

## บทที่ 2

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 2.1 วัสดุและสารเคมี

วัสดุที่ใช้ในการทดลองได้แก่ พอลิโพรพิลีน เกรด 700J ที่ใช้ในการค้าผลิตโดยบริษัทไทย โพลีโพรพิลีน จำกัด ยางธรรมชาติ (NR) เกรด STR 5L จากบริษัทไทยฮั้วรับเบอร์ สาขาสงขลา จำกัด ยาง ethylene propylene diene monomer (EPDM) จากบริษัท Chemical rubber จำกัด เส้นใยปอแก้ว ได้รับการสนับสนุนจากบริษัท เอ็นอีฟอสังหาริมทรัพย์และอุตสาหกรรม จำกัด (NEP Realty and Industry Public Company Limited) จังหวัดนครราชสีมา สารเคมีที่ใช้สำหรับเตรียมเส้นใยได้แก่ เมทิลแอลกอฮอล์ เบนซีน โซเดียมไฮดรอกไซด์ จากบริษัท คาร์โร เกรดแลป สารเคมีที่ใช้เป็นส่วนประกอบของยางได้แก่ Sulfur, Tetramethylthiuramdisulphide (TMTD), Mercaptobenzothiazole (MBT), ZnO และ Stearic acid

#### 2.2 การเตรียมเส้นใยปอแก้ว

##### การล้างเส้นใยด้วยน้ำสะอาด

ก่อนที่จะเริ่มต้นขั้นตอนต่างๆ นั้น เส้นใยปอแก้วที่อยู่ในรูปปอต้นประมาณ 2 เมตรจะถูกนำมาตัดให้มีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร จากนั้นนำไปทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกต่างๆ รวมไปถึงเปลือกและส่วนที่แข็ง โดยจะแช่ในน้ำเปล่า 1 สัปดาห์ ในอัตราส่วนน้ำ 15 ส่วนต่อปอ 1 ส่วน (liquor ratio 15:1) หลังจากนั้นนำมาล้างและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน และนำไปสาบเพื่อให้เส้นใยแยกเป็นเส้นเดี่ยวๆ ขั้นตอนต่อไปคือ การตัดให้ได้ขนาดความยาว 2 มิลลิเมตร โดยใช้แรงงานคน เส้นใยปอแก้วที่ได้ในขั้นตอนนี้เรียกว่า เส้นใยปอแก้วที่ไม่ผ่านการทำความสะอาดเบื้องต้น (nonpretreated; NP) ขั้นตอนต่อไปจะนำไปสกัดด้วยตัวทำละลายผสมโดยวิธีการต้ม (boiling method) ซึ่งจะเป็นการกำจัดองค์ประกอบพวกไขมัน (wax) และสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำอื่นๆ

##### การสกัดด้วยตัวทำละลายผสม

การสกัดด้วยตัวทำละลายผสมจะใช้วิธีการต้ม (boiling method) ตัวทำละลายที่ใช้คือ เมทานอล (methanol) กับเบนซีน (benzene) ที่อัตราส่วน 1:1 อัตราส่วนตัวทำละลายและเส้นใยคือ ตัวทำละลาย 10 ลิตร ต่อเส้นใย 700 กรัม (liquor ratio 15:1) ระยะเวลาในการต้ม 3 ชั่วโมง เส้นใยปอที่ต้มเสร็จแล้วจะนำไปอบที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน เพื่อกำจัดน้ำและตัวทำละลาย เส้นใยปอ

แก้วในขั้นตอนนี้เรียกว่า เส้นใยปอแก้วที่ผ่านการทำความสะอาดเบื้องต้น (pretreated; PT) หลังจากนั้นก็จะนำไปทำอัลคาไลน์เซชันในขั้นตอนต่อไป

**การทำอัลคาไลน์เซชัน (alkalization)**

สารที่ใช้ในขั้นตอนนี้คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 2% โดยน้ำหนัก ขั้นตอนการทำอัลคาไลน์เซชันเริ่มจาก เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2% โดยน้ำหนัก 10 ลิตร เส้นใยปอแก้วที่ผ่านขั้นตอนการทำความสะอาดเบื้องต้น 700 กรัม (liquor ratio 15:1) นำเส้นใยปอแก้วใส่ในสารละลายโซเดียมและกวนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง เสร็จแล้ว นำมาล้างด้วยน้ำให้ได้ค่า pH ประมาณ 7 และนำไปอบให้แห้งที่ 80 องศาเซลเซียส ทั้งไว้ข้ามคืนแล้ว เก็บในเคสซิเคเตอร์ไว้ เส้นใยปอแก้วที่ได้ในขั้นตอนนี้เรียกว่า เส้นใยปอแก้วที่ผ่านการทำอัลคาไลน์เซชัน (cleaned; CL) 。

**2.3 การเตรียมวัสดุเชิงประกอบ**

**2.3.1 การผสมวัสดุด้วยเครื่องบดผสมภายใน**

การผสมวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ ยาง EPDM สารเคมีต่างๆ เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีนทำโดยใช้เครื่องบดผสมภายใน รุ่น Roller 3000 p ของบริษัท HAAKE ขนาดของการผสมเท่ากับ 180 กรัม โดยทำการผสมยางธรรมชาติในอัตราส่วนที่เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของยางธรรมชาติแตกต่างกันจำนวน 6 ตัวอย่าง และทำการผสมยาง EPDM ในอัตราส่วนที่เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของยาง EPDM แตกต่างกัน อัตราส่วนการผสมของวัสดุเชิงประกอบระหว่าง ยางธรรมชาติและยาง EPDM แสดงดังตารางที่ 2.1 และ 2.2 ตามลำดับ และอัตราส่วนของสารเคมีที่ผสมกับยางธรรมชาติและยาง EPDM แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.1 อัตราส่วนผสมระหว่างยางธรรมชาติ เส้นใยปอแก้ว และพอลิโพรพิลีน

| ยางธรรมชาติ<br>(เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) | เส้นใยปอแก้ว<br>(เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) | พอลิโพรพิลีน<br>(เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 0                                      | 20                                      | 80                                      |
| 5                                      | 19                                      | 76                                      |
| 10                                     | 18                                      | 72                                      |
| 20                                     | 16                                      | 64                                      |
| 30                                     | 14                                      | 56                                      |
| 50                                     | 10                                      | 40                                      |

ตารางที่ 2.2 อัตราส่วนผสมระหว่างยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และพอลิพรพิลีน

| ยาง EPDM<br>(เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) | เส้นใยปอแก้ว<br>(เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) | พอลิพรพิลีน<br>(เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) |
|-------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| 0                                   | 20                                      | 80                                     |
| 5                                   | 19                                      | 76                                     |
| 10                                  | 18                                      | 72                                     |
| 20                                  | 16                                      | 64                                     |
| 30                                  | 14                                      | 56                                     |
| 50                                  | 10                                      | 40                                     |

ตารางที่ 2.3 อัตราส่วนของสารเคมีที่ผสมกับยางธรรมชาติ และ ยาง EPDM

| สารเคมี      | ปริมาณ (หน่วย : phr) |          |
|--------------|----------------------|----------|
|              | ยางธรรมชาติ (NR)     | ยาง EPDM |
| ยางธรรมชาติ  | 100                  | 100      |
| Sulfur       | 0.25                 | 1.00     |
| TMTD         | 0.25                 | 0.80     |
| ZnO          | 0.50                 | 5.00     |
| Stearic acid | 0.50                 | 1.00     |
| MBT          | 0.375                | 3.00     |

สภาวะที่ใช้ในการผสมได้แก่ ความเร็วรอบ ที่ 50 รอบต่อนาที อุณหภูมิที่ใช้ในการบดผสมแต่ละแผ่นโดยที่ แผ่นหน้า/แผ่นกลาง/แผ่นหลัง เท่ากับ 165/170/165 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยลำดับและระยะเวลาในการผสมทั้งหมดจะแสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ลำดับการผสมยางธรรมชาติ ยาง EPDM เส้นใยปอแก้ว และพอลิพรพิลีน

| เวลา (นาที) | ลำดับการใส่ส่วนประกอบ           |
|-------------|---------------------------------|
| 0-5         | พอลิพรพิลีน                     |
| 5-7         | ยาง (ยางธรรมชาติ หรือ ยาง EPDM) |
| 7-8         | ซัลเฟอร์                        |
| 8-10        | สารเคมีที่เหลือ                 |
| 10-15       | เส้นใยปอแก้ว และ ไซเลน          |

### 2.3.2 การบดของผสม

ของผสมที่ได้จากเครื่องบดผสมภายในจะถูกลบด้วยเครื่องบดทางกลเพื่อลดขนาดของผสมให้เล็กลงเหมาะที่จะนำไปขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดต่อไป

### 2.3.3 การเตรียมชิ้นงานโดยการขึ้นรูปแบบฉีด

การเตรียมชิ้นทดสอบการดึงยืด และการตกกระแทกจะขึ้นรูปโดยใช้เครื่องฉีดของบริษัท Chuan Lih Fa Machinery Works co., Ltd. รุ่น CLF-80T แม่พิมพ์ที่ใช้มีลักษณะแสดงดังรูปที่ 2.1 การขึ้นรูปชิ้นทดสอบจะนำเม็ดที่ได้จากการบดของผสมมาขึ้นรูปโดยอุณหภูมิในการฉีดในแต่ละโซน เป็น 170 175 175 และ 180 องศาเซลเซียส ตามลำดับ อุณหภูมิแม่พิมพ์เท่ากับ 20 องศาเซลเซียส โดยน้ำมันเป็นตัวหล่อเย็น ความเร็วของสกรูเท่า 80 เปอร์เซ็นต์ ความดันที่ใช้ในการฉีด เท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ ความดันคงค้าง เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 2.1 ชิ้นทดสอบการต้านทานแรงดึง และ ความต้านทานการกระแทก

## 2.4 การตรวจสอบสมบัติเบื้องต้นของวัสดุ

### 2.4.1 การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ

การวัดความยาวของเส้นใยปอแก้ว โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ Nikon polarizing optical microscope (model Eclipse E600 POL) โดยได้ความยาวเฉลี่ยประมาณ 200 ไมครอน โดยทำการวัดเส้นใยจำนวน 300 เส้นและนำมาหาค่าเฉลี่ย

### 2.4.2 การตรวจสอบสมบัติทางวิทยากระแส

ทดสอบหาค่าความหนืดที่อัตราเฉือนต่างๆด้วยเครื่อง Capillary rheometer รุ่น K-Machine 6052DM ทำการทดสอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการหลอม 300 วินาที ใช้แรงกด (Packing force) 1500 นิวตัน

### 2.4.3 การตรวจสอบสมบัติทางกล

ชิ้นงานที่ได้จากการขึ้นรูปแบบฉีด จะถูกนำไปทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Testing) และความแข็งแรงดัด (Flexural strength) ของวัสดุเชิงประกอบโดยใช้เครื่อง Universal Testing Machine ของบริษัท Instron ที่ความเร็วในการดึงเท่ากับ 50 มิลลิเมตรต่อนาที ที่ระยะความยาวเกจ (gage length) 80 มิลลิเมตร และทำการทดสอบความแข็งแรงดัด (Flexural strength) ของวัสดุเชิงประกอบโดยใช้เครื่อง Universal Testing Machine ของบริษัท Instron ที่ความเร็วในการกดเท่ากับ 15 มิลลิเมตรต่อนาทีและระยะค้ำ (support span) ชิ้นงานกว้าง 56 มิลลิเมตร โดยแต่ละการทดสอบจะใช้ชิ้นงานจำนวน 10 ชิ้น

การทดสอบสมบัติการทนต่อแรงกระแทก (Impact Properties) ของวัสดุเชิงประกอบระหว่างยางธรรมชาติ เส้นใยปอแก้วและพอลิโพรพิลีน ใช้เครื่องดำนทานแรงตกกระแทก (Impact Testing Machine) ที่ผลิตจากบริษัท Atlas Electric Devices Company รุ่น BPE โดยแต่ละการทดสอบจะใช้ชิ้นงานจำนวน 10 ชิ้น