ปฏิบัติการที่ x การเตรียมแบบหล่อทรายและการหล่อโลหะผสมอะลูมิเนียม

(Sand Molding and Aluminium Alloy Casting)

วัตถุประสงค์

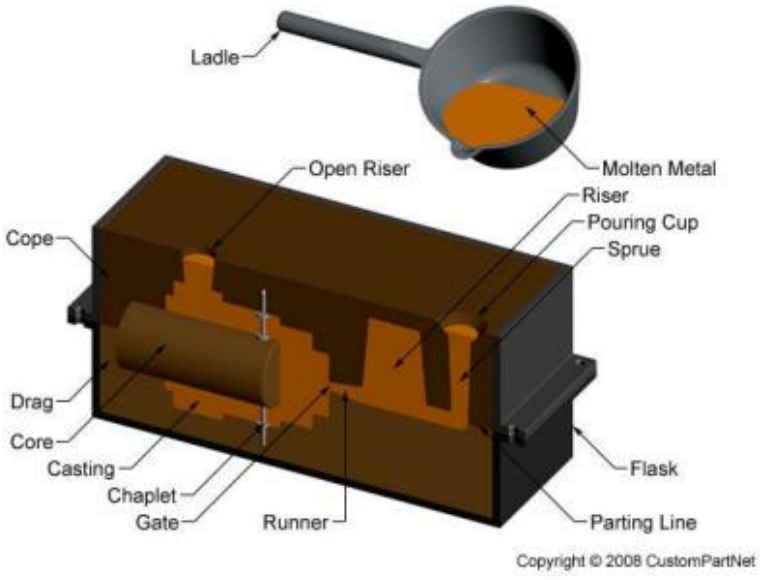
1. เพื่อศึกษาวิธีการเตรียมแบบหล่อทรายสำหรับหล่อชิ้นงานโลหะ การตำทรายแบบ การออกแบบทางเดินน้ำโลหะ การเทหล่อ และแกะแบบหล่อชิ้นงานโลหะ
2. เพื่อศึกษากระบวนการหล่อโลหะผสมอะลูมิเนียมด้วยแบบหล่อทรายและแบบหล่อโลหะ การไหลของน้ำโลหะ กระบวนการหดตัว

1. บทนำ (Introduction)

1.1 แบบหล่อทราย (Sand Molding)

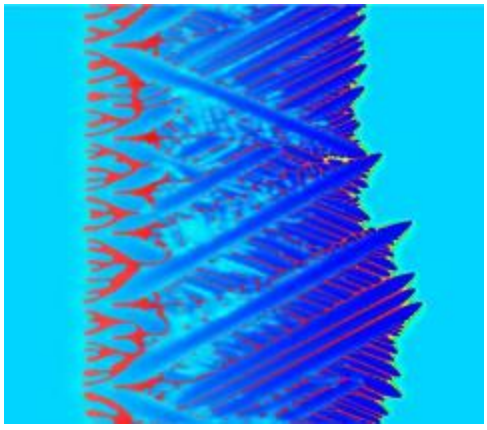
นอกจากคุณสมบัติของทรายแบบแล้ว การเตรียมแบบทรายสำหรับการหล่อชิ้นงานโลหะนั้นมีความสำคัญอย่างมากเช่นเดียวกันต่อคุณภาพของชิ้นงานหล่อแบบทราย การออกแบบการเดินทางของน้ำโลหะหลอมเหลวเข้าสู่ช่องว่างภายในแบบทรายมีผลโดยตรงต่อกระบวนการหดตัว (Solidification) และการเติมเต็ม (Melt feeding) ของน้ำโลหะ เพื่อให้ได้ชิ้นงานหล่อที่มีความสมบูรณ์ปราศจากโพรงหดตัว (Shrinkage porosity) และฟองก๊าซ (Gas porosity) ซึ่งเป็นปัญหาดังกล่าวเป็นผลเสียต่อสมบัติเชิงกลและการนำไปใช้งานทางวิศวกรรม

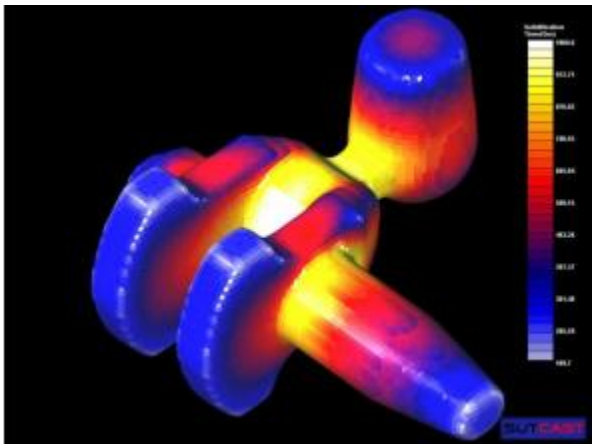
แบบทรายจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ณ บริเวณ Parting line โดยแต่ละส่วนจะถูกบรรจุอยู่ในหีบแบบซึ่งแบ่งออกเป็นหีบแบบบน (Cope) และหีบแบบล่าง (Drag) และหากชิ้นงานมีส่วนกลวงภายในจะใช้ไส้แบบ (Core) ซึ่งอาจทำจากทรายหรือโลหะวางอยู่ด้านในของแบบทราย เมื่อทำการเทน้ำโลหะลงแบบหล่อ น้ำโลหะจะถูกเทลงที่แอ่งเทน้ำโลหะ (Pouring cup) เพื่อน้ำโลหะจะไหลลงรูเท (Sprue) โดยเกิดการปั่นป่วนน้อยที่สุด ดังแสดงในรูปที่1 จากนั้นน้ำโลหะจะไหลลงสู่ ต่อไปยังทางเดิน (Runner) ที่ถูกออกแบบไว้อย่างเหมาะสมเพื่อให้เกิดการเติมเต็มของน้ำโลหะเข้าสู่แม่พิมพ์ได้รวดเร็วที่สุดก่อนน้ำโลหะแข็งตัว น้ำโลหะจะไหลเข้าสู่ทางเข้า (Gating) ก่อนเติมเข้าสู่ช่องว่างภายใน (Cavity) ซึ่งก็คือชิ้นงานที่เราต้องการ เมื่อน้ำโลหะเติมเต็มช่องว่างดังกล่าวก็จะไหลเอ่อขึ้นด้านบนไปยังรูล้น (Open riser) ในขั้นตอนนี้ผู้ที่เทแบบหล่อจะสังเกตเห็นน้ำโลหะบริเวณรูล้นเป็นสัญญาณว่าน้ำโลหะเติมเต็มช่องว่างภายในอย่างสมบูรณ์



รูปที่ 1 แสดงลักษณะและองค์ประกอบของแบบหล่อทราย[1]

หากออกแบบทางเดินน้ำโลหะได้อย่างเหมาะสมจะทำให้เกิดกระบวนการแข็งตัวอย่างมีทิศทาง (Directional solidification) ซึ่งจะช่วยไม่ให้เกิดรูพรุนจากการหดตัวในตำแหน่งต่างๆ ของชิ้นงานหล่อ โดยกระบวนการแข็งตัวจะเริ่มต้นจาก เมื่อน้ำโลหะสัมผัสกับผนังแม่พิมพ์ ทำให้เกิดผลึกของเกรนขนาดเล็กที่เย็นตัวอย่างรวดเร็ว (Chilled grain) เมื่อการถ่ายเทความร้อนดำเนินต่อไปกระบวนการแข็งตัวก็จะเกิดขึ้นตามทิศทางการถ่ายเทความร้อนเกิดเป็น Columnar grain ตามลำดับ โดยมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2 ในระหว่างกระบวนการแข็งตัว จะเกิดการหดตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงปริมาตรเมื่อโลหะในสถานะของเหลวกลายเป็นของแข็ง จึงทำให้เกิดช่องว่างภายในหากไม่มีการเติม (Feeding) ของน้ำโลหะจากส่วนต่างๆ ได้ทันเวลา รูปที่3 แสดงภาพการวิเคราะห์ระยะเวลาในการแข็งตัวของชิ้นงานหล่อโดยเริ่มแข็งตัวจากบริเวณที่บางที่สุดและไกลที่สุดก่อนจนมาถึงบริเวณชิ้นงานที่มีความหนามากที่สุด ดังนั้นการออกแบบระบบทางเดินน้ำโลหะที่มีประสิทธิภาพ และทำให้ได้ชิ้นงานที่ปราศจากรูพรุนจากการหดตัวดังกล่าว

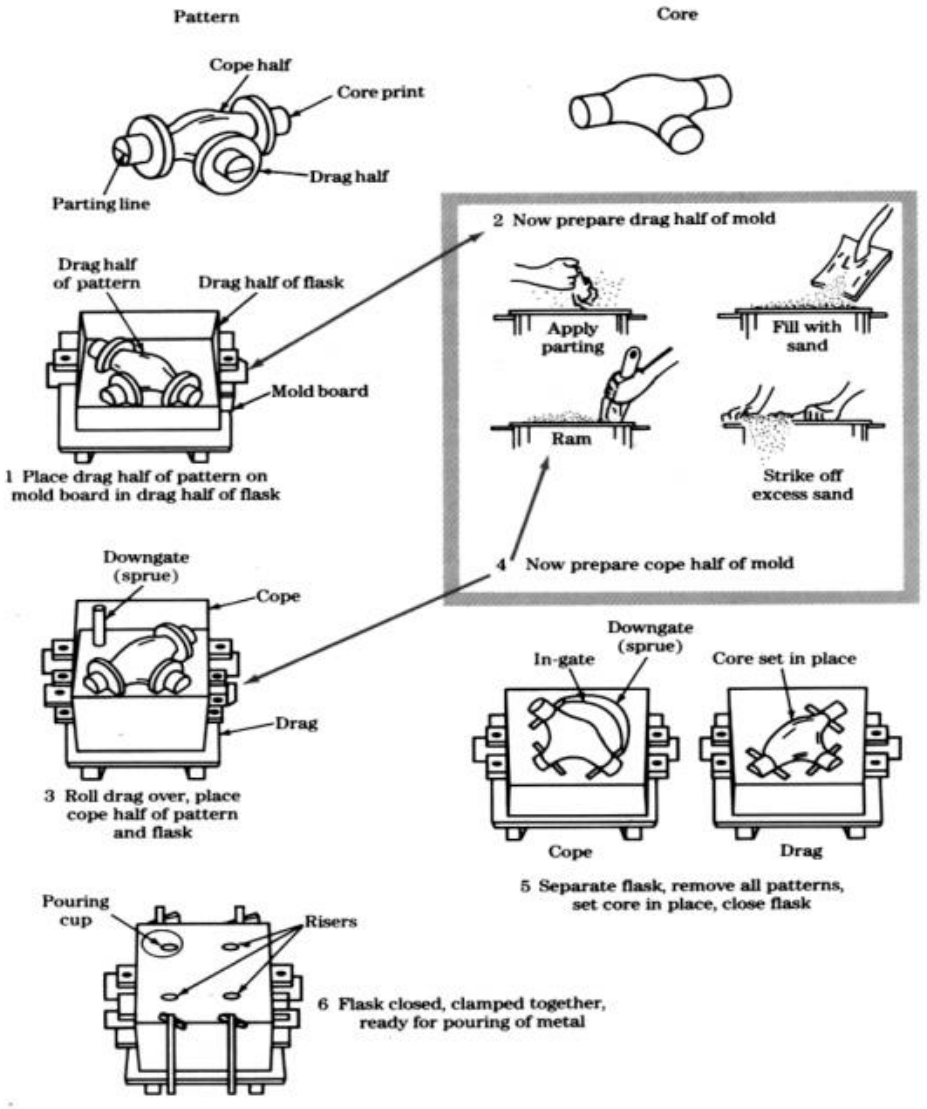




รูปที่ 2 แสดงภาพจำลองการเกิดการแข็งตัวอย่างมีทิศทางของ Binary alloy[2]

รูปที่ 3 แสดงภาพการวิเคราะห์ระยะเวลาการแข็งตัวของชิ้นงานหล่อด้วยโปรแกรมจำลองงานหล่อ (Casting simulation)[3]

ในการเตรียมแบบหล่อทรายเริ่มจากวางหีบแบบ (Flask) คร่อมวางครึ่งล่างของกระสวน (Half of the pattern) จากนั้นเติมทรายแบบแล้วตำแบบด้วยค้อน (Rammer) โดยตำจากด้านนอกเข้าสู่ด้านในจนกระทั่งแน่นเต็มแบบ จะได้แบบทรายด้านล่างที่เรียกว่า Drag จากนั้น หงายหีบแบบล่างขึ้นแล้ววางหีบแบบบนลงด้านบนวางครึ่งบนของกระสวนในตำแหน่งตรงกันกับครึ่งล่างของกระสวน วางตำแหน่ง Sprue และ Riser ที่เหมาะสม จากนั้นเติมทรายแบบแล้วตำแบบจนแน่น จะได้แบบทรายด้านบนที่เรียกว่า Cope แยกแบบทรายด้านบนและด้านล่างออกจากกันเพื่อทำทางเดินน้ำโลหะจาก Sprue ต่อมาที่ Runner และ Gate ทางเข้าช่องว่าด้านในของแบบหล่อ วางไส้แบบลงตำแหน่งที่ต้องการให้เกิดช่องว่างแล้วประกบฝาบนและล่างของแบบทราย จะได้แบบทรายสำหรับการหล่อ ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงการเตรียมแบบทรายสำหรับการหล่อโลหะ

2. ระเบียบวิธีการทดลอง (Experimental procedure)

2.1 การเตรียมแบบทราย

2.1.1 วัสดุและอุปกรณ์

- ทรายแบบ
- ไส้แบบ (Core)
- กระสวน (Pattern)
- หีบแบบ (Flask)
- ค้อนตำแบบทราย (Rammer)
- ช้อนใบไม้สำหรับคว้านรูเท (Sprue) ทางเดินน้ำโลหะ (Runner) ทางเข้า (Gating) และรูล้น (Riser)
- เหล็กเจาะรูไอสำหรับทำทางให้ก๊าซที่เกิดขึ้นหลังจากเทน้ำโลหะหนีออกจากทรายแบบ

รูปที่ 5 อุปกรณ์สำหรับเตรียมแบบทราย ประกอบไปด้วย a) กระสวน b) ช้อนใบไม้ c) เครื่องผสมทราย d) กระบวยตักน้ำโลหะ e) ค้อน Rammer f) Sprue g) เบ้าเท และ h) หีบแบบ

2.1.2 วิธีการทดลอง

- วางหีบแบบ (Flask) คร่อมวางครึ่งล่างของกระสวน (Half of the pattern)
- เติมทรายแบบแล้วตำแบบด้วยค้อน (Rammer) โดยตำจากด้านนอกเข้าสู่ด้านในจนกระทั่งแน่นเต็มแบบ จะได้แบบทรายด้านล่าง
- หงายหีบแบบล่างขึ้น กระสวนทาด้วยผงแกรไฟต์แล้ววางหีบแบบบนลงด้านบน วางครึ่งบนของกระสวนในตำแหน่งตรงกันกับครึ่งล่างของกระสวน โรยทรายแก้วละเอียดบางๆเพื่อให้ทรายหีบบน-ล่างแยกชั้นกัน
- วางตำแหน่ง Sprue และ Riser ที่เหมาะสม จากนั้นเติมทรายแบบแล้วตำแบบจนแน่น จะได้ทรายแบบด้านบน
- เจาะรูไอ และนำช้อนใบไม้ทำทางเข้าน้ำโลหะ(Sprue)
- แยกแบบทรายด้านบนและด้านล่างออกจากันเพื่อทำทางเดินน้ำโลหะจาก Sprue ต่อมาที่ Runner และ Gate ทางเข้าช่องว่างด้านในของแบบหล่อ
- นำหีบแบบบนและหีบแบบล่างมาประกบกัน และนำเหล็กทับแบบมาวางทับด้านบนหีบแบบพร้อมเทน้ำโลหะ

2.2 การหล่อโลหะผสมอะลูมิเนียม

2.2.1 วัสดุและอุปกรณ์

- อะลูมิเนียมอินกอต และเศษอะลูมิเนียมประมาณ 10 กิโลกรัม
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- แม่พิมพ์ทราย และแม่พิมพ์โลหะ
- เตาหลอม
- เบ้าเท
- อุปกรณ์ความปลอดภัยในการหล่อ เช่น ถุงมือ รองเท้า เสื้อคลุม และหมวกกันความร้อน

2.2.2 วิธีการทดลอง

- หลอมโลหะอะลูมิเนียมที่อุณหภูมิประมาณ 750 องศาเซลเซียส จนหลอมในเตาหลอม
- ทำความสะอาดน้ำโลหะโดยการเติมฟลักซ์ และกำจัด Dross
- ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำโลหะแล้วเทลงในเบ้าเท
- เทหล่อในแบบทรายที่เตรียมไว้ น้ำโลหะเหลือ เทลงในแม่พิมพ์โลหะ

- แกะแบบภายหลังจากชิ้นงานเย็นตัวลง
- วิเคราะห์ลักษณะชิ้นงานและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

3. เอกสารอ้างอิง

[1] http://www.custompartnet.com/wu/SandCasting

[2] http://mse.mcmaster.ca/faculty/provatas/solid.php

[3] http://sutcast.com/simulation-software/solutions/solidification-simulation/Solidification-Time.aspx

[4] มนัส สถิรจินดา โลหะนอกกลุ่มเหล็ก สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2536 ISBN 974-582-155-1

[5] http://www.industrialmetalcasting.com/gifs/gravity-casting.jpg

[6] เอกสารประกอบการสอนปฏิบัติการการหล่อโลหะ สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ ม.เทคโนโลยีสุรนารี