# บทที่ 5

# วิจารณ์ผลการทดลอง

## 5.1 โครงสร้างทางจุลภาคของโพลิเมอร์ผสม

โครงสร้างของ PP มีลักษณะผิวที่หยาบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gupta และ Purwar (1985) โครงสร้างของ PA-6 มีลักษณะที่ไม่ปรากฏขอบเกรนชัดเจน และมีขนาดเล็ก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pan และ Shaw (1995) ส่วนโครงสร้างของโพลิเมอร์ผสมระหว่าง PP กับ PA-6 มีลักษณะไม่รวมตัวกัน มีการแบ่งเป็นสองเฟสอย่างชัดเจน โดยเฟสของโพลิเมอร์ที่มีปริมาณน้อยกว่าจะกระจายเป็นเม็ดลักษณะกลมกระจายอยู่บนเฟสของโพลิเมอร์ที่มีปริมาณมากกว่า ซึ่งฟอร์มตัวเป็นเมกตริกซ์ ในสัดส่วนผสม PP/PA-6(10/90), PP/PA-6(30/70) และ PP/PA-6(70/30) จะเห็นได้ชัดว่า เม็ดกลมที่กระจายอยู่มีผิวเรียบและระหว่างขบวนการหักชิ้นงานจะก่อให้เกิดลักษณะเป็นวงๆจำนวนมาก ซึ่งมีการแตกก่อนตำแหน่งอื่นจึงกลายเป็นหลุมที่ว่างเปล่า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดกลมที่กระจายอยู่โดยเฉลี่ยคือ 5μm สอดคล้องกับงานวิจัยของ Houlsti-Miettinen และ Seppala (1992) โพลิเมอร์ผสมที่มี PP น้อยกว่า 50%wt PP จะฟอร์มตัวเป็นเฟสที่มีลักษณะเป็นเม็ดกลมกระจายอยู่บนเมกตริกซ์ของ PA-6 และในสัดส่วน PP/PA-6(50/50) และ PP/PA-6 (30/70) มีลักษณะของโครงสร้างที่ไม่สวย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bo-Runli *et al.* (1983)

เมื่อเติม EPDM เข้าไปทำให้โพลิเมอร์ทั้งสองชนิดสามารถรวมตัวเข้ากันได้ดีมากขึ้น โดยมีการยึดเกาะระหว่างเฟสดีขึ้น นอกจากนี้ EPDM ยังทำให้โพลิเมอร์ที่เป็นเฟสที่กระจายอยู่บนโพลิเมอร์อีกเฟสหนึ่งมีขนาดเล็กลงและจำนวนน้อยลง เมื่อปริมาณ EPDM ที่เติมเข้าไปมากขึ้นจะทำให้โพลิเมอร์ทั้งสองชนิดเข้ากันและยึดเกาะกันได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Houlsti-Miettinen *et al.*(1992) ที่พบว่าการเติมตัวช่วยผสม (Compatibilizer) ทำให้โพลิเมอร์ทั้งสองชนิดรวมตัวกันได้ดีขึ้นและมีขนาดเล็กลง

## 5.2 ตัวแปรการฉีดขึ้นรูป

ตัวแปรฉีดขึ้นรูปทั้ง 8 ตัวที่ศึกษาไม่มีผลต่อน้ำหนักชิ้นงานและเปอร์เซ็นต์การหดตัว สัดส่วนของโพลิเมอร์ผสมและตัวแปรการฉีดขึ้นรูปมีผลต่อลักษณะทางกายภาพและอัตราการฉีดขึ้นรูป เนื่องจากในแต่ละสัดส่วนจะมีความสามารถในการเข้ากันได้ และอัตราการไหลที่แตกต่างกัน

ตัวแปรฉีดขึ้นรูปที่มีผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นอย่างมีนัยสำคัญคือ อุณหภูมิหัวฉีด โดยค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิหัวฉีดเพิ่มไปที่ 245°C สำหรับ PA-6 และ 230°C สำหรับ PP แต่จะลดลงเมื่ออุณหภูมิหัวฉีดเพิ่มเป็น 260°C ซึ่งอาจเนื่องมาจากเกิดการเสื่อมของโพลิเมอร์ด้านโครงสร้าง จึงทำให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นลดลง

ส่วนคุณสมบัติเชิงกลอื่นๆ ตัวแปรฉีดขึ้นรูปไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sawhney *et al.* (1996) ที่ว่า ความเร็วฉีดและแรงดันฉีดไม่มี ผลต่อค่าความทนต่อแรงดึงและโมดูลัสความยืดหยุ่นอย่างมีนัยสำคัญ

สาเหตุที่ตัวแปรฉีดขึ้นรูปไม่มีผลต่อคุณสมบัติเชิงกล (ยกเว้น อุณหภูมิหัวฉีดมีผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น) อาจเนื่องมาจาก จำนวนระดับค่าของตัวแปรฉีดขึ้นรูปที่ศึกษามีทั้งหมด 3 ระดับ ดังตารางที่ 3.2 มีค่าความแตกต่างระหว่างระดับในการศึกษาอาจน้อยเกินไป หรือจำนวนระดับค่าของตัวแปรฉีดขึ้นรูปน้อยไป จึงส่งผลให้ตัวแปรฉีดขึ้นรูปไม่มีผลต่อคุณสมบัติเชิงกลบางคุณสมบัติอย่างมีนัยสำคัญ

## 5.3 คุณสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกล

### 5.3.1 อัตราการไหลตัว

ผลกระทบของ PP PA-6 EPDM และอุณหภูมิ ที่มีผลต่ออัตราการไหลตัวคือ เมื่อสัดส่วนทั้งสามชนิดและอุณหภูมิเปลี่ยนไปทำให้อัตราการไหลตัวของโพลิเมอร์ PP/PA-6/ EPDM เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โพลิเมอร์ผสมที่ไม่ได้เติม EPDM ค่าอัตราการ

ไหลตัวจะเปลี่ยนไปตามปริมาณโพลิเมอร์ที่มีปริมาณมากกว่า คือ PP จะมีอัตรา การไหลตัวน้อยกว่า PA-6 เมื่อปริมาณ PA-6 เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าอัตราการไหลตัวสูงขึ้น

เมื่อเติม EPDM เข้าไปจะทำให้ค่าอัตราการไหลตัวลดลงในทุกสัดส่วนผสมของ PP/PA-6 เนื่องจาก EPDM เป็นตัวช่วยผสมที่มีโครงสร้างเป็นแบบกราฟโคโพลิเมอร์ เมื่อนำมาผสมในสัดส่วนผสมแล้วจะมีโครงสร้างบางส่วนของ EPDM ไปยึดเกาะกับโครงสร้างของโพลิเมอร์ทั้งสองชนิดทำให้เฟสของโครงสร้างมีความต่อเนื่องมากขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้แรงดึงที่ผิวลดลง และช่วยเพิ่มความหนืดระหว่างส่วนผสม จึงทำให้อัตรการไหลตัวลดลง ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Zhe *et al.* (1995) ที่เมื่อเติม Ethylene-propylene copolymers (EPC) ลงไปในโพลิเมอร์ ผสม PP/HDPE ทำให้อัตราการไหลตัวลดลง

เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อัตราการไหลตัวของโพลิเมอร์ผสมทุกสัดส่วนผสมจะมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mitsuyoshi (1997)

ในการพิจารณาอุณหภูมิที่ใช้ในการฉีดขึ้นรูป มีเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1) การเสื่อมของโพลิเมอร์ ถ้าเกิดการเสื่อมของโพลิเมอร์จะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีเปลี่ยนไป รวมทั้งคุณสมบัติเชิงกลที่ด้อยลง

2) อัตราการไหลตัว ถ้ามีค่าอัตราการไหลตัวที่สูงจะทำให้ฉีดขึ้นรูปง่ายขึ้น

จากการทดสอบอัตราการไหลตัว จึงสามารถทำการฉีดขึ้นรูปที่อุณหภูมิระหว่าง 225-245°C เพราะเป็นอุณหภูมิที่ไม่ทำให้เกิดการเสื่อมของโพลิเมอร์ แต่เมื่อนำไปทำการขึ้นรูปด้วยเครื่องฉีดขึ้นรูปปรากฏว่าสามารถใช้อุณหภูมิได้ถึง 260°C อาจเป็นเพราะเครื่องทดสอบอัตราการไหลมีขนาดเล็กจึงเกิดความร้อนสะสมภายในมากจึงเกิดการเสื่อมของโพลิเมอร์ ดังนั้น อุณหภูมิขึ้นรูปที่เหมาะสมสำหรับโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6/EPDM คือช่วง 225-260°C แต่ถ้าต้องการฉีดขึ้นรูปง่ายจึงควรใช้อุณหภูมิที่ 260°C

5.3.2 ความหนาแน่น

ผลกระทบของ PP PA-6 และ EPDM ที่มีผลต่อค่าความหนาแน่น คือ เมื่อสัดส่วนทั้งสามชนิดเปลี่ยนไปทำให้ค่าความหนาแน่นของโพลิเมอร์ PP/PA-6/EPDM เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โพลิเมอร์ผสมที่ไม่ได้เติม EPDM ค่าความหนาแน่นจะเปลี่ยนไปตามปริมาณโพลิเมอร์ที่มีปริมาณมากกว่า คือ PP จะมีค่าความหนาแน่นน้อยกว่า PA-6 ซึ่งเท่ากับ 854.85 และ 1151.35 กิโลกรัม/ลบ.ม.ตามลำดับ เมื่อปริมาณ PA-6 เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น

เมื่อเติม EPDM เข้าไปจะทำให้ค่าความหนาแน่นของโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6 ทุกสัดส่วนผสมมีค่าเพิ่มขึ้น

5.3.3 ความทนต่อแรงดึง

ผลกระทบของ PP PA-6 และ EPDM ที่มีผลต่อค่าความทนต่อแรงดึง คือ เมื่อสัดส่วนทั้งสามชนิดเปลี่ยนไปทำให้ค่าความทนต่อแรงดึงของโพลิเมอร์ PP/PA-6/EPDM เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โพลิเมอร์ผสมที่ไม่ได้เติม EPDM ค่าความทนต่อแรงดึงจะเปลี่ยนไปตามปริมาณโพลิเมอร์ที่มีปริมาณมากกว่า คือ PP จะมีค่าความทนต่อแรงดึงน้อยกว่า PA-6 ซึ่งเท่ากับ 31.43 และ 46.99 นิวตัน/ตร.มม. ตามลำดับ เมื่อปริมาณ PA-6 เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าความทนต่อแรงดึงสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Houlsti-Miettinen *et al.* (1992) ที่พบว่าเมื่อปริมาณ PA-6 เพิ่มขึ้น โดยค่าของตัวช่วยผสม (Compatibilizer) คงที่ จะทำให้ค่าความทนต่อแรงดึงเพิ่มขึ้น

เมื่อเติม EPDM เข้าไปจะทำให้ค่าความทนต่อแรงดึงของโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6 ทุกสัดส่วนผสมมีค่าลดลง

5.3.4 โมดูลัสความยืดหยุ่น

5.3.4.1 ผลกระทบของ PP PA-6 และ EPDM ที่มีผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น

ผลกระทบของ PP PA-6 และ EPDM ที่มีผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น คือ เมื่อสัดส่วนทั้งสามชนิดเปลี่ยนไปทำให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของโพลิเมอร์ PP/PA-6/EPDM เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โพลิเมอร์ผสมที่ไม่ได้เติม EPDM ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นจะเปลี่ยนไปตามปริมาณโพลิเมอร์ที่มีปริมาณมากกว่า คือ PP จะมีค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นน้อยกว่า PA-6 ซึ่งเท่ากับ 482.86 และ 629.18 นิวตัน/ตร.มม. ตามลำดับ เมื่อปริมาณ PA-6 เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Houlsti-Miettinen *et al.* (1992)

เมื่อเติม EPDM เข้าไปจะทำให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6 ทุกสัดส่วนผสมมีค่าลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Houlsti-Miettinen *et al.* (1992) ที่ว่าเมื่อเติมตัวช่วยผสม (Compatibilizer) ลงไปในโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6 จะทำให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นลดลง

5.3.4.2 ผลกระทบของ PP PA-6 EPDM และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น

ผลกระทบของ PP PA-6 EPDM และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น คือ เมื่อสัดส่วนทั้งสามชนิด และอุณหภูมิเปลี่ยนไปทำให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของโพลิเมอร์ PP/PA-6/ EPDM เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % คือ เมื่อ ปริมาณ PA-6 เพิ่มขึ้น ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นสูงขึ้น แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มจาก 245°C เป็น 260°C จะทำให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นลดลงทุกสัดส่วนผสม ซึ่งอาจเนื่องมาจากเริ่มเกิดการเสื่อมของโพลิเมอร์ด้านโครงสร้างจึงส่งผลให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นมีค่าลดลง

5.3.5 เปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น

ผลกระทบของ PP PA-6 และ EPDM ที่มีผลต่อค่า เปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น คือ เมื่อสัดส่วนทั้งสามชนิดเปลี่ยนไปทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นของโพลิเมอร์ PP/PA-6/ EPDM เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โพลิเมอร์ผสมที่ไม่ได้เติม EPDM ค่า เปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นจะเปลี่ยนไปตามปริมาณโพลิเมอร์ที่มีปริมาณมากกว่า คือ PP จะมีค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นน้อยกว่า PA-6 ซึ่งเท่ากับ 16.94 และ 23.75 % ตามลำดับ เมื่อปริมาณ PA-6 เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นสูงขึ้น

เมื่อเติม EPDM เข้าไปจะทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นของโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6 ทุกสัดส่วนผสมมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจาก EPDM ที่เติมลงไปทำให้โครงสร้างของโพลิเมอร์ผสมมีการแบ่งเฟสกันน้อยลง ขนาดของโครงสร้างเล็กลง จากรูปที่ 4.20-4.21 จะเห็นได้ว่าเมื่อเติม EPDM ลงไปในโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6 (30/70) ขนาดเม็ดของ PP ที่กระจายอยู่บน PA-6 เล็กลง ประกอบกับ EPDM เป็นยางที่มีความยืดหยุ่นสูง ดังนั้น เมื่อปริมาณ EPDM เพิ่มขึ้นค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นจึงเพิ่มขึ้น ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Zhe *et al.* (1995) ที่เมื่อเติม EPC ลงไปในโพลิเมอร์ผสม PP/HDPE ทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น

5.3.6 ความทนต่อแรงกระแทก

ผลกระทบของ PP PA-6 และ EPDM ที่มีผลต่อค่าความทนต่อแรงกระแทก คือ เมื่อสัดส่วนทั้งสามชนิดเปลี่ยนไปทำให้ค่าความทนต่อแรงกระแทกของโพลิเมอร์ PP/PA-6/EPDM เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โพลิเมอร์ผสมที่ไม่ได้เติม EPDM ค่าความทนต่อแรงกระแทกจะเปลี่ยนไปตามปริมาณโพลิเมอร์ที่มีปริมาณมากกว่า คือ PP จะมีค่าความทนต่อแรงกระแทก PA-6 ซึ่งเท่ากับ 0.77 และ 4.31 กิโลจูล/ตร.ม. ตามลำดับ เมื่อปริมาณ PA-6 เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความทนต่อแรงกระแทกสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Houlsti-Miettinen *et al.* (1992)

เมื่อเติม EPDM เข้าไปจะทำให้ค่าความทนต่อแรงกระแทกของโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6 ทุกสัดส่วนผสมมีค่าเพิ่มขึ้น การใส่ EPDM เข้าไปในโพลิเมอร์ PP(100%) และ PA-6 (100%) จะทำให้ความทนต่อแรงกระแทกเพิ่มขึ้นอย่างมาก การใส่ EPDM ผสมลงในสัดส่วนอื่นก็

จะทำให้ความทนต่อแรงกระแทกเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่จะไม่มากเท่ากับในพลิเมอร์ PP(100%) และ PA-6 (100%) จากสัดส่วนผสม PP/PA-6 (90/10) จนถึง PP/PA-6 (50/50) ความทนต่อแรงกระแทกจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึง PP/PA-6 (30/70) จะเป็นสัดส่วนที่มีความทนต่อแรงกระแทกสูงสุด ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Houlsti-Miettinen *et al.* (1992) ที่ว่า ความทนต่อแรงกระแทกของโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6 จะสูงสุดที่ PP/PA-6 (20/80)

5.3.7 ความแข็ง

ผลกระทบของ PP PA-6 และ EPDM ที่มีผลต่อค่าความแข็ง คือ เมื่อสัดส่วนทั้งสามชนิดเปลี่ยนไปทำให้ค่าความแข็งของโพลิเมอร์ PP/PA-6/ EPDM เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โพลิเมอร์ผสมที่ไม่ได้เติม EPDM ค่าความแข็งจะเปลี่ยนไปตามปริมาณโพลิเมอร์ที่มีปริมาณมากกว่า คือ PP จะมีค่า ความแข็งน้อยกว่า PA-6 ซึ่งเท่ากับ 68.87 และ 73.93 Shore D ตามลำดับ เมื่อปริมาณ PA-6 เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความแข็งสูงขึ้น

เมื่อเติม EPDM เข้าไปจะทำให้ค่าความแข็งของโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6 ทุกสัดส่วนผสมมีค่าลดลง เนื่องจาก EPDM เป็นยางที่มีความยืดหยุ่น และนิ่ม ดังนั้นเมื่อเติม EPDM ลงไปจึงทำให้ค่าความแข็งลดลง

**5.4 ความสัมพันธ์ของอัตราการไหลตัว คุณสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกล**

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนข้อมูลด้านค่าอัตราการไหลตัว คุณสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกล ในบทที่ 4 ได้ทำการหารูปแบบความสัมพันธ์ของอัตราการไหลและคุณสมบัติเชิงกลกับตัวแปร จึงได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยข้อมูลด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS Version 7.5.1 โดยได้ทำการประมาณรูปของสมการเป็นแบบโพลิโนเมียล และลดจำนวนตัวแปรในสมการที่ไม่มีความจำเป็นต่อการทำนายคุณสมบัติโดยใช้วิธี Stepwise กำหนดให้ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ (Probability F) เพื่อนำตัวแปรอิสระเข้า(Enter) เป็น 0.05 และระดับนัยสำคัญของการทดสอบ (Probability F) เพื่อนำตัวแปรอิสระออกจากสมการ (Removal) เป็น 0.10 คือ ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลตัว คุณสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกลของโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6/EPDM และสัดส่วนผสมของ PP PA-6 และ EPDM สามารถประมาณรูปแบบของสมการเป็นแบบโพลิโนเมียลดีกรี 3 ดังตารางที่ 4.44

**5.5 สัดส่วนของโพลิเมอร์ผสมที่ให้ค่าคุณสมบัติเชิงกลดีที่สุด**

จากการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลต่างๆของโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6/EPDM ที่ทำการฉีดขึ้นรูปตามค่าตัวแปรในตารางที่ 4.13 พบว่าสัดส่วนของโพลิเมอร์ผสมที่ให้ค่าคุณสมบัติเชิงกลดีที่สุดสรุปได้ดังตารางที่ 5.1 โพลิเมอร์ผสม PP/PA-6 เป็นโพลิเมอร์ที่มีจุดเด่นทางด้านความทนต่อแรงกระแทก และเป็นโพลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ด้าน automobile body และ underhood

**5.6 การเปรียบเทียบคุณสมบัติเชิงกลระหว่างโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6/EPDM กับ PP/HDPE/EPDM**

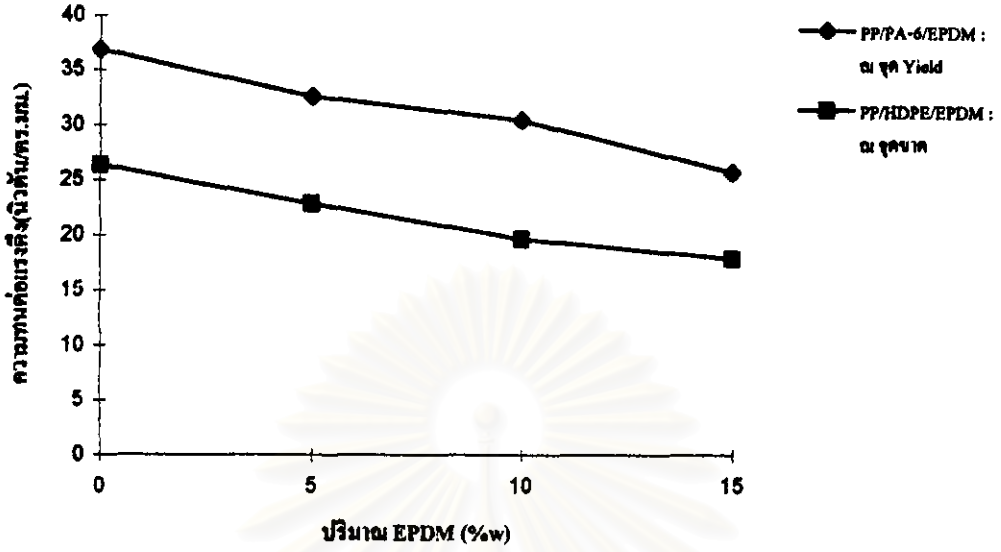
จากงานวิจัยของอภินันทนา (2541) ศึกษาเรื่องคุณสมบัติเชิงกลของโพลิเมอร์ผสมระหว่างโพลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงกับโพลิโพรพิลีน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยนี้สามารถแสดงดังกราฟรูปที่ 5.1-5.3 โดยทำการเปรียบเทียบที่สัดส่วนผสม PP/PA-6 (50/50) และ PP/HDPE (50/50) มีส่วนผสม EPDM ตั้งแต่ 0-15%wt จากรูปที่ 5.1 ทำการเปรียบเทียบค่าความทนต่อแรงดึง โดยโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6/EPDM เป็นค่าที่วัด ณ จุด Yield ส่วนโพลิเมอร์ผสม PP/HDPE/EPDM เป็นค่าที่วัด ณ จุดขาด ในรูปที่ 5.2 และ 5.3 ทำการเปรียบเทียบค่าความทนต่อแรงกระแทกและความแข็ง ตามลำดับ โดยโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6/EPDM มีค่าความทนต่อแรงกระแทกน้อยกว่าโพลิเมอร์ผสม PP/HDPE/EPDM อาจเนื่องมาจาก EPDM มีส่วนประกอบทางเคมีที่สามารถเข้ากันได้กับโพลิเมอร์ผสม PP/HDPE ได้ดีกว่าโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6 แต่โพลิเมอร์ผสม PP/PA-6/EPDM มีค่าความแข็งสูงกว่าโพลิเมอร์ผสม PP/HDPE/EPDM ไม่มากนัก และสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.2

ดังนั้น ถ้าต้องการใช้งานที่ต้องการความทนต่อแรงกระแทกสูง จึงควรใช้โพลิเมอร์ผสม PP/HDPE/EPDM จะดีกว่า หรือศึกษางานวิจัยอื่นเพิ่มเติมที่มีการใช้ตัวช่วยผสม(compatibilizer) ตัวอื่นสำหรับโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6

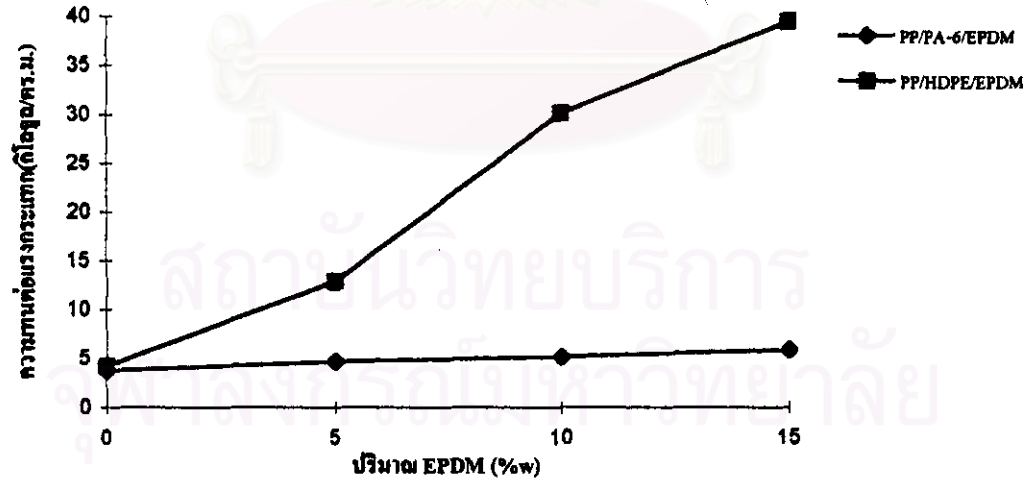
ตารางที่ 5.1 สรุปสัดส่วนผสมที่ให้ค่าคุณสมบัติเชิงกลดีที่สุด

| สัดส่วนผสม | คุณสมบัติเชิงกล | หน่วย | ค่าของคุณสมบัติเชิงกล |
|---|---|---|---|
| PP/PA-6 (10/90) | ความทนต่อแรงดึง | นิวตัน/ตร.มม. | 44.94 |
| | โมดูลัสความยืดหยุ่น | นิวตัน/ตร.มม. | 607.78 |
| | ความแข็ง | Shore D | 72.60 |
| PP/PA-6/EPDM (10/90/15) | เปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น | เปอร์เซ็นต์ | 30.71 |
| PP/PA-6/EPDM (30/70/15) | ความทนต่อแรงกระแทก | กิโลจูล/ตร.ม. | 7.07 |

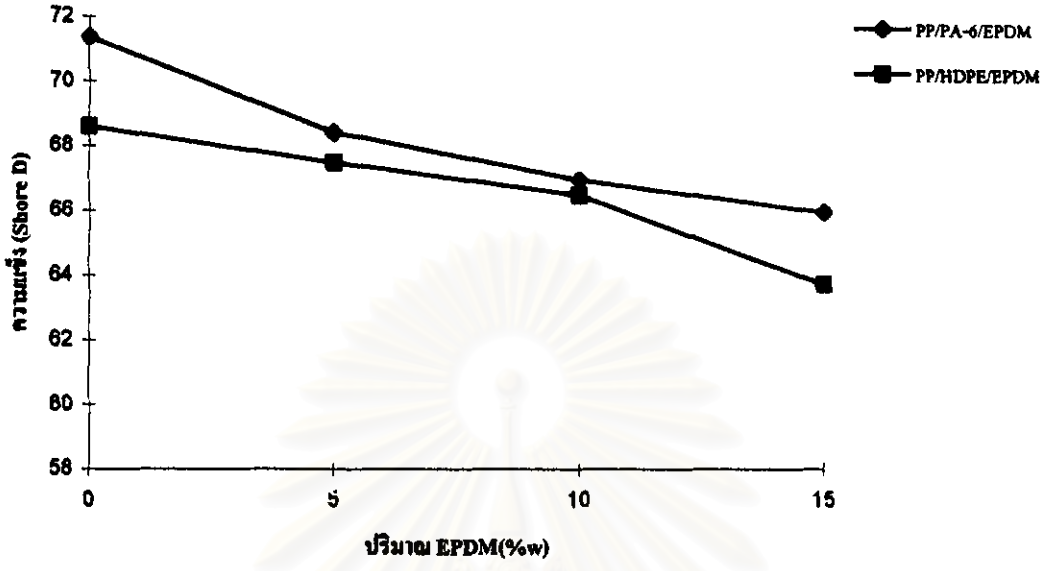
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 5.1 การเปรียบเทียบค่าความทนต่อแรงดึงระหว่างโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6 (50/50) กับ PP/HDPE (50/50)




รูปที่ 5.2 การเปรียบเทียบค่าความทนต่อแรงกระแทกระหว่างโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6 (50/50) กับ PP/HDPE(50/50)




รูปที่ 5.3 การเปรียบเทียบค่าความแข็งระหว่างโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6 (50/50) กับ PP/HDPE (50/50)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6/EPDM กับ PP/HDPE/EPDM

| คุณสมบัติ | PP/PA-6/EPDM | HDPE/PP/EPDM |
|---|---|---|
| 1. อัตราการไหลตัว | 1. PA-6 มีค่าอัตราการไหลตัวมากกว่า PP<br>2. เมื่อ EPDM เพิ่มขึ้น ค่าอัตราการไหลตัวลดลง | 1. HDPE มีค่าอัตราการไหลตัวมากกว่า PP<br>2. เมื่อ EPDM เพิ่มขึ้น ค่าอัตราการไหลตัวลดลง |
| 2. โครงสร้างจุลภาค | 1. โครงสร้างมีการแบ่งเป็นสองเฟส โดยเฟสของโพลิเมอร์ที่มีปริมาณมากกว่าจะเป็นเมกตริกซ์<br>2. เมื่อผสม EPDM เข้าไป ทำให้มีการแบ่งเฟสกันน้อยลง<br>3. โพลิเมอร์ผสมที่มี PA-6 ตั้งแต่ 50%w ขึ้นไป PA-6 จะฟอร์มตัวเป็นเมกตริกซ์ | 1. โครงสร้างมีการแบ่งเป็นสองเฟส โดยเฟสของโพลิเมอร์ที่มีปริมาณมากกว่าจะเป็นเมกตริกซ์<br>2. เมื่อผสม EPDM เข้าไป ทำให้มีการแบ่งเฟสกันน้อยลง<br>3. โพลิเมอร์ผสมที่มี PP ตั้งแต่ 50%w ขึ้นไป PP จะฟอร์มตัวเป็นเมกตริกซ์ |
| 3. ความทนต่อแรงดึง | 1. PA-6 มีค่าความทนต่อแรงดึงมากกว่า PP<br>2. เมื่อ EPDM เพิ่มขึ้น ค่าความทนต่อแรงดึงลดลง<br>3. PP/PA-6 (50/50) มีค่าความทนต่อแรงดึง 36.87 นิวตัน/ตร.มม. | 1. PP มีค่าความทนต่อแรงดึงสูงสุดมากกว่า HDPE<br>2. เมื่อ EPDM เพิ่มขึ้น ค่าความทนต่อแรงดึงสูงสุดลดลง<br>3. PP/HDPE (50/50) มีค่าความทนต่อแรงดึงสูงสุด 26.35 นิวตัน/ตร.มม. |
| 4. โมดูลัสความยืดหยุ่น | 1. PA-6 มีค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นมากกว่า PP<br>2. เมื่อ EPDM เพิ่มขึ้น ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นลดลง<br>3. PP/PA-6 (50/50) มีค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น 545.42 นิวตัน/ตร.มม. | 1. PP มีค่า 100%โมดูลัสความยืดหยุ่นมากกว่า HDPE<br>2. เมื่อ EPDM เพิ่มขึ้น ค่า 100% โมดูลัส ความยืดหยุ่นลดลง<br>3. PP/HDPE (50/50) มีค่า 100% โมดูลัสความยืดหยุ่น 16.15 นิวตัน/ ตร.มม. |

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างโพลิเมอร์ผสม PP/PA-6/EPDM กับ PP/HDPE/EPDM (ต่อ)

| คุณสมบัติ | PP/PA-6/EPDM | HDPE/PP/EPDM |
|---|---|---|
| 5. เปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น | 1. PA-6 มีค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นมากกว่า PP<br>2. เมื่อ EPDM เพิ่มขึ้น ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น<br>3. PP/PA-6 (50/50) มีค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น 18.86 % | 1.HDPE มีค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น ณ จุดขาดมากกว่า PP<br>2. เมื่อ EPDM เพิ่มขึ้น ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น ณ จุดขาดเพิ่มขึ้น<br>3. PP/HDPE (50/50) มีค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น ณ จุดขาด 371.27 % |
| 6. ความทนต่อแรงกระแทก | 1. PA-6 มีค่าความทนต่อแรงกระ แทกมากกว่า PP<br>2. เมื่อ EPDM เพิ่มขึ้น ค่าความทนต่อแรงกระแทกตัวเพิ่มขึ้น<br>3. PP/PA-6 (50/50) มีค่าความทนต่อแรงกระแทก 3.76 กิโลจูล/ตร.ม. | 1. HDPE มีค่าความทนต่อแรงกระแทกมากกว่า PP<br>2. เมื่อ EPDM เพิ่มขึ้น ค่าความทนต่อแรงกระแทกเพิ่มขึ้น<br>3. PP/HDPE (50/50) มีค่าความทนต่อแรงกระแทก 4.19 กิโลจูล/ ตร.ม. |
| 7. ความแข็ง | 1. PA-6 มีค่าความแข็งมากกว่า PP คือ 73.93 และ 68.87 Shore D ตามลำดับ<br>2. เมื่อ EPDM เพิ่มขึ้น ค่าความแข็งลดลง<br>3. PP/PA-6 (50/50) มีค่าความแข็ง 71.37 Shore D | 1. PP มีค่าความแข็งมากกว่า HDPE คือ 75.80 และ 63.73 Shore D ตามลำดับ<br>2. เมื่อ EPDM เพิ่มขึ้น ค่าความแข็งลดลง<br>3. PP/HDPE (50/50) มีค่าความแข็ง 68.60 Shore D |