บทที่ 8

การทดสอบอุปกรณ์จ่ายอากาศ

8.1 ลักษณะทั่วไป

การทดสอบที่กล่าวถึงจะเป็นการหาสมรรถนะของอุปกรณ์จ่ายอากาศแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสติดฝ้าเพดานจ่ายอากาศในแนวระดับ ภายใต้สภาวะอุณหภูมิคงที่โดยสมรรถนะของอุปกรณ์จ่ายอากาศจะสามารถบอกได้ในหลายลักษณะที่ต่างกันได้แก่ ความดันสูญเสีย หรือความดันสถิตย์ที่อุปกรณ์ต้องการ ค่าคงที่ของพื้นที่หน้าตัดการไหล (A_k) และคุณลักษณะการจ่ายอากาศ (FLOW PATTERN) ของอุปกรณ์ เนื่องจากระบบการปรับอากาศที่สมบรูณ์จะต้องสามารถควบคุมความสม่ำเสมอของการกระจายอุณหภูมิ ความเร็วอากาศ และความชื้นทั่วทั้งบริเวณที่กำหนดได้เป็นอย่างดี ส่วนหนึ่งของระบบที่มีความสำคัญไม่ด้อยไปกว่าอุปกรณ์หลักอื่น ๆ ได้แก่ ส่วนที่ทำหน้าที่กระจายอากาศซึ่งมีอุปกรณ์จ่ายอากาศเป็นตัวหลักที่ทำหน้าที่กระจายอากาศออกไปสู่บริเวณใช้ประโยชน์ในรูปของกระแสอิสระจากการที่การส่งอากาศเป็นลักษณะของกระแสอิสระนี้เองส่งผลทำให้การควบคุมหรือปรับลักษณะการจ่าย หรือทิศทางทำได้ยากมาก จะต้องอาศัยพื้นฐานคุณสมบัติเบื้องต้นของอุปกรณ์เป็นหลัก การที่จะปรับหรือแก้ไขหลังจากการติดตั้งระบบแล้วเป็นไปได้ยาก และเสียค่าใช้จ่ายสูง คุณลักษณะการจ่ายอากาศของอุปกรณ์จึงขึ้นอยู่กับ แบบของอุปกรณ์ การติดตั้ง ขนาดของอุปกรณ์ และค่าอัตราการไหลที่ป้อนให้กับอุปกรณ์ ส่วนประกอบอื่น ๆ จะมีผลรองลงมา คุณลักษณะของอุปกรณ์ทางด้าน ความดันสูญเสีย และตัวประกอบหรือค่าคงที่พื้นที่การไหล (A_k FACTOR) จะใช้ในการออกแบบส่วนของการส่งอากาศด้วยท่อ ส่วนคุณลักษณะการจ่ายอากาศจะใช้เพื่อออกแบบการกระจายอากาศในบริเวณปรับอากาศในรูปกระแสอิสระ ซึ่งตอนต่อไปจะเป็นวิธีการทดสอบหาคุณลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้

8.2 ความหมายและนิยาม

ในขบวนการปรับอากาศ และสมรรถนะของอุปกรณ์นั้นจะมีคำเฉพาะที่มีความหมายพิเศษที่อาจจะทำให้เข้าใจผิดเพี้ยนไป จำเป็นต้องเข้าใจคำเหล่านี้เป็นอย่างดีก่อน ความหมายที่สำคัญ ๆ มีดังนี้ (9)

- ขนาดระบุของอุปกรณ์ (NORMINAL) เป็นขนาดของช่องหรือท่ออากาศสำหรับใช้ติดตั้งอุปกรณ์ แต่สำหรับอุปกรณ์กระจายอากาศ (AIR DIFFUSER) แล้วค่าขนาดระบุโดยทั่วไปจะหมายถึงคอคอด (NECK SIZE)

- แกนของอุปกรณ์ (CORE OF DEVICE) เป็นส่วนที่อยู่ภายในที่มีพื้นที่เล็กที่สุดเป็นช่องทางที่อากาศทั้งหมดผ่าน

- พื้นที่อิสระของอุปกรณ์ (FREE AREA OF DEVICE) เป็นค่าผลรวมของพื้นที่ที่เล็กที่สุดของภาคตัดขวางทางไหลของอากาศทุก ๆ ช่วงของอุปกรณ์

- ค่าตัวประกอบพื้นที่ (A_k) ของอุปกรณ์ เป็นอัตราส่วนของค่าอัตราการไหลของอากาศต่อความเร็วที่วัดได้ที่บริเวณช่องทางออกแต่ละช่วงของอุปกรณ์

- อากาศมาตรฐาน (STANDARD AIR) เป็นค่าที่ใช้อ้างอิงในการไหล คิดคุณสมบัติต่าง ๆ ปรกติจะใช้ความหนาแน่น 1.2 KG/M^3 อุณหภูมิ 20 °C ความดัน 101,325 PA. (1.012 BAR.) และความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซนต์

- INDUCED AIR หมายถึงอากาศที่เกิดการเคลื่อนที่เนื่องจากการชักนำของอากาศที่จ่ายออกมาจากอุปกรณ์

- อุณหภูมิแตกต่างของอากาศจ่าย (SUPPLY TEMPERATURE DIFFERENTIAL) เป็นค่าแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศที่ส่งเข้าสู่ห้องกับค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในห้องทดสอบ

- ความเร็วอากาศเฉพาะจุด (LOCAL AIR VELOCITY) เป็นค่าของความเร็วเฉลี่ยที่จุดใด ๆ ในกระแสอากาศซึ่งในแต่ละจุดจะมีความเร็วในหลายทิศทางที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ค่าความเร็วอากาศเฉพาะจุดได้จากค่าเฉลี่ยของผลรวมเวกเตอร์ในทุก ๆ ทิศทาง

- ขอบเขตความเร็ว (ENVELOPE) เป็นบริเวณที่ล้อมรอบด้วยเส้นที่แสดงค่าความเร็วอากาศคงที่ค่าหนึ่งที่กำหนดอ้างอิง

- ความเร็วที่พื้นที่อิสระ (FREE VELOCITY) เป็นค่าความเร็วที่คำนวณจากการหารค่าอัตราการไหลด้วยค่าพื้นที่อิสระของอุปกรณ์นั้น ๆ

- ระยะพุ่ง (THROW) เป็นระยะไกลที่สุดระหว่างศูนย์กลางของอุปกรณ์กับระนาบที่สัมผัสกับเส้นขอบเขตความเร็วที่กำหนด ระยะนี้จะต้องวัดไปในแนวทิศทางการไหลของกระแสอากาศ

- ระยะตก (DROP) เป็นระยะในแนวดิ่งระหว่างศูนย์กลางของอุปกรณ์กับระนาบแนวระดับที่สัมผัสกับขอบเขตความเร็วที่กำหนดที่ต่ำที่สุด

- ระยะยก (RISE) เป็นระยะในแนวดิ่งระหว่างศูนย์กลางของอุปกรณ์กับระนาบที่สัมผัสกับขอบเขตความเร็วที่กำหนดที่อยู่สูงที่สุด

- ระยะการกระจาย (SPREAD) เป็นระยะที่กว้างที่สุดของระนาบแนวระดับสองระนาบที่สัมผัสขอบเขตความเร็วคงที่ที่กำหนด และตั้งฉากกับระนาบที่ผ่านศูนย์กลางของอุปกรณ์

8.3 เครื่องมือวัด

8.3.1 เครื่องวัดอัตราการไหล (10) เครื่องวัดที่ใช้จะต้องมีการตรวจสอบสภาพ และ

ทำความสะอาดส่วนสำคัญตามคำแนะนำ และวิธีการที่ถูกต้องตามเวลาอันเหมาะสมถ้าจำเป็นอาจจะต้องทำการปรับเทียบใหม่ด้วย เครื่องมือวัดที่จะใช้ควรมีความละเอียดในการอ่านไม่ต่ำกว่าค่าแนะนำดังนี้

อัตราการไหลที่วัด	ความผิดพลาดการวัดสูงสุด
มากกว่า 0.07 M^3/S	2.5 %
0.007 - 0.07 M^3/S	5 %
ต่ำกว่า 0.007 M^3/S	0.0009 M^3/S

8.3.2 เครื่องวัดความดัน ความดันสถิตย์ และความดันแตกต่างที่จะต้องใช้ในการทดลอง และที่อุปกรณ์ประกอบการทดลองซึ่งวัดด้วยมาโนมิเตอร์นั้นควรเลือกความละเอียดในการอ่านไม่ต่ำกว่าค่าแนะนำต่อไปนี้

ความละเอียดของเครื่องวัดเพื่อทดสอบ	
ค่าความดันที่วัด (MM.WG)	ขนาดของช่วงสเกล (MM.WG)
0.127 - 2.55	0.125
2.55 - 25.5	0.250
25.5 - 51.0	0.500
มากกว่า 51.0	2.500

และเครื่องมือที่ใช้ควรใช้มาโนมิเตอร์ท่อเอียงเพื่อวัดความดันที่สูงกว่า 2.55 มิลลิเมตร น้ำ ส่วนมาโนมิเตอร์แบบท่อตั้งแนวดิ่งควรใช้วัดความดันที่มากกว่า 50 มิลลิเมตร น้ำ แต่ถ้าหากจะใช้เพื่อการปรับเทียบแล้วจะต้องพิจารณาใช้เครื่องมือวัดที่มีความละเอียดการอ่านมากขึ้นดังนี้

ความละเอียดของเครื่องวัดเพื่อการปรับเทียบ		
ช่วงการวัด (MM.WG)	เครื่องมือวัดที่ใช้	ความละเอียด
0.127 - 2.55	ไมโครมาโนมิเตอร์	0.025 MM.WG
2.55 - 51.0	มาโนมิเตอร์ หรือ HOOK GAGE	0.255 MM.WG
มากกว่า 51.0	มาโนมิเตอร์แนวดิ่ง	2.550 MM.WG

8.3.3 เครื่องวัดอุณหภูมิ การวัดอุณหภูมิอาจใช้เทอร์โมมิเตอร์ปรอทเทอร์โมมิเตอร์ความต้านทาน เทอร์โมคัปเปิล หรือเครื่องวัดอุณหภูมิอื่น ๆ ที่ยอมรับได้ โดยสามารถอ่านค่าละเอียดใน 0.5 องศาเซลเซียส ที่ความเที่ยงตรงในการปรับเทียบสเกล 0.25 องศาเซลเซียส เป็นอย่างน้อย

8.4 การหาความดันสถิตย์สำหรับอุปกรณ์

ความดันสถิตย์สำหรับอุปกรณ์จะได้จากการวัดโดยตรงที่กล่องจ่ายอากาศ ซึ่งอาจจะใช้จุดวัดความดันเพียงจุดเดียว หรือหลาย ๆ จุดก็ได้ (11) ถ้าเป็นไปได้ควรมีห้องสมดุลย์ความดันเพื่อให้ได้ความดันที่สม่ำเสมอ การทดสอบจะต้องทำการบันทึกค่าการทดลองที่ค่าอัตราการไหลไม่ต่ำกว่า 4 ค่า ตลอดช่วงของค่าอัตราการไหลใช้งานของอุปกรณ์ ค่าความดันสถิตย์ที่ได้จะต้องนำไปปรับค่าให้เป็นที่สภาวะอากาศมาตรฐาน

8.5 การหาความเร็วอากาศ (V_k) และค่า A_k

ค่าความเร็วที่ช่องทางออกของอุปกรณ์จ่ายอากาศ (V_k) หาได้จากการวัดค่าโดยตรง

จากการติดตั้งอุปกรณ์จ่ายอากาศเข้ากับส่วนปลายของท่อจ่ายอากาศแล้ววัดความเร็วด้วยเครื่องวัดแบบใดแบบหนึ่งที่กำหนดตามมาตรฐาน โดยกำหนดให้วัดความเร็ว 2 ตำแหน่งในแต่ละด้านของอุปกรณ์จ่ายอากาศที่มีระยะห่างเท่า ๆ กัน หรือถือกึ่งกลางด้านเป็นหลัก ดังนั้นในแต่ละค่าอัตราการไหลของการทดสอบจะทำการวัด 8 ค่า บน 4 ด้านของอุปกรณ์ค่าความเร็ว (V_k) คือ ค่าเฉลี่ยของค่าที่วัดได้ทั้งหมด การทดสอบจะต้องกระทำไม่ต่ำกว่า 4 ค่าอัตราการไหลที่มีการกระจายค่าตลอดช่วงการใช้งานปรกติของอุปกรณ์

ค่าพื้นที่การไหล (A_k) ของอุปกรณ์ได้จากการคำนวณ $A_k=q_v/V_k$ ค่า A_k ที่เสนอเป็นผลการทดสอบจะเป็นค่าเฉลี่ยของค่าทั้งหมดถ้าหากค่าที่ได้มีความแตกต่างกันไม่เกิน 5 % จากค่าเฉลี่ย แต่ถ้าหากมีค่าเบี่ยงเบนมากกว่า 5 เปอร์เซนต์ ควรเสนอผลเป็นฟังก์ชั่นของค่าอัตราการไหล

8.6 การหาคุณลักษณะการจ่ายอากาศของอุปกรณ์จ่ายอากาศ

8.6.1 ห้องทดสอบ การวัดความเร็วหาคุณลักษณะการจ่ายนี้จะกระทำภายในบริเวณปิดล้อมในขอบเขตควบคุมที่เรียกว่าห้องทดสอบ ซึ่งต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่าขนาดกำหนดคือ

a. ความสูง (h_R) มีค่าไม่ต่ำกว่า 280 เซนติเมตร

b. ความกว้าง (b_R) เป็นไปตามความสัมพันธ์ $1.5<b_R/h_R<2.2$ เมตร

c. ความยาว (l_R) มีค่าไม่ต่ำกว่า 7.5 เมตร

ขนาดห้องทดสอบที่พอจะใช้ได้มีขนาดความสูง 280 เซนติเมตร ความกว้าง 560 เซนติเมตร ความยาว 750 เซนติเมตร แต่ถ้าหากเพิ่มความยาวเป็น 900 เซนติเมตร แล้วจะทำให้ทดสอบอุปกรณ์ที่มีขนาดโตขึ้นได้ดีกว่า ผิวหน้าผนังห้องทุก ๆ ด้านตั้งฉากซึ่งกันและกัน ผนังที่มีการไหลจะต้องเรียบ โดยเฉพาะผ้าเพดานจะต้องเรียบไม่มีส่วนใด ๆ ยื่นออกมาจากผนัง การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องฝังให้เรียบทั้งหมด อากาศจ่ายเข้าสู่ห้องทีกล่องจ่ายอากาศตรงกลางห้องด้านบน และนำออกที่บริเวณด้านล่างใกล้พื้นห้อง

8.6.2 การติดตั้งอุปกรณ์จ่ายอากาศที่จะทำการทดสอบจะต้องเป็นไปตามวิธีการตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ตำแหน่งการติดตั้งตามแบบ และประเภทของการจ่ายอากาศค่าอัตราการไหลสูงสุดที่สามารถทดสอบได้จะถูกจำกัดด้วยขนาดห้อง โดยกำหนดให้ค่าความเร็วสูงสุดไม่เกิน 1 เมตร/วินาที ที่ระยะห่าน 1 เมตร จากผนังห้อง

8.6.3 การปฏิบัติการทดสอบจะเริ่มได้เมื่อสภาวะอุณหภูมิ และอัตราการไหลคงที่คืออุณหภูมิที่ทางเข้าเครื่องวัดอัตราการไหล และทางระบายอากาศออกจากห้อง มีค่าแตกต่างกันไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส ภายในระยะเวลา 5 นาที และตลอดเวลาในการทดสอบ ค่าอัตราการไหลมีการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน ±2 เปอร์เซนต์ ของค่าอัตราการไหลที่ปรากฏ สำหรับอุปกรณ์