# บทที่ 4

# การเตรียมโลหะผสมเพื่อเป็นชิ้นงานทดสอบและกระบวนการทางความร้อน

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการผลิตอะลูมิเนียมผสม 7wt%Si ที่หล่อและผสมจากกระป๋องเครื่องดื่ม และการหล่ออะลูมิเนียมหล่อมาตรฐานชนิด A356 การขึ้นรูปเป็นชิ้นงานทดสอบ จากนั้นนำชิ้นงานทดสอบของอะลูมิเนียมทั้งสองชนิดไปผ่านกระบวนการทางความร้อนเพื่อนำไปทดสอบสมบัติทางกลต่อไป

## 4.1 การผลิต Al-7%Si จากกระป๋องเครื่องดื่ม การหล่อ A356 และการขึ้นรูปชิ้นงานทดสอบ

หลอมอะลูมิเนียมกระป๋องเครื่องดื่มและปรับส่วนผสมให้ได้เป็น 7%Si โดยน้ำหนักเพื่อให้ส่วนผสมมีความใกล้เคียงกับอะลูมิเนียมผสมหล่อชนิด A356 หลังจากนั้นนำอะลูมิเนียมผสมทั้งสองชนิดไปหล่อขึ้นรูปอย่างคร่าวๆ โดยใช้แบบหล่อทรายและนำไปกลึงเป็นชิ้นงานทดสอบแรงดึง

4.1.1 การผสมอะลูมิเนียมกระป๋องให้ได้เป็น 7%Si โดยน้ำหนัก

- ตรวจส่วนผสมเดิมของโลหะอะลูมิเนียมผสมจากการหลอมกระป๋องเครื่องดื่มทั้งใบโดยยังไม่เติมส่วนผสมใดๆ อะลูมิเนียมกระป๋องแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนตัวกระป๋องทำจากอะลูมิเนียม Wrought Alloy ชนิด 3xxx มี Mn เป็นธาตุผสมหลัก และส่วนฝาบนทำจากอะลูมิเนียม Wrought Alloy ชนิด 5xxxx มี Mg เป็นธาตุผสมหลัก เมื่อนำมาหลอมรวมกันได้ส่วนผสมแสดงดังตารางที่ 4.1

*ตารางที่4.1 ส่วนผสมของอะลูมิเนียมตั้งต้น ที่ได้จากการหลอมกระป๋องแล้วเทเป็น Ingot*

| ธาตุ | Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Zn | Ti | Cr | Ni |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| %wt | 0.277 | 0.368 | 0.207 | 0.806 | 1.220 | 0.098 | 0.038 | 0.024 | 0.006 |

- เติมธาตุ Si เพื่อเพิ่มให้ได้เป็นอะลูมิเนียมผสม 7%Si โดยน้ำหนัก ด้วยการเติม Master Alloy อะลูมิเนียมผสม 23%Si

*ตารางที่4.2 ส่วนผสมของ Master Alloy Al-23%Si ที่ใช้เติมเพื่อเพิ่มปริมาณ Si ให้เป็น 7%*

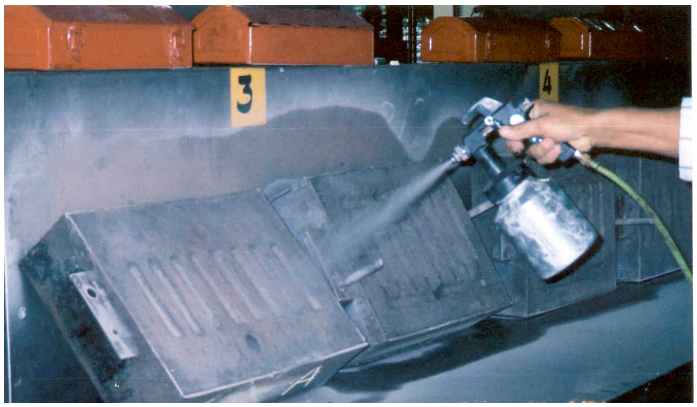
| ธาตุ | Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Zn | Ti | Cr | Ni |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| %wt | 23.346 | 0.752 | 0.073 | 0.058 | 0.101 | 0.057 | 0.040 | 0.016 | 0.017 |

การคำนวณหาปริมาณ Master Alloy ที่ต้องใช้ในการเติมเพื่อให้ได้ส่วนผสมเป็น 7%Si โดยน้ำหนัก คำนวณได้โดยใช้สูตร

$$\frac{(0.277\,wt\%\,Si \times Charge.wt.) + (23.346\,wt\%\,Si \times Masteralloy.wt.)}{(Charge.wt. + Masteralloy.wt.)} = 7\,wt\%\,Si$$

รูปที่4.1 การเตรียมวัตถุดิบก่อนทำการผสมประกอบด้วย Ingot ที่หลอมจากกระป๋องและ Master Alloy แบบแผ่น

รูปที่4.2 การ Preheat วัตถุดิบก่อนใส่ในเบ้าหลอมเพื่อไล่ความชื้น




รูปที่4.3 แบบหล่อทรายที่ใช้ในการหล่อชิ้นงานทดสอบในงานวิจัยนี้

หลังจากเตรียม Master Alloy ตามปริมาณที่เหมาะสมแล้ว นำไปหลอมรวมกับ Ingot อะลูมิเนียมกระป๋องแล้วหล่อเป็นแท่งทรงกระบอกด้วยแบบหล่อทรายเพื่อเตรียมขึ้นรูปเป็นชิ้นงานทดสอบ และชิ้นงานที่ได้มีส่วนผสมทางเคมีดังนี้

*ตารางที่4.3 ส่วนผสม Al-7%Si ที่ผลิตได้จริงและใช้เป็นชิ้นงานทดสอบ*

| ธาตุ | Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Zn | Ti | Cr | Ni |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| %wt | 6.781 | 0.575 | 0.164 | 0.564 | 0.706 | 0.078 | 0.037 | 0.031 | 0.012 |

ปริมาณ Si ที่ได้ประมาณ 6.781% ต่ำกว่า 7% อยู่เล็กน้อยเนื่องจากมีการสูญเสียในระหว่างกระบวนการหล่ออาจมี Si บางส่วนเกิดจากการจับรวมกับสิ่งสกปรกต่างๆเป็นก้อนตะกรัน แต่ยังถือว่าปริมาณของ Si ที่ได้อยู่ในค่าที่ยอมรับได้ และจะขอเรียกโลหะอะลูมิเนียมผสมที่ผลิตได้นี้ว่า Al-7%Si ต่อไปในส่วนอื่นๆของรายงานนี้

4.1.2 การหล่ออะลูมิเนียมผสม A356

- วัสดุอะลูมิเนียมผสม A356 ที่ได้มาในเริ่มต้นอยู่ในรูปของ Ingot จึงได้ทำการตรวจส่วนผสมในเบื้องต้นก่อนว่าตรงตามมาตรฐานหรือไม่ ได้ผลดังแสดง

*ตารางที่4.4 ส่วนผสมของ A356 ตั้งต้น*

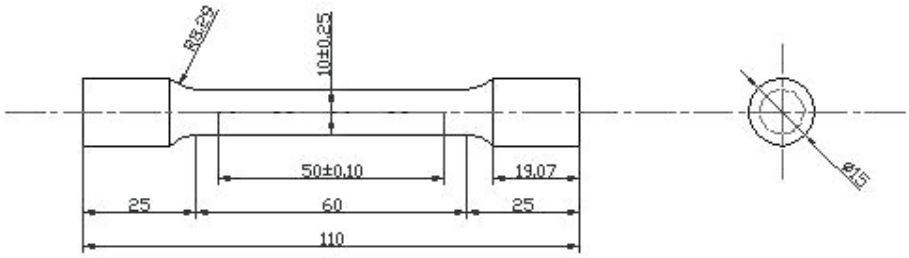
| ธาตุ | Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Zn | Ti | Cr | Ni |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| %wt | 7.574 | 0.163 | 0.055 | 0.012 | 0.293 | 0.017 | 0.108 | 0.019 | 0.003 |

จากผลการตรวจ Ingot วัตถุดิบได้ผลว่าส่วนผสมอยู่ในช่วงมาตรฐานของ A356 จริง จากนั้นนำไปหล่อขึ้นรูปชิ้นงาน และขณะโลหะยังหลอมเหลวมีการเติม Mg เล็กน้อยเพื่อชดเชยกับการสูญเสียจากความร้อน จากนั้นนำชิ้นงานหล่อไปตรวจส่วนผสมทางเคมีอีกครั้งหนึ่งได้ผลดังนี้

*ตารางที่4.5 ส่วนผสมของ A356 หลังจากหล่อขึ้นรูปชิ้นงานจริง*

| ธาตุ | Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Zn | Ti | Cr | Ni |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| %wt | 7.622 | 0.156 | 0.049 | 0.012 | 0.265 | 0.016 | 0.109 | 0.018 | - |

4.1.3 นำแท่งชิ้นงานหล่อของอะลูมิเนียมผสมทั้งสองชนิดไปกลึงขึ้นรูปเป็นชิ้นงานทดสอบแรงดึงตามแบบดังรูปที่4.3 โดยอิงจากมาตรฐาน ASTM B557M




รูปที่4.4 แบบชิ้นงานทดสอบแรงดึง

รูปที่4.5 ชิ้นงานทดสอบแรงดึงที่กลึงเสร็จแล้ว

**4.2 นำชิ้นงานทดสอบไปผ่านกระบวนการทางความร้อนที่สภาวะต่างๆ**

ในการศึกษานี้จะทำการศึกษาถึงผลของตัวแปรในกระบวนการทางความร้อน ได้แก่ อุณหภูมิและเวลาในการบ่มแข็ง ต่อสมบัติการต้านแรงดึงและความแข็งของชิ้นงานทดสอบของวัสดุทั้งสองชนิด และชิ้นงานทดสอบที่ทำการศึกษาคือชิ้นงานที่ผ่านสภาวะศึกษาต่างๆดังนี้

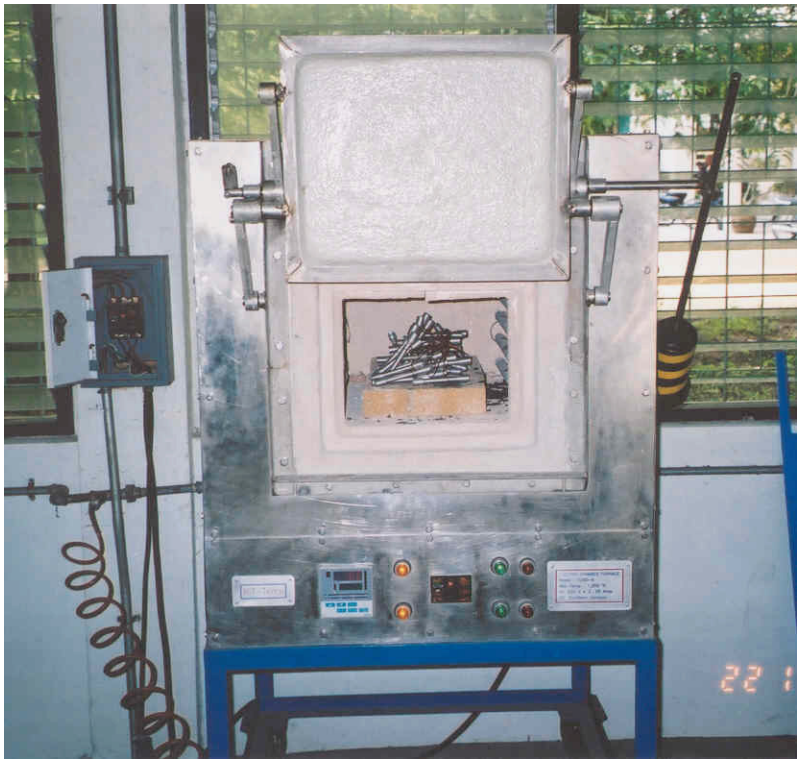
- ไม่ผ่านกระบวนการความร้อนใดเลย
- ผ่านการอบละลายอย่างเดียว
- ผ่านการอบละลายแล้วบ่มแข็งต่อที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ดังนี้

อุณหภูมิบ่มแข็ง 4 ค่า ได้แก่ 120°C, 150°C, 175°C และ 205°C

และแปรค่าเวลาบ่มแข็ง 8 ค่า ได้แก่ 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 และ 16 ชั่วโมง

และจะใช้ชิ้นงานทดสอบ 3 ชิ้นต่อ 1 สภาวะความร้อนทำการศึกษา

ภายหลังจากที่ชิ้นงานผ่านการอบละลาย (Solution Treated) และชุบน้ำ (Quenched) แล้ว ชิ้นงานที่รอเข้ารับการบ่มแข็งเทียม (Artificial Aged) ที่สภาวะต่างๆจะถูกเก็บรักษาไว้ภายในตู้เย็น เพื่อป้องกันการบ่มแข็งเองตามธรรมชาติ (Natural Aging)



รูปที่4.6 นำชิ้นงานทดสอบเข้าอบตามสภาวะต่างๆ