หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ 3

คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในงาน

การเลือกใช้วัสดุเพื่อนำไปใช้สร้างอุปกรณ์รับแสงอาทิตย์ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องรู้ถึงคุณสมบัติทางแสงอาทิตย์ของวัสดุ เพื่อนำไปใช้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพในราคาถูก ในบทนี้กล่าวถึงคุณสมบัติทางแสงและการศึกษาทดลองวัดคุณสมบัติของวัสดุ

<u>สัมประสิทธิ์การดูดกลืนและสัมประสิทธิ์การคายความร้อน</u>

สัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงโมโนโครมาติก คือ อัตราส่วนระหว่างความเข้มของแสงโมโนโครเมติกที่ถูกดูดกลืนบนผิวหน้าต่อความเข้มของแสงโมโนโครมาติกที่ตกกระทบผิวหน้าวัสดุนั้น

$$\alpha_\lambda(\mu,\phi) = I_{\lambda,\alpha}(\mu,\phi)/I_{\lambda,i}(\mu,\phi) \qquad (3.1)$$

เมื่อ α_λ : สัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงโมโนโครมาติก

μ : cos(Θ), cos ของมุมโพลาร์

ϕ : มุมอซิมุท

$I_{\lambda,\alpha}$: ความเข้มของแสงที่ความยาวคลื่นใดๆที่ถูกดูดกลืน

$I_{\lambda,i}$: ความเข้มของแสงที่ความยาวคลื่นใดๆตกกระทบ

λ : ความยาวคลื่นใดๆ

สัมประสิทธิ์การดูดกลืนโดยเฉลี่ย

$$\alpha(\mu,\phi) = \frac{\int_0^\infty \alpha_\lambda(\mu,\phi).I_{\lambda,i}(\mu,\phi).d\lambda}{\int_0^\infty I_{\lambda,i}(\mu,\phi).d\lambda} \qquad (3.2)$$

สัมประสิทธิ์การดูดกลืน คือ อัตราส่วนระหว่างฟลักซ์ทั้งหมดที่ถูกดูดกลืนต่อฟลักซ์ทั้งหมดที่ตกกระทบผิวหน้าวัสดุนั้น

$$= \frac{\phi_\alpha}{\phi_i} \quad (3.3)$$

ϕ_α : ฟลักซ์ทั้งหมดที่ถูกดูดกลืน

ϕ_i : ฟลักซ์ทั้งหมดที่ตกกระทบ

สัมประสิทธิ์การคายแสงโมโนโครมาติก (ε_λ) คือ อัตราส่วนระหว่างความเข้มแสงโมโนโครมาติก (I_λ) วัตถุนั้นคายออกต่อความเข้มของแสงโมโนโครมาติกที่วัตถุดำคายออก ($I_{b\lambda}$)

$$\varepsilon_\lambda(\mu,\phi) = \frac{I_\lambda(\mu,\phi)}{I_{b\lambda}(\mu,\phi)} \quad (3.4)$$

ค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การคายของผิววัสดุทุกความยาวคลื่น

$$\varepsilon(\mu,\phi) = \frac{\int_0^\infty \varepsilon_\lambda I_{b\lambda}(\mu,\phi)\, d\lambda}{\int_0^\infty I_{b\lambda}\, d\lambda}$$

$$= \frac{1}{I_b}\int_0^\infty \varepsilon_\lambda I_{b\lambda}(\mu,\phi)\, d\lambda \quad (3.5)$$

โดยทั่วไปสำหรับ non-selective แล้ว $\alpha = \varepsilon$

สัมประสิทธิ์การส่งผ่านของวัสดุ (τ) คืออัตราส่วนระหว่างฟลักซ์การส่องสว่างที่ผ่านวัสดุต่อฟลักซ์ที่ตกกระทบวัสดุนั้น

$$\tau = \frac{\phi_\tau}{\phi_i} \quad (3.6)$$

$$\rho + \alpha + \tau = \frac{\phi_r}{\phi_i} + \frac{\phi_\alpha}{\phi_i} + \frac{\phi_\tau}{\phi_i} \quad (3.7)$$

$$= 1$$

004612

ρ : สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุ

ϕ_r : ฟลักซ์ของแสงที่สะท้อนจากผิววัสดุ

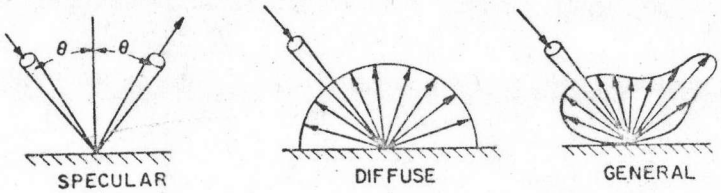
ϕ_τ : ฟลักซ์ของแสงที่ส่งผ่าน

ϕ_α : ฟลักซ์ของแสงที่ถูกดูดกลืน

ϕ_i : ฟลักซ์ของแสงที่ตกกระทบผิววัสดุ

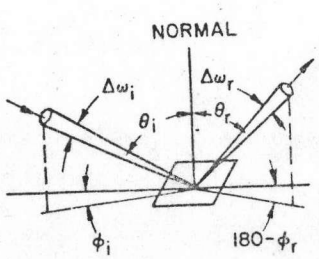
การสะท้อนแสงและการส่งผ่านแสงของวัสดุอาจเป็นแบบโดยตรงหรือแบบกระจายหรือมีลักษณะทั้งแบบรวมกัน รูป 3.1 แสดงลักษณะการสะท้อนแสงและการส่งผ่านของวัสดุแบบต่างๆ

1. แบบสะท้อนแสงหรือส่งผ่านแสงโดยตรง
2. แบบสะท้อนแสงหรือส่งผ่านแสงแบบกระจาย
3. แบบสะท้อนแสงหรือส่งผ่านแสงโดยตรงรวมกับแบบกระจาย



รูป 4.1 ภาพแสดงการสะท้อนแสงบนพื้นผิว

รูป 3.2 แสดงการสะท้อนแสงบนพื้นผิวที่มุมตก θ_i และมุมสะท้อน θ_r



รูป 3.2 ภาพแสดงการสะท้อนแสง

ตาราง 3.1 แสดงค่าสัมประสิทธิการคายความร้อนของวัสดุ

พื้นผิว	สัมประสิทธิการคายความร้อน (ε)
แอสเบสตอส	0.96
อิฐ	0.93
ดินเผา	0.75
คอนกรีต	0.94
แก้ว	0.94
สีต่างๆ	0.90 – 0.98
อากาศ	1.00 – 1.10
ปูนพลาสเตอร์	0.91
Roofing-Paper	0.91
น้ำ, น้ำแข็ง	0.97
หญ้า	0.95
เหล็กกวลวาไนซ์	0.23
อลูมิเนียมเก่า	0.19

ผิวสะท้อนแสง

วัสดุที่ใช้ทำผิวสะท้อนแสงของอุปกรณ์รวมแสงอาทิตย์จะต้องมีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง-โดยตรง (Specular Refletance) สูงสำหรับแสงอาทิตย์และผิวเรียบเป็นมัน ผิววัสดุที่ใช้กันส่วนใหญ่เป็นเงินหรืออลูมิเนียมบริสุทธิ์ฉาบบนกระจกหรือแผ่นอคริลิคใสหรือแผ่นอลูมิเนียม-อโนดไกซ์พื้นผิวเรียบเป็นมัน สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงโดยตรงของผิวนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและความเรียบของผิว ซึ่งอาจตรวจดูด้วยตาเหมือนดูกระจกเงาหรือวัดอย่างละเอียดทางแสงได้

สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของผิวหน้าใด ๆ โดยทั่วไปขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นของแสงและ มุมตกกระทบ อาจแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ การสะท้อนแสงโดยตรง และการสะ-ท้อนแสงแบบกระจาย ซึ่งกำหนดตามสมการ

$$\rho = \rho_s + \rho_d \qquad (3.8)$$

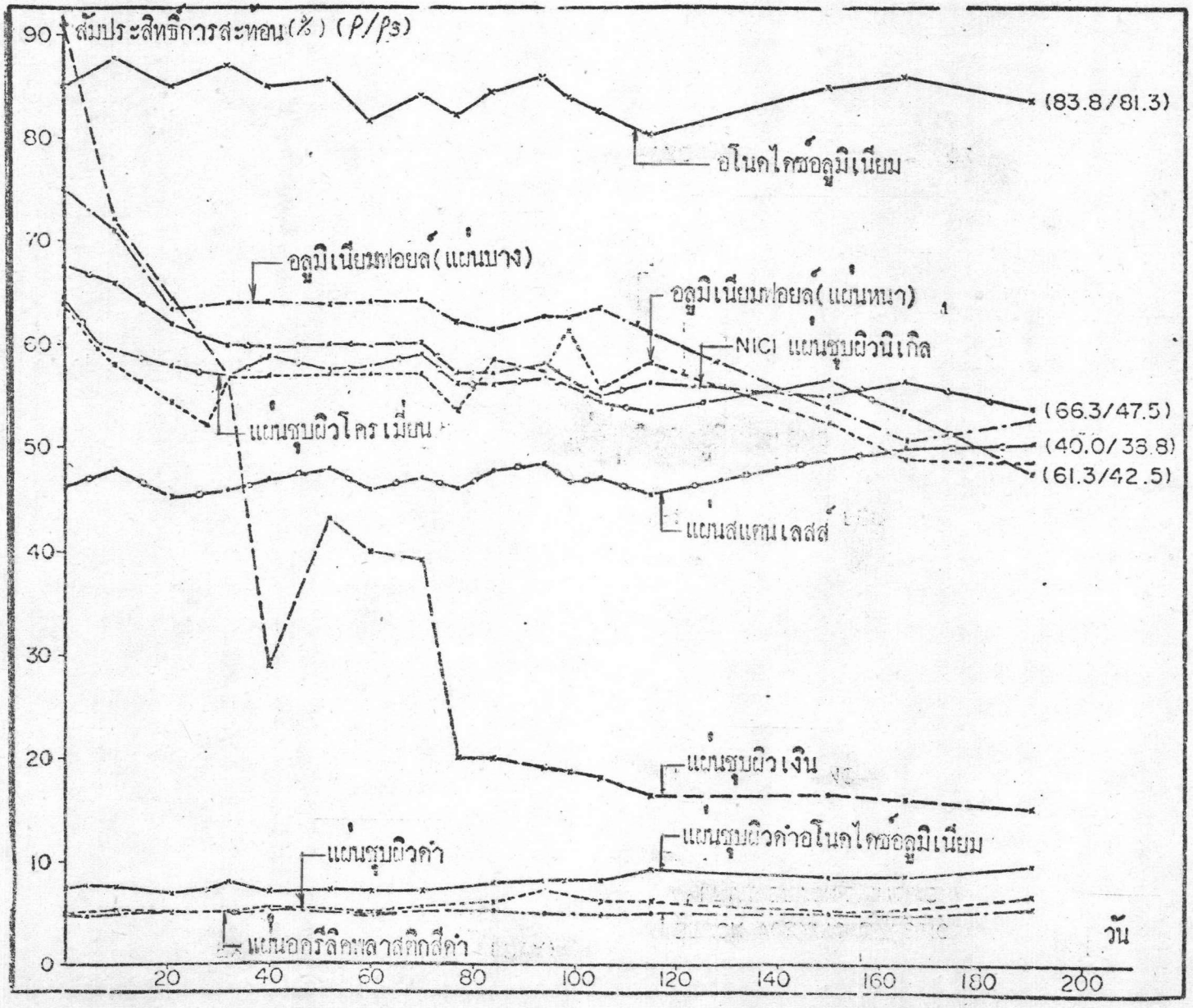
สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงโดยตรง

$$\rho_s = \frac{\int_0^\infty \rho_{s\lambda}\, \phi_{\lambda,i}\, d\lambda}{\int_0^\infty \phi_{\lambda,i}\, d\lambda} \qquad (3.9)$$

สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง ρ และสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงโดยตรง ρ_s ของตัวอย่างที่ทำขึ้น ทดลองวัดโดยใช้หลอดโปรเจ็คเตอร์มุมของแสงตกสามองศา สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงขณะเริ่มทำการทดสอบและเมื่อทดสอบความทนทานต่อดินฟ้าอากาศแล้วระยะหนึ่ง " แสดงโดยตาราง 4.2, 4.3 และยังรวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืน นอกจากนั้นยังแสดงอยู่ในรูปของกราฟรูป 4.3 [1] "

---

[1] ประโมทย์ อุณหโวหยะ. " การศึกษาและพัฒนาวัสดุเพื่อใช้ทางแสงสว่างและแสงอาทิตย์. " ในการประชุมทางวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 1. มิถุนายน 2521



รูป 3.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุกับเวลา(วัน)

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนและสัมประสิทธิ์การดูดกลืน

ตัวอย่าง	สัมประสิทธิ์การสะท้อน (ρ)	สัมประสิทธิ์การดูดกลืน(α)
อโนดไดซ์อลูมิเนียม	0.8587	
แผ่นชุบผิวนิเกิล	0.6730	
แผ่นสแตนเลสส์สทิล	0.4607	
แผ่นชุบผิวเงิน	0.9109	
แผ่นชุบผิวโครเมี่ยน	0.6440	
อลูมิเนียนฟอยล์(แผ่นหนา)	0.6487	
อลูมิเนียมฟอยล์(แผ่นบาง)	0.7508	
กระจกเงา	0.9150	
แผ่นชุบผิวดำอโนดไดซ์อลูมิเนียม		0.9260
แผ่นชุบผิวดำ		0.9513
แผ่นอคริลิคพลาสติกสีดำ		0.9480

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าสัมประสิทธิการสะท้อนแสงของวัสดุ

ตัวอย่าง	0 วัน		190 วัน	
	ρ	ρ_s	ρ	ρ_s
อโนดไดซ์อลูมิเนียม	0.859	0.838	0.835	0.813
แผ่นชุบผิวนิเกิล	0.673	0.663	0.538	0.475
แผ่นชุบผิวโครเมี่ยน	0.644	0.613	0.475	0.425
สแตนเลสส์สทีล	0.461	0.40	0.500	0.388
แผ่นชุบผิวเงิน	0.911	0.89	0.15	0.02
กระจกเงา	0.915	0.89	0.91	0.89