บทที่ 8
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะแนวทางการทำวิจัยต่อเนื่อง

การวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น 4ส่วนคือการวิเคราะห์ผลของการเปรียบเทียบอุณหภูมิของผิวผนังด้านในของผนังปกติและผนังเย็น การวิเคราะห์ผลของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งท่อน้ำตามความลึกของผนัง การวิเคราะห์อัตราการไหลของน้ำการวิเคราะห์ระยะห่างระหว่างท่อสามารถสรุปได้ดังนี้

8.1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของผิวผนังด้านในของผนังปกติและผนังเย็น

การวิเคราะห์อุณหภูมิของผิวผนังด้านในของผนังปกติและผนังเย็น ได้ผลสรุปดังต่อไปนี้

เมื่อเวลาผ่านไป ผนังจะสะสมความร้อนทำให้อุณหภูมิผนังด้านในของผนังมีค่าเพิ่มขึ้น โดยช่วงบ่ายจะมีค่าอุณหภูมิสูงกว่าในช่วงเช้าสำหรับผนังเย็นเนื่องจากน้ำในท่อที่ฝังอยู่ในผนัง ดึงความร้อนที่สะสมในผนังออกไป จะสามารถลดอุณหภูมิผิวผนังด้านในได้มากกว่าผนังปกติ

กรณีอุณหภูมิน้ำขาเข้าคงที่สามารถใช้ผนังเย็นได้กับค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ต่างๆ ในทุกฤดู ส่วนกรณีอุณหภูมิน้ำเข้าผนังเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิน้ำในถัง ผนังที่มีค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์สูง (สีเข้ม) ควรใช้เป็นผนังเย็นเพื่อลดภาระความเย็นที่จะเข้าสู่ห้องปรับอากาศในทุกฤดู ส่วนผนังที่มีค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ต่ำ (สีอ่อน) เหมาะที่จะใช้ผนังเย็นกับฤดูร้อน แต่ไม่เหมาะใช้กับฤดูฝนและฤดูหนาวเนื่องจากฤดูฝนมีค่ารังสีอาทิตย์ไม่สูงมาก ส่วนฤดูหนาวมีอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมต่ำ ทำให้ผนังมีค่าอุณหภูมิไม่สูง

8.2 การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งท่อน้ำตามความลึกของผนัง

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งท่อน้ำตามความลึกของผนังได้ผลสรุปดังต่อไปนี้

ในกรณีที่อุณหภูมิน้ำเข้าคงที่มีค่าต่ำ การวางท่อน้ำที่ความลึกต่างๆ ไม่ส่งผลต่ออุณหภูมิผิวด้านในมากนัก แต่เมื่ออุณหภูมิน้ำเข้าสูงขึ้น การดึงความร้อนที่สะสมในผนังจะยากขึ้น และที่ผนังที่มีผิวผนังด้านนอกมีค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผิวผนังด้านนอกเท่ากัน เมื่ออุณหภูมิน้ำขาเข้าผนังเย็น มีค่าสูงขึ้น จะทำให้ตำแหน่งท่อน้ำที่ดีที่สุดที่ทำให้อุณหภูมิที่ผิวด้านในมีค่าต่ำสุด จะค่อยๆ เคลื่อนเข้าใกล้ผิวผนังด้านนอกมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อทำการศึกษากรณีอุณหภูมิน้ำเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิน้ำในถัง โดยเปลี่ยนแปลงตำแหน่งท่อน้ำตามความลึกของผนัง 5 ตำแหน่ง พบว่าอุณหภูมิที่ผิวผนังด้านในของผนังเย็นของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งท่อน้ำแต่ละตำแหน่ง จะมีค่าแตกต่างกันน้อยมาก ไม่เกิน 1°Cแต่เมื่อพิจารณาอุณหภูมิของน้ำที่ขาออกจากผนังเย็นที่ตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 5 จะมีค่าแตกต่างกันมากที่สุดถึง 6°C ดังนั้นการวางตำแหน่งท่อน้ำในตำแหน่งที่ใกล้ผนังด้านนอก จะเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด

ในฤดูร้อน ผนังเย็นที่มีค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์เท่ากับ 0.9จะสามารถลดอุณหภูมิผิวผนังด้านในได้เท่ากับผนังที่มีค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์เท่ากับ 0.2และสามารถผลิตน้ำน้ำร้อนได้ แต่ในฤดูฝนและฤดูหนาว ผนังที่มีค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์เท่ากับ 0.2จะมีค่าอุณหภูมิที่ผิวด้านในน้อยกว่าผนังเย็นที่มีค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์เท่ากับ 0.9จึงไม่เหมาะใช้ลดภาระความเย็นแต่ผนังที่มีค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์เท่ากับ 0.9ยังสามารถผลิตน้ำร้อนได้

8.3 อัตราการไหลของน้ำ

กรณีที่อุณหภูมิของน้ำขาเข้าผนังเย็นคงที่เมื่ออัตราการไหลสูงขึ้นจะทำสามารถลดอุณหภูมิที่ผิวผนังด้านในได้ดีขึ้น เนื่องจากเมื่อทำการเพิ่มอัตราการไหล ความเร็วภายในท่อจะสูงขึ้น ทำให้สัมประสิทธิ์การพาความร้อนภายในท่อสูงขึ้น สามารถดึงความร้อนออกจากผนังได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ณ จุดๆหนึ่ง เมื่อทำการเพิ่มอัตราการไหลให้สูงขึ้นเรื่อยๆ ความสามารถในการลดอุณหภูมิผนังเริ่มไม่แตกต่างกันมาก ซึ่งในการใช้งานจริงตลอดทั้งปี ค่าอัตราการไหลสูงสุดที่เหมาะสมจะอยู่ที่ 5 l/min โดยอาจไม่จำเป็นต้องใช้ค่าอัตราการไหลสูงกว่านี้ เพื่อจะไม่ต้องใช้กำลังงานของปั๊มน้ำในการหมุนเวียนน้ำที่สูงเกินความจำเป็น

การใช้ผนังเย็นในกรณีอุณหภูมิน้ำขาเข้าเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิน้ำในถัง การไหลของน้ำในท่อแบบราบเรียบไม่เหมาะที่จะใช้กับผนังเย็น ส่วนการไหลของน้ำในท่อแบบปั่นป่วนเหมาะที่จะใช้กับผนังเย็น โดยในการทดสอบครั้งนี้อัตราการไหลที่เหมาะสมคือ 3 l/minเนื่องจากที่อัตราการไหลสูงกว่า 3 l/minจะมีผลของอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน

8.4 ระยะห่างระหว่างท่อ

กรณีที่อุณหภูมิของน้ำขาเข้าผนังเย็นคงที่เมื่อเพิ่มจำนวนท่อมากขึ้น พื้นที่ในการดึงความร้อนจากผนังจะมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้สามารถลดอุณหภูมิที่ผิวผนังด้านในได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าที่ผนังที่มีค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผิวผนังด้านนอก เท่ากับ 0.9เมื่อจำนวนท่อมากกว่า 16 ท่อ พบว่าความสามารถในการลดอุณหภูมิผนังด้านในไม่แตกต่างกันมากนักส่วนผนังที่มีค่าการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผิวผนังด้านนอก เท่ากับ 0.2 เมื่อจำนวนท่อมากกว่า 12ท่อ พบว่าความสามารถในการลดอุณหภูมิผนังด้านในไม่แตกต่างกันมากนัก

กรณีที่อุณหภูมิของน้ำขาเข้าผนังเย็นคงที่เมื่อจำนวนท่อเพิ่มมากขึ้น พื้นที่ในการดึงความร้อนจากผนังจะมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้สามารถลดอุณหภูมิที่ผิวผนังด้านในได้ดีขึ้น แต่เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำขาเข้าผนังมีค่าสูงขึ้นตามอุณหภูมิน้ำในถัง ทำให้อุณหภูมิแตกต่างระหว่างน้ำในท่อและผนังมีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก ทำให้ท่อน้ำแต่ละท่อดึงความร้อนสะสมจากผนังได้ไม่มากนัก ซึ่งที่ค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผิวผนังด้านนอก เท่ากับ 0.9 และ0.2เมื่อจำนวนท่อน้ำมากกว่า 8 ท่อ พบว่าความสามารถในการลดอุณหภูมิผนังด้านในไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าภาระความเย็นที่ผนังเย็นลดได้จากผนังปกติ รวมทั้งการเพิ่มความร้อนให้แก่น้ำในถัง พบว่าที่จำนวนท่อน้ำมากกว่า 12 ท่อขึ้นไป จะมีค่าความร้อนแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 10

จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ศึกษาผนังเย็นเพื่อวิเคราะห์ผลจากพารามิเตอร์ต่างๆ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

(1) การใช้ผนังเย็นที่มีค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ เท่ากับ 0.9 สามารถใช้ได้กับทุกฤดู ส่วนผนังเย็นที่มีค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ เท่ากับ 0.2 เหมาะที่จะใช้เฉพาะในช่วงฤดูร้อน

(2) ตำแหน่งการวางท่อน้ำที่เหมาะสมควรวางใกล้กับผิวผนังด้านนอก

(3) อัตราการไหลควรใช้ในช่วงการไหลแบบปั่นป่วน โดยในการศึกษาครั้งนี้กรณีอุณหภูมิน้ำขาเข้าคงที่อัตราการไหลที่เหมาะสม คือ5l/minส่วนกรณีน้ำขาเข้าเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิน้ำในถัง อัตราการไหลที่เหมาะสม คือ3l/min

(4) จากการศึกษานี้จำนวนท่อสูงสุดสำหรับกรณีอุณหภูมิน้ำขาเข้าผนังคงที่ ตั้งแต่ 16ท่อขึ้นไป พบว่าความสามารถในการลดอุณหภูมิที่ผนังด้านในไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนกรณีอุณหภูมิน้ำขาเข้าผนังเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิน้ำในถัง ตั้งแต่ 12ท่อขึ้นไป พบว่าค่าความร้อนที่ได้ประโยชน์จะแตกต่างกันไม่มากนัก

8.5 แนวทางการทำวิจัยต่อเนื่อง

- ศึกษาเพิ่มเติมถึงผลเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขนาดท่อ และผลของวัสดุแต่ละประเภทของท่อน้ำหรือ ผนัง เช่น ท่อพลาสติกที่มีผลต่อการดึงความร้อนสะสมในผนัง
- ศึกษาเพิ่มเติมถึงผลการกระจายตัวของอุณหภูมิในแนวแกน z หรือตามความสูงของผนังรวมไปถึงความร้อนที่สูญเสียที่ขอบผนัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- ศึกษาเพิ่มเติมในการหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายความร้อนรวมของผนังเย็น
- นำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาอื่นๆ เช่น ลานจอดรถกลางแจ้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved