การใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก

นาย วชิระ กาญจนสุต

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974 - 639 - 213 - 1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I18607949

THE REDUCTION OF GLASS ROOF SURFACE TEMPERATURE BY SPRAYING WATER

Mr. Vajira Kanchanasut

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Architecture in Building Technology

Department of Architecture

Graduate School

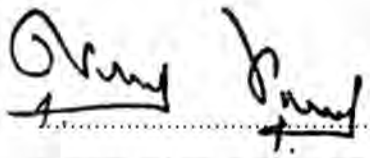
Chulalongkorn University

Academic Year 1997

ISBN 974 - 639 - 213 - 1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก
โดย	นาย วชิระ กาญจนสุด
ภาควิชา	สถาปัตยกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ สมสิทธิ์ นิตยะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญามหาบัณฑิต



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

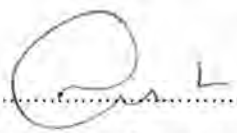
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาตราจารย์ เลอสม สถาปิตานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ สมสิทธิ์ นิตยะ)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ สุนทร บุญญาธิการ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

วชิระ กาญจนสุต : การใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก (THE REDUCTION OF GLASS ROOF SURFACE TEMPERATURE BY SPRAYING WATER) อ.ที่ปรึกษา : รศ. สมสิทธิ์ นิตยะ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร. สุนทร บุญญาธิการ , 78 หน้า. ISBN 974 -639 - 213 - 1

จากสมมติฐานที่ว่า น้ำสามารถลดอุณหภูมิผิวของหลังคากระจกได้ทั้งในสภาวะที่มีการปรับอากาศ และไม่ปรับอากาศภายในห้อง ก่อให้เกิดแนวความคิดในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวหลังคากระจก โดยการใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิ การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางในการนำน้ำเข้ามาใช้ลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก ซึ่งจะมีผลในการลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจกด้านในอาคาร

ในการวิจัยเพื่อศึกษาการลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจกด้วยน้ำ ได้ทำการสร้างห้องทดลองที่มีหลังคากระจกลาดเอียงประมาณ 15 องศา หันไปทางทิศใต้ เพื่อให้รับรังสีดวงอาทิตย์ในแนวค่อนข้างตั้งฉากกับผิวกระจกในช่วงเวลาเที่ยงวัน ขนาดกระจกกว้าง 1.00 เมตร ยาว 2.50 เมตร จำนวน 4 แผ่น เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวกระจกพร้อม ๆ กัน ผนังห้องทดลองใช้วัสดุที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนต่ำ เพื่อลดอิทธิพลจากการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในห้องทดลอง ขนาดห้องทดลองกว้าง 2.50 เมตร ยาว 5.30 เมตร ความสูงเฉลี่ย 2.70 เมตร ซึ่งเทียบเท่ากับขนาดห้องที่ใช้งานได้จริง ภายในห้องทดลองควบคุมอุณหภูมิได้โดยการใช้ระบบปรับอากาศ ทำให้สามารถศึกษาอุณหภูมิผิวกระจกทั้งในสภาวะที่ปรับอากาศ และไม่ปรับอากาศ กระบวนการทดลองได้ทดลองวัดอุณหภูมิผิวกระจกทั้งปรับอากาศ และไม่ปรับอากาศภายในห้อง โดยควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในให้ค่อนข้างคงที่ตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวกระจก กระจกที่ใช้ในการทดลอง เลือกใช้แตกต่างกันคือ กระจกสะท้อนแสงที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด 0.26 กระจกสะท้อนแสงที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด 0.39 กระจกสีตัดแสงที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด 0.63 กระจกสีตัดแสงที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด 0.65

ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า เมื่อไม่มีการใช้น้ำลดอุณหภูมิผิวในสภาวะไม่ปรับอากาศ อุณหภูมิผิวสูงสุดประมาณ 60 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 47 องศาเซลเซียสในช่วง 6.00 - 18.00 น.และประมาณ 29 องศาเซลเซียสในช่วง 18.00 - 6.00 น. ในขณะที่มีการปรับอากาศ อุณหภูมิผิวสูงสุดประมาณ 51 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยในช่วง 6.00 - 18.00 น .ประมาณ 41 องศาเซลเซียสและประมาณ 25 องศาเซลเซียสในช่วง 18.00 - 6.00 น. เมื่อมีการใช้น้ำลดอุณหภูมิผิว ทั้งที่ปรับอากาศ และไม่ปรับอากาศ อุณหภูมิผิวหลังคากระจกจะใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 33 องศาเซลเซียสในช่วง 6.00 - 18.00 น.และประมาณ 26 องศาเซลเซียสในช่วง 18.00 - 6.00 น. โดยอุณหภูมิผิวสูงสุดในสภาวะไม่ปรับอากาศประมาณ 40 องศาเซลเซียส และในสภาวะปรับอากาศประมาณ 37 องศาเซลเซียส

ข้อสรุปการวิจัยนี้พบว่า การใช้น้ำในอัตราที่ทำให้น้ำกระจายสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่นกระจก คือ 4 ลิตรต่อนาทีต่อตารางเมตร สามารถลดอุณหภูมิผิวกระจกได้มากถึงประมาณ 23 องศาเซลเซียส ในกรณีที่ไม่ปรับอากาศช่วง 6.00 - 18.00 น. น้ำสามารถลดอุณหภูมิผิวได้เฉลี่ยประมาณ 14 องศาเซลเซียส และประมาณ 3 องศาเซลเซียสในช่วง 18.00 - 6.00 น. ส่วนในกรณีปรับอากาศ น้ำสามารถลดอุณหภูมิผิวได้เฉลี่ยประมาณ 8 องศาเซลเซียสในช่วง 6.00 - 18.00 น. ในขณะที่ช่วง 18.00 - 6.00 น. ผิวหลังคากระจกที่ไม่มีการใช้น้ำลดอุณหภูมิผิว จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าเมื่อมีการใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิว จากความสามารถในการลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก ช่วยให้ลดผลกระทบของการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนจากผิวกระจกภายในอาคารต่อผู้ที่อยู่ภายในอาคาร ผลการวิจัยนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้กับหลังคากระจกที่มีแนวความคิดในการใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิว อย่างไรก็ตาม การวิจัยนี้ไม่ได้ครอบคลุมถึงกระบวนการควบคุมคุณภาพน้ำ และการบำรุงรักษา ควรมีการศึกษาเพิ่ม เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ **ลายมือชื่อนิสิต** .....

สาขาวิชา เทคโนโลยีอาคาร **ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา** .....

ปีการศึกษา 2540 **ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม** .....

บทคัดย่อและบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เป็นการพิมพ์ถ่ายจากต้นฉบับบทคัดย่อและบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ของนิสิต

3971525525 MAJOR BUILDING TECHNOLOGY
KEY WORD: SURFACE TEMPERATURE / GLASS ROOF

VAJIRA KANCHANASUT : THE REDUCTION OF GLASS ROOF SURFACE TEMPERATURE BY SPRAYING WATER. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. SOMSIT NITTAYA. THESIS CO-ADVISOR : ASSO. PROF. SOONTORN BOONYATIKARN, Ph.D. 78 pp. ISBN 974 - 639 -213 - 1

From the hypothesis that water can reduce the surface temperature of glass roof either in the air conditioned room and non- air conditioned room, formed the concept of studying surface temperature variation on water spraying glass roof. The objective of this research was finding the way to reduce the glass roof surface temperature by spraying water that effect to indoor surface temperature of glass roof.

The methodology if this research was constructing block up model with glass roof being set in 15 degree against the horizon facing south in order to collect the solar radiation at perpendicular angle of incidence at midday. The roof which was an assembly of 4 pieces of glass with 1.00 meter width by 2.50 meter length was installed for the comparison of each glass surface temperature within the same time period. The low conductivity materials were used as the walls of the experimental model in order to reduce the heat transfer from outside to inside of the model. The block-up model had 2.50 meter width, 5.30 meter length and the average height of 2.70 meters that was similar to a real working room. Air temperature in the model was controlled by air-conditioned system, so the study of surface temperature variation could be concerned within both air-conditioned model and non air-conditioned model. The indoor glass surface temperature of air-conditioned model and non-air condition model was measured by controlling the indoor air temperature constantly within 24 hours to analyze the glass surface temperature variation. The glass which used at this study was reflective glass with shading coefficient 0.26, reflective glass with shading coefficient 0.39, tinted glass with shading coefficient 0.63 and tinted glass with shading coefficient 0.65.

In the study of non-air conditioned model without water spraying, the result showed that the surface temperature at peak was about 60 Celsius, the average surface temperature was 47 Celsius at 6.00 - 18.00 and 29 Celsius at 18.00 - 6.00. And in the study of air-conditioned model, the surface temperature at peak was about 51 Celsius, the average surface temperature was 41 Celsius at 6.00 - 18.00 and 25 Celsius at 18.00 - 6.00. When water was run over the glass roof surface of both air-conditioned and non-air conditioned model, the glass roof surface temperature of both conditions were similar, the average surface temperature was 33 Celsius at 6.00 - 18.00, 26 Celsius at 18.00 - 6.00. The surface temperature at peak of non-air conditioned model was approximately 40 Celsius and of air-conditioned model was approximately 37 Celsius.

The conclusion of the study showed that the water spraying over the glass roof uniformly with constant rate of flow (4 liters per square meter per minute) could reduce the glass surface temperature up to 23 Celsius. In non-air conditioned model at 6.00 - 18.00 the surface temperature decreased at the average about 14 Celsius and about 3 Celsius at 18.00 - 6.00. In air-conditioned model, water could reduce the glass surface temperature at the average about 8 Celsius at 6.00 - 18.00 and at 18.00 - 6.00 the temperature of non-water spraying surface was lower than the temperature of water spraying surface. From the water spraying capability that could reduce the glass roof surface temperature, the effect of mean radian temperature was reduced. This study will be advantageous to apply these information to glass roof which have the idea of water spraying to reduce the glass roof surface temperature. However, this study did not cover to a water quality control process and system maintenance which should be researched more in order to be information sources for applying efficient in the future.

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา เทคโนโลยีอาคาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ สมสิทธิ์ นิตยะ และรองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รวมทั้งอาจารย์พรรณชลัท สุริโยธิน ซึ่งได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการวิจัยมาด้วยดีตลอด และเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

สำหรับตัวอย่างกระจกที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้รับความอนุเคราะห์ และการสนับสนุนข้อมูลอย่างดียิ่งจากบริษัท กระจกไทย - อาซาฮี จำกัด (มหาชน) โดยเฉพาะคุณเอป และคุณธวัชชัย ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกในการติดต่อต่าง ๆ จึงขอขอบคุณบริษัท กระจกไทย - อาซาฮี จำกัด (มหาชน) มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณพี่กัมปนาท ที่ให้คำปรึกษา และแนะนำเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับกระจก

ขอขอบคุณอย่างสูงสำหรับอาชีพ และน้าแป๊ะ ที่ช่วยจัดหาคนงานในการจัดสร้างห้องทดลองสำหรับดำเนินการวิจัย ให้สำเร็จ ลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณหนึ่ง ที่สนับสนุนอุปกรณ์การพิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

ขอขอบคุณน้องปู น้องจ๊อบ น้องณัฐญ์ น้องกอล์ฟ น้องอั้ม บอย ผีเล็ก และพี่เติม ที่ช่วยติดตั้งอุปกรณ์ในการวิจัย และจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

ขอขอบคุณน้องจ๊อบ และคุณแม่ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณน้องชายที่น่ารัก ที่ช่วยติดตั้งอุปกรณ์ในการวิจัยตลอดจนสำเร็จ

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา - มารดา ซึ่งให้การสนับสนุนทั้งด้านการเงิน และอื่น ๆ ด้วยความเต็มใจตลอดมา ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ

1.1 ที่มาของปัญหา..... 1

1.2 ความสำคัญของปัญหา..... 1

1.3 วัตถุประสงค์การศึกษา..... 2

1.4 สมมติฐานการศึกษา..... 3

1.5 ขอบเขตการศึกษา..... 3

1.6 ระเบียบวิธีวิจัย..... 3

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

2 การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การถ่ายเทพลังงานความร้อน..... 5

2.2 ลักษณะทางกายภาพของพื้นผิววัสดุที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทรังสีความร้อน..... 5

2.3 การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์..... 7

2.4 ปรากฏการณ์เรือนกระจก..... 9

2.5 การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคา..... 10

2.6 การถ่ายเทความร้อนผ่านกระจก..... 12

2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวของวัสดุต่าง ๆ..... 15

2.8 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน..... 16

2.9 ประเภทของกระจก..... 17

3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 22

3.2 คุณสมบัติของตัวอย่างกระจก..... 32

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การเก็บข้อมูลผลการศึกษา..... 35

4.2 กรณีที่ 1 ขณะไม่ปรับอากาศภายในห้องทดลอง และไม่ใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก.... 36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 กรณีที่ 2 ขณะปรับอากาศภายในห้องทดลอง และไม่ใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก..... 40

4.4 กรณีที่ 3 ขณะไม่ปรับอากาศภายในห้องทดลอง และใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก..... 44

4.5 กรณีที่ 4 ขณะปรับอากาศภายในห้องทดลอง และใช้น้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก..... 48

5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป..... 68

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 71

รายการอ้างอิง..... 74

ประวัติผู้วิจัย..... 75

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ค่าตัวประกอบแก้สำหรับหลังคา..... 11
ตารางที่ 2.2 ค่า Cooling Load Factor (for glass without interior shading) ,North Latitude..... 14
ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติต่าง ๆ ของตัวอย่างกระจกที่ใช้ในการศึกษา..... 34

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 การสะท้อนรังสี การดูดซึมรังสี การส่งผ่านรังสี และการคายรังสีในวัตถุทึบตันและวัตถุโปร่งใส..... 6

รูปที่ 2.2 Solar and Long - Wave Radiation Curves..... 8

รูปที่ 2.3 รายละเอียดการส่งผ่านความร้อนจากภายนอก สู่ภายในอาคารผ่านทางกระจก..... 13

รูปที่ 2.4 กระจกฉนวน (Insulated Glass) 21

รูปที่ 2.5 กระจกสะท้อนความร้อน (Heat Mirror). 21

รูปที่ 3.1 ผังหลังคาห้องทดลอง..... 23

รูปที่ 3.2 ผังพื้นห้องทดลอง..... 24

รูปที่ 3.3 รูปตัดห้องทดลอง..... 24

รูปที่ 3.4 แบบขยายผนังห้องทดลอง..... 25

รูปที่ 3.5 ผังการติดตั้งระบบน้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก..... 26

รูปที่ 3.6 แบบขยาย..... 26

รูปที่ 3.7 แบบขยาย..... 26

รูปที่ 3.8 รูปแสดงภายนอกห้องทดลอง..... 27

รูปที่ 3.9 รูปแสดงภายในห้องทดลอง..... 27

รูปที่ 3.10 ลักษณะการติดตั้งตัวอย่างกระจกที่ใช้ในการศึกษา..... 28

รูปที่ 3.11 การติดตั้งระบบน้ำเพื่อลดอุณหภูมิผิวหลังคากระจก..... 28

รูปที่ 3.12 ตำแหน่งวัดอุณหภูมิผิวกระจก..... 29

รูปที่ 3.13 ตำแหน่งวัดอุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง..... 30