บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความนำ

อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่ถูกนำไปใช้งาน ในงานต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น วัสดุก่อสร้างอาคาร ชิ้นส่วนต่าง ๆ ใน เครื่องจักรและอุปกรณ์ด้านการขนส่ง ชิ้นส่วนอุปกรณ์ในงานไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรม และการบรรจุหีบห่อ ถ้าจะกล่าวถึงปริมาณการใช้งานในประเทศไทยแล้ว พบว่ามีแนวโน้มที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานของอะลูมิเนียมในกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ [1] และกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า

การใช้งานของอะลูมิเนียมนั้นมีหลายสภาพมีทั้งชิ้นงานที่ได้จากการแปรรูปของโลหะแผ่นบาง อัดขึ้นรูป ตีอัดขึ้นรูป และหล่อขึ้นรูป ชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนมักจะขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีการหล่อเพราะง่ายกว่าวิธีอื่น มีขั้นตอนการผลิตน้อย ใช้เวลาน้อยและต้นทุนการผลิตต่ำ อะลูมิเนียมมีคุณลักษณะที่เหมาะสมสำหรับการหล่อขึ้นรูปหลายอย่างเช่น

- ความสามารถในการไหลตัวดี เหมาะในการหล่อชิ้นงานที่มีภาคตัดบาง
- จุดหลอมเหลวต่ำ
- การถ่ายเทความร้อนจากโลหะหลอมเหลวสู่แบบหล่อถ่ายเทได้ดี ใช้เวลาในการแข็งตัวสั้น
- มีปัญหาการแตกร้าวที่อุณหภูมิสูงน้อย
- สามารถควบคุมปัญหาของการละลายไฮโดรเจนในโลหะหลอมเหลวได้
- ผิวงานหล่อดี

อะลูมิเนียมที่เหมาะสมในการหล่อขึ้นรูปประกอบด้วยโลหะผสมกลุ่มต่าง ๆ ดังนี้

2xx.x อะลูมิเนียม - ทองแดง
3xx.x อะลูมิเนียม - ทองแดง - ซิลิคอน
4xx.x อะลูมิเนียม - ซิลิคอน
5xx.x อะลูมิเนียม - แมกนีเซียม
7xx.x อะลูมิเนียม - สังกะสี - แมกนีเซียม
8xx.x อะลูมิเนียม - ดีบุก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.1 ตัวอย่างการใช้งานของโลหะผสมอะลูมิเนียมหล่อ[2]

โลหะผสมเกรด	ตัวอย่างการใช้งาน
100.0	ชิ้นส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้า
201.0	ฝาสูบ ลูกสูบ เฟือง ปั๊ม และโครงสร้างในอากาศยาน
208.0	ใช้งานทั่วไป เช่น เรือนวาล์ว ท่อไอดี และอุปกรณ์ความดัน
222.0	บูช แบริ่ง ลูกสูบรถยนต์ ฝาสูบ
238.0	พื้นเตารีดไฟฟ้า
242.0	ลูกสูบที่ใช้งานหนัก ฝาสูบเครื่องยนต์หล่อเย็นด้วยอากาศ
A242.0	ลูกสูบเครื่องยนต์ดีเซลและอากาศยนต์
B295.0	โครงชุดเฟือง ก้านสูบเครื่องอัดลม
308.0	งานด้วยแม่แบบถาวร ใช้งานทั่วไป เช่น ลูกกรงประดับลวดลาย
319.0	เสื้อสูบเครื่องยนต์ อ่างน้ำมันเครื่อง โครงเครื่องพิมพ์ดีด ชิ้นส่วนเครื่องยนต์
332.0	ลูกสูบรถยนต์ พูลเล่
333.0	ชิ้นส่วนอุปกรณ์การวัดและควบคุมแก๊ส เรือนชุดเฟืองทด ลูกสูบ ชิ้นงานหล่อทั่วไปของรถยนต์
354.0	งานหล่อที่ต้องการความแข็งแรงสูง เช่น อากาศยาน
355.0	ลูกสูบเครื่องอัดลม เสื้อสูบเครื่องยนต์ ใบพัด ระบบฟิตติ้งในอากาศยานส่วนประกอบเครื่องยนต์เจท
A356.0	โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรงสูง เช่น ชิ้นส่วนเครื่องจักร ชิ้นส่วนชัซซีรถบรรทุก
357.0	ชิ้นส่วนใช้ในงานต้านทานการกัดกร่อน และในงานที่มีความดัน
359.0	งานหล่อที่ความแข็งแรงสูงสำหรับอุตสาหกรรมอากาศยาน
360.0	ชิ้นส่วนมอเตอร์ ชิ้นส่วนเครื่องมือวัด และชิ้นงานหล่อในเรือและเครื่องบิน

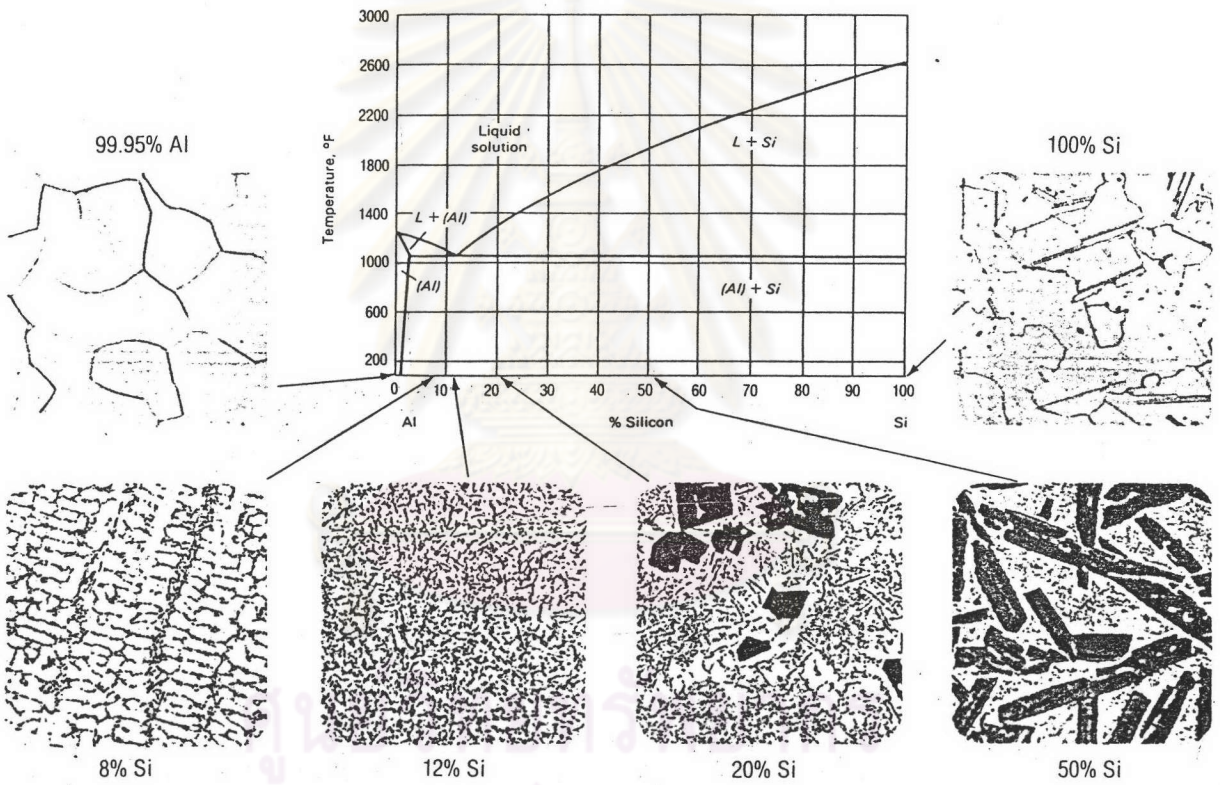
ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

โลหะผสมเกรด	ตัวอย่างการใช้งาน
A360.0	ชิ้นส่วนมอเตอร์ในงานกลางแจ้ง
A380.0	ใช้ในงานความแข็งแรงและอุณหภูมิสูง
384.0	ลูกสูบเครื่องยนต์และอุปกรณ์อื่นที่ใช้งานหนัก เช่น ชุดเฟืองทดอัตโนมัติ
390.0	ลูกสูบเครื่องสันดาปภายใน เสื้อสูบ ท่อไอดี และฝาสูบ
413.0	งานสถาปัตยกรรม อุปกรณ์ใช้งานกับทะเล อุปกรณ์ใช้กับอาหาร
A413.0	อุปกรณ์ทำฟัน โครงเครื่องพิมพ์ดีด
443.0	เครื่องครัว ฟิตติ้งใช้ในทะเล แม่พิมพ์หล่อยาง คาบูเรเตอร์
514.0	ฟิตติ้งในงานเคมีกรรม อุปกรณ์อาหาร แม่พิมพ์หล่อยาง
A514.0	งานสถาปัตยกรรม
520.0	ชิ้นส่วนอุปกรณ์การวัด และอุปกรณ์อื่นที่ต้องการความแม่นยำสูง
A712.0	ใช้งานทั่วไปที่ต้องบัดกรี
713.0	ชิ้นส่วนรถยนต์ ปั๊ม อุปกรณ์เหมืองแร่
850.0	บูช และแบริ่ง สำหรับรถไฟ
A850.0	ตลับลูกปืนและอุปกรณ์ที่ใช้งานคล้ายคลึงกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการใช้งานของอะลูมิเนียมผสมหล่อดังกล่าวในตารางที่ 1.1 และสภาพการใช้งานอะลูมิเนียมผสมหล่อเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลในประเทศไทย มีหลักฐานแสดงว่ามีการใช้ชิ้นงานอะลูมิเนียมผสมหล่อเพื่อรับแรงสลับ (Cyclic load) เช่น เฟือง ลูกสูบ ก้านสูบ ใบพัด ขอบล้อรถยนต์ โช้คอัพ ฯลฯ เหล่านี้ล้วนเป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญต่อการทำงานของเครื่องจักรกลทั้งสิ้น ถ้าชิ้นส่วนเหล่านี้เกิดชำรุดเสียหายอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและร้ายแรงถึงชีวิตได้ ดังนั้นชิ้นส่วนดังกล่าวเหล่านี้จึงควรมีคุณสมบัติในการรับแรงสลับได้ดีนั่นหมายถึงคุณสมบัติความต้านทานการล้า คุณสมบัติความต้านการล้าของชิ้นส่วนขึ้นอยู่

กับปัจจัยหลายด้านแต่ที่สำคัญในสภาพแวดล้อมการทำงานปกติคือด้านกายภาพโดยเฉพาะด้านโครงสร้างจุลภาคของอะลูมิเนียมผสมหล่อ โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงโครงสร้างจุลภาคแล้วความต้านการล้าของอะลูมิเนียมผสมหล่อจะต่ำกว่าอะลูมิเนียมผสมรีด (Wrought Aluminium Alloys)เพราะโครงสร้างจุลภาคของอะลูมิเนียมผสมหล่อไม่เป็นเนื้อเดียวกันเหมือนอะลูมิเนียมผสมรีด รวมทั้งอาจมีข้อบกพร่องปกติที่มักเกิดขึ้นกับกรรมวิธีการหล่อด้วย อะลูมิเนียมผสมหล่อกลุ่ม Al-Cu-Si และกลุ่ม Al-Si เป็นโลหะผสมกลุ่มที่สามารถหล่อให้มีคุณภาพดีกว่ากลุ่มอื่นๆ จึงถูกนำมาใช้งานเป็นจำนวนมาก ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของโลหะผสมกลุ่มนี้คือซิลิคอนเพราะปริมาณของซิลิคอนมีผลต่อโครงสร้างจุลภาคของระบบ Al-Si อย่างเห็นได้ชัดเจนแสดงดังรูปที่ 1.1

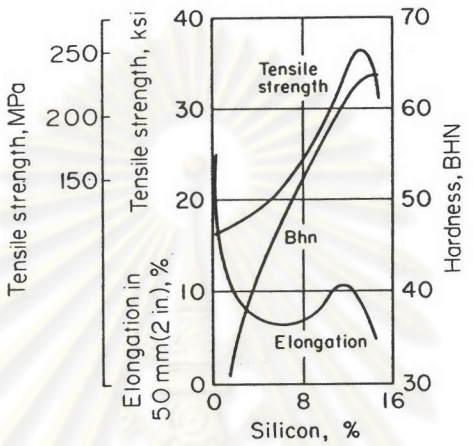


รูปที่ 1.1 แผนภูมิสมดุลย์ของ อะลูมิเนียม-ซิลิคอนและโครงสร้างจุลภาคจากการหล่อที่มีปริมาณซิลิคอนแตกต่างกัน[3]

นอกจากซิลิคอนจะทำให้โครงสร้างจุลภาคเปลี่ยนแปลงและมีผลต่อคุณสมบัติทางกลดังรูปที่ 2 แล้วยังมีผลทำให้คุณสมบัติอื่น ๆ เปลี่ยนแปลงด้วยเช่น ข้อดีในการหล่อคือ ความสามารถในการไหลตัวดีขึ้น ลดอัตราการหดตัวของชิ้นงานหล่อ ข้อดีของการใช้งานของ

ห้องสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานหล่อคือ ความแข็งและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ทนการเสียดสีดีขึ้น สัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนต่ำแต่มีข้อเสียคือ อัตราการยืดตัวและความสามารถต้านการกัดกร่อนลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอะลูมิเนียมบริสุทธิ์ ในการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นถึงผลของโครงสร้างจุลภาคต่อคุณสมบัติการต้านการล้าของอะลูมิเนียมผสม พบว่ามีการศึกษาเป็นจำนวนมาก



รูปที่ 1.2 อิทธิพลของซิลิคอนต่อคุณสมบัติทางกลต่ออะลูมิเนียมผสม[4]

ทั้งในประเด็นการเริ่มเกิดรอยร้าว และการขยายตัวของรอยแตกร้าว แต่ส่วนมากจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับอะลูมิเนียมผสมแบบรีดขึ้นรูปที่มีความแข็งแรงสูง เช่น เกรด 2024 และเกรด 7075 ซึ่งผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณสมบัติด้านความร้อนต่าง ๆ กัน[5,6,7,8] ในส่วนอะลูมิเนียมผสมหล่อมีการศึกษาว่าผลของการปรับโครงสร้างจุลภาค (Modification) สามารถเพิ่มคุณสมบัติความต้านการล้าได้[9] อนึ่งมีรายงานผลการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของปริมาณซิลิคอนต่อความต้านการล้าว่าโลหะผสมกลุ่ม Al-Si ที่มีส่วนประกอบเป็นไฮเปอร์ยูเทคติกมีความต้านการล้าต่ำกว่าไฮโปยูเทคติก[9] เนื่องจากข้อมูลการศึกษาเกี่ยวกับผลของซิลิคอนของอะลูมิเนียมผสมหล่อกลุ่มAl-Siไฮโปยูเทคติกที่มีอยู่น้อยและการใช้งานในขั้นสุดท้ายของชิ้นงานอะลูมิเนียมผสมหล่อในกลุ่มนี้ที่ได้มีการผลิตใช้งานในระดับอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวางแล้วในประเทศ ดังนั้นเพื่อการพัฒนาและประโยชน์การใช้งานสูงสุดของอะลูมิเนียมหล่อ อีกทั้งเป็นการป้องกันอุบัติภัยที่ร้ายแรงอันน่าจะเกิดได้กับการใช้งานโดยไม่ทราบคุณสมบัติที่แท้

จริงของโลหะผสมดังกล่าว จึงควรค่าอย่างยิ่งที่จะศึกษาถึงผลกระทบของปริมาณซิลิคอนต่ออายุการล้ารวมทั้งการวิเคราะห์สาเหตุของการล้าจากสภาพแตกหักของอะลูมิเนียมผสม Al-Si กลุ่มไฮโปยูเทคติกในสภาพหล่อขึ้นรูป จากตัวอย่างที่มีการผลิตเองในระดับอุตสาหกรรมภายในประเทศ ดังมีรายละเอียดในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ความสำคัญ Silicon, Fatigue Life, Al-Si Alloy, Hypoeutectic , Rotating Bending Fatigue.

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลกระทบในการปรับปริมาณซิลิคอนที่มีต่ออายุการล้าของอะลูมิเนียมผสมมาตรฐานอุตสาหกรรมในสภาพหล่อขึ้นรูป

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของโครงสร้างจุลภาคของอะลูมิเนียมผสมดังกล่าว กับลักษณะการแตกจากการล้าแบบ Rotating Bending Fatigue ในขั้นตอนเริ่มเกิดรอยร้าวและการขยายตัวของรอยร้าว

ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาผลกระทบของซิลิคอนต่ออายุการล้าของชิ้นงานอะลูมิเนียมหล่อผสมเกรด JIS AC2B-F และ AC4B-F ซึ่งได้จากการหล่อขึ้นรูปด้วยแบบหล่อโลหะ โดยเปลี่ยนแปลงปริมาณส่วนผสมของซิลิคอนระหว่าง 5-10% 3 ระดับค่าและในช่วงอายุ 10^4 - $3x10^6$ รอบ พร้อมทั้งศึกษาลักษณะผิวของการแตกหักของชิ้นทดสอบและความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างจุลภาคต่อลักษณะการแตกหักแบบล้าของชิ้นทดสอบ

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงผลกระทบของซิลิคอนต่ออายุล้าของอะลูมิเนียมผสมเกรด JIS AC 2B-F และ AC 4B-F

2.ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างจุลภาคของอะลูมิเนียมผสมกับการแตกหักเนื่องจากความล้าของอะลูมิเนียมผสมเกรด JIS AC2B-F และ AC4B-F

3. ผลการศึกษาใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาและการใช้งานของอะลูมิเนียมเกรดดังกล่าว