อิทธิพลจากช่องเปิดด้านนอกที่มีต่อการไหลของกระแสลมโดยวิธีธรรมชาติภายในช่องว่างระบบผนังกระจกสองชั้นแบบโถงสูงต่อเนื่อง

The Effects from the Outer Opening on the Naturally Ventilated Airflow within a Cavity of the Multi-Storey Double Skin Façade

สุวิชา เบญจพร

SuwichaBenjaporn

อาจารย์ประจำหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต

ถนนพหลโยธิน ตำบลหลักหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

Lecturer in Bachelor of Architecture of Architecture Faculty, Rangsit University, Phahonyothin Rd.,

Lak-hok,Muang,PathumThani, Thailand 12000

E mail: suwicha.b@rsu.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบผนังกระจกสองชั้น (Double skin façade; DSF) เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีผนังขั้นสูงที่ถูกนำมาติดตั้งสำหรับอาคารสูงทั่วโลก เนื่องจากผนังชนิดนี้มีความโดดเด่นในด้านสมรรถนะเชิงอุณหภูมิ (Thermal performance) และสามารถนำเสนอรูปลักษณ์ที่โปร่งใสตามความนิยมของอาคารสูงในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามปัญหาสำคัญของผนัง DSF คือ ปริมาณความร้อนสะสมในช่องว่างระหว่างผนังกระจกที่สูงเกินไป (Overheating) ทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการวิเคราะห์อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดของผนังด้านนอกที่มีผลกระทบต่อการไหลของกระแสอากาศในช่องว่างระหว่างผนังกระจกสองชั้นด้วยวิธีการธรรมชาติและเพื่อให้ทราบถึงขนาดพื้นที่ช่องเปิดที่สามารถนำไปกำหนดรูปแบบระบบผนัง DSF สำหรับอาคารสูง วิธีดำเนินการวิจัยจะใช้การจำลองสภาพด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์พลศาสตร์ของไหลเชิงคณนา (Computational Fluid Dynamics; CFD) โดยกำหนดให้แบบจำลองผนังDSF ที่มีลักษณะเป็นโถงสูงแบบต่อเนื่องมีช่องเปิดผนังด้านนอกขนาดตั้งแต่ร้อยละ 10-50 ของพื้นที่ผนัง และมีอัตราส่วนความกว้างต่อความสูง (Aspect ratio) เท่ากับ 1:12การวิเคราะห์เปรียบเทียบการไหลของกระแสอากาศผ่านณ ความเร็วลมที่ระดับความสูง 60.00 เมตรพบว่าอิทธิพลจากขนาดพื้นที่ช่องเปิดและอัตราส่วนความกว้างต่อความสูงของช่องว่างของระบบผนัง DSFมีผลโดยตรงต่อลักษณะการเคลื่อนที่และความเร็วของกระแสลมธรรมชาติการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าพื้นที่ช่องเปิดและอัตราส่วนความกว้างต่อความสูงที่เหมาะสมทำให้เกิดลักษณะการไหลแบบราบเรียบและสม่ำเสมอ(Laminar flow) ตลอดช่วงความสูงผนังซึ่งเป็นผลดีต่อสมรรถนะเชิงอุณหภูมิของระบบผนัง DSF ดังนั้นผลการศึกษาครั้งนี้จึงสามารถนำไปบูรณาการเพื่อกำหนดรูปแบบสถาปัตยกรรมของระบบผนังกระจกสองชั้นสำหรับอาคารสูงได้ต่อไป

คำสำคัญ: *ผนังกระจกสองชั้น, อัตราส่วนช่องเปิด, การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ, ระบบผนังอาคารสูง, CFD*

Abstract

The Double Skin Façade (DSF) is one of the state-of-the-art façade technologies which has been implemented for modern high rise buildings worldwide. This façade technology has remarkable thermal performance. In addition, it seems to represent the transparency aesthetic of modern high rise buildings. Nevertheless, the overheating inside the cavity is a significant problem which incapacitates the thermal performance of the DSF. This study aims to determine the effects of the opening of the outer glazed pane which influences the natural ventilated airflow within the cavity of a multi-storey DSF. This research methodology was proceeded by the Computational Fluid Dynamics (CFD) modelling. In order to carry out the comparative CFD airflow simulations, several parameters were controlled; i.e. the aspect ratio at 1:12, the wind velocity at 60.00 meters above the ground, and the opening area ratio was ranging from 10 to 50 percent. This study found that the area of opening influenced both the characteristic and the naturally ventilated airflow inside the cavity. In conclusion, the opening area and the aspect ratio contributed a constant wind speed and the laminar flow. In this case, the thermal performance of the DSF had been increased. Therefore, the outcomes of this study can be implemented for the high rise buildings.

Keywords: *Double Skin Façade (DSF), Opening ratio, Natural convection, High rise building envelope, Airflow simulation, CFD*

1. บทนำ

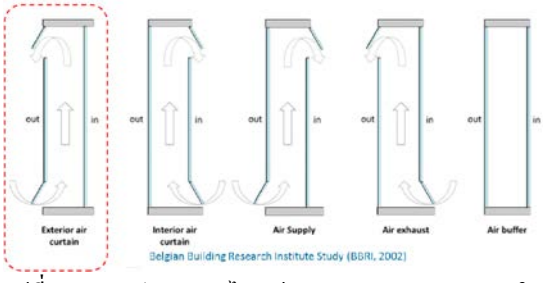
การพัฒนาทางเศรษฐกิจส่งผลผลักดันให้อัตราการบริโภคพลังงานเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะความต้องการใช้พลังงานในภาคอาคารที่เติบโตตามการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและการขยายพื้นที่ชุมชนเมืองการใช้พลังงานของภาคอาคารมีปริมาณคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 40ของการใช้พลังงานโดยรวมของโลก นอกจากนี้ปริมาณการใช้น้ำของโลกคิดเป็นสัดส่วนประมาณ 1 ใน 4และปริมาณ2 ใน 5 ของแหล่งทรัพยากรธรรมชาติบนโลกได้ถูกนำมาใช้งานในภาคส่วนอาคารเช่นกัน (UNEP-SBCI, 2014) ผลกระทบต่อเนื่องที่เกิดขึ้นกับสภาพแวดล้อม คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ (GHGs) ของโลกประมาณ 1 ใน 3 มาจากภาคส่วนอาคาร (Hardisty, Clark, & Hynes, 2012)

อย่างไรก็ตามแนวโน้มการบริโภคพลังงานและทรัพยากรของโลกยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในกลุ่มประเทศเศรษฐกิจเกิดใหม่(Pérez-Lombard, Ortiz, & Pout, 2008)ความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาทางเศรษฐกิจและความต้องการบริโภคพลังงานของภาคอาคารอาจกล่าวได้ว่าเมื่อปริมาณความต้องการใช้พลังงานของภาคอาคารลดลงจะส่งผลต่ออัตราการบริโภคทรัพยากรธรรมชาติและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลงได้เช่นกัน

รูปแบบสถาปัตยกรรมของอาคารสูงในปัจจุบันนิยมใช้ระบบผนังกระจกเพื่อนำเสนอความสวยงามของความโปร่งใส และเพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์กับบริบทโดยรอบ(Moon, 2009) ในมุมมองนักลงทุนความโปร่งใสของผนังอาคารช่วยสื่อถึงความโปร่งใสขององค์กรได้อีกด้วย (O.J. Hendriksen, 2000)อย่างไรก็ตามคุณสมบัติของวัสดุกระจกหรือวัสดุโปร่งแสงที่นำมาใช้เป็นวัสดุหลักของระบบผนังอาคารสูงกระตุ้นให้อัตราความต้องการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้นเพื่อนำไปใช้ในระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในอาคาร

ดังนั้นระบบผนังกระจกสองชั้น (Double skin façade; DSF) จึงได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

ปัจจุบันระบบผนังDSF เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับถึงประสิทธิภาพในด้านการควบคุมสภาวะแวดล้อม และการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร จึงได้รับการประยุกต์ให้เหมาะสมกับอาคารสูงทั่วโลก (Boake, 2014; Hamza, 2008)



รูปที่ 1 แสดงรูปแบบการไหลเวียนของกระแสอากาศภายในช่องว่างระบบผนังกระจกสองชั้น(Loncour X. , 2004)

ระบบผนังDSF โดยทั่วไปหมายถึงระบบผนังที่ประกอบด้วยแผงกระจกสองชั้น คั่นด้วยช่องว่างระหว่างแผงกระจก และมีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ (ดูรูปที่ 1)ทั้งนี้ในส่วนของผนังชั้นนอก (Outer skin) นิยมติดตั้งด้วยกระจกนิรภัย (Safety glass) ทำหน้าที่ป้องกันลม ลดผลกระทบ และเสียงรบกวนจากสภาวะแวดล้อมภายนอกส่วนแผงกระจกด้านใน (Inner skin) ที่อยู่ติดกับพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร มักติดตั้งด้วยกระจกฉนวนกันความร้อน (Insulated glass) ที่มีการเผรังสีต่ำ (Low-e)

นอกจากนี้โดยทั่วไปช่องว่างผนัง(Cavity)จะมีความกว้างตั้งแต่ 0.20 – 2.00 m ซึ่งคุณสมบัติเชิงความร้อนของช่องว่างผนัง DSF นี้เป็นกลไกสำคัญในการป้องกันอิทธิพลจากการถ่ายเทความร้อนผ่านระบบผนังชนิดนี้(Poirazis, 2006)

หลักการสำคัญในการออกแบบระบบผนัง DSF คือ การป้องกันปริมาณความร้อนที่สะสมในช่องว่าง(Overheating) จนมากเกินไป(Gratia & De Herde, 2007)ด้วยวิธีการใช้กระแสลมธรรมชาติในการพาความร้อนสะสมดังกล่าวออกไป ในกรณีนี้ตำแหน่งและขนาดพื้นที่ช่องลมเข้า-ออกเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อการไหลของกระแสลมในช่องว่างผนังของ DSF(Jiru, Tao, & Haghighat, 2011; Wong, Prasad, & Behnia, 2008)

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการวิเคราะห์อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดของผนังด้านนอกที่มีผลกระทบต่อการไหลของกระแสอากาศในช่องว่างระหว่างผนังกระจกสองชั้นโดยวิธีธรรมชาติ เพื่อให้ทราบถึงขนาดพื้นที่ช่องเปิดที่เหมาะสมและมีความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้สำหรับการกำหนดรูปแบบทางสถาปัตยกรรมของอาคารสูงที่ใช้ระบบ DSF ได้ต่อไป

2. วัตถุประสงค์

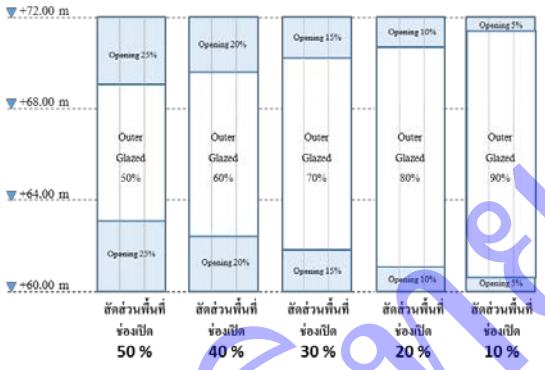
การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการศึกษาอิทธิพลที่เกิดจากขนาดพื้นที่ช่องเปิดของผนังกระจกชั้นนอกของระบบผนัง DSF ที่มีต่อการไหลของกระแสลมโดยวิธีธรรมชาติภายในช่องว่างระบบผนัง DSF โดยเป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดของผนังด้านนอกขนาดต่างๆ ด้วยวิธีการจำลองสภาพโดยคอมพิวเตอร์พลศาสตร์ของไหลเชิงคณนา (Computational Fluid Dynamics; CFD) และเพื่อเสนอแนะแนวทางการกำหนดรูปแบบสถาปัตยกรรมระบบผนังกระจกสองชั้นแบบโถงสูงต่อเนื่องที่เหมาะสมสำหรับอาคารสูง

3. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้จะใช้การวิเคราะห์จำลองสภาพโดยคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการวิเคราะห์

ปัจจัยจากสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการออกแบบอาคาร โดยการศึกษาการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศในช่องว่างระหว่างผนังกระจกสองชั้นจะใช้โปรแกรม Autodesk CFD Simulation for Students & Education

หลักการพื้นฐานที่สำคัญของโปรแกรมนี้ คือ การกำหนดข้อมูลนำเข้าที่มีคุณลักษณะเป็นระบบข้อมูลสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling หรือ BIM)จึงช่วยให้กระบวนการทำงานความสะดวกในการปรับเปลี่ยนข้อมูลผลที่ได้รับมีความเที่ยงตรงน่าเชื่อถือและสามารถนำเสนอในเชิงภาพที่สามารถวิเคราะห์การไหลของกระแสอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Autodesk, 2013)



รูปที่ 2 แสดงรูปแบบสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดของผนังกระจกสองชั้นเริ่มตั้งแต่ร้อยละ 10 ถึง 50 ของพื้นที่ผนังที่ระดับความสูง 60.00 เมตรจากระดับพื้นดิน

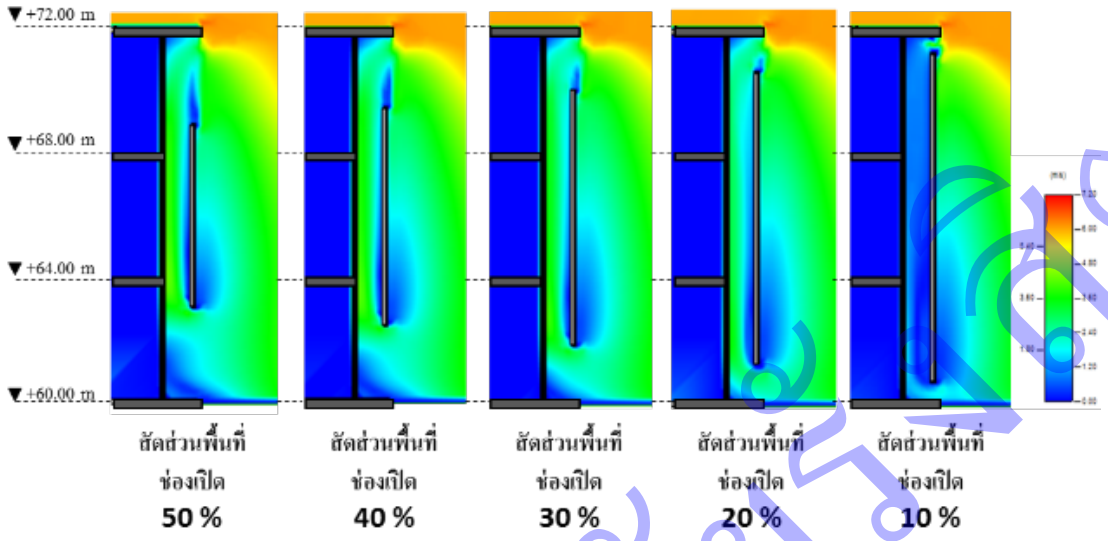
การกำหนดคุณสมบัติทางกายภาพของแบบจำลองผนัง DSF ผู้วิจัยอ้างอิงจากกรณีศึกษาอาคาร Energy Complex ซึ่งเป็นอาคารสำนักงานประเภทอาคารสูงที่มีการติดตั้งระบบผนัง DSFแบบโถงสูงต่อเนื่อง (Multi-storey façade)ทั้งนี้ในการขนาดมิติของแบบจำลอง CFD Simulationจะกำหนดขนาดมาตรฐานให้เหมาะสมสำหรับการสร้าง Mock-up ผนังเพื่อการทดสอบผนัง Curtain wall (Oesterle, 2001)

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีรูปแบบเป็นโถงสูงต่อเนื่องและมีช่องว่างผนัง (Cavity depth) ขนาด1.00 เมตร ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมในการลดอิทธิพลรังสีดวงอาทิตย์ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น (Behzad Rahmani, 2012)ระยะความกว้างแผงผนังด้านในกำหนดให้เท่ากับ3.00 เมตร(แบ่งเป็นช่วงละ1.00 เมตร) และมีความสูงรวม 12.00 เมตร(เทียบเท่าความสูงอาคาร3 ชั้นที่มีระยะต่อชั้นเท่ากับ 4.00 เมตร) โดยอัตราส่วนความกว้างต่อความสูง (Aspect ratio) เท่ากับ 1:12

โดยในการวิเคราะห์อิทธิพลจากขนาดพื้นที่ช่องเปิดผู้วิจัยกำหนดให้ขนาดของช่องเปิดที่ผนังกระจกชั้นนอกให้มีพื้นที่ช่องเปิดด้านบนและด้านล่างมีเท่ากันทั้งนี้ผลรวมขนาดพื้นที่ของช่องเปิดจะมีสัดส่วนที่เท่ากับเงื่อนไขสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดที่ต้องการวิเคราะห์ซึ่งเริ่มตั้งแต่ร้อยละ 10 ถึง 50 ของพื้นที่ผนังและอ้างอิงระดับความสูง 60.00 เมตร ซึ่งเป็นช่วงระยะกึ่งกลางความสูง(Neutral height) ของอาคารกรณีศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลกระทบจากขนาดช่องเปิดผนังด้านนอกต่อการไหลของกระแสอากาศในช่องว่างของระบบผนังกระจกสองชั้นด้วยโปรแกรมAutodesk CFD Simulation และใช้ค่าเฉลี่ยความเร็วลมภายนอกตามชั้นความสูงของกรุงเทพมหานคร(กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2544)

4. ผลการวิจัย

ผลจำลองสภาพเพื่อศึกษาผลกระทบจากขนาดพื้นที่ช่องเปิดของผนังด้านนอกต่อการไหลของกระแสอากาศในช่องว่างของระบบผนังกระจกสองชั้นโดยมีสัดส่วนที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ร้อยละ 10 ถึง 50 ของพื้นที่ผนังทั้งนี้ผลการศึกษาสามารถพิจารณาได้ดังนี้



รูปที่ 3 แสดงผลการจำลองสภาพการไหลของกระแสอากาศในช่องว่างผนังกระจกสองชั้นที่มีอัตราส่วนของช่องเปิดผนังด้านนอกตั้งแต่ร้อยละ 10 – 50

ตารางที่ 1 แสดงผลการศึกษาระบบผนัง DSF

สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด (%)	ความเร็วลมเฉลี่ย (เมตรต่อนาที)		
	กึ่งกลางช่องเปิดด้านล่าง	กึ่งกลางช่องเปิดด้านบน	กึ่งกลางช่องว่างผนัง DSF
ช่องเปิด 50%	2.2	3.1	3.6
ช่องเปิด 40%	2.2	3.0	3.4
ช่องเปิด 30%	2.4	3.0	3.0
ช่องเปิด 20%	2.8	2.8	2.8
ช่องเปิด 10%	2.0	1.2	1.1

ผลจากการจำลองสภาพการไหลของกระแสอากาศผ่านช่องเปิดผนังชั้นนอกของระบบผนัง DSF จากรูปที่ 3พบว่า ความเร็วลมในช่องว่างผ่านช่องเปิดที่มีอัตราส่วนช่องเปิดขนาดร้อยละ 50และร้อยละ จะมีความเร็วลมสูงสุด โดยมีความเร็วลมเฉลี่ย ประมาณ 3.6 เมตรต่อวินาที รองลงมาคือ ความเร็วลมในช่องว่างผ่านช่องเปิดขนาดร้อยละ 40/30/ 20 และร้อยละ 10 มีความเร็วลมเฉลี่ย 3.4/ 3.0/ 2.8และ 1.1เมตรต่อวินาที ตามลำดับ

5. การอภิปรายผล

การวิเคราะห์ผลการจำลองสภาพการไหลของกระแสอากาศผ่านช่องเปิดผนังชั้นนอกของระบบผนัง DSF ด้วยโปรแกรม Autodesk CFD Simulation พบว่า สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดของผนังชั้นนอกที่แตกต่างกันมีอิทธิพลโดยตรงต่อรูปแบบการไหลของกระแสอากาศและความเร็วลมในช่องว่างของระบบผนัง DSF ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อสมรรถนะเชิงอุณหภูมิ (Thermal performance) ของระบบทั้งนี้ผลกระทบดังกล่าวสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.1ผลกระทบต่อรูปแบบการไหลของกระแสอากาศ

รูปแบบลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศในช่องว่างของระบบผนัง DSF พบว่า เมื่อกระแสอากาศเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดขนาดร้อยละ 50/ 40

และ 30 จะปรากฏรูปแบบการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent flow)บริเวณช่องเปิดด้านบนและด้านล่าง

ทั้งนี้จากการวิเคราะห์พบว่าการที่ช่องเปิดมีขนาดใหญ่มีผลทำให้กระแสลมเข้ามีความเร็วต่ำกว่าและเมื่อกระแสอากาศปะทะกับพื้นผิวด้านในจะเกิดการเพิ่มขึ้นของแรงลมเพื่อเคลื่อนที่ไปสู่ทางออกด้านบน ในกรณีนี้ช่วงระยะห่างระหว่างช่องเปิดมีระยะที่สั้น ทำให้อัตราส่วน Aspect ratio ลดลงจึงเสมือนเป็นการเร่งให้การไหลเปลี่ยนรูปแบบจากราบเรียบและสม่ำเสมอ (Laminar flow) เป็นการไหลแบบปั่นป่วน ส่งผลในการสกัดกั้นกระแสอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่บริเวณผิวผนังกระจกชั้นในที่อยู่ต่อเนื่องกับช่องเปิดด้านล่าง

ในทางตรงข้ามการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศผ่านช่องเปิดขนาดร้อยละ 20นั้นมีช่วงระยะห่างระหว่างช่องเปิดและอัตราส่วน Aspect ratio ที่เหมาะสมส่งผลต่อรูปแบบการไหลของกระแสอากาศผ่านช่องเปิดปรากฏรูปแบบการไหลที่ราบเรียบและสม่ำเสมอต่อเนื่องตลอดช่วงความสูงของผนังชั้นในของระบบ DSFลักษณะการไหลของกระแสอากาศแบบราบเรียบนี้ช่วยให้กระแสลมธรรมชาติในช่องว่างอากาศไหลผ่านได้สะดวก จึงมีความเร็วลมใกล้เคียงกันตลอดช่วงความสูงของผนังกระจกชั้นใน

รูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศแบบราบเรียบและสม่ำเสมอที่เกิดขึ้นในช่องว่างผนังที่มีช่องเปิดขนาดร้อยละ 20 แสดงให้เห็นได้ว่ามีสัดส่วนความกว้างต่อความสูงและมีขนาดพื้นที่ช่องเปิดทางเข้า-ออกที่เหมาะสม จึงมีช่วงระยะห่างระหว่างช่องเปิดและอัตราส่วน Aspect ratio ที่เอื้อต่อแรงดันของลมที่เคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดทำให้เกิดความต่อเนื่องของกระแสอากาศจึงสามารถลดการสะสมความร้อนในช่องว่างอากาศที่จะทำให้กลไกสมรรถนะเชิงอุณหภูมิของระบบผนัง DSF มีประสิทธิภาพสูงกว่าช่องเปิดขนาดอื่นๆที่นำมาเปรียบเทียบในการศึกษาครั้งนี้

สำหรับช่องเปิดขนาดร้อยละ 10 มีการไหลของกระแสอากาศผ่านช่องเปิดในรูปแบบการไหลที่ราบเรียบบริเวณช่องเปิดด้านล่าง และเมื่อกระแสอากาศไหลผ่านระยะความสูงประมาณ 1 ใน 3 ของช่องว่างที่เป็นโถงสูงต่อเนื่อง ลักษณะการไหลของกระแสอากาศจะเปลี่ยนรูปแบบเป็นการไหลราบเรียบแต่ไม่สม่ำเสมอ (Separated flow)ปรากฏรูปแบบการไหลแบบปั่นป่วนบริเวณที่อยู่เหนือระยะดังกล่าวข้างต้นจนถึงระยะช่องเปิดด้านบน

ลักษณะการไหลราบเรียบแต่ไม่สม่ำเสมอที่เกิดขึ้นกับผนังช่องเปิดขนาดร้อยละ 10 ที่มีสัดส่วนความกว้างต่อความสูงมาก ในขณะที่พื้นที่ช่องทางเข้า-ออกที่ขนาดเล็กจึงมีช่วงระยะห่างระหว่างช่องเปิดและอัตราส่วน Aspect ratio มากเกินไปไม่สัมพันธ์กับแรงดันของลมที่เคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดทำให้เกิดการหยุดนิ่งของกระแสอากาศและอาจเกิดการสะสมความร้อนในช่องว่างอากาศที่จะทำให้กลไกสมรรถนะเชิงอุณหภูมิของระบบผนัง DSF มีประสิทธิภาพต่ำกว่าผนังที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดขนาดใหญ่กว่า

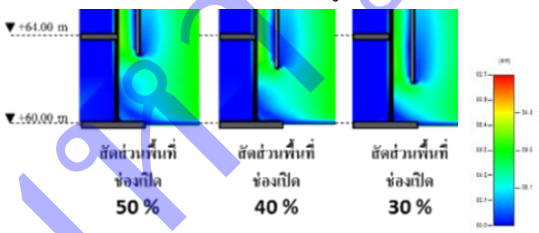
ผลที่ได้รับจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบทำให้ทราบว่าอิทธิพลจากขนาดพื้นที่ช่องเปิดที่เหมาะสมมีส่วนช่วยให้รูปแบบการไหลของกระแสอากาศที่ราบเรียบและสม่ำเสมอในช่องว่างผนังตลอดช่วงความสูงของผนัง ดังนั้นในการกำหนดขนาดช่องเปิดที่เหมาะสมกับค่า Aspect ratio จะช่วยเสริมศักยภาพในระบายความร้อนที่สะสมในช่องว่างของระบบผนัง DSF ด้วยวิธีการใช้กระแสลมธรรมชาติในการพาความร้อนดังกล่าวออกไป ซึ่งจะส่งผลดีต่อกลไกสมรรถนะเชิงอุณหภูมิขององค์ประกอบระบบผนัง DSF ให้เกิดประสิทธิภาพในการป้องกันอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ได้ดียิ่งขึ้น

5.2 ผลกระทบต่อความเร็วลม

อิทธิพลจากขนาดพื้นที่ช่องเปิดที่มีขนาดแตกต่างกันส่งผลกระทบต่อความเร็วลมในช่องว่างของระบบผนัง DSF ทั้งนี้ช่องเปิดที่มีขนาดใหญ่จะส่งเสริมให้ความเร็วลมที่ไหลผ่านช่องว่างผนังมีอัตราความเร็วมากกว่าช่องเปิดที่มีขนาดเล็กกว่า ซึ่งจะช่วยทำให้ศักยภาพในระบายความร้อนที่สะสมในช่องว่างของระบบผนัง DSF ด้วยวิธีการใช้กระแสลมธรรมชาติมีประสิทธิภาพสูงกว่า

ทั้งนี้จากรูปที่ 3 จะสามารถสังเกตเห็นได้ว่าการเคลื่อนที่ของกระแสลมซึ่งผ่านพื้นผิวผนังกระจกชั้นนอก(ด้านที่อยู่ภายในช่องว่างอากาศ) มีความเร็วลมในระดับค่อนข้างต่ำ หรือไม่มีกระแสลมเคลื่อนไหวผ่านพื้นผิวเลย โดยความเร็วลมที่พื้นผิวด้านในของผนังกระจกชั้นนอกอยู่ระหว่าง 0.0-1.2 เมตรต่อวินาที

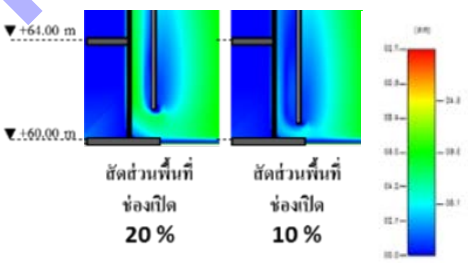
ในกรณีนี้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าการที่พื้นผิวบริเวณดังกล่าวไม่มีการเคลื่อนที่ของอากาศหรือมีแต่น้อยมากส่งผลทำให้ความร้อนจากกระจกถ่ายเทสู่มวลอากาศในช่องว่างที่อยู่บริเวณต่อเนื่องกันทำให้มีระดับความร้อนสะสมตรงบริเวณนี้สูงกว่าบริเวณพื้นผิวผนังชั้นในที่ได้รับอิทธิพลจากการไหลของกระแสอากาศที่มีความเร็วลมเคลื่อนที่ผ่านพื้นผิวสูงกว่า



รูปที่ 4 แสดงการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศที่มุมล่างของผนังกระจกชั้นในของผนังที่มีสัดส่วนช่องเปิดร้อยละ 50/ 40 และ30

ทั้งนี้จากรูปที่ 4 แสดงให้เห็นว่าบริเวณพื้นผิวมุมล่างของผนังกระจกชั้นในซึ่งอยู่ตรงข้ามช่องเปิดด้านล่างจะมีลักษณะเป็นพื้นที่อับลม โดยความเร็วและการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศของแบบจำลองผนังที่มีอัตราส่วนช่องเปิดขนาดร้อยละ 50และ ร้อยละ 40มีขนาดพื้นที่อับลมที่ผิวผนังกระจกชั้นในครอบคลุมประมาณกึ่งหนึ่งของระยะความสูงระหว่างชั้น

ในขณะที่พื้นที่อับลมของผนังที่มีอัตราส่วนช่องเปิดร้อยละ 30 จะมีขนาดประมาณ 1ใน 4 ของระยะความสูงระหว่างชั้น ซึ่งอาจวิเคราะห์ได้ว่าจะมีปริมาณความร้อนสะสมที่บริเวณดังกล่าวสูงกว่าผิวผนังส่วนที่อยู่เหนือขึ้นไปส่วนการไหลของกระแสอากาศผ่านช่องเปิดขนาดร้อยละ 10 มีความเร็วลมต่ำ (ประมาณ 1.1 เมตรต่อวินาที) ในกรณีนี้การเคลื่อนที่ของลมในช่องว่างในผนังที่พัดผ่านพื้นผิวผนังกระจกชั้นในจะลดต่ำลงจนเกือบหยุดนิ่งและกลายสภาพเป็นพื้นที่อับลม ทำให้วิเคราะห์ได้ว่าปริมาณความร้อนสะสมตรงบริเวณพื้นผิวผนังกระจกชั้นในส่วนที่สูงเลยระยะกึ่งกลางของความสูงผนังจะมีแนวโน้มสูงกว่าผิวผนังที่อยู่ต่ำกว่า



รูปที่ 5 แสดงการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศที่มุมล่างของผนังกระจกชั้นในของผนังที่มีสัดส่วนช่องเปิดร้อยละ 20 และ 10

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศที่มุมล่างของผนังกระจกชั้นในของผนังที่มีสัดส่วนช่องเปิดร้อยละ 20 และร้อยละ 10 (รูปที่ 5) แสดงให้เห็นว่าช่องเปิดขนาดร้อยละ 20 มีการไหลของกระแสอากาศผ่านช่องเปิดในรูปแบบการไหลที่ราบเรียบและสม่ำเสมอผ่านช่องเปิดด้านล่างต่อเนื่องถึงช่องเปิดด้านบน ซึ่งครอบคลุมพื้นผิวผนังกระจกชั้นในเกือบทั้งหมดที่เป็นโถงสูงต่อเนื่อง (ดูรูปที่ 6 ประกอบ)

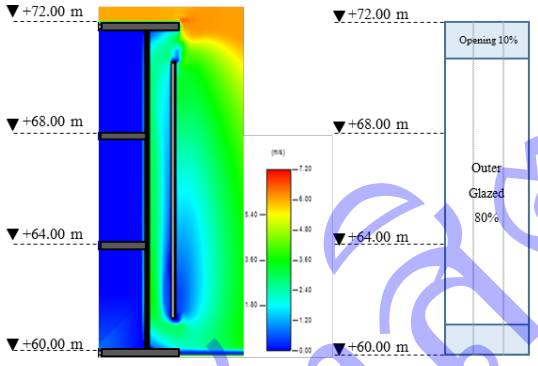
ดังนั้นจึงสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดผนังกระจกชั้นนอกขนาดร้อยละ 20 มีอัตราส่วนขนาดพื้นที่ช่องเปิด ระยะห่างระหว่างช่องเปิด และอัตราส่วน Aspect ratio ที่เหมาะสมส่งผลทำให้มีศักยภาพเอื้อต่อการไหลของอากาศในช่องว่าง ทั้งนี้แนวโน้มที่ปรากฏแสดงถึงประสิทธิภาพของช่องเปิดขนาดร้อยละ 20 ในการลดปริมาณความร้อนที่สะสมในช่องว่างของระบบผนัง DSF ด้วยวิธีการธรรมชาติได้ดีกว่าผนังที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดอื่นๆ ที่นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบในครั้งนี้

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

เมื่อพิจารณาค่าความเร็วลมร่วมกับรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศในช่องว่างระบบผนัง DSF ผลจากการจำลองสภาพสามารถสรุปได้ว่า

6.1 บทสรุป

ในการศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลขนาดของช่องเปิดที่มีสัดส่วนพื้นที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการไหลของกระแสอากาศในช่องว่างของระบบผนัง DSFของอาคารสูง พบว่า ขนาดช่องเปิดมีผลโดยตรงต่อรูปแบบการเคลื่อนที่และความเร็วของกระแสลมธรรมชาติในช่องว่างของระบบผนัง DSF ที่ระดับความสูง +60.00 เมตรจากระดับพื้นดินซึ่งเป็นช่วงระยะกึ่งกลางความสูงของอาคารกรณีศึกษา โดยความเร็วลมในช่องว่างผนังที่มีอัตราส่วนช่องเปิดขนาดร้อยละ 20 ของพื้นที่ผนังมีความเร็วโดยเฉลี่ยคงที่และมีรูปแบบการไหลของกระแสอากาศแบบราบเรียบและสม่ำเสมอเกือบตลอดช่วงระยะความสูงของผนัง (ดูรูปที่ 6ประกอบ)



รูปที่ 6แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมและผลการจำลองสภาพการไหลของกระแสอากาศในช่องว่างผนังกระจกสองชั้นที่มีอัตราส่วนของช่องเปิดผนังด้านนอกขนาดร้อยละ 20

ลักษณะการไหลของกระแสอากาศรูปแบบนี้จะช่วยทำให้เกิดประสิทธิภาพในการพาความร้อนที่สะสมในช่องว่างของระบบผนัง DSF ออกไป เป็นการป้องกันปัญหาที่เกิดจากปริมาณการสะสมความร้อนในช่องว่างที่สูงเกินไป (Overheating) ของระบบผนัง DSF สำหรับอาคารสูงได้

นอกจากนี้ผลจากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นอาจวิเคราะห์ได้ว่าการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศผ่านช่องเปิดที่มีสัดส่วนร้อยละ 20 นี้สามารถช่วยให้การเคลื่อนที่ของกระแสอากาศด้วยวิธีธรรมชาติเกิดประสิทธิภาพในการลดปริมาณความร้อนที่สะสมในระบบผนัง DSF ได้ดีกว่ารูปแบบช่องเปิดขนาดอื่นๆ

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงสามารถสรุปได้ว่าที่ระดับความสูง +60.00 เมตรจากระดับพื้นดิน ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากอัตราส่วนช่องเปิดผนังชั้นนอกขนาดร้อยละ 20 ดังกล่าวมีประสิทธิภาพเอื้อต่อการใช้กระแสลมธรรมชาติมาช่วยในการถ่ายเทความร้อนที่สะสมในช่องว่างของระบบผนัง DSF ซึ่งสามารถนำสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดนี้ไปบูรณาการเพื่อใช้เป็นแนวทางกำหนดรูปแบบทางสถาปัตยกรรมของระบบผนังกระจกสองชั้นแบบโถงสูงต่อเนื่องที่จะนำไปติดตั้งสำหรับอาคารสูงได้ต่อไป

6.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์อิทธิพลของการเคลื่อนที่ของกระแสลมในช่องว่างของระบบผนัง DSF เพียงปัจจัยเดียว อย่างไรก็ตามในการศึกษากลไกการถ่ายเทความร้อนของระบบผนังชนิดนี้ยังมีตัวแปรอื่นๆที่ต้องนำมาวิเคราะห์ผลร่วมกัน เนื่องจากกระบวนการถ่ายเทความร้อนของระบบผนัง DSF มีความซับซ้อนและเกิดขึ้นต่อเนื่องในช่วงเวลาเดียวกัน (Kalyanova et al., 2009)

ดังนั้นการศึกษาประสิทธิภาพและการป้องกันปัญหาความร้อนสะสม (Overheating) ของระบบผนัง DSF ในโอกาสต่อไป จึงจำเป็นต้องนำปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น รังสีดวงอาทิตย์ คุณสมบัติของวัสดุและเทคนิคการระบายอากาศในช่องว่างมาวิเคราะห์ (Hernandez Tascon, 2008)รวมทั้งการเทียบผลการจำลองสภาพร่วมกับการทดสอบหรือการตรวจวัดจากกรณีศึกษา เพื่อให้ทราบถึงแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบผนัง DSF เหมาะสมกับอาคารสูงที่มีบริบทที่แตกต่างกันต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

การจำลองสภาพการไหลของกระแสอากาศในช่องว่างผนังของระบบผนังDSF ครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์จัดทำโดย อาจารย์ธนสาร ช่างนาวา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เชี่ยวชาญโปรแกรม Autodesk Revit และโปรแกรม Autodesk CFD Simulation

8. เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2544). แผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย (Wind resource assessment of Thailand): กรุงเทพฯ : เซ็นทรัลการพิมพ์, 2544.

Autodesk,. (2013). OverviewComputational fluid dynamics software. Retrieved from http://videos.autodesk.com/zencoder/content/dam/autodesk/www/products/simulation-cfd/images/videos/simulation-cfd-overview-video-896x504.mp4(2016,February 9)

Behzad Rahmani, M. Z. K. a. P. R. (2012). "How Double Skin Façade's Air-Gap Sizes Effect on Lowering Solar Heat Gain in Tropical Climate?" World Applied Sciences, 18(6), 774-778. doi: 10.5829/idosi.wasj.2012.18.06.3184

Boake, T. M. (2014). Hot Climate Double Facades: Avoiding Solar Gain. Façade Techtonics, 14(1), 2-25. (online) Retrieved form https://www.academia.edu/4812685/Hot_Climate_Double_Facades_Avoiding_Solar_Gain(2015,September 21)

Gratia, E., & De Herde, A. (2007). Greenhouse effect in double-skin facade. Energy & Buildings, 39, 199-211. doi: 10.1016/j.enbuild.2006.06.004

Hamza, N. (2008). Double versus single skin facades in hot arid areas. Energy and Buildings, 40(3), 240-248. doi: 10.1016/j.enbuild.2007.02.025

Hardisty, P. E., Clark, T. S., & Hynes, R. G. (2012). Life Cycle Greenhouse Gas Emissions from Electricity Generation: A Comparative Analysis of Australian Energy Sources. Energies, 5(4), 872-897. doi:10.3390/en5040872

Hernandez Tascon, M. (2008). Experimental and computational evaluation of thermal

performance and overheating in double skin facades. (PhD thesis), The University of Nottingham Retrieved from http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsoai&AN=edsoai.893711073&site=eds-live&authtype=ip,uid(2015,December 12)

Jiru, T. E., Tao, Y.-X., & Haghighat, F. (2011). Airflow and heat transfer in double skin facades. Energy and Buildings, 43(10), 2760-2766. doi: 10.1016/j.enbuild.2011.06.038

Kalyanova, O., Heiselberg, P., Felsmann, C., Poirazis, H., Strachan, P., & Wijsman, A. (2009). An empirical validation of building simulation software for modelling of double-skin facade (DSF). Paper presented at Building Simulation 2009: Eleventh International IBPSA Conference, 27-30 July (pp. 1107-1114). Glasglows, Scottland: IBPSA 2009.

Loncour X., D. A., Blasco M., Flamant G., Wouters P.. (2004). Ventilated double facades – Classification and illustration of facade concepts. Retrieved from Belgian Building Research Institute [BBRI] http://www.bbri.be/activefacades/new/download/Ventilated%20Doubles%20Facades%20-%20Classification%20&%20illustrations.dvf2%20-%20final.pdf(2015,November 2)

Moon, K. S. (2009). Tall building motion control using double skin façades. Journal of Architectural Engineering, 15(3), 84-90. doi: 10.1061/(asce)1076-0431(2009)15:3(84)

O. J. Hendriksen, H. S., A. Svenson, P. Aaqvist,. (2000). Double Skin Facades – Fashion Or A Step Towards Sustainable Buildings. Retrieved from http://ptp.irb.hr/upload/mape/kuca/01_Ole_Juhl_Hendriksen_Double_Skin_Facades_Fashion_or_a_step_.pdf(2015,October 23)

Oesterle, E., Lieb, Rolf-Dieter, Lutz, Martin, Heusler, Winfried (2001). Double-skin facades: integrated planning: building physics, construction, aerophysics, air-conditioning, economic viability. Germany: Prestel.

Pérez-Lombard, L., Ortiz, J., & Pout, C. (2008). A review on buildings energy consumption information. Energy and Buildings, 40(3), 394-398. doi: 10.1016/j.enbuild.2007.03.007

Poirazis, H. (2006). Double Skin Facades a literature review (D. o. A. a. B. Environment, Trans.). Lund, Sweden: Lund University: 252.

UNEP-SBCI. (2014). Why Buildings Why Buildings. Retrieved from http://www.unep.org/sbci/AboutSBCI/Background.asp(2014,November 18)

Wong, P. C., Prasad, D., & Behnia, M. (2008). A new type of double-skin façade configuration for the hot and humid climate. Energy and Buildings, 40(10), 1941-1945. doi: 10.1016/j.enbuild.2008.04.014