บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

เนื่องด้วยสภาพเศรษฐกิจตกต่ำในปัจจุบันรวมทั้งค่าครองชีพที่สูงขึ้นส่งผลให้ราคาเครื่องปรับอากาศรวมทั้งค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของอาคารสูงขึ้นอย่างมาก ทำให้ผู้ที่รับผิดชอบในการออกแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศไม่สามารถออกแบบระบบโดยไม่คำนึงการประหยัดพลังงานของอาคารโดยออกแบบให้เครื่องปรับอากาศมีขนาดใหญ่ไว้ก่อนได้ แต่จะต้องออกแบบระบบปรับอากาศให้มีความเหมาะสมกับภาระการทำความเย็นและสภาวะการใช้งานของอาคารมากที่สุดเพื่อลดต้นทุนและค่าดำเนินการในอนาคต วิธีการหนึ่งที่ผู้ออกแบบสามารถทำได้ คือ การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่กรอบอาคาร (heat gain) ให้มีความแม่นยำมากขึ้นด้วยการใช้วิธี Transfer function (TFM) ซึ่งใช้การหาค่า Response factor หรือ ค่าสัมประสิทธิ์ Conduction transfer function (CTF) แล้วนำค่าความร้อนนี้ไปคำนวณค่าภาระการทำความเย็น (cooling load) ของห้องโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ Room transfer function (RTF) ตามขั้นตอนที่ได้ระบุไว้ใน ASHRAE 1993 Handbook of Fundamental [1] ควบคู่ไปกับการใช้ข้อมูลสภาพบรรยากาศมาตรฐาน (typical weather data file)

การคำนวณด้วยวิธี Transfer function นี้เป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนการคำนวณที่ค่อนข้างซับซ้อนจึงนิยมใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณ วิธี TFM เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อทำการคำนวณค่าภาระการทำความเย็นและการใช้พลังงานในโปรแกรมประมาณค่าพลังงานของอาคาร (energy simulation program) หลายๆ โปรแกรม เช่น DOE 2.1E TRACE 600 และ E-20 เป็นต้น เนื่องจากวิธีนี้สามารถประมาณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร และภาระการทำความเย็นในแต่ละโซนของอาคารได้รวดเร็ว มีผลเฉลยที่ค่อนข้างแม่นยำ และสามารถปรับใช้ได้กับผนังทุกแบบ แต่เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวมีราคาค่อนข้างสูงจึงมีใช้แต่เฉพาะผู้ออกแบบบางส่วนเท่านั้น รวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์ CTF ของการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบที่ระบุไว้ใน ASHRAE ก็มีจำกัดแต่เฉพาะผนังที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศแถบตะวันตกเท่านั้น และ ASHRAE ไม่ได้กล่าวถึงรายละเอียดของวิธีการคำนวณเพื่อให้ได้มาซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ CTF เหล่านั้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ในทางปฏิบัติการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนสำหรับผนังที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยจึงกระทำได้ค่อนข้างลำบาก

โปรแกรมประมาณค่าพลังงานของอาคารเหล่านี้จะสามารถทำนายผลลัพธ์ อันได้แก่ ค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่กรอบอาคาร ค่าภาระการทำความเย็น และ ปริมาณพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ เป็นต้น โดยผู้ใช้งานสามารถนำเอาข้อมูลเหล่านี้ไปประกอบการตัดสินใจในการเลือกระบบปรับอากาศที่เหมาะสมได้ เช่น ใช้ช่วยคำนวณค่าภาระการทำความเย็นในวันออกแบบ (design day) ใช้ทำนายปริมาณพลังงานที่อาคารต้องการตลอดระยะเวลา 1 ปี (yearly energy consumption) และสามารถคำนวณต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของอาคารเมื่อใช้ระบบปรับอากาศดังกล่าว เป็นต้น แต่เนื่องจากระดับของความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์จากโปรแกรมเหล่านี้ขึ้นกับปัจจัยภายนอกหลายอย่างด้วยกัน เช่น ความถูกต้องของข้อมูลกรอบอาคารและการใช้งานอาคาร ข้อมูลของเครื่องปรับอากาศ และ ข้อมูลสภาพบรรยากาศมาตรฐาน ดังนั้นผู้ใช้งานจึงต้องศึกษาและทำความเข้าใจในขั้นตอนการคำนวณแต่ละขั้นตอนอย่างถี่ถ้วนจึงจะสามารถใช้โปรแกรมได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

ถึงแม้ว่าโปรแกรมประมาณค่าพลังงานของอาคารจะช่วยให้การออกแบบเป็นไปได้โดยเร็วและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น แต่ว่าการใช้งานด้วยโปรแกรมดังกล่าวต้องการทั้งเวลาในการทำความเข้าใจ และบุคลากรที่ได้รับการฝึกฝน ดังนั้น ASHRAE จึงได้เสนอวิธีการออกแบบอีกวิธีหนึ่งซึ่งเป็นวิธีการคำนวณที่ผู้ใช้สามารถเข้าใจในหลักการได้ง่ายกว่า และสามารถหาผลลัพธ์ได้ด้วยการใช้เครื่องคำนวณเลขทั่วๆ ไป วิธีการนี้เรียกว่า Cooling load temperature difference / Solar cooling load / Cooling load factor (CLTD/SCL/CLF) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ CLTD/SCL/CLF ตาม ASHRAE [1] นั้นสามารถหาได้จากการคำนวณค่าภาระความร้อนด้วยโปรแกรมประมาณค่าพลังงานของอาคาร ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ CLTD/SCL/CLF จะถูกสร้างขึ้นเป็นตารางซึ่งจะแปรตามเวลา สถานที่ตั้งของอาคาร ทิศของผนัง ลักษณะของผนังอาคาร สภาวะแวดล้อมภายในและภายนอก เพื่อนำไปเลือกใช้คำนวณหาค่าภาระการทำความเย็นของผนังอาคารแต่ละตำแหน่งด้วยการคูณค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวกับค่าคุณลักษณะของผนังอาคารด้วยเครื่องคำนวณเลขธรรมดาได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการคำนวณ แต่เนื่องจากค่าที่สร้างขึ้นจะค่อนข้างจำกัดและถูกสร้างขึ้นโดยใช้กับสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นในทวีปอเมริกาเหนือจึงอาจก่อให้เกิดข้อจำกัดในการใช้งานขึ้น เนื่องจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ในโปรแกรมประมาณค่าพลังงานของอาคาร รวมทั้งการปรับเปลี่ยนตัวแปรต่างๆ ก็อยู่ในขอบเขตที่จำกัด ในกรณีที่ต้องการใช้ค่าตัวแปรที่อยู่นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในตารางก็จำเป็นต้องมีการประมาณค่าในช่วงซึ่งทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย วิธีการนี้จึงเป็นวิธีการที่มีความแม่นยำในระดับหนึ่งในกรณีที่สภาวะแวดล้อมของอาคารอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้ในตาราง โดยระดับความน่าเชื่อถือจะลดน้อยลงในกรณีที่สภาวะแวดล้อมของอาคารแตกต่างออกไปจากค่าที่กำหนด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1) ศึกษาการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบในหนึ่งมิติที่แปรเปลี่ยนตามเวลาของผนังด้านหนึ่งของห้องทดลอง โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างค่าจากการตรวจวัด ค่าที่คำนวณได้จากโปรแกรม DOE 2.1E และ ค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธี Transfer function โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ CTF ที่พัฒนาขึ้นและยังตรวจสอบผลกระทบของเงื่อนไขขอบเขตที่มีต่อผลเฉลยจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหาการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบโดยวิธี Transfer function ด้วย ค่าเงื่อนไขขอบเขต (boundary condition) จะถูกปรับเปลี่ยนให้มีความแตกต่างกันจำนวน 3 แบบ เพื่อพิจารณาว่าค่าเงื่อนไขขอบเขตแบบใดที่เหมาะสมในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบ

2) คำนวณค่า Cooling load temperature difference (CLTD) ที่ของผนังทึบด้านที่ทำการตรวจวัด และนำค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับค่า CLTD จากโปรแกรม DOE 2.1E และค่าจากตาราง ASHRAE [1]

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1) ทำการตรวจวัดค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบด้านทิศตะวันตกของห้องทดลอง, ตรวจวัดค่าอุณหภูมิผิวด้านในและด้านนอกของผนังห้องทดลองทุกด้าน ตรวจวัดข้อมูลสภาพบรรยากาศบริเวณห้องทดลอง และตรวจวัดค่า Heat extraction rate ของเครื่องปรับอากาศ

2) สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบในหนึ่งมิติที่แปรเปลี่ยนตามเวลา โดยใช้วิธี Transfer function

3) ศึกษาวิธีใช้งานของโปรแกรมประมาณค่าพลังงานของอาคาร DOE 2.1E และจัดรูปแบบของแฟ้มข้อมูลขาเข้าของโปรแกรมให้เหมาะสำหรับเป็นตัวแทนของห้องทดลอง

4) เปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบด้านทิศตะวันตกระหว่างค่าจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น ค่าจากโปรแกรม DOE 2.1E และค่าจากการตรวจวัดด้วย heat flux meter

5) เปรียบเทียบค่า Heat extraction rate ด้าน Air-side ของเครื่องปรับอากาศระหว่างค่าจากการตรวจวัด กับ ค่าจากโปรแกรม DOE 2.1E

6) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ CLTD จากค่าภาระการทำความเย็นของผนังทึบด้านที่ทำการตรวจวัด และเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์ CLTD ที่คำนวณได้จากโปรแกรม DOE 2.1E และค่าสัมประสิทธิ์จากตารางใน ASHRAE [1]

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบที่มีสภาพแวดล้อมของผนังด้านในและด้านนอกแปรเปลี่ยนตามเวลา

2) ค่าสัมประสิทธิ์ Room transfer function ของผนังที่นิยมใช้ในประเทศไทย

3) ค่าสัมประสิทธิ์ Cooling load temperature difference ของผนังอาคารแบบหนึ่งของประเทศไทย

4) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบที่พร้อมจะนำไปใช้พัฒนาโปรแกรมทำนายค่าการใช้พลังงานที่เรียบง่ายและแม่นยำ ที่เหมาะสำหรับประเทศในซีกโลกเอเชีย ซึ่งมีข้อมูลภูมิอากาศแตกต่างกว่าทางทวีปอเมริกาเหนือ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย