บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การวิจัยในหัวข้อ อิทธิพลของทัลค์และไมกาที่มีต่อสมบัติของโพลิโพรพิลีน ได้ทำการศึกษาสมบัติของโพลิโพรพิลีนชนิดโฮโมโพลิเมอร์ และอิทธิพลของทัลค์และไมกาที่มีต่อสมบัติทางกลของโพลิโพรพิลีน รวมทั้งศึกษาลักษณะโครงสร้างจุลภาคของตัวเติมและพลาสติกผสมตัวเติม

3.1 วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

3.1.1 โพลิโพรพิลีนชนิด โฮโมโพลิเมอร์

โพลิโพรพิลีนชนิดโฮโมโพลิเมอร์ ผลิตโดย บริษัท โพลิโอลิฟินคอมพานี (สิงคโปร์) จำกัด (The Polyolefin Company (Singapore) Co.,Ltd.) มีชื่อทางการค้า คือ คอสโมพลีน เอฟ วาย 4012 (Cosmoplene FY 4012) ลักษณะพิเศษคือ ขึ้นรูปได้ง่ายด้วยเครื่องรีดพลาสติกแบบสกรูเดี่ยว และสามารถดึงยืดได้หลายเท่าตัว โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงมีความเหนียวสูง (high tenacity) ใช้สำหรับทอเป็นผืน ทำผ้าใบ เทปรัดของ และทอเป็นกระสอบสำหรับบรรจุสินค้า เช่น ข้าว น้ำตาล บุ๋ย เป็นต้น สมบัติทางกลของเม็ดพลาสติก แสดงในตารางที่ 3.1

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เป็นเทป จะใช้เครื่องรีดพลาสติกแบบสกรูเดี่ยวที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูขนาด 40 มิลลิเมตร อัตราส่วนความยาวของสกรู/เส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 28 โดยขึ้นรูปเป็นฟิล์มก่อน ที่อุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส แล้วทำการยืดออก 7 เท่า โดยใช้ลมร้อนที่มีอุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส สมบัติของเทปที่ขึ้นรูปได้ แสดงในตารางที่ 3.2

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 54

ตารางที่ 3.1 แสดงสมบัติทางกล ของโพลิโพรพิลีน คอสโมพลีน เอฟ วาย 4012

สมบัติ	วิธีการทดสอบ	ค่าที่วัดได้
อัตราการไหล (กรัม/10 นาที)	JIS K 6758	4
ความหนาแน่น (23 องศาเซลเซียส) (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)	JIS K 6758	0.91
ความต้านทานแรงดึงเมื่อขาด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	JIS K 6758	420
ร้อยละการยืดตัว	JIS K 6758	750
ความต้านทานการบิดโค้ง (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	JIS K 7203	$15x10^3$
ความต้านทานแรงกระแทกแบบไอซอด (กิโลกรัม-เซนติเมตร/ตารางเซนติเมตร)	JIS K 7110	2.5
อุณหภูมิเปราะตัว (องศาเซลเซียส)	JIS K 7216	15
จุดหลอมเหลว (องศาเซลเซียส)	TPC Method (D.S.C.)	165

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 แสดงสมบัติทางกลของเทป ที่ขึ้นรูปจากโพลิโพรพิลีน คอสโมพลีน เอฟ วาย 4012

สมบัติ	วิธีการทดสอบ	ค่าที่วัดได้
ความต้านทานแรงดึงเมื่อขาด (กรัม/เดนเยอร์)	JIS Z 1533	4.3
ร้อยละการยืดตัว	JIS Z 1533	11
ยังส์ มอดุลัส (Young's modulus) (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	TPC Method	31,000

3.1.2 โพลิโพรพิลีนผสมทัลค์สำเร็จรูป

บริษัท โทนเอน เซกิยูคากากุ เค. เค. จำกัด (Tonen Sekiyukagaku K.K. Co.,Ltd.) ผลิตโพลิโพรพิลีนผสมตัวเติม และวัสดุเสริมแรงสำเร็จรูป ได้แก่โพลิโพรพิลีนผสมทัลค์ และเส้นใยแก้ว โดยใช้ชื่อทางการค้าว่า โทนเอน อาร์พีพี (Tonen RPP) มี 3 เกรดคือ

– เกรด C-500X เป็นโพลิโพรพิลีนผสมทัลค์สำเร็จรูป ปริมาณร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก มีอัตราการไหลเท่ากับ 12

– เกรด C-520X เป็นโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยแก้วสำเร็จรูป ปริมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก มีอัตราการไหลเท่ากับ 7

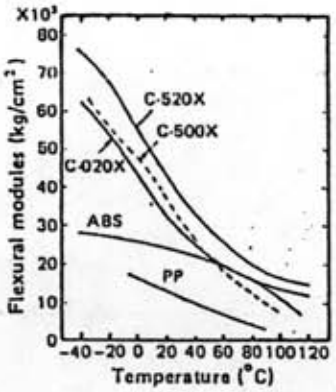
– เกรด C-020X เป็นโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยแก้วสำเร็จรูป ปริมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก มีอัตราการไหลเท่ากับ 1

การวิจัยได้เลือกโทนเอน อาร์พีพี เกรด C-500X ซึ่งเป็นโพลิโพรพิลีนผสมทัลค์สำเร็จรูปร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก สมบัติต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 3.3 ขึ้นรูปโดยการฉีด ที่อุณหภูมิ 220-260 องศาเซลเซียส ความดัน 400-1000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร อุณหภูมิแม่แบบ 40-60 องศาเซลเซียส

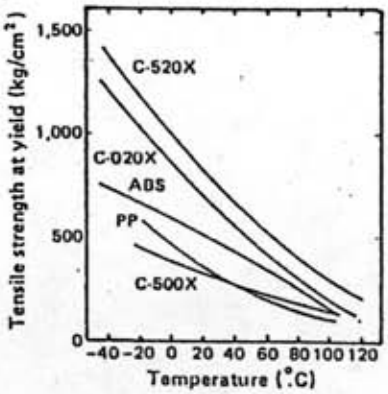
ตารางที่ 3.3 แสดงสมบัติทางกลของโพลิโพรพิลีนผสมทัลค์สำเร็จรูป ร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก โทนเอน อาร์พีพี เกรด C-500X

สมบัติ	วิธีการทดสอบ	ค่าที่วัดได้
ความถ่วงจำเพาะ	ASTM D-792	1.22
อัตราการไหล (กรัม/10 นาที)	ASTM D-1238	12
ความต้านทานแรงดึง ณ จุดคราก (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	ASTM D-638	350
ร้อยละการยืดตัวเมื่อขาด	ASTM D-638	5
มอดุลัสการบิดโค้ง (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	ASTM D-790	3.8×10^4
ความต้านทานแรงกระแทกแบบไอซอด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	ASTM D-256	3.0
ความแข็งตามสเกลร็อคเวล (Rockwel hardness) สเกลอาร์ (R scale)	ASTM D-785	102
อุณหภูมิการบิดตัว (18.6 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร) (องศาเซลเซียส)	ASTM D-648	100

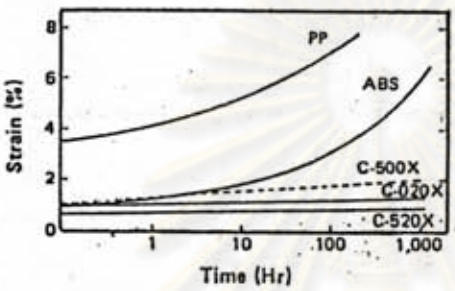
รูปที่ 3.1 เปรียบเทียบสมบัติต่าง ๆ ของโพลิโพรพิลีน อะคริโลไนตริล บิวตาไดอีน สไตรีน และพลาสติกโทนเอน อาร์พีพี 3 ชนิด ในด้านสมบัติทางกล สมบัติทางความร้อน สมบัติด้านความหย่อน (creep property) และสมบัติความล้า (fatigue property)



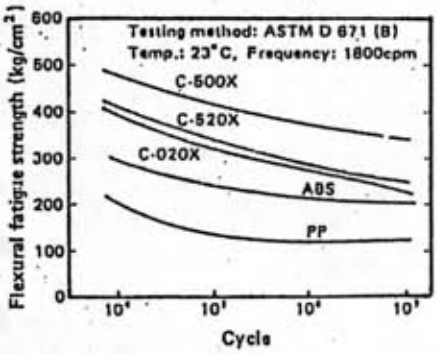
ก



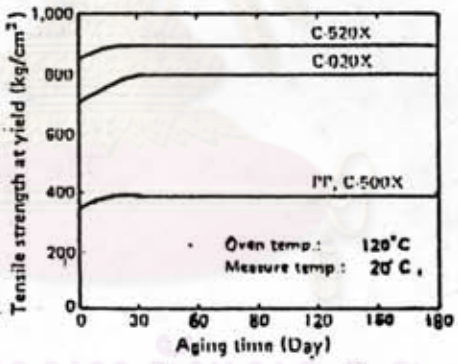
ข



ค



ง



จ

รูปที่ 3.1 กราฟเปรียบเทียบ สมบัติของโพลิโพรพิลีน (PP) และอะคริโลไนตริล บิวตาไดอีน สไตรีน(ABS) เมื่อผสมทัลค์เกรดต่างๆ ได้แก่
C-500x = PP+ทัลค์ ร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก อัตราการไหล = 12
C-520x = PP+เส้นใยแก้ว ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก อัตราการไหล = 7
C-020x = PP+เส้นใยแก้ว ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก อัตราการไหล = 1
(ก) แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อมอดุลัสความต้านทานการบิดโค้ง
(ข) แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อความต้านทานแรงดึง ณ จุดคราก
(ค) แสดงสมบัติด้านความหย่อน
(ง) แสดงสมบัติด้านความล้า
(จ) แสดงสมบัติความต้านทานความร้อน

3.1.3 ทัลค์

ทัลค์ที่ใช้ในการทดลองนำมาจาก 3 แหล่ง คือ

- ทัลค์ภายในประเทศ จำหน่ายโดย บริษัท พงศกรผลิตภัณฑ์วัสดุ จำกัด ราคาประมาณ 3 บาท/กิโลกรัม
- ทัลค์จากประเทศจีน จำหน่ายโดย บริษัท เคมมิน จำกัด ราคาประมาณ 5 บาท/กิโลกรัม
- ทัลค์จากประเทศญี่ปุ่น จำหน่ายโดย บริษัท เลิศวิลัยแอนด์ซันส์ จำกัด ราคาประมาณ 35 บาท/กิโลกรัม

3.1.4 ไมกา

ไมกา จากประเทศอินเดียจำหน่ายโดย บริษัท เลิศวิลัยแอนด์ซันส์ จำกัด ราคาประมาณ 17 บาท/กิโลกรัม

3.2 อุปกรณ์การทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแบ่งเป็นอุปกรณ์การขึ้นรูปตัวอย่าง และอุปกรณ์การวิเคราะห์และทดสอบ

3.2.1 อุปกรณ์การขึ้นรูปตัวอย่างทดลอง

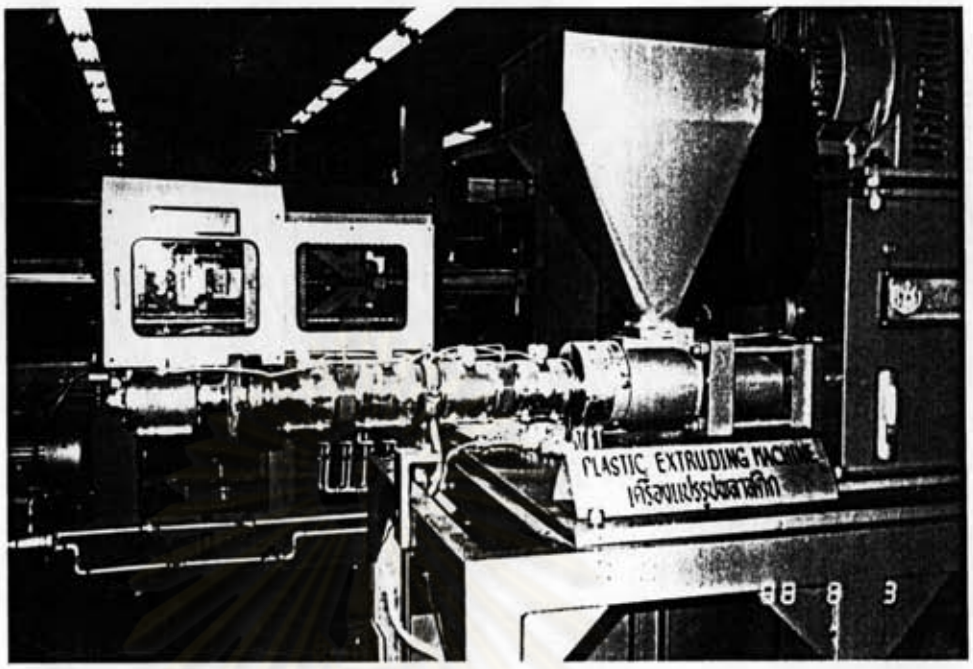
ก. เครื่องรีดพลาสติกแบบสกรูเดี่ยว (รูปที่ 3.2)

เครื่องรีดพลาสติกแบบสกรูเดี่ยวที่ใช้ในการทดลองนี้ ผลิตขึ้นโดยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีรางน้ำเป็นชุดสำหรับทำให้ชิ้นงานที่ออกจากเครื่องเย็นตัว และคงรูปร่าง พร้อมทั้งมีชุดลูกกลิ้งคู่สำหรับดึงพลาสติกขึ้นจากน้ำ (รูปที่ 3.3) รายละเอียดของเครื่องแสดงในตารางที่ 3.4

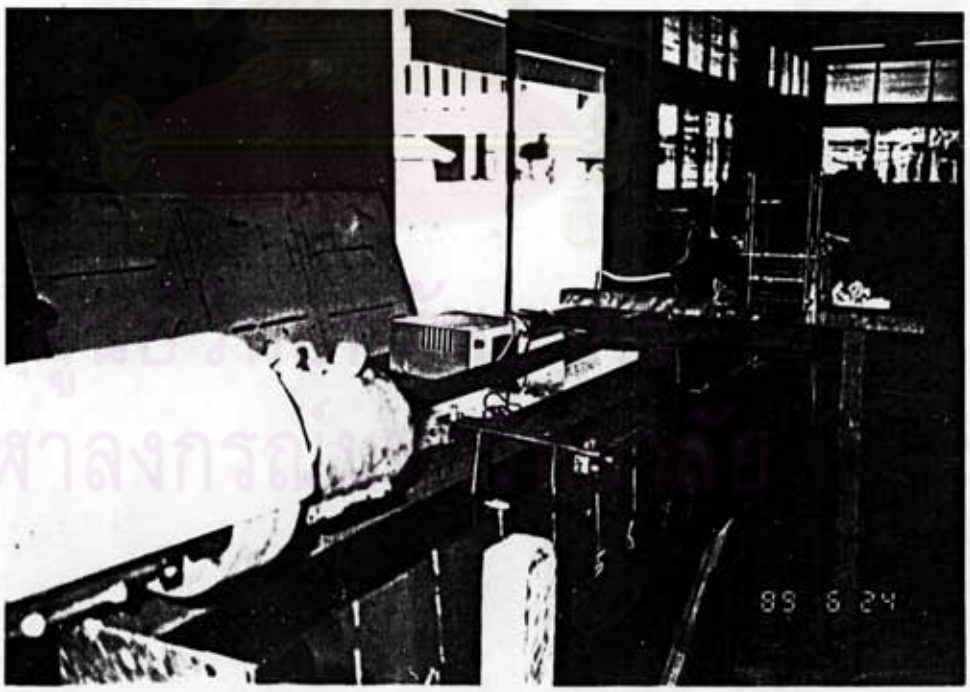
ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดของเครื่องรีดพลาสติกแบบสกรูเดี่ยว

ความยาว/เส้นผ่านศูนย์กลางของสกรู (L/D) ประมาณ	17
กำลังของมอเตอร์ (แรงม้า :HP)	10
จำนวนฮีตเตอร์ ณ กระบอกสกรู (ชุด)	2
จำนวนฮีตเตอร์ ณ ดายน์ (ชุด)	1
อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	400
ความเร็วรอบของสกรู (รอบ/นาที)	300-1,200
ขนาดรางน้ำ กว้างxยาวxสูง (เซนติเมตร)	26x160x20.5
ขนาดดายน์ กว้างxยาว (มิลลิเมตร)	3.0x40.0
ความเร็วรอบของ ลูกกลิ้งที่ทำหน้าที่ดึงพลาสติกขึ้นจากรางน้ำ (รอบ/นาที)	
ลูกกลิ้งลูกบน	87-88
ลูกกลิ้งลูกล่าง	81-82
เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลิ้ง (มิลลิเมตร)	42.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 เครื่องรีดพลาสติกแบบสกรูเดี่ยว



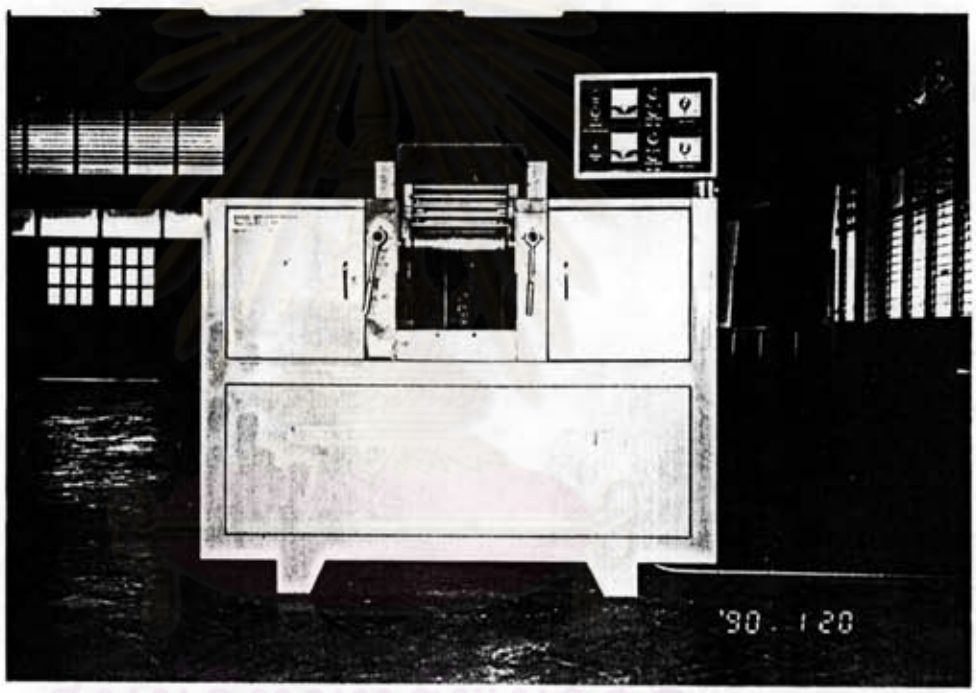
รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะรางน้ำ และชุดลูกกลิ้งคู่

ข. เครื่องผสมพลาสติกแบบลูกกลิ้งคู่ (รูปที่ 3.4)

เครื่องผสมพลาสติกแบบลูกกลิ้งคู่ รุ่น แอล อาร์ เอ็ม 110 (LRM 110) ผลิตและจำหน่ายโดย บริษัท แล็ปเทค เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (LAB TECH ENGINEERING COMPANY LTD.) รายละเอียดของเครื่องผสมแบบลูกกลิ้งคู่ แสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของเครื่องผสมแบบลูกกลิ้งคู่

เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลิ้ง	110
ความกว้างของลูกกลิ้ง (มิลลิเมตร)	280
ความกว้างของลูกกลิ้งที่ใช้งาน (มิลลิเมตร)	250
ความสามารถในการใช้งานโดยประมาณ (กรัม)	100-300
ระยะระหว่างลูกกลิ้ง (มิลลิเมตร)	0.1-2.0
อัตราส่วนความฝืด (friction ratio)	1:1.2
ความเร็วรอบของลูกกลิ้งลูกหน้า (รอบ/นาที)	20
ความเร็วรอบของลูกกลิ้งลูกหลัง (รอบ/นาที)	24
อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	300
อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิโดยประมาณ	
ถึง 200 องศาเซลเซียส ในเวลา (นาที)	15
ถึง 300 องศาเซลเซียส ในเวลา (นาที)	45
กำลังมอเตอร์ (กิโลวัตต์)	2.2
ระบบกระแสไฟฟ้า :	3 เฟส 380-440 โวลต์/50 เฮิรตซ์
	3 เฟส 220-240 โวลต์/60 เฮิรตซ์



รูปที่ 3.4 เครื่องผสมพลาสติกแบบลูกกลิ้งคู่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค. เครื่องอัดขึ้นรูปพลาสติกแบบไฮโดรลิก (รูปที่ 3.5)

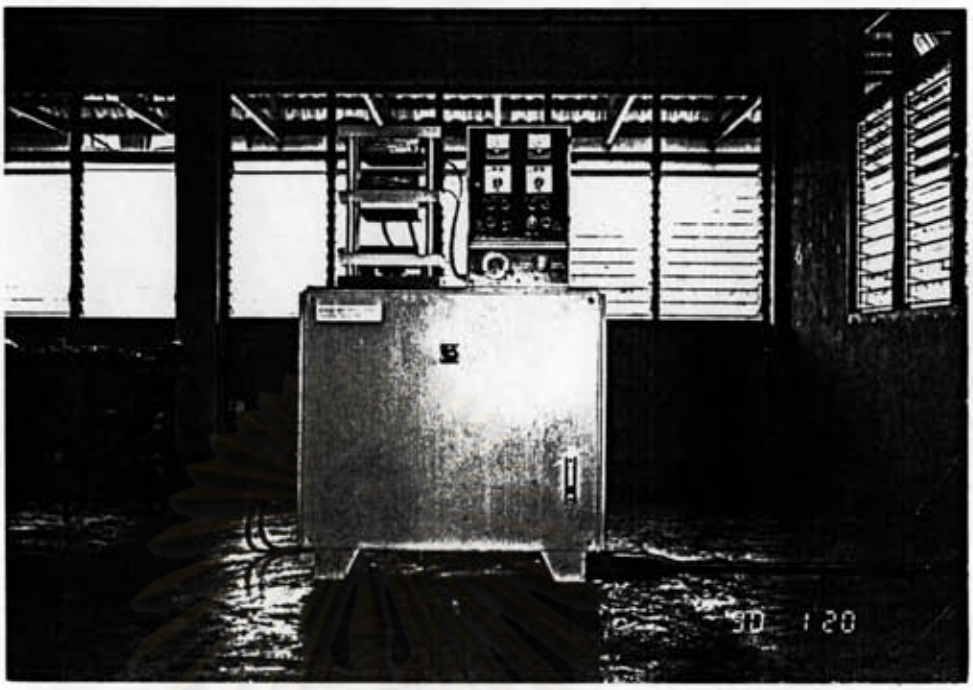
เครื่องอัดขึ้นรูปพลาสติกแบบไฮโดรลิก รุ่น แอล พี 20 (LP 20) ผลิตและจำหน่ายโดย บริษัท แล็ปเทค เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด รายละเอียดของเครื่องอัดขึ้นรูปพลาสติกแบบไฮโดรลิก แสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงรายละเอียดของเครื่องอัดขึ้นรูปพลาสติกแบบไฮโดรลิก

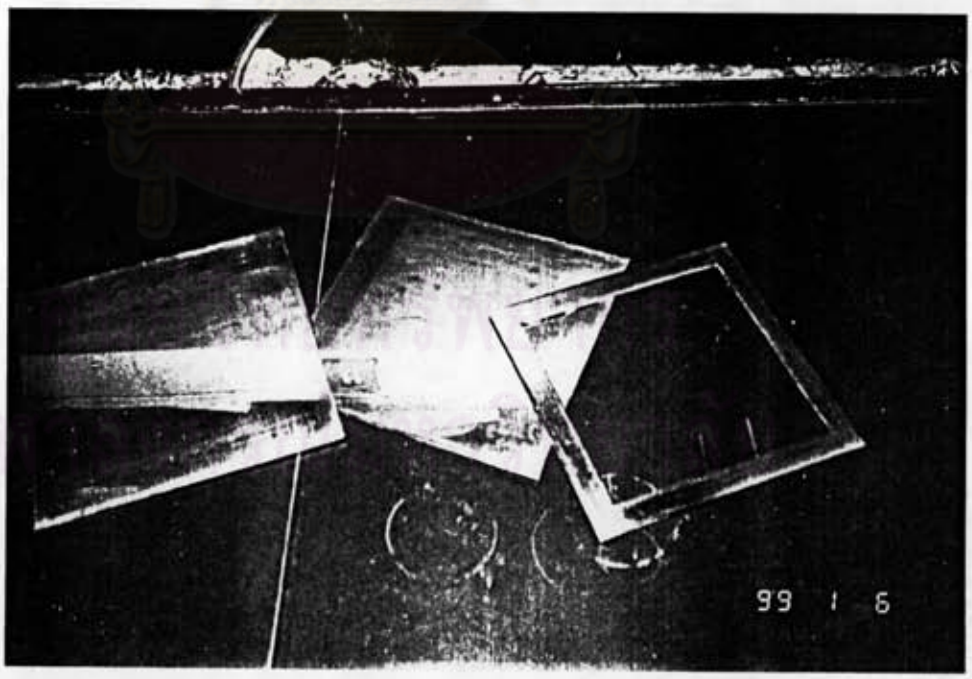
ขนาดแผ่นอัด (มิลลิเมตร)	200x200
แรงอัดสูงสุด (กิโลกรัม)	200
กำลังความร้อน (กิโลวัตต์)	2x3
กำลังไฮโดรลิก (กิโลวัตต์)	2.2

เครื่องสามารถทำงานได้ 2 ลักษณะ คือ ชุดอัดคู่บน ให้ความร้อนด้วยระบบไฟฟ้า สำหรับชุดอัดคู่ล่างมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำเย็น ในการทำงานเมื่อทำการอัดตัวอย่างที่ใส่ในแม่แบบอัด (รูปที่ 3.6) ที่อุณหภูมิ แรงอัด และเวลาที่กำหนดแล้ว สามารถย้ายแม่แบบอัด จากคู่บนลงมาอัดในชุดอัดคู่ล่างที่ความดันและเวลาที่กำหนดได้ เพื่อให้การระบายความร้อนออกจากตัวอย่าง รวดเร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้เย็นในอากาศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.5 เครื่องอัดขึ้นรูปพลาสติกแบบไฮโดรลิก



รูปที่ 3.6 แม่แบบอัด

3.2.2 อุปกรณ์การวิเคราะห์และทดสอบ

ก. เครื่องสแกนนิงอิเล็กตรอนไมโครสโคป(SEM) (รูปที่ 3.7) รุ่น เจโอ (JEOL) T330A กำลังขยาย 15-200,000 เท่า ปรับได้ 35 ระดับ 0.5-30 กิโลโวลต์

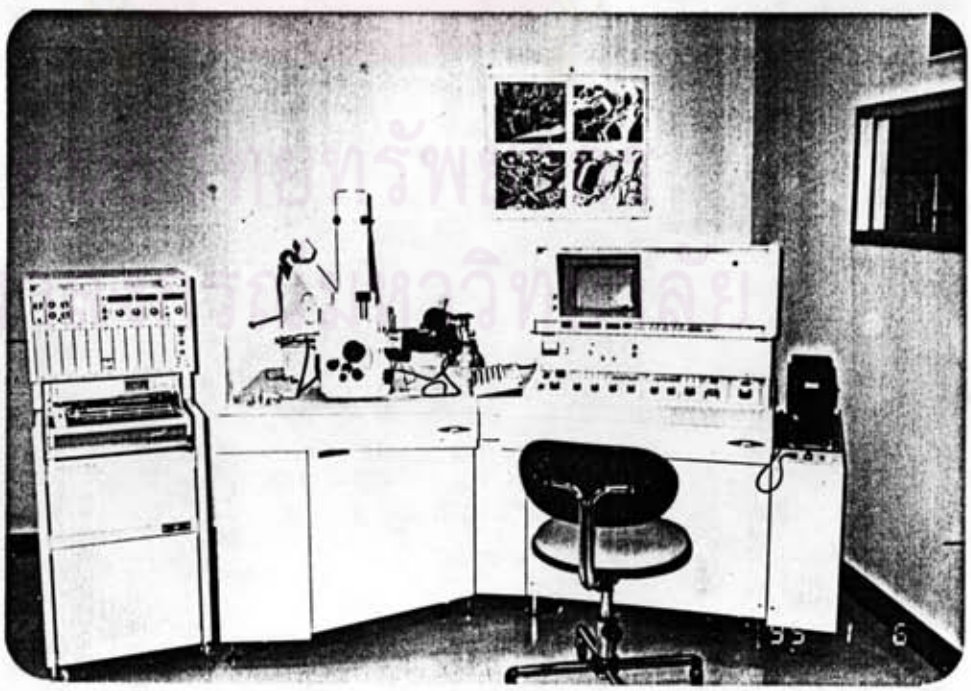
ข. เครื่องวิเคราะห์เทอร์มัลดิฟเฟอเรนเชียล (DTA) และ เครื่องวิเคราะห์เทอร์มัลกราวิเมตริก (TGA) รุ่น DT-30

ค. เครื่องวิเคราะห์เอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชั่น (รูปที่ 3.8) รุ่น ชิมาซุ (SHIMAZU) XD 610 หลอดเอกซ์เรย์ขนาด 2 กิโลวัตต์

ง. เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง (รูปที่ 3.9) เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง รุ่น อินสตรอน (Instron) 1123 จำหน่ายโดย บริษัท บีบีซี บราวน์ โบเวอรี่ (ประเทศไทย) จำกัด (BBC Brown Boveri (Thailand) Co., Ltd.)

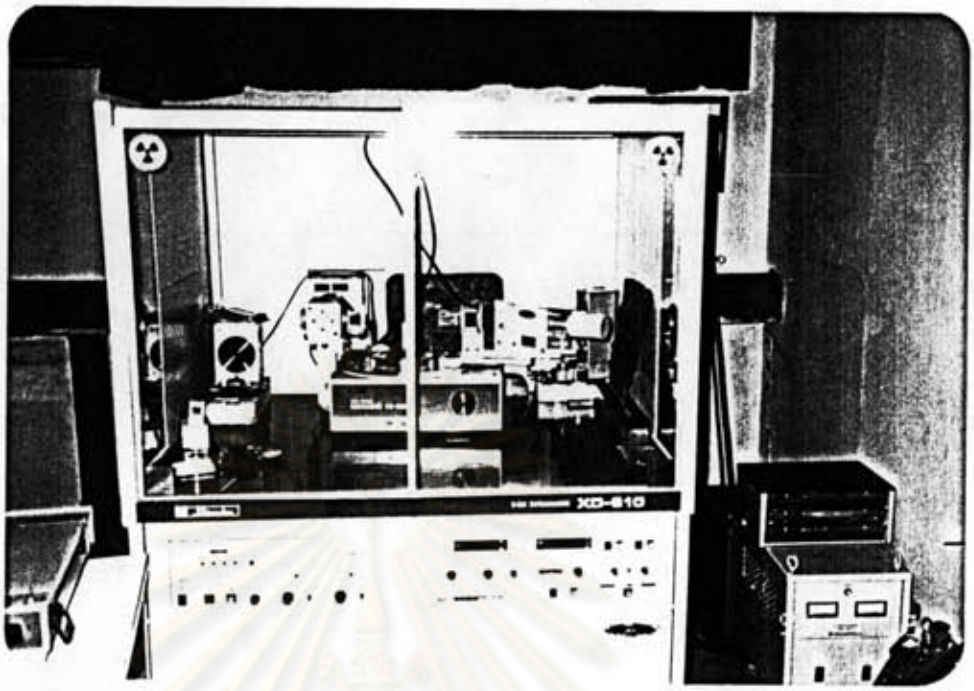
จ. เครื่องทดสอบความแข็งดูโรมิเตอร์ (Durometer) โดยใช้หัวกดแบบ ชอร์ ดี (shore D)

ฉ. เครื่องวัดความขาวสว่าง (brightness meter) รุ่นชีน (SHEEN) ฟิลเตอร์สีน้ำเงิน วัดเปรียบเทียบกับแมกนีเซียมออกไซด์มาตรฐาน

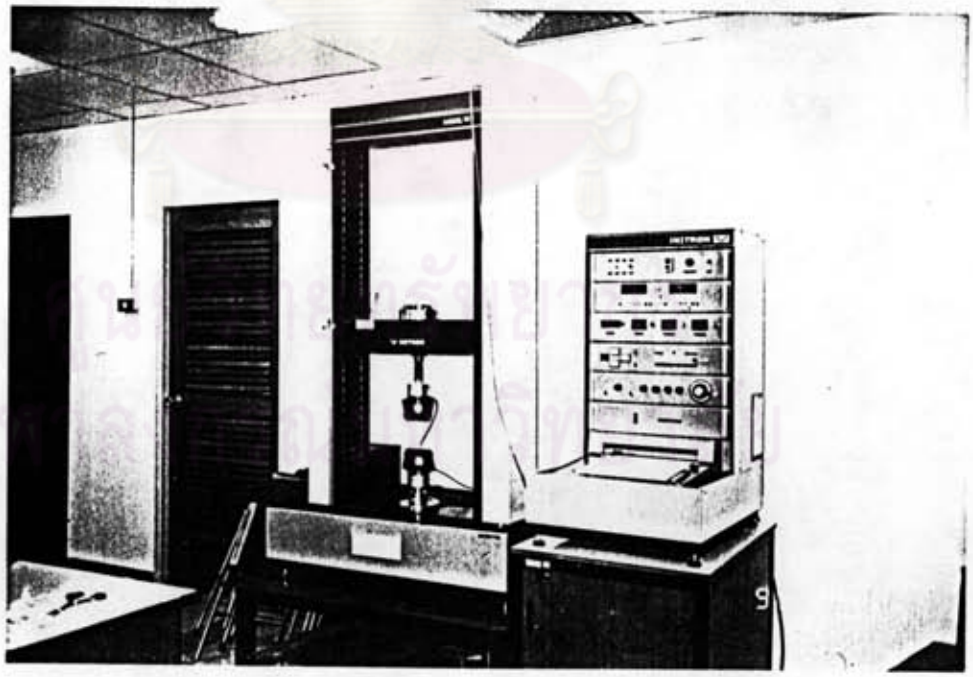


รูปที่ 3.7 เครื่องวิเคราะห์สแกนนิงอิเล็กตรอนไมโครสโคป

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.8 เครื่องเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชั่น



รูปที่ 3.9 เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง

3.3 วิธีดำเนินการทดลอง

ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง แบ่งได้ดังนี้ คือ

3.3.1 การศึกษาและวิเคราะห์สมบัติเบื้องต้นของวัตถุดิบ

ก. ศึกษาลักษณะของอนุภาค ของ ทัลค์ และไมกา ด้วยกล้องสแกนนิงอิเล็กตรอนไมโครสโคป

ข. วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ของทัลค์ และไมกา โดยวิธีการวิเคราะห์เคมี

ค. วัดการกระจายขนาดอนุภาค ของทัลค์ และไมกา โดยวิธีการตกตะกอน

ง. หาความหนาแน่น ของทัลค์ และไมกา โดยใช้พิคาโนมิเตอร์ (piccanometer)

จ. หาพื้นที่ผิว ของทัลค์ และไมกา โดยใช้วิธี บลูนัวร์-เอ็มเม็ท-เทลเลอร์ (BET)

ฉ. วัดความขาวสว่าง ของทัลค์ และไมกา ด้วยเครื่องวัดความขาวสว่าง

ช. ศึกษาสมบัติทางความร้อน ของทัลค์ และไมกา โดยเครื่องวิเคราะห์เทอร์มัลดิฟเฟอเรนเชียล และเครื่องวิเคราะห์เทอร์มัลกราวิเมตริก

ซ. วิเคราะห์สารเจือปนในทัลค์ ด้วยเครื่องเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชั่น

3.3.2 การขึ้นรูปตัวอย่างทดลอง

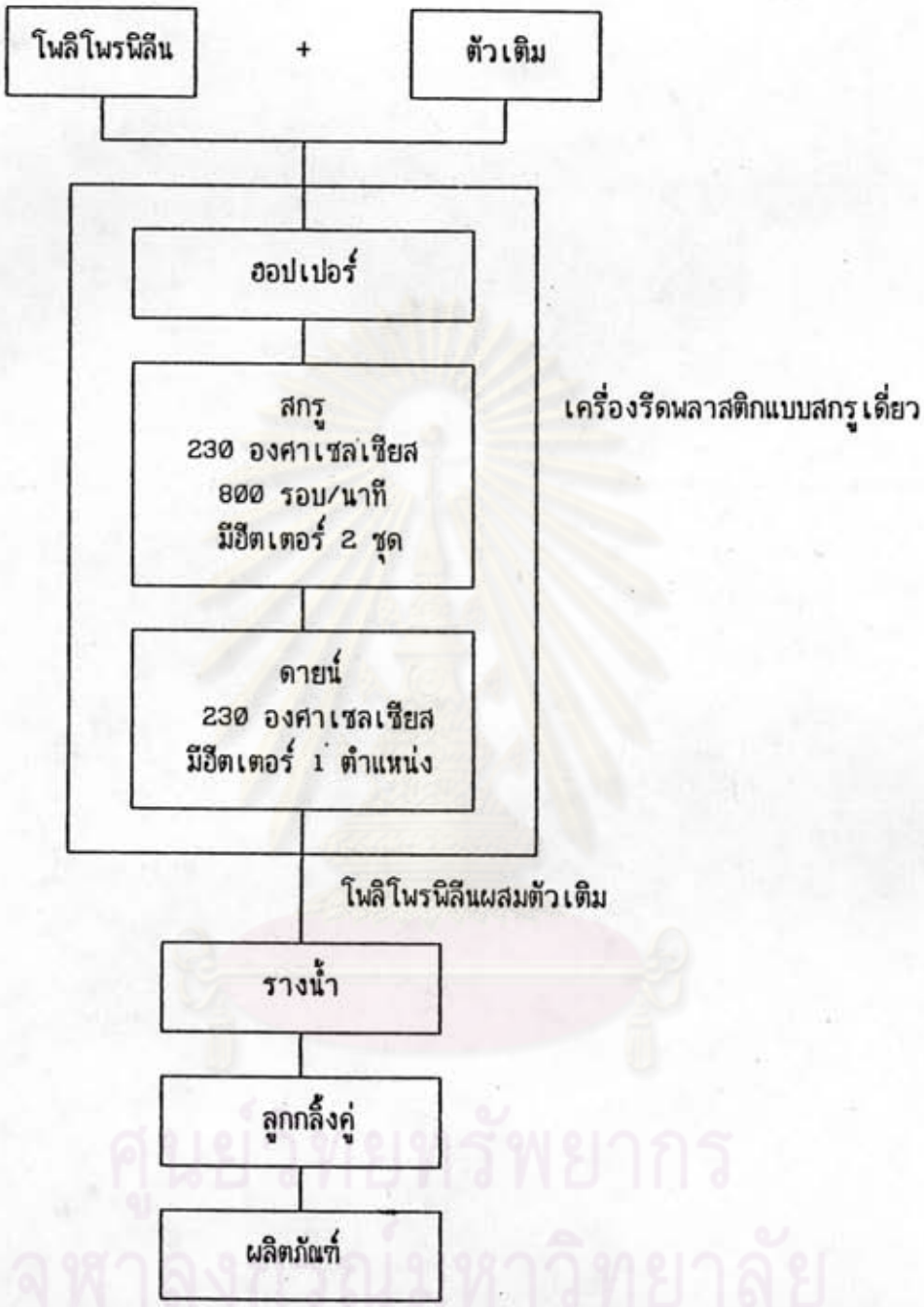
การขึ้นรูปตัวอย่างการทดลองมี 2 วิธีคือ

ก. การรีดด้วยเครื่องรีดพลาสติกแบบสกรูเดี่ยว โดยการผสมโพลิโพรพิลีนกับตัวเติมในอัตราส่วนที่กำหนด แล้วบรรจุลงในฮอปเปอร์ (hopper) โพลิโพรพิลีนผสมตัวเติมจะเคลื่อนผ่านสกรู ออกสู่ดายน์ ซึ่งบริเวณสกรูและดายน์จะมีอุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส เมื่อโพลิโพรพิลีนผสมตัวเติมออกจากดายน์แล้วจะผ่านลงใน

รางน้ำ ให้ตัวอย่างอยู่ใต้น้ำเป็นระยะทางประมาณ 130 เซนติเมตร แล้วจึงดึงขึ้นจากน้ำด้วยชุดลูกกลิ้งคู่ ตัวอย่างที่ขึ้นรูปได้จะมีลักษณะเป็นแถบ ที่มีความยาวต่อเนื่อง กว้างประมาณ 30 มิลลิเมตร หนาประมาณ 3.0 มิลลิเมตร และมีส่วนผสมของทัลค์ ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน ที่สภาวะการผลิตคงที่ รูปที่ 3.10 เป็นแผนภูมิแสดงขั้นตอนการขึ้นรูปด้วยเครื่องรีดพลาสติกแบบสกรูเดี่ยว

ในการทดลองได้ทำการขึ้นรูปตัวอย่าง เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวเติมและสภาวะการผลิต ดังนี้คือ

- ขึ้นรูปตัวอย่างโพลิโพรพิลีนผสมทัลค์จาก 3 แหล่ง ให้มีปริมาณทัลค์ร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยน้ำหนัก
- ขึ้นรูปตัวอย่างโพลิโพรพิลีน ผสมโพลิโพรพิลีนซึ่งผสมทัลค์สำเร็จรูป โดยผสมให้มีปริมาณทัลค์ในตัวอย่างร้อยละ 5, 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนัก
- ขึ้นรูปตัวอย่างโพลิโพรพิลีนผสมทัลค์จากประเทศจีน ให้มีปริมาณทัลค์ร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยน้ำหนัก โดยมีตะแกรงใส่อยู่ระหว่างสกรูกับดายน์ในเครื่องรีดพลาสติกแบบสกรูเดี่ยว
- ขึ้นรูปตัวอย่างโพลิโพรพิลีนผสมทัลค์จากประเทศจีน ให้มีปริมาณทัลค์ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก โดยการปรับความเร็วรอบของสกรู
- ขึ้นรูปตัวอย่างโพลิโพรพิลีนผสมทัลค์จากประเทศจีน ให้มีปริมาณทัลค์ร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก และผสมพาราฟินเหลวปริมาณ 0.5, 2 และ 5 ช้อนโต๊ะ
- ขึ้นรูปตัวอย่างโพลิโพรพิลีน ผสมทัลค์จากทั้ง 3 แหล่ง โดยทัลค์ได้ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนจะนำมาทำการขึ้นรูป



รูปที่ 3.10 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการขึ้นรูปด้วยเครื่องรีดพลาสติกแบบสกรูเดี่ยว

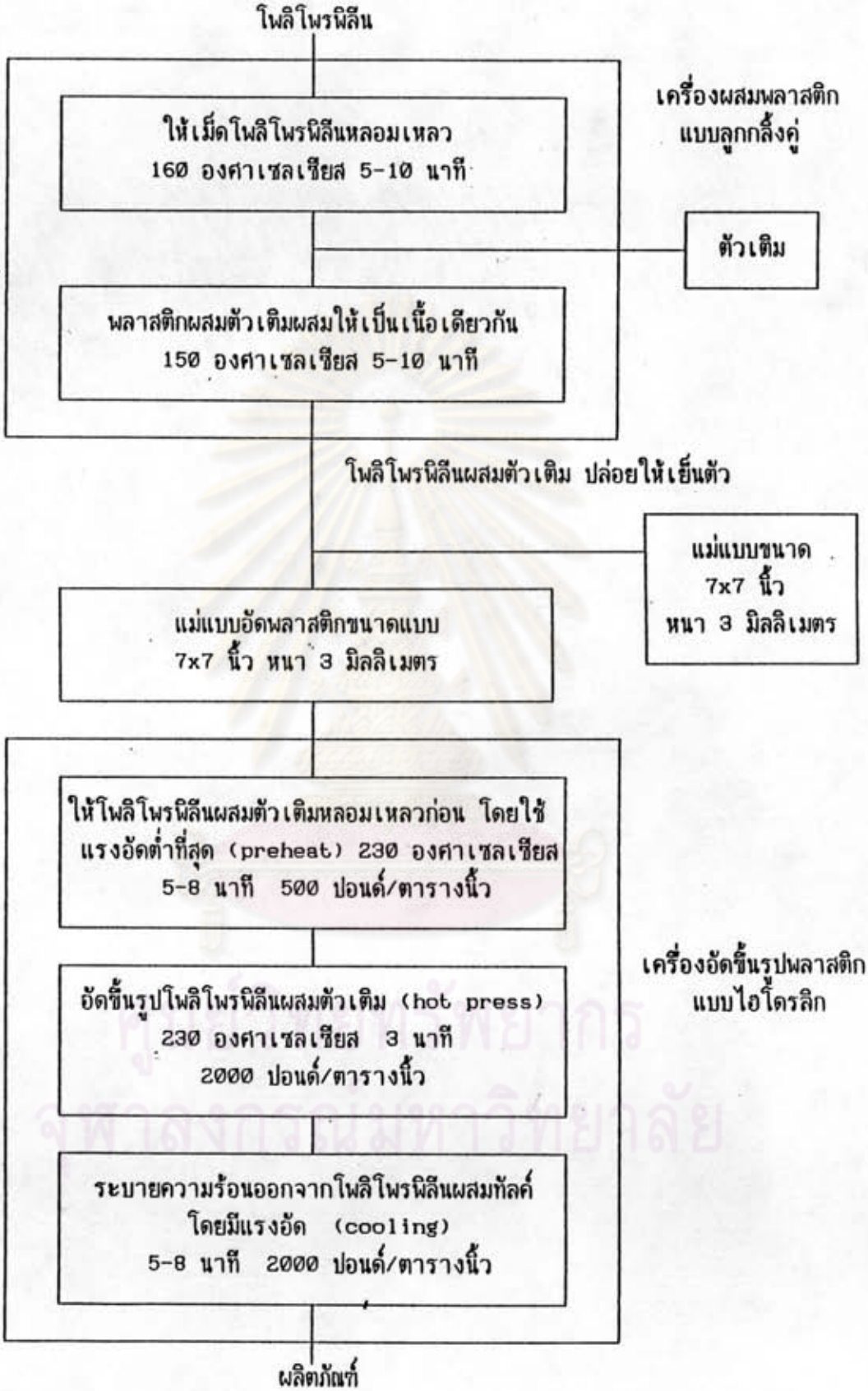
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. การอัดขึ้นรูปตัวอย่าง ด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปพลาสติกแบบไฮโดรลิก วัสดุที่ใช้ในการทดลองจะผ่านการผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยเครื่องผสมพลาสติกแบบลูกกลิ้งคู่ ที่อุณหภูมิ 150-160 องศาเซลเซียส เวลาประมาณ 15-20 นาที แล้วจึงนำไปอัดด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปพลาสติกแบบไฮโดรลิก ที่อุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ ให้ความร้อนโดยใช้แรงอัดต่ำสุดที่ 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 8 นาที เป็นการให้โพลิโพรพิลีนหลอมตัวก่อน แล้วจึงใช้แรงอัด 2,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว อีก 3 นาที นำแบบออกจากชุดอัดคู่บนเข้าส่วนทำให้เย็นในชุดอัดคู่ล่าง พร้อมทั้งใช้แรงอัด 2,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 8 นาที ตัวอย่างที่ได้จะเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 7x7 นิ้ว หนาประมาณ 3 มิลลิเมตร รูปที่ 3.11 เป็นแผนภูมิแสดงขั้นตอนการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปพลาสติกแบบไฮโดรลิก

ในการทดลองได้ทำการขึ้นรูปตัวอย่าง เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวเติม ดังนี้คือ

- ขึ้นรูปตัวอย่างโพลิโพรพิลีนผสมทัลค์จาก 3 แหล่ง ให้มีปริมาณทัลค์ร้อยละ 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนัก
- ขึ้นรูปตัวอย่างโพลิโพรพิลีน ผสมกับพลาสติกผสมทัลค์สำเร็จรูป โดยผสมให้มีปริมาณทัลค์ในตัวอย่างร้อยละ 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, และ 40 โดยน้ำหนัก
- ขึ้นรูปตัวอย่างโพลิโพรพิลีน ผสมไมกาให้มีปริมาณไมการ้อยละ 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.11 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปพลาสติก
แบบไฮโดรลิก

3.3.3 การศึกษาและทดสอบสมบัติของตัวอย่างโพลิโพรพิลีน และโพลิโพรพิลีนผสมตัวเติม

ก. ทดสอบค่าความต้านทานแรงดึง ของตัวอย่างทั้งที่ผสมและไม่ได้ผสมตัวเติมอื่น ตาม ASTM D 638M-81 และเขียนกราฟระหว่างปริมาณตัวเติม กับความต้านทานแรงดึง โดยใช้โปรแกรมโพลิโนเมียลฟิตติง (polynomial fitting program) เพื่อให้ได้กราฟที่มีความน่าเชื่อถือได้มากที่สุด (ภาคผนวก ค)

ข. ทดสอบค่าร้อยละการยืด ตาม ASTM D 638M-81 และเขียนกราฟระหว่างปริมาณตัวเติม กับร้อยละการยืด โดยใช้โปรแกรมโพลิโนเมียลฟิตติง

ค. ทดสอบความแข็งของตัวอย่าง ตาม ASTM 2240 และเขียนกราฟโดยใช้โปรแกรมโพลิโนเมียลฟิตติง

ง. ศึกษาลักษณะทางจุลภาคของพลาสติก พลาสติกผสมตัวเติม และลักษณะผิวสัมผัสระหว่างพลาสติกและตัวเติม ด้วยกล้องสแกนนิงอิเล็กตรอนไมโครสโคป

จ. ทดสอบสมบัติทางความร้อนของโพลิโพรพิลีน ที่ผ่านขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ เปรียบเทียบกับเม็ดโพลิโพรพิลีนที่ยังไม่ได้ผ่านขั้นตอนการผลิต ด้วยเครื่องวิเคราะห์เทอร์มัลดิฟเฟอเรนเชียล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย