# บทที่ 1

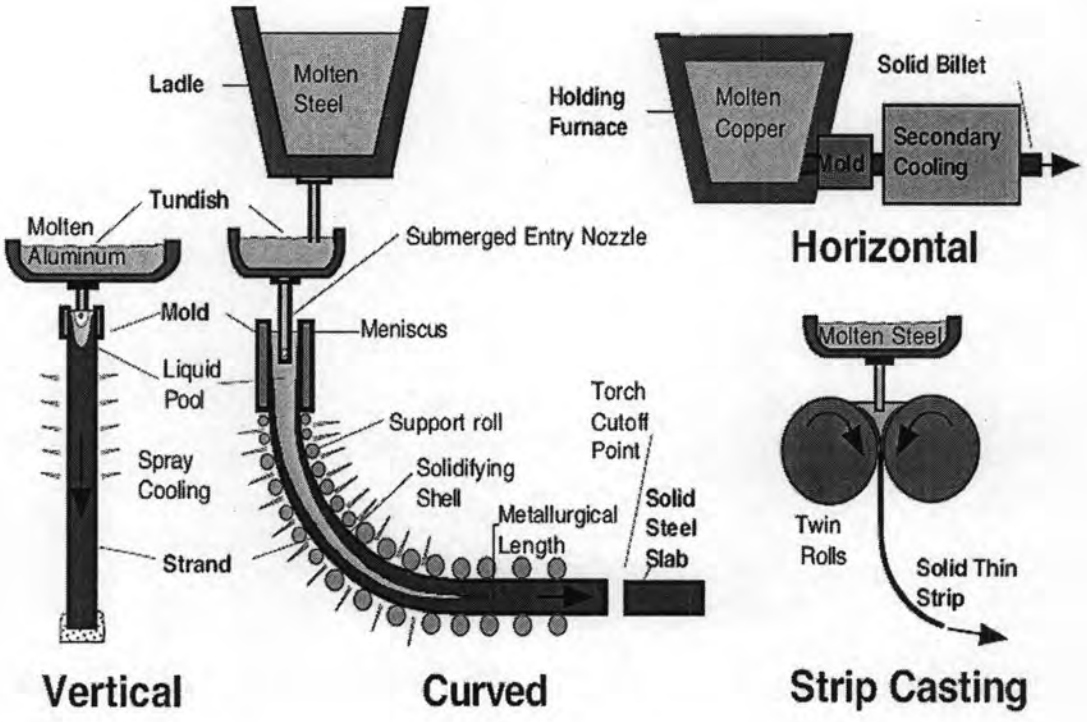
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ในปัจจุบันปัญหาการไหลของน้ำโลหะภายในแบบหล่อ มีความสำคัญเป็นอย่างมากกับกระบวนการหล่อเนื่องจากรูปแบบการไหลของน้ำโลหะภายในแบบหล่อนั้น ส่งผลกระทบต่อสมบัติและคุณภาพของงานหล่อที่ได้ เช่นการกระจายตัวของสารมลทิน (Inclusions) การเกิดการแตกหรือฉีกขาดของงานหล่อในบริเวณผนังด้านแคบ (Narrow Face) ที่น้ำโลหะกระทบโดยตรง ซึ่งปัญหาดังกล่าวมีผลมาจากการไหลของน้ำโลหะ ที่ไม่สามารถควบคุมและไม่สามารถมองเห็นปรากฏการณ์การไหลของน้ำโลหะที่เกิดขึ้นจริงๆได้ ดังนั้นการศึกษาปัญหาการคำนวณพลศาสตร์ของไหลของน้ำโลหะโดยใช้ระเบียบวิธีปริมาตรสืบเนื่อง (Finite Volume Method) เข้ามาเป็นเครื่องมือในการศึกษาปัญหาดังกล่าว ซึ่งอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) จำลองปรากฏการณ์การไหลของน้ำโลหะที่เกิดขึ้นจริงภายในแบบหล่อของกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่อง เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจและการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงๆได้

กระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องโดยทั่วไป เป็นกระบวนการเปลี่ยนน้ำโลหะจากสภาวะของเหลวไปสู่สภาวะของแข็ง ที่มีความต่อเนื่องของการหล่อซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการหล่อโลหะ ในกรณีที่ต้องการผลิตเป็นจำนวนมากๆ โดยโลหะจะมีการแข็งตัวเริ่มต้นที่บริเวณผนังแบบหล่อ หลังจากนั้นจึงถูกดึงออกมาทางด้านล่างของแบบหล่อด้วยอัตราที่คงที่ และสอดคล้องกับอัตราการส่งน้ำโลหะเข้าสู่แบบหล่อ ซึ่งในที่สุดจะเข้าสู่สภาวะคงตัว (Steady State) เมื่อเปรียบเทียบกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องกับกระบวนการหล่อ ด้วยวิธีอื่นๆ กระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องจะมีต้นทุนเริ่มต้นที่สูงกว่าแต่มีต้นทุนในการดำเนินงานที่ต่ำกว่า กระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพทั้งในเชิงต้นทุนและพลังงาน ในการผลิตเชิงพาณิชย์เป็นวิธีที่มีคุณภาพ สามารถหล่องานออกมาได้ในหลายๆรูปร่าง และขนาดที่มีความสม่ำเสมอของงาน เช่น อาจหล่อออกมาเป็นรูปหน้าตัดสี่เหลี่ยมสำหรับผลิต Plate หรือ Sheet หรืออาจหล่อออกมาเป็นหน้าตัดทรงกลมก็ได้ รูปที่ 1.1 แสดงลักษณะพื้นฐานของเครื่องหล่อแบบต่อเนื่องหลายๆประเภท จากภาพทางด้านซ้ายสุดเป็นการหล่อแบบต่อเนื่องในแนวดิ่ง (Vertical Casting) *[1]* ใช้หล่ออะลูมิเนียมหรือ ประยุกต์เป็นพิเศษกับโลหะประเภทอื่นๆได้ด้วย เครื่องหล่อที่อยู่ตรงกลางของภาพคือ เครื่องหล่อแบบมีการดัดโค้ง (Curved Machine) *[1]* ใช้หล่อเหล็กกล้าเป็นหลัก ในขณะหล่ออาจมีการดัดหรือไม่ดัดก็ได้ เครื่องหล่อที่อยู่ทางขวาสุดของภาพ เป็นเครื่องหล่อแบบต่อเนื่อง (Strip Casting) *[1]* ที่ให้ชิ้นงานที่มีความหนาไม่มาก ใช้สำหรับหล่อเหล็กกล้าและโลหะอื่นๆ เพื่อ

ลดขั้นตอนการรีดให้เหลือน้อยที่สุด ในที่นี้การศึกษาจะเน้นการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) โดยวิธีปริมาตรสืบเนื่อง (Finite Volume Method) ใน 2 มิติ เพื่อศึกษาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงของการไหลของน้ำโลหะภายในแบบหล่อ ในช่วงที่เริ่มมีการปล่อยน้ำโลหะจากอุปกรณ์ส่งน้ำโลหะ (Nozzle) เข้าสู่แบบหล่อ ที่ส่งผลต่อสมบัติและคุณภาพของงานหล่อ ในการจำลองแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) นี้จะมีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนลักษณะรูปร่าง (Geometries) รวมทั้งข้อกำหนดในเงื่อนไขต่างๆ ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาได้ง่ายและรวดเร็วกว่า การทำการทดลองจริงๆ เพราะเนื่องจากในการทดลองทางปฏิบัติจริงๆนั้น การที่จะกำหนดลักษณะรูปร่าง (Geometries) และเงื่อนไขต่างๆเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมในการออกแบบหรือปรับปรุงกระบวนการการผลิตนั้นทำได้อยากลำบากมาก ต้องเสียค่าใช้จ่ายและเวลาในการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขในแต่ละครั้งเป็นจำนวนมาก กว่าจะได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ




รูปที่ 1.1 แสดงกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่องทั้งแบบ Vertical, Curved, และ Strip Casting

**1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1.2.1 เพื่อเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการไหลของน้ำเหล็ก ที่เกิดขึ้นจริง ภายในแบบหล่อประเภทแท่งแบนของกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่อง (Slab Continuous Caster)

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการไหลของน้ำเหล็กภายใต้เงื่อนไขต่างๆ สำหรับการหล่อประเภทแท่งแบน ของกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่อง (Slab Continuous Caster)

1.2.3 เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุง ออกแบบ และการกำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหล่อแบบต่อเนื่องที่เหมาะสม

1.2.4 เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่มีการประยุกต์ใช้ ระบบสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Field) ภายในแบบหล่อ ประเภทแท่งแบนของกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่อง (Slab Continuous Caster)

**1.3 ขอบเขตของการวิจัย**

1.3.1 ศึกษารูปแบบการไหล ของน้ำเหล็ก ที่มีผลสืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนเงื่อนไขของอุปกรณ์จ่ายน้ำโลหะ (Nozzle) เช่น มุมพอร์ต (Port Angle), และระดับความลึกของอุปกรณ์จ่ายน้ำเหล็ก (Nozzle Depth) ที่แตกต่างกัน

1.3.2 ศึกษารูปแบบการไหลของน้ำเหล็ก ภายใต้เงื่อนไขของการเปลี่ยนอัตราเร็วการหล่อ (Casting Speed) ที่แตกต่างกัน

1.3.3 ศึกษาผลกระทบของแรง ที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic field) ที่มีต่อรูปแบบการไหลของน้ำเหล็กภายในแบบหล่อ 2 มิติ

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 การศึกษารูปแบบการไหลของน้ำเหล็ก โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ทำให้สามารถสังเกตเห็นภาพ สภาวะการไหลที่เกิดขึ้นใกล้เคียงความจริงโดยปราศจากการ ทดลองจริงได้

1.4.2 ช่วยเพิ่มความแม่นยำ ในการทำนายสภาวะการไหลของน้ำเหล็ก ที่ส่งผลกระทบกับชิ้นงานหล่อก่อนลงมือปฏิบัติงานจริงๆได้เป็นอย่างดี

1.4.3 การศึกษาปรากฏการณ์ การไหลของน้ำเหล็ก โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ทำให้สามารถประหยัดได้ทั้ง เวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

1.4.4 ข้อมูลที่ได้จากการจำลองแบบทางคณิตศาสตร์ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบ และปรับปรุงกระบวนการผลิตได้

1.4.5 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนาต่อเนื่องจาก Source Code ของ CAFFA-Programสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมการหล่อเหล็ก ประเภทแท่งแบนแบบต่อเนื่อง (Slab Continuous Caster) และโลหะอื่นนอกกลุ่มเหล็กได้