บทที่ 4

วิธีการทดลอง

4.1 การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลอง

4.1.1 เครื่องฉีด ในการทดลองใช้เครื่องฉีด TOSHIBA Model DC 350CL-3 ซึ่งมีส่วนประกอบหลักดังนี้

1) ส่วนปิดแม่พิมพ์ (Die clamping)

- ขนาดแรงปิดแม่พิมพ์ 350 ตัน
- ขนาดแผ่นแม่พิมพ์ 935x935 mm.
- เนื้อที่ระหว่างแกนหลัก (Tie Bar) 650x650 mm.
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแกนหลัก 125 mm.
- ระยะเคลื่อนของแม่พิมพ์ 420 mm.
- ความสูงของแม่พิมพ์มากที่สุด 700 mm.
- ความสูงของแม่พิมพ์น้อยที่สุด 300 mm.

2) ส่วนการฉีด

- แรงฉีด(แรงดันสูงสุดที่ความดัน 135 kg/cm2) 16.5-34 ตัน
- ระยะเคลื่อนของลูกสูบ 480 mm.
- ระยะหัวลูกสูบที่ยื่นออกมา (วัดจากหน้าแม่พิมพ์ส่วนที่อยู่กับที่) 165 mm.
- ตำแหน่งของแกนฉีด (วัดจากศูนย์กลางของเครื่องจักรถึงด้านล่าง) 125 mm.
- ความเร็วในการฉีด(น้ำมันไฮดรอลิกแบบ น้ำ-ไกลคอลที่ความดัน 135 kg/cm2)
  - ฉีดแห้งที่ความเร็วต่ำ 0.1-1.0 m/s
  - ฉีดแห้งที่ความเร็วสูง 0.1-1.0 m/s

3) ส่วนกระทุ้งชิ้นงาน (ความดัน 150 kg/cm2)

- แรงกระทุ้งชิ้นงานออก 19 ตัน
- ระยะเคลื่อนของตัวกระทุ้ง 20-90 mm.

4) ส่วนน้ำหล่อเย็น

- เส้นผ่าศูนย์กลางของข้อต่อทางเข้า 1 ¼ นิ้ว (31.75 mm.)
- เส้นผ่าศูนย์กลางของข้อต่อทางออก 2 ½ นิ้ว (63.5 mm.)
- เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางเข้า 1 นิ้ว (25.4 mm.)

4.1.2 อะลูมิเนียมซิลิกอนอัลลอย เกรด ADC12 ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น(JIS)

4.1.3 เครื่องวัดความแข็งแบบบริเนล

ใช้วัดความแข็งของผิวชิ้นงานฉีด โดยใช้ลูกบอลมาตรฐานขนาด 2.5 mm. ขนาดแรงกด 62.5 kg โดยความแข็งที่วัดได้เป็นมีหน่วยเป็น BHN

4.1.4 เครื่องขัดผิวชิ้นงาน

ใช้ขัดผิวชิ้นงานเพื่อทำการส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูโครงสร้างทางจุลภาค

4.1.5 กล้องจุลทรรศน์

ใช้สำหรับส่องดูโครงสร้างทางจุลภาค มีกำลังขยายตั้งแต่ 50-500 เท่า

4.1.6 ไพโรมิเตอร์ ในการทดลองใช้ของ CHINO Model IR-TA

ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิผิวหน้าแม่พิมพ์

4.2 ขั้นตอนการทดลอง

4.2.1ออกแบบสภาวะการฉีดโดยใช้วิธีฟิกซ์เอฟเฟก (Fixed Effects Model) ซึ่งได้แบ่งสภาวะการทดลองออกเป็น 20 สภาวะการฉีด จากอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแม่พิมพ์ ที่ 6.7,7.2,7.6 และ8.1 ลิตร/นาที และเวลาการพ่นน้ำหล่อลื่นหน้าแม่พิมพ์ ที่ 1.5,2,3,4 และ 5 วินาทีซึ่งครอบคลุมสภาวะการฉีดภายใต้สภาวะการปฏิบัติงาน โดยแต่ละสภาวะทำการทดลอง 15 ชิ้น รวมทำการทดลอง 300 ชิ้น โดยการทำการฉีดอะลูมิเนียมแบบไดแคสติงในชิ้นงานตัวอย่าง (ปั๊มน้ำมันรถยนต์ขนาด 1 ตัน)ด้วยเครื่องฉีดแนวนอนแบบรางเย็น (Horizontal cold chamber system) โดยในการผลิตนั้นได้ตั้งโปรแกรมเครื่องฉีดให้เหมือนกันทุกครั้งในการฉีด
โดยทำการตั้งสภาวะการฉีดดังนี้

- Slow speed 0.13 m/s
- Temp. of liquid aluminum 668 °C
- Fast speed 1.76 m/s
- Temp of water inlet 24 °C
- Fast speed accel time 16 ms
- Pressure build-up time 18 ms
- Fast speed start point 395 mm.
- Biscuit thickness 21 mm.
- Final casting pressure 569 kg/cm^2
- Cycle time 37.5 s

ซึ่งครอบคลุมในส่วนความดันในช่วงการอัด, ความเร็วในช่วงการเคลื่อนที่ช้า, ความเร็วในช่วงการเคลื่อนที่เร็ว, เวลาการฉีด, เวลาที่ชิ้นงานค้างอยู่ในพิมพ์ ในส่วนตำแหน่งการฉีดน้ำหล่อลื่นหน้าพิมพ์ และส่วนผสมน้ำหล่อลื่นหน้าแม่พิมพ์ได้กำหนดตำแหน่งและปริมาณที่แน่นอน จึงกำหนดให้เป็นปัจจัยคงที่ ส่วนของแม่พิมพ์นั้นด้วยเหตุผลเดียวกันคือแม่พิมพ์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแบบเลย ดังนั้นจึงไม่นำมาพิจารณาเช่นเดียวกัน โดยปัจจัยทั้งหมดนี้กำหนดให้เป็นปัจจัยคงที่

ก่อนทำการทดลองทุกครั้งได้ทำความสะอาดน้ำอะลูมิเนียมก่อนทุกครั้งโดยใช้ฟลักซ์กดลงในเบ้าเพื่อไล่ก๊าซไฮโดรเจน พร้อมทั้งเขี่ยเอาขี้ฟลักซ์ออกแล้วใช้ฟลักซ์คลุมหน้าเพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปผสมเพิ่มเติมอีก ดังนั้นได้ควบคุมความสะอาดของน้ำอะลูมิเนียมแล้ว อุณหภูมิของแม่พิมพ์ต่ำเกินไปเป็นผลที่เกิดจาก น้ำที่ค้างอยู่ในแม่พิมพ์เนื่องจากเป่าลมน้อยเกินไป การให้การหล่อลื่นหน้าแม่พิมพ์มากเกินไป และน้ำหล่อเย็นแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม ดังนั้นในการออกแบบการทดลองจึงกำหนดปัจจัยเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ต้องปรับค่า ส่วนปัจจัยอื่นๆให้เป็นปัจจัยคงที่ ซึ่งเมื่อทำการทดลองเบื้องต้นแล้วปรากฏว่าน้ำที่ค้างอยู่ในแม่พิมพ์นั้นต้องใช้ลมเป่าที่ 4 วินาที จึงจะทำให้น้ำไม่ค้างอยู่ในแม่พิมพ์ในทุกๆ สภาวะการฉีด จึงกำหนดเป็นปัจจัยคงที่อีกตัวหนึ่ง ซึ่งการหล่อลื่นหน้าแม่พิมพ์นั้นทำโดยเครื่องพ่นสารหล่อลื่นแม่พิมพ์ โดยมี 3 ขั้นตอน

1. พ่นลม เพื่อทำความสะอาดหน้าพิมพ์ เอาเศษอะลูมิเนียมออก
2. พ่นน้ำหล่อลื่น เพื่อหล่อลื่นหน้าพิมพ์และลดอุณหภูมิของหน้าพิมพ์ลง
3. พ่นลม เพื่อไล่น้ำหล่อลื่นให้ออกจากหน้าพิมพ์ให้หมด

ดังนั้น การทดลองจะทำการควบคุมและเปลี่ยนเวลาการให้การหล่อลื่นหน้าแม่พิมพ์ และปริมาณน้ำที่หล่อเย็นแม่พิมพ์ แล้วนำชิ้นงานที่ได้จากการฉีดแต่ละสภาวะมาทำการตรวจสอบหาข้อบกพร่อง ซึ่งจะทำการปรับค่าเวลาการพ่นน้ำหล่อลื่น ดังนี้ พ่นลมทำความสะอาด 1 วินาที แล้วพ่นน้ำหล่อลื่นหน้าแม่พิมพ์ 1.5 2 3 4 และ 5 วินาทีตามลำดับ (ส่วนนี้เป็นปัจจัยที่ต้องปรับค่า)และพ่นลมเพื่อไล่น้ำออกจากแม่พิมพ์ 4 วินาที พร้อมทั้งปรับค่าของอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแม่พิมพ์ โดยทำการปรับวาล์วน้ำซึ่งวัดค่าอัตราการไหลในสภาวะต่างๆได้ดังนี้ 6.7 7.2 7.6 และ 8.1 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ ดังนั้นจะมีสภาวะที่ต้องทำการทดลองทั้งหมด 20 สภาวะ โดยแต่ละสภาวะที่ทำการฉีดจะวัดค่าอุณหภูมิหน้าพิมพ์ 3 จุด และทำการฉีดทั้งหมด 15 ครั้งในแต่ละสภาวะ

4.2.2 ทำการฉีดแต่ละสภาวะตามที่ได้ออกแบบการทดลองไว้ ชิ้นงานที่ได้แต่ละสภาวะจะจดหมายเลขไว้

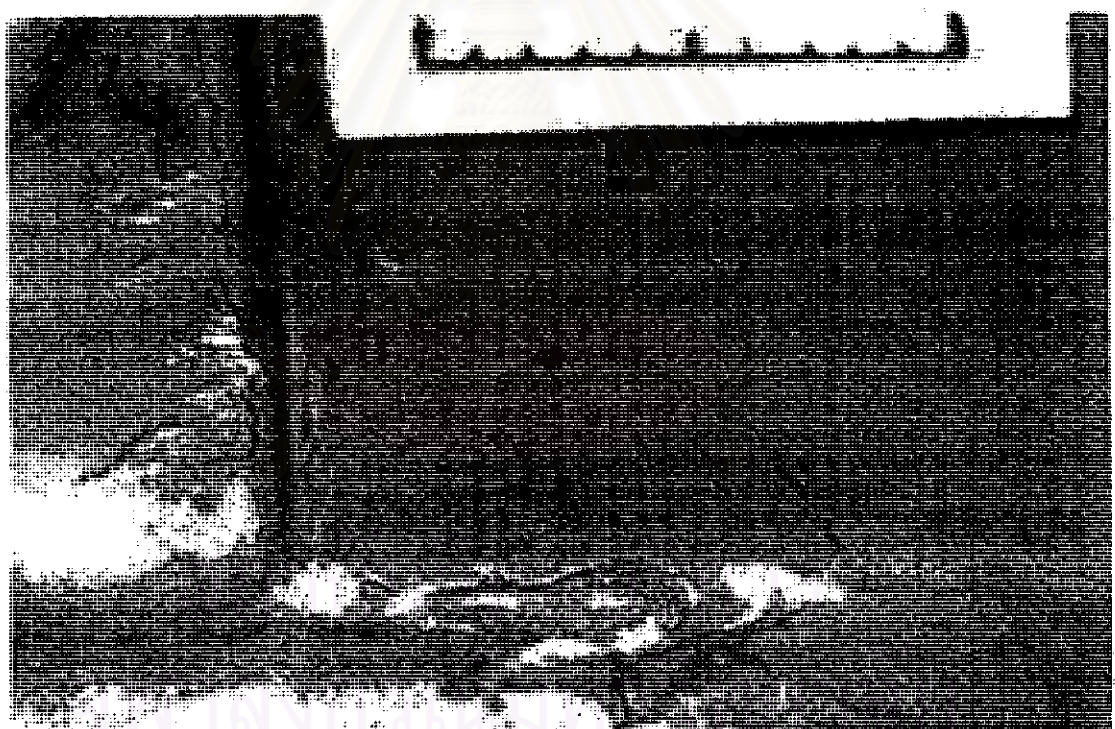
4.2.3 ทำการตรวจสอบคุณภาพผิวงานที่ได้ว่าเกิดข้อบกพร่องที่ชิ้นงานในสภาวะนั้นๆหรือไม่เพื่อที่จะได้นำมาวิเคราะห์ต่อไป โดยระดับคุณภาพผิวแบ่งออกเป็น 4 ระดับดังนี้

ระดับ 1 มีโคลด์ชัต 1 จุด ดังรูปที่4.1

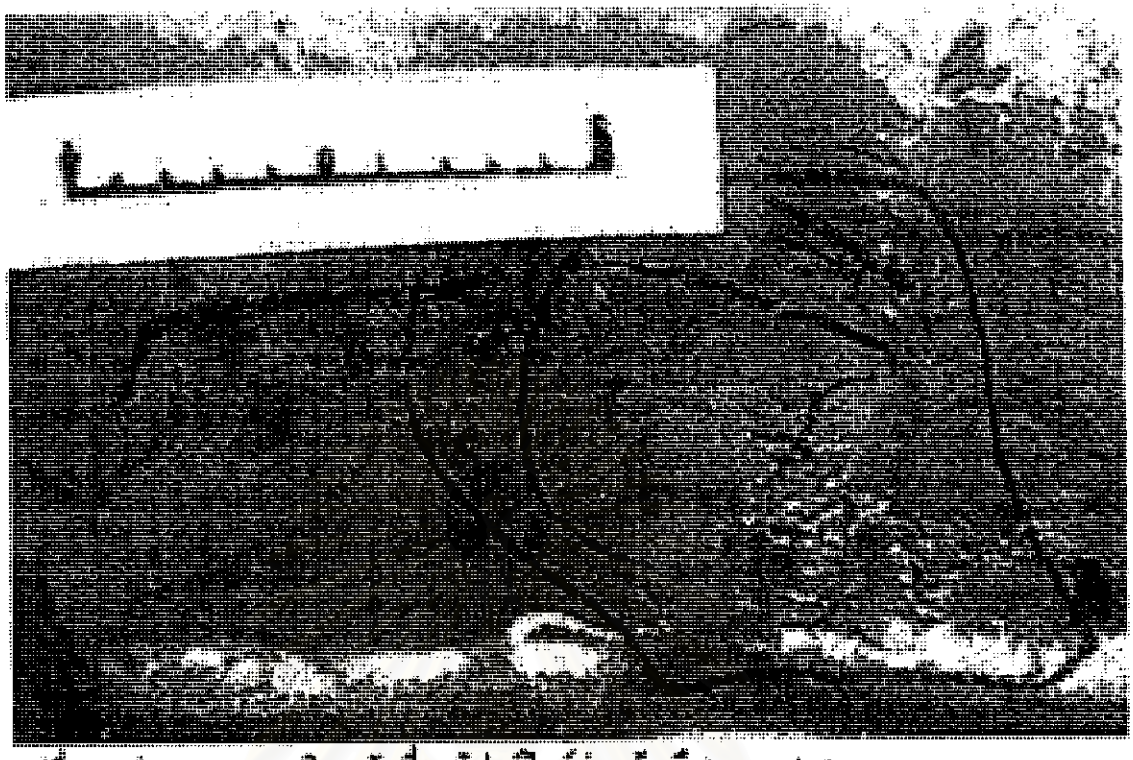
ระดับ 2 มีโฟลว์ไลน์ค่อนข้างลึก 1 จุด(เป็นรอย เป็นกลุ่ม หรือกระจายตัว)หรือ โฟลว์ไลน์มากกว่า 3 จุด ดังรูปที่4.2

ระดับ 3 มีโฟลว์ไลน์ 2-3 จุด แต่ไม่ลึก ดังรูปที่4.3

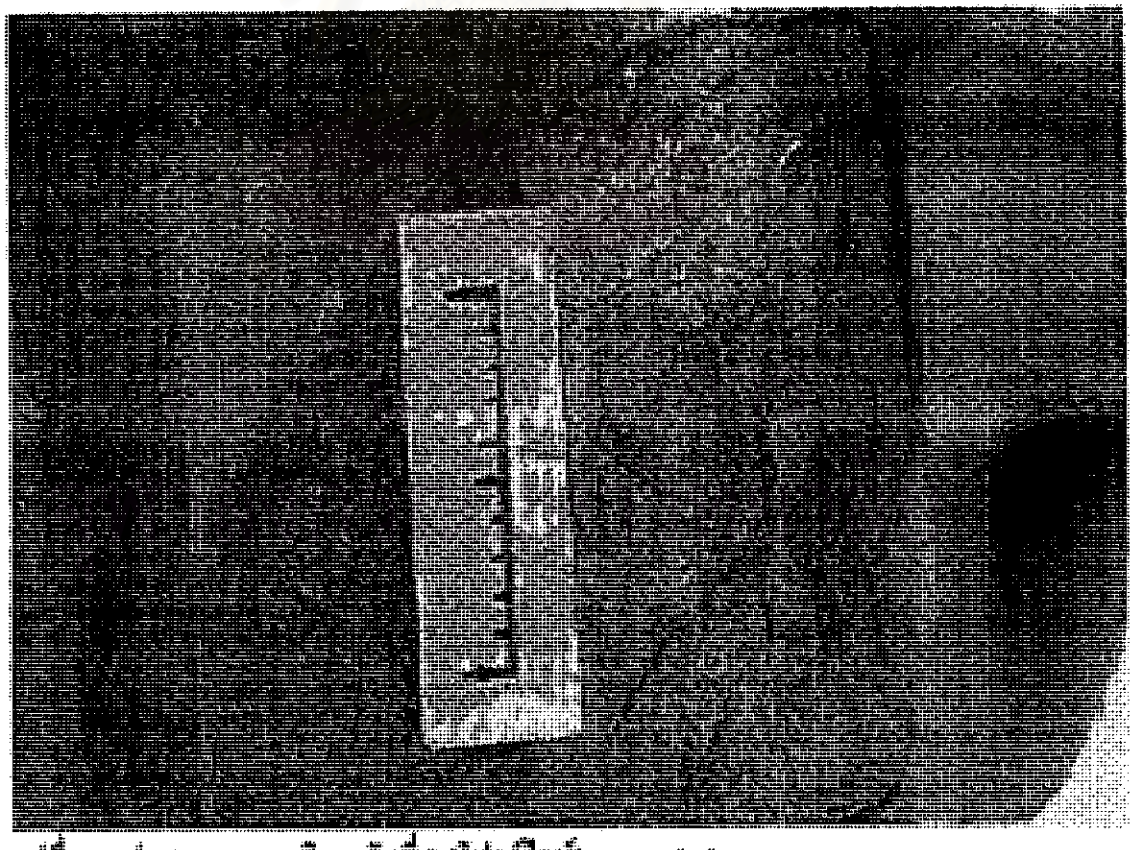
ระดับ 4 ไม่มีโฟลว์ไลน์หรือโคลด์ชัตเลย ดังรูปที่4.4



รูปที่4.1 รูปแสดงคุณภาพผิวระดับที่1 (โคลด์ชัต) scale 1 cm.



รูปที่4.2 รูปแสดงคุณภาพหินระดับที่ 2 (ไฟโรไคล์ค่อนข้างหยาบ) scale 1 cm.



รูปที่4.3 รูปแสดงคุณภาพหินระดับที่ 3 (ไฟโรไคล์) scale 1 cm.

รูปที่ 4.4 รูปแสดงคุณภาพผิวระดับที่ 4 (ไม่มีไฟกวิตบั๊และไดลคีวิต)

ซึ่งคุณภาพผิวระดับที่ 4และ 3 จะสามารถยอมรับสินค้าได้ ส่วนคุณภาพผิวระดับที่ 2 และ 1 ไม่สามารถยอมรับได้ต้องนำกลับไปหลอมใหม่

4.2.4 นำชิ้นงานที่ตรวจสอบระดับคุณภาพผิวทั้ง 4 ระดับไปตัดเพื่อเตรียมผิวชิ้นงาน(โดยศึกษาในบริเวณที่เกิดข้อบกพร่อง)

4.2.5 เตรียมผิวชิ้นงานโดย นำชิ้นงานที่ตัดมาขัดให้เรียบด้วยกระดาษทรายน้ำด้วยกระดาษทรายเบอร์ 200, 600, 800, 1000 และ 1200 ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการขัดด้วยผงเพชรที่มีความละเอียด 3, 1 และ ¼ ไมครอน ตามลำดับ จนชิ้นงานมีความมันวาวเหมือนกระจก จากนั้นนำชิ้นงานไปกัดด้วยกรด HF ความเข้มข้น 0.5%ในน้ำ เพื่อให้สามารถมองเห็นโครงสร้างภายให้กล้องจุลทรรศน์

4.2.6 นำชิ้นงานที่ผ่านการกัดกรดแล้วมาส่องกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้กำลังขยาย 100, 200 และ 500 เท่า เพื่อดูโครงสร้างทางจุลภาคของชิ้นงาน ซึ่งพิจารณาทั้งโครงสร้างโดยรวมและ ขนาดและลักษณะผลึกของโครงสร้างยูเทคติก แล้วถ่ายรูปภาพโครงสร้างที่ได้

4.2.7 นำชิ้นงานในแต่ละสภาวะมาทำการเตรียมชิ้นงาน เพื่อทำการวัดความแข็งของผิวชิ้นงานของแต่ละสภาวะ โดยทำการขัดกระดาษทรายเบอร์ 200 ให้ผิวชิ้นงานเรียบทั้ง 2 ด้าน

4.2.8 ทำการวัดความแข็ง โดยใช้เครื่องวัดความแข็งแบบบริเนล ใช้ลูกบอลมาตรฐานขนาด 2.5 มิลลิเมตร และแรงกด 62.5 กิโลกรัม

4.2.9 นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ และสรุปหาปัจจัยที่มีผลต่อโฟลว์ไกน์และโคลด์ชัต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย