

### บทที่ 3

#### วิธีทดลอง



#### 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างการทดลอง วิเคราะห์และทดสอบมีดังนี้

	แบบ/รุ่น	ผู้ผลิต
1. Flow Cup	Ford Cup No. 4	Sheen
2. Positest "Banana" Gauge	FM (F)	Sheen
3. Four sided Applicator	30-60-90-120 nm	Sheen
4. Oven	-	Memmert
5. Automatic Scratch Test	-	Sheen
6. Salt Spray Cabinet	SF/MP 1000	The-Q-PANEL
7. pH meter	-	HANNA

#### 3.2 วัสดุดิบและสารเคมี

วัสดุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการทดลองมีดังต่อไปนี้

1. แผ่นเหล็กชุบดีบุก (tinplate)
2. แผ่นเหล็กไม่ชุบดีบุก (tin-free steel)
3. แล็กเกอร์อีพอกซี-ฟีนอลิก (epoxy-phenolic lacquer) เกรด Q 290-38555 E มีสมบัติแสดงในตารางที่ 3.1
4. แล็กเกอร์อีพอกซี-อะมิโน (epoxy-amino lacquer) เกรด Q 290-38525 มีสมบัติแสดงในตารางที่ 3.1
5. อะซิโตน (acetone)
6. เทปกาว 3M เบอร์ 600 หน้ากว้าง 1 นิ้ว

7. โปแตสเซียม พอลิซัลไฟด์ (potassium polysulfide)
8. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide)
9. โซเดียมคลอไรด์ (sodium Chloride)
10. น้ำตาล
11. กรดซิตริก (citric acid)
12. โซเดียมไทโอไกลโคเลต (sodium thioglycolate)
13. กรดอะซิติก (acetic acid)
14. กรดแลกติก (lactic acid)

ตารางที่ 3.1 แสดงสมบัติของแล็กเกอร์ชนิดอีพอกซี-ฟีนอลิกและอีพอกซี-แอไมด์

สมบัติ	ชนิดของแล็กเกอร์	
	อีพอกซี-ฟีนอลิก	และอีพอกซี-แอไมด์
สี	สีทองอ่อน	ใส
เปอร์เซ็นต์ของแข็งต่อน้ำหนัก	33.0 ± 1.5% (15 นาที ที่ 200 องศาเซลเซียส)	39.0 ± 1.0% (15 นาที ที่ 200 องศาเซลเซียส)
ความหนืด	90 ± 10 วินาที (Ford cup #4 ที่ 30 องศาเซลเซียส)	70 ± 10 วินาที (Ford cup #4 ที่ 30 องศาเซลเซียส)
ความถ่วงจำเพาะที่ 30 องศาเซลเซียส	0.95 ± 0.01	0.98 ± 0.01
จุดวาบไฟ	27 องศาเซลเซียส	27 องศาเซลเซียส
ช่วงอายุการใช้งาน	~ 6 เดือน	~ 6 เดือน

### 3.3 วิธีการทดลอง

#### 3.3.1 ขั้นตอนการเตรียมแผ่นเหล็กเคลือบแล็กเกอร์

- เตรียมแผ่นเหล็กไม่ชุบดีบุกและแผ่นเหล็กชุบดีบุกให้มีขนาด 3.5 x 15 เซนติเมตร
- วัดความหนาของสารเคลือบบนแผ่นเหล็กไม่ชุบดีบุกและแผ่นเหล็กชุบดีบุกด้วยบานานาเกจ (banana gauge) ก่อนที่จะนำไปเคลือบด้วยแล็กเกอร์ชนิดอีพอกซี-ฟีนอลิกและอีพอกซี-แอไมด์ โดยใช้แอฟพลีเคเตอร์สำหรับความหนา 90 มิลลิเมตร

- นำแผ่นเหล็กทั้งสองชนิดที่เคลือบแลกเกอร์ทั้งสองชนิดที่แล้วไปอบในเตาอบโดยที่แลกเกอร์ชนิดอีพอกซี-ฟีนอลิกจะอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ถ้าเคลือบด้วยแลกเกอร์ชนิดอีพอกซี-แอไมด์จะอบที่อุณหภูมิ 205 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที
- นำแผ่นเหล็กทั้งสองที่อบแล้วมาวัดความหนาของชั้นฟิล์มบนแผ่นเหล็กด้วย Positest 'Banana Gauge' อีกครั้ง แล้วนำมาหักออกจากความหนาของสารเคลือบบนแผ่นเหล็กก่อนเคลือบด้วยแลกเกอร์ จะทำให้ทราบความหนาที่แท้จริงของฟิล์มที่เคลือบไว้ซึ่งจะมีแผ่นทดสอบอยู่ 4 ชนิด คือ
  1. แผ่นเหล็กไม่ชุบตมูกเคลือบด้วยแลกเกอร์อีพอกซี-ฟีนอลิก
  2. แผ่นเหล็กไม่ชุบตมูกเคลือบด้วยแลกเกอร์อีพอกซี-แอไมด์
  3. แผ่นเหล็กชุบตมูกเคลือบด้วยแลกเกอร์อีพอกซี-ฟีนอลิก
  4. แผ่นเหล็กชุบตมูกเคลือบด้วยแลกเกอร์อีพอกซี-แอไมด์

### 3.3.2 ขั้นตอนการทำทดสอบ

นำแผ่นเหล็กทั้งสองชนิดที่ได้จากข้อ 3.3.1 มาทำการทดสอบดังนี้

#### 3.3.2.1 ทดสอบการบ่มตัวของฟิล์มของแลกเกอร์ (Curing Test) โดย

##### 1. ทดสอบการขีดขีดของฟิล์ม (Scratch Test)

นำแผ่นเหล็กทั้งสองชนิดมาวางลงบนเครื่อง Scratch Test Machine หลังจากนั้น นำน้ำหนักน้อยที่สุดวางลงบนเครื่อง แล้วทดสอบดูว่าเกิดการขีดจนเป็นรอยหรือไม่ ถ้าไม่เกิดรอยจึงค่อยๆ เพิ่มน้ำหนักขึ้นจนกว่าจะเกิดรอยบนฟิล์มแล้วจึงหยุดการทดสอบ

##### 2. ทดสอบการขัดถูด้วยอะซิโตน (Acetone Rub Test)

นำแผ่นเหล็กดังกล่าวทั้งสองชนิดวางบนพื้นราบเรียบ จากนั้นนำสำลีขนาดเท่าลูกปิงปองชุบด้วยสารละลายอะซิโตนจนชุ่มมาถูบนแผ่นทดสอบโดยใช้แรงกดลงไปด้วยน้ำหนักประมาณ 2 กิโลกรัม โดยทำการถูกลับไปมา นับเป็น 1 คู่ จนเนื้อแลกเกอร์ลอกหลุดออกมา

##### 3. ทดสอบการยึดเกาะ (Adhesion Test) ตาม มอก. 735-2530

นำแผ่นทดสอบวางลง ใช้ใบมีดที่มีมุมคมมีระหว่าง 15-30 องศา วางลงบน  
ชั้นทดสอบ ทำมุม 60 องศา กับทิศทางแนวขีด ขีดเป็นเส้นเล็กถึงผิวชั้นทดสอบไป  
ตามแนวยาว 11 เส้น แนวขวาง 11 เส้น โดยตั้งฉากกัน แต่ละเส้นให้ห่างกัน 2  
มิลลิเมตร ให้ได้ตารางทั้งหมด 100 ช่อง แล้วใช้แถบกาเวลโลเฟนของ 3M  
เบอร์ 600 หน้ากว้าง 1 นิ้ว ปิดบนพื้นที่ที่ขีดไว้ตามแนวขวาง ริดให้เรียบอย่าให้มี  
อากาศอยู่ภายใน แล้วลอกแถบกาเวลโลเฟนออกทันที โดยลอกให้มีมุมใกล้เคียง  
180 องศา มากที่สุด วัดพื้นที่ชั้นฟิล์มที่ติดแถบกาเวลโลเฟนออกมา ซึ่งพื้นที่ฟิล์มที่  
ติดแถบกาเวลโลเฟนมาต้องไม่เกินร้อยละ 10 ของพื้นที่ทดสอบ

### 3.3.2.2 ทดสอบความทนซัลเฟอร์ (Sulfur Resistance Test) ตาม United States Patents หมายเลข 3, 890, 164

จุ่มแผ่นเหล็กทั้งสองชนิดที่เคลือบด้วยแล็กเกอร์ทั้งสองชนิดในสารละลาย  
โปแตสเซียมโพลิซัลไฟด์เข้มข้น 8 กรัมต่อลิตร ผสมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น  
2 กรัมต่อลิตร โดยจุ่มที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วินาที  
จากนั้นตรวจสอบด้วยสายตา ถ้าเกิดสีดำแสดงว่าเกิด "ซัลเฟอร์ไรเซชัน"  
(sulfurization)

### 3.3.2.3 ทดสอบความทนการกัดกร่อนโดยใช้เครื่อง Salt Spray Machine

นำแผ่นทดสอบเคลือบในเครื่อง Salt Spray Machine โดยใช้สาร  
ละลายเกลือแกงที่ความเข้มข้น 5% ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48  
ชั่วโมง จากนั้นตรวจสอบความเป็นสนิมด้วยตาเปล่าตาม JIS H8681-1988  
เปรียบเทียบกับรูปมาตรฐาน

### 3.3.2.4 ทดสอบความทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี

1. ตัดแผ่นทดสอบที่เคลือบแล็กเกอร์แล้วทั้ง 4 ชนิด ดังกล่าวเป็นรูปสี่เหลี่ยม
2. แช่ลงในบีกเกอร์ที่บรรจุสารละลายโดยใช้ระดับของสารละลายอยู่ที่กลางแผ่น  
สารละลายที่ใช้ได้แก่

- 1% โซเดียมโทโอไกลโคเลต
  - สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH 9.0
  - 3% กรดอะซิติก + 2% เกลือ
  - น้ำประปา
  - 1% กรดแลกติก
  - กรดซิตริก pH 3.5, 4.5, 5.5
  - น้ำตาลเข้มข้น 10%, 15%, 20%
  - น้ำเกลือ NaCl เข้มข้น 3%, 5%, 7%
3. ให้ความร้อนแกบีกเกอร์ที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที
4. เมื่อครบเวลานำแผ่นเหล็กมาตรวจสอบลักษณะภายนอก ความทนการขัดถู ด้วยอะซิโตน การยืดเกาะ และทดสอบความทนการกัดกร่อนอีกครั้งหนึ่ง



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย