บทที่ 4
วัสดุอุปกรณ์และขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

4.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

4.1.1 น้ำยางข้น (Concentrated rubber) น้ำยางข้นจากภาคใต้ของบริษัท ปาเท็กซ์ จำกัด

4.1.2 สารเคมี

-แอมโมเนีย (NH_3)

-โปรแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)

- n-butyl acrylate (n-BA)

- Toluene

4.1.3 สารป้องกันการเสื่อม

- TNPP (tris (nonylated phenyl) phosphite)

4.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

4.2.1 อุปกรณ์สำหรับเตรียมน้ำยาง

- Magnetic stirrer
- แผ่นแก้วมีขอบ 15 x 15 cm
- sieve ขนาด 250 เมช
- Nylon thin film FWT -60-00 Dosimeter
- เครื่องฉายรังสี
    - เครื่องฉายรังสี Co-60 Gamma Cell (Nordian International)
- เครื่องทดสอบแรงดึง
- เครื่องตัดแผ่นยาง
- ตู้อบ
- Dessicator
- เครื่องชั่งละเอียด
- Beaker และขวดขนาด 100 ml
- แผ่นกระจกใส
- แผ่นอะลูมีเนียมฟอยส์(Aluminum foil)
- ถังอะลู มิเนียมขนาดบรรจุ 10 ลิตร
- มอเตอร์พร้อมใบพัดกวน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

4.3.1 หาเงื่อนไขของปริมาณรังสีเหมาะสมของน้ำยาง

4.3.1.1การเตรียมน้ำยางก่อนฉายรังสี

ส่วนผสมสำหรับเตรียมน้ำยางก่อนทำการฉายรังสี

สารเคมี	กรัม
-น้ำยางข้น 60 %	
-เจือจางด้วย 1 %แอมโมเนีย เป็น 40 % DRC	100
- 10 % KOH	1.0
- n-BA	2.5

4.3.1.2 วิธีเตรียมแผ่นยาง

ก. กรองน้ำยางข้นด้วย sieve ขนาด 250 เมช ลงในบีกเกอร์ซึ่งตั้งอยู่บน Magnetic stirrer

ข ใส่magnetic bar กวนน้ำยางตลอดเวลา

ค เติมสารละลาย 1 % NH_3

ง เติม 10 % KOH ลงในบีกเกอร์ช้าๆและกวนต่อไปอีก 30 นาที

จ เติมสารไวปฏิกริยาลงที่ละน้อยจนหมดและกวนต่อไปอีก 1 ชั่วโมง

4.3.2 การฉายรังสีน้ำยางหลังผสมสารไวปฏิกริยา

ก. นำน้ำยางที่เตรียมได้จากการเตรียมในข้อ 4.3.1.2 (ไม่เกิน 24 ชั่วโมง) มาประมาณ 90 กรัม บรรจุลงในขวดแก้วขนาด 4 ออนซ์

ข. ติด Dosimeter ไว้ที่ผิวนอกขวด

ค. คำนวณเวลาฉายรังสีให้ได้ปริมาณรังสี 0.8 - 18 KGy

ง ทำการฉายรังสีน้ำยางที่ปริมาณรังสีต่างๆ

4.3.3 การเติมสารป้องกันการเสื่อม ลงในน้ำยางข้นวัลคาไนซ์ด้วยรังสีแล้ว

ก. นำน้ำยางเทลงบีกเกอร์ขนาด 100 ml ใส่ magnetic bar นำขึ้นกวน magnetic stirrer

ข. เติมสารป้องกันยางเสื่อมลงไป 1 phr ทำการกวนจนเข้ากัน

4.3.4 การเตรียมน้ำยางเพื่อทดสอบ

ก. ทำเป็นแผ่นฟิล์มยาง โดยการนำน้ำยางที่ได้จากกวนด้วยแท่งแก้วให้เข่ากัน ทำการเทผ่าน sieve ขนาด 250 เมช ลงบนแผ่นกระจกขนาด 15 x 15 ซม. โดยทำการปรับระดับให้ได้ระนาบแล้วทิ้งไว้ให้แห้งจนแผ่นยางใส

ข. นำแผ่นยางที่แห้งแล้วมาล้างในน้ำประมาณ24 ชม. จากนั้นนำมาผึ่งให้แห้งอีกครั้ง

ค. นำแผ่นยางที่แห้งแล้วมาเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศา เป็นเวลา 3 ชม. จากนั้นนำแผ่นยางที่ผ่านการอบเก็บใน Dessicator เพื่อรอการทดสอบ

4.3.5 ทดสอบคุณสมบัติของแผ่นยาง

4.3.5.1 การทดสอบความต้านทานแรงดึง(Tensile strength),โมดูลัส (Modulus) และการยืดจนขาด(Elongation at break)ของแผ่นยางโดยเครื่องทดสอบแรงดึง

การเตรียมชิ้นทดสอบ

ก. ตัดแผ่นยางแผ่นฟิล์มยางที่ทำการทดสอบ โดยเก็บตัวอย่างที่ทดสอบไว้ ณ. อุณหภูมิห้อง 70 C ไม่น้อยกว่า 3 ชม. โดยใช้ขนาดของ ASTM die C ทำเป็นชิ้นทดสอบรูปดัมเบล(dumbbell) จำนวน 3 ชิ้นเพื่อนำไปทดสอบความต้านแรงดึง

ข. ปรับระยะของเครื่องกำหนดระยะโดยให้มีพิกัดเป็น 250 +/-1 มม.

วิธีการทดสอบ

ก. จับชิ้นงานด้วยหัวจับให้แน่น เพื่อไม่เกิดการบิดตัวในขณะที่ทำการ ทดสอบ

ข. ดึงตัวอย่างด้วยความเร็ว 500 มม./วินาที จนตัวอย่างขาดคุณสมบัติต้านทานแรงดึงหาได้โดยการบันทึกแรงดึงขณะเมื่อแผ่นยางทดสอบขาด นำค่าที่ได้มาคำนวณหาความต้านทานแรงดึงจากสูตร

$$\text{Tensile strength} = F/A$$

โดยที่ F= แรงดึงสูงสุด เมื่อผ่านยางถูกดึงขาด

A= พื้นที่ตัดขวางของแผ่นยางทดสอบ

คุณสมบัติโมดูลัส(Modulus)ของยางหมายถึงความเครียด(stress)ของยางที่ยืดออก ค่าโมดูลัสหาได้โดยการบันทึกแรงดึงขณะที่แผ่นยางถูกดึงให้ยืดออกโดยค่าความยืด(elongation)ที่ 100 %,300%เป็นต้น

ค่าองศาความยืด (elongation)สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{Elongation (\%)} = \frac{100*(L-L_0)}{L_0}$$

โดย L = ระยะห่างระหว่างเส้นที่กำหนดบนยางเมื่อยืด

L_0 = ระยะห่างระหว่างเส้นยางขณะที่ยังไม่ได้ทำการยืด

การคำนวนหาค่า Retention of tensile strength

$$\text{Retention of strength} = \frac{\text{ค่าที่ต้องการเปรียบเทียบ} * 100}{\text{ค่าตั้งต้น}}$$

คุณสมบัติความยืดจนขาด (Elongation at break) หมายถึงความยืดของยางในขณะที่ขาด ค่าความยืดขาดคำนวณโดยใช้ค่า L ในสมการข้างบน เท่ากับระยะที่ยางขาดพอดี

4.3.5.2 วิธีการหาเจล (Gel Content)

ก. ตัดแผ่นยางจาก ประมาณ0.2-0.5 กรัม ชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอนด้วยเครื่องชั่งละเอียด 0.1 มก.ห่อด้วย sieve ขนาด 250 เมช ทำการชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

ข. นำแผ่นยางที่ห่อด้วยsieve ใส่ในขวดขนาด 4 ออนซ์ แช่ใน Toluene มากเกินพอ นำไป Refluxที่อุณหภูมิ 70 C เป็นเวลา 16 ชม.

ค. นำแผ่นยางที่ห่อด้วย sieve มาทำให้แห้งโดยการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาจนกระทั่งน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลงทำการบันทึกน้ำหนัก

ค่า Gel Content สามารถคำนวณได้จาก

$$\% \text{ Gel Content} = \frac{\text{น้ำหนักหลังสกัดด้วย Toluene} * 100}{\text{น้ำหนักก่อนสกัดด้วย Toluene}}$$

4.3.5.3 วิธีการหา Swelling Ratio

ก. ตัดแผ่นยางจากประมาณ0.2-0.5 กรัม ชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอนด้วยเครื่องชั่งละเอียด 0.1 มก(W1)

ข. นำแผ่นยาง ใส่ในขวดขนาด 4 ออนซ์ แช่ใน Toluene เกินพอ เป็น เวลา 72 ชม.

ค. นำแผ่นยางออกจากสารละลาย ทำการบันทึกน้ำหนัก (W2)

ค่า Swelling Ratio สามารถคำนวณได้จาก

$$\% \text{ Swelling Ratio (V)} = \frac{(W2 - W1) * R}{W1 * L}$$

R = ความหนาแน่นของยางแห้ง 0.920 g/cm3

L=ความหนาแน่นของ Toluene

4.3.5.4 วิธีการหาค่า Crosslink Density

ค่าค่า Crosslink Density สามารถหาได้จากค่า Swelling Ratio จากสมการที่ โดยใช้สมการของ Flory-Huggin

ค่า Crosslink Density หาได้จากสมการ

$$V_0 = 3.3922*10^{20}*V^{-5/3}$$

ทำการหาวิเคราะห์หาปริมาณรังสีที่เหมาะสมโดยพิจารณาจาก ความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) ความยืดขาด (Elongation at break)และค่า Swelling ratio สูงสุด

4.3.6 การเตรียมน้ำยางเพื่อใช้ขึ้นรูป

4.3.6.1 เตรียมน้ำยางที่ใช้ในการขึ้นรูปถุงมือยาง ตามอัตราส่วนในข้อ

ก. นำน้ำยางที่ทำการเตรียมไว้ ฉายรังสีปริมาณที่กำหนด

ข เติมสารป้องกันการเสื่อม ลงในน้ำยางข้นวัลคาไนซ์ด้วยรังสีแล้วตามผลที่ได้จากข้อ4.3.1

ค. นำน้ำยางที่เติมการป้องกันการเสื่อมไปขึ้นรูปตาม condition .ตามตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 เงื่อนไขในการขึ้นรูปถุงมือยาง

process step	Condition	Times(sec)
former drying	135-145 C	30
Coagulant dipping	10% $CaCl_2$	30
formers partial drying	110-120 C	15
dwelling time in dipping tank	RT	50
partial drying before beading	100	125
drying	70 C	25
Leaching	H_2O RT	120
powder tank	RT	25
Curing	110 - 120 C	780

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.7 ทำการฆ่า เชื้อด้วยรังสีแกมมา

นำถุงมือที่ได้จากการขึ้นรูปแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งนำมาทำการฉายรังสีที่25 kGy

4.3.8การบ่มเร่ง

4.3.8.1 นำถุงมือที่ทำการฉายรังสี 25 kGy และส่วนที่ไม่ได้ทำการฉายรังสีมาทำการบ่มเร่งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสตามระยะเวลาต่อไปนี้

ตรารางที่ 4..2 ระยะเวลาเก็บในสภาวะปกติเทียบกับระยะเวลาในการบ่มเร่ง

ระยะเวลาเก็บในสภาวะปกติ(เดือน)	ระยะเวลาในการบ่มเร่ง(ชั่วโมง)
3	8.3
6	16.6
12	33.3
24	66.6
36	100

หมายเหตุ การกำหนดระยะเวลาในการบ่มเร่ง กำหนดจากสมมุติฐานที่ว่า ระยะเวลาในการบ่มเร่งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 100 ชั่วโมง เทียบเท่ากับระยะเวลาในการเก็บปรกติ 3 ปีโดยมีลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการบ่มเร่งและระยะเวลาในการเก็บปรกติเป็นสมการเส้นตรง

4.3.8.2 เมื่อครบเวลาที่กำหนดตามตาราง นำถุงมือออกจากตู้บ่มเร่ง

4.3.8.3 นำถุงมือที่ได้จาก มาทดสอบตามหัวข้อ 4.3.5.1-4.3.5.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย