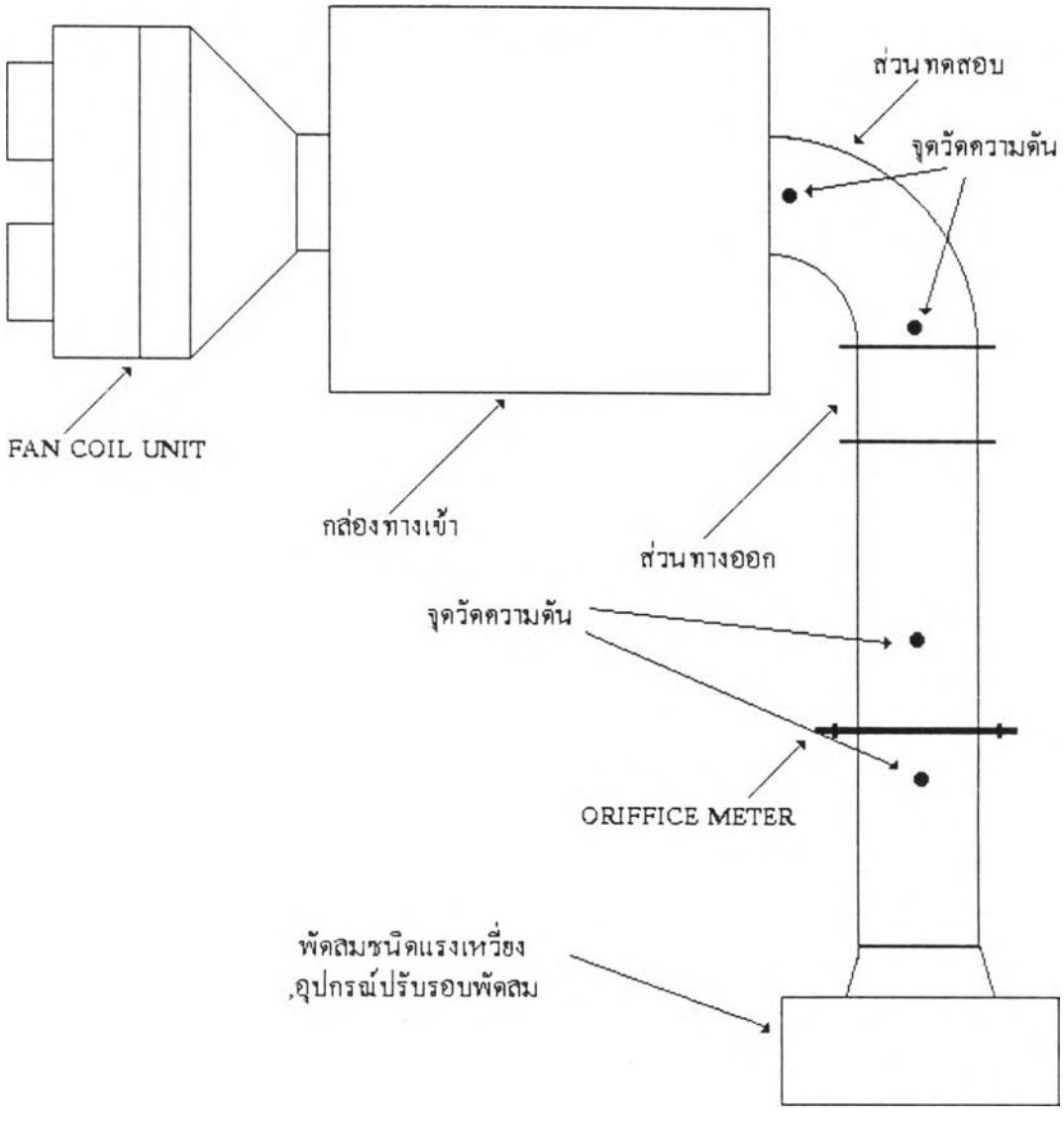
บทที่ 4

อุปกรณ์การทดลอง

ลักษณะโดยทั่วไปของอุปกรณ์การทดลอง

จากรูปที่ 4.1 เป็นการแสดงลักษณะโดยทั่วไปของอุปกรณ์การทดลองเมื่อมองจากวิวด้านบน (Top view) สามารถอธิบายได้ดังนี้การทดลองนี้ใช้ระบบดูดอากาศจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่อุปกรณ์การทดลองโดยพัดลมแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal fan) อากาศที่เข้าสู่อุปกรณ์การทดลองจะถูกทำให้เย็นลงเมื่ออากาศผ่านคอยล์เย็นโดยกระบวนการทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor compression) เมื่ออากาศมีอุณหภูมิลดลงอากาศจะไหลเข้าสู่กล่องทางเข้า (Inlet box) ซึ่งติดตั้งเครื่องทำความร้อนซึ่งสามารถปรับค่าปริมาณความร้อนได้ เพื่อควบคุมให้อุณหภูมิของอากาศภายในกล่องมีอุณหภูมิตามต้องการ ภายในกล่องทางเข้านอกจากติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวแล้วยังติดตั้งคู่ควบอุณหภูมิ (Thermocouple) จำนวน 4 จุด เพื่อทำการเฉลี่ยหาอุณหภูมิแท้จริงของอากาศภายในกล่อง และที่ผนังภายในของกล่องทางเข้าหุ้มด้วยฉนวนใยแก้ว เมื่ออากาศออกจากกล่องทางเข้าอากาศจะเข้าสู่ส่วนทดสอบ (Test section) ส่วนทดสอบภายนอกเป็นท่อหน้าตัดกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 177.8 มิลลิเมตร (7 นิ้ว) ภายในติดตั้งท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่น (ท่อทดสอบ) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 105 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) วางตัวขนานกับส่วนทดสอบ ที่ปลายทั้งสองยึดติดกับกล่องทางเข้าและส่วนทางออก (Outlet section) ที่ผิวภายนอกของส่วนทดสอบติดตั้งลวดความร้อนเป็นระยะห่างเท่าๆกันวางตัวตามแนวแกน ความร้อนจากลวดความร้อนได้จากการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนซึ่งสามารถปรับค่าความร้อนได้ทำให้ผนังท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นได้รับพลังงานความร้อนโดยกลไกการถ่ายเทความร้อนแบบแผ่รังสี (Thermal radiation) ภายในส่วนทดสอบติดตั้งคู่ควบอุณหภูมิเพื่อวัดค่าอุณหภูมิที่ผิวท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่น ซึ่งผิวท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นมีความหนาน้อยมากเพียง 51 ไมโครเมตร และอะลูมิเนียมเป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนสูง ดังนั้นจึงถือว่าอุณหภูมิที่ผิวท่อมีค่าเท่ากับอุณหภูมิที่ผิวภายในท่อ ที่ปลายทางเข้าและทางออกของท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นติดตั้งมานอมิเตอร์ชนิดเอียงเพื่อวัดค่าความดันลดของอากาศ รูปที่ 4.3. แสดงภาพตัดของส่วนทดสอบ เมื่ออากาศที่ออกจากท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นจะเข้าสู่ส่วนทางออกซึ่งติดตั้งคู่ควบอุณหภูมิ จำนวน 4 จุด เพื่อทำการเฉลี่ยหาอุณหภูมิแท้จริงของอากาศที่ออกจากท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่น อากาศที่ไหลออกจากส่วนทางออกจะไหลเข้าสู่ออริฟิซมิเตอร์เพื่อวัดอัตราการไหลของอากาศ จากนั้นอากาศจะเข้าสู่พัดลมและออกสู่สิ่งแวดล้อมในที่สุด



รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะโดยทั่วไปของอุปกรณ์ทดลอง

<u>ท่อทดสอบ</u> **(Test duct)**

ท่อที่ใช้ทดสอบคือท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 105 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) วางตัวในลักษณะต่างๆ แบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

กลุ่มท่อตรง ความยาว 1 เมตร (L/D = 9.524) ประกอบด้วยท่อทดสอบที่มีระยะพิทเท่ากับ 25 (แอมปริจูดเท่ากับ 2.245) , 15 (แอมปริจูดเท่ากับ 10.25) และ 10 (แอมปริจูดเท่ากับ 11.674) มิลลิเมตร กล่าวคือ มีอัตราส่วนระยะแอมปริจูดต่อเส้นผ่าศูนย์กลางท่อเท่ากับ 0.0214 , 0.0976 , 0.111 ตามลำดับ

กลุ่มท่อตรง ความยาว 0.5 เมตร (L/D = 4.762) ประกอบด้วยท่อทดสอบที่มีระยะพิทเท่ากับ 25 (แอมปริจูดเท่ากับ 2.245) , 15 (แอมปริจูดเท่ากับ 10.25) และ 10 (แอมปริจูดเท่ากับ 11.674) มิลลิเมตร กล่าวคือ มีอัตราส่วนระยะแอมปริจูดต่อเส้นผ่าศูนย์กลางท่อเท่ากับ 0.0214 , 0.0976 , 0.111 ตามลำดับ

กลุ่มท่อโค้ง 90 องศา ความยาว 1 เมตร (R/D =6.063) ประกอบด้วยท่อทดสอบที่มีระยะพิทเท่ากับ 23 (แอมปริจูดเท่ากับ 5.389) , 15 (แอมปริจูดเท่ากับ 10.25)และ 10 (แอมปริจูดเท่ากับ 11.674) มิลลิเมตร กล่าวคือ มีอัตราส่วนระยะแอมปริจูดต่อเส้นผ่าศูนย์กลางท่อเท่ากับ 0.0513 , 0.0976 , 0.111 ตามลำดับ

กลุ่มท่อโค้ง 90 องศา ความยาว 0.5 เมตร (R/D = 3.028) ประกอบด้วยท่อทดสอบที่มีระยะพิทเท่ากับ 23 (แอมปริจูดเท่ากับ 5.389), 15 (แอมปริจูดเท่ากับ 10.25) และ 10 (แอมปริจูดเท่ากับ 11.674) มิลลิเมตร กล่าวคือ มีอัตราส่วนระยะแอมปริจูดต่อเส้นผ่าศูนย์กลางท่อเท่ากับ 0.0513 , 0.0976 , 0.111 ตามลำดับ

ในการทดลองนอกจากทำการศึกษาลักษณะการวางตัวของท่อในรูปแบบต่างๆ ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนและความเสียดทานแล้วยังพิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศที่เข้าและออกท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นที่ใช้ทดสอบที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนและความเสียดทานอีกด้วย โดยทำการควบคุมอุณหภูมิของอากาศที่เข้าและออกท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นที่วางตัวในลักษณะต่างๆดังกล่าว อุณหภูมิของอากาศที่ควบคุมในการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1

เพื่อให้ง่ายต่อการอธิบายถึง ลักษณะของผิวท่อ รูปแบบการจัดวางตัวของท่อ และอุณหภูมิของอากาศที่เข้าและออกท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่น ซึ่งเป็นข้อกำหนดในการควบคุมของการทดลองนั้นๆจึงได้กำหนดสัญลักษณ์เพื่อใช้อธิบายถึงข้อกำหนดต่างๆในการควบคุมของในแต่ละการทดลอง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.2 และ สัญลักษณ์ต่างๆมีความหมายดังต่อไปนี้

เมื่อ A,B,C เป็นค่าคงที่

sA หมายถึง ท่อทดสอบวางตัวในแนวตรงยาว A เมตร

bA หมายถึง ท่อทดสอบวางตัวในแนวโค้ง 90 องศา ความยาว A เมตร

PB หมายถึง ท่อทดสอบมีระยะพิทที่ผิวท่อ B มิลลิเมตร

dTC หมายถึง ความแตกต่างของอากาศที่เข้าและออกท่อทดสอบมีค่า C °C

[H],[C] หมายถึง อากาศที่เข้าท่อทดสอบเป็นอากาศอุณหภูมิ 31 °C และ 16 °C ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 เงื่อนไขควบคุมอุณหภูมิที่เข้าและออกของอากาศในท่อทดสอบ

อุณหภูมิอากาศเข้า ($T_{m,i}$, °C)	อุณหภูมิอากาศออก ($T_{m,o}$, °C)	อุณหภูมิเฉลี่ย (T_m, °C)
16	18.5	17.25
16	21	18.5
31	33.5	32.25
31	36	33.5

<u>ส่วนทดสอบ</u> **(Test section)**

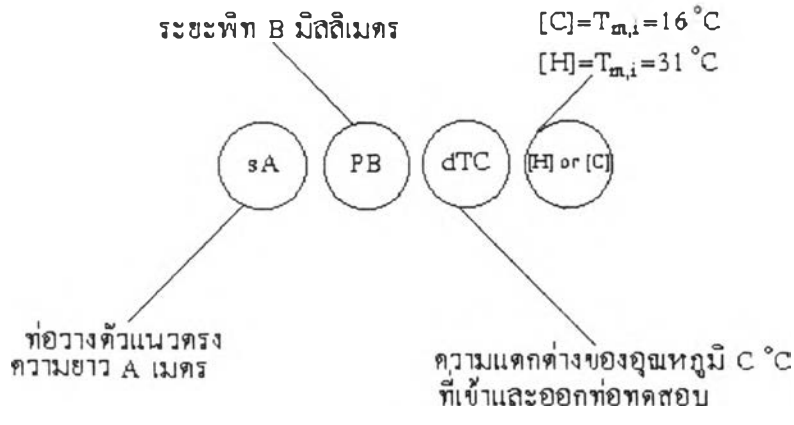
เป็นท่อปล่องทำจากสังกะสีแสดงในรูปที่ 4.3 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 177.8 มิลลิเมตร วางตัวครอบขนานกับท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นที่ใช้ทดสอบ ผนังภายนอกของส่วนทดสอบติดตั้งลวดความร้อนวางตัวในแนวแกนโดยรอบส่วนทดสอบห่างเป็นระยะเท่าๆกัน ใช้ลูกปัดเซรามิกส์รูปถ้วยร้อยตลอดความยาวลวดความร้อนเพื่อเป็นฉนวนไฟฟ้า ส่วนทดสอบมีทั้งหมด 4 ชิ้น คือ

1. ส่วนทดสอบที่ใช้ทดสอบท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นความยาว 1 เมตร วางตัวในแนวตรง ใช้ลวดความร้อนขนาด 1.23 โอห์มต่อหลา

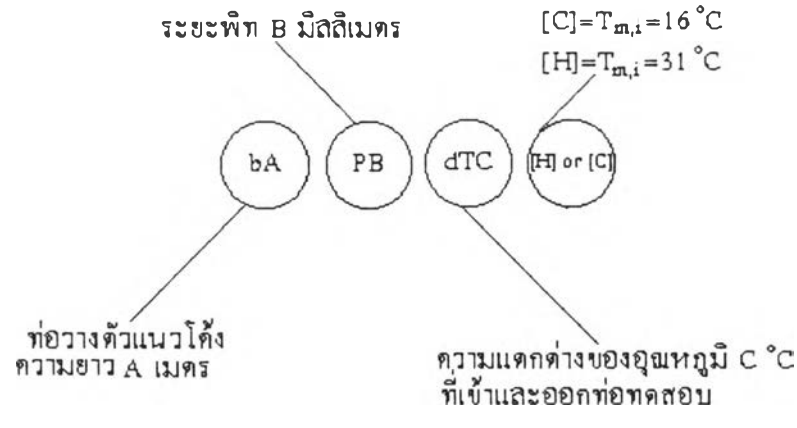
2. ส่วนทดสอบที่ใช้ทดสอบท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นความยาว 0.5 เมตร วางตัวในแนวตรง ใช้ลวดความร้อนขนาด 3 โอห์มต่อหลา

3. ส่วนทดสอบที่ใช้ทดสอบท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นความยาว 1 เมตร วางตัวในแนวโค้ง ทำมุม 90 องศา ใช้ลวดความร้อนขนาด 1.23 โอห์มต่อหลา

4. ส่วนทดสอบที่ใช้ทดสอบท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นความยาว 0.5 เมตร วางตัวในแนวโค้ง ทำมุม 90 องศา ใช้ลวดความร้อนขนาด 3 โอห์มต่อหลา

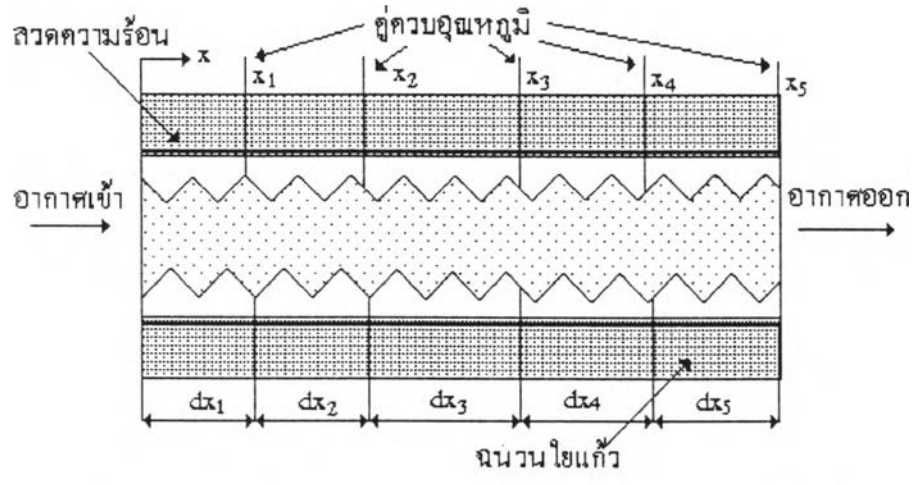


(ก) สำหรับท่อวางตัวแนวตรง



(ข) สำหรับท่อวางตัวแนวโค้ง

รูปที่ 4.2 สัญลักษณ์แสดงรูปแบบการวางตัวของท่อและเงื่อนไขอุณหภูมิในการทดลอง
(ก) สำหรับท่อวางตัวแนวตรง (ข) สำหรับท่อวางตัวแนวโค้ง



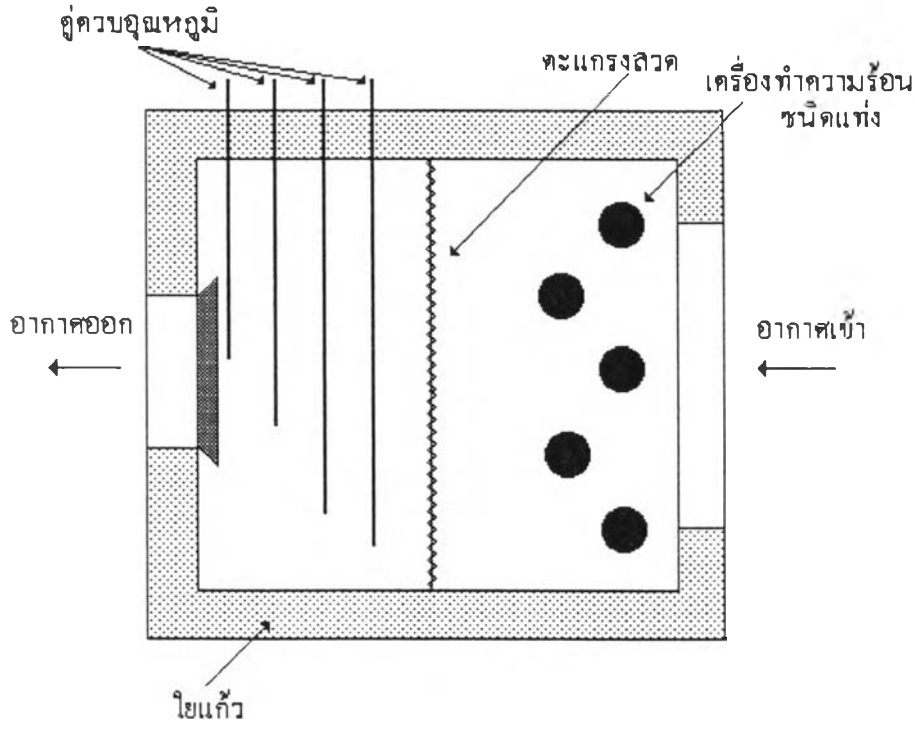
รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะภายในของส่วนทดสอบ และอุปกรณ์ที่ติดตั้ง

<u>กล่องทางเข้า</u> **(Inlet box)**

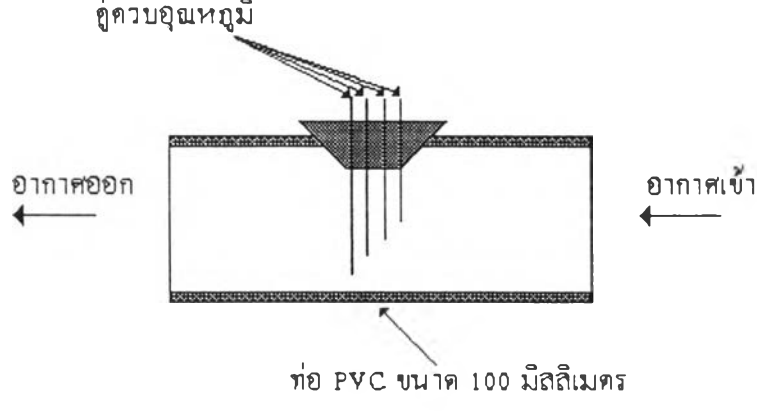
เป็นกล่องที่ทำจากไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร ขนาด 800 × 800 × 800 ลูกบาศก์มิลลิเมตร มีช่องกลมให้อากาศเข้าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 330 มิลลิเมตร และช่องกลมให้อากาศออกจากกล่องขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ที่ปากช่องอากาศออกติดตั้งท่อรูปปากแตรเพื่อให้อากาศที่ออกจากกล่องมีการไหลอย่างสม่ำเสมอ (Uniform flow) ภายในประกอบด้วยเครื่องทำความร้อนชนิดแท่งขนาด 800 วัตต์ จำนวน 5 แท่ง วางขวางสลับฟันปลาบริเวณปากช่องอากาศเข้ากล่องและสามารถปรับค่าความร้อนที่เกิดจากเครื่องทำความร้อนเหล่านี้ได้ อากาศที่ได้รับความร้อนจากเครื่องทำความร้อนเหล่านี้ จะไหลผ่านตะแกรงลวดชนิดละเอียดติดตั้งไว้บริเวณกึ่งกลางภายในกล่องเพื่อให้อากาศภายในกล่องผสมกันได้ดี และติดตั้งคู่ควบอุณหภูมิ จำนวน 4 จุด เพื่อหาค่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของอากาศภายในกล่อง ที่ผนังภายในกล่องบุด้วยฉนวนใยแก้วเพื่อกันการถ่ายเทความร้อนระหว่างอากาศภายในกล่องกับสิ่งแวดล้อม อัดยางซิลิโคนที่รอยต่อของไม้อัดโดยรอบกล่องเพื่อป้องกันการรั่วของอากาศ กล่องทางเข้าแสดงในรูปที่ 4.4

<u>ส่วนทางออก</u> **(Outlet section)**

ส่วนทางออกเป็นท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ยาว 250 มิลลิเมตร ติดตั้งคู่ควบอุณหภูมิจำนวน 4 จุด เพื่อหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศที่ออกจากท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นที่ใช้ทดสอบ แสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะภายในของกล่องทางเข้าและอุปกรณ์ที่ติดตั้ง



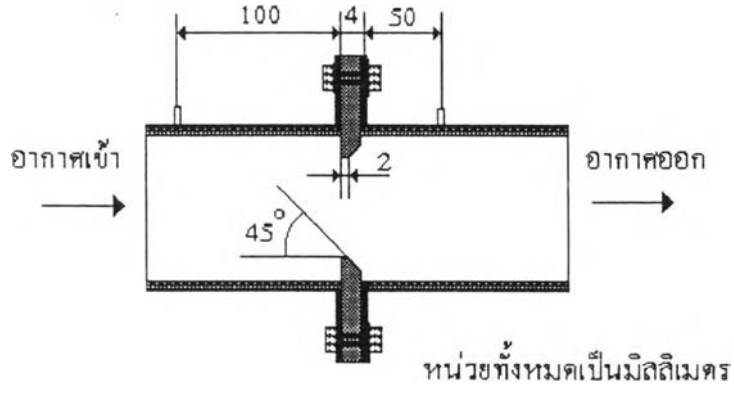
รูปที่ 4.5 แสดงการติดตั้งคู่ควบอุณหภูมิภายในส่วนทางออก

I17259460

<u>ออริฟิซมิเตอร์</u>

สาเหตุสำคัญที่เลือกใช้ออริฟิซมิเตอร์คือออริฟิซมิเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่วัดอัตราการไหลของอากาศที่สามารถสร้างได้ง่ายและมีราคาถูกเมื่อเทียบกับอุปกรณ์วัดอัตราการไหลอื่นๆ และยังติดตั้งได้ง่ายกว่าอีกด้วย

ออริฟิซมิเตอร์ที่สร้างยึดตามมาตราฐาน ASME จุดต่อความดันเป็น D and D/2 Pressure tapping ติดตั้งแผ่นออริฟิซในท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผ่นออริฟิซต่อเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (β) เท่ากับ 0.8 แผ่นออริฟิซหนาเท่ากับ 4 มิลลิเมตร ใช้หน้าแปลน 2 ชิ้นประกบอยู่ระหว่างหน้าแปลนกับแผ่นออริฟิซ ใช้ประเก็นยางหนา 3 มิลลิเมตร รูของจุดวัดความดันมีขนาด 6.35 มิลลิเมตร (1/4 นิ้ว) ออริฟิซมิเตอร์แสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะของออริฟิซมิเตอร์ ณ.ตำแหน่งทางออก

<u>อุปกรณ์การวัดอุณหภูมิ</u>

ในการทดลองใช้คู่ควบอุณหภูมิ ชนิด K (Chromel - Alumel) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิ จำนวนทั้งหมด 28 ตัว การวัดอุณหภูมิในจุดต่างๆมีดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิภายในกล่องทางเข้า 4 ตัว เพื่อวัดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าสู่ท่ออะลูมิเนียมยึดหยุ่นที่ใช้ทดสอบ

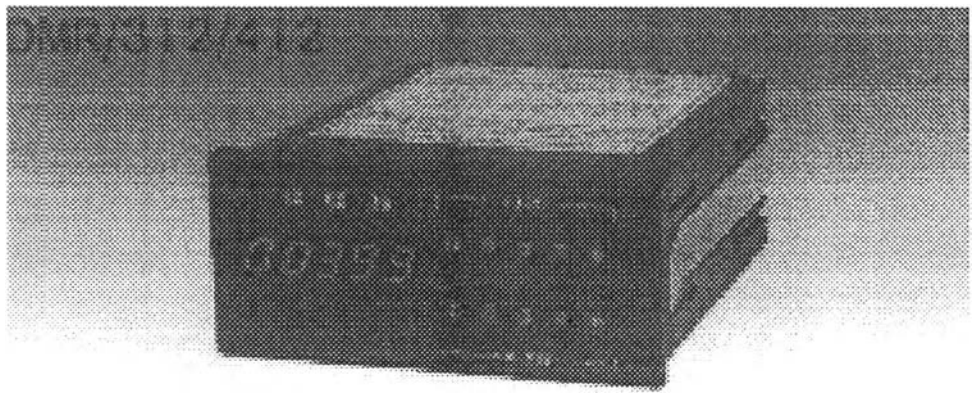
2. วัดอุณหภูมิที่ผิวท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นที่ใช้ทดสอบ ซึ่งวางตัวอยู่ภายในส่วนทดสอบ ติดตั้งคู่ควบอุณหภูมิที่หน้าตัดต่างๆของท่อหน้าตัดละ 4 ตัว หน้าตัดที่ติดตั้งคู่ควบอุณหภูมิมีระยะห่างเท่าๆกัน จำนวนทั้งหมด 5 หน้าตัด

3. วัดอุณหภูมิที่ส่วนทางออก 4 ตัว เพื่อวัดอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของอากาศที่ออกจากท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นที่ใช้ทดสอบ

เนื่องจากอุปกรณ์การทดลองเป็นการให้ความร้อนแก่ผิวท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นที่ใช้ทดสอบเป็นแบบแผ่รังสี เพื่อป้องกันค่าของอุณหภูมิที่อ่านได้ผิดจากความจริง ดังนั้นที่ปลายขั้วของคู่ควบอุณหภูมิจำเป็นต้องมีแผ่นกั้นการแผ่รังสี (Radiation shield) ครอบปิดไว้ที่ปลายขั้วของคู่ควบ-อุณหภูมิทุกตัว โดยใช้ยางซิลิโคน (Silicone rubber) เป็นแผ่นกั้นการแผ่รังสี

การหาค่าอุณหภูมิในกล่องทางเข้าและส่วนทางออก ภายในกล่องทางเข้าและส่วนทางออกติดตั้งคู่ควบอุณหภูมิอย่างละ 4 ตัว แต่ละตัวถูกจัดวางไว้ระยะความสูงต่ำแตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อหาค่าโดยเฉลี่ยของอุณหภูมิของอากาศที่เข้าและออกจากท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นที่ใช้ทดสอบ

การติดตั้งคู่ควบอุณหภูมิทำได้โดยติดปลายคู่หนึ่งของคู่ควบอุณหภูมิไว้ในตำแหน่งที่ต้องการวัดอุณหภูมิ และปลายอีกคู่หนึ่งต่อเข้ากับสวิทช์เลือกอุณหภูมิ (Selector switch) เพื่อใช้ในการเลือกจุดที่ต้องการทราบอุณหภูมิ จากสวิทช์เลือกอุณหภูมิต่อเข้ากับเทอร์โมมิเตอร์อินดิเคเตอร์ (Thermometer indicator) แบบดิจิตอล ก่อนทำการวัดต้องปรับเทียบกับอุณหภูมิมาตราฐานก่อน เช่น อุณหภูมิของน้ำแข็ง และน้ำเดือด รูปที่ 4.7 แสดงเทอร์โมมิเตอร์อินดิเคเตอร์



รูปที่ 4.7 แสดงเทอร์โมมิเตอร์อินดิเคเตอร์แบบดิจิตอล

<u>อุปกรณ์ทดลองอื่นๆ</u>

1. พัดลมชนิดแรงเหวี่ยง (Centrifugal fan) ใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า ความถี่ 50 HZ 3 เฟส พร้อมอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ด้วยความถี่ (Inverter)

2. มานอมิเตอร์ชนิดเอียง (Incline manometer) จำนวน 1 ชุด เพื่อใช้วัดความดันลดที่เกิดขึ้นภายในท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นที่ใช้ทดสอบ และมานอมิเตอร์ชนิดหลอดแก้วตัวยู (U Tube manometer) จำนวน 1 ชุด เพื่อใช้วัดค่าความดันลดที่ออริฟิซมิเตอร์ มานอมิเตอร์ทั้งสองเป็นชนิดน้ำมันแดง (Red oil) และ น้ำ ตามลำดับ แสดงในรูปที่ 4.8

3. โวลท์มิเตอร์ และ แอมมิเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้หาค่ากำลังงานไฟฟ้าที่ให้แก่ลวดความร้อนที่พันรอบผนังภายนอกของส่วนทดสอบ แสดงในรูปที่ 4.9 และพลังงานไฟฟ้านี้จะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนโดยลวดความร้อนและพลังงานความร้อนดังกล่าวจะถ่ายเทให้แก่ท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นที่ใช้ทดสอบซึ่งติดตั้งอยู่ภายใน

4. เครื่องปรับอากาศ (Air condition) ขนาด 25000 BTU มีอัตราการไหลที่ปากช่องส่งลมเย็น 800 cfm

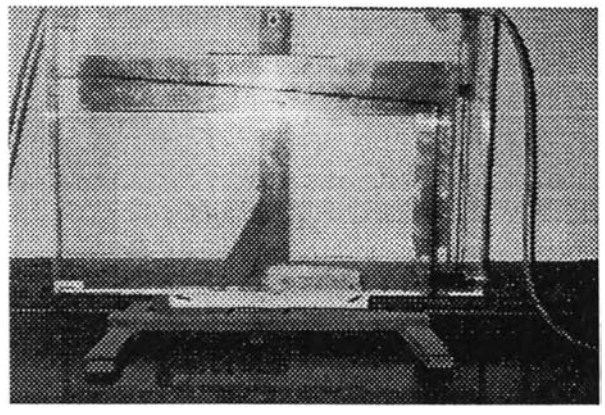
5.อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิภายในกล่องทางเข้า

<u>ขั้นตอนการทดลอง</u>

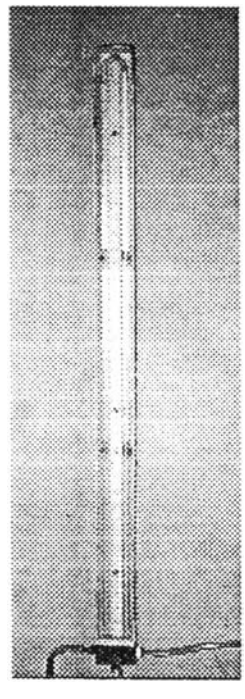
1. ตรวจสอบเครื่องมือวัดและอุปกรณ์การทดลองทุกชิ้นให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยและปลอดภัย

2. เปิดสวิทช์อุปกรณ์การทดลอง คือ พัดลม , เครื่องปรับอากาศ , ลวดความร้อนที่ส่วนทดสอบ

3. ปรับอัตราการไหลให้มีค่าตามต้องการ โดยปรับความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมดูดโดยอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบที่ติดตั้งไว้พร้อมกับพัดลม

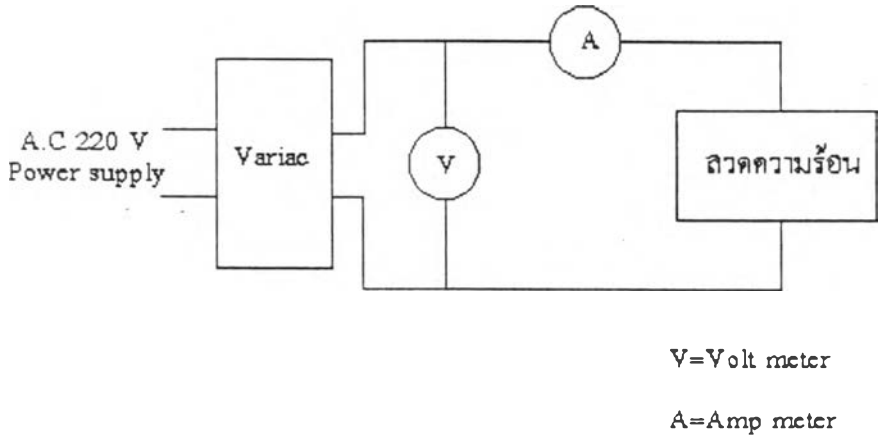


(ก) มานอมิเตอร์ชนิดเอียง



(ข) มานอมิเตอร์ชนิดหลอดแก้วตัวยู

รูปที่ 4.8 แสดงมานอมิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง
(ก) มานอมิเตอร์ชนิดเอียง (ข) มานอมิเตอร์ชนิดหลอดแก้วตัวยู



รูปที่ 4.9 แสดงวงจรการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ให้แก่ลวดความร้อน

4. ตั้งค่าอุณหภูมิของอากาศในกล่องทางเข้า ด้วยการปรับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ให้แก่เครื่องทำความร้อนที่ติดตั้งภายในกล่องทางเข้าทีละน้อย ในการปรับพลังงานไฟฟ้าแต่ละครั้งจะต้องรอจนกระทั่งอุณหภูมิภายในกล่องอยู่ในสภาวะคงที่แล้วจึงปรับค่าความร้อนอีกจนกระทั่งอุณหภูมิภายในกล่องมีค่าตามต้องการ

5.ปรับพลังงานความร้อนของลวดความร้อนที่ส่วนทดสอบเพื่อให้ได้ค่าอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากท่อทดสอบตามต้องการ โดยประมาณพลังงานความร้อนที่ให้แก่ลวดความร้อนโดยวิธีการสมดุลพลังงาน (Energy balance) และรอจนกระทั่งอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากท่อทดสอบคงที่ ถ้าอุณหภูมิอากาศที่ออกจากท่อทดสอบยังไม่ได้ตามต้องการ จะต้องปรับเพิ่มพลังงานความร้อนใหม่ทีละน้อยจนกว่าจะได้อุณหภูมิอากาศที่ออกจากท่อทดสอบได้ตามต้องการ (โดยทั่วไปถ้าหุ้มฉนวน อย่างดีค่าพลังงานความร้อนที่สูญเสีย (Heat loss) จะไม่เกิน 7%)

6. บันทึกผลการทดลอง คือ อุณหภูมิของอากาศในกล่องทางเข้า , อุณหภูมิของอากาศในส่วนทางออก อุณหภูมิที่ผิวท่อทดสอบ (ท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่น) อัตราการไหลของอากาศ ค่าความดันลดของอากาศที่เกิดขึ้นที่ท่อทดสอบที่มานอมิเตอร์ชนิดเอียง

7. หลังจากบันทึกผลการทดลองแล้วปิดสวิทช์อุปกรณ์การทดลอง ยกเว้นพัดลม และ

รอ ประมาณครึ่งชั่วโมง เพื่อให้ผิวท่ออะลูมิเนียมยืดหยุ่นที่ใช้ทดสอบ และส่วนทดสอบ มีอุณหภูมิลดต่ำลงจนเป็นปรกติ จึงปิดพัดลม