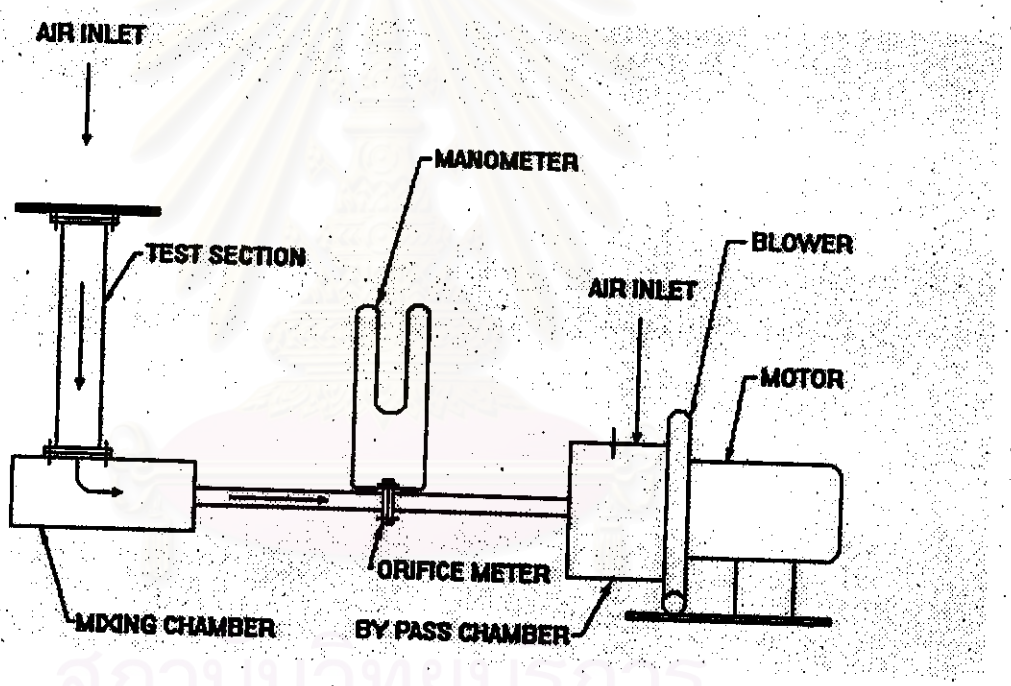
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

อุปกรณ์ทดลองและการดำเนินงานวิจัย

4.1 ลักษณะทั่วไปของอุปกรณ์

ในบทนี้จะกล่าวถึงลักษณะโดยทั่วไปของอุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลองเพื่อหาค่า สัมประสิทธิ์การพาความร้อนภายในท่อสามเหลี่ยมด้านเท่าและท่อสามเหลี่ยมมุมฉากที่คำนึงถึงอิทธิพลจากปากทางเข้าด้วย



รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะของอุปกรณ์ทดสอบ

จากรูปที่ 4.1 เป็นรูปที่แสดงลักษณะโดยทั่วไปของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ อุปกรณ์ทดลองประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ ส่วนทดสอบ กล่องผสม กล่องระบายอากาศ ออริฟิสมิเตอร์ และพัดลมดูดอากาศ การทำงานของอุปกรณ์ทดลองเริ่มจากพัดลมจะเป็นตัวดูดอากาศให้ไหลผ่านส่วนทดสอบ ผ่านกล่องผสม ออริฟิสมิเตอร์ และกล่องระบายอากาศตามลำดับ อากาศที่ไหลผ่านอุปกรณ์ทดลองจะสามารถปรับเปลี่ยนอัตราการไหลได้ด้วยการปรับ

ให้อากาศดูดเข้าทางกล่องระบายอากาศมากหรือน้อยต่างกัน กล่าวคือถ้าเปิดกล่องระบายอากาศมาก แล้วอากาศที่ไหลผ่านส่วนทดสอบจะมีอัตราการไหลต่ำแต่ถ้าเปิดกล่องระบายอากาศน้อย อากาศที่ไหลผ่านส่วนทดสอบก็จะมีอัตราการไหลสูง สำหรับการวัดอัตราการไหลของอากาศวัดได้จากอุปกรณ์ออริฟิสมิเตอร์ ส่วนทดสอบในงานวิจัยนี้จะเป็นท่อสามเหลี่ยม 2 แบบ คือ ท่อสามเหลี่ยมด้านเท่ากับท่อสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่ผิวท่อทุกๆ ด้านจะมีแผ่นให้ความร้อนประกบอยู่เพื่อทำหน้าที่ให้ความร้อนกับอากาศที่ไหลภายในท่อ อุณหภูมิของอากาศที่เข้าท่อ อากาศที่ออกจากส่วนทดสอบ และอุณหภูมิที่ผิวท่อ ณ ตำแหน่งต่างๆ จะใช้เทอร์โมคัปเปิลเป็นอุปกรณ์ในการวัด และสำหรับปากทางเข้าของส่วนทดสอบจะใช้เป็นแผ่นเรียบยึดอยู่โดยรอบหน้าตัดของท่อทดสอบ

4.1.1 <u>ส่วนทดสอบและส่วนให้ความร้อนกับผิวท่อ</u>

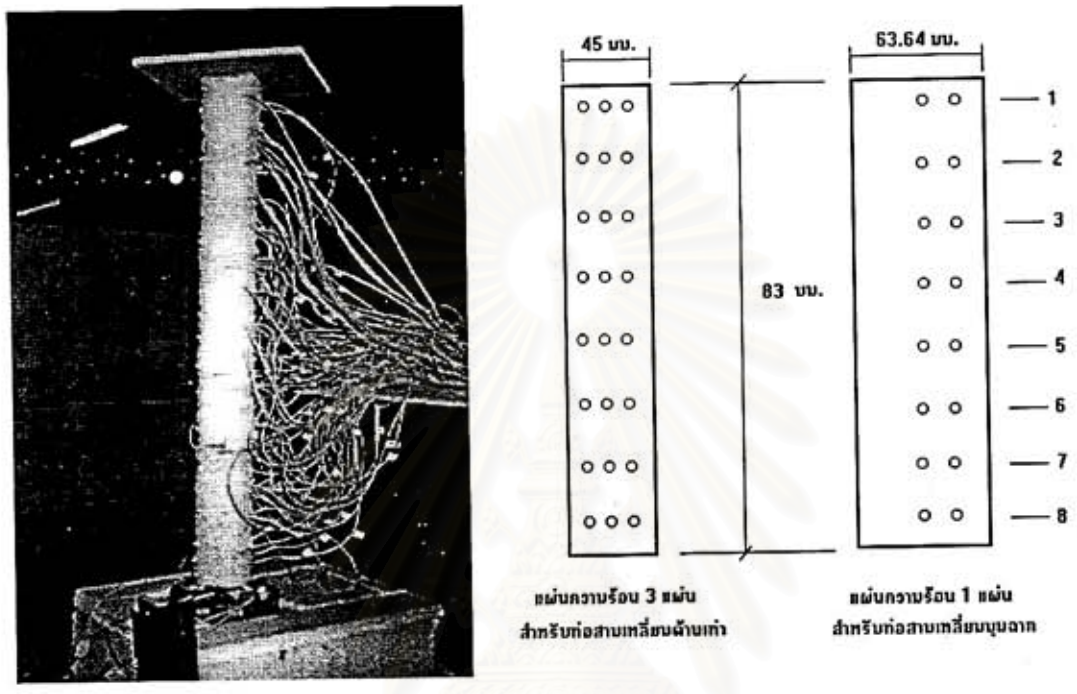
ส่วนทดสอบจะประกอบไปด้วยท่อที่ต้องการทำการทดสอบในงานวิจัยนี้ท่อทดสอบจะเป็นท่อสามเหลี่ยมด้านเท่าและท่อสามเหลี่ยมมุมฉากดังแสดงในรูปที่ 4.2 โดยท่อที่ใช้จะทำขึ้นมาจากแผ่นทองแดงหนาประมาณ 0.7 มิลลิเมตร นำมาพับเป็นท่อรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ขนาด 45 มิลลิเมตร x 45 มิลลิเมตร x 45 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางไฮโดรลิคมีค่าประมาณ 25.98 มิลลิเมตร และท่อรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ขนาด 45 มิลลิเมตร x 45 มิลลิเมตร x 63.64 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางไฮโดรลิคมีค่าประมาณ 26.36 มิลลิเมตร ความยาวของท่อทดสอบทั้งสองมีความยาวเท่ากับ 840 มิลลิเมตร ส่วนของปากทางเข้าท่อทดสอบติดอยู่กับแผ่นเรียบและส่วนของทางออกท่อจะเชื่อมต่อกับกล่องผสม ที่ผิวท่อจะมีส่วนให้ความร้อนติดอยู่ในทุกๆ ด้าน

ส่วนให้ความร้อนทำขึ้นมาจากแผ่นสแตนเลสมาประกบกันภายในมีเส้นลวดความร้อนที่มีฉนวนหุ้มอยู่และมีแผ่นกระจายความร้อนวางกั้นอยู่ระหว่างเส้นลวดความร้อนกับแผ่นสแตนเลส ขนาดของแผ่นให้ความร้อนมี 2 ขนาด ดูได้จากรูปที่ 4.2 โดยขนาดของแผ่นความร้อนจะทำให้มีขนาดเท่ากับพื้นที่ผิวของท่อทดสอบที่กล่าวมาแล้วข้างต้นและจะเจาะรูเป็นช่องเพื่อให้เทอร์โมคัปเปิลสามารถติดกับผิวท่อได้โดยตรง

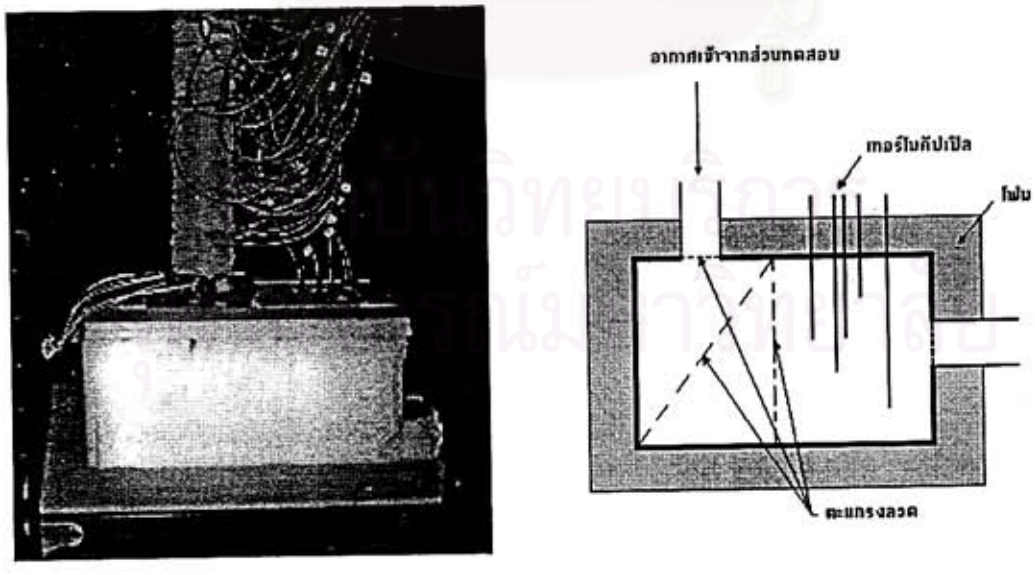
4.1.2 <u>กล่องผสม</u>

กล่องผสมจะทำหน้าที่ผสมอากาศที่ออกจากส่วนทดสอบให้ผสมกันอย่างดีทั้งนี้เพื่อให้อุณหภูมิของอากาศสม่ำเสมอตลอดทุกส่วนผสมของอากาศ และจะได้ทำการวัดอุณหภูมิของอากาศ

ที่ออกจากท่อทดสอบได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ลักษณะของกล่องผสมทั้งภายนอกและภายในดูได้จาก รูปที่ 4.3

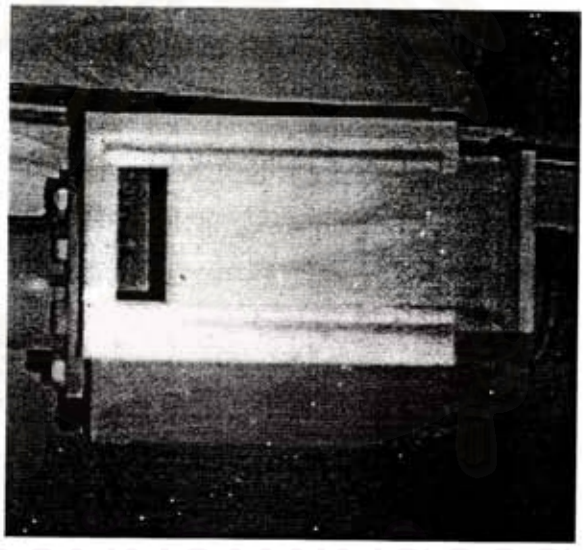


รูปที่ 4.2 ส่วนทดสอบและระบบให้ความร้อน



รูปที่ 4.3 กล่องผสม

ขนาดของกล่องผสมมีขนาดประมาณ 150x300x100 มม^3 ทำด้วยวัสดุไม้อัดที่มีความหนา 10 มิลลิเมตร ด้านบนจะเจาะเป็นช่องวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 50 มิลลิเมตร เป็นทางเข้าของอากาศที่ออกจากส่วนทดสอบและที่ด้านข้างด้านหนึ่งของกล่องจะเจาะเป็นช่องกลมเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 30 มิลลิเมตร เพื่อต่อท่อไปที่พัดลมที่ใช้ดูดอากาศ ตามรอยต่อต่างๆ ถูกอัดไว้ด้วยกาวเพื่อกันรั่ว ด้านนอกของกล่องหุ้มด้วยโฟมหนาประมาณ 50 มิลลิเมตร ส่วนฝาด้านบนนั้นจะใช้ตะปูเกลียวเป็นตัวยึดฝากล่องไว้เพื่อความสะดวกในการถอดประกอบในการทดลอง นอกจากนี้ยังมีตะแกรงลวดชนิดละเอียดมาติดตั้งไว้ภายในกล่องโดยวางไว้ในแนวขวางการไหลดังแสดงในรูปที่ 4.3 ทั้งนี้เพื่อให้อากาศหลังผ่านส่วนทดสอบผสมเข้ากันได้ดีก่อนและทำให้การวัดอุณหภูมิของอากาศภายในกล่องผสม จากเทอร์โมคัปเปิล 5 ตัว ที่ติดตั้ง ไว้ภายในกล่องผสมเป็นอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยอย่างแท้จริง



รูปที่ 4.4 กล่องระบายอากาศ

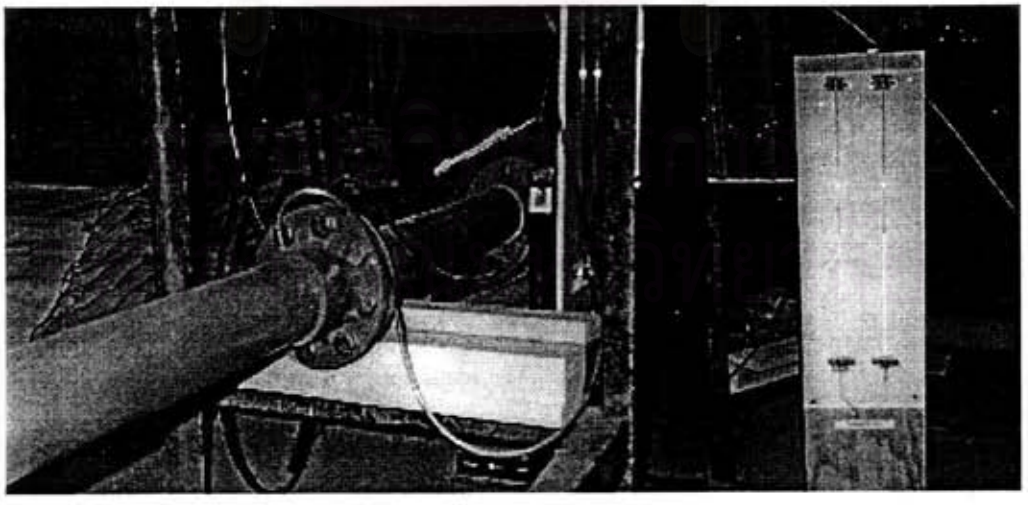
4.1.3 กล่องระบายอากาศ

รูปที่ 3.4 เป็นรูปที่แสดงลักษณะของกล่องระบายอากาศ ที่ใช้ในการทดลองเพื่อทำการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านส่วนทดสอบให้มากน้อยตามแต่ต้องการ กล่องระบายอากาศที่ใช้มีขนาดประมาณ 220 x 240 x 250 มม.^{3} ทำจากไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร ตามรอยต่อ

อัดด้วยกาวไม่ให้อากาศรั่ว ด้านบนของกล่องเจาะเป็นช่องกว้างประมาณ 100 มิลลิเมตร ตลอดความยาวกล่องสำหรับเป็นช่องสำหรับดูดอากาศ ฝาที่ใช้ปิดช่องด้านบนทำจากไม้อัดหนาประมาณ 8 มิลลิเมตร โดยมีไม้ประกบฝาไว้และสามารถเลื่อนฝาให้เปิดเข้าออกได้ ลักษณะการทำงานของกล่องระบายอากาศในการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลทำได้โดยเมื่อเปิดฝาให้อากาศถูกดูดเข้าทางกล่องระบายอากาศมาก อากาศที่ไหลผ่านทางส่วนทดสอบก็จะมีอัตราการไหลน้อย และเมื่อเลื่อนฝาปิดให้เปิดน้อยลงอากาศจะถูกดูดเข้าทางกล่องระบายอากาศน้อยลง อากาศที่ไหลผ่านทางส่วนทดสอบก็จะมีอัตราการไหลมากขึ้น

4.1.4 ออริฟิสมิเตอร์

หลังจากอากาศไหลผ่านออกมาจากกล่องผสมแล้วอากาศไหลผ่านต่อมาในท่อกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 76.2 มิลลิเมตร ที่เชื่อมต่ออยู่กับกล่องผสม ในช่วงของท่อกลมนี้เองจะมีแผ่นออริฟิสมิเตอร์ที่สร้างตามมาตรฐานของ ISO 5167-1 (1991) ติดตั้งอยู่ดังแสดงในรูปที่ 4.5 โดยแผ่นออริฟิสที่ใช้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูเท่ากับ 41.91 มิลลิเมตร หรือ มีค่า β เท่ากับ 0.55 แผ่นออริฟิสจะถูกยึดเข้ากับท่อโดยใช้หน้าแปลนสองชิ้นประกบอยู่ระหว่างหน้าแปลนกับแผ่นออริฟิสจะมีประเก็นยางหนา 2 มิลลิเมตรคั่นอยู่เพื่อป้องกันไม่ให้มีอากาศรั่ว ส่วนการวัดความดันที่แตกต่างกันของอากาศที่ผ่านแผ่นออริฟิสจะใช้มาโนมิเตอร์มาต่อโดยใช้การต่อแบบ D and $D/2$ tapping



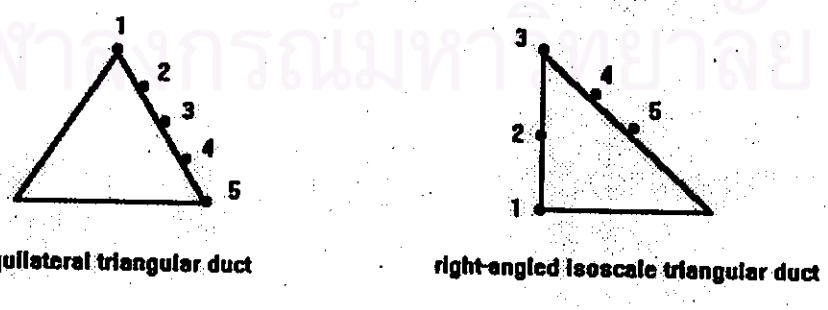
รูปที่ 4.5 ออริฟิสมิเตอร์และมาโนมิเตอร์

4.1.5 การวัดอุณหภูมิ

การวัดอุณหภูมิในการทดลองจะใช้เทอร์โมคัปเปิลเป็นเครื่องมือในการวัด เทอร์โมคัปเปิลที่ใช้เป็นแบบ K (Chromel-Alumel) อุณหภูมิที่ต้องการวัดจากการทดลองประกอบด้วย อุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าสู่ส่วนทดสอบ อุณหภูมิของอากาศที่ออกจากส่วนทดสอบ และอุณหภูมิของผิวท่อ

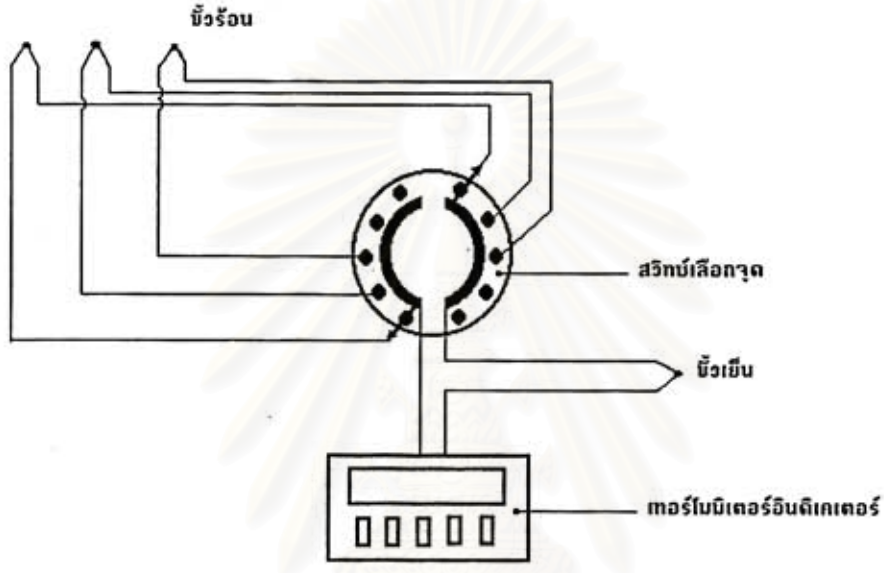
การวัดอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากส่วนทดสอบจะทำการวัดภายในกล่องผสมโดยเจาะรูไว้ 5 รู แล้วสอดสายเทอร์โมคัปเปิลเข้าไปให้แต่ละอันมีความสูงต่ำแตกต่างกันไปเพื่อจะได้ค่าอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยที่ถูกต้องมากขึ้นจากการอ่านค่าจากเทอร์โมคัปเปิลทั้ง 5 อัน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากส่วนทดสอบ

สำหรับการวัดอุณหภูมิของผิวท่อนั้นมีความยุ่งยากเนื่องจากเป็นการยากที่จะติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลที่ด้านในของผิวท่อที่สัมผัสกับอากาศ แต่เนื่องจากว่าความหนาของแผ่นทองแดงที่ใช้ทำท่อมีค่าน้อยมากและทองแดงมีค่าสัมประสิทธิ์ในการนำความร้อนสูง ดังนั้นเราจึงติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลไว้ที่ผิวด้านนอกแทนได้ และในกรณีของงานวิจัยในครั้งนี้เป็นการทดลองกับท่อสามเหลี่ยมด้านเท่าและท่อสามเหลี่ยมมุมฉากซึ่งอุณหภูมิของผิวท่อรอบๆ หน้าตัดจะมีค่าไม่เท่ากัน ดังนั้นจะต้องมีการวัดอุณหภูมิหลายๆ จุดที่หน้าตัดเดียวกันแล้วจึงนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยภายหลัง ด้วยเหตุนี้ทำให้การวัดอุณหภูมิที่ผิวท่อสามเหลี่ยมนั้นต้องมีจำนวนจุดที่วัดมากขึ้น กล่าวคือ วัดอุณหภูมิ 5 จุด ณ หน้าตัดหนึ่งๆ ของท่อสามเหลี่ยม ดังแสดงในรูปที่ 4.6 และรวมจำนวนจุดที่ต้องวัดตลอดความยาวท่อเป็นจำนวน 45 จุด



รูปที่ 4.6 การติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลบนผิวท่อ

เนื่องจากจำนวนจุดที่ต้องทำการวัดอุณหภูมิเพื่อเก็บข้อมูลในการวิจัยมีจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องใช้สวิทช์เลือกจุดเข้ามาช่วยเพื่อความสะดวกในการอ่านข้อมูลซึ่งการต่อวงจรการวัดอุณหภูมิแสดงไว้ในรูปที่ 4.7 และการแสดงค่าอุณหภูมิจะใช้เทอร์โมมิเตอร์อินดิเคเตอร์แบบดิจิตอลดังแสดงในรูป 4.8



รูปที่ 4.7 วงจรสวิทช์เลือกจุดเพื่ออ่านค่าอุณหภูมิ

รูปที่ 4.8 เทอร์โมมิเตอร์อินดิเคเตอร์

4.1.6 พัดลม

พัดลม พัดลมที่ใช้เป็นพัดลมแบบแรงเหวี่ยง ใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า 380 โวลต์ 50 รอบต่อวินาที กระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ 3 แอมป์ 3 เฟส ช่องดูดอากาศมีลักษณะเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 23 เซนติเมตร

4.2 วิธีการทดลอง

หลังจากตรวจสอบความเรียบร้อยของอุปกรณ์แล้ว เปิดพัดลมโดยให้ฝาปิดของกล่องระบายอากาศอยู่ในลักษณะเปิดเต็มที่ ซึ่งจะทำให้อากาศไหลผ่านส่วนทดสอบน้อยที่สุด จากนั้นค่อยๆ เลื่อนฝาปิดของกล่องระบายอากาศ จนได้อัตราการไหลของอากาศที่ต้องการแล้วเปิดสวิทช์แผ่นทำความร้อน รอจนกระทั่งเข้าสู่สภาวะคงที่ สังเกตได้โดยอุณหภูมิที่ผิวของท่อส่วนทดสอบ ณ หน้าตัดใดๆ ที่กล่องผสมไม่มีความเปลี่ยนแปลง และผลต่างความดันที่ออริฟิสมิเตอร์คงที่แล้วทำการบันทึกค่าต่างๆ ต่อไปนี้

1. อุณหภูมิที่ปากทางเข้าของส่วนทดสอบ
2. อุณหภูมิผิวท่อของส่วนทดสอบที่ปากทางเข้า
3. อุณหภูมิผิวของส่วนทดสอบที่ห่างจากปากทางเข้าเป็นระยะๆ
4. อุณหภูมิที่กล่องผสม
5. อัตราการไหลของอากาศผ่านส่วนทดสอบ

จากนั้นค่อยเพิ่มอัตราการไหลของอากาศผ่านส่วนทดสอบ โดยการเลื่อนฝาปิดกล่องระบายอากาศจนกระทั่งผลต่างความดันเพิ่มขึ้นจนถึงค่าหนึ่งแล้วทำการวัดค่าต่างๆ ที่สภาวะคงที่

หลังจากทำการทดลองเสร็จสิ้นแล้วเราจะได้ข้อมูลเพื่อนำไปคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างค่านัสเซลท์นัมเบอร์กับค่าต่างๆ ได้ตามต้องการ