

บทที่ 3

ขั้นตอนการศึกษา

3.1 วัสดุและสารเคมี

3.1.1 ยางธรรมชาติ

น้ำยางธรรมชาติที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้มาจากสถาบันวิจัยยางแห่งประเทศไทย โดยมีปริมาณเนื้อยางธรรมชาติประมาณ ร้อยละ 60 โดยน้ำหนักและมีสารเพิ่มความเสถียรคือ แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH)

3.1.2 สารเคมีจึ้นรูปยาง

3.1.2.1 กรดสเตียริก (Stearic acid)

3.1.2.2 กำมะถัน (Sulfur)

3.1.2.3 ซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide, ZnO)

3.1.2.4 Wingstay L

3.1.2.5 ZDEC (Zinc-diethyldithiocarbamate, $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{H}_2\text{S}_4\text{Zn}$)

3.1.3 คาร์บอนแบล็ก

คาร์บอนแบล็กที่ใช้ในการวิจัยนี้ ผลิตโดยไทยโกลคาร์บอนโปรดักท์ จำกัด คาร์บอนแบล็กซึ่งใช้ในงานวิจัยมีทั้งหมด 6 ชนิด มีขนาดอนุภาคระหว่าง 18-43 นาโนเมตร และโครงสร้าง 72-125 มม./100 ก. ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 : สมบัติทางกายภาพของคาร์บอนแบล็กที่ใช้ในการวิจัย [16]

ชนิดของ คาร์บอนแบล็ก	ขนาด อนุภาค เฉลี่ย (nm)	ปริมาณการดูด ซับของ DBP (ml/100g)	ความ หนาแน่น (kg/m ³)	คุณสมบัติ
N220	22	114	345	ขึ้นรูปได้ง่าย เป็นสารเสริมแรงที่ดี และต้านทานการเสียดสีได้ดี
N234	18	125	320	ต้านทานการเสียดสี และมี ความต้านแรงดึงสูง
N326	28	72	465	โครงสร้างต่ำและโมดูลัสต่ำ มี ความต้านแรงดึงสูง และระยะ ยึดตัวดี
N330	28	102	375	ต้านทานการเสียดสีสูง ต้านทานแรงดึงยึดสูง ค่า โมดูลัสปานกลาง และระยะยึด ตัว ณ จุดขาด ปานกลาง
N339	24	120	345	ต้านทานการล้าสูง มีโครงสร้าง สูง ทำให้มีการกระจายตัวดี
N550	43	121	360	มีสมบัติทางพลวัตที่ดี หดตัว ในขณะอัดรีดในแม่พิมพ์ต่ำ และมีผิวสัมผัสเรียบ

3.1.4 การเตรียมสารละลายคาร์บอนแบล็ก

คาร์บอนแบล็กที่ใช้ในการวิจัยเนื่องจากมีลักษณะเป็นผงอนุภาคจึงต้องทำให้อยู่ในรูปในสารละลายเพื่อต่อการผสมกับน้ำยางธรรมชาติโดยคาร์บอนแบล็กจะทำการผสมกับสารเพิ่มการกระจายตัว โดยมีน้ำเป็นตัวทำละลายใน Ball mill เป็นเวลา 36 ชั่วโมง จะได้สารละลายคาร์บอนแบล็กพร้อมผสมกับน้ำยางธรรมชาติ

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้วิจัย

- 3.2.1 ตู้อบสารเคมี
- 3.2.2 เครื่องมือวัดสมบัตินำไฟฟ้า
- 3.2.3 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)
- 3.2.4 เครื่องบดขนาดบอลลมิล (Ball mill)
- 3.2.5 เครื่องชั่งน้ำหนักอิเล็กทรอนิกส์
- 3.2.6 เครื่องทดสอบความแข็งแรงดึง (Tensile Testing Machine) ยี่ห้อ Lloyd ให้กำลังสูงสุด (Load cell) 3 กิโลนิวตัน
- 3.2.7 อุปกรณ์วัดความหนา
- 3.2.8 เวอร์เนีย (Vernia Caliper)
- 3.2.9 บีกเกอร์ (Beaker)
- 3.2.10 แท่งกวนสารเคมีแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Starrier)
- 3.2.11 เตาให้ความร้อนและเครื่องกวนระบบแม่เหล็กไฟฟ้า (Hot Plate)
- 3.2.12 แม่แบบพิมพ์ขึ้นรูปยาง ขนาด กว้าง × ยาว × สูง เท่ากับ $12 \times 12 \times 3$ ลูกบาศก์เซนติเมตร และ $30 \times 30 \times 3$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.3 การเตรียมชิ้นงานวิจัย

ผสมน้ำยางธรรมชาติกับคาร์บอนแบล็กที่ทำให้อยู่ในรูปสารละลาย ตามอัตราส่วนปริมาณคาร์บอนแบล็กคือ 5 - 25 phr จากนั้นผสมกับสารเติมแต่งและสารเร่งปฏิกิริยาการเชื่อมโยงตามตารางที่ 3.2 ก่อนนำไปใส่แบบพิมพ์ และอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส 1 - 2 ชั่วโมง เพื่อกระตุ้นการเชื่อมโยงและระเหยสารที่ไม่ต้องการ จะได้ยางธรรมชาติที่มีขนาดเฉลี่ย 8 มม. เก็บชิ้นงานที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้ชิ้นงานคงรูป ก่อนทำการวัดค่าสภาพการนำไฟฟ้า

ตารางที่ 3.2 :อัตราส่วนผสมสารเคมีที่ใช้ในการขึ้นรูปยางธรรมชาติชนิดแผ่น

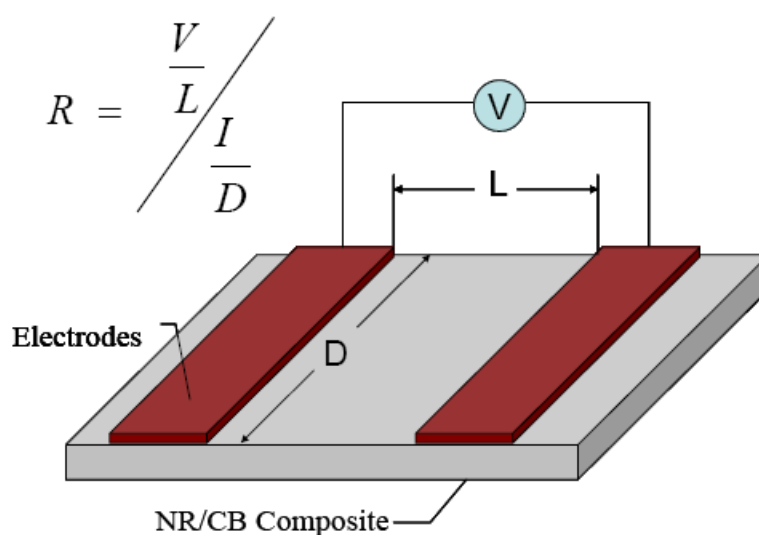
สารเคมีขึ้นรูปยาง	อัตราส่วนผสม (phr)
1. กรดสเตียริก (Stearic acid)	1.250
2. กำมะถัน (Sulfur)	3.125
3. ซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide, ZnO)	1.875
4. Wingstay L	1.250
5. ZDEC (Zinc-diethyldithiocarbamate, $C_{10}H_{20}H_2S_4Zn$)	1.875

* สูตรอัตราส่วนสารเคมีที่ใช้ในการขึ้นรูปยางได้จากสถาบันวิจัยยางแห่งประเทศไทย

3.4 การวัดสภาพการนำไฟฟ้า

3.4.1 การวัดค่าสภาพการนำไฟฟ้า

ขึ้นงานก่อนทำการวัดสภาพการนำไฟฟ้า ทำการตัดที่ขนาด 10×10 ตารางเซนติเมตร จากนั้นทำการวัดสภาพการนำไฟฟ้าที่ความต่างศักย์ 100 500 และ 1,000 โวลต์ (จากรูปที่ 3.1) ค่าที่ได้จากการวัด คือ ค่ากระแสไฟฟ้า สามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปค่าสภาพการนำไฟฟ้า



รูปที่ 3.1 ชิ้นงานทดสอบเพื่อวัดค่าสภาพการนำไฟฟ้า

3.4.2 การวัดสภาพการนำไฟฟ้าขณะดิ่งยัด

ชิ้นงานที่ใช้วัดความสัมพันธ์สภาพการนำไฟฟ้าตามระยะการดิ่งยัดเป็นไปตามมาตรฐานชิ้นงานที่ใช้ทดสอบสมบัติเชิงกลของยาง ASTM D3183 ที่มีช่วงแกนวัดระยะยัด (Gauge length) และเป็นแกนวัดความสัมพันธ์กับสภาพการนำไฟฟ้าตามระยะยัดตัว 25 ± 0.25 มิลลิเมตร โดยมีระยะยัดที่ใช้ทดสอบวัดสภาพการนำไฟฟ้าตั้งแต่ 10 – 100 เปอร์เซ็นต์ระยะดิ่งยัดเทียบกับขณะไม่ยัดตัว ค่าที่ได้จะแสดงความสัมพันธ์สภาพการนำไฟฟ้าขณะดิ่งยัดโดยเปรียบเทียบกับสภาพการนำไฟฟ้าขณะไม่ยัดตัว เครื่องมือที่ใช้ทดสอบแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การวัดสภาพการนำไฟฟ้าขณะดิ่งยัด

3.4.3 การวัดสภาพการนำไฟฟ้าสัมพันธ์กับอุณหภูมิ

การศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพการนำไฟฟ้ากับอุณหภูมิ เครื่องมือที่ใช้ทดสอบแสดงดังรูปที่ 3.3 อุณหภูมิที่ใช้ทดสอบอยู่ระหว่าง 30 – 80 องศาเซลเซียส โดยได้ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิส่งผลต่อสภาพการนำไฟฟ้าแสดงตามปริมาณ และชนิดคาร์บอนแบล็ก นอกจากนี้ยังได้ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อสภาพการนำไฟฟ้าตามระยะการดิ่งยัดระหว่าง 10 -100 เปอร์เซ็นต์ระยะดิ่งยัดเทียบกับขณะไม่ยัดตัว



รูปที่ 3.3 เครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้าสัมพันธ์กับอุณหภูมิ

3.5 การวัดสมบัติเชิงกล

สมบัติเชิงกลที่วัดในงานวิจัยนี้ได้แก่ค่าการยืดตัวสูงสุดที่จุดขาด (Elongation at break) และค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D412-87 และชิ้นงานที่ใช้ทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D3183 โดยชิ้นงานที่ใช้ทดสอบมีความหนา 2.0 ± 0.2 มิลลิเมตร ความกว้างช่วงคอคอด 7.0 ± 0.7 มิลลิเมตร และมีช่วงแกนวัดระยะยืด (Gauge length) 25 ± 0.25 มิลลิเมตร อัตราเร็วในการดึงชิ้นงาน 500 ± 50 มิลลิเมตรต่อนาที โดยเครื่องให้กำลังดึงสูงสุด (Load Cell) 3 กิโลนิวตัน การวัดค่าต้านทานแรงดึงวัดที่ ร้อยละ 100 ของร้อยละการยืดตัว และวัดร้อยละการยืดตัวสูงสุด