

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ (Duplex Stainless Steels) เป็นโลหะผสมระหว่างเหล็กกับโครเมียมและนิเกิล มีปริมาณโครเมียมผสมอยู่ 23-30% โดยน้ำหนัก มีนิเกิลผสม 2-7 % โดยน้ำหนักและมีธาตุอื่น ๆ รวมอยู่ด้วย ในเหล็กกล้าไร้สนิมประเภทนี้มีสองเฟสที่อุณหภูมิห้อง คือ เฟอไรต์ (Ferrite) กับ ออสเทนไนต์ (Austenite) ซึ่งลักษณะการเกิดเฟสแบบนี้จึงมีชื่อว่า “ดูเพล็กซ์ (Duplex)” สมบัติบางอย่างของเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ (Duplex Stainless Steels) มีดังนี้

1. เป็นแม่เหล็กได้บางส่วน (Partially Magnetic)
 2. มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดี
 3. มีความต้านทานต่อการแตกร้าวจากการกัดกร่อนภายใต้ความเค้น (Stress-Corrosion Cracking) ดีกว่าเหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels)
 4. มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนแบบรูเข็ม (Pitting Corrosion) ดีกว่า เหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels)
 5. มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนตรงรอยต่อขอบเกรน (Intergranular Corrosion) ดีกว่า เหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels)
 6. มีความแข็งแรงสูงกว่า เหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels)
- จากคุณสมบัติที่โดดเด่นของเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ที่กล่าวมา ทำให้มีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า อุตสาหกรรมอากาศยานและกระสวยอวกาศ อุตสาหกรรมอาหารอุตสาหกรรมไฟฟ้าและเคมีและอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เป็นต้น [1]

สารพอกหุ้ม หรือพอลิเมอร์ที่ใช้หุ้มลวดเชื่อมหรือใช้ทาชิ้นงานก่อนทำการเชื่อมประกอบด้วยธาตุและสารประกอบทางเคมีหลายชนิดเพื่อทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่น ป้องกันการรวมตัวกับบรรยากาศภายนอก ควบคุมการอาร์กให้สม่ำเสมอ ควบคุมรูปร่างของแนวเชื่อม และ ความสามารถในการควบคุมส่วนผสมธาตุ อีกทั้งยังสามารถเพิ่มคุณสมบัติที่สำคัญ ๆ ให้กับแนวเชื่อม คุณสมบัติที่สำคัญดังกล่าวพอจะจำแนกได้ดังนี้ คือ

1. คุณสมบัติเชิงกล (Mechanical Properties)
2. คุณสมบัติเชิงอุณหภูมิ (Thermal Properties)
3. คุณสมบัติเชิงเคมี (Chemical Properties)
4. คุณสมบัติเชิงไฟฟ้า (Electrical Properties)
5. คุณสมบัติอื่นๆ (Other Properties)

และในงานวิศวกรรมคุณสมบัติเชิงกล มีความสำคัญมากที่สุด เพราะเมื่อเราจะเลือกใช้วัสดุใด ๆ ก็ตาม สิ่งแรกที่จะนำมาพิจารณาก็คือคุณสมบัติเชิงกลของมัน การที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ใด ๆ จะสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ เช่น ความแข็ง (Hardness) ,ความแข็งแรง (Strength),ความเหนียว (Ductility) ฯลฯ เป็นสิ่งที่จะบอกว่าวัสดุนั้น ๆ สามารถที่จะรับหรือทนทานแรง หรือ พลังงานเชิงกลภายนอกที่มากระทำได้ดีมากน้อยเพียงใด [2]

สารประกอบเคมีที่ใช้ในการทดลองเป็นผงฟลักซ์ เช่น ซิลิคอน (Silicon : Si) ซิลิคอนในเนื้อเหล็กจะรวมตัวกับคาร์บอน เกิดเป็นซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) ซึ่งมีความแข็งแรงมาก ดังนั้นเหล็กที่มีซิลิคอนผสมอยู่มากเกินไปจะมีผลในการเพิ่มความเปราะและแตกหักง่าย สมบัติในการเชื่อมประสานและปากพิดลดลง แต่ทำให้มีความคงทนต่อการกัดกร่อนได้ดี อลูมิเนียมออกไซด์ (Aluminum Oxide or Alumina) (Al_2O_3) เป็นวัตถุดิบที่มีความทนไฟสูง มีความทนต่อการกัดกร่อน จากสารเคมี และมีสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ด้วยสมบัตินี้เอง Alumina จึงถูกนำมาในการผลิตวัตถุทนไฟ เบ้าหลอม หัวเทียน และแผ่นรองวงจรไฟฟ้า เมื่อผสมลงในเนื้อโลหะจะเป็นตัวไล่แก๊สออกซิเจน และไนโตรเจน (Deoxidizer และ Denitrizer) มากที่สุด ซึ่งผสมอยู่เล็กน้อยในเหล็ก จะมีผลทำให้เนื้อละเอียดขึ้น เมื่อใช้ผสมลงในเหล็กที่จะนำไปผ่านกระบวนการอบชุบแข็ง โดยวิธีไนไตรดิง (Nitriding) ทั้งนี้เนื่องจากอลูมิเนียมสามารถรวมตัวกับไนโตรเจน เป็นสารที่แข็งแรง ใช้ผสมลงในเหล็กทนความร้อนบางชนิด เพื่อให้ต้านทานต่อการตกสะเก็ด (Scale) ได้ดีขึ้น ส่วนไทเทเนียม (Titanium) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Ti ไทเทเนียมเป็นโลหะที่แข็งแรง ทำให้เกิดคาร์ไบด์ได้ดี เป็นธาตุผสมที่สำคัญในเหล็กกล้าไร้สนิมเพื่อป้องกันการผุกร่อนตามขอบเกรน นอกจากนั้น ไทเทเนียมยังช่วยทำให้เหล็กมีเกรนละเอียด เพิ่มความสามารถในการขึ้นรูปเย็นและความสามารถในการเชื่อม เมื่อนำมาผลิตเป็นโลหะเจือ ด้วยการผสมกับเหล็ก อะลูมิเนียม วานาเดียม โมลิบดีนัม และธาตุอื่นๆ เพื่อผลิตโลหะเจือที่แข็งแรงแต่น้ำหนักเบาสำหรับใช้ในยานอวกาศหรืออากาศยาน (เครื่องยนต์เจ็ท จีปนาวิค และยานอวกาศ) [3]

Heiple and Roper [4] กล่าวว่าทิศทางการไหลของน้ำโลหะในบ่อหลอมละลายจะมีผลต่อลักษณะรูปร่างสัญญาณทางโลหะวิทยาของเนื้อสัมผัสที่อุณหภูมิ ความตึงผิวเป็นปัจจัยในการผลักดันทิศทางการไหลของเหลวในบ่อหลอมละลายบริเวณแนวเชื่อม ในการเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 2205 ด้วยการเชื่อมทิกที่ใช้ฟลักซ์ SiO_2 , MoO_3 และ Cr_2O_3 จะเพิ่มการหลอมลึกของแนวเชื่อม ขณะที่ฟลักซ์ TiO_2 และ MnO_2 จะส่งผลต่อการหลอมลึกค่อนข้างกว้างและดินของแนวเชื่อม

จากการที่ได้ศึกษางานวิจัยการทดลองของการทาฟลักซ์ก่อนทำการเชื่อม โดยใช้เหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มดูเพล็กซ์ เกรด AISI 2205 แล้วพบว่าฟลักซ์ทำให้เกิดการหลอมลึกเพิ่มมากกว่าชิ้นงานเชื่อมที่ไม่ใช้

ฟลักซ์ จึงทำให้ผู้วิจัยเกิดความสนใจจะศึกษาการทาฟลักซ์ก่อนทำการเชื่อมนี้ ด้วยเหตุผลนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทดลองศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของฟลักซ์ต่อสมบัติการเชื่อมทิก (Gas Tungsten Arc Welding : GTAW) ของเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ (AISI 2205) เพื่อศึกษาว่าผลกระทบของฟลักซ์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อโครงสร้างมหภาคและสมบัติทางกลด้านความแข็งแรงและอัตราการซึมลึกของแนวเชื่อมที่เกิดขึ้นในบริเวณแนวเชื่อม (Welded) , และบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน Heat Affected Zone (HAZ) โดยใช้ฟลักซ์และชิ้นงานเชื่อมที่ไม่ใช่ฟลักซ์และเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้เพื่อให้มั่นใจว่าฟลักซ์สำหรับการเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มนี้จะไม่ส่งผลเสียในการใช้งานจริงในอุตสาหกรรม

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาผลกระทบของฟลักซ์ต่อสมบัติการเชื่อมทิก (Gas Tungsten Arc Welding : GTAW) ของเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ (AISI 2205)

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

ปัจจัยที่ศึกษาส่งผลกระทบ ต่อ โครงสร้างมหภาค และสมบัติทางกล ในกระบวนการเชื่อมทิก (Gas Tungsten Arc welding : GTAW) ของเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ (AISI 2205)

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อโครงสร้างมหภาคและสมบัติทางกล เหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ (AISI 2205) ในกระบวนการเชื่อมทิก (Gas Tungsten Arc welding : GTAW)
2. เพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลของฟลักซ์ชนิดต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อ โครงสร้างมหภาคและสมบัติทางกลของเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ (AISI 2205) ในกระบวนการเชื่อมทิก (Gas Tungsten Arc welding GTAW)
3. เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาคุณสมบัติทางกล ของงานเชื่อมอาร์คทั้งสแตน (Gas Tungsten Arc Welding) ของเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ เกรด AISI 2205 ได้
4. เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมงานเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ได้
5. เพื่อเป็นข้อมูลการทำวิจัยสาขาที่เกี่ยวข้องในครั้งต่อไปได้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. เชื่อมด้วยกรรมวิธีการเชื่อมทิก (Tungsten Inert Gas; TIG) ในตำแหน่ง Bead-on-plate ตำแหน่งท่าราบ
2. วัสดุงานเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ เกรด AISI 2205 ขนาดกว้าง 150 mm. ยาว 130 mm.หนา 10 mm.
3. ชุดควบคุมการเคลื่อนที่ เครื่องตัดแก๊ส รุ่น KT-5NX ยี่ห้อ TANAKA
4. เส้นผ่าศูนย์กลางลวดเชื่อม (Diameter of electrode) 3.2 mm ชนิดธอริเอท (2 % Thoriated)
5. มุมหัวทิพ (Tip angle of electrode) 90 องศา
6. ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับปลายอิเล็กโทรด (Electrode gap) 1 mm
7. แก๊สที่ใช้ปกคลุม (Shielding gas argon) 99.99 %
8. อัตราการไหลของแก๊สปกคลุม (Gas flowrate) 20 l/min
9. ชนิดของกระแสไฟเชื่อม กระแสตรงอิเล็กโทรดเป็นขั้วลบ

ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาปัจจัยในการทดลองโดยมีตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ดังนี้

1.5.1 ตัวแปรต้น

- ฟลักซ์ 3 ชนิด ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) อลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) และซิลิกอนออกไซด์ (SiO_2)
- กระแสไฟเชื่อม 3 ระดับ คือ 150 แอมแปร์ 180 แอมแปร์ และ 210 แอมแปร์
- อัตราความเร็วในการเคลื่อนที่ 125 มม./นาที

1.5.2 ตัวแปรตาม

สมบัติของงานเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ เกรด AISI 2205

- ค่าความแข็ง บริเวณแนวเชื่อม (Welded) และบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน (Heat Affected Zone) (HAZ)
- อัตราการซึมลึกของแนวเชื่อม

1.6 นิยามศัพท์

การเชื่อมทิก หมายถึง การเชื่อมแบบก๊าซทังสเตนอาร์ค Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) เป็นการเชื่อมอาร์คระหว่างแท่งทังสเตนอิเล็กโทรด (Tungsten electrode) กับชิ้นงานโดยใช้แก๊สเฉื่อย (Inert gas) ปกคลุมบริเวณแนวเชื่อมเพื่อป้องกันแก๊สออกซิเจนและแก๊สไนโตรเจนและความชื้นใน

อากาศเข้ามรรวมตัวกับโลหะที่กำลังหลอมละลาย ในการทดลองใช้การเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ AISI 2205 ตำแหน่งทำราบ Bead-on-plate

เหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ หมายถึง เหล็กกล้าผสมสูงชนิดหนึ่งที่มีความต้านทานการกัดกร่อนดีเยี่ยม พัฒนามาจากโลหะผสม ที่เกิดจากการรวมเอาสมบัติที่มีความแข็งแรงสูงของโครงสร้าง เฟอไรต์และสมบัติความแกร่งของโครงสร้างออสเทนไนท์ โดยมีโครเมียมผสมประมาณ 21-28% และนิกเกิลประมาณ 3-7.5% มีความต้านทานแรงดึงที่จุดครากสูงและค่าความยืดสูง จึงเรียกได้ว่ามีทั้งความแข็งแรงและความเหนียว (Ductility) สูง เช่น เกรด 2205

ความแข็ง หมายถึง คุณสมบัติที่สามารถต้านทานต่อการกดให้เป็นรอย (Indentation) บริเวณแนวเชื่อม (Weld Metal) และบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน (Heat Affected Zone) (HAZ) โดยใช้แรงกด 2000 g.f หน่วยวัด HV จำนวนจุดที่กด 18 จุด ระยะห่างระหว่างจุดกดจากบนลงล่าง 1 มิลลิเมตร จากขอบเข้าหาแนวเชื่อม 1 มิลลิเมตร

Dilution หมายถึง อัตราส่วนการซึมลึกของแนวเชื่อม (D = ความกว้างของแนวเชื่อม, W = ระยะการซึมลึกของแนวเชื่อม, W/D = อัตราการซึมลึกของแนวเชื่อม)