

การหาคำศัพท์วิธีการนำความร้อนสำหรับวัสดุก่อสร้าง



นายปรเมธ ประเสริฐยิ่ง

001458

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2521

I 16082746

THERMAL CONDUCTIVITY MEASUREMENT OF CONSTRUCTION MATERIALS

Mr. Parameth Prasertying

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Mechanical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University

1978

วิทยานิพนธ์เรื่อง การหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนสำหรับวัสดุก่อสร้าง

โดย นายปรเมธ ประเสริฐยิ่ง

แผนกวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวี เดิศจิณญาวิทย์ และ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทวี เวชพฤติ



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

Sutaporn Punnak
..... รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุประคิษฐ์ บุณนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ *Yont Ushin*
..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ไวคุณฐ ชดิทพันธุ์)

ทวี เดิศจิณญาวิทย์
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวี เดิศจิณญาวิทย์)

ทวี เวชพฤติ
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทวี เวชพฤติ)

ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์
..... กรรมการ
(ดร. ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์)

คุณ วิชัย ดัชนีกร
..... กรรมการ
(คุณ วิชัย ดัชนีกร)

กิติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. ทวี เลิศบุญญาวิทย์ และ
อาจารย์ทวี เวชพฤติ ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่าง ๆ ในการวิจัย ขอขอบคุณ
อาจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ ที่ได้คำปรึกษาในด้านเครื่องวัดต่าง ๆ และขอขอบคุณ
บริษัท ห้างร้านต่าง ๆ ที่ให้ความร่วมมือมอบวัสดุเพื่อทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การนำ
ความร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริษัทไทยชิปบอร์ด จำกัด ซึ่งอุดหนุนเงินในการทำการ
วิจัยอีกส่วนหนึ่งด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๙
กิตติกรรมประกาศ	๙
รายการตารางประกอบ	๗
รายการรูปประกอบ	๗
รายการสัญลักษณ์	๘
ประมวลศัพท์	๘
บทที่	

1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 การสำรวจงานวิจัยที่ทำมาแล้ว	2
1.3 วัตถุประสงค์ในการวิจัย	3
1.4 โครงร่างวิทยานิพนธ์	4
2. ทฤษฎีของ Guarded Hot Plate	5
2.1 บทนำ	5
2.2 Guarded Hot Plate Method	6
2.3 ขนาดของแผ่นให้ความร้อนและความผิดพลาด	9
2.4 อุณหภูมิแตกต่างกันระหว่างแผ่นให้ความร้อนชุดในและชุดนอก และความผิดพลาด	12

3. การดำเนินการทดลอง	16
3.1 จุดประสงค์ของการทดลอง	16
3.2 อุปกรณ์การทดลอง	16
3.3 วิธีการทดลอง	30
4. ผลการวิจัย	33
4.1 ผลการทดลอง	33
4.2 ผลของค่าคงที่ต่อการทดลอง	37
4.3 อภิปรายค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ทดลองได้	38
4.4 ความผิดพลาดในการทดลอง	42
4.5 สรุปผลการวิจัย	44
4.6 ข้อเสนอแนะ	45
เอกสารอ้างอิง	46
ภาคผนวก	48
ประวัติผู้เขียน	64

รายการตารางประกอบ

ตารางที่

หน้า

2-1	มาตรฐาน ASTM ระบุขนาดของแผ่นให้ความร้อนและความหนาสูงสุดของวัสดุที่ใช้ทำการทดลอง	10
4-1	ผลการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุต่าง ๆ เรียงตามลำดับการทดลอง	35
ก-1	รายชื่อและรายละเอียดวัสดุที่ใช้ทดลองเรียงตามลำดับการทดลอง	49
ก-2	ข้อมูลการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่าง ๆ กัน เพื่อหาค่าคงที่ของแผ่นให้ความร้อน q_0 และ c	51
ก-3	ผลการคำนวณ K_{exp} และ $\frac{\Delta \theta}{\theta}$ จากตารางที่ ก-2	52
ก-5	ข้อมูลในการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุต่าง ๆ	59

รายการรูปประกอบ

รูปที่

หน้า

2-1	ลักษณะทั่วไปการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนโดย มีผิวสัมผัสเป็นโลหะ	7
2-2	แสดงลักษณะแผนให้ความร้อนของ Guarded Hot Plate Method	7
2-3	แสดงผลการวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในวัสดุของปราศาลซึ่งถึงผล ของการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากสภาพที่ขอบของวัสดุ	10
2-4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนสัมประสิทธิ์การนำ ความร้อนจริงต่อสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ทดลองได้ กับ ความหนาของวัสดุที่อุณหภูมิขอบต่าง ๆ กัน ได้จากการคำนวณ โดยสมการที่ 2-4	11
3-1	รูปเครื่องมือวัดสัมประสิทธิ์การนำความร้อนแบบ Guarded Hot Plate ที่สร้างขึ้น	17
3-2	แสดงรายละเอียดการออกแบบ Guarded Hot Plate ที่ สร้างขึ้น	18
3-3	แสดงขนาดของขดลวดให้ความร้อนทั้ง 2 ชุด	19
3-4	รูปจริงของขดลวดให้ความร้อนที่สร้างขึ้น	20
3-5	แสดงรายละเอียดการออกแบบแผนระบายความร้อนที่สร้างขึ้น	22
3-6	ระบบนำระบายความร้อน	23
3-7	รูป Slide Regulator ซึ่งใช้ควบคุมแรงดันไฟฟ้า	26
3-8	รูป แอมป์มิเตอร์ และ วัตต์มิเตอร์	26
3-9	แสดงแผนผังระบบควบคุมความร้อน	27
3-10	รูป โปเทนชิโอมิเตอร์	27

3-11	แสดงแผนผังการใช้เทอร์โมคัปเปิล	28
3-12	แสดงแผนผังการใช้เทอร์โมไฟร์	28
4-1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของความรอนถ่ายเททางคานข้าง กับสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ ซึ่งได้จากการ ทดลอง เมื่ออุณหภูมิให้ความร้อนชุดในมากกว่าอุณหภูมิชุด ให้ความร้อนชุดนอก 1 องศาฟาเรนไฮต์	34
A-1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า K_{exp} กับ $\Delta\theta/\theta$ ของวัสดุ ทดลองอันดับที่ 1	53
A-2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า K_{exp} กับ $\Delta\theta/\theta$ ของวัสดุ ทดลองอันดับที่ 2	54
A-3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า K_{exp} กับ $\Delta\theta/\theta$ ของวัสดุ ทดลองอันดับที่ 3	55
A-4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า K_{exp} กับ $\Delta\theta/\theta$ ของวัสดุ ทดลองอันดับที่ 4	56
A-5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า K_{exp} กับ $\Delta\theta/\theta$ ของวัสดุ ทดลองอันดับที่ 5	57

รายการสัญลักษณ์

A	พื้นที่
C	สภาพนำความร้อน
c	ค่าคงที่ของเครื่องมือ
e	คืออัตราส่วนของผลต่างอุณหภูมิคานข้างวัสดุกับอุณหภูมิแผนระบายความร้อน ต่อผลต่างของอุณหภูมิแผนให้ความร้อน กับอุณหภูมิแผนระบายความร้อน
g	คือความกว้างของซุคให้ความร้อนซุคนอก
k	สัมประสิทธิ์การนำความร้อน
L	ความหนาของวัสดุ
Q	อัตราการถ่ายเทความร้อนจากส่วนให้ความร้อนผ่านวัสดุแบบทางเดียว
q	อัตราการถ่ายเทความร้อน
q	อัตราการถ่ายเทความร้อนจากแผนให้ความร้อนออกทางคานข้าง
q _o	ค่าคงที่ของเครื่องมือ
S	ครึ่งหนึ่งของความกว้างของซุคให้ความร้อนซุคใน
t _c	อุณหภูมิผิวของวัสดุคานเย็น
t _H	อุณหภูมิผิวของวัสดุคานร้อน
θ	อุณหภูมิแตกต่างระหว่างผิวทั้ง 2 คานของวัสดุ
Δθ	อุณหภูมิแตกต่างระหว่างซุคให้ความร้อนทั้ง 2 ซุค
	อักษรย่อท้าย
exp	ค่าที่ได้จากการทดลอง

ประมวลศัพท์

แผ่นให้ความร้อน	Hot Plate
แผ่นระบายความร้อน	Cold Plate
การถ่ายเทความร้อนแบบทางเดียว	Unidirectional Heat Flow
เทอร์โมคัปเปิล	Thermocouple
เทอร์โมไพร์	Thermopile
ตัวประกอบ	Factor
ชุดให้ความร้อนชุดนอก	Guard Ring
ชุดให้ความร้อนชุดใน	Test area
สัมประสิทธิ์การนำความร้อน	Thermal Conductivity
สภาพนำความร้อน	Thermal Conductance
แรงดันไฟฟ้า	Voltage
วัตต์มิเตอร์	Watt Meter
แอมป์มิเตอร์	Amp Meter
แอมป์	Ampere
สภาพคานขาง	Boundary Condition
เนื้อวัสดุไม่เป็นอันหนึ่งอันเดียว	Non - Homogeneous