บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน การออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่สถาปนิกทุกคนต้องตระหนักถึงโดยรูปแบบงานสถาปัตยกรรม จำเป็นต้องสนับสนุนให้อาคารมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า การออกแบบโดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การกำหนดทิศทางการวางตัวของอาคาร การกำหนดวัสดุที่จะนำมาใช้ก่อสร้างอาคาร วัสดุที่ใช้ปิดผิวอาคารหรือแม้แต่การเลือกระบบทำความเย็นที่เหมาะสมให้กับอาคาร เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่เป็นการพยายามทำให้อาคารมีการใช้พลังงานที่น้อยลงและคุ้มค่ามากที่สุด

การใช้พลังงานภายในอาคาร อาจจะแบ่งออกได้ 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าส่องสว่างและอื่น ๆ ซึ่งมากกว่า 50% ของพลังงานที่ใช้ภายในอาคาร มาจากระบบปรับอากาศภายในอาคาร (กระทรวงพลังงาน, 2551) ที่ต้องการทำให้อาคารอยู่ในอุณหภูมิที่เหมาะสม แต่สิ่งที่เป็นอุปสรรคสำคัญต่อการทำความเย็นภายในอาคารคือ ความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่งผ่านเข้ามาภายในอาคารไม่ว่าจะเป็นผนังหรือช่องเปิดต่าง ๆ อีกทั้งยังมีความร้อนที่เก็บสะสมไว้ภายในผนังอาคาร (Thermal mass) ซึ่งมีการแผ่รังสีความร้อน (Emission) ออกมาตลอดเวลา ถึงแม้ว่าอาคารด้านนั้นจะไม่ได้รับรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ก็ตาม เปลือกอาคารก็มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานภายในอาคารเช่นกัน การออกแบบให้อาคารมีพื้นที่เปลือกอาคารมากนั้นหมายความว่า ความร้อนจะเข้ามาได้มากเช่นเดียวกัน องศาของผนังอาคาร นับเป็นอีกหนึ่งปัจจัยในการรับเอาความร้อนจากภายนอกอาคารเข้าสู่ตัวอาคาร กล่าวคือ ผนังอาคารที่มีองศาการเอียงที่รับเอารังสีดวงอาทิตย์เข้ามาโดยตรง ความร้อนจะถูกส่งผ่านเข้ามาภายในอาคารได้มาก ในทางกลับกัน ถ้าผนังอาคารมีการหลบรังสีดวงอาทิตย์ ความร้อนจะเข้ามาภายในอาคารได้น้อย

จากข้อมูลข้างต้น ทำให้สถาปนิกต่างพยายามออกแบบอาคารให้ได้รับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์น้อยที่สุด แผงกันแดดเป็นอีกหนึ่งวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการออกแบบ โดยสถาปนิกมักจะออกแบบแผงกันแดด เฉพาะบริเวณที่มีการส่งผ่านความร้อนโดยตรงเข้าสู่ตัวอาคารมากที่สุด นั้นคือ บริเวณช่องเปิดต่าง ๆ แต่ความร้อนก็ยังถูกสะสมอยู่ตามพื้นและผนังอาคาร อีกทั้งแผงกันแดดยังมีราคาแพง ยากต่อการบำรุงรักษา รูปทรงอาคารที่มีการเอียงของผนังอาคาร เป็นการออกแบบกรอบอาคารที่สามารถลดผลกระทบจากรังสีตรงของดวงอาทิตย์ได้ ซึ่งอาคารต่าง ๆ ได้เริ่มมีการประยุกต์ใช้แนวความคิดการเอียงผนังอาคารดังกล่าวเพื่อลดการใช้พลังงานของอาคาร

ภาพที่ 1.1
อาคารที่มีลักษณะการเอียงของผนังเพื่อหลบรังสีดวงอาทิตย์

หมายเหตุ: ภาพบน: อาคารศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา 5 ธันวาคม 2550 ถนนแจ้งวัฒนะ
ภาพล่างซ้าย: กลุ่มอาคาร บียู แลนด์มาร์ค คอมเพล็กซ์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
ภาพล่างขวา: อาคารเฉลิมพระเกียรติบรมราชินีนาถ สภากาชาดไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคารผนังเอียง

2. การทดลองและวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของผนังเอียงที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนตัวแปร 4 ตัวแปรคือ องศาของผนังเอียง (tilted wall) สัดส่วนช่องเปิดของผนังอาคาร (Window to Wall Ratio: WWR) ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก (Shading Coefficient: SC) และทิศทางการวางตัวของอาคาร (direction)

3. การทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานระหว่างอาคารผนังเอียงกับอาคารที่ติดตั้งแผงกันแดด (shading device)

4. เสนอแนวทางการออกแบบผนังเอียงให้เหมาะสมกับอาคารในเขตร้อนชื้น

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาและทดลองหาค่าการใช้พลังงานของอาคารประเภทสำนักงาน ที่ตั้งอยู่ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้นเท่านั้น (กรุงเทพมหานครและปริมณฑล)

2. ศึกษาเฉพาะผนังเอียงที่มีความเป็นไปได้ทางสถาปัตยกรรม (การเอียงของผนังอาคาร อาจมีข้อจำกัดในเรื่องการก่อสร้างและเทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบัน ซึ่งมีอิทธิพลต่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม)

3. การปรับเปลี่ยนชนิดของกระจก กำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกเท่านั้น โดยกำหนดให้ค่าการส่งผ่านของแสงเป็นค่าคงที่

4. พื้นที่สัดส่วนช่องเปิดในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กำหนดให้ช่องเปิดดังกล่าวมีลักษณะเป็นแนวตั้งจากตรงกลางของผนังอาคาร แล้วทำการขยายสัดส่วนช่องเปิดออกไปทางซ้ายและขวา ตามอัตราส่วนที่ได้ทำการคำนวณไว้

5. การสร้างห้องทดลองด้านพลังงาน จะเลือกจำลองเฉพาะองศาของผนังเอียงที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน และมีความเหมาะสมในการก่อสร้าง

6. สำหรับการทดลองในสภาพแวดล้อมจริงนั้น อุณหภูมิภายในห้องทดลองมีค่าสูงมาก ทำให้เครื่องปรับอากาศไม่สามารถทำความเย็นได้ตามที่กำหนดไว้ เนื่องจากมีภาระการทำความเย็นที่สูงกว่าความสามารถของเครื่องปรับอากาศ (overload)

7. สำหรับการจำลองในโปรแกรม eQUEST อาคารที่ติดตั้งแผงกันแดดจะสามารถป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (direct solar radiation) ได้เพียงชนิดเดียว ซึ่งในความจริงนั้น

1.4 สมมติฐานการวิจัย

1. อาคารที่มีองศาการเอียงของผนังมาก จะมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมากกว่า อาคารที่มีการเอียงของผนังน้อย

2. ผนังเอียงทางด้านทิศใต้ มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมากที่สุด เมื่อเทียบกับการประยุกต์ใช้ผนังเอียงทางทิศอื่น

3. องศาของผนังเอียง สัดส่วนช่องเปิดและค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก ต้องมีสัดส่วนที่เหมาะสม จึงจะมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน

4. อาคารผนังเอียงมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมากกว่า อาคารที่ติดตั้งอุปกรณ์บังแดด

1.5 กระบวนการวิจัย

ขั้นตอนการศึกษา รวมไปถึงการออกแบบการทดลองเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น มีดังนี้

1. การศึกษาหลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคารและปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อค่าการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยทำการศึกษาจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

   1) ศึกษาลักษณะและคุณสมบัติของความร้อนที่ได้รับจากรังสีดวงอาทิตย์

   2) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อน (Heat transfer)

   3) ศึกษาสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร ทั้งในส่วนของผนังทึบแสง ผนังโปร่งแสงและโปร่งใส

   4) ศึกษาบทความและงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคาร เพื่อต้องการลดค่าการใช้พลังงาน (ประหยัดพลังงาน)

2. การออกแบบการทดลอง เพื่อต้องการศึกษาประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของอาคารที่มีองค์ประกอบของเปลือกอาคารที่แตกต่างกัน โดยจะทำการศึกษาทั้งหมด 4 ตัวแปร คือ

1) การทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (computer simulation)

2) การสร้างห้องทดลองด้านพลังงาน (Mockup for Energy Testing) เพื่อทำการตรวจวัดค่าการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจริงจากเครื่องปรับอากาศ

3. การวิเคราะห์ อภิปรายและสรุปผล

1) วิเคราะห์และอภิปรายค่าการใช้พลังงานที่ได้จากการทดลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และทำการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจริงจากห้องทดลองด้านพลังงาน

2) สรุปผลที่ได้จากการทดลองทั้งในส่วนของการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และส่วนของการวัดค่าการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจริง

3) เสนอแนวทางในการประยุกต์ใช้อาคารที่มีผนังเอียงเป็นองค์ประกอบ เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานที่คุ้มค่ามากที่สุด

1.6 ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัย

การทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณค่าการใช้พลังงาน สามารถแบ่งตัวแปรที่ทำการศึกษาได้ดังนี้

1. ตัวแปรต้น

1) องศาการเอียงของผนังอาคาร ประกอบด้วยองศาที่ทำมุมทั้งหมด 6 มุม คือ มุม 90 องศา, 95 องศา, 100 องศา, 110 องศา, 120 องศา และ 130 องศา โดยมุมภายในอาคารจะมีค่าการเอียงที่น้อยกว่า 90 องศา

2) สัดส่วนช่องเปิดของผนังอาคาร ประกอบด้วยสัดส่วนที่ทำการศึกษาทั้งหมด 10 ค่า คือ 10, 20, 30,…,100%

3) ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก หมายถึง การกำหนดคุณสมบัติของกระจกที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนที่ต่างกัน ประกอบด้วยกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกทั้งหมด 4 ค่า คือ 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8

4) ทิศทางการวางตัวของอาคาร ประกอบด้วยทิศทั้งหมด 4 ทิศทาง คือ ทิศเหนือ ทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศตะวันตก

5) ระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดด จะถูกกำหนดโดยองศาการเอียงของผนังอาคารให้มีอัตราส่วนที่เท่ากัน ประกอบด้วยระยะยื่นทั้งหมด 6 ระยะ คือ ระยะยื่นที่ 0 เมตร (0 องศา), 0.35 เมตร (95 องศา), 0.70 เมตร (100 องศา), 1.46 เมตร (110 องศา), 2.31 เมตร (120 องศา) และ 3.37 เมตร (130 องศา)

2. ตัวแปรตาม คือ ค่าการใช้พลังงาน (kWh) ที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบต่าง ๆ ของอาคาร

3. ตัวแปรควบคุม

1) ศึกษาและทำการทดลองเฉพาะอาคารที่ตั้งอยู่ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้นเท่านั้น (กรุงเทพฯ และปริมณฑล)

2) กำหนดให้อาคารที่ใช้ในการทดลองเป็นอาคารประเภทสำนักงาน ที่มีช่วงเวลาการใช้งานตั้งแต่ 7.00 - 18.00 น.

3) กำหนดให้ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบเป็นค่าคงที่

4) กำหนดให้มีการควบคุมปริมาณแสงสว่างภายในอาคารอยู่ที่ 50 fc

5) พื้นที่ผนังอาคารที่เพิ่มจากการเอียงเมื่อเทียบกับอาคารผนังตั้งฉาก กำหนดให้ไม่มีการส่งผ่านความร้อนเข้ามาภายในอาคาร (ผนังมีค่าความเป็นฉนวนมาก)

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของอาคารผนังเอียงที่มีองค์ประกอบแตกต่างกัน ทั้งในเรื่องทิศทางการวางตัวของอาคารที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นในประเทศไทย การเลือกสัดส่วนช่องเปิดของอาคารให้มีความสัมพันธ์กับลักษณะการใช้พลังงานภายในอาคาร การเลือกใช้กระจกที่มีคุณภาพ สามารถป้องกันความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการเลือกองศาการเอียงของผนังอาคารให้มีความเหมาะสมกับองค์ประกอบต่าง ๆ สามารถอธิบายถึงหลักการ ที่มาและเหตุผลของพลังงานที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนได้ โดยอ้างอิงจากทฤษฎีทางวิชาการ

2. ทราบถึงประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของอาคารที่มีแผงกันแดดเป็นองค์ประกอบ ที่มีความแตกต่างกันทั้งในเรื่องทิศทางการวางตัวของอาคาร สัดส่วนช่องเปิดของผนังอาคาร คุณภาพของกระจกรวมไปถึงระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดด ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้

3. ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบงานสถาปัตยกรรมที่ใส่ใจในเรื่องของพลังงาน โดยมีผนังเอียงเป็นองค์ประกอบ สามารถนำข้อมูลต่าง ๆ ไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนำไปประยุกต์ใช้ได้โดยง่าย อีกทั้งยังสามารถใช้อ้างอิงในการออกแบบได้อย่างน่าเชื่อถือ

4. ใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินอาคารที่อนุรักษ์พลังงาน เป็นการสร้างมูลค่าให้กับตัวอาคาร และยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้ประกอบการให้ความสำคัญกับการสร้างอาคารที่ใส่ใจในเรื่องของพลังงานอีกด้วย

1.8 คำศัพท์ในการวิจัย

1. อาคารผนังเอียง หมายถึง อาคารที่มีผนังอาคารเอียงทำมุมต่าง ๆ กับระดับพื้น โดยให้มุมภายในอาคารเป็นมุมเริ่มต้น (0 องศา)

2. ผนังเอียงออก หมายถึง ผนังอาคารที่เอียงทำมุมมากกว่า 90 องศา กับระดับพื้นภายในอาคาร

3. แผงกันแดด (shading device) หมายถึง วัสดุที่ใช้ในการบังแสงอาทิตย์ทำให้เกิดร่มเงา ป้องกันรังสีที่จะตกกระทบกับผนังอาคารโดยตรง

4. สัดส่วนช่องเปิดของผนังอาคาร (Window to Wall Ratio: WWR) หมายถึง อัตราส่วนพื้นที่ผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา

1.9 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

จากการศึกษาและทำการทดลอง สามารถสรุปขั้นตอนในการวิจัยได้ดังนี้