

Effects of Molten Metal Temperature in Aluminium Casting อิทธิพลของอุณหภูมิน้ำโลหะในกระบวนการหล่อโลหะอลูมิเนียม

Suttipong Jumroonrut Sasithon Pitakthapanaphong*

Department of Production Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok,
1518 Piboolsongkram Road, Bangsue, Bangkok 10800

*E-mail: sstp@kmitnb.ac.th

สุทธิพงษ์ จำรูญรัตน์ ศศิธร พิทักษ์ฐานพงษ์*

ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนพิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

*E-mail: sstp@kmitnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาอิทธิพลของน้ำโลหะอลูมิเนียมที่มีผลต่อกระบวนการหล่อ โดยใช้การทำจำลอง อุณหภูมิของน้ำโลหะที่ใช้ศึกษา อยู่ในช่วง 620-740°C โดยจำลองการหล่อชิ้นงานขึ้นส่วนยานยนต์ ระบบจ่ายน้ำโลหะที่เลือกใช้ ประกอบด้วย sprue, gate และ riser ที่มุมการเท ที่ 45° [1] ในช่วงของอุณหภูมิที่เลือกใช้ พบว่าน้ำโลหะสามารถเติมเต็มแบบหล่อได้ดี ข้อบกพร่องที่พบคือการยุบตัว เกิดขึ้นที่ riser โดยที่อุณหภูมิสูงมีการยุบตัวมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า และการเกิด Misrun คือการที่น้ำโลหะเกิดการแข็งตัวก่อนที่จะเติมเต็มแบบหล่อ สามารถพบได้ในกรณีการหล่อ 2 ชิ้นงาน ที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้เป็นไปตามที่ต้องการได้ในกระบวนการผลิตจริง

Abstract

This work studies the effects of the temperature of the molten aluminium in the casting process. A casting of an aluminium bracket is examined using finite difference based program. The molten aluminium temperature is varied between 620-740°C. The gating system used consists of sprue, gate and riser at the filling angle of 45° [1]. It is found that within the temperature range chosen, the mould can be filled leaving the shrinkage in the riser. The size of the shrinkage increases with increasing temperature. The phenomenon called 'Misrun' where the metal solidifies before filling up the mould can take place when casting two workpieces at a time specially when the temperature cannot be controlled during the actual manufacturing.

1.บทนำ

การหล่อโลหะเป็นการผลิตที่ประหยัดและได้รูปร่างของชิ้นงานที่ซับซ้อน ซึ่งบางครั้งกระบวนการอื่นไม่สามารถผลิตได้ ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนโลหะอย่างกว้างขวาง งานหล่อโลหะเป็นกระบวนการแปรรูปและขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีทั้งผลิตภัณฑ์สำเร็จและเป็นชิ้นงานเริ่มต้นให้แก่กระบวนการอื่น ๆ ผลิตภัณฑ์หล่อมีใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรม ทั้งในเครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องจักรและยานยนต์

การแข่งขันที่มีสูงในอุตสาหกรรมหล่อในด้านคุณภาพงานหล่อ การเพิ่มอัตราการผลิตเพื่อลดต้นทุน เนื่องจากกระบวนการหล่อเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อน ทั้งนี้เพราะมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เฟส โครงสร้างและคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุตลอดกระบวนการ ตั้งแต่การเทน้ำโลหะเข้าที่แบบหล่อจนถึงการแข็งตัว น้ำโลหะที่อยู่ในสถานะของเหลว เมื่อถูกเทลงในแบบหล่อจนเต็มแล้ว ความร้อนในน้ำโลหะจะถูกถ่ายเทให้กับวัสดุและสิ่งแวดล้อมที่น้ำโลหะสัมผัสอยู่ พร้อมกับทำให้น้ำโลหะเกิดการแข็งตัว ระยะเวลาในการแข็งตัวของน้ำโลหะซึ่งมีระยะเวลาไม่นานนัก จัดเป็นช่วงเวลาที่มีความสำคัญมาก เพราะโลหะจะเกิดการสร้างผลึก ซึ่งมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของโลหะนั้น ๆ

น้ำโลหะที่อุณหภูมิสูงจะมีการขยายตัว ทำให้มีปริมาตรมากกว่าน้ำโลหะมวลเดียวกันที่อุณหภูมิต่ำกว่า อีกทั้งโลหะในสถานะของเหลวอาจมีปริมาตรมากกว่าในสถานะของแข็ง ดังนั้นในระหว่างการแข็งตัว ชิ้นงานหล่อจะเกิดการยุบตัว โดยแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ Contraction คือการลดปริมาตรลงในสถานะของเหลวจากระดับอุณหภูมิสูงลงสู่ระดับอุณหภูมิต่ำกว่า โดยทั่วไปน้ำโลหะจะลดปริมาณลง 2.8% ทุก ๆ 100°C ที่ลดลง และ Shrinkage คือการยุบตัวในสถานะที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากของเหลวเป็นของแข็ง สำหรับอลูมิเนียมมีอัตราการลด

ลงประมาณ 6.6 % [2] เพราะฉะนั้นในระหว่างการเตรียมนำโลหะสำหรับงานหล่อ จะต้องระวังไว้เสมอ คือ จะต้องหลีกเลี่ยงการหลอมนำโลหะที่ระดับอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิหลอมละลายมาก อีกทั้งปริมาณการละลายของไฮโดรเจนจะเพิ่มขึ้นอย่างมากและรวดเร็วเมื่อระดับอุณหภูมิสูงมากขึ้นจากอุณหภูมิหลอมละลาย ดังแสดงในตารางที่ 1 [3] ดังนั้นการหลอมอลูมิเนียมที่ระดับอุณหภูมิสูงมาก ๆ เช่นที่อุณหภูมิ 800°C จะทำให้โลหะมีตำหนิพรุนปรากฏขึ้น สิ่งเหล่านี้จัดเป็นสิ่งสำคัญมากในงานหล่อโลหะ ทั้งนี้เพราะการหลอมโลหะที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิหลอมละลายมาก ๆ เป็นระยะเวลานาน ๆ จะทำให้เนื้อโลหะที่ได้มีเกรนหยาบเนื้อโลหะมีคุณสมบัติทางกลต่ำมาก นอกจากนี้การหลอมละลายโลหะที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน ๆ จะมีผลทำให้หน้าโลหะละลายก๊าซชนิดต่าง ๆ ที่อยู่ในบรรยากาศเหนือน้ำโลหะในปริมาณมากขึ้น ทำให้มีปัญหาดำหนิขึ้นงานหล่อจากก๊าซได้ง่ายขึ้น พร้อม ๆ กับการที่เนื้อโลหะสูญเสียกลายเป็น dross มากขึ้นตามไปด้วยในการหลอมอุณหภูมิของน้ำโลหะอลูมิเนียมไม่ควรสูงเกินกว่า 760°C ยกเว้นกรณีที่ขึ้นงานหล่อบางมาก ๆ [4]

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณไฮโดรเจน C.C./100 g Al
0	0.0000001
400	0.005
660 (Solidus)	0.036
660 (Liquidus)	0.69
700	0.92
750	1.29
800	1.67
850	2.15

ตาราง 1 ปริมาณการละลายของไฮโดรเจนในอลูมิเนียมที่แปรผันตามอุณหภูมิ [3]

โลหะเหลวอลูมิเนียมที่มีคุณภาพสูง ควรจะต้องมีส่วนผสมทางเคมีอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของมาตรฐาน ปริมาณของก๊าซไฮโดรเจนจะต้องต่ำที่สุดภายในโลหะเหลว และจะต้องมีอุณหภูมิของโลหะเหลวที่เหมาะสม ถ้าอุณหภูมิของน้ำโลหะสูงเกินอุณหภูมิหลอมละลายมากก็มีปริมาณไฮโดรเจนสูงขึ้นมากอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าอุณหภูมิหลอมเหลวต่ำเกินไปก็จะก่อให้เกิดตำหนิแก่ชิ้นงานหล่อได้ เพราะถ้าอุณหภูมิที่ใช้ในการเทน้ำโลหะเข้าสู่โพรงแบบหล่อต่ำ จะทำให้การไหลตัวของน้ำโลหะไม่ต่อเนื่อง น้ำโลหะเย็นตัวก่อนที่จะไหลมาประสานกันทำให้ไม่สามารถหลอมเป็นเนื้อเดียวกันได้เรียกว่า Misrun หรือกรณีที่น่าโลหะแข็งตัวปิดทางไม่สามารถเติมเต็มแบบหล่อได้

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาพฤติกรรมของของกระบวนการหล่อโลหะอลูมิเนียมโดยการจำลอง [5] โดยมีอุณหภูมิของน้ำโลหะที่แตกต่างกัน เพื่อเป็นแนวทางให้นำไปปรับใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป

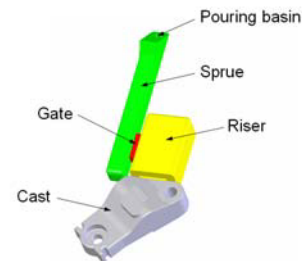
2. การจำลองการหล่อ

ชิ้นงานที่ศึกษาคือ ชิ้นส่วน bracket ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยมีลักษณะตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ชิ้นงาน bracket

ระบบจ่ายน้ำโลหะประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ sprue , gate และ riser ดังแสดงในรูปที่ 2 งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการเทน้ำโลหะเข้าสู่แบบหล่อโดยใช้ระบบจ่ายน้ำโลหะที่มีขนาดและรูปทรงเดียวกัน [1] แต่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน 4 อุณหภูมิคือ 620°C, 660°C, 700°C และ 740°C

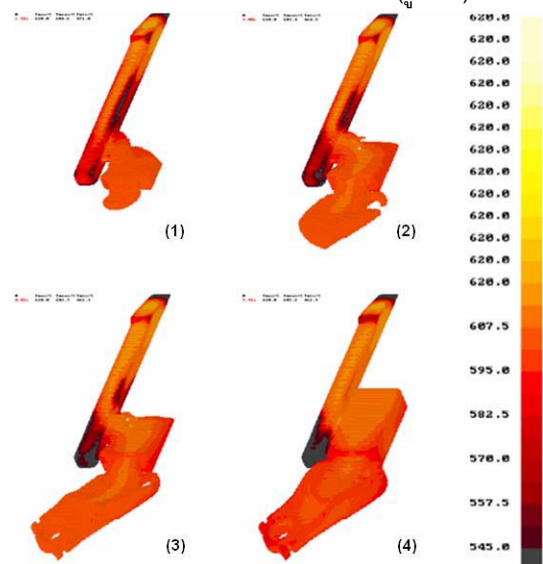


รูปที่ 2 แบบจำลองชิ้นงานและระบบจ่ายน้ำโลหะ

การจำลองการหล่อแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ การจำลองการเท (Filling simulation) และการจำลองการแข็งตัว (Solidification simulation) พารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำลองการเทประกอบด้วยน้ำโลหะอลูมิเนียมชนิด A355 วัสดุแบบหล่อคือเหล็กชนิด Iron white ระยะเวลาในการเท 6 วินาที

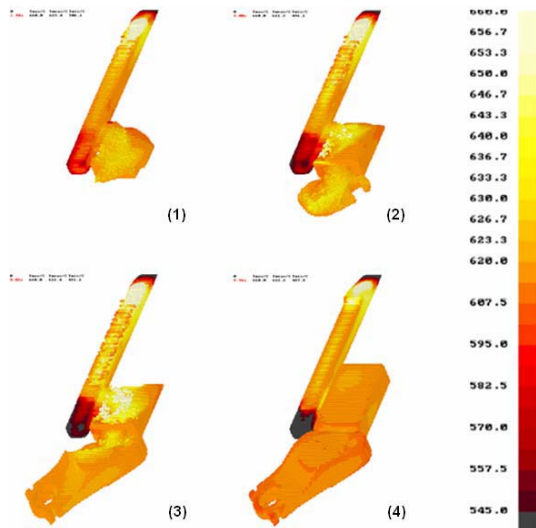
2.1 การจำลองการเทน้ำโลหะ (Filling simulation)

ในระหว่างการเทน้ำโลหะเข้าสู่แบบหล่อในอุณหภูมิที่แตกต่างกันสังเกตได้ว่าอุณหภูมิของน้ำโลหะในแบบหล่อมีผลต่อการไหลตัวและการแข็งตัวของน้ำโลหะ ในอุณหภูมิที่ 620°C น้ำโลหะที่ไหลตัวในแบบหล่อจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงอุณหภูมิการแข็งตัวของน้ำโลหะ ซึ่งอาจทำให้น้ำโลหะแข็งตัวก่อนไหลเต็มแบบ ถ้าไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิของแบบหล่อ และเวลาที่ใช้ในการเทได้ตามต้องการ อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำโลหะระหว่างการเทคือ 603°C มีอุณหภูมิต่ำสุดที่ 461°C เกิดขึ้นที่บริเวณที่ไม่มีผลต่อการไหลของน้ำโลหะ (รูปที่ 3)



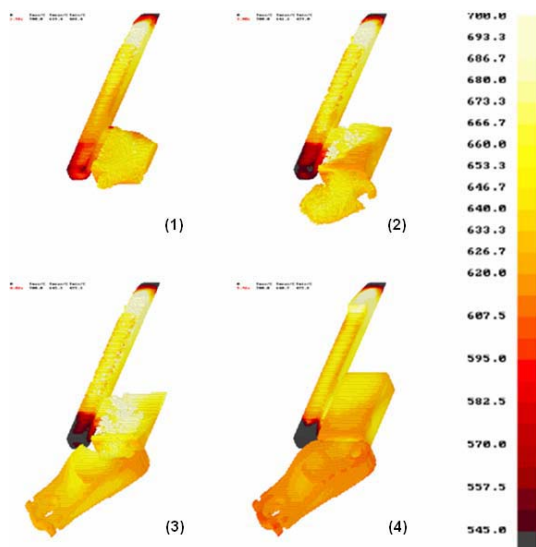
รูปที่ 3 การไหลของน้ำโลหะที่อุณหภูมิ 620°C

เมื่อทำการจำลองการเทที่อุณหภูมิ 660°C (รูปที่ 4) น้ำโลหะที่ไหลตัวในแบบหล่อจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิการแข็งตัวของน้ำโลหะ อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำโลหะระหว่างการเทคือ 621°C อุณหภูมิต่ำสุด ที่ 437°C เกิดขึ้นที่บริเวณที่ไม่มีผลต่อการไหลของน้ำโลหะ น้ำโลหะไหลตัวเข้าสู่โพรงแบบได้เต็ม ถ้าสามารถควบคุมอุณหภูมิของแบบหล่อ และเวลาที่ใช้ในการเทได้ตามต้องการ



รูปที่ 4 การไหลของน้ำโลหะที่อุณหภูมิ 660°C

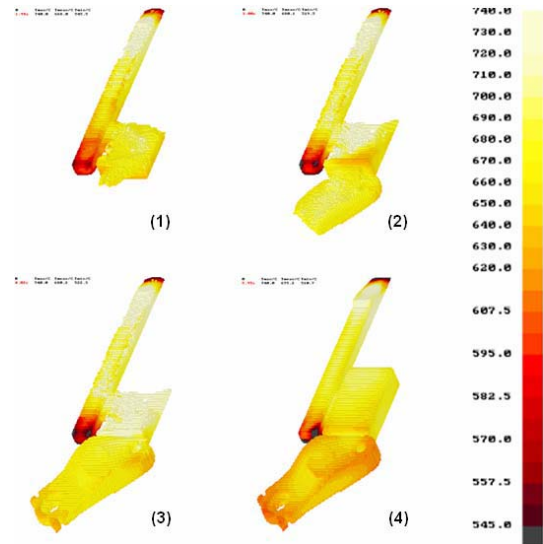
เมื่อทำการจำลองการเทที่อุณหภูมิ 700°C (รูปที่ 5) น้ำโลหะที่ไหลตัวในแบบหล่อจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิการแข็งตัวของน้ำโลหะ น้ำโลหะไหลตัวเข้าสู่โพรงแบบได้ดี มีอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำโลหะระหว่างการเทที่ 638°C และอุณหภูมิต่ำสุดที่ 475°C เกิดขึ้นที่บริเวณที่ไม่มีผลต่อการไหลของน้ำโลหะ



รูปที่ 5 การไหลของน้ำโลหะที่อุณหภูมิ 700°C

เมื่อทำการจำลองการเทที่อุณหภูมิ 740°C (รูปที่ 6) น้ำโลหะที่ไหลตัวในแบบหล่อจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิการแข็งตัวของน้ำโลหะมาก น้ำโลหะไหลตัวเข้าสู่โพรงแบบได้ดี มีอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำโลหะ

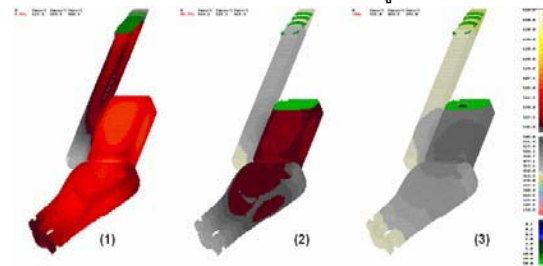
ระหว่างการเทที่ 668°C และมีอุณหภูมิต่ำสุดที่ 519°C เกิดขึ้นที่บริเวณที่ไม่มีผลต่อการไหลของน้ำโลหะ แต่กรณีนี้ที่อุณหภูมิเย็นมีอุณหภูมิหลอมสูงจะมีปริมาณไฮโดรเจนมาก จะส่งผลให้ชิ้นงานอลูมิเนียมหล่อมีผิวหยาบ และมีความแข็งแรงลดลง



รูปที่ 6 การไหลของน้ำโลหะที่อุณหภูมิ 740°C

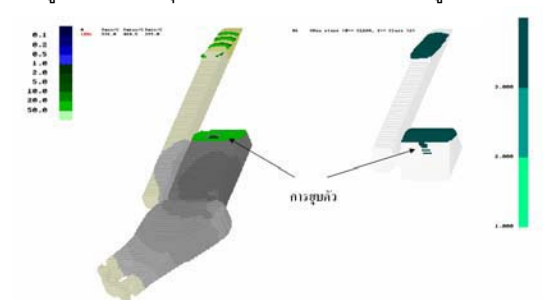
2.2 การจำลองการแข็งตัว (Solidification)

เมื่อน้ำโลหะเต็มแบบหล่อการจำลองการแข็งตัวเริ่มต้นขึ้น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำโลหะของอุณหภูมิการเทที่ 620°C ชิ้นงานจะเริ่มแข็งตัวจากผิวด้านนอกกระจายเข้าสู่ส่วนกลางของชิ้นงาน และส่วนที่บางกว่าจะเย็นตัวเร็วกว่าส่วนที่หนา (รูปที่ 7)



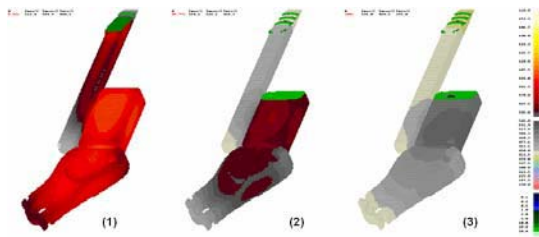
รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลหะในระหว่างการแข็งตัว ที่อุณหภูมิเท 620°C

ชิ้นงานแข็งตัวอย่างสมบูรณ์ในระยะเวลา 104 วินาที โดยตัวชิ้นงานจะแข็งตัวทั้งหมดก่อน Riser และ Riser ทำหน้าที่ป้อนเติมน้ำโลหะได้อย่างสมบูรณ์ การยุบตัวเกิดขึ้นเล็กน้อยที่ Riser (รูปที่ 8)

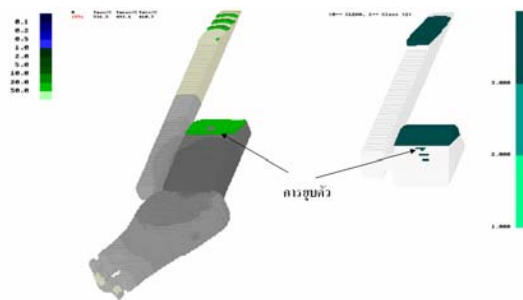


รูปที่ 8 การยุบตัวของเนื้อโลหะของ Riser ที่อุณหภูมิเท 620°C

ที่อุณหภูมิการเท 660 °C มีลักษณะการแข็งตัวคล้ายกับกรณีที่อุณหภูมิการเท 620 °C แต่พบว่าชิ้นงานจะแข็งตัวอย่างสมบูรณ์ในระยะเวลา 157 วินาที (รูปที่ 9) และอัตราการยุบตัวของ Riser จะมีมากกว่าที่อุณหภูมิการเท 620 °C (รูปที่ 10)

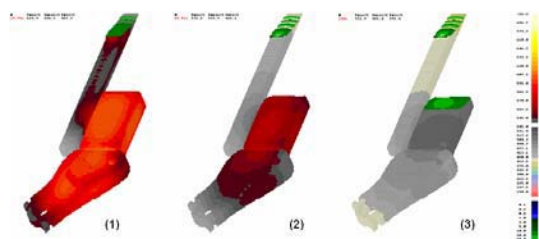


รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลหะในระหว่างการแข็งตัว ที่อุณหภูมิเท 660 °C

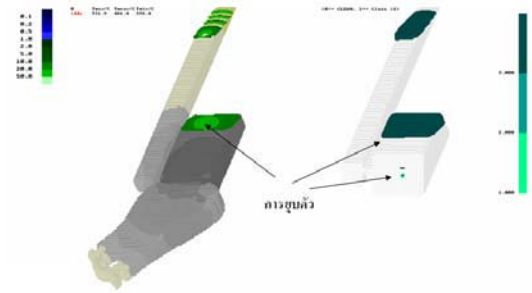


รูปที่ 10 การยุบตัวของเนื้อโลหะของ ที่อุณหภูมิเท 660 °C

พฤติกรรมของการแข็งตัวที่อุณหภูมิการเท 700 °C เป็นไปอย่างสมบูรณ์ ไม่มีการยุบตัวในตัวชิ้นงานใช้ระยะเวลาในการแข็งตัวประมาณ 144 วินาที (รูปที่ 11) เมื่อชิ้นงานแข็งตัวอย่างสมบูรณ์ Riser สามารถป้อนเดิมให้แก่ชิ้นงานได้ และสังเกตได้ว่าการยุบตัวที่ Riser จะมีมากขึ้นและ จะมีการยุบตัวในแกนกลาง (รูปที่ 12)

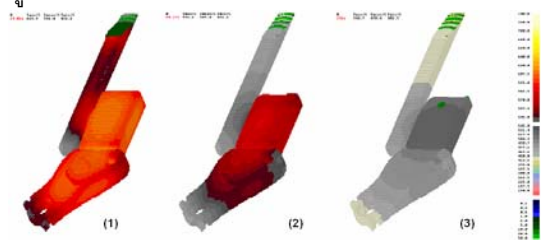


รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลหะในระหว่างการแข็งตัว ที่อุณหภูมิเท 700 °C

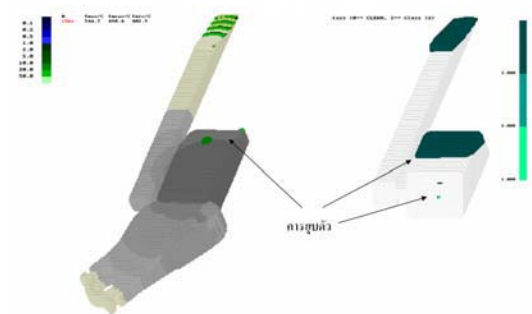


รูปที่ 12 การยุบตัวของเนื้อโลหะของ ที่อุณหภูมิเท 700 °C

กรณีการแข็งตัวที่อุณหภูมิการเท 740 °C ไม่มีการยุบตัวในตัวชิ้นงาน ใช้ระยะเวลาในการแข็งตัวประมาณ 156 วินาที ชิ้นงานจะเริ่มแข็งตัวจากผิวด้านนอกกระจายเข้าสู่ส่วนกลางของชิ้นงาน และส่วนที่บางกว่าจะเย็นตัวเร็วกว่าส่วนที่หนา (รูปที่ 13) เมื่อชิ้นงานแข็งตัวอย่างสมบูรณ์ Riser สามารถป้อนเดิมให้แก่ชิ้นงานได้ และสังเกตได้ว่าการยุบตัวที่ Riser จะมีมากขึ้นและ จะมีการยุบตัวในแกนกลาง (รูปที่ 14) แต่กรณีที่อุณหภูมิหลอมสูงจะมีปริมาณไฮโดรเจนมาก จะส่งผลให้ชิ้นงานอลูมิเนียมหล่อมีผิวหยาบ และมีความแข็งแรงลดลง



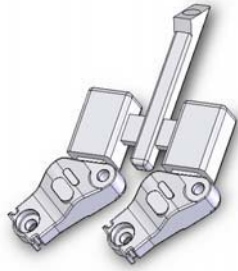
รูปที่ 13 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลหะในระหว่างการแข็งตัว ที่อุณหภูมิเท 740 °C



รูปที่ 14 การยุบตัวของเนื้อโลหะของ ที่อุณหภูมิเท 740 °C

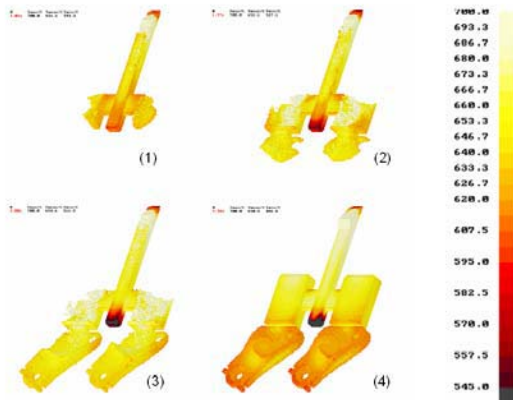
3. การจำลองการหล่อแบบ 2 ชิ้นงาน

เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตโดยให้มีการใช้เวลาในการผลิตน้อยลง หรือเวลาผลิตเท่าเดิมแต่ให้ได้ชิ้นงานเพิ่มขึ้นจึงได้ทำการจำลองการหล่อโลหะ แบบ 2 ชิ้นงาน พารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำลองประกอบด้วย น้ำโลหะ อลูมิเนียมชนิด A355 วัสดุแบบหล่อคือเหล็กชนิด Iron white ระยะเวลาในการเท 6 วินาที อุณหภูมิการเท 700 °C ดังมีลักษณะชิ้นงานดังรูปที่ 15



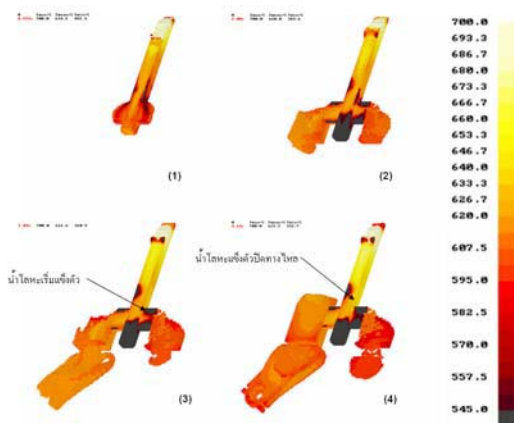
รูปที่ 15 ชิ้นงานและระบบจ่ายน้ำโลหะชิ้นงานหล่อ 2 ชิ้นงาน

การจำลองการเทน้ำโลหะ จากพารามิเตอร์ที่กำหนด และ แบบขึ้นงานจำลองเพิ่มเป็น 2 ชิ้นงาน (รูปที่ 16) น้ำโลหะไหลตัวเข้าสู่โพรงแบบได้ดี มีอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำโลหะระหว่างการเท 649°C อุณหภูมิต่ำสุด 496°C เกิดขึ้นที่บริเวณที่ไม่มีผลต่อการไหลของน้ำโลหะ



รูปที่ 16 การไหลของน้ำโลหะชิ้นงานหล่อ 2 ชิ้นงาน

อย่างไรก็ดี ข้อบกพร่องในงานหล่อสามารถเกิดขึ้นได้แม้ว่าจะมีการควบคุมพารามิเตอร์แล้วก็ตาม รูปที่ 17 แสดงการเกิดการแข็งตัวของน้ำโลหะก่อนเวลา ทำให้น้ำโลหะไม่สามารถไหลเข้าเต็มแบบหล่อ (Misrun) ซึ่งพบได้มากในการผลิตจริงเนื่องจากผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิ และ/หรือเวลาในการเทได้ตามต้องการ



รูปที่ 17 การไหลของน้ำโลหะชิ้นงานหล่อ 2 ชิ้นงาน ที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ต้องการได้

4. สรุปผลการวิจัย

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพงานหล่ออลูมิเนียมมีหลายประการ อุณหภูมิในการเทน้ำโลหะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการไหล และคุณภาพของชิ้นงานหล่อ ถ้าทำการเทน้ำโลหะในอุณหภูมิสูง การจะส่งผลต่อการไหลและการแข็งตัวของชิ้นงาน แต่จะมีปริมาณไฮโดรเจนปนอยู่ในชิ้นงานมาก ส่งผลให้ชิ้นงานอลูมิเนียมหล่อมีผิวหยาบ และมีความแข็งแรงลดลง ขณะเดียวกันถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปแล้วไม่สามารถควบคุม พารามิเตอร์ให้เป็นไปตามต้องการได้ อาจทำให้น้ำโลหะไม่สามารถไหลเข้าเต็มแบบหล่อ เกิดพฤติกรรม Misrun ซึ่งอาจจะต้องแก้ไขโดยการเปลี่ยนระบบจ่ายน้ำโลหะ อันนำมาซึ่งความซับซ้อนในกระบวนการผลิต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ โครงการ F-31-101-21-08 ผู้เขียนขอขอบคุณ บริษัท AppliCad จำกัด ที่ให้การสนับสนุนซอฟต์แวร์ และ บริษัท Enkei Thai จำกัด ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลและชิ้นงาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Jumroonrut and S. Pitakthapanaphong. Study of effects of filling angle on product quality in aluminium casting. The 19th Conference on Mechanical Engineering Network of Thailand, 19-21 October 2005, Phuket, Thailand.
- [2] Dr John T H Pearce และคณะ เทคโนโลยีและโลหะวิทยาของอลูมิเนียมหล่อ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ พ.ศ.2543
- [3] Aluminium Casting Technology.2 ED. American society, Illinois : 1993
- [4] Dr John T H Pearce และกลุ่ม METALS ข้อบกพร่องในงานหล่อโลหะ สาเหตุและวิธีการแก้ไข ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ พ.ศ.2544
- [5] CastCAE Version 3.9 by CT-CASTech Inc.