การออกแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

สำหรับ ห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ

Guidelines for Design of Air-conditioning and Ventilation Systems for

Airborne Infection Isolation Room

● จักรพันธ์ ภวังคะรัตน์ *

กรรมการบริหาร

บริษัท เอ็นไวรอนเมนตอล เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนส์ จำกัด

อาคารฟอร์จูนทาวน์ ชั้น 28 เลขที่ 1 แยกพระรามเก้า ถนนรัชดาภิเษก ดินแดง กทม. 10400

โทร. 0-2642-1200 โทรสาร 0-2642-1216 Email: chakrapan__pw@eec.co.th

บทคัดย่อ

ห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ (Airborne Infection Isolation Room, AIIR) มีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นในระยะนี้ เนื่องจากประเทศไทยมีผู้ป่วยวัณโรคจำนวนมากขึ้นกว่าในอดีต ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากประเทศไทยมีผู้ป่วยเอดส์จำนวนมากและผู้ป่วยเอดส์ซึ่งมีภูมิคุ้มกันต่ำมักจะป่วยเป็นวัณโรคเมื่อมีผู้ป่วยวัณโรคเข้ารักษาตัวในโรงพยาบาล แต่ต้องอยู่ในห้องรวมกับผู้ป่วยอื่น ตลอดจนใกล้ชิดกับแพทย์และพยาบาล จึงทำให้เกิดมีอัตราการติดเชื้อวัณโรคในโรงพยาบาลเพิ่มมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อขวัญและกำลังใจของแพทย์และพยาบาลที่ต้องอยู่ดูแลผู้ป่วยใกล้ชิดอย่างยิ่ง

การออกแบบห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศให้ได้มาตรฐานสากล เช่น ตามข้อกำหนดของศูนย์ควบคุมและป้องกันโรค แห่งสหรัฐอเมริกา (Center for Disease Control and Prevention, CDC) มิใช่สิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนหรือต้องใช้งบประมาณสูงจนเกินไป หากแต่วิศวกรผู้ออกแบบมีความเข้าใจข้อกำหนดก็จะสามารถปฏิบัติตามได้อย่างง่ายดาย

บทความนี้จะช่วยให้ผู้อ่านทำความเข้าใจเกณฑ์ในการออกแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับห้องผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ และสามารถนำไปออกแบบและติดตั้งเพื่อให้โรงพยาบาลมีห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ ที่มีประสิทธิผล คุ้มค่าต่องบประมาณในการสร้างห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ

---

* *สามัญวิศวกรเครื่องกล ส.ก. 2150, สภาวิศวกร*

กรรมการวิชาการสาขาเครื่องกล, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

กรรมการบริหาร, สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย

Member, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers

กรรมการ, คณะอนุกรรมการร่างกฎกระทรวงตามมาตรา 8(4) และ 8(6) พ.ร.บ.ควบคุมอาคาร, กรมโยธาธิการและผังเมือง

กรรมการ, คณะกรรมการประจำมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

ประธานกรรมการ, คณะกรรมการร่างมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

1. ข้อกำหนดทั่วไป

เพื่อลดความเสี่ยงการปนเปื้อนของอากาศในระบบด้านลม การออกแบบระบบด้านลม (Air Side) ของระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศต้องแยกอย่างเด็ดขาดจากส่วนอื่นๆ ของอาคาร เช่น ต้องไม่มีการต่อท่อลมร่วม ไม่ว่าจะเป็นท่อลมจ่าย ท่อลมกลับ หรือท่อลมระบายอากาศทิ้ง แต่อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ระบบปรับอากาศเป็นแบบระบบน้ำเย็น สามารถใช้ระบบท่อน้ำเย็นร่วมกันได้

2. การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ

หลักเกณฑ์ทั่วไปสำหรับการควบคุมทิศทางการไหลของกระแสอากาศคือ อากาศต้องไหลจากที่สะอาดมากไปยังที่ที่สะอาดน้อยกว่าเสมอ ดังนั้น เมื่อห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศซึ่งถือว่าเป็นบริเวณที่ไม่สะอาด อากาศจึงต้องไหลจากที่อื่นๆ เข้าสู่ห้องแยกผู้ป่วยเสมอ เพื่อให้อากาศไหลเข้าห้องแยกผู้ป่วย ห้องแยกผู้ป่วยจึงต้องมีความดันภายในห้องต่ำกว่าบริเวณใกล้เคียง (Negative Pressure) อย่างน้อย 2.5 ปาสคาล และเพื่อให้แน่ใจว่าห้องมีอากาศไหลเข้าห้องตลอดเวลา จึงต้องติดเครื่องมือวัดความดันแตกต่างระหว่างภายในห้องกับภายนอกห้อง โดยทั่วไปมักติดตั้งไว้ที่หน้าประตูทางเข้า เพื่อให้พยาบาลสามารถตรวจสอบได้ตลอดเวลา

ในอดีต เพื่อความประหยัด จึงมีแนวคิดการออกแบบห้องแยกผู้ป่วยให้ทำงานได้ 2 ลักษณะคือ มีความดันสูงกว่าภายนอก (Positive Pressure) และมีความดันต่ำกว่าภายนอก (Negative Pressure) โดยจะใช้ความดันสูงกว่าภายนอกกรณีที่ใช้แยกผู้ป่วยที่ต้องการสภาวะอากาศปลอดเชื้อ และจะใช้ความดันต่ำกว่าภายนอก กรณีที่ใช้แยกผู้ป่วยที่แพร่เชื้อทางอากาศได้ แต่จากประสบการณ์ที่ผ่านมา พบว่าระบบควบคุมห้องให้ทำงานได้ 2 ลักษณะนี้ค่อนข้างมีความซับซ้อน และผู้ใช้งานห้องอาจไม่คุ้นเคยหรือขาดความเข้าใจ จึงอาจทำให้เกิดการตั้งค่าความดันสับสนกันได้ ดังนั้นในปัจจุบันเราจึงไม่อนุญาตให้ออกแบบให้ทำงานได้ 2 ลักษณะอีกต่อไป กล่าวคือ หากต้องการห้องที่มีสภาวะปลอดเชื้อ (Protective Environment) ก็ให้สร้างแยกต่างหากออกไป

การสร้างให้ห้องมีความดันต่ำกว่าบริเวณโดยรอบได้นั้น สภาพของห้องจำเป็นต้องได้รับการออกแบบและก่อสร้างให้มีการรั่วซึมของอากาศน้อย ประตูห้องต้องเป็นประตูที่กรอบประตูและบานประตูปิดได้สนิทและมีประเก็นยางป้องกันการรั่วของอากาศ นอกจากนี้ ห้องแยกผู้ป่วยที่ดีควรมีการสร้างห้องโถงขนาดเล็กก่อนเข้าถึงห้องผู้ป่วย (Anteroom) หรือการสร้าง Air Lock เพื่อการป้องกันที่ดีเพิ่มมากขึ้น

3. การกรองอากาศหมุนเวียนภายในห้อง

ในกรณีที่เป็นห้องปรับอากาศซึ่งมีการนำลมภายในห้องกลับมาหมุนเวียนใหม่ จะต้องทำการกรองลมก่อนที่จะจ่ายกลับเข้าไปในห้องด้วยแผงกรองอากาศแบบ HEPA ซึ่งกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน ได้ 99.97% และต้องมีลมจ่ายหรือลมหมุนเวียนภายในห้อง (Total Air) ไม่น้อยกว่า 12 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

4. การเติมอากาศจากภายนอก

เพื่อเจือจางเชื้อที่ยังคงมีอยู่ภายในห้อง ต้องออกแบบให้มีการเติมอากาศจากภายนอก (Outdoor Air) เข้ามาในห้องไม่น้อยกว่า 2 เท่าของปริมาตรห้อง

5. อากาศระบายทิ้ง

เพื่อให้ห้องมีความดันต่ำกว่าบริเวณโดยรอบ จึงต้องมีการระบายอากาศออกจากห้องในอัตราที่มากกว่าการเติมอากาศเข้าไปในห้อง จุดทิ้งอากาศที่ระบายออกต้องอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เสี่ยงต่อการย้อนกลับเข้าสู่อาคาร หรือเข้าสู่อาคารอื่น หรือบริเวณที่มีคนอยู่ มิฉะนั้นต้องกรองอากาศด้วยแผงกรองอากาศชนิด HEPA ก่อนทิ้งอากาศออกสู่ภายนอก ตำแหน่งหน้ากากดูดลมระบายทิ้งภายในห้อง ควรติดตั้งอยู่ด้านหัวเตียงผู้ป่วย ที่ระดับใกล้พื้นห้อง โดยขอบล่างของหน้ากากดูดลมควรอยู่สูงจากพื้น 100 มิลลิเมตร

ท่อลมระบายอากาศทิ้ง ต้องไม่ต่อเชื่อมกับท่อลมอื่นใด และภายในท่อลมระบายอากาศทิ้งช่วงที่อยู่ภายในอาคารควรได้รับการออกแบบให้มีความดันต่ำกว่าบรรยากาศ กล่าวคือ ออกแบบโดยให้พัดลมติดตั้งอยู่ที่ปลายทางด้านออก ทั้งนี้เพื่อป้องกันการรั่วของลมที่มีเชื้อโรคภายในอาคาร

ในกรณีมีห้องน้ำอยู่ภายในห้องแยกผู้ป่วย ต้องมีการระบายอากาศจากห้องน้ำด้วยอัตราไม่น้อยกว่า 12 เท่าของปริมาตรห้องน้ำต่อชั่วโมง อากาศที่ระบายทิ้งให้ถือเสมือนเป็นอากาศที่ระบายทิ้งจากห้องผู้ป่วย

6. การควบคุม

การควบคุมการปิดเปิดของระบบปรับอากาศและระบายอากาศของห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ ต้องอยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่าย และมีสัญญาณไฟแสดงสถานะการปิดเปิดของอุปกรณ์สำคัญ เช่น พัดลมระบายอากาศ เครื่องปรับอากาศ

สำหรับการควบคุมความดัน ต้องจัดให้มีเครื่องวัดความดันแตกต่างระหว่างภายในห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศกับภายนอกห้อง ติดตั้งในตำแหน่งที่มองเห็นได้ชัดเจนจากภายนอกห้อง เครื่องวัดความดันแตกต่างต้องมีช่วง (Range) การใช้งานเหมาะสมกับความดันออกแบบของห้อง

เพื่อให้แน่ใจว่าแผงกรองอากาศอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้องจัดให้มีวิธีการตรวจวัดความดันคร่อมแผงกรองอากาศ เช่น การติดตั้งเครื่องวัดความดันแตกต่างคร่อมแผงกรองอากาศ หรือ จัดเตรียมท่อต่อ (Port) สำหรับใช้ต่อกับเครื่องวัดความดันแตกต่าง และต้องเปลี่ยนแผงกรองอากาศเมื่อความดันแตกต่างคร่อมแผงกรองอากาศสูงเกินกว่าที่ผู้ผลิตกำหนด การติดตั้งแผงกรองอากาศต้องเป็นไปตามที่ผู้ผลิตแนะนำ และต้องไม่มีการรั่วของอากาศผ่านกรอบหรือโครงของแผงกรองอากาศ

ระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศต้องได้รับการจ่ายไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าสำรอง เพื่อให้ระบบยังคงป้องกันการแพร่เชื้อได้ในขณะที่กระแสไฟฟ้าหลักขัดข้อง

7. การทดสอบระบบ

เพื่อให้มั่นใจได้ว่าระบบปรับอากาศและระบายอากาศของห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศสามารถทำงานได้ตามเป้าหมาย จึงต้องมีการทดสอบการทำงานอย่างสม่ำเสมอ และต้องทำการเก็บบันทึกการทดสอบไว้ให้สามารถตรวจสอบได้ตลอดเวลา

การทดสอบต้องมีการทดสอบทั้งในสภาวะการใช้งานปกติ ภาวะกระแสไฟฟ้าหลักขัดข้อง และภาวะอื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้

8. สรุป

หวังว่าบทความนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับวิศวกรปรับอากาศที่จะเข้าไปมีส่วนร่วมในการออกแบบและก่อสร้างห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ ซึ่งกระทรวงสาธารณสุขกำลังดำเนินการจัดสร้างขึ้น ตลอดจนเป็นประโยชน์ต่อแพทย์และพยาบาลที่อยู่ในคณะกรรมการควบคุมการติดเชื้อของโรงพยาบาลหรือทำงานด้านควบคุมการติดเชื้อ ในการนำไปใช้ตรวจสอบและประเมินความเสี่ยงของโรงพยาบาลต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1 CDC Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities, 2003

2 CDC Guidelines for Preventing the Transmission of Mycobacterium tuberculosis in Health-Care Facilities, 1994

3 AIA Guidelines for Design and Construction of Hospital and Health Care Facilities,2001

4 ASHRAE Application Handbook, 2003

5 จักรพันธ์ ภวังคะรัตน์, การควบคุมการติดเชื้อทางอากาศสำหรับโรงพยาบาล (Airborne Infection Control for Hospital), การประชุมใหญ่วิชาการประจำปี พ.ศ. 2545, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ