บทที่ 7

สรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุป

ผลการทดลองนำอะลูมิเนียมกระป๋องเครื่องดื่มทั้งใบ ซึ่งตัวกระป๋องทำจาก Wrought Aluminium Alloy ชนิด 3xxx และส่วนฝาบนของกระป๋องทำจากชนิด 5xxx มาหลอมและปรับส่วนผสมเติม Si ผลิตเป็น Al-7%Si เพื่อให้มีสมบัติใกล้เคียงกับอะลูมิเนียมหล่อชนิดมาตรฐาน A356 ปรากฏว่าส่วนผสมของ Al-7%Si ที่ผลิตได้มีปริมาณของธาตุมลทินที่เป็นโลหะหนัก คือ Fe และ Mn อยู่มากกว่าใน A356 มาก โดย Fe ที่มีปริมาณมากนี้ได้มาจากส่วนผสมของ Master Alloy Al-23%Si ที่ใช้เติมเพื่อเพิ่มปริมาณ Si แก่อะลูมิเนียมที่หลอมจากกระป๋องเครื่องดื่มซึ่ง Master Alloy นี้เดิมมี Fe อยู่มากและบางส่วนอาจมาจากเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการหล่อซึ่งทำจากเหล็ก ส่วน Mn ที่มีอยู่มากก็เนื่องมาจากวัตถุดิบคือตัวกระป๋องเองซึ่งทำจากอะลูมิเนียมชนิด 3xxx ซึ่งมี Mn เป็นธาตุผสมหลัก นอกจากนี้ Al-7%Si ที่ผลิตได้ยังมีปริมาณ Mg สูงกว่าในอะลูมิเนียม A356 เนื่องจากส่วนฝาบนของกระป๋องทำมาจากอะลูมิเนียมชนิด 5xxx ซึ่งมี Mg เป็นธาตุผสมหลักนั่นเอง

เมื่อนำมาผลิตเป็นชิ้นงานทดสอบ นำไปผ่านกระบวนการทางความร้อนซึ่งประกอบด้วย กาอบละลายแล้วบ่มแข็งเทียมที่อุณหภูมิต่างๆเป็นระยะเวลาต่างๆกัน แล้วทำการทดสอบแรงดึงและทดสอบความแข็งปรากฏว่า Al-7%Si ที่ผลิตขึ้นนี้สามารถเพิ่มความแข็งแรงและความแข็งขึ้นได้ด้วยกระบวนการทางความร้อนดังกล่าวเช่นเดียวกับอะลูมิเนียมหล่อมาตรฐาน A356 ซึ่งเป็นไปตามกลไกการเพิ่มความแข็งแรงแบบ Precipitation Hardening ของ Mg_2Si

ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของ Al-7%Si มีค่าต่ำกว่าของ A356 และการยืดตัวก็ต่ำกว่าเช่นกันซึ่งถือว่าผิดจากสมมติฐานเนื่องจาก Al-7%Si มีปริมาณ Mg Fe และ Mn อยู่มากกว่าจึงไม่น่าจะมีความแข็งแรงต่ำกว่า แต่ผลการทดสอบความแข็งปรากฏว่า Al-7%Si มีความแข็งสูงกว่าความแข็งของ A356 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

เพื่ออธิบายผลการทดสอบสมบัติทางกลดังกล่าวจึงเลือกชิ้นงานจากอะลูมิเนียมทั้งสองที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนสภาวะต่างๆไปตรวจดูโครงสร้างจุลภาค พบว่าชิ้นงานหล่อที่ยังไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อนใดๆของอะลูมิเนียมทั้งสองมีลักษณะค่อนข้างแตกต่างกัน คือ A356 จะมีโครงสร้างเป็นลักษณะของ Dendrite Cell มี Eutectic Si Particle ขนาดเล็กละเอียดเป็นใยล้อมรอบๆ Cell ส่วนใน Al-7%Si ที่ผลิตได้ก็มีโครงสร้างเป็น Dendrite Cell เช่นกันแต่ Eutectic Si Particle มีลักษณะเป็นรูปเข็มขนาดใหญ่และหยาบกว่าใน A356 มาก

ชิ้นงานจากอะลูมิเนียมทั้งสองเมื่อผ่านการอบละลายมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในลักษณะเดียวกันคือ Si-particle จะเกิดการแตกเป็นชิ้นเล็กๆและมีขอบโค้งมน และมี Intermetallic Phase ปรากฏขึ้นโดย ใน A356 จะพบ Intermetallic Phase เป็นรูปเข็มขนาดเล็ก (β-Needle) สีแวววาวแทรกปะปนอยู่กับ Eutectic Si ส่วนใน Al-7%Si จะพบ Intermetallic Phase สองลักษณะ คือ แบบรูปร่างคล้ายตัวหนังสือจีน (α-Chinese Script) และแบบแผ่นกลมหรือเหลี่ยม (β-Blocky) ซึ่ง Intermetallic แบบ β จะส่งผลให้ความแข็งแรงและการยืดตัวของชิ้นงานลดลง ในขณะที่ Intermetallic แบบ α จะมีผลเสียต่อชิ้นงานน้อยกว่าแบบ β และยังช่วยเพิ่มความเหนียวให้กับชิ้นงาน

Intermetallic Phase β รูปเข็มขนาดเล็กที่พบในโครงสร้างของ A356 มีปริมาณเล็กน้อยจึงไม่ส่งผลเสียต่อความแข็งแรงดึงของ A356 มากนัก ในขณะที่โครงสร้างของ Al-7%Si ที่ผลิตขึ้นแม้จะมีปริมาณ Intermetallic Phase α รูปตัวหนังสือจีนอยู่มากแต่ก็มี Intermetallic β ลักษณะเป็นแผ่นอยู่มากเช่นกันและยังมีขนาดใหญ่จึงส่งผลให้ผลการทดสอบแรงดึงของ Al-7%Si ที่ผลิตขึ้นด้อยกว่า A356 แม้ว่าความแข็งจะสูงกว่า

7.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากอะลูมิเนียม Al-7%Si ที่ผลิตเองจากกระป๋องเครื่องดื่มนั้นมีธาตุโลหะหนักที่ไม่ต้องการคือ Fe ปะปนอยู่ค่อนข้างมาก ซึ่งส่วนใหญ่มาจากเนื้อวัสดุของ Master Alloy Al-Si ที่ใช้เติมในเนื้ออะลูมิเนียมกระป๋องเพื่อเพิ่มปริมาณ Si ให้ได้เป็น 7% นั้นมีส่วนผสมของ Fe อยู่มาก ซึ่งมีผลทำให้โครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานหล่อที่ผลิตได้มีลักษณะแตกต่างจาก A356 ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะลักษณะรูปร่างและขนาดของเฟส Intermetallic ที่พบใน Al-7%Si ที่ผลิตเองมีรูปร่างแตกต่างจากที่พบใน A356 รวมทั้งขนาดใหญ่กว่าและปริมาณที่พบสูงกว่าใน A356 มาก แต่เมื่อได้ทำการทดลองบ่มแข็งแล้วที่อุณหภูมิสูงๆเป็นเวลานานๆก็ปรากฏว่าโครงสร้างจุลภาคของ Al-7%Si ที่ผลิตได้เริ่มมีลักษณะใกล้เคียงกับโครงสร้างจุลภาค A356 มาก แตกต่างกันแค่เฟสของโลหะหนักดังกล่าวเท่านั้น ดังนั้นหากเราสามารถหา Master Alloy ที่นำมาผสมที่มีปริมาณโลหะหนักอยู่น้อยๆหรือไม่มีเลยมาทำการผลิตก็น่าจะทำให้โครงสร้างจุลภาคและสมบัติทางกลต่างๆของอะลูมิเนียมที่ผลิตได้มีความใกล้เคียงกับอะลูมิเนียมหล่อมาตรฐานชนิด A356 ยิ่งขึ้น

2. จากผลการทดสอบแรงดึงปรากฏว่าค่าความแข็งแรงดึงที่ได้จากการทดสอบยังมีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานสำหรับอะลูมิเนียมชนิดดังกล่าว ซึ่งส่วนหนึ่งน่ามีจะสาเหตุเนื่องมาจากปัญหารูพรุนในชิ้นงานหล่อซึ่งยังมีค่อนข้างมาก ดังนั้นหากสามารถแก้ไขปัญหารูพรุนในชิ้นงานหล่อให้ลดลงได้ จะสามารถเพิ่มความแข็งแรงและการยืดตัวให้กับวัสดุได้อีก

3. สมบัติทางกลของ Al-7%Si ที่ผลิตขึ้นยังสามารถปรับปรุงได้ด้วยการปรับโครงสร้างให้มีความละเอียดขึ้น(Grain Refining) โดยการทำโมดิฟิเคชั่น(Modification) ด้วยการเติมธาตุ Na หรือ Sr

ลงไปในน้ำโลหะก่อนเทเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด Eutectic Si ขนาดใหญ่ ซึ่งจะช่วยให้ความแข็งแรงและความเหนียวของอะลูมิเนียมผสมสูงขึ้น