บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในวงการอุตสาหกรรม ได้พัฒนาความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในการผลิตวัสดุอุตสาหกรรมที่ใช้โลหะเป็นฐานหลัก เช่น เหล็ก และโลหะผสมอื่นๆ โลหะดังกล่าว เมื่อนำมาผลิตเป็นโครงสร้าง มีความจำเป็นที่จะต้องนำมาประสานเข้าด้วยกัน โดยใช้วิธีการเชื่อมที่ให้คุณภาพดีที่สุด กรรมวิธีการเชื่อมแบบแก๊สเมตัลอาร์ค (Gas Metal Arc Welding : GMAW) หรือการเชื่อมมิก/แม็ก (MIG/MAG Welding) เป็นกระบวนการเชื่อมแบบหลอมละลาย ที่อาศัยพลังงานความร้อนจากการอาร์คด้วยไฟฟ้าระหว่างลวดเชื่อม (Filler wire or Solid Electrode wire) ที่ไหลป้อนอย่างต่อเนื่องกับชิ้นงาน (Base Metal) โดยมีแก๊สเฉื่อย (Inert gas) หรือ แก๊สผสม (Mixer gas) หรือแก๊สปฏิกิริยา (Active gas) ปกคลุมการอาร์คป้องกันมิให้แก๊สออกซิเจน หรือ แก๊สไนโตรเจนเข้ามารวมตัวกับโลหะที่กำลังหลอมละลาย เรียกชื่อ กระบวนการเชื่อมมิกหรือแม็ก [1]

เหล็กกล้าผสม AISI 4140 หรือ SCM440 ตามมาตรฐาน JIS ซึ่งมีชื่อเรียกทางการค้าว่า “เหล็กหัวฟ้า” ซึ่งเป็นเหล็กกล้าผสมคาร์บอนปานกลาง 0.38- 0.43 % เหล็กชนิดนี้มีความสามารถในการชุบแข็ง ความแข็งหลังชุบประมาณ 54 – 59 HRC สามารถทุบขึ้นรูปได้ดี และความสามารถในการตัดแต่งปานกลาง ความสามารถในการเชื่อมไม่ดีนักเนื่องจากมีโอกาสแตกร้าวขณะเชื่อมได้ง่าย ส่วนใหญ่นำไปใช้ในการทำเฟืองขนาดเล็ก สลักเกลียว ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล และสลักเกลียวต่างๆที่ต้องการความแข็งแรงสูง [2]

การอบชุบโลหะด้วยความร้อน เป็นวิธีการที่รู้จักกันในวงการผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับเหล็ก ในบางครั้งมีความเข้าใจว่าการอบชุบโลหะด้วยความร้อนเป็นวิธีง่าย ๆ เพียงแค่เผาให้ร้อนแดง แล้วจุ่มน้ำ ก็จะมีความแข็งใช้การได้ โดยไม่ได้คำนึงว่าเหล็กนั้นเป็นเหล็กชนิดใด และต้องการนำไปใช้งานอะไร ทำให้โรงงานอบชุบส่วนมากจะประสบปัญหาอยู่เสมอว่าชิ้นงานหลังการอบชุบแล้ว ได้เหล็กที่ไม่ดี ไม่แข็งเปราะ หักง่ายด้วยเหตุนี้ จึงนิยมสั่งซื้อชิ้นส่วนจากต่างประเทศ เพื่อลดปัญหาดังกล่าว ในขณะเดียวกันก็ยังมีผู้พยายามที่จะลดต้นทุนในการผลิต โดยทำการอบชุบโลหะด้วยความร้อนเอง แม้ว่าคุณภาพไม่ดีนัก แต่คุณสมบัติใกล้เคียงตามที่ต้องการ เพราะเครื่องมือเครื่องจักรดังกล่าวที่ทำการผลิตขึ้นมาในแต่ละชิ้นส่วนมีการใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งบางชิ้นต้องรับแรงมากหรือบางชิ้นรับแรงเพียงเล็กน้อย หรือให้มีความแข็งมากเพื่อทนต่อแรงอัด หรือบางชิ้นต้องการความเหนียวเพราะรับแรงกระแทก ด้วยเหตุนี้เหล็กที่จะนำมาอบชุบด้วยความร้อนจึงต้องมีคุณสมบัติและวิธีการอบชุบด้วยความร้อนที่แตกต่างกันไป และจำเป็นที่จะต้องทราบถึงวิธีการอบชุบ ด้วยความร้อนอย่างถูกต้อง ปัจจุบันเหล็กกล้าผสม

ถูกนำมาใช้งานกันอย่างมากในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ใช้ทำเฟืองขนาดเล็ก สลักเกลียว ชิ้นส่วนเครื่องจักร และน็อตต่าง ๆ ซึ่งในการที่จะได้เหล็กกล้าผสมที่ใช้งานแล้วเกิดประโยชน์สูงสุด เราจำเป็นที่จะต้องทราบกระบวนการที่ผลิตเหล็กกล้าผสม แล้วต้องทำให้มีคุณสมบัติที่ดีและเหมาะสมกับการใช้งาน [3]

ในการเชื่อมเหล็กที่มีความสามารถในการชุบแข็งสูง มักเกิดเฟสมาร์เทนไซต์ในโครงสร้างของงานเชื่อมได้ง่ายดังนั้นการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานก่อนเชื่อมและหลังเชื่อมจะช่วยลดปัญหานี้ลงได้ นอกจากนี้การเชื่อมเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนมาก มักเกิดการแตกร้าวได้ง่ายเนื่องจากอิทธิพลของไฮโดรเจนในแนวเชื่อม ดังนั้นจึงควรใช้ลวดเชื่อมที่ฟลักซ์มีส่วนผสมของไฮโดรเจนต่ำสำหรับการเชื่อมเกรด 4140 ควรเผาอุ่นชิ้นงานที่อุณหภูมิ150-260°C ก่อนเชื่อมและภายหลังการเชื่อมควรให้ความร้อนแก่ชิ้นงานที่อุณหภูมิ 600-675°C และทำให้เย็นตัวลงอย่างช้า ๆ

แม่พิมพ์พลาสติกที่มีจำนวนการผลิตสูง ในกรณีที่ต้องการให้แม่พิมพ์มีความทนทาน สามารถผลิตชิ้นงานที่มีจำนวนมากได้ และเหล็กที่ผ่านการชุบแข็งมาแล้วมีความทนทานไม่พอกับจำนวนที่ต้องการผลิต จะใช้เหล็กกล้าผสมที่สามารถชุบแข็งทั้งชิ้นมาใช้ทำแม่พิมพ์ โดยสามารถใช้ทำแม่พิมพ์ทั้งชิ้น หรือ ใช้ฝังเฉพาะบริเวณที่ต้องการก็ได้ รวมทั้งเมื่อเกิดการแตกหักของแม่พิมพ์(Mold) ต้องมีการเชื่อมซ่อมบำรุง ซึ่งถ้าสั่งซื้อใหม่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมาก

จากสมบัติที่ดีของเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด AISI 4140 ที่ชุบแข็งแล้วประกอบกับกระบวนการเชื่อมมิก เหล็กกล้าคาร์บอนเกรด AISI 4140 ที่ผ่านการชุบแข็งแล้วมีน้อยมาก จากปัญหาดังกล่าว จึงได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของความร้อนจากการเชื่อม ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในระดับจุลภาคของโครงสร้างและสมบัติทางกลที่เกิดขึ้นในบริเวณบริเวณ Fusion Zone, Heat Affected Zone (HAZ) และBase Metal โดยการกำหนดตัวแปรที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในการปฏิบัติงานเชื่อม 2 ชนิด คือ ความเร็วในการเชื่อม กระแสไฟฟ้า โดยการใช้กระบวนการเชื่อม เหล็กกล้าผสม (AISI4140) ที่ผ่านการชุบแข็ง ที่ระดับอุณหภูมิ 845 องศาเซลเซียส ด้วยน้ำมัน เพื่อให้ได้ข้อมูลมาใช้ประกอบการศึกษา พัฒนา ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลกระทบของกระบวนการเชื่อมมิก (Gas Metal Arc Welding : GMAW) ต่อสมบัติเหล็กกล้าผสม AISI 4140 ที่ผ่านการชุบแข็ง

1.3 สมมติฐานในการวิจัย

ปัจจัยที่ศึกษามีผลต่อสมบัติเหล็กกล้าผสมAISI 4140 ที่ผ่านการชุบแข็ง ในกระบวนการเชื่อมมิก (Gas Metal Arc Welding: GMAW)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงผลของพารามิเตอร์การเชื่อม ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในบริเวณรอยเชื่อม (Weld metal) และบริเวณกระทบร้อน (HAZ)

2. ทราบถึงผลของพารามิเตอร์การเชื่อม ที่มีต่อสมบัติทางกลด้านความแข็งบริเวณรอยเชื่อม (Weld metal) และบริเวณกระทบร้อน (HAZ)

3. ทราบถึงผลของพารามิเตอร์การเชื่อม ที่มีต่อสมบัติทางกลด้านเค้นแรงดึงสูงสุดของแนวเชื่อม

4. เพื่อนำไปใช้ในการเชื่อมซ่อมบำรุงงานแม่พิมพ์ (Mold)

5. ใช้เป็นข้อมูลทำวิจัย ในสาขาที่เกี่ยวข้อง

1.5 ขอบเขตงานวิจัย

1. วัสดุที่ใช้ในการทดลองเหล็กกล้าผสม เกรด AISI 4140 ขนาด 70 mm x 100 mm x 6 mm จำนวน 18 แผ่น ที่ผ่านการชุบแข็งให้ความร้อน(อุณหภูมิ 845 องศาเซลเซียส ด้วยน้ำมัน)

2. ประกอบรอยต่อชิ้นงานแบบต่อชน (Butt Joint) ก่อนการเชื่อมโดยการเชื่อมยึดบริเวณหัวท้ายของรอยต่อด้วยแผ่นเหล็กขนาด กว้าง 3 mm. ยาว 4 mm. หนา 4.5 mm.

3. ใช้เครื่องเชื่อมแบบ Mig ประกอบติดตั้งกับเครื่องตัดแก๊สแบบเส้นตรง ท่าเชื่อม 1 G

4. ลวดเชื่อมเหล็กกล้าผสม ER 70S-6 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 mm.

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการศึกษา ผลกระทบของกระบวนการเชื่อมมิก (Gas Metal Arc Welding : GMAW) ต่อสมบัติเหล็กกล้าผสมที่ผ่านการชุบแข็ง โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ดังนี้

1.5.1 ตัวแปรต้น

1. กระแสเชื่อม 3 ระดับ คือ 120 แอมป์ , 140 แอมป์ และ 160 แอมป์
2. ความเร็ว 3 ระดับ คือ 220 ม.ม./นาที, 250 ม.ม./นาที และ 280 ม.ม./นาที

1.5.2 ตัวแปรตาม

1. ทดสอบสมบัติทางกล ได้แก่ ด้านเค้นแรงดึงสูงสุดต่ำสุดบริเวณแนวเชื่อม ความเค้นแรงดึงจุดครากสูงสุดต่ำสุดบริเวณแนวเชื่อม และทดสอบความแข็งบริเวณโลหะงาน บริเวณได้รับผลกระทบร้อน และบริเวณแนวเชื่อมสูงสุดต่ำสุด

2. ศึกษาผลของพารามิเตอร์การเชื่อมที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาค บริเวณรอยเชื่อม (Weld metal) บริเวณกระทบร้อน (HAZ) บริเวณโลหะงาน (Base metal)

1.6 นิยามคำศัพท์

GMAW (Gas Metal Arc Welding) เป็นการเชื่อมโลหะที่ได้รับความร้อนจากการอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน สำหรับลวดเชื่อมที่ใช้เป็นลวดเชื่อมเปลือยที่ส่งป้อนอย่างต่อเนื่องไปยังบริเวณอาร์คและทำหน้าที่อาร์คกับชิ้นงานทำให้ลวดเชื่อมเกิดการหลอมระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงานและเติมลงไปยังบ่อหลอมในแนวเชื่อม บ่อหลอมจะถูกแก๊สคลุมบริเวณแนวเชื่อมตลอดเวลาขณะเกิดการอาร์ค แก๊สที่ปล่อยออกมาจากหัวเชื่อมจะทำหน้าที่เป็นม่านป้องกันอากาศจากภายนอก และปกคลุมโลหะในบ่อหลอมขณะทำการเชื่อมไม่ให้ทำปฏิกิริยากับอากาศ แก๊สที่ใช้เป็นแก๊สเฉื่อยหรือแก๊สเฉื่อยผสม คุณภาพสูงทำให้แนวเชื่อมมีคุณภาพค่อนข้างสูง

HAZ (Heat Effect Zone) หมายถึง บริเวณของชิ้นงานที่ได้รับอิทธิพลจากความร้อนภายหลังการเชื่อมที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกล และโครงสร้างจุลภาค

ความเค้นแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) หมายถึง ความสามารถที่วัสดุที่จะต้านทานแรงกระทำหรือความเค้นได้สูงสุดก่อนที่จะเกิดการเสียหาย (Failure)