บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 ยางธรรมชาติ (บริษัท ไทยปักษ์ใต้ จำกัด)

ตารางที่ 3.1 สมบัติของยางธรรมชาติ (ตามวิธีทดสอบยางแท่ง เอส ที อาร์ [9])

สมบัติ	ผลการทดสอบ
ปริมาณผง (%)	0.014
ปริมาณเถ้า (%)	0.250
ปริมาณสิ่งระเหย (%)	0.620
ปริมาณไนโตรเจน (%)	0.400
ค่าดัชนีความอ่อนตัวของยาง	83.2
ค่าความอ่อนตัวเริ่มแรก (Po)	42.0
สียางเทียบโดยโลวิบอนด์	7.00
ความหนืด (Mooney unit)	90.64

3.1.2 ยางพอลิบิวทาไดอีน (บริษัท บี เอส ที อิลาสโตเมอร์ จำกัด)

ตารางที่ 3.2 สมบัติยางพอลิบิวทาไดอีน (ตาม Quality Report BR 01) [16]

สมบัติ	ผลการทดสอบ
ปริมาณ cis (%)	96.6
ปริมาณเถ้า (%)	0.02
ปริมาณสิ่งระเหย (%)	0.32
ความหนืด (Mooney unit)	41.8

3.1.3 ซิลิกา ชนิด Hi Sil 255 (บริษัท พี พี จี สยามซิลิกา จำกัด)

ตารางที่ 3.3 สมบัติของซิลิกา ชนิด Hi-sil 255 (Certificate of analysis for sample) [34]

สมบัติ	ผลการทดสอบ
ข้อมูลทางกายภาพ	
พื้นที่ผิวจำเพาะ (ตารางเมตรต่อกรัม)	177
pH	7.2
ความชื้น (%)	7.1
องค์ประกอบทางเคมี	
ซิลิกา (SiO_2) %	88
Na_2SO_4 %	1.27

3.1.4 PEG : Polyethylene glycol (Brands Co.,Ltd))

3.1.5 Paraffinic oil (Gurny Mooning peter chemical Co.,Ltd)

3.1.6 Zinc oxide ชนิด White seal (Univertures public co.,Ltd)

3.1.7 Stearic acid (Imperial Co.,Ltd)

3.1.8 Wingstay L (Goodyear Co.,Ltd)

3.1.9 CBS : N-cyclohexyl benzthiazyl sulphenamide (Flexsys Co.,Ltd)

3.1.10 MBTS : Dibenzthiazyl disulphide (Flexsys Co.,Ltd)

3.1.11 TMTD : Tetrathythiuram disulphide (Flexsys Co.,Ltd)

3.1.12 กำมะถัน (Loxley Public Co.,Ltd)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 เครื่องบดผสมแบบปิด (Kneader Machinery) รุ่น KD ความจุ 3500 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.2.2 เครื่องบดผสมแบบเปิด ชนิด 2 ลูกกลิ้ง (two roll mill) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลูกกลิ้ง 8 × 20 นิ้ว

3.2.3 เครื่องอัดยางคงรูป (Hydraulic Press) ขนาดแท่นอัด 30 × 30 เซนติเมตร แรงอัด 70 ตันต่อตารางนิ้ว

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

3.3.1 เครื่องทดสอบหาความหนืดของยาง (Mooney viscometer) บริษัท Tech Pro.Inc

3.3.2 เครื่องทดสอบหาเวลาและลักษณะการคงรูปของยางผสม (Rheometer ชนิด moving die type) ของ บริษัท Monsanto : Model MDR 2000

3.3.3 เครื่องทดสอบแรงดึงของยาง (Tensile tester) บริษัท Instron calibration laboratory

3.3.4 เครื่องทดสอบความต้านทานการฉีกขาด บริษัท LLOYD instruments

3.3.5 เครื่องทดสอบการสึกหรอของยาง บริษัท Hampden Northampton : Model APH –40

3.3.6 เครื่องทดสอบการหักงอของยาง

3.3.7 เครื่องทดสอบการกระดอนของยาง

3.3.8 เครื่องทดสอบการคืนตัวของยาง

3.3.9 เครื่องทดสอบความแข็งของยาง บริษัท Shore Instrument and MFG.Co : Model 716 Durometer Hardness system

3.4 สูตรยางผสมที่ใช้ในงานวิจัย

สำหรับสูตรยางผสมเป็น phr (part per hundred of rubber) ที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ส่วน คือ

1. สูตรยาง (pure gum) ระหว่างยางธรรมชาติกับยางพอลิบิวทาไดอีนในอัตราส่วนต่าง ๆ ดังตารางที่ 3.4

2. สูตรยางผสมสารตัวเติม (filled compound) ของยางผสมระหว่างยางธรรมชาติผสมยางพอลิบิวทาไดอีนโดยผสมซิลิกาในอัตราส่วนต่าง ๆ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.4 สูตรยาง (pure gum) ที่ใช้ในการวิจัยส่วนที่ 1

วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้ (phr)						
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6	สูตร 7
ยางธรรมชาติ	100	80	60	50	40	20	-
ยางพอลิบิวทาไดอีน	-	20	40	50	60	80	100
Zinc oxide	5	5	5	5	5	5	5
Stearic acid	2	2	2	2	2	2	2
Wingstay L	2	2	2	2	2	2	2
CBS	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
กำมะถัน	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

ตารางที่ 3.5 สูตรยางผสมเติมซิลิกา (Silica Filled Compound) สำหรับส่วนที่ 2

วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้ (phr)																			
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
NR[1]	100	100	100	100	80	80	80	80	70	70	70	70	60	60	60	60	0	0	0	0
BR[2]	0	0	0	0	20	20	20	20	30	30	30	30	40	40	40	40	100	100	100	100
Silica	0	30	40	50	0	30	40	50	0	30	40	50	0	30	40	50	0	30	40	50
PEG	0	2	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2
Paraffinic Oil	0	3	4	5	0	3	4	5	0	3	4	5	0	3	4	5	0	3	4	5
Zinc Oxide	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Stearic acid	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Wingstay L	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
MBTS	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
TMTD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sulphur	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

[1] Natural Rubber (ยางธรรมชาติ)

[2] Polybutadiene Rubber (ยางพอลิบิวทาไดอีน)

3.5 ขั้นตอนการบดผสมยาง

1. คำนวณปริมาณของยางผสมไม่ให้เกินความจุของ Kneader (เครื่องบดผสมระบบปิด) ซึ่งสามารถจุยางได้ 3500 กรัม ถ้านำยางมาผสมมากเกินไปจะทำให้การบดผสมไม่มีประสิทธิภาพ คือ สารเคมีต่าง ๆ ที่ทำการบดผสมจะเข้ากับยางได้ไม่ทั่วถึง และใช้พลังงานมากในการบดผสม

2. ชั่งน้ำหนักของสารต่าง ๆ ตามภาคผนวก ก. ตารางที่ ก.1, ก.2, ก.3, ก.4, ก.5, ก.6

3. บดยางธรรมชาติในเครื่องบดผสมแบบเปิด ชนิดสองลูกกลิ้งก่อนเป็นเวลา 8 นาที อุณหภูมิเริ่มต้น 70 องศาเซลเซียส เพื่อปรับค่าความหนืดของยางธรรมชาติให้ใกล้เคียงกับยางพอลิบิวทาไดอีน แล้วบดผสมยางพอลิบิวทาไดอีนให้เข้ากับยางธรรมชาติ ประมาณ 4 นาที

4. สำหรับการทดลองในส่วนที่ 1 ใส่ Zinc oxide และ Stearic acid ลงไปบดผสมเป็นเวลา 2 นาที แล้วตามด้วย Wingstay L และ CBS บดผสมต่ออีก 2 นาที แล้วจึงใส่กำมะถันลงไปบดผสมกับยาง 4-5 นาที เมื่อกำมะถันผสมเข้ากันกับยางผสมแล้ววัดอุณหภูมิยางทันทีที่นำออกจากลูกกลิ้ง และวัดอุณหภูมิของลูกกลิ้งทั้งสองด้วย เพื่อไม่ให้อุณหภูมิสูงเกินไป แล้วทำการชั่งน้ำหนักของยางที่บดผสมได้ เพื่อหาน้ำหนักที่หายไปค่าที่ถูกต้องไม่ควรเกิน 2 %

5. สำหรับส่วนที่ 2 นำยางและสารเคมีต่าง ๆ ยกเว้นกำมะถันมาบดผสมในเครื่องบดผสมแบบปิด (kneader) โดยใส่ตามลำดับดังนี้

ก. เมื่อบดผสมยางทั้งสองชนิดตามข้อ 3 ได้แล้ว นำยางผสมที่ได้มาใส่ใน Kneader (เครื่องบดผสมแบบปิด) บดยางให้นิ่มก่อนเป็นเวลา 2 นาทีโดยใช้อุณหภูมิเริ่มต้น 70 องศาเซลเซียส

ข. ใส่ Zinc oxide และ Stearic acid ลงไปบดผสมกับยางผสมเป็นเวลา 2.5 นาที

ค. สำหรับสูตรที่ 8, 12, 16, 20, 24 ซึ่งไม่ใส่ซิลิกา ให้ใส่ Wingstay L, MBTS และ TMTD โดยใช้เวลาบดผสม 2.5 นาที แล้วนำออกจาก Kneader

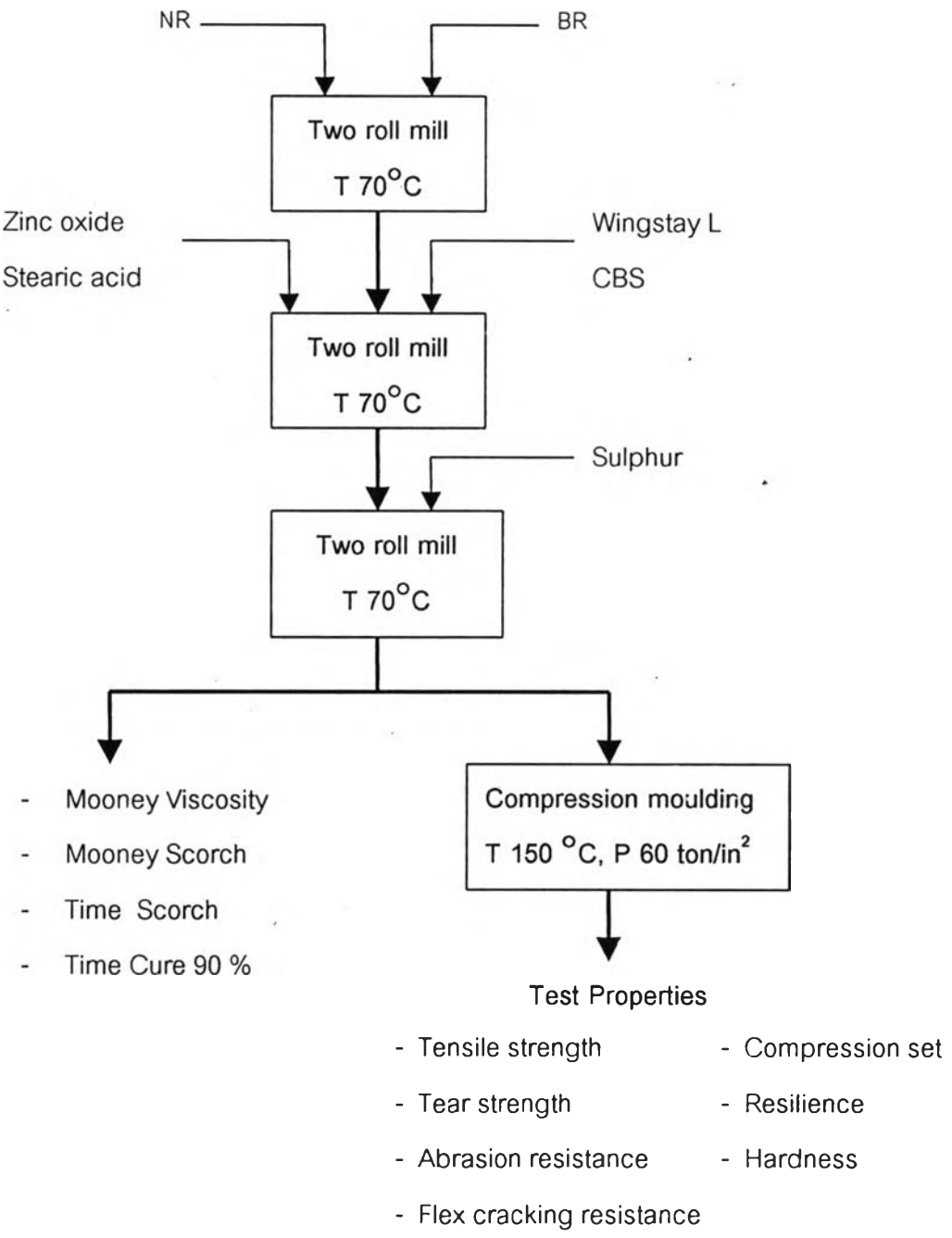
ง. สำหรับสูตรอื่น ๆ ที่ผสมซิลิกานั้นหลังจากบดผสมยางให้นิ่มแล้ว ตามข้อ ก. แล้วใส่ซิลิกา, PEG และน้ำมันพาราฟินนิกอย่างละครึ่งบดผสมกันเวลา 2.5 นาที การที่ใส่ซิลิกาลงไปทีละครึ่งเพื่อให้ซิลิกาบดผสมเข้ากับยางได้ง่ายขึ้น เนื่องจากซิลิกามีอนุภาคเล็กมากยากต่อการบดผสม และการใส่น้ำมันพาราฟินนิกพร้อมกับซิลิกานั้น น้ำมันพาราฟินนิกจะช่วยให้การบดผสมเป็นไปได้ง่ายขึ้น เมื่อบดผสมในขั้นนี้เสร็จเรียบร้อยแล้ว กวาดซิลิกาที่ค้างอยู่บริเวณขอบของเครื่องลงไปในเครื่องบดผสม เนื่องจากซิลิกามีขนาดเล็กจึงทำให้เกิดการฟุ้งกระจาย

จ. ใส่ซิลิกา,PEG และน้ำมันพาราฟินนิกที่เหลือลงไป บดผสมต่อเป็นเวลา 2.5 นาที แล้วเปิดฝาครอบกวาดซิลิกาที่ติดอยู่อีกครั้งหนึ่ง แล้วใส่ Zinc oxide และ Stearic acid ตามข้อ ข.

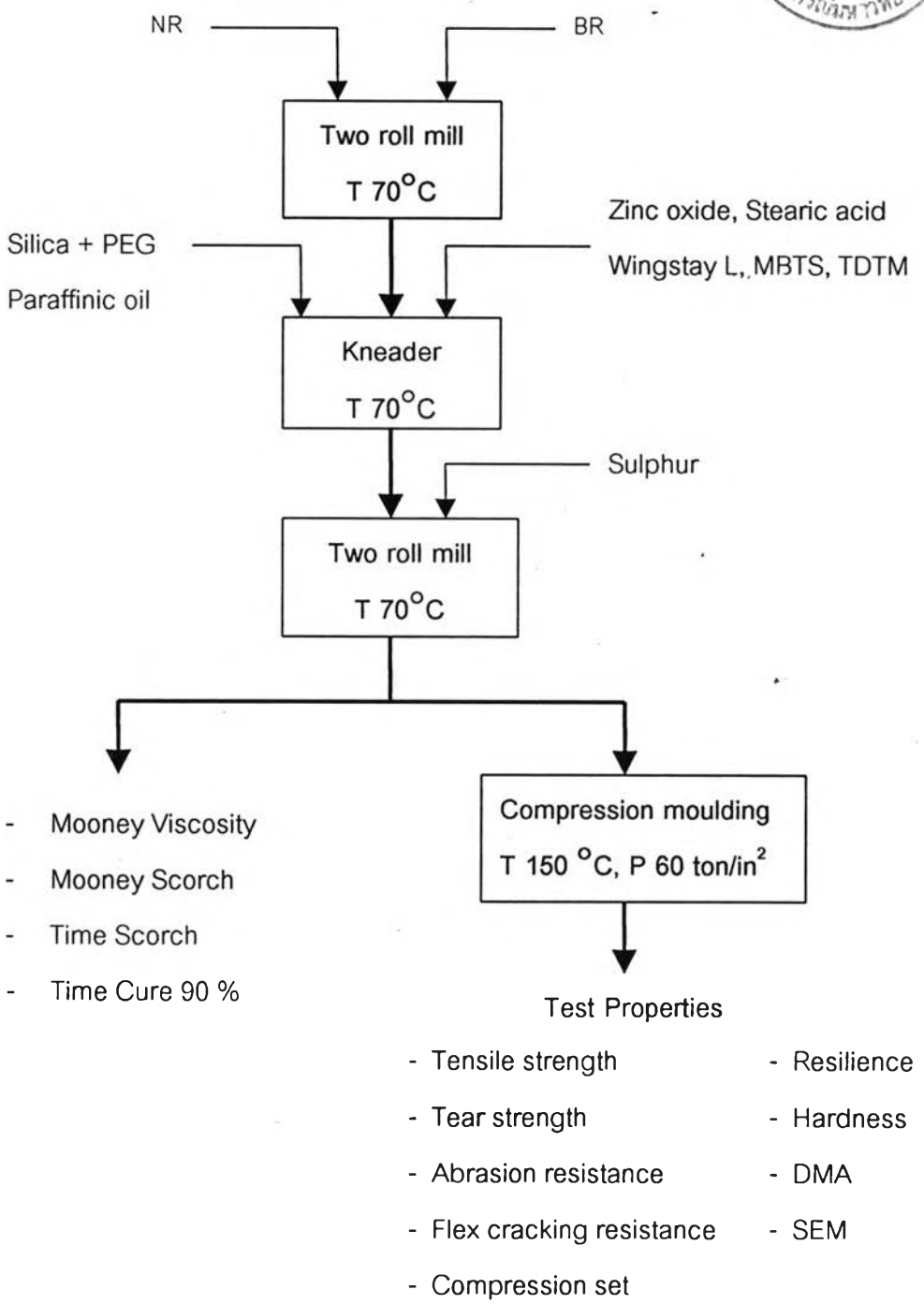
ฉ. ใส่ Wingstay L, MBTS และ TMTD บดผสมต่ออีก ประมาณ 2.5 นาที

ฌ. นำมาบดผสมกำมะถันในเครื่องบดผสมแบบเปิด สองลูกกลิ้ง ประมาณ 4-5 นาที

ญ. เมื่อทำการบดผสมตามขั้นตอนเรียบร้อยแล้ว นำยางออกมา และวัดอุณหภูมิของยาง ต้องไม่ให้ยางมีอุณหภูมิสูงเกินไป เพราะจะทำให้ยางมีสมบัติเปลี่ยนแปลงได้ ต้องควบคุมให้มีอุณหภูมิในแต่ละครั้งของการผสมใกล้เคียงกัน การบดผสมในเครื่องบดผสมแบบปิดนี้จะให้ยางที่ได้มีอุณหภูมิสูง



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทดลองสำหรับสูตรที่ 1 – 7



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทดลองสำหรับสูตรที่ 8 - 27

3.6 การทดสอบการแปรรูปและการคงรูป

ในการทดสอบความหนืด, อัตราเริ่มการคงรูป, เวลาที่ยางเริ่มคงรูป และเวลาที่ใช้ในการคงรูป จะใช้ชิ้นทดลอบที่ได้หลังจากการบดผสมแล้วทิ้งไว้ 1 คืน

3.6.1 **ความหนืด** โดยใช้เครื่อง Mooney viscometer ซึ่งทดสอบตาม ISO 289 – 1963 determination of viscosity of Natural and synthetic rubber by the shearing disc viscometer ซึ่งต้องใช้ชิ้นทดสอบที่เป็นรูปวงกลม 2 ชิ้น เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 44.5 มิลลิเมตร หนาประมาณ 5 มิลลิเมตร จะมีน้ำหนักประมาณ 20 กรัม นำยางประกบด้านบนและล่างของโรเตอร์ใส่ในช่องใส่ยาง แล้วเดินเครื่องโดยจะทำการอุ่นเครื่องเป็นเวลา 1 นาที และ โรเตอร์จะหมุนวัดความหนืดเป็นเวลา 4 นาที ทำการทดสอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

3.6.2 **อัตราเริ่มการคงรูป** โดยใช้เครื่อง Mooney viscometer เรียกว่า หาค่า Mooney scorch ทดสอบเช่นเดียวกับการหาความหนืดในข้อ 3.6.2 แต่ทดสอบที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส

3.6.3 **เวลาที่ยางเริ่มคงรูปและเวลาที่ใช้ในการคงรูป** โดยเครื่อง Rheometer ซึ่งทดสอบตาม ISO 3417-1977 (E) rubber measurement of vulcanization characteristic with the oscillating disc curemeter ต้องใช้ชิ้นทดสอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 1.5 เซนติเมตร หนา 5 มิลลิเมตร ทดสอบที่ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

3.6.4 **การเตรียมชิ้นทดสอบ** สำหรับการขึ้นรูปโดยใช้แม่พิมพ์ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้เวลาในการคงรูปที่วัดได้จากเครื่อง Rheometer การขึ้นรูปมี 6 แบบ ตามลักษณะของชิ้นทดสอบ คือ

ก. สี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 14 เซนติเมตร ยาว 16 เซนติเมตร หนา 4 มิลลิเมตร จำนวน 8 แผ่น สำหรับทดสอบความต้านทานแรงดึง ความต้านทานต่อการฉีกขาด ใช้ t_{c90} เป็นเวลาในการคงรูป

ข. สี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร หนา 6 มิลลิเมตร จำนวน 2 แผ่น สำหรับทดสอบการกระดอน ใช้เวลา t_{c90} เป็นเวลาในการคงรูป

ค. สี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร หนา 8 มิลลิเมตร จำนวน 2 แผ่น สำหรับทดสอบการหักงอของยาง ใช้เวลา t_{c90} เป็นเวลาในการคงรูป

ง. ทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร หนา 1.4 เซนติเมตร จำนวน 6 ชิ้น สำหรับการทดสอบการคืนตัว ใช้เวลาสองเท่าของ t_{c90} เป็นเวลาในการคงรูป

จ. ทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร หนา 30 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชิ้นสำหรับการทดสอบความต้านทานต่อการสึกหรอแบบ Akron ใช้เวลาสองเท่าของ t_{90} เป็นเวลาในการคงรูป

สังเกตุได้ว่าเวลาที่ใช้ในการคงรูปของชิ้นทดสอบแต่ละชนิดใช้ไม่เท่ากันเนื่องจากเวลาที่ใช้ในการคงรูปนั้นขึ้นกับความหนาของชิ้นทดสอบ คือ ชิ้นทดสอบที่ไม่หนามากมักจะใช้ t_{c90} เป็นเวลาในการคงรูป ส่วนชิ้นงานที่มีความหนามากจะใช้เวลาเป็นสองเท่าของ t_{c90} เป็นเวลาในการคงรูป

นำยางที่คงรูปแล้วมาตัดให้เป็นรูปร่างตามมาตรฐานการทดสอบ แบบต่าง ๆ เพื่อทดสอบในขั้นตอนต่อไป โดยใช้เครื่องตัดตัวอย่างยางแบบใช้กำลังลม (compress air sample cutter)

3.7 การทดสอบสมบัติของยางผสมที่ผ่านการคงรูป

3.7.1 ความต้านทานแรงดึง ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 37 โดยเครื่อง Instron calibration laboratory และมีเลเซอร์เป็นเครื่องคอยจับระยะของการยืดของยาง load cell ที่ใช้มีขนาด 500 นิวตัน ความเร็วในการดึง 500 มิลลิเมตรต่อนาที เมื่อถูกดึงจนขาด ข้อมูลที่ได้จะถูกบันทึกลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องทดสอบ

3.7.2 ความต้านทานต่อการฉีกขาด ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 34 โดยเครื่อง LLOYD instruments ลักษณะการทดสอบคล้ายกับการทดสอบความต้านทานแรงดึงต่างกันตรงที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ และไม่ต้องใช้เลเซอร์ ในการทดสอบ Load cell ที่ใช้ 500 นิวตัน

3.7.3 ความต้านทานต่อการสึกหรอ

การทดสอบความต้านทานการสึกหรอ จะทดสอบตามตารางที่ 3.6 นี้

ตารางที่ 3.6 การทดสอบความต้านทานต่อการสึกหรอโดยเครื่อง Arkon Abrasion

Approximate Running – In and Test Run		
Volume less in 500 – Revolution Trial Run (ml)	Revolutions (Additional to Trial Run)	
	Running - In	Test Run
Above 0.05,not above 0.10	4000	1000
Above 0.10,not above 0.20	2000	500
Above 0.20,not above 0.40	750	250
Above 0.40	500	125

3.7.4 **ความต้านทานต่อการหักงอ** โดยเครื่อง Demattia flexing tester ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 132 การทดสอบจะนำชิ้นทดสอบขนาด กว้าง 1 นิ้ว ยาว 6 นิ้ว หนา ¼ นิ้ว โดยมีร่องตรงกลางขนานกับความกว้าง ซึ่งชิ้นทดสอบจะถูกยึดด้วยที่จับ 2 ด้าน ในแนวดิ่ง ขณะทดสอบ ชิ้นยางจะถูกยืดให้ตรงเต็มที่และพับงอสลับกันไป ด้วยอัตราเร็ว 300 รอบต่อนาที ในระหว่างการทดสอบให้หยุดเครื่องมือเป็นระยะเพื่อสังเกตรอยแตกที่อาจเกิดขึ้น ดังนี้

เกรด 1 : มีรอยแตกเหมือนรอยเข็ม และมองเห็นด้วยตาเปล่า จำนวนไม่เกิน 10 รอย

เกรด 2 : มี 2 กรณี

มีรอยแตกแบบ เกรด 1 เพิ่มขึ้น 10 รอย

จำนวนรอยแตกไม่เพิ่มขึ้นรอยแตกขยายขึ้นไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร

เกรด 3 : รอยแตกเป็นแนวยาวระหว่าง 0.5 – 1.0 มิลลิมตร (มองเห็นรอยแตกที่ใหญ่ที่สุด)

เกรด 4 : รอยแตกมีความยาวระหว่าง 1- 1.5 มิลลิเมตร (มองเห็นรอยแตกที่ใหญ่ที่สุด)

เกรด 5 : รอยแตกที่ยาวที่สุดระหว่าง 1.5 – 3 มิลลิเมตร

เกรด 6 : รอยแตกที่ยาวที่สุดมากกว่า 3 มิลลิเมตร

3.7.5 **การกระดอน** ทดสอบตามมาตรฐาน BS.903 part A8 โดยใช้เครื่อง Wallace Dunlop Tripsometer ก่อนทำการทดสอบต้องทำการอุ่นชิ้นทดสอบเป็นเวลา 5 นาที ตั้งจานเหวี่ยงที่ 45 $^{\circ}$ ปล่อยจานลงตีชิ้นทดสอบ แล้วทำเช่นนี้ซ้ำ 6 ครั้ง เพื่อเป็นการอุ่นชิ้นทดสอบ

เริ่มทำการทดสอบชิ้นทดสอบ โดยทำการตั้งจานเหวี่ยงที่ 45 $^{\circ}$ ปล่อยจานเหวี่ยงลงตีชิ้นทดสอบ บันทึกค่าที่ได้ 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นเปอร์เซ็นต์ของการกระดอน

3.7.6 **การยุบตัวตัว** ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM 395-89 โดยเครื่อง Compression set Tester MILANO/ITALIA นำชิ้นทดสอบมากดให้ได้ความหนาลดลง 25 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 9.5 มิลลิเมตรแล้วทิ้งไว้ 22 ชั่วโมง จึงนำมาวัดความหนาที่ลดลง แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยุบตัวของชิ้นทดสอบ ค่าการยุบตัวน้อยแสดงว่ามีการคืนตัวที่ดี ค่าการยุบตัวมากแสดงว่ามีการคืนตัวไม่ดี

เปอร์เซ็นต์การยุบตัวสามารถคำนวณได้ตามสูตร

$$\text{การยุบตัว} = \frac{(\text{ความหนาของชิ้นงานก่อนทดสอบ} - \text{ความหนาของชิ้นงานหลังทดสอบ})}{(\text{ความหนาของชิ้นงานหลังทดสอบ} - \text{ความหนาของแท่งเหล็ก})} \times 100$$

3.7.7 **ความแข็ง** ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 2240 โดยเครื่อง Lever Loader Model 917 สำหรับยางที่ใช้ในการวิจัยนี้ใช้น้ำหนักถ่วง 1 กิโลกรัม และใช้ shore A เป็นหัววัดที่ใช้ในการทดสอบ ก่อนทำการทดสอบต้องทำการตรวจสอบการอ่านค่าความแข็งจากยางมาตรฐานที่ใช้กับ shore A ก่อน โดยมียางมาตรฐานดังนี้

A ความแข็ง 33.1	E ความแข็ง 71.8
B ความแข็ง 41.9	F ความแข็ง 80.5
C ความแข็ง 55.7	G ความแข็ง 90.1
D ความแข็ง 63.2	

การทดสอบกับยางมาตรฐานทำได้โดย ปรับระยะห่างระหว่างหัวกับฐานรองรับชิ้นทดสอบให้ได้ประมาณ 5 มิลลิเมตร วางตุ้มน้ำหนักถ่วงขนาด 1 กิโลกรัม บนแกนรองรับของหัววัด แล้วทำการทดสอบเครื่องด้วยยางมาตรฐานเป็นเวลา 1 วินาที เมื่อทดสอบกับยางมาตรฐานได้แล้วจึงนำชิ้นทดสอบมาทำการทดสอบเป็นเวลา 15 วินาที

สำหรับยางอ่อนจะใช้ shore A หรือ shore B และใช้ตุ้มน้ำหนักถ่วง 1 กิโลกรัม ส่วนยางแข็งจะใช้ shore C หรือ Shore D และใช้ตุ้มน้ำหนักถ่วง 5 กิโลกรัม

3.7.8 **การอบบ่มเร่งด้วยความร้อน** ทดสอบตาม ASTM D 573 โดยเครื่อง Ueshima ซึ่งทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบสมบัติก่อนและหลังอบด้วยความร้อนสำหรับสมบัติความต้านทานต่อแรงดึง ความต้านทานต่อการฉีกขาด ความแข็ง และการคืนตัว โดยนำชิ้นงานที่จะทดสอบเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นอย่างน้อยครึ่งชั่วโมงในอุณหภูมิที่จะทดสอบ แล้วนำไปทดสอบสมบัติที่ต้องการ

ตัวกลางที่ให้ความร้อนภายในตู้อบจะเป็นอากาศร้อนซึ่งหมุนเวียนอยู่ภายใน การให้ความร้อนต้องสม่ำเสมอทั่วถึง การวางชิ้นงานในตู้อบ ไม่สามารถวางชิ้นงานบนพื้นของตู้อบได้ เนื่องจากความร้อนที่ชิ้นงานได้รับนั้นจะไม่เท่ากันทั่วทั้งชิ้นงาน โดยชิ้นทดสอบจะถูกแขวนในแนวดิ่ง โดยไม่สัมผัสกับตู้อบหรือสัมผัสกันเองเลย