# บทที่ 3

# การทดลอง

## 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างการทดลอง วิเคราะห์และทดสอบ มีดังนี้

| | แบบ/รุ่น | ผู้ผลิต |
|---|---|---|
| 1. Blown film extruder | - | Betol |
| 2. Counter-rotating twin screw extruder | zk 25 | Collin |
| 3. Universal testing machine (block-slip) | DY 30 | - |
| 4. Haze-gloss meter | BYK | Gardner |
| 5. Haze meter | - | - |
| 6. Universal tensile testing machine | LR 100K | LLOYD |
| 7. กล้องจุลทรรศน์ | - | Olympus |
| 8. Punch die cutter | - | ats faar |
| 9. Micrometer | - | Mitutoyo |
| 10. Particle size laser | Mastersizer S | Malvern |
| 11. Scanning electron microscope (SEM) | - | - |
| 12. Micromeritics | Flowsorb II 2300 | - |
| 13. กระบอกและลูกสูบ | - | - |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 3.2 วัตถุดิบและสารเคมี

วัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

1. เม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ เกรด LD 1807 F สมบัติเบื้องต้นแสดงดังตารางที่ 3.1

2. ซิลิกาจากแกลบ ซึ่งได้จากการเตรียมโดยการทำความสะอาดแกลบ แล้วนำไปทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น 0.4 โมลาร์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำแกลบที่ได้ไปเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำเถ้าที่ได้ไปบดด้วยเครื่องบดแบบใช้กำลังลม (jet mill) สมบัติเบื้องต้นแสดงดังตารางที่ 3.2

3. ซิลิกาที่ใช้เป็นสารลดการติดกันของฟิล์มทางการค้า (Sylo-1) สมบัติเบื้องต้นแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 สมบัติเบื้องต้นของ LDPE เกรด LD 1807 F*

| สมบัติ | ค่าที่ได้จากการทดสอบ |
|---|---|
| ดรรชนีการไหล (กรัม/10 นาที) | 7 |
| ความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.) | 0.918 |
| ความต้านทานแรงดึงยืด (กก./ตร.ซม.) | 110 |
| ความต้านทานแรงดึงขาด (กก./ตร.ซม.) | 130 |
| การยืดออกที่จุดขาด (%) | > 500 |
| ความต้านทานแรงกระแทก (กรัม) | > 35 |

*บริษัทไทยโพลิเอททีลีน จำกัด

ตารางที่ 3.2 สมบัติเบื้องต้นของซิลิกาจากแกลบและ Sylo-1

| สมบัติ | Sylo-1 | ซิลิกาจากแกลบ* |
|---|---|---|
| ขนาดอนุภาค (ไมครอน) | 5.4 - 6.6 | - |
| พื้นที่ผิวจำเพาะ (ตร.ม./กรัม) | 400 | 182 |
| pH | 6 - 8 | 5.7 |
| การดูดซึมน้ำมัน (กรัม/กรัม) | 2 | 1.92 |
| ซิลิกา (% $SiO_2$) | 99.0 | 99.6 |
| ปริมาณที่ใช้สำหรับฟิล์ม LDPE(ความหนาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 ไมครอน)(ppm) | 500 - 1500 | - |

*ศุภรัตน์, 2538: 70

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 ขั้นตอนการผสมเม็ดพลาสติกกับซิลิกา และขั้นตอนการเป่าฟิล์ม

3.3.1.1 ผสมเม็ดพลาสติกกับซิลิกา โดยการชั่งน้ำหนัก ตัวอย่างละ 2.5 กิโลกรัม อัตราส่วนการผสมแสดงดังตารางที่ 3.3 โดยขั้นตอนการผสมเป็นดังนี้คือ

1. ชั่งเม็ดพลาสติกและซิลิกา แล้วบรรจุใส่ถุงพลาสติก เขย่าถุงเพื่อให้ซิลิกากระจายอย่างทั่วถึงในเม็ดพลาสติก

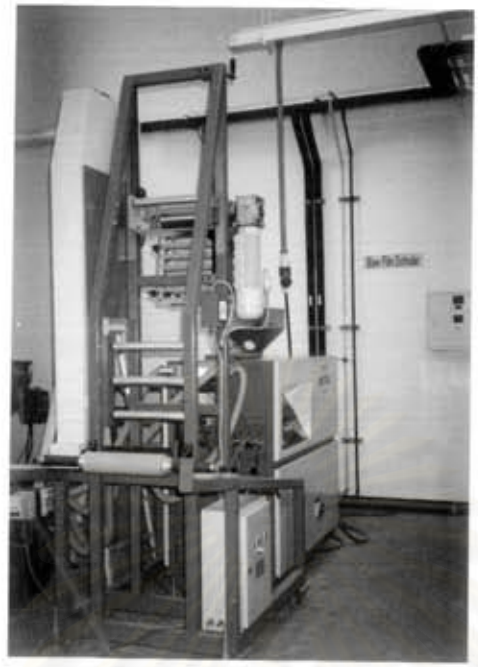
2. นำของผสมดังกล่าว มาผสมด้วยเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ชนิดหมุนสวนทางกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.1 เครื่องจะผสมและอัดรีดออกมาเป็นเส้น แล้วตัดเป็นเม็ด ภาวะที่ใช้ในการผสมแสดงในตาราง ก.1 ภาคผนวก ก

3.3.1.2 นำเม็ดพลาสติกที่ได้มาเป่าเป็นฟิล์ม ด้วยเครื่องเป่าฟิล์ม ดังแสดงในรูปที่ 3.2 ควบคุมความหนาให้คงที่ประมาณ 40 ไมครอน ภาวะที่ใช้ในการเป่าฟิล์มแสดงในตาราง ก.2 ภาคผนวก ก

ตารางที่ 3.3 การเตรียมเม็ดพลาสติกผสมกับซิลิกา

| ปริมาณซิลิกา (ppm) | น้ำหนักซิลิกา (กรัม) | น้ำหนักเม็ดพลาสติก (กรัม) |
|---|---|---|
| 300 | 0.75 | 2499.25 |
| 500 | 1.25 | 2498.75 |
| 1000 | 2.50 | 2497.50 |
| 1500 | 3.75 | 2496.25 |
| 2000 | 5.00 | 2495.00 |
| 3000 | 7.50 | 2492.50 |
| 4000 | 10.00 | 2490.00 |
| 5000 | 12.50 | 2487.50 |

รูปที่ 3.1 เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ชนิดหมุนสวนทางกัน



รูปที่ 3.2 เครื่องเป่าฟิล์ม

3.3.2 การทดสอบสมบัติของซิลิกา

3.3.2.1 ลักษณะของอนุภาคซิลิกา ดูด้วยเครื่อง SEM ดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 เครื่อง SEM (Scanning electron microscope)

3.3.2.2 สมบัติของซิลิกา

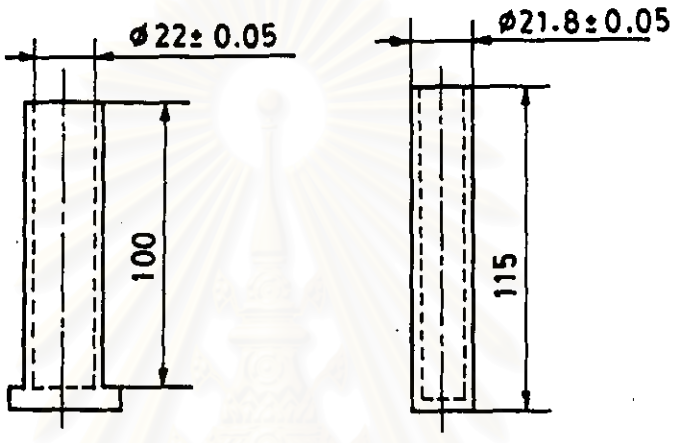
1. ขนาดอนุภาค ทดสอบด้วยเครื่อง Particle size laser ดังแสดงในรูปที่ 3.4 สารตัวกลางที่ใช้ทำให้เกิดการกระจายตัวคือน้ำ

รูปที่ 3.4 เครื่อง Particle size lazer

2. พื้นที่ผิวจำเพาะ ทดสอบด้วยเครื่อง Micromeritics ดังแสดงในรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 เครื่อง Micromeritics

3. ความหนาแน่นเชิงปริมาตร ทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม 1070-2535 โดยใช้เครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 3.6




รูปที่ 3.6 กระบอกและลูกสูบ

ขั้นตอนการทดสอบ

1. บรรจุซิลิกาที่รู้น้ำหนักแน่นอนลงไปในกระบอก แล้วใส่ลูกสูบลงไปจนลูกสูบแตะซิลิกาตัวอย่าง

2. เคาะกระบอกเบา ๆ จนปริมาตรของตัวอย่างในกระบอกไม่เปลี่ยนแปลง

3. วัดความยาวของลูกสูบที่ยื่นออกมานอกกระบอกสูบ และคำนวณหาความหนาแน่นเชิงปริมาตรได้จากสูตร

$$\text{ความหนาแน่นเชิงปริมาตร} = m/[(h_2 - h_1) \times 0.7854d^2] \qquad (3.1)$$

เมื่อ $m$ = น้ำหนักสารตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

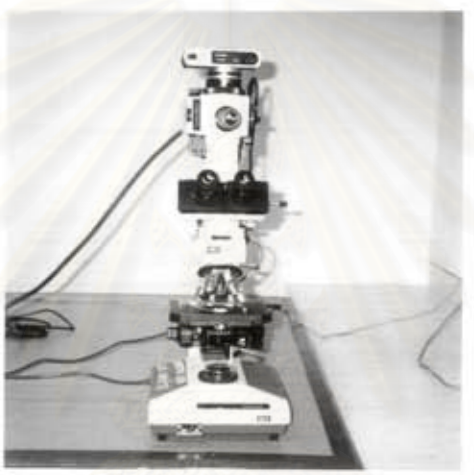
$h_1$ = ความยาวลูกสูบที่ยื่นออกมานอกกระบอกเมื่อไม่มีสารตัวอย่างในกระบอก (ซม.)

$h_2$ = ความยาวลูกสูบที่ยื่นออกมานอกกระบอกเมื่อมีสารตัวอย่างในกระบอก (ซม.)

$d$ = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในกระบอก (ซม.)

3.3.3 การทดสอบสมบัติของฟิล์ม LDPE

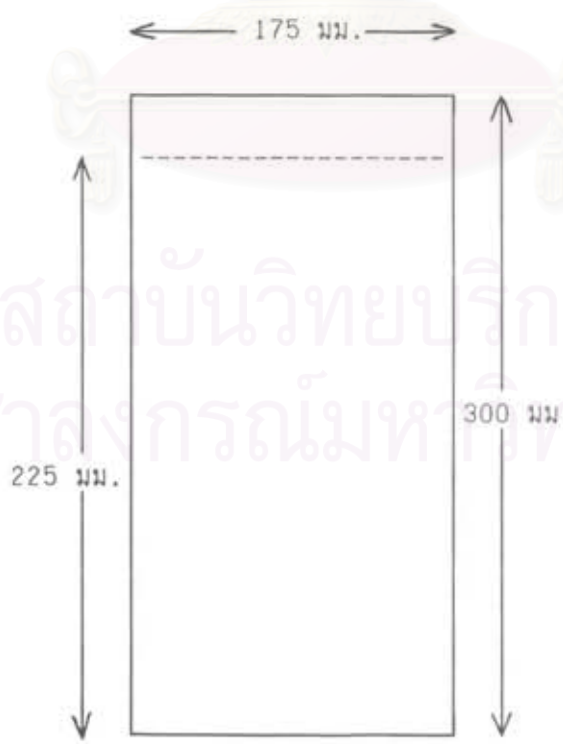
3.3.3.1 ลักษณะการกระจายตัวของอนุภาคซิลิกาในฟิล์ม LDPE ดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ดังแสดงในรูปที่ 3.7 โดยใช้กำลังขยาย 16.5 เท่า



รูปที่ 3.7 กล้องจุลทรรศน์

3.3.3.2 **การติดกันของฟิล์ม** ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 1893 ด้วยเครื่อง Universal testing machine (block-slip) ดังแสดงในรูปที่ 3.8 ใช้ load cell ขนาด 100 นิวตัน ตัดชิ้นทดสอบของแผ่นฟิล์มที่ติดกัน 2 ชั้น เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามแนวเครื่อง (machine direction: MD) ขนาดกว้าง 175 มิลลิเมตร ยาว 300 มิลลิเมตร 4 ชิ้น ดังรูปที่ 3.9 ระยะในการดึงแท่งทรงกลม ผ่านระหว่าง 2 แผ่นฟิล์ม คือ 225 มิลลิเมตร ด้วยอัตราเร็วในการดึง 125 มิลลิเมตร/นาที ลักษณะของชิ้นทดสอบขณะทำการทดสอบ แสดงดังรูปที่ 2.14

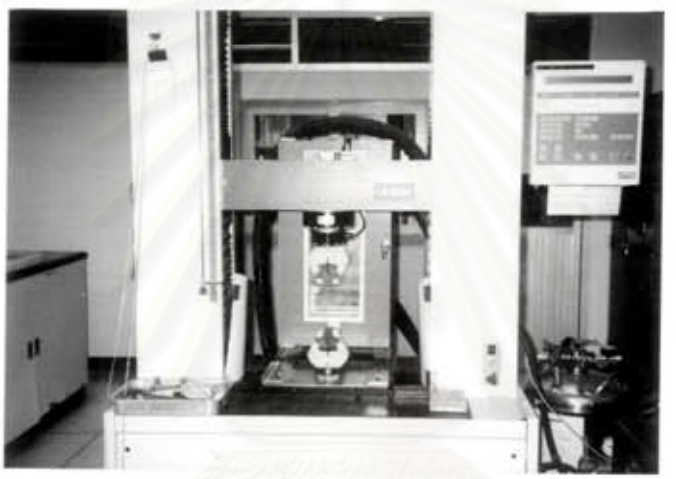
รูปที่ 3.8 เครื่อง Universal testing machine (block-slip)




รูปที่ 3.9 ลักษณะชิ้นทดสอบการติดกันของฟิล์ม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.3.3 **ความทนแรงดึง** ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 882 ด้วยเครื่อง LLOYD Universal tensile testing machine : LR 100K ดังแสดงในรูปที่ 3.10 ใช้ load cell 100 นิวตัน ตัดชิ้นทดสอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้าง 5.0 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร ทั้งตามแนวเครื่อง (machine direction: MD) และแนวขวางเครื่อง (transverse direction: TD) แนวละ 5 ชิ้น ระยะ gauge length 50 มิลลิเมตร อัตราเร็วในการดึง 500 มิลลิเมตร/นาที



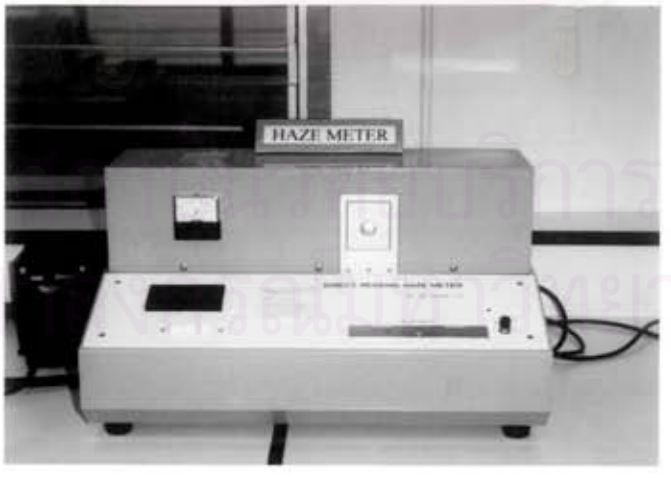
รูปที่ 3.10 เครื่อง LLOYD Universal tensile testing machine : LR 100K

3.3.3.4 **การยืดออกที่จุดขาด** ทดสอบด้วยวิธีเดียวกับการทดสอบความทนต่อแรงดึง

3.3.3.5 **ความต้านทานการฉีกขาด** ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 1004 ด้วยเครื่อง LLOYD Universal tensile testing machine: LR 100K ใช้ load cell ขนาด 100 นิวตัน ด้วยเครื่องตัดแบบ Punch Die Cutter ทั้งแนว MD และ TD แนวละ 10 ชิ้น ลักษณะของชิ้นทดสอบแสดงดังรูปที่ 3.11 อัตราเร็วในการดึง 51 มิลลิเมตร/นาที

รูปที่ 3.11 ลักษณะชิ้นทดสอบความต้านทานการฉีกขาด

3.3.3.6 **ความฝ้า** ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 1003 ด้วยเครื่อง Haze meter ดังแสดงในรูปที่ 3.12 ตัดชิ้นงานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 50 มิลลิเมตร 3 ชิ้น ทำการวัดโดยปรับค่า total transmittance 100 ± 0.1 % และค่า diffuse transmittance เป็น 0 % เครื่องจะแสดงค่าความฝ้าของฟิล์มออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์




รูปที่ 3.12 เครื่อง Haze meter

**3.3.3.7 ความเงามัน** ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 523 ด้วยเครื่อง Haze-gloss meter ดังแสดงในรูปที่ 3.13 ตัดชิ้นงานให้มีขนาดกว้างกว่าช่องทางเดินของแสง 3 ชิ้น ใช้มุมในการทดสอบ 60 องศา ทำการวัดค่าความเงามัน เครื่องจะแสดงค่าออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์

รูปที่ 3.13 เครื่อง Haze-gloss meter

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย