

การศึกษาสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียม A356 ด้วยวิธีการหล่อแบบกึ่งแข็ง (การกวน) และผ่านกระบวนการทางความร้อน T6

Study the Mechanical Properties of Aluminium Alloy A356 with Semi Solid (Stir Casting) Process and Heat Treatments T6

เกษมศักดิ์ โควิ¹ พีรวัฒน์ ชารีทอง¹ พีรวิทย์ โชคเหมา¹ และภุริพัธ แสนพงษ์¹

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000*

Kasemsak Kowi¹ Peerawat Chareethong¹ Peerawit Chokemorph and Phuriphut Saenpong¹

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology
Isan Khon Kaen Campus

E-mail: my.emotion2525@gmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมบัติทางกลของอลูมิเนียมผสมเกรด A356 ที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบกึ่งแข็ง โดยใช้การกวนที่ความเร็วรอบ 300 500 และ 700 rpm ที่ระยะเวลาการกวน 5 10 และ 15 นาที จากนั้นทำการเทลงแบบหล่ออลูมิเนียมที่อุณหภูมิ 680 องศาเซลเซียส แล้วชุบน้ำที่อุณหภูมิ 580 องศาเซลเซียส จากนั้นจะนำชิ้นงานที่ได้จากการกระบวนการหล่อแบบกวนมาผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 โดยในการทดลองจะอบละลายที่อุณหภูมิ 540 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำการชุบน้ำที่อุณหภูมิห้อง และทำการบ่มที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 16 และ 8 ชั่วโมง จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าที่ความเร็วรอบ 300 rpm และเวลาการกวน 10 นาที ส่งผลให้ค่าความแข็งของอลูมิเนียมเกรดผสม A356 สูงสุด 71.56 HB และมีโครงสร้างจุลภาคเป็นเกรนแบบก่อนกลม ส่วนชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 ผลการทดลองพบว่า การบ่มที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 1 6 และ 8 ชั่วโมง ทำให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเท่ากับ 83.31 91.62 และ 99.52 HB ตามลำดับ ลักษณะโครงสร้างจุลภาคหลังกระบวนการทางความร้อน T6 จะมีลักษณะเป็นแบบก่อนกลมที่มีความสม่ำเสมอมากขึ้น และพบว่าเฟสยูเทคติกมีลักษณะเป็นก่อนกลมมากขึ้น ซึ่งเป็นผลจากเฟสยูเทคติกมีการแพร่กระจายเข้าสู่เนื้ออลูมิเนียมมากขึ้นทำให้เกิดการขัดขวางการเคลื่อนที่ของดิสโลเคชัน ซึ่งเป็นผลทำให้ความแข็งแรงของอลูมิเนียมเกรดผสม A356 เพิ่มขึ้น

คำหลัก การหล่อแบบกึ่งแข็ง กระบวนการทางความร้อน สมบัติทางกล

ABSTRACT

The purpose of this research was to investigate mechanical properties of A356 mixed aluminium alloy which was solidified via semi-solid casting with stirring speed of 300, 500, and 700 rpm for 5, 10, and 15 minutes. After that, it was poured into a die cast aluminium at 680 Celsius and put into the water at 580 Celsius. Then T6 heat treatment was applied with a sheet obtained from stir casting process. In this experiment, solution treatment was used at 540 Celsius for 1 hour. The sheet was put into the water at room temperature and taken into artificial aging treatment at 160 Celsius for 1 6 and 8 hours. The results indicated that the maximum hardness value was 71.56 HB when stirring at 300 rpm for 10 minutes and its microstructure of A356 alloy was globular. For the sheet gathered from the T6 heat treatment, it found that the artificial aging at 160 Celsius for 1 6 and 8 hours provided the hardness values at 83.31 91.62 and 99.52 HB respectively. Its microstructure after applying the T6 heat treatment was more globular. Similarly, the face of eutectic silicon

was more globular because the eutectic silicon was better transmitted into aluminium content. This would impede dislocation motion and increase the hardness value.

Keywords: Semi-Solid, Heat Treatment, Mechanical Properties

1. บทนำ

ในปัจจุบันอลูมิเนียมได้เข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเป็นภาคอุตสาหกรรมหรืองานก่อสร้างสำหรับภาคอุตสาหกรรมใช้อลูมิเนียมในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อสร้างเครื่องยนต์และยังสามารถลดน้ำหนักของรถยนต์เครื่องบินและยังมีการใช้อลูมิเนียมแทนเหล็กในงานก่อสร้างเนื่องจากอลูมิเนียมเป็นธาตุกึ่งโลหะและสามารถใช้แทนโลหะได้และยังมีความสมบัติที่เด่นหลายด้าน เช่น น้ำหนักเบา ต้านทานการกัดกร่อน ทนต่อการสึกหรอ ไม่เป็นสนิมและมีความแข็งแรงสูง จึงเป็นที่นิยมในการใช้งานเป็นอย่างมาก

อลูมิเนียมผสมเกรด A356 นั้นเป็นธาตุผสมจะประกอบด้วยส่วนผสมของธาตุร้อยละโดยน้ำหนัก 7 ของซิลิกอนและร้อยละโดยน้ำหนัก 0.35 แมกนีเซียม โดยซิลิกอนจะมีคุณสมบัติทางความสามารถในการหล่อและแมกนีเซียมจะทำให้อลูมิเนียมชนิดนี้สามารถปฏิบัติการทางความร้อนได้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับงานหล่อซึ่งเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม และในปัจจุบันการขยายตัวของการผลิตอลูมิเนียมยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่อง ทางเราจึงได้ทำการศึกษาและถูกนำมาเป็นหัวข้อในการศึกษาเพื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการนำอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 ที่ผ่านการหล่อแบบกึ่งแข็งและนำน้ำโลหะจากการหล่ออลูมิเนียมผสมเกรด A356 ไปเทลงแม่พิมพ์ของชิ้นงานให้เย็นตัวจากนั้นนำชิ้นงานที่ผ่านการหล่อแบบกึ่งแข็งผ่านกระบวนการทางความร้อนเพื่อสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคที่ดีขึ้น และนำชิ้นงานอลูมิเนียมผสมเกรด A356 ที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนนั้นไปทดสอบสมบัติทางกล เพื่อศึกษาสมบัติทางกลและให้วัสดุที่เหมาะสมกับสภาพงานนั้นๆ หรือเพื่อศึกษาหาความเหนียว ความแข็งแรงและโครงสร้างจุลภาคเพื่อศึกษาให้ทราบถึงสมบัติทางกลและโครงสร้างของอลูมิเนียมผสมเกรด A356 ที่ดีขึ้น [2]

ดังนั้นงานศึกษาสมบัติทางกลของอลูมิเนียมผสมเกรด A356 ที่ผ่านกระบวนการทาง

ความร้อนด้วยการหล่อแบบกึ่งแข็งนี้ จึงเห็นถึงความสำคัญในการมาพัฒนาเพื่อต่อยอดอลูมิเนียมผสมเกรด A356 ให้ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้ในอนาคต และได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงสมบัติทางกลของอลูมิเนียมผสมเกรด A356 โดยใช้กระบวนการทางความร้อนแล้วนำมาทดสอบหาสมบัติทางกลแล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาศึกษาเชิงเปรียบเทียบกับอลูมิเนียมผสมเกรด A356 ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อนเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาอลูมิเนียมผสมเกรด A356 ต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 รศ.ดร.ศิริกุล วิสุทธ์โมธางกูร [1] และคณะได้ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรในกระบวนการทางความร้อนที่มีผลต่อสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียมหล่อแบบอัดกึ่งแข็งของแข็ง A356 โดยกระบวนการที่ใช้ในการเตรียมอลูมิเนียมหล่อแบบกึ่งแข็งโดยกรรมวิธีการอัดขึ้นรูปคือ Gas Induced Semi-Solid Squeezed Gasting (GISS-SC) และกระบวนการทางความร้อนที่ใช้คือ T5 และ T6 โดยกระบวนการ T5 คือนำชิ้นงานไปต้มโดยไม่ได้อบละลาย และกระบวนการ T6 ประกอบด้วยขั้นตอนการอบละลาย (Solution Treatment) ที่อุณหภูมิ 520 องศาเซลเซียส และ 540 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง และผ่านขั้นตอนการอบชุบ Quenching ด้วยการชุบชิ้นทดสอบในน้ำและนำชิ้นทดสอบเหล่านั้นผ่านขั้นตอนการบ่ม (Aging) ด้วยการอบชิ้นทดสอบที่อุณหภูมิ 135 165 องศาเซลเซียส และ 196 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 8 12 และ 16 ชั่วโมง ตามลำดับ ผลการทดสอบจะพบว่า ค่าความแข็งแรงสูงสุดที่ได้มีค่าเท่ากับ 142.40 HB ซึ่งได้จากการอบละลายที่ 540 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และบ่มที่ 135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

2.2 H.Moller [3] และคณะ ได้ศึกษาสมบัติทางกลของอลูมิเนียมผสมเกรด A356 ที่ผ่านกระบวนการหล่อแบบกึ่งแข็ง และกระบวนการทางความร้อนงานวิจัยนี้เป็นการขึ้นรูปด้วย

กระบวนการหล่อแบบกึ่งแข็ง และผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 โดยในการทดลองได้อบละลาย (Solution Treatment) ที่อุณหภูมิ 540 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นตัวในอากาศ จากนั้นนำไปทำการบ่ม (Artificial Aging) ที่ 3 อุณหภูมิ คือ 160 180 และ 190 องศาเซลเซียส และเวลาในการบ่ม 5 ชั่วโมง คือ 30 นาที 1 2 4 และ 6 ชั่วโมง ทั้ง 3 อุณหภูมิ จากการทดลองพบว่า การบ่มที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ให้ค่าความแข็งแรงมากที่สุด

แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากการเตรียมชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองมีอุณหภูมิหน้าโลหะของแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ซึ่งทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบผลการทดลองได้ ทางกลุ่มของเราจึงทำการทดลองโดยการหล่อขึ้นรูปด้วยกระบวนการหล่อแบบกึ่งแข็ง ที่อุณหภูมิระหว่าง 615 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 10 15 นาที ความเร็วรอบคงที่ ที่ 300 500 700 rpm เพื่อดูว่าความเร็วรอบเท่าไร มีคุณสมบัติทางกลที่ดี แล้วนำความเร็วรอบที่ดีที่สุดไปอบละลายที่อุณหภูมิ 540 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการ Aging ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 1 6 8 ชั่วโมง แล้วนำไปศึกษาสมบัติทางกลและตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค เพื่อดูว่าช่วงที่การทำ Heat Treatment เวลาเท่าไร มีคุณสมบัติทางกลที่ดี

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุที่ใช้ในการทดลองในงานวิจัยครั้งนี้คือ อลูมิเนียมผสมเกรด A356 ซึ่งมีส่วนผสมเคมีดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมทางเคมีอลูมิเนียมผสมเกรด A356

วัสดุ	ส่วนผสมเคมี (ร้อยละโดยมวล)						
	Si	Mg	Fe	Ti	Cu	Mn	Zn
A356	6.8	0.3	0.1	0.1	0.0	0.00	0.00
6	9	4	2	2	7	6	5

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 ขั้นตอนการหล่อแบบกึ่งแข็ง

3.2.1.1 ขั้นตอนการหลอมอะลูมิเนียม

โดยเริ่มจากเปิดเตาไฟฟ้าให้ความร้อนแก่เบ้าหลอมเป็นเวลา 15 min หลังจากนั้นนำอลูมิเนียมที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ มีขนาดประมาณ 1 กิโลกรัม ใส่ในเบ้าหลอมโลหะ จนกระทั่งอลูมิเนียมหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 720 องศาเซลเซียส

3.2.1.2 จากนั้นทำการเติมฟลักซ์ที่ร้อยละโดยน้ำหนัก 15 ของน้ำหนักอลูมิเนียม ในการกำจัดสารประกอบออกไซด์หรือขี้ตะกั่ว และในกระบวนการลดแก๊ส หรือฟลักซ์คลุมผิวสำหรับป้องกันการดูดซึมแก๊สหรือเกิดออกไซด์ขึ้น

3.2.1.3 ลดอุณหภูมิของน้ำโลหะอลูมิเนียมหลอมเหลวให้มีอุณหภูมิ 615 องศาเซลเซียส แล้วเริ่มกวนผสมด้วยความเร็วรอบคงที่ 300 500 700 rpm เป็นเวลา 5 10 15 นาที

3.2.1.4 ขั้นตอนการเทหล่อขึ้นรูปชิ้นงาน โดยนำอลูมิเนียมที่ขณะหลอมเหลวที่มีอุณหภูมิ 680 องศาเซลเซียส เทใส่แบบหล่อโลหะรูปทรงกรวยและราง

3.2.1.5 จากนั้นปล่อยให้อุณหภูมิชิ้นงานเท่ากับ 580 องศาเซลเซียส แล้วทำการจุ่มน้ำ



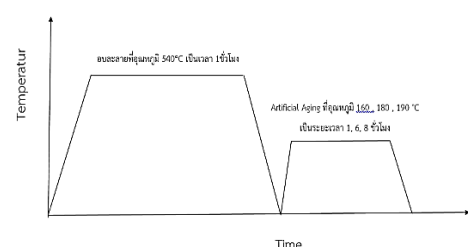
รูปที่ 1 ขั้นตอนการกวนอลูมิเนียม

3.2.2 กระบวนการทางความร้อน T6

3.2.2.1 นำชิ้นงานมาอบละลายที่อุณหภูมิ 540 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในเตาเผาอุณหภูมิต่ำ ปล่อยให้เย็นตัวในอากาศ

3.2.2.2 นำชิ้นงานชุบน้ำที่อุณหภูมิห้องทันที หลังจากเสร็จจากการอบละลาย

3.2.2.3 นำชิ้นงานที่ผ่านการอบละลายไปบ่มแข็งเทียม (Artificial Aging) ในเตาอบอุณหภูมิต่ำ โดยการทำการบ่มที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 6 8 ชั่วโมง

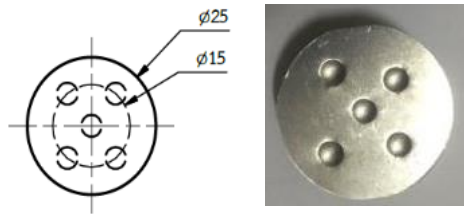


รูปที่ 2 กราฟแสดงกระบวนการทางความร้อน T6

3.3 วิธีการทดสอบสมบัติทางกล

3.3.1 การทดสอบความแข็ง (Hardness)

3.3.1.1 การทดสอบความแข็ง โดยนำชิ้นงานมาตัดให้ได้ขนาดกว้าง 25 มิลลิเมตร ยาว 15 มิลลิเมตร จากนั้นตั้งค่าเครื่องทดสอบ เลือกชนิดการทดสอบความแข็งแบบบริเนลล์



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างชิ้นงานหลังทำการทดสอบความแข็ง

3.3.1.2 การทดสอบการกระแทก (Impact Testing) โดยนำชิ้นงานมาขึ้นรูปให้ได้รูปร่างและขนาดตามมาตรฐาน ASTM E 23 ซึ่งจะใช้การทดสอบการกระแทกแบบชาร์ปี (Charpy Impact Test)

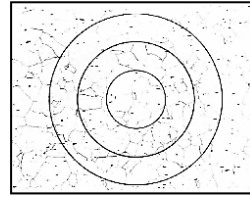


รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างชิ้นงานหลังทำการทดสอบความต้านทานแรงกระแทก

3.4 ขั้นตอน และวิธีการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค

3.4.1 ขัดผิวตัวอย่างชิ้นงานให้เรียบโดยใช้กระดาษทรายตั้งแต่เบอร์หยาบไปจนถึงเบอร์ละเอียด (เบอร์ 100-1200) หลังจากนั้นนำชิ้นงานไปล้างน้ำให้สะอาด ก่อนที่จะนำชิ้นงานไปขัดเงา (Polishing) ด้วยผงอะลูมินา 5 1 0.1 ไมโครเมตร ตามลำดับ

3.4.2 การวัดขนาดเกรนด้วยวิธี Intercept ชิ้นงานทดสอบที่ต้องการวิเคราะห์โครงสร้างในระดับมหภาคหลังจากตรวจสอบโครงสร้างจะนำมาวิเคราะห์และวัดขนาดเกรนด้วยวิธีการวัด Intercept E562 ซึ่งจะมีวงกลม 3 วง ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 79.58 53.05 และ 26.53 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งจะมี ความยาวเส้นรวมเท่ากับ 500 มิลลิเมตร พอดี โดยการวิเคราะห์นี้ทางผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Material Plus แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ตัวอย่างการวัดขนาดเกรน

4. ผลการทดลอง

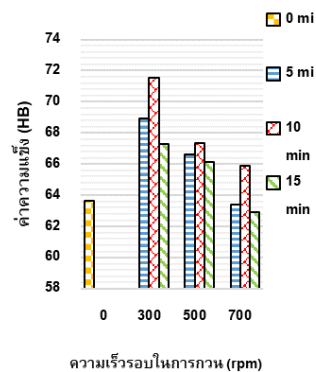
4.1 ผลการศึกษาศักยภาพทางกลและโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียม A356 ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อน

4.1.1 ผลการทดสอบความแข็ง

จากการดำเนินการทดสอบหาค่าความแข็งกับชิ้นงานทดสอบของอลูมิเนียม A356 ด้วยเครื่องทดสอบความแข็ง โดยเลือกใช้การทดสอบความแข็งแบบบริเนลล์ และจากรูปที่ 6 แผนภูมิแสดงผลการทดสอบความแข็ง

พบว่าผลการทดสอบความแข็งของอลูมิเนียม A356 มีความแข็งเฉลี่ยที่ดีที่สุดเท่ากับ 71.56 HB ที่ความเร็วรอบในการกวาด 300 rpm เวลากวาดที่ 10 นาที

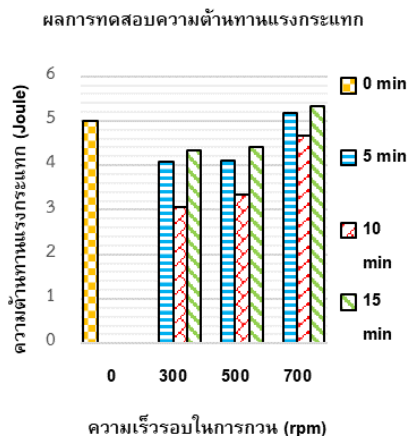
ผลการทดสอบค่าความแข็ง



รูปที่ 6 แผนภูมิแสดงค่าความแข็ง

4.1.2 ผลการทดสอบแรงกระแทก

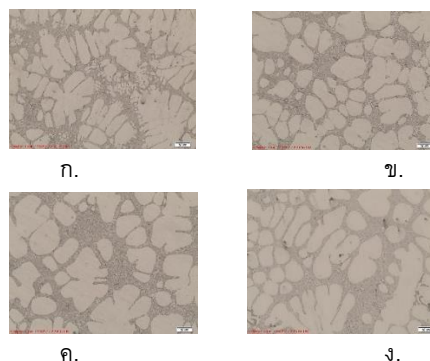
ชิ้นทดสอบมีขนาดตามมาตรฐาน ASTM E 23 ซึ่งจะใช้การทดสอบการกระแทกแบบชาร์ปี (Charpy Impact Test) จากรูปที่ 7 แผนภูมิแสดงผลการทดสอบแรงกระแทก พบว่าผลการทดสอบแรงกระแทกของอลูมิเนียม A356 มีความต้านทานแรงกระแทกเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 5.33 Joule ที่ความเร็วรอบ 700 rpm เวลาอบ 15 นาที



รูปที่ 7 แผนภูมิแสดงค่าความต้านทานแรงกระแทก

4.1.3 ผลการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียม A356

จากการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียม A356 ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง พบว่าชิ้นงานที่ผ่านการหล่อแบบธรรมดา โดยไม่ผ่านการอบ เฟสอลูมิเนียมปฐมภูมิ มีลักษณะโครงสร้างเป็นเดนไดรต์ (Dendrite) ที่มีขนาดใหญ่ รูปร่างคล้ายกิ่งไม้ ส่วนชิ้นงานที่ผ่านการอบ พบว่าการอบด้วยความเร็วรอบที่ 300 500 และ 700 rpm โครงสร้างเฟสอลูมิเนียมปฐมภูมิลักษณะรูปร่างกลม (Globular) เล็กๆ ขนาดเล็ก

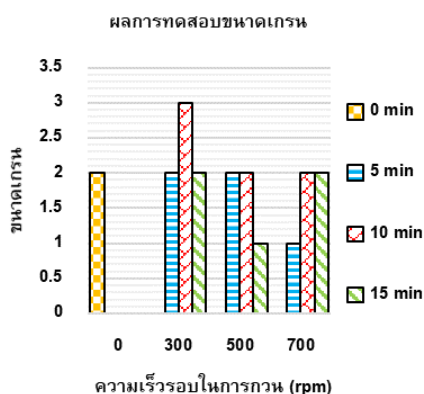


รูปที่ 8 โครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียมผสมเกรด A356 ที่ผ่านการหล่อแบบกึ่งแข็ง

ก. ไม่ผ่านการอบ ข. 300 rpm 10 min
ค. 500 rpm 10 min ง. 700 rpm 10 min

4.1.4 ผลการตรวจสอบขนาดเกรนของอลูมิเนียมผสมเกรด A356

การตรวจสอบขนาดเกรนนั่นเพื่อที่จะตรวจสอบขนาดเกรนของชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการหล่อแบบกึ่งแข็ง โดยการอบที่ความเร็วรอบ 300 500 700 rpm จากรูปที่ 9 ผลการตรวจสอบขนาดเกรนของอลูมิเนียมผสมเกรด A356 พบว่าการอบที่ความเร็วรอบ 300 rpm ที่เวลาอบ 10 นาที พบว่ามีขนาดเกรนละเอียดกว่าที่ความเร็วรอบ 500 700 rpm และที่เวลาอบต่างๆ



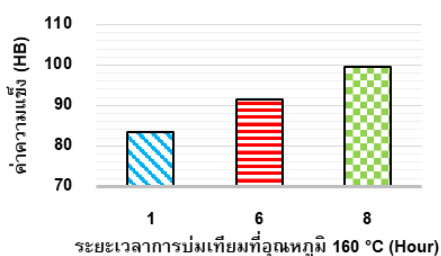
รูปที่ 9 แผนภูมิแสดงขนาดเกรนของอลูมิเนียมผสมเกรด A 356

4.2 ผลการศึกษสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียม A 356 ที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 เป็นการนำอลูมิเนียม A356 ที่ความเร็วรอบ 300 rpm เวลาอบ 10 นาที โดยผ่านการอบ

ละลายที่อุณหภูมิ 540 °C เป็นเวลา 1 hr และบ่มเทียมนที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 6 และ 8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

4.2.1 ผลการทดสอบความแข็ง

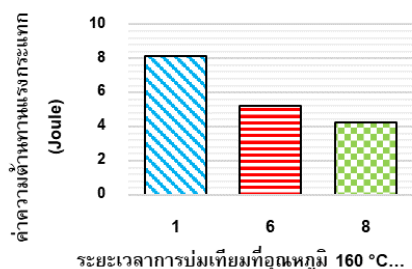
จากรูปที่ 10 แผนภูมิแสดงผลการทดสอบความแข็ง ผลการทดสอบความแข็งของอลูมิเนียม A356 พบว่ามีค่าความแข็งเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 99.52 HB โดยการอบละลายที่อุณหภูมิ 540 องศาเซลเซียส และบ่มเทียมนที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยใช้ความเร็วรอบในการกวน 300 rpm และเวลาในการกวน 10 นาที



รูปที่ 10 แผนภูมิแสดงค่าความแข็งอะลูมิเนียม A356 ที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6

4.2.2 ผลการทดสอบแรงกระแทก

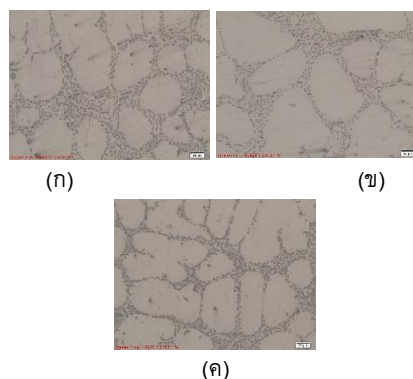
จากรูปที่ 11 ผลการทดสอบแรงกระแทกหลังผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 ผลการทดสอบแรงกระแทกของอลูมิเนียม A356 ที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 พบว่ามีค่าความต้านทานแรงกระแทกเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 8.16 Joule และเวลาในการทำกระบวนการทางความร้อน T6 ที่ให้ค่าความต้านทานแรงกระแทกที่ดีที่สุดคือการบ่มเทียมน 1 ชั่วโมง



รูปที่ 11 แผนภูมิแสดงค่าความต้านทานแรงกระแทก

4.2.3 ผลการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียม A356 ที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6

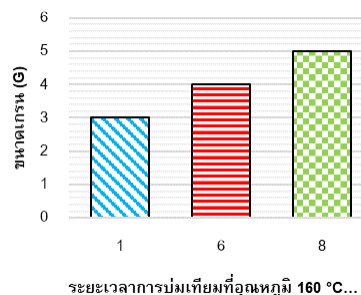
จากการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียม A356 ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง พบว่าชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 มีข้อสังเกตว่า ลักษณะโครงสร้าง เกรนหลังกระบวนการทางความร้อน T6 จะมีลักษณะเป็น แบบก่อนกลมและมีความสม่ำเสมอยิ่งขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชิ้นงานที่ไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6



รูปที่ 12 โครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียมผสมเกรด A356 ที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6
(ก) บ่มเทียมน 1 ชั่วโมง (ข) บ่มเทียมน 6 ชั่วโมง
(ค) บ่มเทียมน 8 ชั่วโมง

4.2.4 ผลการตรวจสอบขนาดเกรนของอลูมิเนียมผสมเกรด A356 ที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6

จากการตรวจสอบขนาดเกรนของชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 พบว่าการบ่มเทียมนที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง มีขนาดเกรนเท่ากับ 5 ซึ่งมีความละเอียดมากกว่า 1 และ 6 ชั่วโมง



รูปที่ 13 แผนภูมิแสดงขนาดเกรนของอลูมิเนียมผสมเกรด A356 ที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน

5. สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผล

จากการดำเนินการศึกษาสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียมผสมแมกนีเซียม A356 ที่ผ่านกระบวนการหล่อแบบกึ่งแข็ง และกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ T6 สามารถสรุปผลการดำเนินโครงการได้ดังนี้

5.1.1 การศึกษาสมบัติทางกลและโครงสร้างของอลูมิเนียมผสมแมกนีเซียม A 356 ที่ผ่านกระบวนการหล่อแบบกึ่งแข็ง ด้วยวิธีการกวน

จากกระบวนการหล่อแบบกึ่งแข็ง โดยใช้การกวนน้ำอลูมิเนียมผสมแมกนีเซียม A356 ที่ความเร็วรอบ 300 500 และ 700 rpm เป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที พบว่าค่าความแข็งที่มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 71.56 HB ซึ่งมีความเร็วรอบ 300 rpm และใช้เวลาในการกวน 10 นาที ด้านโครงสร้างจุลภาค พบว่าการกวนโดยใช้ความเร็วรอบที่แตกต่างกัน ลักษณะเฟส α -Al จะเกิดเป็นโครงสร้างก่อนกลม โดยถูกล้อมรอบด้วยเฟส α - θ

5.1.2 การศึกษาสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียมผสมแมกนีเซียม A356 ที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ T6

จากกระบวนการทางความร้อน T6 โดยทำการอบละลายที่อุณหภูมิ 540 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการชุบน้ำที่อุณหภูมิห้อง แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1, 6 และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าค่าความแข็งมีค่าเท่ากับ 83.31 ± 0.45 91.62 ± 0.30 และ 99.52 ± 0.80 HB ตามลำดับ และค่าความต้านทานแรงกระทำมีค่าเท่ากับ 8 5.5 และ 4 Joule ตามลำดับ ลักษณะของโครงสร้างจุลภาคหลังผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 จะพบว่าเฟส α -Al มีลักษณะเป็นแบบก่อนกลมและมีความสม่ำเสมอยิ่งขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชิ้นงานที่ไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 ส่วน เฟสซิลิกอนจะมีลักษณะกลมมากขึ้น

5.2 อภิปรายผล

จากการดำเนินโครงการครั้งนี้พบว่า ชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการหล่อแบบกึ่งแข็งด้วยวิธีการกวนนั้นมีค่าคุณสมบัติทางกลที่ดีกว่าการหล่อแบบธรรมดา

เนื่องจากการหล่อแบบกึ่งแข็งด้วยวิธีการกวนอลูมิเนียมที่หลอมเหลวจะทำให้เกิดแรงเค้นระหว่างการแข็งตัวจะทำให้โครงสร้างเฟส α -Al จะมีลักษณะเป็นแบบก่อนกลม ทำให้มีสมบัติทางกลที่ดี ซึ่งแตกต่างจากการหล่อแบบธรรมดา โดยการหล่อแบบธรรมดาโครงสร้างเฟส α -Al จะมีลักษณะเป็นแบบกิ่งไม้ (Dendrite) เกิดการแตกหักได้ง่าย ชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 จะมีสมบัติทางกลดีขึ้น ซึ่งค่าความแข็งและค่าความต้านทานแรงกระทำที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 จะมีค่ามากกว่าชิ้นงานที่ยังไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 ลักษณะโครงสร้างเฟส α -Al เป็นก่อนกลมมีความสม่ำเสมอ และเฟสซิลิกอนมีลักษณะกลมซึ่งทำให้เกิดการขัดขวางการเคลื่อนที่ของดิสโลเคชัน ซึ่งเป็นผลให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การหล่อแบบกึ่งแข็งโดยแบบกวนควรใช้ความเร็วรอบที่เหมาะสมในการกวนเพื่อจะทำให้เกรนมีขนาดเล็ก ซึ่งจะทำให้มีสมบัติทางกลที่ดี

5.3.2 จากการศึกษาและทดลองในการหล่ออลูมิเนียมแบบกึ่งแข็ง A356 โดยใช้การกวน และกรรมวิธีทางความร้อน T6 เพื่อหาค่าที่ดี ควรตรวจสอบโครงสร้างทางกายภาพด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM)

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์พีรวิทย์ โชคเหมา และ อาจารย์กฤษพัช แสนพงษ์ ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งกรุณาให้คำแนะนำและถ่ายทอด ความรู้ตลอดจนควบคุมการทำโครงการจนประสบความสำเร็จด้วยดี และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง ผู้ทำโครงการขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิริกุล วิสุทธิ์เมธางกูร, อิทธิพลของตัวแปรในกระบวนการทางความร้อนที่มีผลต่อสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียมหล่อแบบอัดกึ่งของแข็ง A356, 2552
- [2] งานอลูมิเนียม (ออนไลน์), 2559. เข้าถึงได้จาก URL:<http://aluminiumlearning.com> (วันที่สืบค้นข้อมูล 12 กันยายน 2559)
- [3] H. Moller, The T6 heat treatment of Semi-Solid Metal Processed Alloy A356, 2550