บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

การวิจัยนี้ได้ทำการสร้างเครื่องมือทดลองซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ แบบจำลองท้องฟ้า, แบบจำลองแผงรับแสงอาทิตย์และเครื่องกำเนิดลม เครื่องมือทดลองดังกล่าวมีความสามารถที่จะทำการทดลองตามเงื่อนไขที่กำหนดอันได้แก่ อุณหภูมิแตกต่างระหว่างแผ่นกระจกกับอากาศโดยรอบแผ่นกระจกในช่วงตั้งแต่ 10 ถึง 30 องศาเซลเซียส , ความเร็วลมที่ผ่านแผ่นกระจกมีค่าตั้งแต่ 0.5 ถึง 3.0 เมตรต่อวินาที , มุมเอียงของแผ่นกระจกระหว่าง 0 ถึง 20 องศาและสามารถควบคุมอุณหภูมิที่ผนังด้านในของแบบจำลองท้องฟ้าได้สูงสุดถึง 70 องศาเซลเซียส เป็นต้น

การทดลองเพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเนื่องจากลม(h_w) ได้กระทำโดยแยกการทดลองออกเป็น 2 ส่วน เพื่อวิเคราะห์ตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องทีละตัวจากการทดลองพบว่า ตัวแปรตัวแรกคือความเร็วลมที่ผ่านด้านหน้าแผ่นกระจก พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าh_wกับความเร็วลม(v) จะมีลักษณะเป็นสมการเชิงเส้น (Linear Equation) และความสัมพันธ์ระหว่างค่าj-Factorกับค่าReynold Numberจะเป็นสมการจีโอเมตริก(Geometric Equation) ซึ่งมีรูปสมการดังนี้

$$j = 2.109Re^{-0.57} \qquad .....(6.1)$$

ตัวแปรตัวต่อไปได้แก่มุมเอียงของแผงรับแสงอาทิตย์ จากการทดลองที่มุมเอียงเท่ากับ 5,10,15,20 องศาซึ่งเป็นช่วงมุมเอียงที่ใช้ในประเทศไทย พบว่ากราฟความสัมพันธ์ระหว่างjกับReที่แต่ละมุมเอียงมีความใกล้เคียงกันมาก จนถือว่าเป็นเส้นเดียวกันได้ ทำให้สรุปได้ว่ามุมเอียงของแผงรับแสงอาทิตย์ในช่วงดังกล่าวไม่มีอิทธิพลต่อค่าh_w เมื่อนำข้อมูลค่าj-FactorและRe ที่ทุกมุมเอียงมารวมกันเป็นข้อมูลชุดเดียวแล้วทำการFit Curve โดยวิธีLeast Square สุดท้ายจะได้สมการสำหรับใช้คาดคะเนค่าh_wที่เกิดขึ้นบนแผ่นกระจกปิดหน้าของแผงรับแสงอาทิตย์ดังนี้คือ

$$j = 2.47Re^{-0.58} \qquad .....(6.2)$$

โดยที่

$$h_w = j(\rho_a Cp_a)/Pr^{2/3} \qquad .....(6.3)$$

เมื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบสมการที่ได้จากการทดลองนี้กับสมการคาดคะเนค่า h_w ของSparrow ที่ได้จากการทดลองในช่วงของค่าReynold Numberเท่ากัน โดยใช้แผ่นราบทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสด้านยาวเพียง 7.62 ซม. พบว่าในช่วงของค่าReต่ำๆนั้นค่า h_w ที่คำนวณได้จากสมการที่(6.2)และ(6.3) จะมีค่าสูงกว่าค่า h_w ที่คำนวณได้จากสมการของSparrow (สมการที่ 2.56) ทั้งนี้เนื่องมาจากอิทธิพลของการพาความร้อนอิสระที่เกิดขึ้นในขณะที่ความเร็วลมมีค่าน้อย และเมื่อความเร็วลมมีค่ามากขึ้น ค่าReก็จะมากขึ้นด้วย ทำให้อิทธิพลของการพาความร้อนแบบอิสระมีค่าลดลง ดังนั้นค่า h_w ที่ได้จากสมการที่(6.2)และ(6.3)จึงมีแนวโน้มจะมีค่าต่ำกว่าค่าที่คำนวณโดยใช้สมการของSparrow อย่างไรก็ตามความแตกต่างดังกล่าวมีค่าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับแผงรับแสงอาทิตย์ที่มีขนาดโตกว่า สมการที่ได้จากการทดลองนี้ย่อมจะมีความถูกต้องและเหมาะสมมากกว่าสมการของSparrow เพราะว่าการวิจัยของSparrowได้ใช้แผ่นราบที่มีขนาดเล็กเกินไป จนค่าเกรเดียนท์ของอุณหภูมิที่ผิวของแผ่นราบยังมีอิทธิพลมากอยู่ ซึ่งมีผลทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนไปได้ สรุปก็คือสมการที่(6.2)และ(6.3)สามารถประยุกต์ใช้สำหรับแผ่นราบที่มีความยาวมากกว่า 50 ซม. และวางทำมุมเอียงกับแนวราบไม่เกิน 20 องศา ในช่วงของความเร็วลมที่พัดผ่านด้านหน้าของแผ่นราบตั้งแต่ 0 ถึง 3.0 เมตรต่อวินาทีได้อย่างเหมาะสม และนอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาค่า h_w ที่เกิดขึ้นเนื่องจากลมพัดผ่านหลังคาบ้านที่มีมุมเอียงไม่เกิน 20 องศาได้อีกด้วย

แม้ว่าผลการทดลองที่ได้จะเป็นที่ยอมรับก็ตาม แต่ก็ยังมีความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการทดลองที่มีทำให้ผลการทดลองที่ได้มีคลาดเคลื่อนไปจากค่าที่ควรจะเป็นบ้างเล็กน้อย ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนี้มีสาเหตุมาจาก

ก) แรงดันไฟฟ้าอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าจ่ายให้แก่ฮีทเตอร์ มีค่าไม่ค่อยคงที่ ทำให้แผ่นกระจกซึ่งมีขนาดโตอยู่แล้ว ได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอ การกระจายอุณหภูมิบนผิวกระจกจึงไม่เท่ากัน

ข) การควบคุมอุณหภูมิที่ผนังด้านในของแบบจำลองท้องฟ้าเป็นไปโดยยาก เพราะว่าขนาดของฝาผนังใหญ่มาก ความร้อนจากน้ำร้อนภายในท่อทองแดงไม่อาจกระจายไปทั่วผนังได้อย่างเท่าๆกัน ทำให้เกิดขบวนการแผ่รังสีความร้อนระหว่างแผ่นกระจกกับผนังขึ้นได้และถึงแม้ว่าจะมีการคำนวณเพื่อหักลบความร้อนในส่วนนี้ไปแล้วก็ตาม (การแผ่รังสีความร้อนที่เกิดขึ้น ถ้าหากไม่มีการควบคุม จะมีปริมาณประมาณ 30% ของปริมาณการสูญเสียความร้อนออกจากแผ่นกระจก)

ค) เนื่องจากการเก็บข้อมูลจะกระทำได้ก็ต่อเมื่อข้อมูลทุกอย่างสอดคล้องตามเงื่อนไขที่กำหนดเอาไว้ ซึ่งต้องใช้เวลานานประมาณ 6 ชั่วโมงจึงจะบันทึกข้อมูลแต่ละชุดได้ อุณหภูมิของอากาศจึงมีการเปลี่ยนแปลงไปตามธรรมชาติ ทำให้อุณหภูมิของอากาศบริเวณโดยรอบแผ่นกระจกมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย อุณหภูมิที่ผิวของแผ่นกระจกจะมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ทำให้ข้อมูล

ของอุณหภูมิที่บันทึกเอาไว้มีค่าคลาดเคลื่อนไปจากที่ควรจะเป็นได้

ง) เนื่องความยาวของอุโมงค์ลมมีจำกัด ทำให้ความเร็วลมที่ผ่านแผ่นกระจกมีค่าไม่ค่อยจะคงที่ ความเร็วลมที่ตำแหน่งต่างๆบนแผ่นกระจกจึงอาจจะมีค่าต่างกันมาก มีผลทำให้ค่าอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆบนแผ่นกระจกที่บันทึกเอาไว้นั้นมีความคลาดเคลื่อนไปบ้าง

จ) ความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดลองทุกชนิด เช่น มัลติมิเตอร์, เครื่องวัดความเร็วลม, เครื่องอ่านอุณหภูมิ ฯลฯ

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่า เพื่อพัฒนาสมการการคาดคะเนค่า h_w ให้มีความถูกต้องมากขึ้นและสามารถนำไปใช้ได้โดยไม่มีข้อจำกัด จึงควรที่จะมีการวิจัยเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

6.2.1 ทำการทดลองโดยให้ทิศทางลมผ่านทำมุมหักเหต่างๆกับแผ่นกระจก และให้เพิ่มมุมเอียงของแบบจำลองแผงรับแสงอาทิตย์ไปจนถึง 45 องศา ทั้งนี้เพื่อศึกษาถึงผลที่กระทบต่อค่า h_w ในกรณีที่ทิศทางลมเปลี่ยนแปลงไปจากแนวขนานแบบเดิม และเพื่อให้ได้สมการคาดคะเนค่า h_w ที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผนังของอาคารตลอดจนหลังคาบ้านที่มีมุมเอียงมากกว่า 20 องศา

6.2.2 ควรเลือกใช้เครื่องกำเนิดลมที่สามารถให้ลมที่มีความเร็วสูงขึ้นกว่าเดิมเพื่อศึกษาอิทธิพลของความเร็วลมต่อค่า h_w ที่ความเร็วลมสูงๆจนถึงช่วงเทอร์บูเลนท์(Turbulent Flow , $Re>5\times10^{5}$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย