บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

ในงานวิจัยนี้จะ ทำการทดลอง ตรวจสอบพฤติกรรมการหดตัวการตรวจสอบลักษณะโครงสร้างจุลภาคและการทดสอบแรงดึงของวัสดุ โดยมีตัวแปรที่สำคัญคือปริมาณของธาตุบิสมัทในโลหะทองแดงผสม โดยมีรายละเอียดของระเบียบวิธการวิจัยดังนี้

3.1 วัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง

1. เตาหลอมแบบเหนี่ยวนำด้วยไฟฟ้า (Induction Furnace)
2. แบบหล่อแบบ Tatur (Tatur mold)
3. โลหะทองแดงผสม (Cu- 4.5%Sn-7%Zn alloy)
4. ธาตุบิสมัท 99.995%
5. เครื่อง Universal testing machine
6. เครื่องขัด
7. กระดาษทราย
8. กล้องจุลทรรศน์แสง
9. เครื่องชั่งละเอียด
10. เครื่องตัด

3.2 การเตรียมชิ้นงาน

กลุ่มแรกคือ กลุ่มของ Bismuth series โลหะทองแดงผสมที่มีส่วนผสม Cu-4.5%Sn-7%Zn เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักจะถูกนำมาหลอมเหลวโดยเตาแบบเหนี่ยวนำไฟฟ้า ขนาด 50 กิโลกรัม แล้วทำการเติมธาตุ บิสมัทลงไปให้ได้ส่วนผสม 0.5, 1.0 , 2.0 , 3.0 , 5.0 , 7.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และทำการdeoxidation โดยใช้ 0.2% ของ15%P-Cu และทำการเทลงในแบบหล่อทดสอบ 3 แบบด้วยกัน กลุ่มที่สองคือกลุ่ม commercial alloy ถูกหลอมแล้วนำมาเทลงในแบบหล่อเช่นเดียวกันกลุ่มแรก

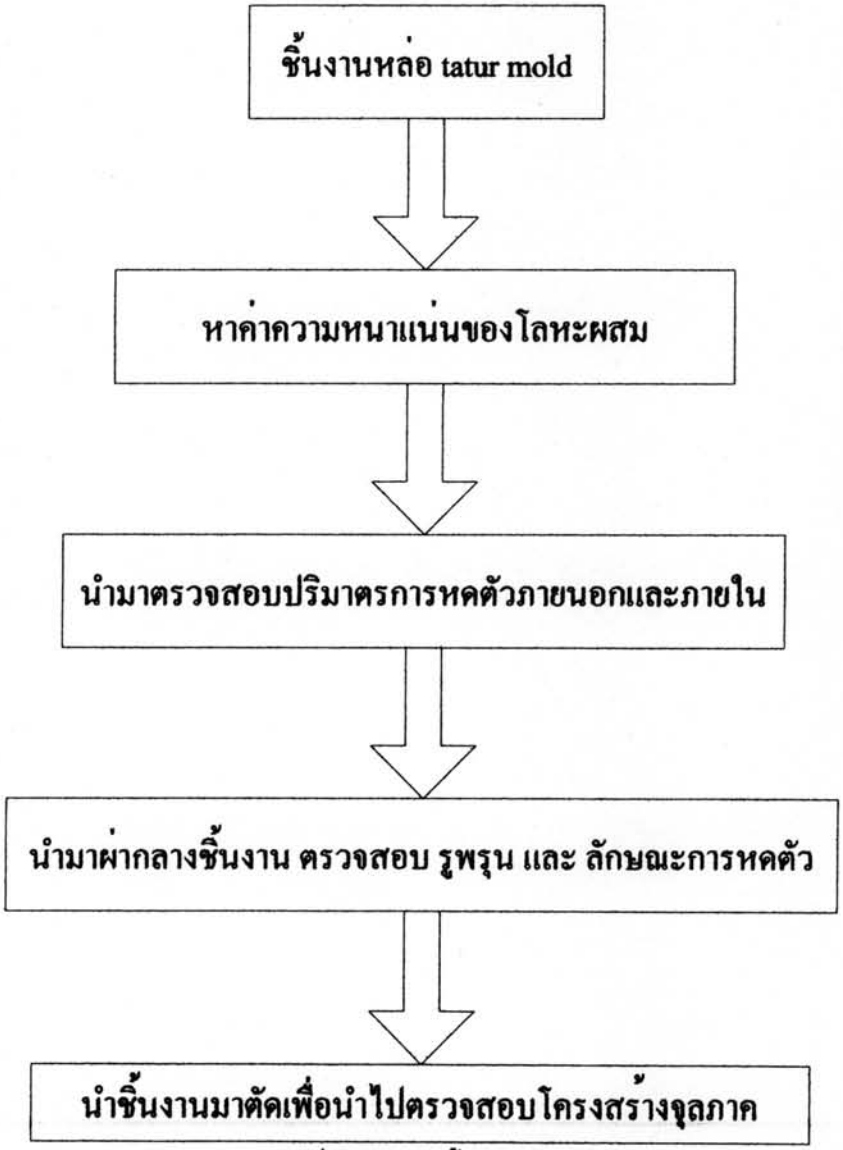
1. แบบ หล่อ Tatur สำหรับทดสอบคุณสมบัติการหดตัว
2. แบบหล่อทดสอบแรงดึงใช้แบบหล่อทราย CO_2 แบบ A และแบบหล่อโลหะ แบบ E ตามมาตรฐาน JIS H5120
3. แบบหล่อทราย CO_2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร สำหรับทดสอบสอบคุณสมบัติการกลึงไสกัดเจาะ

3.3 ขั้นตอนการทดลอง

3.3.1.การตรวจสอบพฤติกรรมการหดตัว

ในการทดสอบ จะใช้ชิ้นงานที่ใช้แบบหล่อ Tatur เนื่องด้วยเป็นแบบหล่อที่มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้เกิดช้อบกพร่องในชิ้น จากการที่ไม่มีระบบรูล้นรูเท เพื่อชดเชยการหดตัวของน้ำโลหะ ในทั้งสามช่วงการหดตัว คือ การหดตัวในช่วงโลหะหลอมเหลวเย็นตัว ในช่วงเกิดการแข็งตัว และช่วงการเย็นตัวของโลหะในช่วงของแข็ง ทำให้เราตรวจพบช้อบกพร่องที่เราจะทำการตรวจวัด คือ ค่าการหดตัวภายนอก (External Shrinkage) การหดตัวภายใน (Internal shrinkage) ที่เราจะแบ่งเป็นสองส่วนคือ Pipe volime และ รูพรุน โดยจะมีขั้นตอนการทดลองดังแสดงในรูปที่ 3.1

ขั้นตอนการทดลองของชิ้นงานตรวจสอบพฤติกรรมการหดตัว และโครงสร้างจุลภาค



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการทำการทดลอง

1) การตรวจหาค่าความหนาแน่นของโลหะผสม

ในการตรวจจะใช้หลักการของอาร์คิมิดิสในการหา โดยใช้การแทนที่น้ำ ดังรูปที่ 3.2 ชิ้นงานจะถูก รั้งไว้ด้วยสาย ให้ลอยอยู่ใน ภาชนะใส่น้ำที่วางบนตาชั่งอีกทีหนึ่ง เราจะตรวจวัด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อชิ้นงานถูกแขวนลอยไว้ในภาชนะบรรจุน้ำ โดยค่าน้ำหนักที่อ่านได้ (W_w) เมื่อนำมาหารด้วยความหนาแน่นของน้ำ ก็คือปริมาตรของวัสดุนั้นเองดังแสดงในสมการที่ 1 และ 2

$$F_b = \rho_f V g = W_w g \quad \text{..... (1)}$$

$$V = \frac{W_w}{\rho_f} \quad \text{..... (2)}$$

F_b = แรงลอยตัว ($Kg.m^2/s$)

ρ_f = ค่าความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3)

V = ปริมาตรของวัสดุ(m^3)

W_w = น้ำหนักของวัสดุในน้ำ (kg)

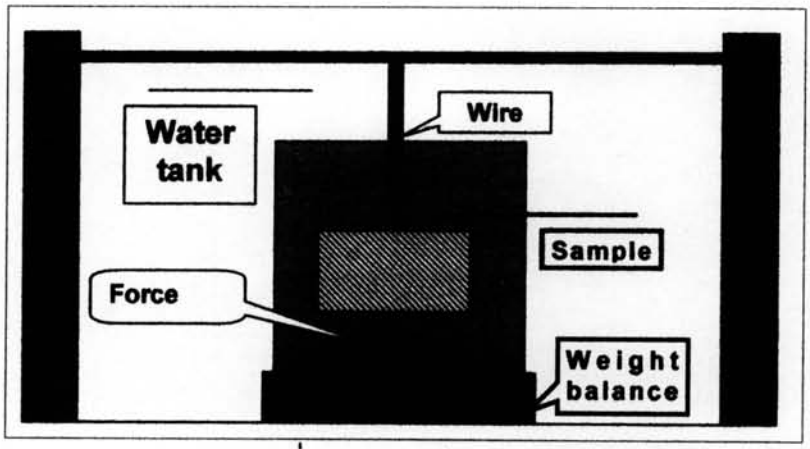
เมื่อเราทราบปริมาตรของวัสดุ และ น้ำหนักของวัสดุ เราก็สามารถหาค่าความหนาแน่นได้จาก อัตราส่วน มวล ต่อปริมาตรดังสมการ

$$\rho = \frac{W_a}{V} \quad \text{..... (3)}$$

Wa = น้ำหนักของวัสดุในอากาศ (g)

V = ปริมาตรของวัสดุ

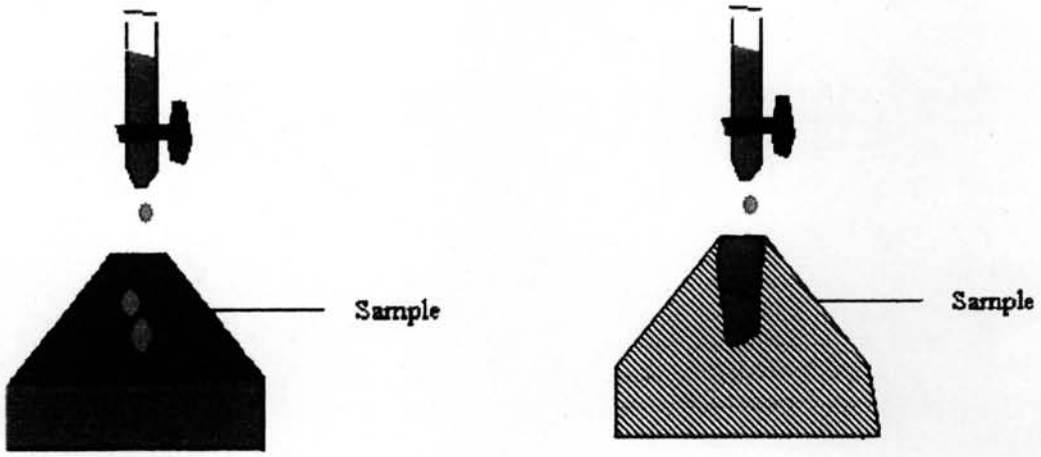
ρ = ความหนาแน่นของวัสดุ



รูปที่ 3.2 แสดงวิธีการหาปริมาตรของวัสดุ

2) ในการตรวจหา ปริมาตร ของ Tatur mold และ การหดตัวภายใน (Pipe volume)

จะทำการตรวจวัดโดยการแทนที่ของน้ำโดยการค่อยหยดน้ำลงไปจนเต็มพื้นที่ แล้วอ่านค่าปริมาณน้ำที่ใช้ไปก็จะได้เป็นค่าของปริมาตร แสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงการหาปริมาตรของ Tatur mold

3. การหาค่าการหดตัวภายนอก (External Shrinkage)

เมื่อเราทราบปริมาตรของชิ้นงาน ของแบบหล่อ และค่าการหดตัวแบบ pipe volume เราก็จะสามารถคำนวณหาค่าการหดตัวภายนอกได้ ดังรูปที่ 3.4

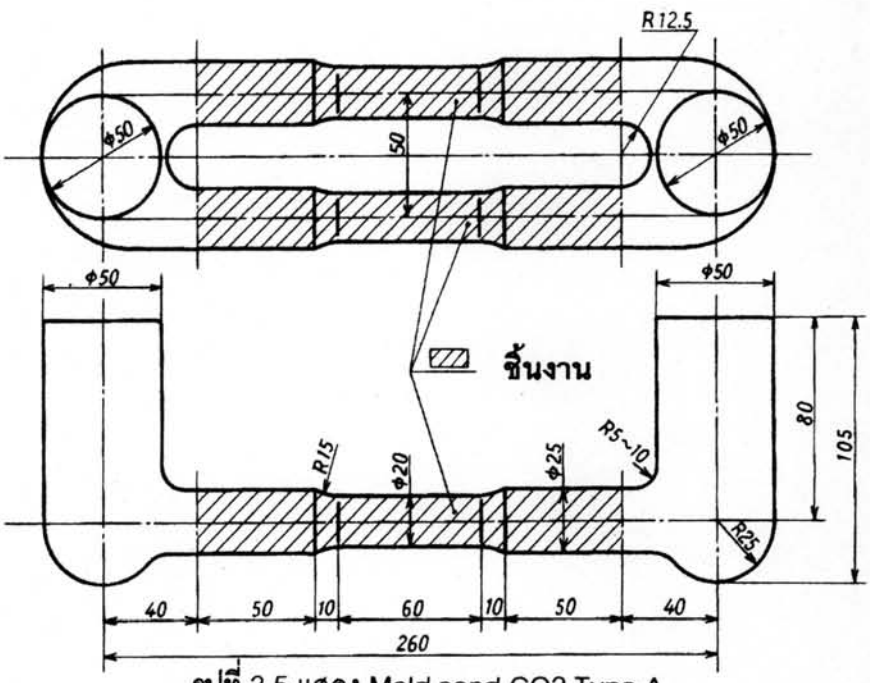
External shrinkage = Mold volume – Pipe volume – Casting volume

รูปที่3.4 แสดงวิธีการหาค่าการหดตัวภายนอก (Pipe volume)

3.3.2.การทดสอบสมบัติเชิงกล

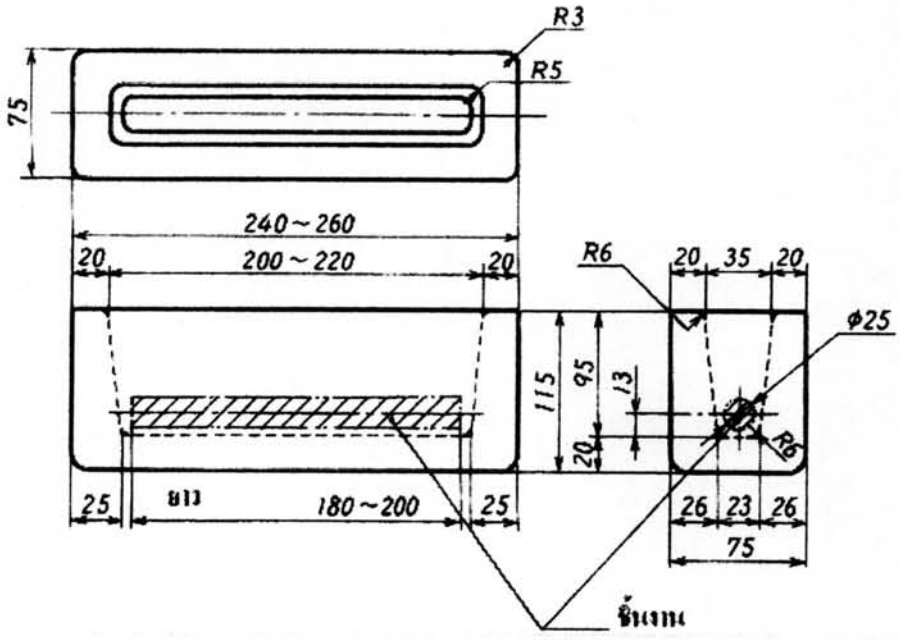
ทำการหล่อชิ้นงานการทดสอบเชิงกล ตามมาตราฐาน JIS H5120โดยใช้ Sand(CO_2) mold type A ดังแสดงในรูปที่ 3.5 และ Metallic mold type E ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ทำการสอบหาค่าความเค้นจุดคราก ค่าความเค้นแรงดึง และเปอร์เซ็นต์การยืดตัว

mm



รูปที่ 3.5 แสดง Mold sand CO2 Type A

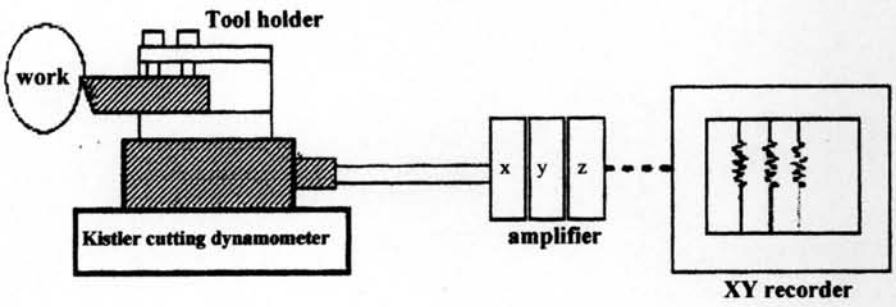
mm



รูปที่ 3.6 แสดง metallic mold type E

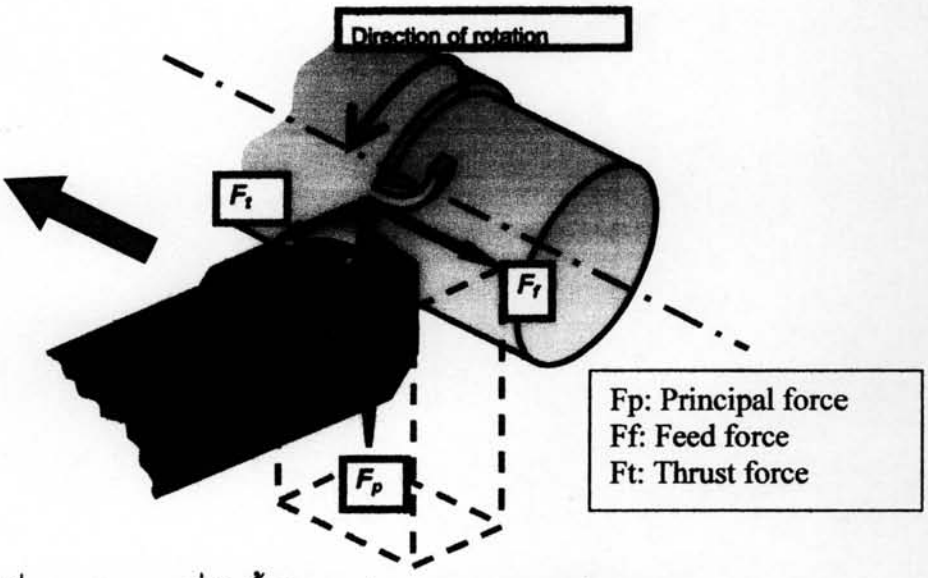
3.3.3 การทดสอบคุณสมบัติกลึงไสกัดเจาะ

นำชิ้นงานที่ได้มาทดสอบหาคุณสมบัติการกลึงไสกัดเจาะด้วยเครื่องและข้อกำหนดดังรูปที่ 3.7 เครื่องจะทำการตรวจวัดแรงที่ใช้เฉลี่ยของแรงสามแนวแกน ดังรูปที่ 3.8



Cutting	100 m/min
Feed per revolution	0.1 mm/rev
Cutting depth	1 mm
Chip	TNMG 160404

รูปที่ 3.7 แสดงภาพเครื่องทดสอบ machinability



รูปที่ 3.8 แสดงแรงที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบหาค่า machinability

เมื่อเรานำค่าที่ได้จากการทดลองมาใส่ในสมการที่ 4 เราจะได้ค่า F ที่เราเรียกว่า Cutting resistance และเราจะหาค่า machinability index โดยใช้สมการที่ 5

$$F = \sqrt{F_t^2 + F_p^2 + F_f^2} \quad \text{..... (4)}$$

$$\text{machinability index} = \frac{F_{Ref}}{F_{Alloy}} \times 100\% \quad \text{..... (5)}$$

F_{Ref} = Cutting resistance of reference ($Kg.m/s^2$)

F_{Alloy} = Cutting resistance of alloy ($Kg.m/s^2$)

3.4 แนวทางการวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองเราจะได้ค่าการหดตัวภายนอกและภายในของวัสดุ รวมไปถึงคุณสมบัติเชิงกล ทุกอย่างจะถูกนำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบกับปริมาณของ บิสมัท ในชิ้นงานเพื่อเปรียบเทียบผลกระทบของปริมาณบิสมัทต่อคุณสมบัติต่างๆ