

### บทที่ 3

## วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้มีการนำเอาวัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์ประเภทต่างๆ มาใช้ในการเตรียมชิ้นทดสอบ และนอกจากนั้นบทนี้ได้มีการกล่าวถึงรายละเอียด วิธีการทดลอง ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและการทดสอบสมบัติเชิงกล จากหัวข้อดังกล่าวมาแล้วนั้นสามารถที่จะศึกษารายละเอียดต่างๆ ได้ดังนี้

### 3.1 วัสดุ

3.1.1 ยางมะตอยชนิดเพนนีเทชัน เกรด 60/70 ผลิตโดยบริษัทเชลล์แห่งประเทศไทย

ตารางที่ 3.1 สมบัติของยางมะตอยชนิดเพนนีเทชัน เกรด 60/70

ลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด
เพนนีเทชัน ที่อุณหภูมิ 25 °C น้ำหนักกด 100 กรัม เวลา 5 นาที	60-70
จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า	232
จุดอ่อนตัว องศาเซลเซียส	45-55
การยืดดึง (Ductility) ที่อุณหภูมิ 25 °C อัตราเร็วของเครื่องดึง 5 เซนติเมตรต่อนาที ไม่น้อยกว่า	100
การละลายในไตรคลอโรเอทิลีน ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่น้อยกว่า	99.0



รูปที่ 3.1 ยางมะตอยชนิดเพนนีเทชัน เกรด 60/70

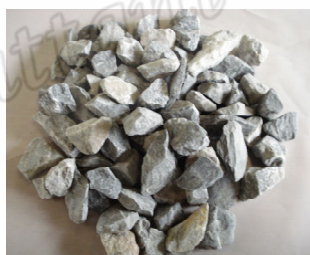
3.1.2 ยางธรรมชาติที่ใช้ในการศึกษา คือ ยางแท่งเกรด STR 5L ยางแท่งหนึ่งก้อนมีน้ำหนัก 33.33 กิโลกรัม ผลิตโดยบริษัท จะนะน้ำยาง จำกัด



รูปที่ 3.2 ยางแท่งเกรด STR 5L

3.1.3 น้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทน 95 ใช้สำหรับแช่ยางธรรมชาติ ผลิตโดยบริษัท ปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย จำกัด

3.1.4 วัสดุมวลรวม คือ หินคลุกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.75 - 9.50 มิลลิเมตร, 9.50 - 12.50 มิลลิเมตร และ 12.50 - 19.00 มิลลิเมตร (ทล.-ม. 408, 2532; ทล.-ม. 409, 2549; ทล.-ม. 201, 2544; ทล.-ม. 407, 2542; ทล.-ม. 410, 2542; ทล.-ก. 201, 2544; ทล.-ก. 202, 2544; มทช.230, 2545; มทช.236, 2545; มทช.237, 2545; มยช.236, 2540; มยช.237, 2540)



รูปที่ 3.3 วัสดุมวลรวม

## 3.2 อุปกรณ์

3.2.1 ชุดกวนสำหรับการเตรียมยางธรรมชาติผสมกับยางมะตอยและวัสดุมวลรวม (ประกอบขึ้นเอง) ประกอบด้วยภาชนะสำหรับใส่ยางมะตอย ใบพัดกวน ชุดควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 110 องศาเซลเซียส และชุดมอเตอร์ ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วรอบในการกวนได้



รูปที่ 3.4 ชุดกวน

3.2.2 เครื่องทดสอบสมบัติการกด (Tensile Tester) เป็นเครื่องรุ่น H10KS เป็นเครื่องมือทดสอบสมบัติต้านทานต่อแรงกดหรือแรงดึง ผลิตโดยบริษัท Hounsfield Test Equipment ประเทศอังกฤษ



รูปที่ 3.5 เครื่องทดสอบสมบัติการกด

3.2.3 เครื่องผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง (Two Roll Mill) เป็นเครื่องบดยางธรรมชาติ ให้น้ำหนักโมเลกุลที่แตกต่างกัน ประกอบด้วยลูกกลิ้งคู่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว ความยาว 20 นิ้ว อัตราความเร็วของลูกกลิ้งหน้าต่อลูกกลิ้งหลัง (Friction ratio) เท่ากับ 1:1.25 มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ผลิตโดย หจก. ชัยเจริญการช่าง



รูปที่ 3.6 เครื่องผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง

3.2.4 ตู้อบ (Oven) เป็นเครื่องอบด้วยความร้อน เพื่อใช้ในการไล่ความชื้น มีพัดลมภายใน สามารถตั้งอุณหภูมิได้สูงสุด 100 องศาเซลเซียสและตั้งเวลาได้ ผลิตโดยบริษัท Fisher Scientific ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.5 ตะแกรงร่อนโดยมีขนาดช่องว่างของตะแกรงเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4), ขนาด 9.50 มิลลิเมตร (เบอร์ 3/8"), ขนาด 12.50 มิลลิเมตร (เบอร์ 1/2") และขนาด 19.00 มิลลิเมตร (เบอร์ 3/4") (ทล.-ม. 408, 2532; ทล.-ม. 409, 2549; ทล.-ม. 201, 2544; ทล.-ม. 407, 2542; ทล.-ม. 410, 2542; ทล.-ก. 201, 2544; ทล.-ก. 202, 2544; มทช.230, 2545; มทช. 236, 2545; มทช.237, 2545; มยช.236, 2540; มยช.237, 2540)



รูปที่ 3.7 ตะแกรงร่อน

### 3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.3.1 การลดน้ำหนักโมเลกุลยางธรรมชาติ โดยนำยางธรรมชาติไปบดกับเครื่องผสมสองลูกกลิ้งเป็นเวลา 0 นาที, 10 นาที และ 30 นาที จากนั้นนำยางธรรมชาติที่ผ่านการบดและไม่ผ่านการบดไปหาค่า Mooney viscosity โดยใช้เทคนิคเจลเพอร์มิเอชันโครมาโตกราฟี (Gel Permeation Chromatography, GPC) และหาค่า Mooney viscosity ด้วยเครื่อง Mooney Viscometer

3.3.2 การเบลนด้อยางธรรมชาติกับยางมะตอยและวัสดุผสมรวม 4.75 - 9.50 มิลลิเมตร, 9.50 - 12.50 มิลลิเมตรและ 12.50 - 19.00 มิลลิเมตร โดยนำยางธรรมชาติที่ผ่านการบด 0 นาที (1,412,000 กรัมต่อโมล, ค่า Mooney viscosity เท่ากับ 75.30) 10 นาที (616,000 กรัมต่อโมล, ค่า Mooney viscosity เท่ากับ 56.50) และ 30 นาที (418,000 กรัมต่อโมล, ค่า Mooney viscosity เท่ากับ 44.11) ในปริมาณ 0, 5, 8, 11 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มาแช่กับน้ำมันเบนซินในปริมาณคงที่ แล้วนำยางธรรมชาติที่ผ่านการแช่กับน้ำมันเบนซิน เบลนด้อยางมะตอยและวัสดุผสมรวม ในปริมาณหินคลุกคงที่ ซึ่งมีการนำหินคลุกไปอบความร้อนเพื่อไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที โดยเริ่มจากการให้ความร้อนยางมะตอยที่อุณหภูมิ 110 องศา

เซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที พร้อมกับกวาดด้วยความเร็วรอบ 320 รอบต่อนาที แล้วใส่ยางธรรมชาติ ที่ผ่านการแช่ลงไป ใช้เวลาในการกวาด 10 นาที แล้วใส่หินคลุกกร้อนพร้อมกับกวาดต่ออีก 2 ชั่วโมง แล้วนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้ยางมะตอยไหลใน เบ้า ก่อนทดสอบนำชิ้นทดสอบที่เตรียมไปอบที่อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียสในตู้อบ เป็น เวลา 1 ชม. แล้วทิ้งไว้ 1 วัน จึงนำทดสอบสมบัติจากการกด

### 3.4 วิธีการทดสอบ

การทดสอบสมบัติการกด ทดสอบโดยนำชิ้นตัวอย่างรูปทรงกระบอกที่ได้จากการ เตรียม ซึ่งการเตรียมชิ้นตัวอย่าง จะใส่ตัวอย่างที่ได้จากการเบลนด์ ลงในเบ้ารูปทรงกระบอกขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 2.6 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร นำตัวอย่างที่ได้ไปทำการกดโดยใช้ ความเร็วการกด 5, 100, 150, 200 และ 250 มิลลิเมตรต่อนาที ที่อุณหภูมิการกด 25 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่อง tensile tester เพื่อวัดแรงกดและระยะการกดแล้วนำไปคำนวณมอดูลัสการกดและ ความเค้นจริงกับการเปลี่ยนรูปของโกซี

$$\text{True stress} = \sigma(t) = \frac{F(t)}{A(t)} \quad 24$$

เมื่อ  $F(t)$  คือ แรงที่วัดจากการกดขึ้นตัวอย่างที่เวลา  $t$  ใด ๆ

$A(t)$  คือ พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างทดสอบขณะเวลาใด ๆ

จากค่าความเค้นที่ได้ นำไปคำนวณค่ามอดูลัสจากสมการ  $D(t)$  (13) คือ

$$D(t) = \frac{\sigma(t)}{-(\lambda^2 - \frac{1}{\lambda})}$$

การเปลี่ยนรูปของโกซีคือ

$$\lambda^2 - \frac{1}{\lambda} \quad \text{เมื่อ } (\lambda = \frac{h(t)}{h_0}) \quad 25$$

และจากสมการ (17) คือ

$$h(t) = h_0 - Vt$$

หาเวลา ( $t$ ) ที่ใช้ในการกด เพื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างมอดูลัสการกดกับเวลาในการกด

เมื่อ  $h(t)$  คือ ความสูงที่เปลี่ยนแปลงไปขณะกดที่  $t$  ใด ๆ (mm)

$h_0$  คือ ความสูงเริ่มต้นก่อนการกด ที่  $t = 0$  (mm)

$V$  คือ ความเร็วการกด (mm/min)

$t$  คือ เวลาในการกด (min) หรือ (s)

Prince of Songkla University  
Pattani Campus