

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวិวัฒนาการของสัดส่วนของแข็งของโลหะกึ่งของแข็งของอะลูมิเนียมเกรด ADC10 ที่เกิดจากกรรมวิธีการพ่นฟองแก๊สในน้ำโลหะ (Gas Induce Semisolid Processing) ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่พัฒนาขึ้นมาใหม่เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหล่อโลหะไทย โดยได้ทำการศึกษาดูการสร้างโลหะกึ่งของแข็งในสัดส่วนต่าง ๆ กัน จากการจุ่มแท่งแกรไฟต์เพื่อปล่อยฟองแก๊สอาร์กอนเล็ก ๆ ออกมา เป็นเวลา 15, 17, 20, 28, 60 และ 90 วินาที แล้วทำการเก็บตัวอย่างของน้ำโลหะซึ่งมีเฟสของแข็งอยู่ โดยใช้แม่พิมพ์ทองแดง (Rapid Quenching Mold) ซึ่งทำให้โลหะเย็นตัวอย่างรวดเร็ว จากนั้นจึงนำชิ้นงานที่ได้ไปวิเคราะห์โครงสร้าง เพื่อหาสัดส่วนของแข็ง นอกจากนี้ยังได้ประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ในการศึกษาสัดส่วนของแข็งและโครงสร้างจุลภาคภายใน Shot Sleeve เพื่อหาอุณหภูมิของ Shot Sleeve ที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปโลหะกึ่งของแข็งด้วยการหล่อ Die Casting โดยนำน้ำโลหะที่ผ่านกรรมวิธีผลิตโลหะกึ่งของแข็งโดยการปล่อยฟองแก๊สเป็นเวลา 20 วินาที เทลงใน Shot Sleeve ที่อุณหภูมิ 250°C, 300°C และ 350°C และเทโลหะกึ่งของแข็งลงใน Shot Sleeve ที่มีอุณหภูมิ 350°C ปล่อยน้ำโลหะทิ้งไว้เป็นเวลา 5, 15, 20 และ 25 วินาที แล้วจุ่มแม่พิมพ์ทองแดง เพื่อเก็บตัวอย่าง และได้ศึกษาผลของอัตราการเย็นตัวต่อโครงสร้างจุลภาคและเพื่ออธิบายกลไกการเกิดเกรนก่อนกลม โดยการจุ่มแท่งแกรไฟต์ลงไปใต้น้ำโลหะที่อุณหภูมิ 620°C และ 670°C จนได้สัดส่วนของแข็งตามที่ต้องการ จากนั้นจุ่มแม่พิมพ์ทองแดง เพื่อเก็บตัวอย่างในการวิเคราะห์ต่อไป

จากการวิจัยพบว่า เทคนิคการใช้ Rapid Quenching Mold สามารถใช้ในการวิเคราะห์หาสัดส่วนของแข็งได้อย่างถูกต้อง ในการทดลองกับ Shot sleeve พบว่า ความเสถียรของการเติบโตของโครงสร้างเกรนก่อนกลม (Spheroidal Grain) จะเกิดขึ้นได้ดีในสถานะที่สัดส่วนของแข็ง (Solid Fraction) สูงและมีอัตราการเย็นตัว (Cooling Rate) ต่ำ และที่อุณหภูมิ Shot Sleeve เท่ากัน แต่เวลาในการรอเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกรนมีรูปร่างกลมขึ้นจากกระบวนการ Grain Coarsening ผลที่ได้จากการทดลองได้นำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการหล่อ Die Casting แบบกึ่งของแข็ง เพื่อควบคุมสมบัติเชิงกลได้สำเร็จ นอกจากนี้เทคนิค Rapid Quenching Mold นี้ยังให้ข้อมูลสำคัญของวิวัฒนาการการเติบโตของเกรนก่อนกลมซึ่งสามารถนำไปใช้อธิบายกลไกการเกิดโครงสร้างเกรนก่อนกลมได้

This research project studied the solid fraction evolution of the semi-solid aluminum ADC10 alloy processed by the Gas Induced Semi-Solid process, GISS, which was a new process being developed for the Thai metal casting industry. The solid fraction study was conducted by creating semi-solid particles by immersing the graphite diffuser to inject gas bubbles in the melt for various times of 15, 17, 20, 28, 60, and 90 seconds. Then, the semi-solid slurry was drawn into a copper quenching mold and rapidly solidified to capture the microstructure in the mold. The samples were then analyzed for the corresponding solid fraction. In addition, this rapid quenching mold technique was applied to study the solid fraction and microstructure of semi-solid metal in a shot sleeve in order to determine the suitable shot sleeve temperature in the semi-solid die casting process. The study was conducted by pouring semi-solid slurries processed by the GISS process for 20 seconds into a shot sleeve preheated at different temperatures of 250°C, 300°C, and 350°C, and into a shot sleeve preheated at 350°C followed by different soaking times of 5, 15, 20, and 25 seconds. The semi-solid samples were then obtained using the rapid quenching mold for further analysis. Finally, the technique was applied to investigate the effect of cooling rates on the semi-solid microstructure to study the semi-solid grain formation mechanism. The study was conducted by immersing the graphite diffuser into the melts held at 620°C and 670°C until the desired solid fraction was achieved. Then, the quenching mold was used to take samples for further analysis.

The results of this research show that the rapid quenching mold technique was able to determine the solid fraction correctly. In the shot sleeve experiments, the spherical grain growth was achieved with the conditions of high solid fractions and low cooling rates. At the same shot sleeve temperature, increasing the soaking times resulted in rounder solid particles, which was due to grain coarsening. The results from the shot sleeve experiments were successfully applied in die casting experiments to control the mechanical properties of the semi-solid cast samples. In addition, the rapid quenching mold technique gave important information of the semi-solid grain evolution, which could be used to explain the formation mechanism of the semi-solid microstructure.