บทที่ 5

สรุปผลวิจัย

แท่งโลหะหล่ออย่างต่อเนื่องอะลูมิเนียมผสมสังกะสี-แมกนีเซียม-ทองแดง ที่ผลิตด้วยกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องประเภท Direct Chilled (conventional DC. Casting) ที่มีการประยุกต์ใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (low frequency electromagnetic field) ให้ผลที่แตกต่างจากแท่งโลหะหล่ออย่างต่อเนื่องอะลูมิเนียมผสมสังกะสี-แมกนีเซียม-ทองแดง ที่ผลิตด้วยกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องประเภท Direct Chilled (conventional DC. Casting) ที่ไม่มีการประยุกต์ใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (low frequency electromagnetic field)

1. แท่งโลหะหล่ออย่างต่อเนื่องอะลูมิเนียมผสมสังกะสี-แมกนีเซียม-ทองแดง ที่ผลิตด้วยกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องประเภท Direct Chilled (conventional DC. Casting) ที่มีการประยุกต์ใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (low frequency electromagnetic field) หรือที่จะเรียกโดยย่อว่าวิธีการแบบ LFECมีขนาดเกรนเล็กละเอียดมากขึ้นและมีการกระจายตัวด้วยขนาดสม่ำเสมอทั่วทั้งแท่งโลหะมากกว่าแท่งโลหะหล่ออย่างต่อเนื่องอะลูมิเนียมผสมสังกะสี-แมกนีเซียม-ทองแดง ที่ผลิตด้วยกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องประเภท Direct Chilled (conventional DC. Casting) ที่ไม่มีการประยุกต์ใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า(low frequency electromagnetic field)

2. แท่งโลหะหล่ออย่างต่อเนื่องอะลูมิเนียมผสมสังกะสี-แมกนีเซียม-ทองแดง ที่ผลิตด้วยกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องประเภท Direct Chilled (conventional DC. Casting) ที่มีการประยุกต์ใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (low frequency electromagnetic field) มีสัดส่วนพื้นที่ของโครงสร้างยูเท็คติกบริเวณขอบเกรนลดลงเล็กกว่าแท่งโลหะหล่ออย่างต่อเนื่อง อะลูมิเนียมผสมสังกะสี-แมกนีเซียม-ทองแดง ที่ผลิตด้วยกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องประเภท Direct Chilled

(conventional DC. Casting) ที่ไม่มีการประยุกต์ใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (low frequency electromagnetic field) โดยย่อว่าวิธีการแบบ DC.

โดยสาเหตุที่ทำให้เกิดความแตกต่างของโครงสร้างของชิ้นงาน โลหะหล่ออย่างต่อเนื่องอะลูมิเนียมผสมสังกะสี-แมกนีเซียม-ทองแดง ที่ผลิตด้วยกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องประเภทที่มีการประยุกต์ใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า กับชิ้นงานโลหะหล่ออย่างต่อเนื่องอะลูมิเนียมผสมสังกะสี-แมกนีเซียม-ทองแดง ที่ผลิตด้วยกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องประเภทที่ไม่มีการประยุกต์ใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (LFEC, low frequency electromagnetic field) เนื่องมาจากผลของแรงที่เกิดขึ้นโดยการเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้ากับสนามแม่เหล็ก และแรงที่เกิดขึ้นมานี้จะทำหน้าที่กวนน้ำโลหะหลอมเหลวอยู่ตลอดเวลาในขณะที่ทำการหล่อแบบต่อเนื่อง ซึ่งน้ำโลหะบริเวณติดกับผิวขอบแบบหล่อจะเริ่มมีการแข็งตัว ดังนั้นการที่มีแรงมากวนน้ำโลหะนั้น จะส่งผลทำให้บางส่วนของน้ำโลหะบริเวณขอบที่เริ่มมีการแข็งตัวแล้วเกิดการแตกตัวออกเป็นอนุภาคของแข็งเล็กๆ แล้วกระจายตัวไปอยู่ในทุกๆ บริเวณหรือทุกๆ ส่วนของน้ำโลหะหลอมเหลว หลังจากนั้นการแข็งตัวก็เกิดขึ้นต่อไปจากอนุภาคของแข็งเล็กๆที่กระจายอยู่ จนการแข็งตัวเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์โดยที่ทุกๆ บริเวณของน้ำโลหะหลอมเหลวจะมีลักษณะการแข็งตัวและ ทิศทางการแข็งตัวเกิดขึ้นภายในเวลา, พื้นที่และพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้ชิ้นงานโลหะหล่ออย่างต่อเนื่องอะลูมิเนียมผสมสังกะสี-แมกนีเซียม-ทองแดง ที่ผลิตด้วยกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องประเภทที่มีการประยุกต์ใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะเกิดเกรนที่มีลักษณะขนาดเล็กและรูปร่างกลม กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอตลอดจนขนาดความหนาของพื้นที่บริเวณขอบเกรนก็มีค่าน้อย ส่งผลให้ค่าสัดส่วนความหนาแน่นของพื้นที่โครงสร้างที่เป็นยูเท็คติกกับพื้นที่โครงสร้างพื้นฐานของจะมีค่าน้อยตามไปด้วย

ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการแข็งตัวของแท่งโลหะหล่ออย่างต่อเนื่อง อะลูมิเนียมผสมสังกะสี-แมกนีเซียม-ทองแดง ที่ผลิตด้วยกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องประเภท Direct Chilled (conventional DC. Casting) ที่มีการประยุกต์ใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (low frequency electromagnetic field) โดยมุ่งเน้นผลการศึกษาเกี่ยวกับเส้นทางการแข็งตัว ตลอดจนชนิด, ลักษณะ และปริมาณการเกิดโครงสร้างยูเท็คติกระหว่างแข็งตัว ด้วยการตรวจสอบชิ้นงานจริง กับการคำนวณสมการการแข็งตัวตามทฤษฎีแบบGulliver-Scheil และแบบจำลองการแข็งตัวทางคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Thermo Calc มีข้อสรุปดังนี้

1. ผลการศึกษาเส้นทางการแข็งตัวเกี่ยวกับลำดับและชนิดของการเกิดโครงสร้างยูเท็คติกระหว่างแข็งตัวด้วยการตรวจสอบชิ้นงานจริง กับการคำนวณสมการการแข็งตัวตาม

ทฤษฎีแบบGulliver-Scheil และแบบจำลองการแข็งตัวทางคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Thermo Calc ให้ผลคล้ายกันคือการเกิด Al+$\eta(MgZn_2)$, α Al+$\eta(MgZn_2)$+ T(Al-Zn-Mg-Cu) และ $\theta(CuAl_2)$

2. ผลการศึกษาเส้นทางการแข็งตัวเกี่ยวกับสัดส่วนความหนาแน่นของ พื้นที่โครงสร้างที่เป็นยูเท็คติกกับพื้นที่โครงสร้างพื้นฐานระหว่างแข็งตัว ด้วยการตรวจสอบชิ้นงานจริงกับการคำนวณสมการการแข็งตัวตามทฤษฎีแบบGulliver-Scheil และแบบจำลองการแข็งตัวทางคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Thermo Calc ให้ผลต่างกันคือการตรวจสอบชิ้นงานจริงให้ค่าประมาณร้อยละ 9-11 แต่การคำนวณให้ค่าประมาณร้อยละ 15
3. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าส่วนผสมของธาตุต่างๆ (% Composition) กับสัดส่วนมวลที่แข็งแล้ว (f_s) การตรวจสอบชิ้นงานจริงมีรูปแบบการแข็งตัวไม่ตรงกับความสัมพันธ์ระหว่างค่าส่วนผสมของธาตุต่างๆ (% Composition) กับสัดส่วนมวลที่แข็งแล้ว (fs) แบบ Gulliver-Scheil ซึ่งแสดงว่าค่าα ไม่เป็น 0 และมีการแพร่ความเข้มข้นของธาตุผสมระหว่างการแข็งตัวจากบริเวณที่แข็งตัวแล้ว ซึ่งแสดงว่าการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับรูปแบบการแข็งตัวของชิ้นงานโลหะอะลูมิเนียมผสมสังกะสี-แมกนีเซียม-ทองแดง (Al – 9.8Zn – 2.5Mg – 2.3Cu) แบบ Gulliver-Scheil นั้นไม่เหมาะสม