

ผลของอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติทางกลในวัสดุผสมอะลูมิเนียม A356

Effects of SiC_p Additions on Microstructure and Mechanical Properties of Aluminium Composite Material A356

จิรจิตกาลพ่องศรี ทิรัญเกิด¹ อรรถชัย จันทะแสง¹ สามารถ ล่ำสมบัติ¹ และอานนท์ ปานเนาวิ¹

Received: June, 2015; Accepted: June, 2015

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมบัติทางกลของอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 ที่เติมด้วยอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ และวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของวัสดุผสมวัสดุที่ใช้เป็นเนื้อพื้นหลักคือ อะลูมิเนียมผสมเกรด A356 และวัสดุที่เป็นวัสดุเสริมแรงคือ อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาดเฉลี่ย 35 65 และ 95 ไมครอนตามลำดับ โดยแต่ละขนาดเฉลี่ยจะถูกเติมในปริมาณ 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก กวนด้วยแรงทางกล 230 รอบต่อนาที จากนั้นจะผ่านรางที่ทำมุมเอียงจากระดับพื้น 45 องศา ไปยังแบบหล่อโลหะพบว่าอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาดเฉลี่ย 65 ไมครอน ปริมาณการเติม 5% มีค่าความแข็งสูงสุด 283 Kp/mm² ขณะที่ค่าความสามารถรับแรงกระแทกมีค่าต่ำสุด 2.9 J และค่าจากการทดสอบแรงดึงพบว่า Yield Strength 139 MPa, Ultimate Tensile Strength 259 MPa และ Elongation 0.61% เมื่อนำไปเทียบกับอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 ที่ไม่ได้เติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์พบว่าสมบัติทางกล เช่น ค่าความแข็ง และค่าแรงดึงสูงสุด มีค่าเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : กระบวนการขึ้นรูปกึ่งแข็ง; อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์; วัสดุผสม

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
E - mail : tonau_metal@hotmail.com

Abstract

This study aims to study effects of SiC_p addition on mechanical properties of composite materials grade A356. Average particle size of SiC_p was 35 65 and 95 μm respectively. Amount of SiC_p addition were 5 10 and 15% wt. In casting process. Aluminium A356 was melt at 720°C . Then, molten metal was pouring on stand at 45° . This step molten metal was stirred at 230 rpm. For the hardness results, in condition of A356 adding 5% wt. and $\text{SiC}_{p, \text{avg}}$ 65 μm was highest (283 kp/mm^2) while Impact strength was lowest (2.9 J). The tensile results show yield strength 139 MPa, Ultimate strength 259 MPa and % elongation. 0.61 due to SiC_p block had dislocation. Therefore, Aluminium A356 with SiC_p can improve mechanical properties compare with A356.

Keywords: Semi-Solid Metal Processing; SiC Particle; Composite Materials

บทนำ

อะลูมิเนียมถือเป็นโลหะชนิดหนึ่งที่ทั่วโลกให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากกระบวนการผลิตสามารถทำได้ง่ายกว่าโลหะที่เป็นเหล็ก เพราะอะลูมิเนียมบริสุทธิ์มีจุดหลอมเหลวต่ำประมาณ 660 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับเหล็กมีจุดหลอมสูงประมาณ 1,600 องศาเซลเซียส มีน้ำหนักเบา ความแข็งแรงต่อหน่วยน้ำหนักสูง และมีต้นทุนด้านการใช้พลังงานในการผลิตที่ต่ำกว่า ดังนั้นจึงนิยมนำอะลูมิเนียมมาทดแทนการใช้โลหะเหล็ก ซึ่งอะลูมิเนียม A356 มีองค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วย ซิลิคอน 6.5 - 7.5% แมกนีเซียม 0.45 - 0.9% ทองแดง ไทเทเนียม 0.2% เหล็ก 0.15% แมงกานีสและสังกะสี 0.1% โดยมีอุณหภูมิเทคติก 567 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังนั้นช่วงของ $T_L - T_S$ มีค่าประมาณ 48 องศาเซลเซียส จึงมีการเย็นตัวแบบ Long Freezing Range หรือเรียกว่าเป็นโลหะกึ่งแข็ง กระบวนการขึ้นรูปกึ่งแข็ง (Semisolid) คือ วัสดุผสมที่เพิ่มความแข็งแรงโดยการกระจายอนุภาค (Dispersion-Strengthened Composites) นี้ อนุภาคจะมีขนาดเล็กมาก อยู่ในช่วงระหว่าง 10 - 100 ไมครอน อนุภาคที่เพิ่มความแข็งแรงเหล่านี้ปกติแล้วจะเป็นโลหะออกไซด์ (Metallic Oxide) ที่กระจายตัวอยู่ในเนื้อพื้น (Matrix) หรือเฟสของวัสดุหลัก (Kittipong, K., 2553) โดยอนุภาคที่กระจายตัวจะไม่มีการยึดเหนี่ยวหรือเชื่อมโยงกับเนื้อพื้น (Matrix) แต่อย่างใด อนุภาคที่กระจายอยู่จะทำหน้าที่ในการขัดขวางการเคลื่อนที่ของดิสโลเคชัน ซึ่งจะช่วยให้วัสดุมีความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้น โดยวัสดุกลุ่มนี้มีข้อดีคือ การนำเอาสมบัติที่ดีของโลหะพื้น (Matrix) มารวมกับวัสดุเสริมแรง (Reinforcement) ทำให้ความต้านทานการเกิดการคืบสูง ความสามารถในการนำความร้อนได้ดี มีค่าความแข็ง (Hardness) และความแข็งแรงดึงสูง (Tensile) ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงสนใจที่จะศึกษาถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับวัสดุผสม และจากการที่ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องนี้เอง ทำให้เกิดความคิดที่ว่า หากทำการผสมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ในเนื้ออะลูมิเนียม A356 เมื่อให้อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC_p) เป็นวัสดุเสริมแรง

ที่กระจายในเนื้ออะลูมิเนียม แต่มีการเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC_p) ในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยจะทำการกระจายอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC_p) ด้วยวิธีการกวนด้วยแรงทางกลคงที่ เพื่อศึกษาถึงสมบัติทางกลในด้านต่าง ๆ เช่น Tensile Test, Impact Test และ Hardness Test เป็นต้น และโครงสร้างจุลภาคหลังกระบวนการเสริมแรงด้วยอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์จากนั้นจะทำการเปรียบเทียบระหว่างอะลูมิเนียม A356 ที่ไม่เติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC_p)

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อทดสอบสมบัติทางกลของอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 ที่เติมด้วยอนุภาคของซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC_p)
2. เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของวัสดุผสมของอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 และอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC_p)
3. เปรียบเทียบสมบัติทางกลระหว่างอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 ก่อนการเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC_p) และหลังเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC_p)

สมมติฐานของการทดลอง

โลหะผสมระหว่างอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 และอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC_p) มีสมบัติทางกลดีกว่าอะลูมิเนียมผสม A356

ขอบเขตของการทดลอง

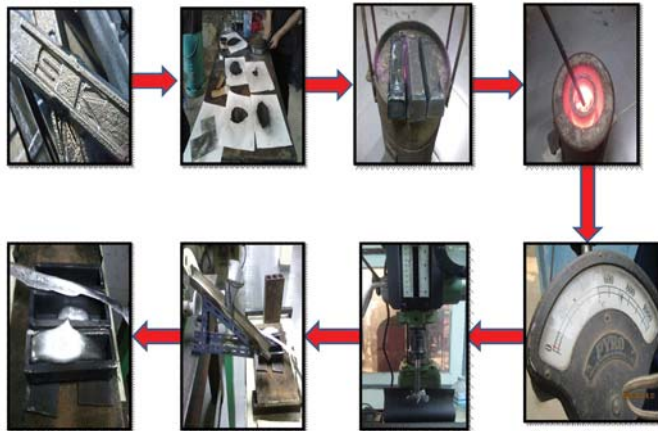
1. วัสดุที่ใช้เป็นโลหะเนื้อพื้น คือ อะลูมิเนียมผสมเกรด A356
2. วัสดุเสริมแรง คือ อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาดเฉลี่ย 35 65 และ 95 ไมครอน
3. ปริมาณการเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ คือ 5 10 และ 15% โดยน้ำหนัก
4. รางเททำมุมเอียงกับระดับพื้น 45 องศา
5. ความเร็วในการกวนอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ในขณะหลอม คือ กวนด้วยแรงทางกล 230 รอบต่อนาที

ขั้นตอนการหลอม

ดำเนินการหลอมอะลูมิเนียมผสม A356 เติมด้วยอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC_p) มีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 1 ดังนี้

1. ตัดอะลูมิเนียม A356 จากนั้นนำอะลูมิเนียมที่ตัดไปชั่งให้ได้น้ำหนัก 600 กรัม
2. นำอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC_p) ท่อด้วยกระดาษฟอยด์
3. ทำการจุดเตา จากนั้นเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC_p) ที่เตรียมไว้ลงในบั่ว

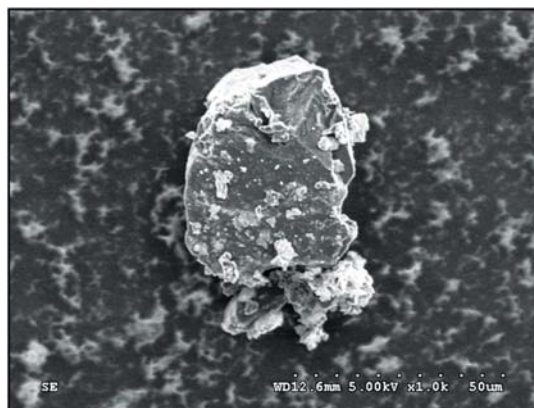
4. นำอะลูมิเนียมที่ขึงไว้ลงในเบ้า ร่อนกว่าอะลูมิเนียมหลอมละลาย
5. วัดอุณหภูมิหน้าอะลูมิเนียมหลอมเหลว
6. ทำการอุ่นแบบที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส
7. นำน้ำอะลูมิเนียมหลอมเหลวที่เติมด้วยอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC_p) ออกจากเตาหลอม
กวนด้วยแรงทางกล 230 รอบต่อนาที
8. วัดอุณหภูมิหน้าอะลูมิเนียมหลอมเหลวก่อนเท แล้วเทน้ำโลหะผ่านรางสู่แบบหล่อ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการหลอม

ผลการทดลองและอภิปรายผล

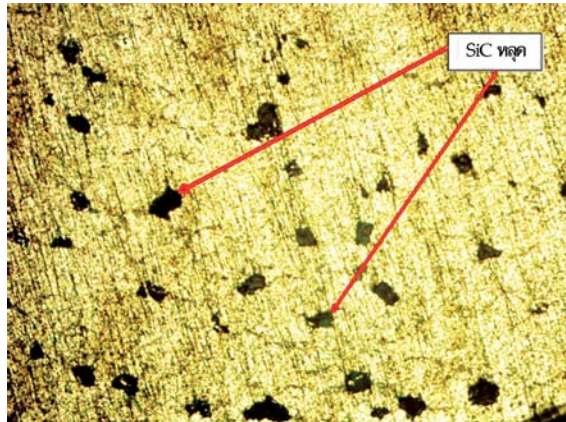
จากการวิเคราะห์ลักษณะพื้นฐานของวัสดุเสริมแรงที่นำมาผสมเติมในเนื้อพื้นอะลูมิเนียม A356 ด้วยกล้อง Scanning Electron Microscope (SEM) กำลังขยาย 1000 เท่า ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลักษณะพื้นฐานของอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์

ลักษณะทั่วไปพบว่าอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ มีลักษณะรูปร่างที่ไม่แน่นอน (Irregular) ส่วนมากพื้นที่บริเวณผิวจะมีลักษณะเป็นมุมเหลี่ยม ซึ่งลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลึกแบบหกเหลี่ยม เป็นโครงสร้างผลึกแบบเฮกซะโกนอล (Hexagonal Crystal)

ลักษณะโครงสร้างจุลภาคของโลหะผสมที่ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสงดังรูปที่ 3



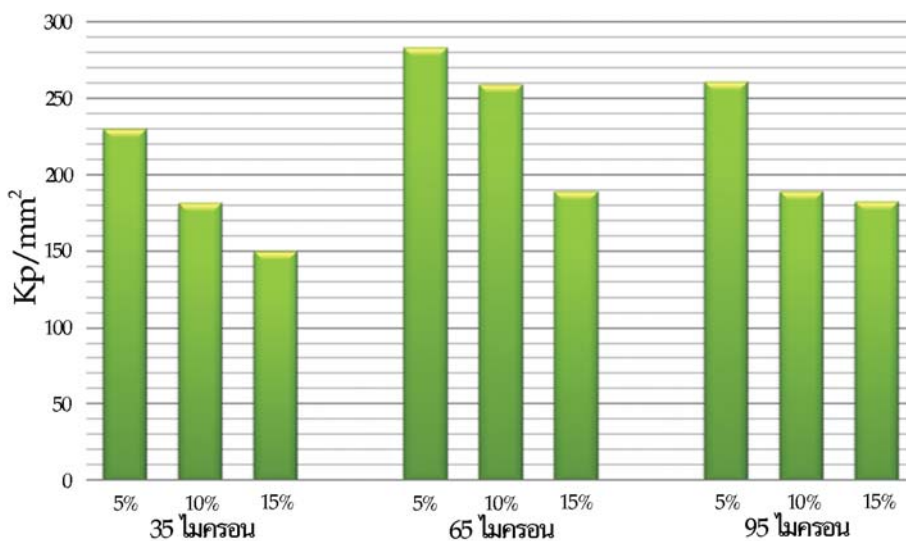
รูปที่ 3 โครงสร้างจุลภาคหลังการหลอม

พบว่าปริมาณอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ในเนื้อพื้นอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 จะเพิ่มขึ้น เมื่อทำการเติมในปริมาณที่มากขึ้น ขณะกวนด้วยแรงทางกลเพื่อให้อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์กระจายตัว จำเป็นต้องนำออกมากวนนอกเตา พบว่าขณะทำการกวนมีอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำในอะลูมิเนียมหลอมเหลว ซึ่งเกิดจากการที่น้ำอะลูมิเนียมหลอมเหลวมีค่าแรงตึงผิวมาก (0.76 N/m) และวัสดุเสริมแรงที่นำมาผสมเดิมเป็นวัสดุกลุ่มเซรามิกที่มีผิวแข็ง และยังมีขนาดเล็กมาก จึงไม่สามารถแทรกผ่านแรงตึงผิวของน้ำอะลูมิเนียมหลอมเหลวที่เกิดขึ้นบริเวณที่ผิวของผิวน้ำในอะลูมิเนียมหลอมเหลวจึงทำให้อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ไม่สามารถเข้าไปในน้ำโลหะอะลูมิเนียมผสมได้คืนัก ผลที่ตามมาคือ อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ ไม่สามารถกระจายทั่วเนื้อพื้นที่ขึ้นงานได้ และจากการเทผ่านรางเทไปยังแบบหล่อพบว่าอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์จะมีปริมาณมากในบริเวณส่วนล่างของชิ้นงาน เนื่องจากความหนาแน่นของอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ (3.2 g/cm^3) จะมีค่ามากกว่าความหนาแน่นของอะลูมิเนียม (2.7 g/cm^3) จากการถ่ายภาพ จึงทำให้พบเห็นอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ส่วนใหญ่จะปรากฏอยู่บริเวณด้านล่างของชิ้นงาน

1. ผลการทดสอบความแข็ง (Hardness Test)

จากรูปที่ 4 พบว่าค่าความแข็งจะมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณการเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ในปริมาณมาก จะส่งผลให้มีปริมาณอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ในเนื้อพื้นอะลูมิเนียมเพิ่มมากขึ้น และเมื่อนำชิ้นงานไปทำการเตรียมผิวก่อนทำการทดสอบปรากฏว่าอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์จะหลุดล่องออกขณะทำการขัดชิ้นงานดังรูปที่ 3 ส่งผลให้มีรูจำนวนมากที่เกิดจากการหลุดออกของซิลิคอนคาร์ไบด์จากเนื้อพื้นอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 เมื่อการวัดค่าความแข็งแบบบริเนลล์ เป็นการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวลูกบอลที่กดลงในเนื้อพื้นอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 จึงสามารถกล่าวได้ว่าจากการเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ในปริมาณมาก เมื่อทำการ

เตรียมผิวโดยการขัดชิ้นงาน จะมีอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์หลุดออก ทำให้เกิดรูของซิลิคอนคาร์ไบด์เดิม เมื่อหัวกลบอลลทำการกดลงบนชิ้นงานที่มีรูอยู่แล้วทำให้หัวกดมีความสามารถที่จะกดได้ง่ายขึ้น ทำให้พื้นที่เส้นผ่านศูนย์กลางกลบอบลมีมากขึ้น เมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวกดไปค่านวล จึงเป็นผลให้ค่าความแข็งของชิ้นงานที่เติมด้วยอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ในปริมาณมาก มีค่าความแข็งลดต่ำลง ดังนั้น หากทำให้อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ยึดติดกับเนื้อพื้นอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 ได้ อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์จะสามารถเพิ่มความแข็งให้สูงขึ้นได้ เนื่องจากอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์เป็นเซรามิกและมีค่าความแข็งมากกว่าโลหะพื้น ซึ่งทำให้ชิ้นงานมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น (Kim, H. S., 2000)

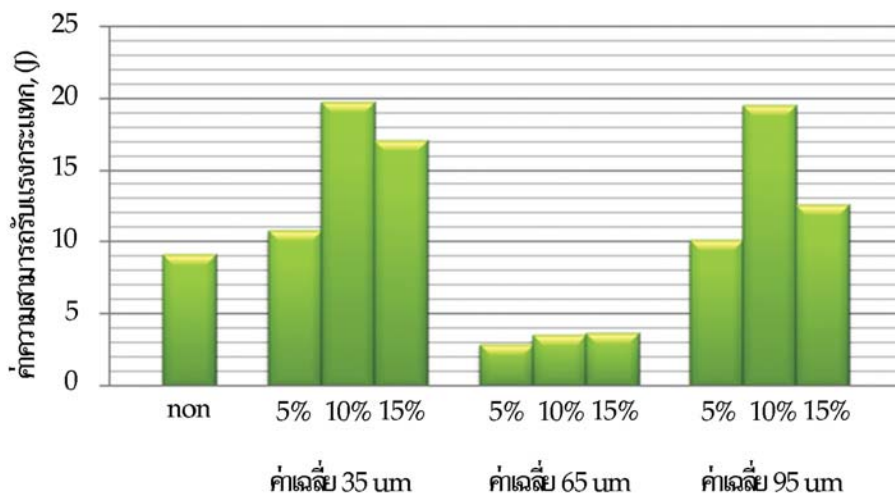


รูปที่ 4 ค่าความแข็งแบบบริเนลล์ของวัสดุผสม

พบว่าค่าความแข็งจะมีแนวโน้มลดต่ำลงตามปริมาณการเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ในปริมาณมาก จะส่งผลให้มีปริมาณอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ในเนื้อพื้นอะลูมิเนียมเพิ่มมากขึ้น และเมื่อนำชิ้นงานไปทำการเตรียมผิวก่อนทำการทดสอบ ปรากฏว่าอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์จะหลุดล่องออกขณะทำการขัดชิ้นงานดังรูปที่ 3 ส่งผลให้มีรูจำนวนมากที่เกิดจากการหลุดออกของซิลิคอนคาร์ไบด์จากเนื้อพื้นอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 เมื่อการวัดค่าความแข็งแบบบริเนลล์ เป็นการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวกลบอบลที่กดลงในเนื้อพื้นอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 จึงสามารถกล่าวได้ว่าจากการเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ในปริมาณมาก เมื่อทำการเตรียมผิวโดยการขัดชิ้นงาน จะมีอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์หลุดออก ทำให้เกิดรูของซิลิคอนคาร์ไบด์เดิม เมื่อหัวกลบอบลทำการกดลงบนชิ้นงานที่มีรูอยู่แล้วทำให้หัวกดมีความสามารถที่จะกดได้ง่ายขึ้น ทำให้พื้นที่เส้นผ่านศูนย์กลางกลบอบลมีมากขึ้น เมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวกดไปค่านวล จึงเป็นผลให้ค่าความแข็งของชิ้นงานที่เติมด้วยอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ในปริมาณมาก มีค่าความแข็งลดต่ำลง ดังนั้น หากทำให้อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ยึดติดกับเนื้อพื้นอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 ได้ อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์จะสามารถเพิ่มความแข็งให้สูงขึ้นได้ เนื่องจากอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์เป็นเซรามิกและมีค่าความแข็งมากกว่าโลหะพื้น ซึ่งทำให้ชิ้นงานมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น (Kim, H. S., 2000)

2. ผลการทดสอบความสามารถรับแรงกระแทก (Impact Test)

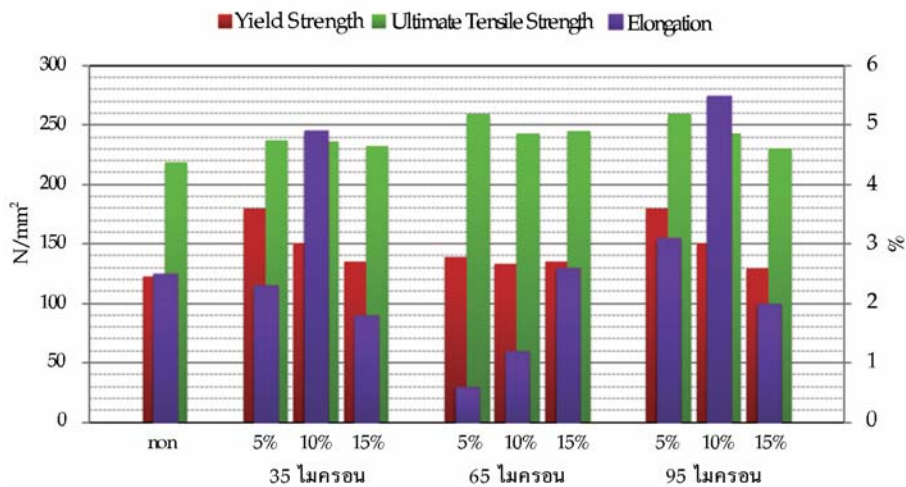
จากรูปที่ 5 พบว่าเมื่อเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาดเฉลี่ย 35 65 และ 95 ไมครอน ตามลำดับ ในเนื้อพื้นอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 พบว่าที่ค่าเฉลี่ย 35 และ 95 ไมครอน มีค่าความสามารถในการรับแรงกระแทกสูงกว่าก่อนทำการเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ แต่ในทางตรงข้ามเมื่อเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาดเฉลี่ย 65 ไมครอน ในเนื้อพื้นอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 พบว่ามีค่าความสามารถในการรับแรงกระแทกต่ำกว่าก่อนทำการเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ เป็นผลมาจากการที่อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์แทรกในเนื้อพื้นอะลูมิเนียมผสมเกรด A356 ซึ่งอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์จะช่วยขัดขวางการเคลื่อนที่ของแนวคิสโลเคชัน (Singla, M. et al., 2009) และขอบเกรนขณะโลหะผสมชนิดนี้ได้รับแรงได้เป็นอย่างดี จึงทำให้โลหะมีค่าความแข็งแรง ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบค่าความแข็ง (Hardness Test) โดยพบว่าที่ปริมาณการเติมอนุภาคขนาดเฉลี่ย 65 ไมครอน มีค่าความแข็งสูงสุด และยังพบว่าค่าความสามารถรับแรงกระแทกมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเติมในปริมาณมากขึ้น และจากการทดลองยังพบว่าที่อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาดเฉลี่ย 35 และ 95 ไมครอน ที่มีปริมาณการเติม 5 10 และ 15% โดยน้ำหนัก พบว่าที่ปริมาณการเติม 10% โดยน้ำหนัก จะมีค่าความสามารถรับแรงกระแทกสูงสุด ในขณะที่ปริมาณการเติม 15 และ 5% โดยน้ำหนัก จะมีค่าความสามารถรับแรงกระแทกต่ำลง ตามลำดับ เนื่องจากสมบัติทางกลของวัสดุผสมจะขึ้นอยู่กับปริมาณการเติมและขนาดของอนุภาคที่นำมาผสมเติมจึงกล่าวได้ว่า ที่อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาดเฉลี่ย 35 และ 95 ไมครอน ที่มีปริมาณการเติม 15% และ 5% โดยน้ำหนัก มีความสามารถในการขัดขวางการเคลื่อนที่ของคิสโลเคชันได้น้อยกว่าการเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาดเฉลี่ย 65 ไมครอน



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบสมบัติทางกล ความสามารถรับแรงกระแทก

3. การทดสอบความเค้นแรงดึง (Tensile Test)

จากรูปที่ 6 จากการทดสอบแรงดึงพบว่า เมื่อเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาดเฉลี่ย 35 และ 95 ไมครอน พบว่าค่า Yield Strength และ Ultimate Tensile Strength จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีปริมาณการเติมที่มากขึ้น แต่กับพบว่าค่า Elongation มากสุดอยู่ที่ 10% โดยน้ำหนัก ซึ่งค่าทั้งสองจะสอดคล้องกับค่าทดสอบการรับแรงกระแทก ขณะที่เติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาดเฉลี่ย 65 ไมครอน กลับมีค่า Yield Strength ต่ำสุดและมีค่าใกล้เคียงกัน แต่มีค่า Ultimate Tensile Strength สูงกว่า การเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาดเฉลี่ย 35 และ 95 ไมครอน และพบว่าค่า Elongation จะมีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการเติมอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาดเฉลี่ย 35 และ 95 ไมครอน และค่า Elongation จะแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อมีปริมาณการเติมเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับค่าความสามารถในการรับแรงกระแทกที่เติมด้วยอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาดเฉลี่ย 65 ไมครอน



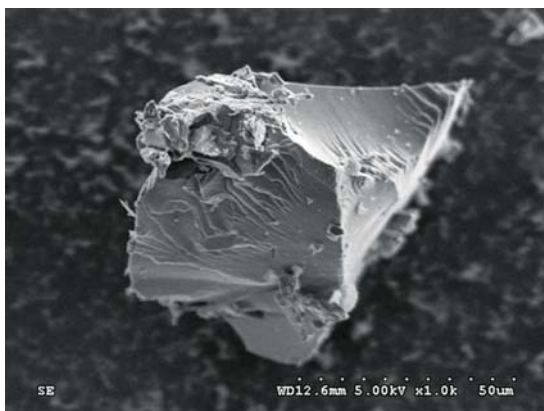
รูปที่ 6 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบสมบัติทางกล Tension test

ผลการวิเคราะห์ด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด



รูปที่ 7 ลักษณะตำแหน่งที่ซิลิคอนคาร์ไบด์หลุดออกจากเนื้อพื้นอะลูมิเนียม

จากรูปที่ 7 พบว่ารูที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะรูปร่างที่ไม่แน่นอน (Irregular) เนื่องจากลักษณะผิวของซิลิคอนคาร์ไบด์จะมีแฉกเหลี่ยมดังรูปที่ 8 ภายหลังจากที่อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์หลุดออกทำให้พบเห็นลักษณะของรูที่เกิดขึ้นนี้ คงรูปร่างพื้นผิวเดิมของอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์เอาไว้อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์จะหลุดล่องออกขณะทำการขัดชิ้นงาน เนื่องจากอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ที่เดิมไม่มีการเตรียมผิวหรือมีการเป็ยกผิวต่ำ (Hashim, J. et al., 2001)



รูปที่ 8 ลักษณะรูปร่างอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์

สรุปผลการทดลอง

1. มีอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ลอยบนผิวน้ำนำโลหะขณะทำการกวาดด้วยแรงทางกล จึงไม่สามารถเข้าไปในน้ำโลหะอะลูมิเนียมผสม
2. อนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์จะหลุดล่องออกขณะทำการขัดชิ้นงาน เนื่องจากอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ที่เดิมไม่มีการเตรียมผิวหรือมีการเป็ยกผิวต่ำ
3. ค่าสมบัติทางกลขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของขนาดอนุภาคและปริมาณที่เติม เนื่องจากอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์จะช่วยขัดขวางการเคลื่อนที่ของแนวคิสโลเคชันและขอบเกรน ขณะโลหะผสมชนิดนี้ได้รับแรงได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามการที่ขนาดอนุภาคใหญ่เกินไปก็ส่งผลทางด้านลบต่อสมบัติทางกล

ข้อเสนอแนะ

1. ควรควบคุมขนาดอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์
2. เพื่อให้อนุภาคยึดติดกับเนื้อพื้นอะลูมิเนียมควรมีการเตรียมผิวอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ก่อนผสมเดิม
3. ควรควบคุมช่วงอุณหภูมิที่แข็ง มุมเทของราง และระยะเวลาในการกวาด

References

- Kittipong, K. (2553). *The Science and Engineering of Materials*. Bangkok : cengage learning (Thailand)
- Kitsana, P. (2552). *Study on SiC distribution in Al Alloy grade A356 by seme-solid casting*. Master thesis in materials technology. School of Energy, Environment and Materials. King Mongkut'S University of technology Thonburi.
- Kim, H. S. (2000). On the rule of mixtures for the hardness of particle reinforced composites. *Materials Science and Engineering: A*. Vol. 289. Issue 1. pp. 30-33
- Singla, M., Dwivedi, D. D., Singh, L. and Chawla, V. (2009). Development of Aluminium Based Silicon Carbide Particulate Metal Matrix Composite. *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering*. Vol. 8. No. 6. pp. 455-467
- Hashim, J., Looney, L. and Hashmi, M. S. J. (2001). The wettability of SiC particles by molten aluminum alloy. *Journal of Materials Processing Technology*. Vol. 119. Number 1. pp. 324-328