

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาผลกระทบทางกระบวนการความร้อนต่อโครงสร้างจุลภาค และสมบัติงานเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม ดูเพล็กซ์ เกรด UNS S31803 โดยผ่านกรรมวิธีการอบอ่อน โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1) เพื่อศึกษาผลกระทบทางกระบวนการความร้อนต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติงานเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม ดูเพล็กซ์ เกรด UNS S31803 โดยผ่านกรรมวิธีการอบอ่อน

5.1 สรุปผลการทดลอง

การสรุปผลการทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ

1. สรุปผลการทดลองต่อสมบัติทางกลด้านค่าความแข็ง
2. สรุปผลการทดลองต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาค

5.1.1 การสรุปผลการทดลองต่อค่าความแข็ง

5.1.1.1 บริเวณเนื้องาน (Base Metal)

จากการศึกษาการวิเคราะห์หัตถิทธิพลหลัก (Main Effect) พบว่า ปัจจัยด้านอุณหภูมิและเวลา มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคุณสมบัติทางกลผลของการอบอ่อนที่อุณหภูมิและเวลา มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลง ของค่าความแข็งบริเวณเนื้องาน(Base Metal) มีค่าความแข็งเฉลี่ยสูงสุด 337.420 HV ที่อุณหภูมิ 850°C ใช้เวลาอบอ่อน 3 ชั่วโมง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบอ่อนสูงขึ้นที่ระดับ 950°C และ 1,050°C ทำให้ชิ้นงานทดลองมีค่าความแข็งลดลง

5.1.1.2 บริเวณเขตอิทธิพลความร้อน (HAZ)

จากการศึกษาการวิเคราะห์หัตถิทธิพลหลัก (Main Effect) ปัจจัยด้านอุณหภูมิและเวลา พบว่า มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคุณสมบัติทางกลผลของการอบอ่อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลง ของค่าความแข็งบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน (HAZ) มีค่าความแข็งสูงสุด 323.340 HV ที่อุณหภูมิ 850°C ใช้เวลาอบ 3 ชั่วโมง เมื่อเพิ่ม อุณหภูมิในการอบอ่อนสูงขึ้นที่ระดับ 950°C และ 1,050°C ทำชิ้นงานทดลองมีค่าความแข็งลดลง

5.1.1.3 บริเวณแนวเชื่อม (Weld metal)

จากการศึกษาการวิเคราะห์อิทธิพลหลัก (Main Effect) ปัจจัยด้านอุณหภูมิและเวลา พบว่า มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคุณสมบัติทางกลผลของการอบอ่อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลง ของค่าความแข็งบริเวณแนวเชื่อม (Welded) มีค่าความแข็งสูงสุด 342.517 HV ที่อุณหภูมิ 850°C ใช้เวลาอบ 5 ชั่วโมง เมื่อเพิ่ม อุณหภูมิในการอบอ่อนสูงขึ้นที่ระดับ 950°C และ 1,050°C ทำชิ้นงานทดลองมีค่าความแข็งลดลง

5.1.2 การสรุปผลการทดลองโครงสร้างจุลภาคต่อปริมาณเฟอร์ไรต์

5.1.2.1 บริเวณเนื้องาน(Base Metal)

จากการศึกษาการวิเคราะห์อิทธิพลหลัก (Main Effect) ปัจจัยด้านอุณหภูมิและเวลา พบว่า มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงค่าโครงสร้างจุลภาค ของการอบอ่อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลง ของปริมาณเฟอร์ไรต์บริเวณเนื้องาน(Base Metal) มีปริมาณเฟอร์ไรต์ เหล็กมากที่สุด 36.883 % ที่อุณหภูมิ 850°C ใช้เวลาอบอ่อน 1 ชั่วโมง เมื่อเพิ่ม อุณหภูมิในการอบอ่อนสูงขึ้นที่ที่บริเวณเนื้องานระดับ 950°C และ 1,050°C ทำให้ชิ้นงานทดลองมีปริมาณเฟอร์ไรต์ลดลง

5.1.2.2 บริเวณเขตอิทธิพลความร้อน (HAZ)

จากการศึกษาการวิเคราะห์อิทธิพลหลัก (Main Effect) ปัจจัยด้านอุณหภูมิและเวลา พบว่า มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงค่าโครงสร้างจุลภาค ของการอบอ่อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลง ของปริมาณเฟอร์ไรต์บริเวณเขตอิทธิพลความร้อน (HAZ) ปริมาณเฟอร์ไรต์ เหล็กมากที่สุด 46.467 % ที่อุณหภูมิ 1,050°C ใช้เวลาอบอ่อน 1 ชั่วโมง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงที่บริเวณเขตอิทธิพลความร้อน (HAZ) ใช้เวลาในการอบอ่อนน้อยลงทำให้มีปริมาณเฟอร์ไรต์ มากขึ้น

5.1.2.3 บริเวณแนวเชื่อม (Welded)

จากการศึกษาการวิเคราะห์อิทธิพลหลัก (Main Effect) ปัจจัยด้านอุณหภูมิและเวลา พบว่า มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงค่าโครงสร้างจุลภาค ของการอบอ่อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลง ของปริมาณเฟอร์ไรต์บริเวณแนวเชื่อม (Welded) ปริมาณเฟอร์ไรต์ เหล็กมากที่สุด 37.270 % ที่อุณหภูมิที่ 850°C ใช้เวลาอบ 5 ชั่วโมง เมื่ออุณหภูมิต่ำ ใช้เวลาในการอบอ่อนมากขึ้น ทำให้มีปริมาณเฟอร์ไรต์ มากขึ้น ในบริเวณแนวเชื่อม (Welded) และเมื่อลดเวลาลงจะมีปริมาณเฟอร์ไรต์ ลดลง

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 อภิปรายผลต่อค่าความแข็ง

จากการทดลอง พบว่าการหาค่าความแข็งของอุณหภูมิต่ำและเวลาที่ใช้ในการอบอ่อน ในบริเวณที่มีค่าความแข็งสูงสุด คือบริเวณแนวเชื่อม (Welded) มีค่าความแข็งเท่ากับ 342.517 HV ใช้อุณหภูมิต่ำในการอบอ่อนที่ 850°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เนื่องจากว่า เมื่ออุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการอบอ่อนต่ำลงและใช้เวลาในการอบอ่อนมากขึ้นจะส่งผลทำให้มีอัตราการเย็นตัวของชิ้นงานต่ำลง จะทำให้ ออสเทนไนต์เกิดได้มากขึ้นขยายเฟสออสเทนไนต์ที่มีปริมาณมากขึ้น จึงทำให้บริเวณแนวเชื่อม (Welded) มีค่าความแข็งสูงที่สุด แต่กลับไปพบออสเทนไนต์ต่ำที่บริเวณเขตอิทธิพลความร้อน (HAZ) ซึ่งมีค่าความแข็งเท่ากับ 323.340 HV ดังนั้นเมื่ออบอ่อนด้วยอุณหภูมิต่ำใช้เวลา ในการอบมากขึ้นจะทำให้โครงสร้างออสเทนไนต์เกิดได้มากบริเวณแนวเชื่อม(Welded) จึงทำให้มีค่าความแข็งมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของเกรียงไกร วโนทยาน [19] ได้ศึกษาผลกระทบของกระแสไฟฟ้าเชื่อมต่อโครงสร้างจุลภาคในเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ เกรด S31803 ด้วยกระบวนการเชื่อมทิก พบว่า อัตราการเย็นตัวของรอยเชื่อมต่ำจะทำให้เกิดออสเทนไนต์ได้มากขึ้นและขยายขนาดใหญ่ขึ้นด้วย ทำให้พบ ออสเทนไนต์เป็นจำนวนมากในบริเวณเนื้อรอยเชื่อม (Weld metal) แต่กลับลดลงเหลือเพียงเล็กน้อยในเขตอิทธิพลความร้อน (HAZ)

5.2.2 อภิปรายผลต่อปริมาณเฟอไรต์

จากการทดลอง พบว่าค่าปริมาณเฟอไรต์ ของอุณหภูมิต่ำและเวลาที่ใช้ในการอบอ่อนมีปริมาณเฟอไรต์เฉลี่ยมากที่สุด 46.467 % ที่อุณหภูมิต่ำ 1,050°C เวลาอบ 1 ชั่วโมง คือบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน(HAZ) เนื่องจากว่า เมื่อใช้อุณหภูมิต่ำในการอบอ่อนสูงขึ้นและใช้เวลาในการอบอ่อนน้อยลง ทำให้ มีการขยายเฟสออสเทนไนต์ที่มีปริมาณน้อยลง เพราะอุณหภูมิต่ำทำให้เฟอไรต์ขยายตัวได้ดี จึงส่งผลทำให้บริเวณเขตอิทธิพลความร้อน(HAZ) มีปริมาณเฟอไรต์มากที่สุด แต่ในทางกลับกันไปพบ ออสเทนไนต์ มีจำนวนมากขึ้นที่บริเวณแนวเชื่อม(Welded)และบริเวณเนื้องาน (Base metal) ดังนั้นเมื่ออบอ่อนด้วยอุณหภูมิต่ำใช้เวลา ในการอบอ่อนน้อยจะทำให้โครงสร้างเฟอไรต์เกิดได้มากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของงานวิจัยของ Riad Badji ,et al. [15] ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเฟสและสมบัติทางกล หลังการเชื่อมและอบอ่อนเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ เกรด 2205 ที่อุณหภูมิต่ำ 800-1,000°C พบว่า การวางตัวของเฟอไรต์พบมากบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน และพบออสเทนไนต์ มากที่บริเวณใจกลางเนื้อเชื่อม และพบเฟส σ ซึ่งเป็น precipitation และ $M_{23}C_6$ โครเมียมคาร์ไบด์ ที่ขอบเกรนระหว่างออสเทนไนต์และเฟอไรต์ และอุณหภูมิต่ำในการอบอ่อนที่เหมาะสม ที่ทำให้อัตราส่วนระหว่างเฟอไรต์และออสเทนไนต์เหมาะสม คือ 1050°C อีกทั้งการที่อัตราส่วนระหว่างเฟอไรต์และออสเทนไนต์เท่ากันยังส่งผลให้สมบัติทางกลดีขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลกระทบทางกระบวนการความร้อนต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติงานเชื่อม เหล็กกล้าไร้สนิม ดูปเหล็กส์ เกรดUNS S31803 โดยผ่านกรรมวิธีการอบอ่อน ที่เงื่อนไขต่าง ๆ กันจากการวิจัยครั้งนี้พบปัญหาต่าง ๆ ในระหว่างการทดลอง และได้เขียนไว้เป็นข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.3.1 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงเศรษฐศาสตร์ต่อไปว่า แต่ละเงื่อนไขของการเชื่อมมีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง อุณหภูมิและเวลาในการอบอ่อนมีลำดับความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของอย่างไร

5.3.2 ในการตรวจสอบค่าความแข็งและตรวจดูโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานเพื่อหาค่าเฉลี่ย ต้องมีความละเอียดและแม่นยำในการวัดและตรวจสอบ

5.3.3 การศึกษางานวิจัยครั้งนี้ทำให้มองเห็นประโยชน์ในด้านการศึกษา และวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยต่างๆในการอบอ่อน มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง และสมบัติทางกล อย่างไรก็ดี ขอบเขตจำกัด แต่ทุกกรณี อยู่ภายใต้หลักวิชาการที่นำมาใช้อ้างอิง เป็นข้อเท็จจริงที่สามารถพิสูจน์ได้