สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การทดลอง

4.1) พลาสติกที่ใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงาน (Materials)

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้พลาสติกชนิดเทอร์โมพลาสติกชนิด โพลิโพรไพลีน (Polypropylene: PP) เกรด HP500N ของบริษัท HMC Polymer Co., ltd. ซึ่งมีคุณสมบัติตามภาคผนวก ข.

4.2) เครื่องมือและอุปกรณ์ (Instruments)

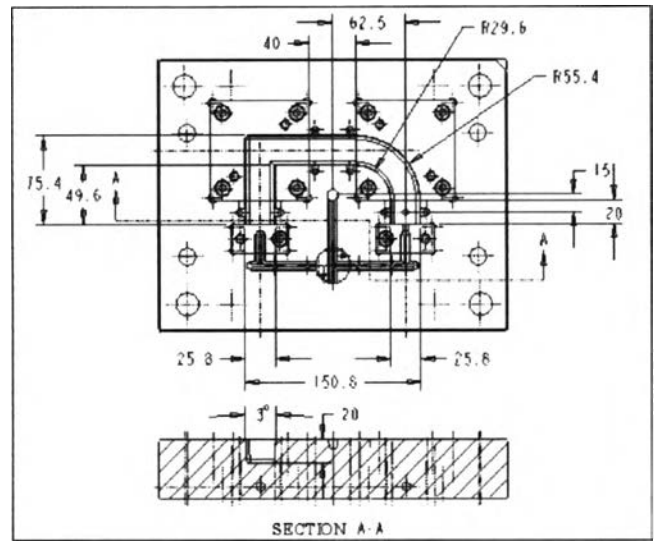
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานและวัดค่าต่างๆ จากชิ้นงาน สำหรับการทำวิจัยครั้งนี้ในแต่ละส่วน แสดงในตาราง 4.1

ตาราง 4.1 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในการวิจัย

เครื่องมือ	รุ่น/การใช้งาน
1.) เครื่องฉีดพลาสติก	Battenfeld Injection Molding Machine
2.) ชุดฉีดแก๊ส	Airmould Mobile Compressor Unit (DEII)
3.) แม่พิมพ์	Hand Grip with Rectangular Control Unit
4.) ชุดควบคุมอุณหภูมิของแม่พิมพ์	Tool–Temp Temperature Control Unit
5.) ชุดทดสอบปริมาตรแก๊ส	Gas volume Tester
6.) โปรแกรมคำนวณการโก่งตัวและความหนา	Warpage & Thickness Calculate Computer Program

รูป 4.1 แสดงเครื่องฉีดแก๊สที่ใช้ในการทดลอง

รูป 4.2 แสดงชุดฉีดแก๊สที่ใช้ในการทดลอง



รูป 4.3 แสดงแม่พิมพ์ที่ใช้ในการทดลอง

รูป 4.4 แสดงชุดควบคุมอุณหภูมิของแม่พิมพ์ที่ใช้ในการทดลอง

4.3) <u>สภาวะในการขึ้นรูปชิ้นงาน (Injection Condition)</u>

สภาวะต่างๆ ในการควบคุมเครื่องจักรเพื่อใช้สำหรับกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานสำหรับกระบวนการฉีด โดยใช้แก๊สช่วย สามารถแบ่งสภาวะการควบคุมได้เป็น 2 ประเภท คือ

4.3.1) สภาวะคงที่ของเครื่องฉีดพลาสติก (Injection Machine Condition)

เป็นสภาวะที่ใช้ในการควบคุมเครื่องฉีดพลาสติก ซึ่งตัวแปรในการควบคุมจะที่มีค่าคงที่ตลอดในการทำการวิจัยครั้งนี้แสดงดังตาราง ข.1 (ภาคผนวก ข.)

4.3.2) สภาวะแวดล้อมอ้างอิงในการขึ้นรูปชิ้นงาน

เป็นสภาวะที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อใช้ในการศึกษาถึงผลกระทบที่มีต่อการยุบตัวและโก่งตัวของชิ้นงาน โดยตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

1.) ปริมาณพลาสติกหลอม (Shot Size)
2.) อุณหภูมิพลาสติกหลอม (Melt Temperature)
3.) อุณหภูมิแม่พิมพ์ (Mold Temperature)
4.) เวลาหน่วง (Delay Time)
5.) เวลาฉีดแก๊ส (Gas Time)
6.) เวลารักษาแรงดัน (Gas Hold Time)
7.) ความดันแก๊ส (Gas Pressure)

โดยตัวแปรข้อ 1.)–3.) สามารถกำหนดได้ในส่วนของเครื่องฉีดพลาสติก และส่วนตัวแปรที่เหลือสามารถกำหนดได้ในส่วนของชุดควบคุมแก๊ส ซึ่งสภาวะแวดล้อมอ้างอิงต่างๆ ในการทดลองแสดงดังตาราง ข.2 (ภาคผนวก ข.)

4.4) ขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นงาน (Injection Molding)

การขึ้นรูปชิ้นงานมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1.) ทำการติดตั้งแม่พิมพ์เข้าสู่เครื่องฉีดพลาสติก
2.) ติดตั้งระบบหล่อเย็น และระบบการฉีดแก๊สเข้าสู่แม่พิมพ์
3.) ทำการบรรจุเม็ดพลาสติกที่จะทำการศึกษาวิจัยเข้าเครื่องฉีดพลาสติก
4.) เปิดสวิทช์เครื่องฉีดพลาสติก, ระบบควบคุมอุณหภูมิแม่พิมพ์และระบบควบคุมแก๊ส
5.) ทำการปรับตั้งค่าสภาวะต่างๆ ที่คงที่ (แสดงดังตาราง ข.1)
6.) เมื่อเครื่องฉีดเข้าสู่สภาวะต่างๆ ที่ปรับตั้งค่าแล้ว ทำการฉีดไล่เม็ดพลาสติกชนิดอื่นที่อาจค้างอยู่ที่หัวฉีด
7.) ปรับตั้งค่าสภาวะอ้างอิงต่างๆ ที่ใช้ในงานวิจัย (แสดงดังตาราง ข.2)
8.) ทำการฉีดชิ้นงานตัวอย่างจำนวน 6 ชิ้น ของแต่ละสภาวะอ้างอิง โดยทำการเก็บตัวอย่างไว้ 1 ชิ้น ส่วนที่เหลือ 5 ชิ้นนำไปหาค่าต่างๆ ต่อไป

4.5) <u>การหาค่าคุณสมบัติของชิ้นงาน (GAIM Measuring Method)</u>

การวัดคุณสมบัติของชิ้นงาน แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

4.5.1) การวัดปริมาตรแก๊สภายในชิ้นงาน (Gas Volume)

การศึกษาปริมาตรแก๊สภายในชิ้นงานทำได้โดย ผ่านสมการ

ปริมาตรแก๊ส = ปริมาตรของน้ำ – ปริมาตรของพลาสติก

ซึ่งมีขั้นตอนการหาค่าปริมาตรของแก๊สดังนี้

1.) นำชิ้นงานที่จะทำการวัดมาทำการตัดเกททางเข้าของพลาสติกหลอมออก

2.) ชั่งน้ำหนักของชิ้นงาน ที่ความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.) ทำการแปลงค่าน้ำหนักของชิ้นงานไปเป็นปริมาตรของพลาสติก โดยนำค่าความหนาแน่นไปหาร (ค่าความหนาแน่นที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เท่ากับ 0.9)

4.) ทำการอุดรูของชิ้นงานที่เกิดจากการไหลของแก๊ส

5.) นำชิ้นงานไปหาปริมาตรโดยการแทนที่น้ำด้วยอุปกรณ์ Uraga (แสดงดังรูป 4.5)

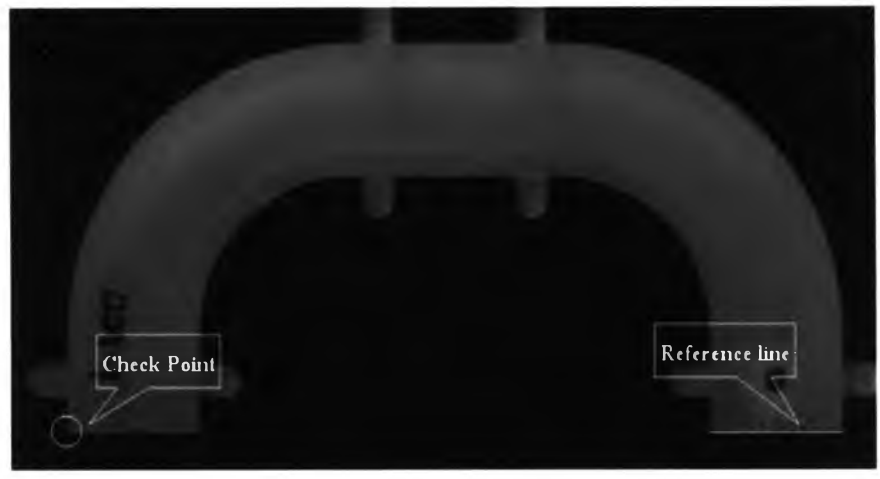
6.) ทำการหาค่าปริมาตรของแก๊สจากสมการดังกล่าวข้างต้น

รูป 4.5 เครื่องมือวัดปริมาตรแก๊สภายในชิ้นงาน

4.5.2) การวัดการโก่งตัวของชิ้นงาน (Warpage Deformation)
ซึ่งมีขั้นตอนการหาค่าต่างๆ ดังนี้

1.) ทำชิ้นงานที่ได้จากการขึ้นรูป มาทำการสแกน (Scan) เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์

2.) ทำการหาค่าการโก่งตัวของชิ้นงาน โดยการวัดตำแหน่งอ้างอิงและตำแหน่งที่ทำการวัดระยะทางที่เปลี่ยนแปลงไปของชิ้นงาน ดังรูป 4.6

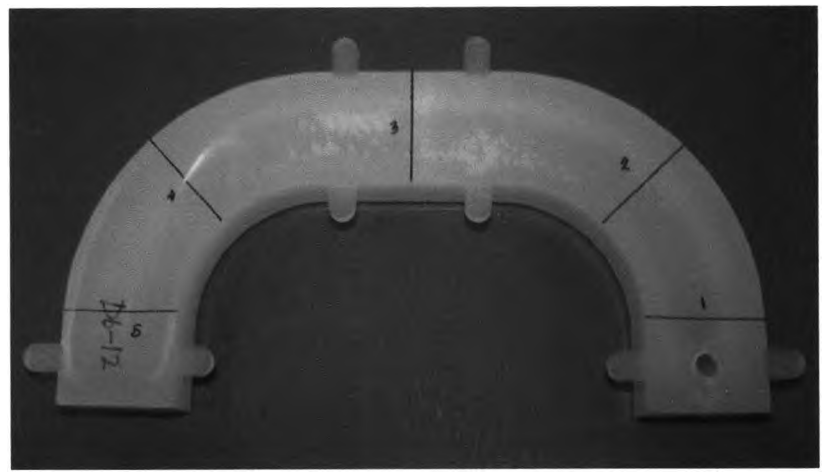


รูป 4.6 แสดงตำแหน่งและจุดวัดต่างๆ ของการโก่งตัวของชิ้นงาน

3.) จดบันทึกค่าและนำไปสร้างกราฟ เพื่อวิเคราะห์ผลต่อไป

4.5.3) การวัดความหนาตกค้างและการยุบตัวของชิ้นงาน (Residual Wall Thickness and Sink Mark)
ซึ่งมีขั้นตอนการหาค่าต่างๆ ดังนี้

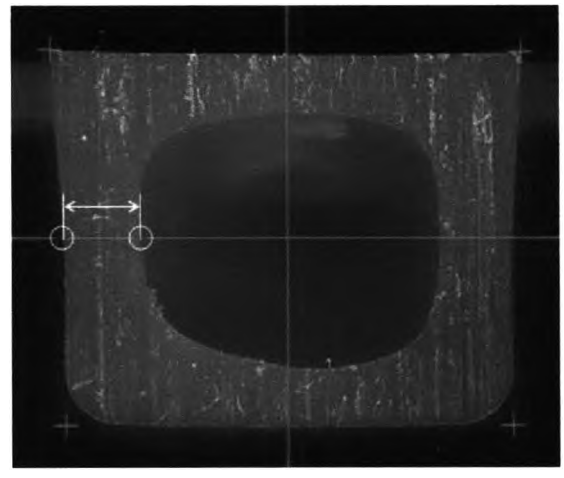
1.) นำชิ้นงานที่ได้จากการฉีดขึ้นรูปมาทำการตัดตามตำแหน่งดังรูป 4.7



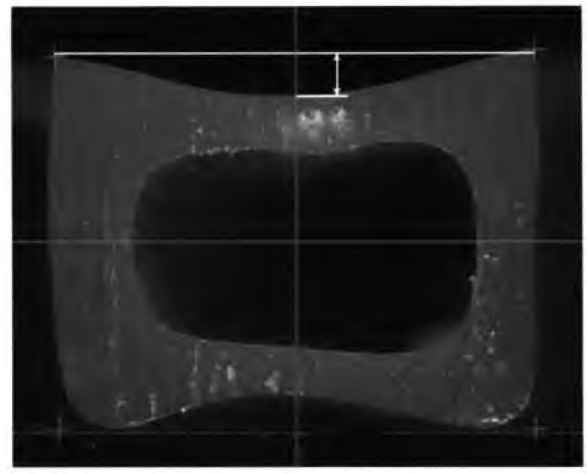
รูป 4.7 แสดงตำแหน่งการตัดของชิ้นงาน

2.) นำหน้าตัดแต่ละตำแหน่งของชิ้นงานไปสแกน (Scan) เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์

3.) ทำการวัดค่าความหนาตกค้างของชิ้นงาน (แสดงดังรูป 4.8) และค่าการยุบตัวของชิ้นงาน (แสดงดังรูป 4.9) ซึ่งจะทำการวัดทั้ง 4 ด้านของชิ้นงาน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Image Processing ช่วยในการวัดค่า



รูป 4.8 แสดงวิธีการวัดค่าความหนาตกค้างของชิ้นงาน



รูป 4.9 ลักษณะการวัดการยุบตัวของชิ้นงาน

4.) นำค่าต่างๆ ที่วัดได้นำไปสร้างกราฟเพื่อวิเคราะห์ผลต่อไป