกลางระยะห่างของแผ่นไม้อัดประมาณ 2 ซ.ม โครงไม้อัดใช้ไม้เนื้ออ่อนขนาด 1 x 2" ผนังด้านนอกทาสีเทาอ่อนเหมือนผนังก่ออิฐฉาบปูน ทำการอุดรอยรั่วระหว่างแผ่นไม้อัดด้วยปูนและเทปกาว

ลำดับขั้นตอนการทดสอบเช่นเดียวกับผนังก่ออิฐฉาบปูน

4.8.6 การทดสอบผนังเย็นกับผนังซีเมนต์บล็อค

การสร้างผนังซีเมนต์บล็อคทำเช่นเดียวกับผนังก่ออิฐฉาบปูน เพียงแต่เปลี่ยนจากอิฐไปเป็นซีเมนต์บล็อคแทน การติดตั้งแผงท่อทองแดง ฉาบปูนทับและทาสีก็เป็นเช่นเดียวกัน

ลำดับขั้นตอนการทดสอบเช่นเดียวกับผนังก่ออิฐฉาบปูน