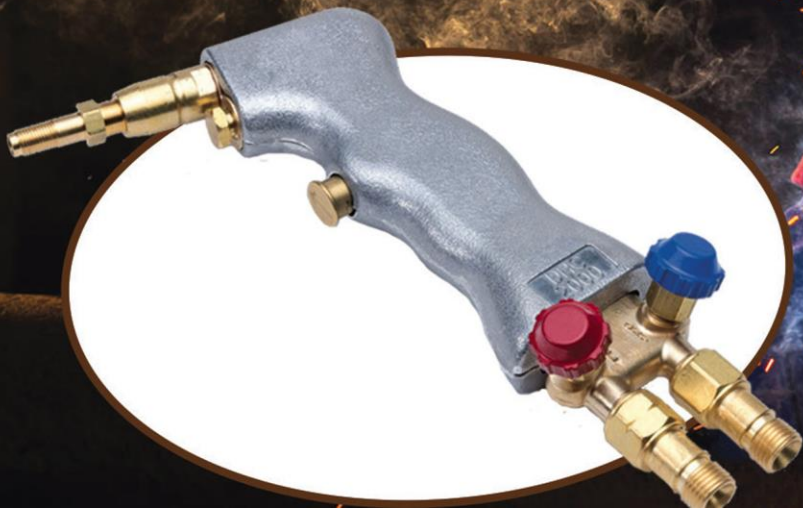




กระบวนการเชื่อม



โดย
ดร.วิทยา อินทร์สอน

หน่วยที่ 1



กระบวนการเชื่อมอาร์ก
ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์



หัวข้อเรื่อง

- 1.1 บทนำ
- 1.2 หลักการกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
- 1.3 ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
- 1.4 อันตรายจากการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
- 1.5 การต่อวงจรขั้วไฟเครื่องเชื่อม
- 1.6 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
- 1.7 วัฏจักรการทำงานของเครื่องเชื่อม
- 1.8 เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อม
- 1.9 องค์ประกอบกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์





บทนำ

การเชื่อมโลหะ

(Welding) คือ การประสานโลหะเข้าด้วยกันโดยให้ความร้อนจนโลหะงานหลอมละลาย วิธีการเชื่อมโลหะมีหลายวิธี ซึ่งจะแตกต่างกันที่ต้นกำเนิดของความร้อนโลหะ

หลายชนิดสามารถที่จะเชื่อมประสานกันได้ โดยใช้ความร้อนอย่างเดียว เรียกว่า การ

เชื่อมหลอมละลาย ซึ่งอาจมีการเติมหรือไม่มีการเติมตัวประ



1.2

หลักการกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

การเชื่อมอาร์ก

ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เป็นขบวนการต่อโลหะให้ติดกันโดยใช้ความร้อนที่เกิดจากการอาร์ก

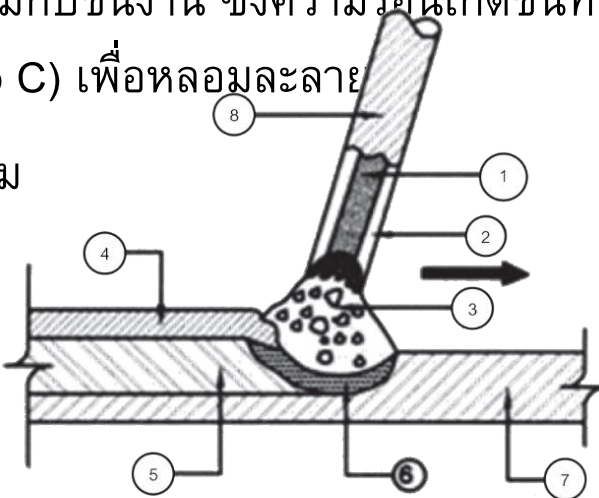
ระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ซึ่งความร้อนเกิดขึ้นที่ปลายลวดเชื่อมมีอุณหภูมิประมาณ $6,000^{\circ}\text{F}$ ($3,316^{\circ}\text{C}$) เพื่อหลอมละลาย

1. แกนลวด

2. สารพอกหุ้ม

3. เปลวอาร์ก

4. สลักแข็ง



5. แนวเชื่อม

6. ปะ

หลอมเหลว

7. ชิ้นงาน

8. ลวดเชื่อม



ข้อดี-ข้อเสียของการเชื่อมเมื่อเปรียบเทียบกับการย้าหมุด

ข้อดีของการเชื่อม

1. โครงสร้างของงานไม่ยุ่งยาก
2. ลดขั้นตอนการทำงานและช่วยประหยัดวัสดุ
3. สามารถป้องกันการรั่วไหลของแก๊ส น้ำมัน ของเหลว และอากาศได้ดี
4. รอยต่อมีคุณภาพสูง
5. ลดต้นทุนการผลิตและงานมีคุณภาพสูงคงทน

ข้อเสียของการเชื่อม

1. ทำให้คุณสมบัติของงานเชื่อมเปลี่ยนแปลง
2. งานบิดตัวและหดตัว
3. การตรวจสอบคุณภาพของงานเชื่อมทำได้ยาก
4. ทำให้เกิดความเค้นตกค้างอยู่ในวัสดุงานเชื่อม
5. ชิ้นส่วนของงานเชื่อมมีความไวต่อการเกิดความเค้น

เฉพาะที่



1.3

ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

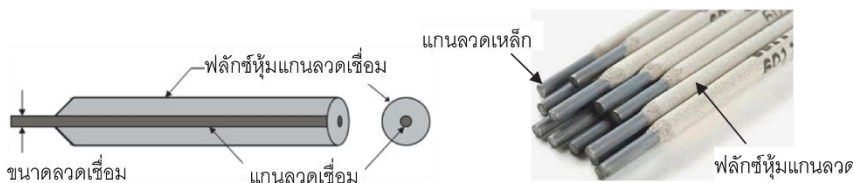
1.3.1 ชนิดของลวดเชื่อมไฟฟ้า

ลวดเชื่อมไฟฟ้าแบ่งได้ 2 ชนิด คือ ลวดเชื่อมเปลือยและลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

1. ลวดเชื่อมเปลือย (Bar Electrode)



2. ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Flux Covered Electrodes)



1.3.2 มาตรฐานของลวดเชื่อม (Standard of Electrodes)

ประเทศกลุ่มอุตสาหกรรมจะกำหนดมาตรฐานการผลิตลวดเชื่อม เพื่อควบคุมคุณภาพและ
เป็นมาตรฐานในการใช้งาน ตัวอย่างมาตรฐานประเทศต่าง ๆ เช่น

ISO (International Standard Organization) เป็นมาตรฐานสากล

AWS (American Welding Society) เป็นมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา

JIS (Japanese Industry Standard) เป็นมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น

DIN (Deutches Industry Norms) เป็นมาตรฐานของประเทศเยอรมนี

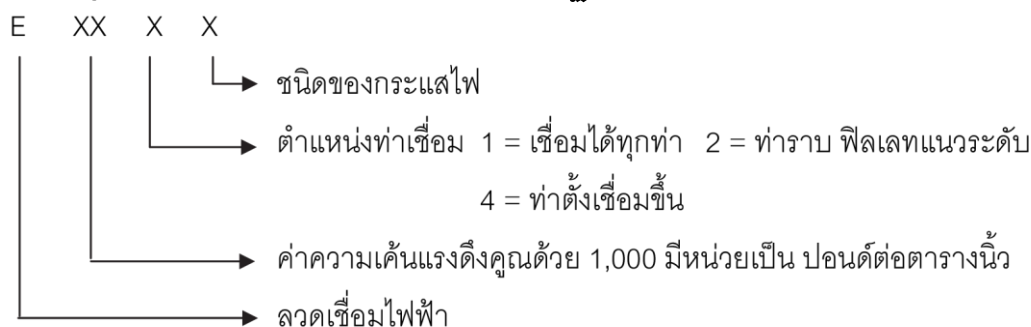
TIS (Thailand Industries Standard) เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ของ
ไทยย่อมาจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 49-2516



1. มาตรฐานลวดเชื่อมของสมาคมการเชื่อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (AWS)

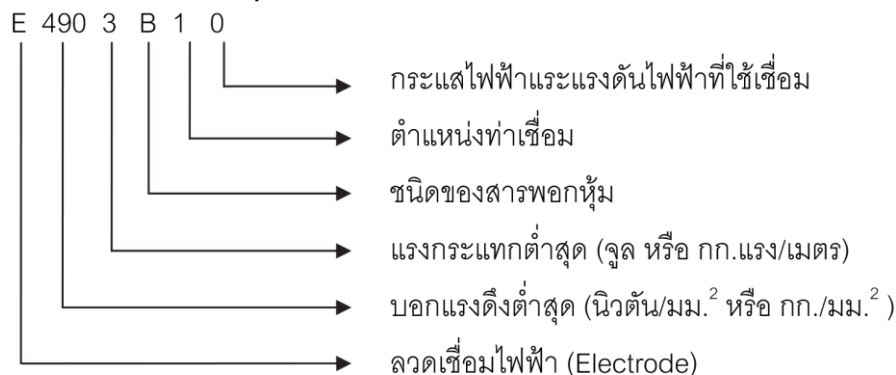
ได้กำหนดตัวอักษร และตัวเลขดังนี้

การอ่านสัญลักษณ์ลวดเชื่อมตามมาตรฐาน AWS



2. มาตรฐานของประเทศไทย มอก. 49-2516 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมการผลิต

ลวดเชื่อมไฟฟ้า มีฟลักซ์หุ้ม



1.3.3 การเลือกลวดเชื่อม

การเลือกลวดเชื่อมกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ให้เหมาะสมกับงาน และการเชื่อมมีสิ่งที่จะต้องพิจารณาดังต่อไปนี้

1. ส่วนผสมทางเคมีของโลหะงาน
2. ความแข็งแรงของโลหะงาน
3. ท่าเชื่อม
4. กระแสไฟเชื่อมที่ใช้
5. การออกแบบรอยต่อและการประกอบ
6. ความหนาและรูปร่างชิ้นงาน
7. ข้อกำหนดเกี่ยวกับงาน
8. ประสิทธิภาพในการผลิตและสภาพของงาน

1.3.4 การเก็บรักษาลวดเชื่อม

1. ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตลวดเชื่อม
2. เก็บไว้ในที่แห้ง ไม่เปียก หรือมีความชื้น
3. การเก็บลวดเชื่อม ควรวางให้เป็นระเบียบ เป็นหมวดหมู่ เลือกใช้หาง่าย หยิบใช้งานได้สะดวก



1.4

อันตรายจากการเชื่อมอาร์ก ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

1.4.1 อันตรายจากรังสี คือ การเชื่อมโลหะช่วงเชื่อมจะต้องสัมผัสกับแสงเชื่อมหรือ

รังสีที่เชื่อมอาร์กทำให้เกิดรังสีหรือแสงจัดที่เข้มมาก



1. รังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet Ray)

2. รังสีอินฟราเรด (Infrared Ray)

3. รังสีที่มองเห็นได้ (Visible Ray)



1.4.2 อันตรายจากไฟฟ้า

คือ อันตรายจากการปฏิบัติงานเชื่อม โดย
กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมโลหะมี 2 ชนิด
คือ กระแสสลับ (Alternative Current: AC)
และกระแสตรง (Direct Current: DC)



1.4.3 อันตรายจากแก๊สและควันเชื่อม

- 1. อันตรายจากแก๊ส (Gas)
- 2. ควันเชื่อม (Weld Fumes)



1.5

การต่อวงจรชั่วคราวไฟเครื่องเชื่อม

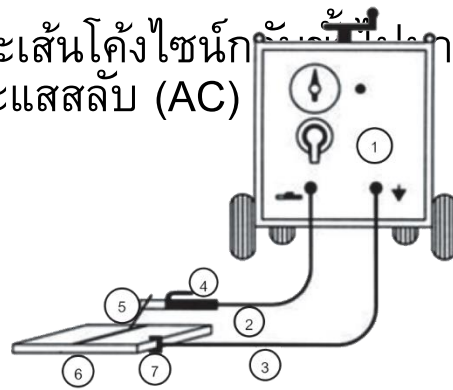
วงจรการเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญ คือ เครื่องเชื่อม ซึ่งทำหน้าที่ผลิตกระแสเชื่อมในวงจร และจ่ายไปตามสายเชื่อมจนถึงชิ้นงาน และลวดเชื่อม

1.5.1 การต่อชั่วคราวเชื่อมของกระแสสลับ (Alternative Current: AC)

การต่อชั่วคราวเชื่อมของกระแสสลับไม่ต้องคำนึงถึงระบบขั้ว (Polarity) เนื่องจากทิศทางการไหล

ของกระแสจะเป็นลักษณะเส้นโค้งไซน์ที่กลับขั้วไปมาตลอดเวลา

1. เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)
2. สายเชื่อม
3. สายดิน
4. หัวเชื่อม
5. ลวดเชื่อม
6. ชิ้นงาน
7. คีมจับชิ้นงาน



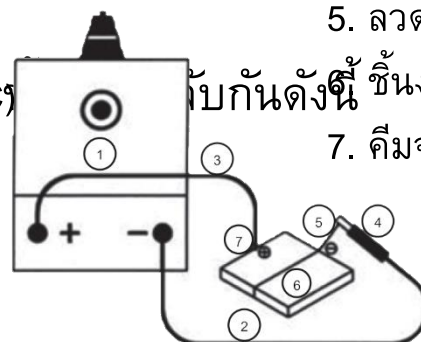
1.5.2 การต่อขั้วเชื่อมของกระแสตรง (Direct Current: DC)

การต่อขั้วเชื่อมของกระแสตรงนี้ต้องคำนึงถึงระบบขั้ว (Polarity) เนื่องจากทิศทางการไหล

ของกระแสจะเป็นทิศทางเดียวตลอด คือ จากขั้วลบไปขั้วบวก ซึ่งมีผลต่อการอาร์กที่ทำให้ **การต่อขั้วเชื่อม**

เกิดความร้อนที่ตำแหน่งที่ต้องการเชื่อม

2. สายเชื่อม
3. สายดิน
4. หัวเชื่อม



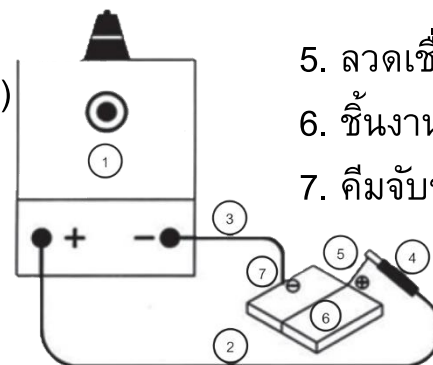
5. ลวดเชื่อม

6. ชิ้นงาน

7. คีมจับชิ้นงาน

2. การต่อขั้วเชื่อม

1. เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรง (DC)
2. สายเชื่อม
3. สายดิน
4. หัวเชื่อม



5. ลวดเชื่อม

6. ชิ้นงาน

7. คีมจับชิ้นงาน



1.6

เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (Electric Welding Machine) เป็นต้นกำเนิดความร้อนประเภทหนึ่ง

ที่นำไปใช้ในกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ โดยทั่วไปเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

แบ่ง 1.6.1 เครื่องเชื่อมกระแสสลับ (Alternating Current:

ตามลักษณะของกระแสไฟได้เป็น 2 ชนิด คือ ไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง

เครื่องเชื่อมกระแสสลับเป็นเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformers) จะแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากภายนอกให้เป็นกระแสไฟที่มีแรงดันสูง



1.6.2 เครื่องเชื่อมกระแสตรง (Direct Current: DC)

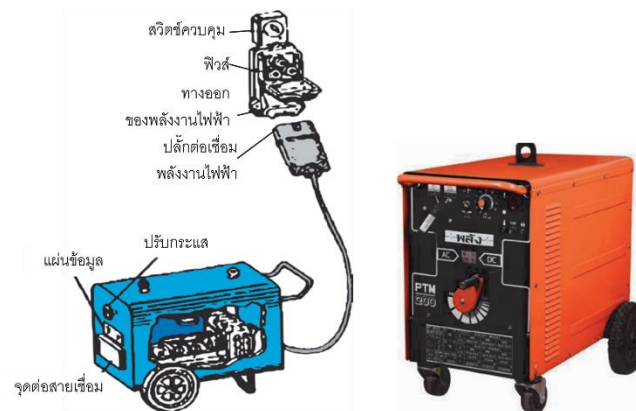
1. เครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบเจนเนอเรเตอร์

(Generator)



2. เครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบเรกติไฟเออร์

(Rectifier)



3. เครื่องเชื่อมกระแสตรงระบบอินเวอร์เตอร์ (Invertors System)





1.7 วัฏจักรการทำงานของเครื่องเชื่อม

วัฏจักรการทำงานของเครื่องเชื่อมหรือความสามารถในการทำงาน (Duty Cycle) หมายถึง อัตราส่วนของเวลาที่ทำอาร์กต่อเวลาทั้งหมด สำหรับเครื่องเชื่อม โดยได้กำหนดเวลาทั้งหมดไว้เป็นมาตรฐาน 10 นาที โดยทั่วไปเครื่องเชื่อมที่เป็นอัตโนมัติ จะมีความสามารถในการทำงาน (Duty Cycle) 100% ส่วนเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้กับลวดเชื่อม

หุ้มฟลักซ์ มีความสามารถในการทำงาน (Duty Cycle) 60% สูตรที่ใช้ในการหาเพื่อ

หาเปอร์เซ็นต์ดีวตี้ไซเคิล = $\frac{(\text{กระแสไฟที่กำหนดของเครื่องเชื่อม})^2 \times \text{ดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ที่กำหนด}}{(\text{กระแสไฟที่กำหนด})^2}$ โดยหาได้ดังนี้





เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อม

ในการปฏิบัติงานเชื่อมโลหะ ผู้ที่เป็นช่างจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น บุชเชื่อม หรือห้องเชื่อม โต๊ะปฏิบัติงานเชื่อม หัวจับลวดเชื่อม สายเชื่อม

1.8.1 บุชเชื่อมหรือห้องเชื่อม (Welding Booth)

หน้าภาพ เครื่องจักรเชื่อม

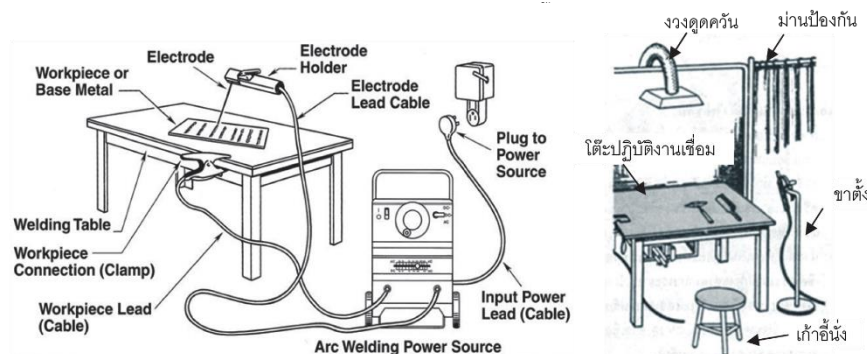
บุชเชื่อมหรือห้องเชื่อม เป็นบริเวณที่ใช้ปฏิบัติงานเชื่อม ซึ่งควรมีเครื่องมือและอุปกรณ์ ครบ

อยู่ในสภาพที่ สะอาด ปลอดภัย และมีระบบระบายอากาศที่ดี



1.8.2 โต๊ะปฏิบัติงานเชื่อม (Welding Table)

โต๊ะปฏิบัติงานเชื่อมเป็นโต๊ะที่มีตะแกรงเหล็กเพื่อรองรับชิ้นงานและเศษโลหะเชื่อม รวมทั้งช่วยเพิ่มความสะดวกในการทำความสะดวก



1.8.3 หัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder)

หัวจับลวดเชื่อมใช้จับลวดเชื่อมและเป็นมือถือขณะทำงานเชื่อมพร้อมทั้งเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าจากสายเชื่อมผ่านไปสู่ลวดเชื่อมด้วยหัวจับลวดเชื่อม



1.8.4 สายเชื่อม (Welding Cable)

สายเชื่อมมีหน้าที่นำกระแสไฟเชื่อมที่ผลิตจากเครื่องเชื่อมไปสู่บริเวณการอาร์ก สายเชื่อมที่ใช้ในวงจรเชื่อมมี 2 สาย คือ สายดินและสาย



1.8.5 หน้ากากเชื่อม (Welding Helmet)

หน้ากากเชื่อมเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันดวงตาและใบหน้า จากแสงเชื่อม ความร้อน และรังสี

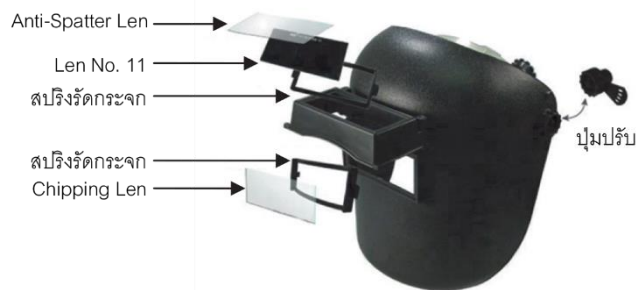
ที่เกิดจากการเชื่อม คือ รังสีอัลตราไวโอเล็ต และรังสีอินฟราเรด รวมทั้งเม็ดโลหะ

1. แบบมือถือ (Hand Shield)

ที่กระเด็นออกมา



2. แบบสวมหัวหรือสวมศีรษะ (Helmet)



1.8.6 กระจกกรองแสง (Filter Lens)

กระจกกรองแสง เป็นอุปกรณ์สำหรับกรองแสงเพื่อป้องกันรังสีและลดความเข้มของแสง ทำให้เห็นแนวเชื่อมได้สะดวก ป้องกันดวงตาจากรังสีอินฟราเรดและความร้อนได้ประมาณ

ร้อยละ 99.5-99.75 ในการเลือกใช้เลนส์ควรพิจารณาจาก

ความเข้มของแสงที่เกิดจากการเชื่อม



1.8.7 ชุดปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า

ชุดปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าคล้ายกับชุดปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส ประกอบด้วย เสื้อหนัง (Apron) ถุงมือหนัง (Gloves) ปลอกแขน (Sleeves) และปลอกขา (Leggings)



เสื้อหนัง



ปลอกแขน



ถุงมือ



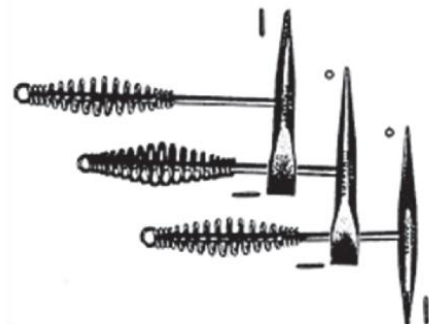
ปลอกขา



1.8.8 แปรงลวด (Wire Brush)

ด้ามทำด้วยไม้ ขนแปรงทำด้วยเส้นลวด เรียงเป็น

แถวตั้งแต่ 2 แถวขึ้นไปอยู่บนด้ามไม้ มีหน้าที่ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนหรือหลังการเชื่อม



1.8.9 ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer)

ค้อนเคาะสแลกมีลักษณะแบนคล้ายสากัดที่ปลายข้างหนึ่งอีกด้านหนึ่งแหลม เพื่อใช้สำหรับเคาะสแลกที่ปกคลุมบนรอยเชื่อม และที่ฝังในรอยเชื่อม



1.8.10 คีมจับชิ้นงานร้อน (Pliers)

คีมจับชิ้นงานร้อนทำจากเหล็กมีด้ามยาว เพื่อสะดวกในการจับชิ้นงานที่ร้อนและ เคลื่อนย้ายไปทำความสะอาดได้ง่าย



1.8.11 คีมจับสายดิน (Ground Clamp)

คีมจับสายดินเป็นเครื่องมือใช้ในการคีบจับชิ้นงาน เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลครบ วงจร ทำให้เกิดการอาร์กได้ คีมจับสายดินนี้จะอยู่ส่วนปลายของสายเชื่อมด้าน หนึ่งที่ต่อจากเครื่องเชื่อม



1.9

องค์ประกอบกระบวนการเชื่อม อาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

องค์ประกอบในการเชื่อมไฟฟ้านี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ช่างเชื่อมจะต้องศึกษา และทำความเข้าใจเพื่อนำไปพิจารณาประกอบการฝึกเชื่อม การเชื่อมจะให้ได้ผลดีนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังนี้

1. การเลือกลวดเชื่อมให้ถูกต้องเหมาะสมกับโลหะงาน (Correct Electrode)
2. การใช้ระยะอาร์กที่เหมาะสม (Correct Arc Length)
3. ปรับกระแสไฟเหมาะสมกับงาน (Correct Current)
4. ควบคุมความเร็วที่ถูกต้องและสม่ำเสมอ (Correct Travel Speed)
5. การตั้งมุมของลวดเชื่อมที่ถูกต้อง (Correct Angle of Electrode)

องค์ประกอบทั้ง 5 ข้อ หรือ 5 C จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้ฝึกเชื่อมที่จะต้องศึกษาไว้เป็นพื้นฐานในการฝึกเชื่อม เพื่อให้ได้แนวเชื่อมที่สมบูรณ์

หน่วยที่ 2



กระบวนการเชื่อมแก๊ส



หัวข้อเรื่อง

2.1 บทนำ

2.2 หลักการกระบวนการเชื่อมแก๊ส
ออกซิออกซิอะเซทิลีน

2.3 การผลิตแก๊สอะเซทิลีน

2.4 การผลิตแก๊สออกซิเจน

2.5 เปลวไฟในการเชื่อมแก๊ส

2.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

2.7 การส่ายหัวทิพ

2.8 เทคนิคการเชื่อมแก๊ส

2.9 ชนิดของรอยต่อ

2.1

บทนำ

การเชื่อมแก๊สเป็นการเชื่อมที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม โดยการเชื่อมที่ได้รับความร้อนจากการเผาไหม้ของแก๊สเป็นตัวให้ความร้อนกับชิ้นงาน เช่น การเชื่อมด้วยแก๊ส ชุตเชื่อมแก๊ส และ

ขั้นตอนการใช้ชุตเชื่อมแก๊ส ต้องมีการฝึกฝนพอสมควรเพื่อให้เกิดทักษะและชำนาญ

ปัจจุบันงานเชื่อมโลหะด้วยวิธีนี้สามารถเชื่อมโลหะได้แทบทุกชนิด มีหลักการที่ไม่ยุ่งยาก

และมีขั้นตอนการทำงานที่ง่าย

และ

รวดเร็ว



ก่อนชิ้นงานที่จะเชื่อม

เร็ว



2.2

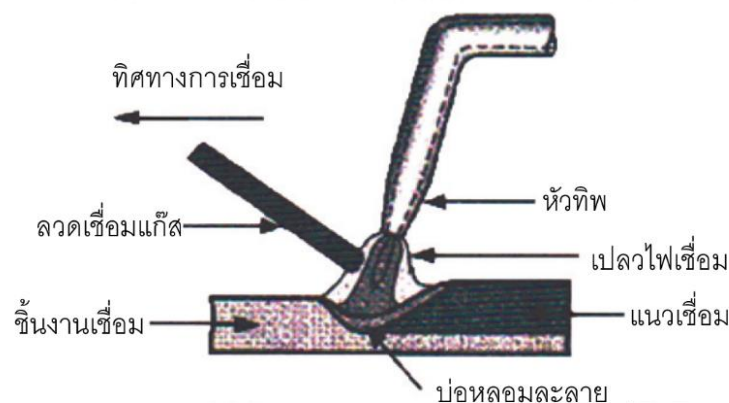
หลักการกระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิออกซิ

กระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิออกซิ (Oxy Acetylene Welding)

เป็นขบวนการเชื่อมที่ใช้การเผาไหม้ของแก๊สอะเซทิลีนผสมกับแก๊สออกซิเจน
เปลว

ไฟจากการเผาไหม้ที่ปลายหัวเชื่อมแล้วทำให้โลหะหลอมละลายแล้วเติมลวด
เชื่อม

ลงไปใ้บ่อน้ำไอ
ตัวลงจะได้แนว



ชนิดของแก๊สเชื้อเพลิงและค่าความร้อนสูงสุด

แก๊สเชื้อเพลิงมีหลายชนิดถ้าผสมกับแก๊สออกซิเจนแล้วจะให้ความร้อนที่สูงขึ้นกว่าการเผาไหม้ปกติสำหรับในอุตสาหกรรมการเชื่อมโลหะด้วยแก๊สนั้น

ตาราง แสดงชนิดของแก๊สเชื้อเพลิงและค่าความร้อนสูงสุด

ชนิดของแก๊สเชื้อเพลิง	ความร้อนสูงสุดโดยประมาณ
ออกซิเจน + อะเซทิลีน	3,480 ^o C หรือ 6,300 ^o F
ออกซิเจน + ไฮโดรเจน	2,980 ^o C หรือ 5,400 ^o F
ออกซิเจน + โพรเพน	2,930 ^o C หรือ 5,300 ^o F
ออกซิเจน + มีเทน	2,760 ^o C หรือ 5,000 ^o F
อากาศ + อะเซทิลีน	2,500 ^o C หรือ 4,532 ^o F
อากาศ + โพรเพน	1,750 ^o C หรือ 3,182 ^o F



2.3

การผลิตแก๊สอะเซทิลีน

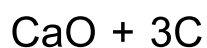
$$\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

แคลเซียมคาร์ไบด์ + น้ำ

$$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$$

อะเซทิลีน + แคลเซียมไฮดรอกไซด์

ส่วนแคลเซียมคาร์ไบด์ผลิตได้จากการนำหินปูน (Calcium Oxide) ไปเผาพร้อมกับถ่านโค้ก (Coke) ในเตาไฟฟ้า (Electric Arc Furnaces) เมื่อหลอมละลาย และเย็นตัวลงเป็นก้อนแข็ง ซึ่งก้อนแข็งคล้ายหินสีเทาที่เห็นอยู่นั้นคือ แคลเซียมคาร์ไบด์ ดังสมการเคมี



แคลเซียมออกไซด์ + ถ่านโค้ก

$$\text{CaC}_2 + \text{CO}$$

แคลเซียมคาร์ไบด์ + คาร์บอนมอนนอกไซด์

2.3.1 คุณสมบัติของแก๊สอะเซทิลีนที่สำคัญ

1. ติดไฟได้และเมื่อรวมตัวกับแก๊สออกซิเจนในอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้วจะได้เปลวไฟ

ที่มีความร้อนสูงประมาณ $5,500^{\circ}\text{C}$ - $6,000^{\circ}\text{C}$

2. ไม่มีสี

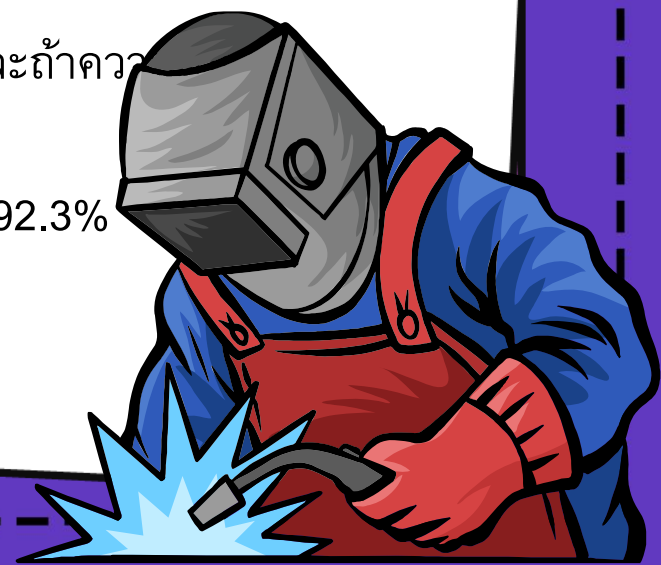
3. มีกลิ่นฉุนรุนแรงคล้ายกลิ่นกระเทียม

4. สามารถละลายในของเหลวได้

5. ไม่สามารถควบคุมได้เมื่อมีความดันเกิน 30 ปอนด์/ตารางนิ้ว (30 psi หรือเท่ากับ

2.1 kg/cm²) หรือที่อุณหภูมิสูงกว่า $1,435^{\circ}\text{F}$ (780°C) และถ้าความอุณหภูมิสูงถึงจุดวิกฤตก็จะระเบิดได้

6. เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วย คาร์บอน 92.3% และไฮโดรเจน 7.7%โดยน้ำหนัก



2.3.2 การผลิตแก๊สอะเซทิลีน

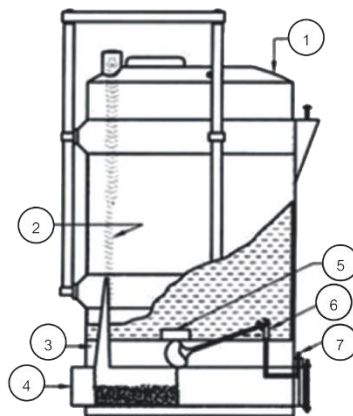
การผลิตแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Gas) ด้วยเครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene

Generators) ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีนแบบเติม

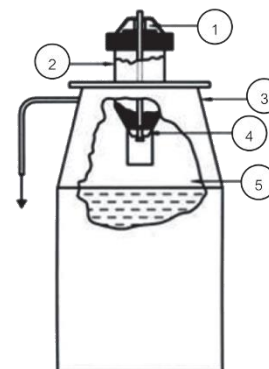
แคลเซียมคาร์ไบด์ลงน้ำ (Carbide to Water)

1. ฝาถังรูปโค้งนูนคล้ายระฆัง
2. ทางออกแก๊ส
3. แก๊สรวมตัวกันขึ้นไปตามท่อ
4. ถังบรรจุแคลเซียมคาร์ไบด์
5. แท่งเหล็กวางขึ้นลงด้วยความดัน
6. ลูกบอลควบคุมการปิด-เปิด
7. ท่อจ่ายน้ำไปยังถังบรรจุแคลเซียมคาร์ไบด์



3. เครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีนแบบจุ่ม

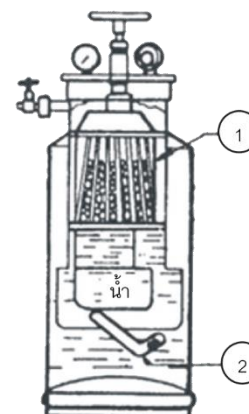
แคลเซียมคาร์ไบด์ (Dip to Carbide)



1. กลไกควบคุมลิ้นเปิดปิด
2. ถังบรรจุคาร์ไบด์
3. ถังบรรจุแก๊ส
4. ลิ้นควบคุมการปล่อยคาร์ไบด์
5. ระดับน้ำ

2. เครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีนแบบน้ำลง

แคลเซียมคาร์ไบด์ (Water to Carbide)



1. ตะกร้าคาร์ไบด์
2. คันโยก



การผลิตแก๊สออกซิเจน

แก๊สออกซิเจนเป็นแก๊สชนิดหนึ่งที่มีสัญลักษณ์ทางเคมี คือ O_2 เป็นแก๊สที่มีความสำคัญมาก

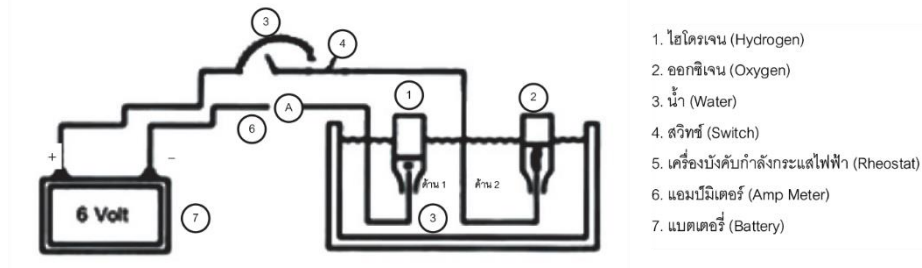
2.4.1 คุณสมบัติแก๊สออกซิเจน
ตัวการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตบนโลกนี้หายใจทุกวันนี้มีออกซิเจนอยู่ประมาณ 21% ไม่ติดไฟ แต่ช่วยให้ไฟติด

2. ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ในสภาพเป็นแก๊ส
3. เป็นได้ 3 สถานะ คือ ก๊าซ ของเหลว และของแข็ง
4. มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ $-183^{\circ}C$ และกลายเป็นของแข็งที่อุณหภูมิ $218^{\circ}C$
5. สามารถรวมตัวได้โดยตรงกับโลหะและอโลหะ เช่น รวมกับเหล็กจะกลายเป็นเหล็กออกไซด์ที่เราเรียกกันทั่ว ๆ ไปว่า สนิมเหล็ก

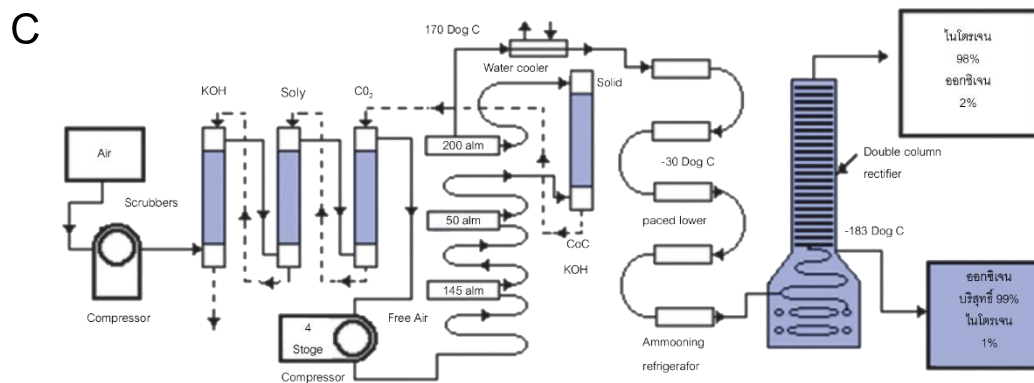
2.4.2 การผลิตแก๊สออกซิเจน

การผลิตแก๊สออกซิเจน ในระบบงานอุตสาหกรรม แบ่งได้ 2 วิธี คือ

1. การผลิตแก๊สออกซิเจนจากน้ำ เนื่องจากน้ำมีสูตรทางเคมี H_2O



2. การผลิตแก๊สออกซิเจนจากอากาศ การผลิตวิธีนี้จะนำอากาศไปเก็บไว้ในถังเก็บ และขัดสิ่งสกปรกออกก่อน จากนั้นลดอุณหภูมิให้ต่ำลงจนถึงอุณหภูมิ -200°



2.5

เปลวไฟในการเชื่อมแก๊ส

เปลวไฟที่ใช้ในการเชื่อมแก๊สเป็นเปลวไฟที่มีส่วนผสมระหว่างแก๊สออกซิเจน (O_2) และ

อะเซทิลีน (C_2H_2) ซึ่งมีอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างแก๊สทั้งสองที่แตกต่างออกไป

เปลวไฟคาร์บูไรซิงหรือเปลวลด (Carburizing Flame) เป็นเปลวไฟที่เกิดจาก

การผสมของแก๊สอะเซทิลีน มากกว่า แก๊สออกซิเจน ในอัตราส่วน 2 : 1 ให้



0° C

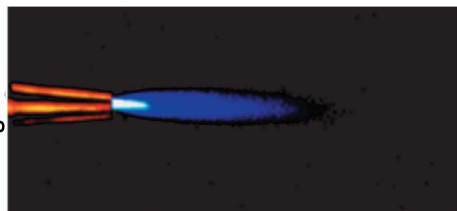


2.5.2 เปลวไฟนิวตรอนหรือเปลวกลาง (Neutral Flame)

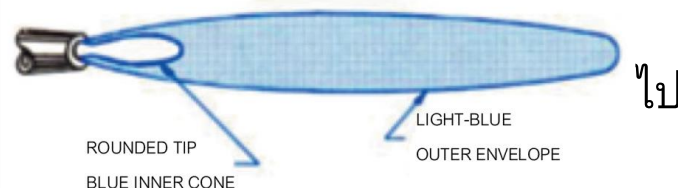
เปลวไฟนิวตรอนหรือเปลวกลางเป็นเปลวไฟที่เกิดจากการผสมของแก๊สอะเซทิลีนและแก๊ส

ออกซิเจน ในอัตราส่วน 1 : 1 ให้ความร้อนประมาณ $3,200^{\circ}\text{C}$ มีลักษณะเปลวไฟกรวยยาว

2 ชั้น ชั้น



น้อย เ



ไป

2.5.3 เปลวไฟออกซิไดซ์หรือเปลวเพิ่ม (Oxidizing Flame)

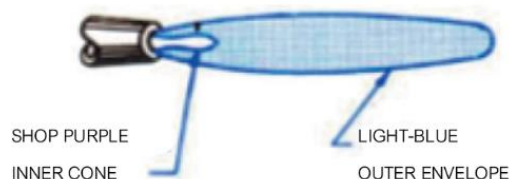
เปลวไฟออกซิไดซ์หรือเปลวเพิ่มเป็นเปลวไฟที่เกิดจากการผสมของแก๊สอะเซทิลีนและแก๊ส

ออกซิเจน ในอัตราส่วน 1 : 2 ให้ความร้อนประมาณ $3,400^{\circ}\text{C}$ มีลักษณะเปลวไฟกรวยยาว

2 ชั้น ชั้นในการ



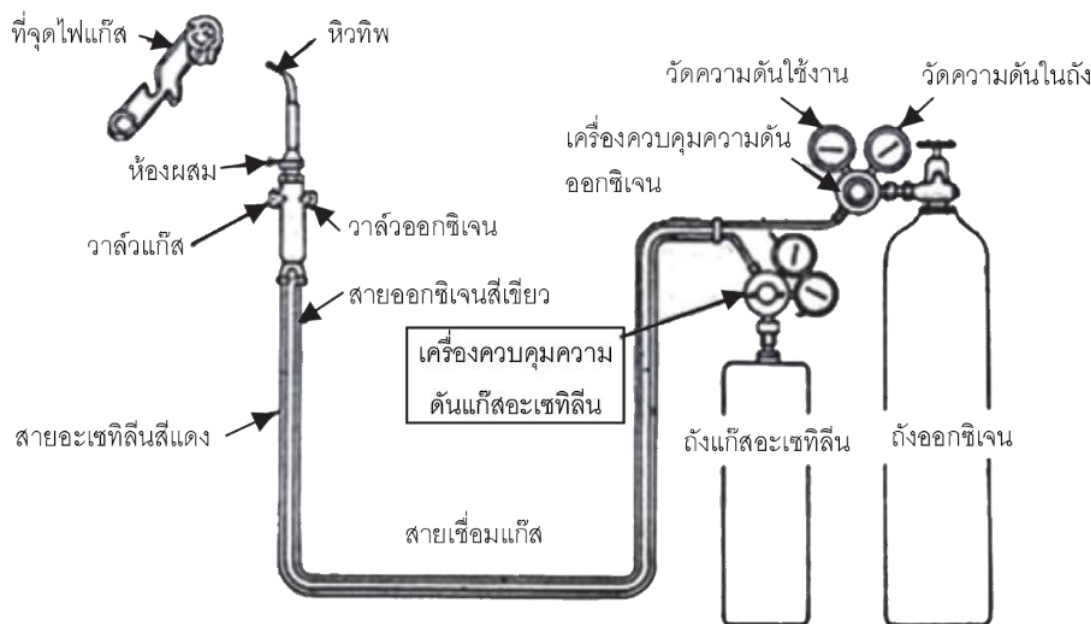
บการเ



2.6

เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

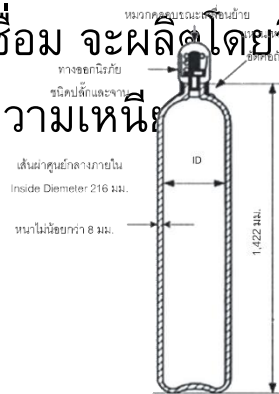
เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊สโดยทั่วไปที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องรู้จักและเลือกนำไปใช้งานให้ถูกต้อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งมีหลายชนิดดังต่อไปนี้



2.6.1 ท่อบรรจุแก๊สออกซิเจน (Oxygen Cylinder)

ท่อบรรจุแก๊สออกซิเจน ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel) เป็นท่อที่ไม่มี

ตะเข็บ หรือผ่านการเชื่อม จะผลิตโดยวิธีอัดขึ้นรูป แล้วนำไปอบคืนตัวเพื่อลดความเครียดและให้มีความเหนียว



ข้อควรระวังในการใช้ท่อบรรจุแก๊สออกซิเจน

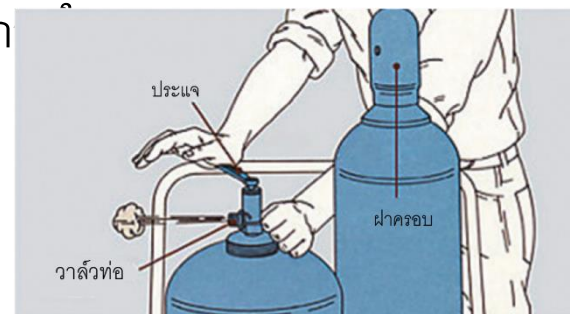
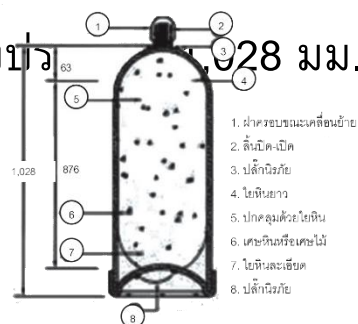
1. อย่าวางท่อออกซิเจนไว้กลางแดดหรือแหล่งความร้อน
2. เคลื่อนย้ายท่อทุกครั้งต้องสวมฝาครอบวาล์วทุกครั้ง
3. ต้องวางท่อในแนวตั้งตรงทุกครั้งและยึดให้มั่นคงเพื่อป้องกันการล้ม
4. ห้ามเก็บออกซิเจนไว้ใกล้แก๊สเชื้อเพลิง
5. ห้ามกลิ้งราบกับพื้น ควรกลิ้งในแนวเอียงประมาณ 70 องศา



2.6.2 ท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Cylinder)

ท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีนที่นิยมใช้กันอยู่โดยทั่วไปจะมีขนาดความสูงตั้งแต่ฐานถึงบริเวณคอ

ถังยาว 63 นิ้ว 28 มม. และข



ข้อควรระวังในการใช้ท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีน

1. ไม่ควรเปิดวาล์วท่อใช้งานเกิน 1 รอบ เมื่อเกิดอันตรายจะปิดได้ทัน
2. ขณะใช้งานควรตั้งท่อให้ตรงและยึดเพื่อป้องกันการล้ม และสารอะซิโตนที่บรรจุในท่อไหลออก
3. ห้ามเก็บท่อใกล้แหล่งความร้อนใด ๆ
4. ก่อนใช้งานทุกครั้งต้องตรวจสอบรอยรั่วด้วยน้ำสบู่
5. ในการเปิด-ปิด ต้องคาประแจไว้ตลอดเวลาเมื่อเกิดอุบัติเหตุจะสามารถปิดได้ทัน

2.6.3 มาตรวัดความดันออกซิเจนและอะเซทิลีน

(Oxygen and Acetylene Pressure Regulator)

มาตรวัดความดันออกซิเจนและอะเซทิลีนเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้ง

ไว้สำหรับวัดและควบคุมความดันของแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีน

ความดันสูง (High Pressure Gage) ใช้งาน (Low Pressure Gage)

เกจวัดความดันต่ำ



เกจวัดความดันสูง



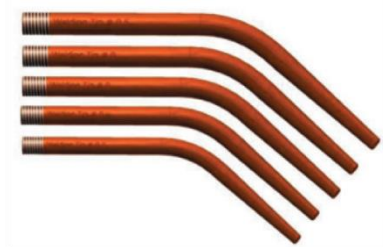
2.6.4 ทอร์ชเชื่อม (Welding Torch) และหัวทิฟ (Tip)

1. ทอร์ชเชื่อมหรือหัวเชื่อมแก๊ส (Welding Torch) เป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้สำหรับผสมออกซิเจนกับเชื้อเพลิงให้ได้สัดส่วนที่เหมาะสมถูกต้องสำหรับเปลวไฟ

ต่าง



2. หัวทิฟ (Tip) เป็นอุปกรณ์ส่วนปลายประกอบเข้ากับทอร์ชเชื่อม ทำหน้าที่ให้แก๊สที่ผ่านการผสมตามอัตราส่วนของแก๊สเพื่อให้ได้เปลวไฟตามที่ต้องการ



(ก) แบบขึ้นเดียว



(ข) แบบแยกชิ้นได้



2.6.5 สายยางหรือสายเชื่อมแก๊ส (Hoses)

สายเชื่อมแก๊ส มีหน้าที่ส่งแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีนมาจากมาตรวัดความดันไปยังหัวเชื่อมแก๊ส สายยางประกอบด้วยยาง 3 ชั้น ระหว่างชั้นจะมีเส้นใยไนลอนกันอยู่ทุกชั้น เพราะต้องทนกับความดันสูงของแก๊สได้ มี 2 แบบ คือ แบบสายเดี่ยวและสายคู่

คุณสมบัติของสายเชื่อมที่ดี มีดังนี้

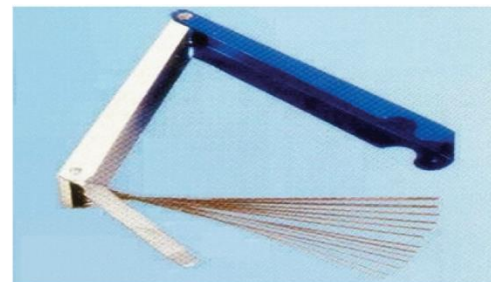
1. สามารถทนแรงอัดได้ถึง 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
2. ไม่ทำปฏิกิริยากับแก๊สที่ไหลผ่าน
3. ทนต่อความร้อนและการเผาไหม้ได้ดี



2.6.6 ชุดทำความสะอาดหัวทิฟ (Tip Cleaner)

ชุดทำความสะอาดหัวทิฟมีลักษณะคล้ายตะไบกลม มีขนาดเท่า ๆ กับขนาดรูหัวทิฟตาม

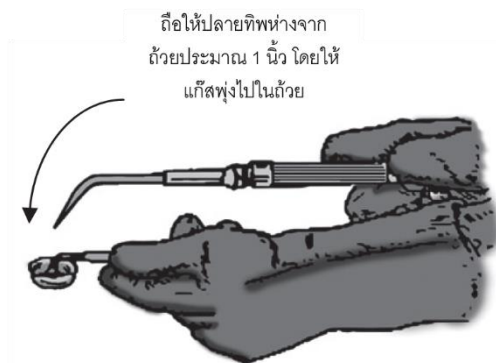
หมายเลข และยังมีลักษณะคล้ายตะไบแบนอันเล็ก ๆ



2.6.7 ที่จุดแก๊ส (Spark Lighter)

ที่จุดแก๊สมีลักษณะเป็นถ้วย อีกด้านเป็นแกนถ่าน เมื่อแกนถ่านหมดสามารถเปลี่ยนได้ ภายในถ้วยจะมีแกนเหล็กมีผิวคล้ายพื้นตะไบ ใช้สำหรับจุดเปลวไฟ ขณะจุดเปลวไฟ ควร

ห่างประมาณ 1 เซนติเมตร



ถือให้ปลายทิวห่างจาก
ถ้วยประมาณ 1 นิ้ว โดยให้
แก๊สพุ่งไปในถ้วย

2.6.8 แว่นตาเชื่อมแก๊ส (Welding Goggles)

แว่นตาเชื่อมแก๊สเป็นอุปกรณ์สำหรับป้องกันอันตราย จาก

แสงที่เกิดจากเปลวไฟขณะเชื่อมและสะเก็ดไฟเชื่อม
ขณะ

ทำการเชื่อม ช่วยให้มองเห็นการเชื่อมได้อย่างชัดเจน



(ก) แว่นตาเชื่อมแก๊สแบบเลนส์เดี่ยว



(ข) แว่นตาเชื่อมแก๊สแบบเลนส์คู่

2.6.9 ประแจ (Wrench)

ประแจเป็นเครื่องมือที่ใช้ขัน หรือ หมุนคลาย สำหรับเปิด-ปิดแก๊ส ซึ่งในการนำไปใช้งาน เวลาขันแล้วควรคาประแจติดไว้บนถังแก๊สอะเซทิลีน เวลามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นจะได้รับขันปิด

ทันเวลาได้



2.6.10 ลวดเชื่อมแก๊ส (Filler Rod)

ลวดเชื่อมแก๊สเป็นโลหะเส้นกลมยาวใช้สำหรับเติมเนื้อโลหะลงในบ่อหลอม เหลวของ รอยเชื่อมหรือแนวเชื่อม ซึ่งมีคุณสมบัติ คือ ลวดเชื่อมต้องเป็นโลหะชนิดเดียวกัน



(ก) ลวดเชื่อมเงิน



(ข) ลวดเชื่อมอะลูมิเนียม



(ค) ลวดเชื่อมทองเหลือง

2.7

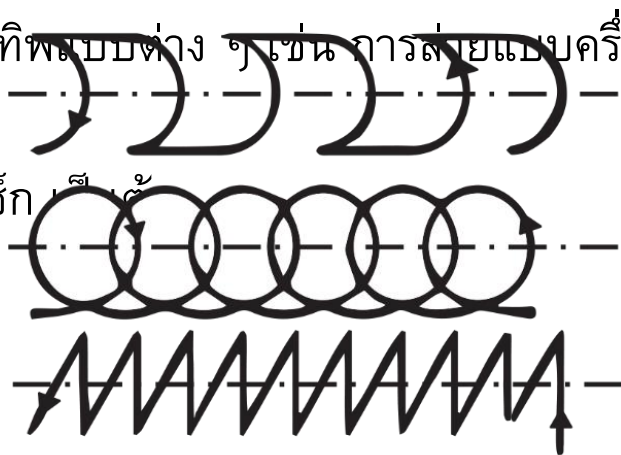
การส่ายหัวทิฟ

การส่ายหัวทิฟนั้น จะต้องสัมพันธ์กับความหนาของชิ้นงาน ชนิดของรอยต่อ และตำแหน่ง

ในการเชื่อม ซึ่งมีผลโดยตรงกับขนาดของแนวเชื่อม เช่น แนวเล็ก แนวกว้าง โดยจะต้องใช้

เทคนิค การส่ายหัวทิฟแบบต่าง ๆ เช่น การส่ายแบบครึ่งวงกลม การส่ายแบบวงกลม และ

การส่ายแบบซิกแซก



2.8

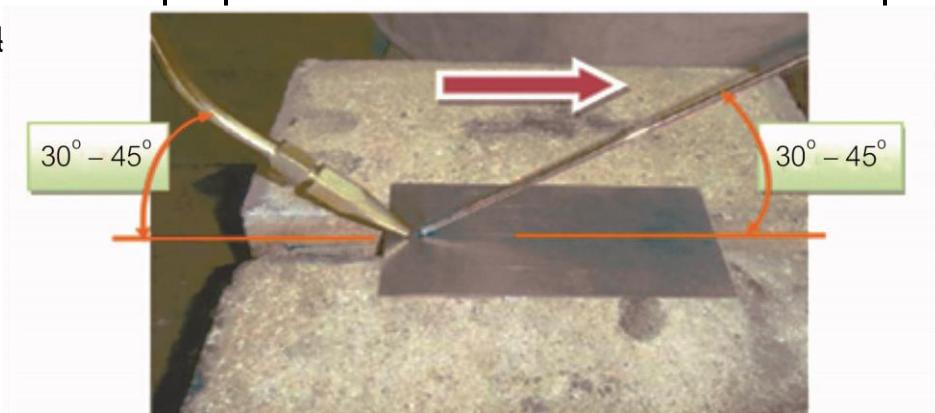
เทคนิคการเชื่อมแก๊ส

ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องศึกษาเรียนรู้เพื่อให้การเชื่อมชิ้นงานได้ประสิทธิภาพสูงสุดและถูกต้องตามมาตรฐาน ในงานอุตสาหกรรมจะมีโลหะหลายชนิด

2.8.1 การเชื่อมแบบโฟร์แฮนด์ (Forehand Welding)

การเชื่อมแบบโฟร์แฮนด์เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับเชื่อมชิ้นงานบาง ๆ ที่มีความหนาไม่

เกิน



ได้ง่าย

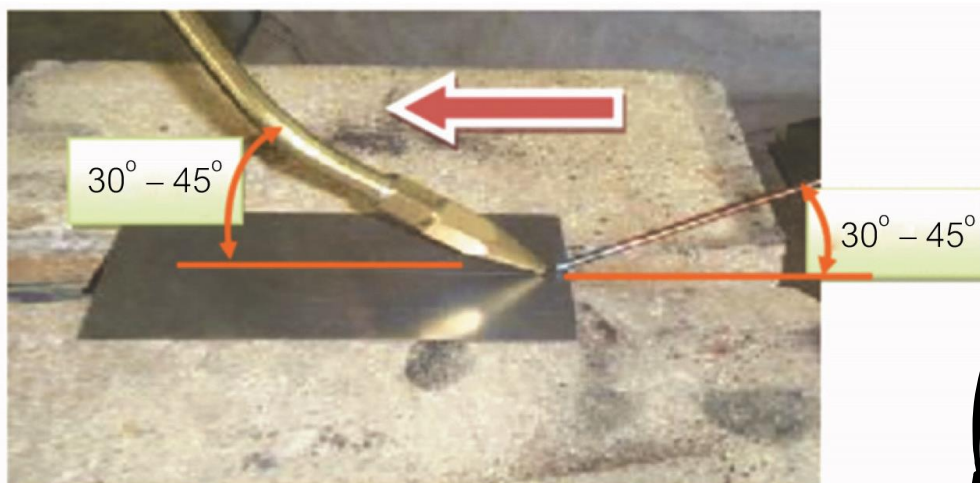


2.8.2 การเชื่อมแบบแบล็กแฮนด์ (Backhand Welding)

การเชื่อมแบบแบล็กแฮนด์เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนา
มากกว่า

3 มม. การเชื่อมวิธีนี้จะทำให้ชิ้นงานได้รับความร้อนจากเปลวไฟเต็มๆ โดยไม่มีลวด
เชื่อ

บัง จะ



ล่างได้สมบูรณ์



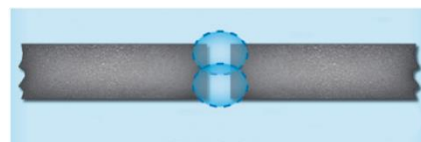
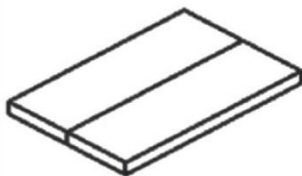
2.9

ชนิดของรอยต่อ

ชนิดของรอยต่อ (Type of Joints) ในงานเชื่อม คือการนำชิ้นงานสองชิ้น หรือมากกว่ามาต่อเข้าด้วยกัน ซึ่งมีวิธีการต่อหลายแบบ แต่พอสรุปได้ว่ามีอยู่ 5 ลักษณะ

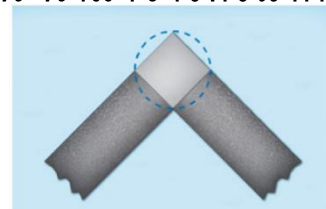
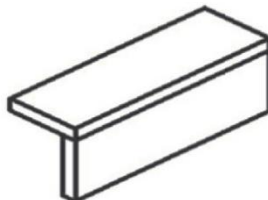
2.9.1 รอยต่อชน (Butt Joint)

รอยต่อชนเป็นการนำชิ้นงาน 2 ชิ้น มาชนกัน โดยให้ขอบของชิ้นงานทั้งสองอยู่ในระดับเดียวกัน



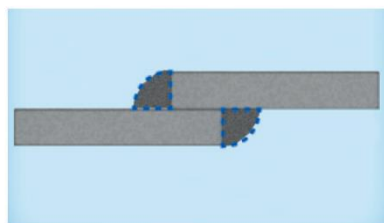
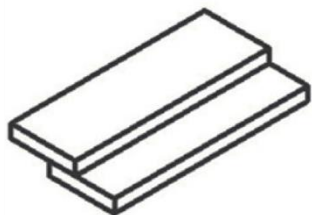
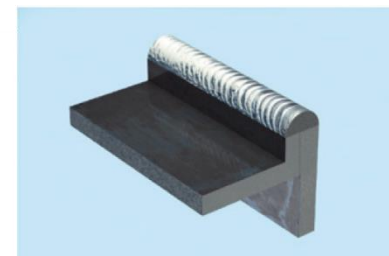
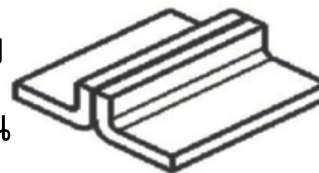
2.9.2 รอยต่อมุม (Corner Joint)

รอยต่อมุมเป็นการนำขอบของชิ้นงานทั้ง 2 ชิ้น นำมาวางตั้งฉากกัน สามารถเชื่อมได้ทั้งมุมภายนอกและมุมภายใน



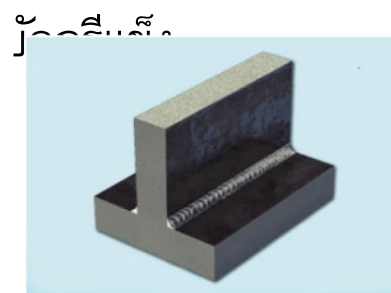
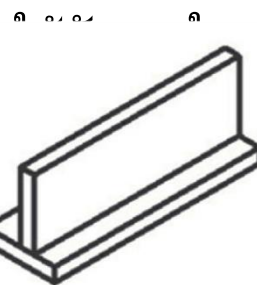
2.9.3 รอยต่อขอบ (Edge Joint)

รอยต่อขอบ คือ การนำขอบของชิ้นงาน 2 ชิ้น มาชนในลักษณะให้ผิวงานทั้ง 2 ชิ้น ทาบแนบชิดกัน ขอบของงานทั้งสองจะชิดและขนานกันไปตลอดแนว นิยมใช้ในการออกแบบงานบาง



2.9.4 รอยต่อเกย (Lap Joint)

รอยต่อเกยเป็นการนำชิ้นงาน 2 ชิ้น มาวางในลักษณะซ้อนเกยกัน และเชื่อมบริเวณขอบของชิ้นงานที่เกยซ้อนอยู่ นิยม



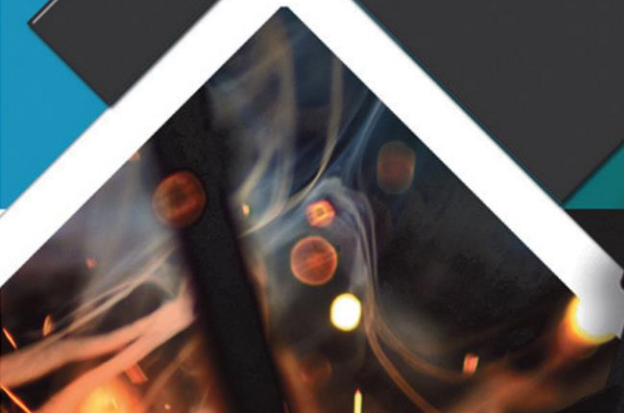
2.9.5 รอยต่อตัวที (T-Joint)

รอยต่อตัวทีเป็นการนำขอบของชิ้นงานชิ้นหนึ่งวางตั้งฉากอยู่ด้านบนผิวชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่งให้มีลักษณะเป็นรูปตัวอักษรที (T) บางครั้งจะบากชิ้นงานชิ้นที่นำมาวางตั้ง

หน่วยที่ 3



กระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม
หรือการเชื่อมทิก



หัวข้อเรื่อง

3.1 บทนำ

3.2 หลักการกระบวนการเชื่อมอาร์ก
ทั้งสแตนเลสคลุมหรือการเชื่อมทิก

3.3 ข้อดีและข้อเสียของการเชื่อมอาร์ก
ทั้งสแตนเลสคลุมหรือการเชื่อมทิก

3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อม
อาร์กทั้งสแตนเลสคลุมหรือการเชื่อมทิก

3.5 อิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเติม

3.6 ตัวแปรสำคัญในการเชื่อมอาร์ก
ทั้งสแตนเลสคลุมหรือการเชื่อมทิก

3.7 ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการเชื่อมอาร์ก
ทั้งสแตนเลสคลุมหรือการเชื่อมทิก



3.1

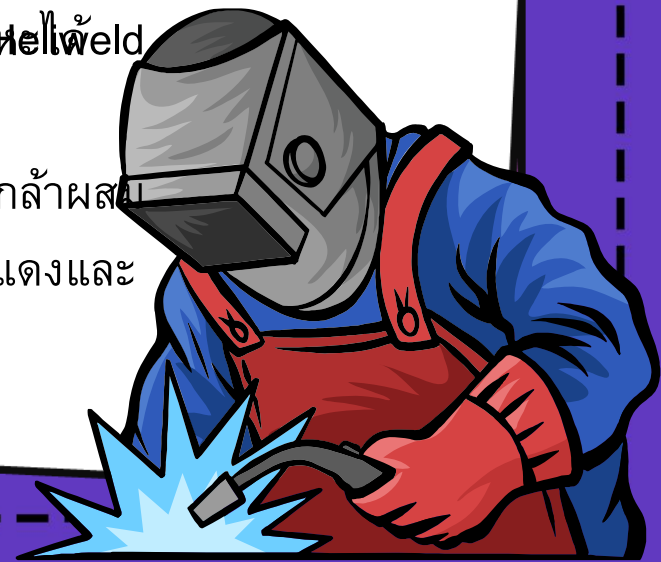
บทนำ

การเชื่อมโลหะด้วยวิธีการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (TIG) คำว่า TIG เป็นคำซึ่งย่อช

จาก Tungsten Inert Gas สมาคมการเชื่อมของอเมริกา (American Welding Society: AWS) ใ้คำย่อวิธีการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (TIG) และใช้ชื่อที่สั้นลงเป็น TIG (สตั้ม)

แนวเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (TIG) เป็นกรรมวิธีที่ช่างเชื่อมใช้เชื่อมโลหะได้เกือบ

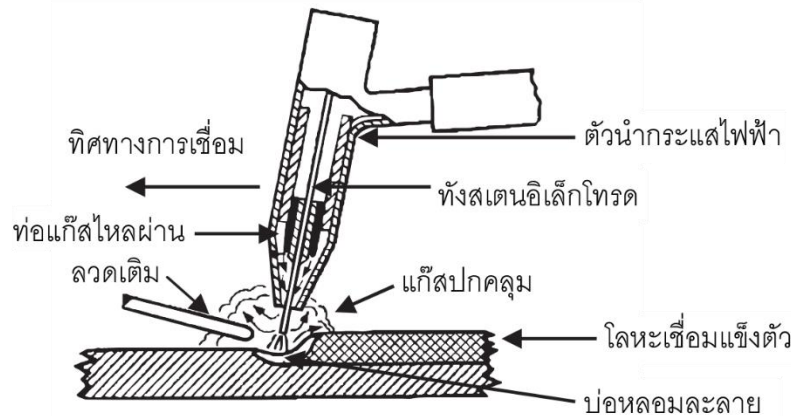
ทุกชนิด ซึ่งรวมถึงโลหะผสม เช่นเหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กกล้าผสม
เหล็กกล้าไร้สนิม โลหะทนความร้อน อะลูมิเนียมผสม ทองแดงและ
ทองแดงผสมเป็นต้น



3.2

หลักการกระบวนการเชื่อมอาร์ก ทั้งสแตนเลสคลุมหรือการเชื่อมทิก

การเชื่อมทิก (TIG) เป็นกระบวนการเชื่อมที่ใช้แท่งทั้งสแตนเป็นลวดเชื่อมทำหน้าที่อาร์กกับโลหะชิ้นงาน ทำให้เกิดความร้อน ประมาณ $1,942^{\circ}\text{C}$ ($3,500^{\circ}\text{F}$) และทำให้งานหลอมเหลว โดยที่แท่งทั้งสแตนจะไม่หลอมเหลวไปพร้อมกับการเชื่อม แต่จะมีลวดเชื่อมสำหรับป้อนเติมลงไปในปี่อหลอมเหลว และมีแก๊สปกคลุมบริเวณอาร์ก



3.3

ข้อดีและข้อเสียของการเชื่อมอาร์ก ทั้งสแตนเลสคลุมหรือการเชื่อมทิก

3.3.1 ข้อดีของการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

1. ในการเชื่อมไม่มีฟลักซ์ที่ใช้ปกคลุมแนวเชื่อม
2. รอยเชื่อมและแนวเชื่อมมีคุณภาพสูง
3. สามารถเชื่อมได้ทุกตำแหน่งในช่องเชื่อม
4. ขณะทำงานเชื่อมสามารถมองเห็นระยะอาร์กและบ่อหลอมได้ชัดเจน
5. การบิดงอของชิ้นงานมีน้อย
6. ขณะทำการเชื่อมจะปราศจากสะเก็ดประกายไฟและควัน
7. เกิดควันพิษน้อยกว่ากระบวนการเชื่อมแบบอื่น ๆ
8. แนวเชื่อมมีคุณภาพสูง



3.3.2 ข้อเสียของการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

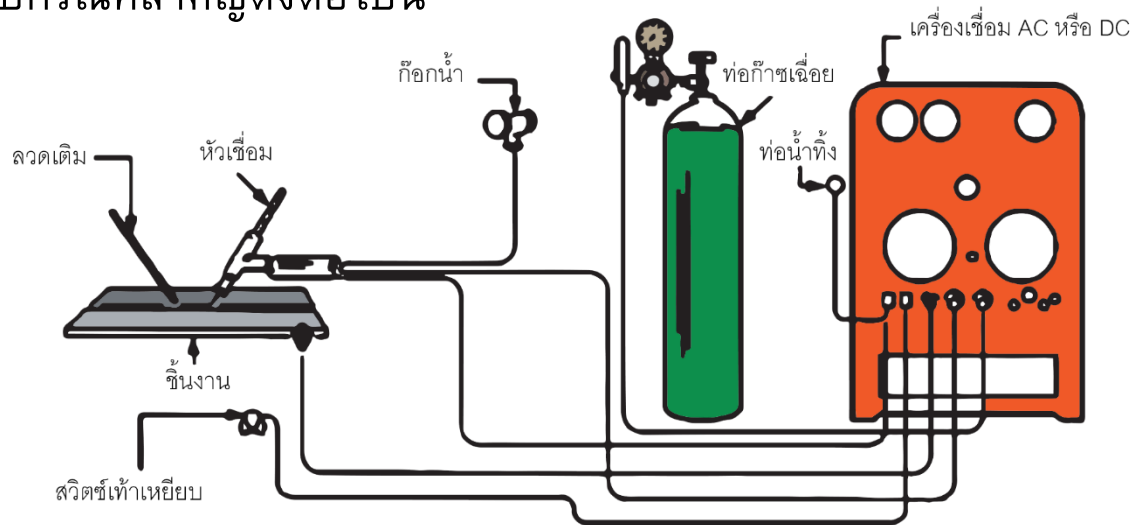
1. ความเร็วเชื่อมต่ำ
2. แท่งทั้งสแตนเลสมีความสกปรกได้ง่าย
3. อุปกรณ์มีราคาแพง
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมมาก
5. ไม่เหมาะกับการเชื่อมโลหะหนาเนื่องจากอัตราการเติมหลอดเชื่อมต่ำ
6. ต้องใช้เวลาในการเตรียมก่อนที่จะเชื่อมนานกว่าเมื่อเทียบกับการเชื่อมไฟฟ้า
7. ต้องการที่กำบังลมในขณะที่เชื่อมเพราะลมจะพัดแก๊สคลุมหนีจากบริเวณอาร์ก



3.4

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก

เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญดังต่อไปนี้



3.4.1 เครื่องเชื่อม (Welding Machine)

เครื่องเชื่อมเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสและสแตนเลส
เป็น
เครื่องที่ออกแบบ



3.4.2 แก๊สปกคลุม (Shielding Gas)

แก๊สปกคลุมในกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสและสแตนเลส หรือ
การ

เชื่อมทิก หมายถึง แก๊สที่นำมาใช้ปกคลุมบริเวณการอาร์ก เพื่อ
ป้องกันมิให้อากาศโดยรอบเข้ามาทำปฏิกิริยากับการอาร์ก และ
บ่อหลอมเหลวในแนวเชื่อม



3.4.3 หัวเชื่อมทิก (TIG Welding Torch)

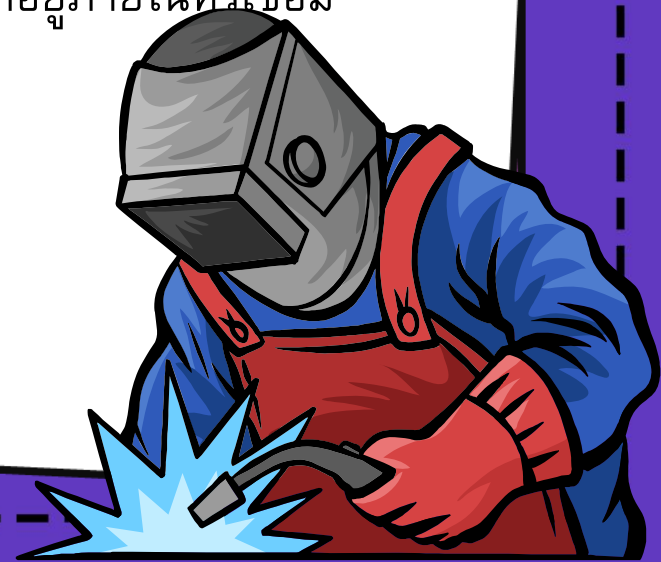
หัวเชื่อมทิกหรือทอร์ชเชื่อม สำหรับการเชื่อม TIG ควรจะมีความแข็งแรง กะทัดรัด เบา และหุ้มด้วยฉนวนที่ดี

1. หน้าที่ของหัวเชื่อมที่สำคัญ ได้แก่

- (1) เป็นที่จับถือขณะเชื่อม
- (2) เป็นทางผ่านและบังคับแก๊สปกคลุมบริเวณอาร์ก หรือเป็นที่ปล่อยแก๊สเพื่อปกคลุมแนวเชื่อม
- (3) นำกระแสไฟเชื่อมสู่บริเวณอาร์ก
- (4) เป็นทางผ่านเพื่อให้น้ำระบายความร้อนออกจากอุปกรณ์ที่อยู่ภายในหัวเชื่อม
- (5) เป็นตัวจับลวดทั้งสแตน

2. ประเภทหัวเชื่อมทิกหรือทอร์ชเชื่อมทิก

- (1) ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ
- (2) ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ



3. ส่วนประกอบของหัวเชื่อมทิก

- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| (1) ตัวทอร์ช | (5) ด้ามจับปลอกอิเล็กทรอนิกส์ |
| (2) ฝาครอบ | (6) หัวฉีดแก๊ส |
| (3) วงแหวนยาง | (7) ลวดเชื่อมทั้งสแตน |
| (4) ปลอกจับอิเล็กทรอนิกส์ | |

3.4.4 ระบบน้ำหล่อเย็น (Cooling System)

ในการเชื่อม TIG ด้วยกระแสที่สูงกว่า 150 แอมป์ หรือเชื่อมแบบต่อเนื่อง จะทำให้เกิดความร้อนสะสมขึ้นในหัวเชื่อมและสายเชื่อม และอาจเป็นเหตุให้อุปกรณ์ดังกล่าวชำรุดเสียหายได้ง่าย

ข้อเสียของระบบหล่อเย็นแบบหมุนเวียน

1. ใช้งานไม่สะดวก
2. ถ้าระบบระบายความร้อนขัดข้อง เครื่องเชื่อมจะใช้งานไม่ได้
3. ต้นทุนสูง



3.4.5 อุปกรณ์ปรับความดันและวัดการไหลของแก๊สคลูม (Regulator and Flow Meter)

1. เกจวัดความดันของแก๊สภายในท่อ (Regulator) เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดความดันสูงภายในถังหรือท่อ โดยมีลักษณะเช่นเดียวกับเกจวัดความดันของแก๊สออกซิเจนทั่ว ๆ ไป
2. เกจวัดปริมาณการไหลแก๊ส (Flow Meter) เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดปริมาณการไหลของแก๊ส โดยจะแสดงปริมาณการไหลด้วยตัวเลข (PSI) โดยจะเชื่อมต่อกับเกจ Flow Meter ชั่วโมง (CF/H) หรือลิตรต่อนาที (L/MIN)





อิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเติม

ทั้งสแตนเลสหรือวูลแฟรม (Wolfram) มีสัญลักษณ์ (W) เป็นโลหะมีผิวคล้ำเงิน
นิยม

ใช้ทำไส้หลอดไฟฟ้าให้แสงสว่าง เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี ทนต่อความร้อนได้ดี และใช้กัน

คุณสมบัติของทั้งสแตนเลส

1. มีจุดหลอมเหลวประมาณ $3,410^{\circ}\text{C}$ ($6,710^{\circ}\text{F}$)
2. มีความหนาแน่น 19.00 กก./ดม.3
3. ความต้านทานจำเพาะ 0.066
4. ดัชนีการนำไฟฟ้า 18.2



3.5.1 อิเล็กโทรดทังสเตน (Tungsten Electrode)

อิเล็กโทรดทังสเตนหรืออิเล็กโทรดในงานเชื่อมทิก ทำจากโลหะทังสเตนและโลหะทังสเตนผสม



3.5.2 ลวดเติม (Filler Rod)

ลวดเติมเป็นลวดเชื่อมซึ่งนำมาเติมลงในบ่อหลอมเหลวของรอยต่อขณะเชื่อม จึงจำเป็นต้องเลือกมาใช้ให้เหมาะสมกับงาน ส่วนผสมของลวดเชื่อมมีส่วนผสมที่เหมือนกัน





3.6

ตัวแปรสำคัญในการเชื่อมอาร์ก ทั้งสแตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก

ตัวแปรสำคัญในการเชื่อมทิกจะเกี่ยวข้องกับการควบคุมกระบวนการเชื่อมและคุณภาพของงานเชื่อมการเลือกตัวแปรการเชื่อมที่เหมาะสมจะช่วยให้การปฏิบัติงานเชื่อมได้ดีและมีผลโดยตรงต่อสมบัติและรูปร่างของรอยเชื่อม

3.6.1 กระแสเชื่อม (Welding current)

กระแสเชื่อมมีผลอย่างมากต่อแนวเชื่อม เพราะกระแสเชื่อมจะควบคุมการซึมลึกและ

ปริมาณของเนื้อเชื่อมที่ได้ เมื่อองค์ประกอบอื่น ๆ

3.6.2 ระยะห่างในการเชื่อมหรือระยะอาร์ก (Arc gap)

ระยะห่างในการเชื่อมหรือระยะอาร์กมีผลโดยตรงต่อแรงดันอาร์ก เมื่อเพิ่มระยะอาร์กแรง

ดันอาร์กจะเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าลดระยะอาร์กแรงดันอาร์กจะลดลง

3.6.3 เวลาในการเชื่อม

มีผลต่อความร้อนที่ให้กับงานเชื่อม ถ้าใช้เวลาในการเชื่อมมากเกินไป การซึมลึกจะมาก

เกินไปจนทำให้ทะลุขึ้นงานได้ แต่ถ้าใช้เวลาในการเชื่อมช้าเกินไปการซึมลึกจะไม่ดี

3.6.4 ชนิดของแก๊สคลุม

แก๊สปกคลุมจะถูกปล่อยออกมาจากหัวเชื่อม เพื่อป้องกันบรรยากาศทำปฏิกิริยากับลวดทั้งสแตนเลสและบ่อหลอมละลาย แก๊สปกคลุมมีผลต่อการซึมลึก ความร้อน (Heat Input) และราคางานเชื่อมแก๊สอาร์กอนนิยมใช้สำหรับการเชื่อมอาร์กด้วยแท่งทั้งสแตน





3.7

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการเชื่อมอาร์ก ทั้งสแตนเลสคลุมหรือการเชื่อมทิก

การเชื่อมทิก (Tungsten Inert Gas Welding: TIG) เป็นวิธีการเชื่อมโลหะ

โดย

ใช้ความร้อนที่เกิดจากการอาร์กกระหว่างแท่งทังสเตนกับชิ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อยปกคลุมบริเวณเชื่อมและบ่อหลอมละลาย เพื่อไม่ให้บรรยากาศภายนอกเข้ามาทำปฏิกิริยาตรงบริเวณแนวเชื่อม



หน่วยที่ 4



กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุม
หรือการเชื่อมมิก



หัวข้อเรื่อง

- 4.1 บทนำ
- 4.2 หลักการกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก
- 4.3 ข้อดีและข้อเสียของการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก
- 4.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก
- 4.5 แก๊สปกคลุมและการถ่ายโอนน้ำโลหะ
- 4.6 ลวดเชื่อมที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมตามมาตรฐาน AWS
- 4.7 กระแสเชื่อมและแรงดันเชื่อม
- 4.8 ทิศทางการเดินแนวเชื่อมของการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุม
- 4.9 ข้อบกพร่องของแนวเชื่อมในงานเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุม



บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตในปัจจุบันมีการนำโลหะหลายชนิด เข้ามาเป็นส่วนประกอบ
ของ

โครงสร้างเพื่อเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุม (Gas Metal Arc Welding; GMAW) หรือ
การ

เชื่อมมิก (Metal Inert Gas: MIG) โดยเรียกตามสมาคมการเชื่อมสหรัฐอเมริกา และการ
เชื่อมแมก (Metal Active Gas) เรียกตามญี่ปุ่นและยุโรป ซึ่งทั้ง 2 ระบบนี้มี
ส่วนประกอบ

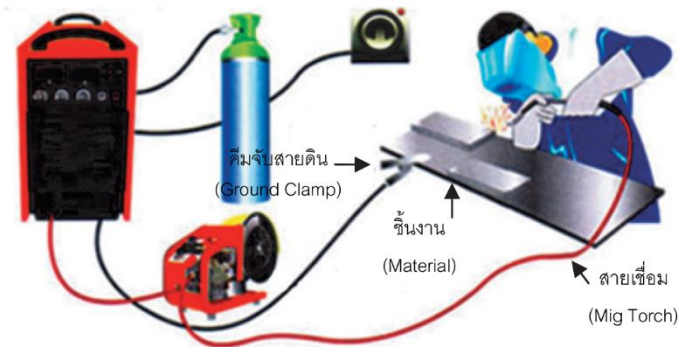
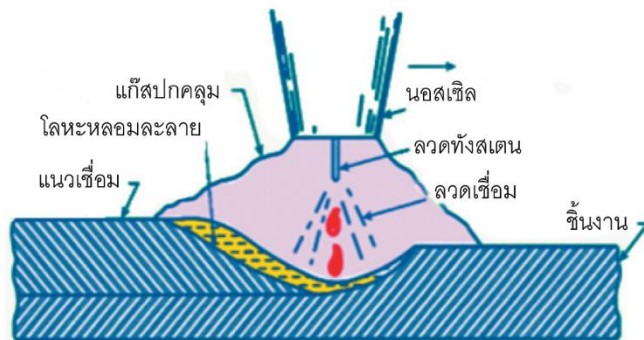
ต่างกันคือ การใช้แก๊สปกคลุม



4.2

หลักการกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก

การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุม (Gas Metal Arc Welding: GMAW) หรือการเชื่อมมิก (Metal Inert Gas: MIG) เป็นกระบวนการเชื่อมที่ได้รับความร้อนจากการอาร์กกระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงานสำหรับลวดเชื่อมที่ใช้เป็นลวดเชื่อมเปลือยแข็งที่ส่งป้อนอย่างต่อเนื่องไปยังบริเวณอาร์ก และทำหน้าที่เป็นโลหะเติมลงยังบ่อหลอมละลาย





ข้อดีและข้อเสียของการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก

4.3.1 ข้อดีของการเชื่อมมิก (MIG)

1. สามารถเชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม
2. แนวเชื่อมไม่มีสแลกปกคลุมจึงไม่เสียเวลาในการเคาะสแลกออก
3. ไม่มีเขม่าและควันขณะเชื่อม
4. สามารถมองเห็นบ่อหลอมละลายของการเชื่อมได้อย่างชัดเจน
5. การเชื่อมสามารถทำได้เร็ว จึงประหยัดเวลาและลดต้นทุนการผลิต
6. งานเชื่อมมีการเสียรูปน้อย และคุณภาพของแนวเชื่อมสูง
7. สามารถเชื่อมงานที่มีระยะห่างรอยต่อ (Gap) มาก ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง
8. ลวดเชื่อมเป็นม้วนยาวสามารถเชื่อมได้แนวยาวและไม่มีเศษปลายลวดเชื่อมที่ต้องทิ้ง

มากเหมือน กับการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

4.3.2 ข้อเสียของการเชื่อมมิก (MIG)

1. อุปกรณ์ซับซ้อนและไม่สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย
2. ไม่สามารถเชื่อมในบริเวณจำกัดได้
3. ถ้าเชื่อมเหล็กที่สามารถชุบแข็งได้ อาจทำให้แนวเชื่อมแตก เนื่องจากไม่มีสแลกปกคลุมแนวเชื่อม เพื่อช่วยลดอัตราเย็นตัว
4. ไม่เหมาะกับงานสนามหรือภายนอกอาคาร เนื่องจากลมจะพัดสแลกคลุมหนีไป



4.4

แก๊สปกคลุมและการถ่ายโอนน้ำโลหะ

กระบวนการเชื่อมมิก (Gas Metal Arc Welding) เป็นกระบวนการเชื่อมชนิดอาร์กด้วยไฟฟ้า โดยมีลวดเชื่อมชนิดสั่นเปลือง เป็นตัวอาร์กกับชิ้นงาน ทำให้เกิดความร้อน ในขณะเดียวกันลวดเชื่อมจะถูกหลอมละลายและเติมลงในบ่อหลอมละลาย

4.4.1 เครื่องเชื่อม (Welding Machine)

เครื่องเชื่อมมิก MIG เป็นเครื่องเชื่อมไฟกระแสดตรงต่อกลับขั้ว (DCRP) ชนิดแรงเคลื่อนคงที่ (Constant Voltage) สำหรับกระแสดตรงต่อขั้วตรง (DCSP)

อาจมีใช้ไม่มากนัก เนื่องจากเป็นกระแสไฟที่ทำให้การเชื่อม

ลึก

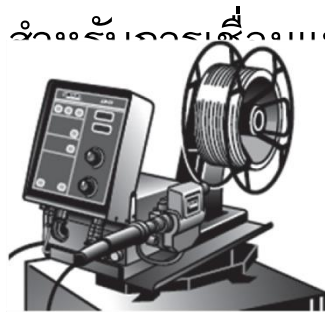
ต่ำกว่า DCRP



4.4.2 เครื่องป้อนลวดและระบบควบคุม (Feed Control and Control System)

เครื่องป้อนลวดรวมอยู่ในชุดควบคุม ซึ่งต่อโดยตรงกับเครื่องเชื่อม เครื่องป้อนลวดเชื่อมมีอยู่ 2 ชนิด จึงต้องเลือกให้เหมาะสมกับเครื่องเชื่อม และการนำไปใช้งาน

สำหรับเครื่องเชื่อมแบบ MIG นั้น ใช้เครื่องป้อนลวดแบบอัตโนมัติที่ (Constant



แบบหล่อเย็นด้วยอากาศ (Air Cooled)

แบบหล่อเย็นด้วยน้ำ (Water Cooled)

4.4.3 หัวเชื่อม (Welding Gun or Torch) และสายเชื่อมหัวเชื่อม MIG

แตกต่างกันจากหัวเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เนื่องจากหัวเชื่อม MIG ต้องจ่ายแก๊สปก

คลุมบริเวณอาร์ก และเป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้ากับลวดเชื่อมสู่บริเวณอาร์ก

สายเชื่อม ทำหน้าที่ต่อหัวเชื่อมเข้ากับเครื่องเชื่อม

ภายในสายเชื่อมจะประกอบด้วยเส้นลวดทองแดงขนาดเล็กรวมกันเป็นจำนวนมาก ท่อนำลวด (Liner)

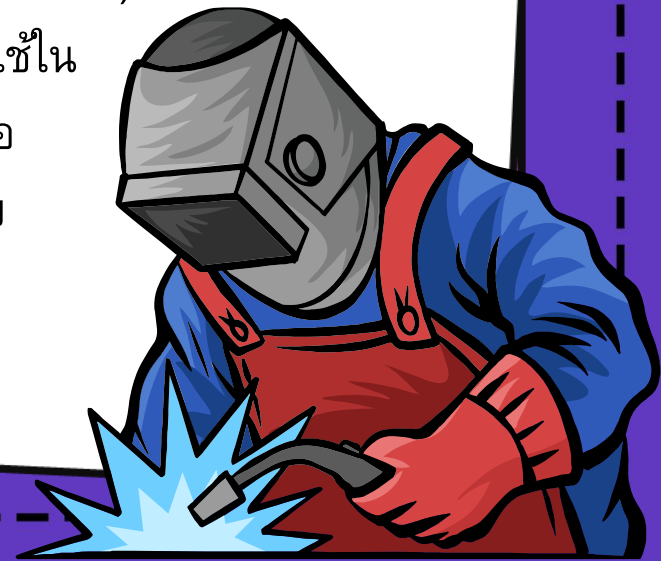


สายแก๊ส สายน้ำหล่อเย็น (งานเชื่อมที่ใช้กระแสไฟ



4.4.4 แก๊สปกคลุม (Shielding Gas)

แก๊สปกคลุม คือ แก๊สเฉื่อย (Inert Gas) หรือ กึ่งเฉื่อย (Semi - inert Gas) ที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมมิก (MIG หรือ GMAW) หน้าที่ของแก๊สปกคลุมในงานเชื่อม



4.4.5 ลวดเชื่อม (Electrode Wire)

ลวดเชื่อมเป็นหัวใจสำคัญของการเชื่อมมิก (MIG) ซึ่งต้องรู้จักเลือกให้ถูกต้อง ลวดเชื่อม

จะหลอม ผ่านแปะ



อมละ



ธาตุผสมในลวดเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมหรือมิก

1. ซิลิคอน (Si)
2. แมงกานีส (Mn)
3. คาร์บอน (C)
4. ธาตุอื่น ๆ ได้แก่ นิกเกิล โครเมียม และโมลิบดีนัม



4.5

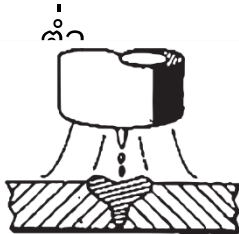
แก๊สปกคลุมและการถ่ายโอนน้ำโลหะ

4.5.1 แก๊สปกคลุม (Shielding Gas)

แก๊สปกคลุมเป็นแก๊สที่ใช้ปกคลุมบริเวณเชื่อมและบ่อหลอมละลาย เพื่อไม่ให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation)

1. แก๊สอาร์กอน (Argon : Ar)

เป็นแก๊สเฉื่อยที่นำความร้อน



2. แก๊สฮีเลียม (Helium: He)

เป็นแก๊สเฉื่อย



3. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) แก๊ส CO₂ อยู่ในลักษณะของสารประกอบที่ประกอบด้วยแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์กับออกซิเจนซึ่งไม่เป็นแก๊สเฉื่อย

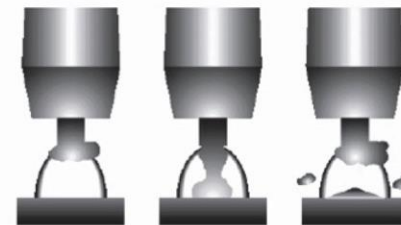
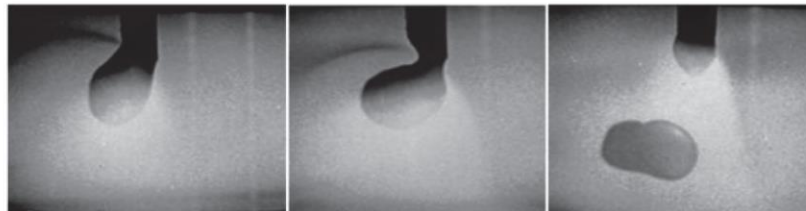
เหมือนกับแก๊สอาร์กอนและแก๊สฮีเลียมดังนั้นในบริเวณที่มีความร้อนสูงจะเกิด

4.5.2 การถ่ายโอนน้ำโลหะ (Metal Transfers)

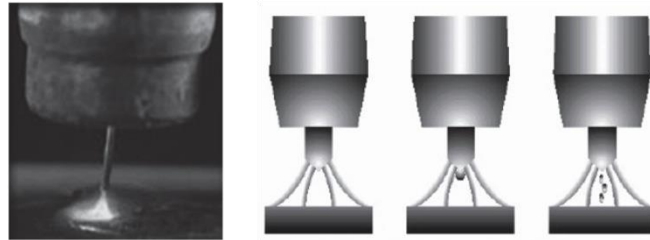
การถ่ายโอนน้ำโลหะ หมายถึง การที่ลวดเชื่อมหลอมเหลวเป็นหยด หลุดออกจากปลาย

ลวดเชื่อม ผ่านการอาร์กเข้าสู่ท่อหลอมเหลว บนโลหะงาน หรือรอยเชื่อม โดยการถ่าย

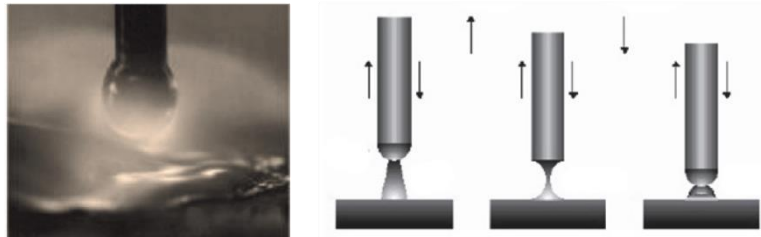
โอนน้ำโลหะแบ่งออกได้เป็น 4 แบบ คือ **1. การถ่ายโอนน้ำโลหะเป็นกลอบูลาร์หรือหยดขนาดใหญ่ (Globular Transfer)**



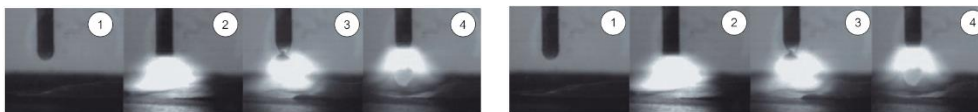
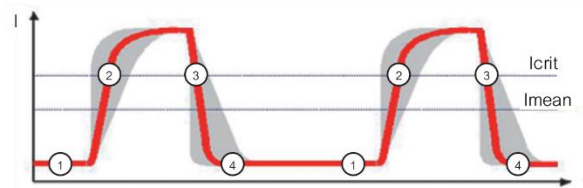
2. การถ่ายโอนน้ำโลหะแบบสเปรย์หรือแบบละออง (Spray Transfer)



3. การถ่ายโอนน้ำโลหะแบบลัดวงจร (Short Circuiting Transfer)



4. การถ่ายโอนน้ำโลหะแบบพัลส์ (Pulsed Transfer)





4.6

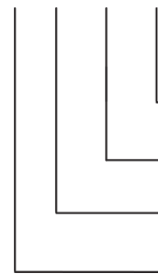
ลวดเชื่อมที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมตามมาตรฐาน AWS

ลวดเชื่อมเป็นลวดแบบสิ้นเปลือง (Consumable Electrode) ลักษณะของลวดเชื่อมเป็นเส้นโลหะเหมือนเส้นลวดไม่มีสารพอกหุ้มเรียกว่าลวดเปลือย (Solid Wire) ลวดเชื่อม

จะถูกใช้เชื่อมเหล็กกล้าและโลหะอื่น ๆ ที่มีความแข็งแรงสูง (Continuous)

ลวดเชื่อมมิกแบบเส้นตัน (Solid Wire) มีลักษณะเป็นสายยาวต่อเนื่อง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าชนิดที่เป็นแท่งยาว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.020 นิ้ว ถึง 1/8 นิ้ว

ER XX X-X

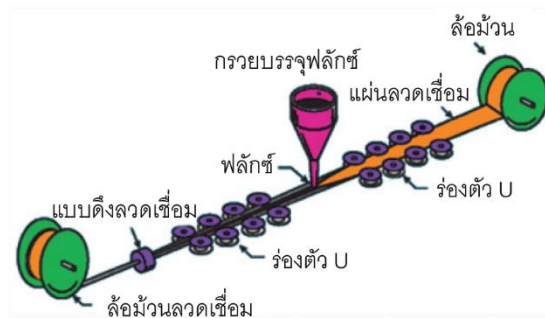


ER	ส่วนผสมโลหะลวดเชื่อม
XX	ชนิดลวดเชื่อม
X	ค่าความเค้นแรงดึงต่ำสุด x 1,000 (มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
X-X	ประเภทลวดเชื่อมอาร์กใช้แก๊สคลุม และลวดเติม

4.6.2 ลวดเชื่อมมิกแบบไส้ฟลักซ์ตามมาตรฐาน AWS A5.20-1979

ลวดเชื่อมมิกแบบไส้ฟลักซ์ (Flux Cored Wire) ใช้ได้กับโลหะบางชนิดเท่านั้น ปัจจุบัน
จะ

ใช้กับเหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) เหล็กผสมต่ำ (Low Alloy Steel) และเหล็กกล้าไร้
สนิมบาง



4.7

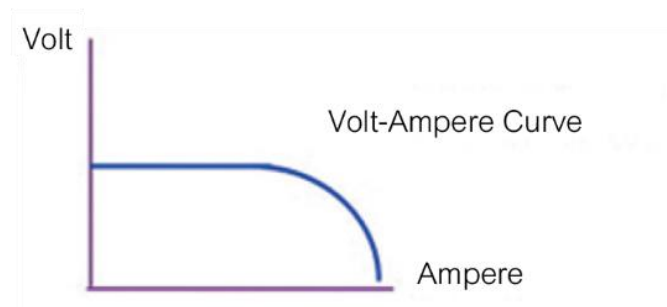
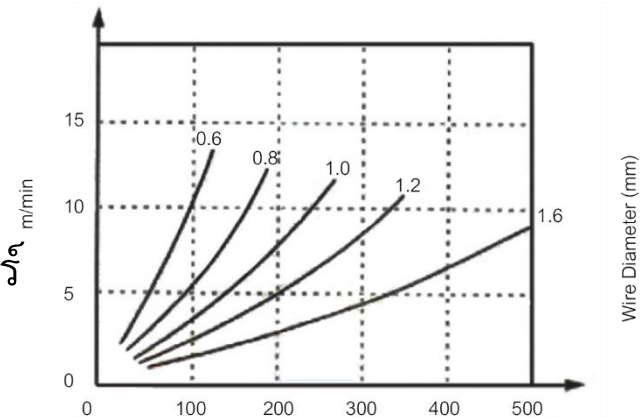
กระแสเชื่อมและแรงดันเชื่อม

4.7.1 กระแสเชื่อม (Welding Current)

กระแสเชื่อม คือ กำลังไฟฟ้าที่เครื่องเชื่อมผลิตออกมา ซึ่งสามารถอ่านได้โดยตรงจากแอมมิเตอร์ของเครื่องเชื่อม ในกระบวนการเชื่อมมิก

4.7.2 แรงดันเชื่อม (Welding Voltage)

แรงดันเชื่อม คือ แรงเคลื่อนอาร์กเมื่อการอาร์กเริ่มขึ้น แรงดันเชื่อมจะขึ้นอยู่กับระยะอาร์ก เช่น กระแสเชื่อมจะลดลงและแรงเคลื่อนอาร์กจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะอาร์กเพิ่มขึ้น

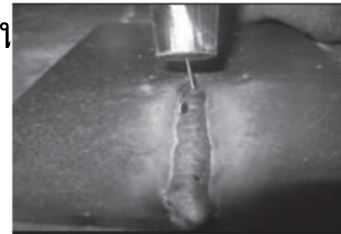


4.8

ทิศทางการเดินแนวเชื่อมของ การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุม

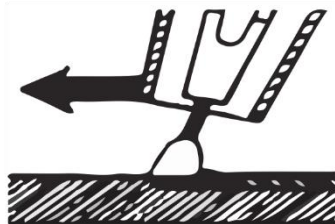
1. การเดินแนวแบบถอยหลัง (Backhand Welding or Dragging) เป็นตัวแปรในการ

ประสานรอยต่อที่เหมาะสม
มีความหนูนกว่า



มากกว่า แต่รอยนูน

2. การเดินแนวแบบไปข้างหน้า (Forehand Welding or Pushing) เป็นตัวแปรในการประสานรอยต่อที่เหมาะสมกับงานบาง การหลอมลึกน้อย มองรอยต่อได้ดี รอยเชื่อมแบนราบ



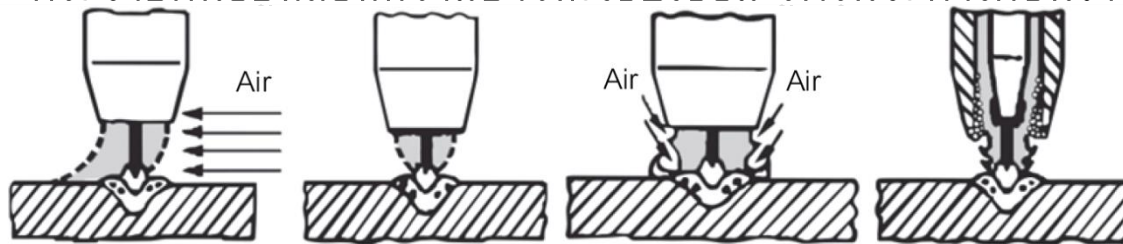
4.9

ข้อบกพร่องของแนวเชื่อมในงานเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุม

จุดบกพร่องในงานเชื่อม (Defect Of Welding) ที่เกิดแก่งานเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมหรือมิก (MIG) คล้ายกับการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) การฝึกหัดและประสบการณ์ของช่างเชื่อมจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้กลวิธีเชื่อมที่เหมาะสม

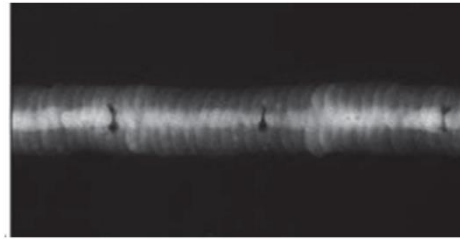
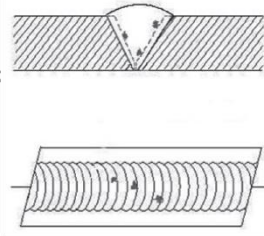
1. การเกิดรูพรุนหรือฟองอากาศ (Porosity) ในเนื้อโลหะเชื่อมอาจอยู่รวมกันหรือ

กระจายกันอยู่ตลอดความยาวตะเข็บเชื่อม รพรมจะทำให้ชิ้นงานไม่



2. สแลกฝังใน (Slag Inclusion) เกิดจากการใช้กระแสไฟเชื่อมต่ำ เดินลวดเชื่อมเร็ว การทำความสะอาดไม่ดีพอในแนวเชื่อมก่อนการเชื่อมทับหน้า และเชื่อมทับเศษสแลกใน

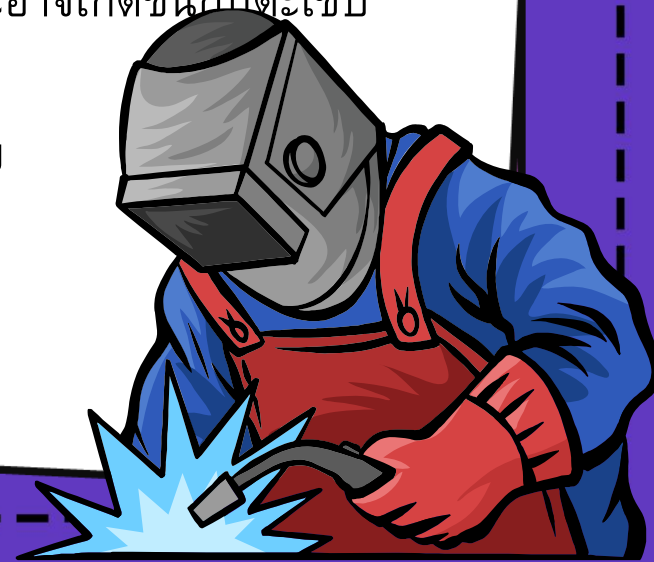
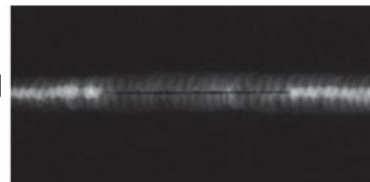
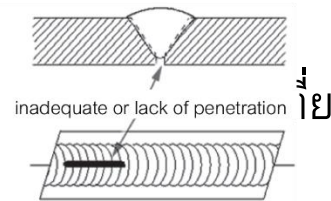
การเชื่อมหลายแนว



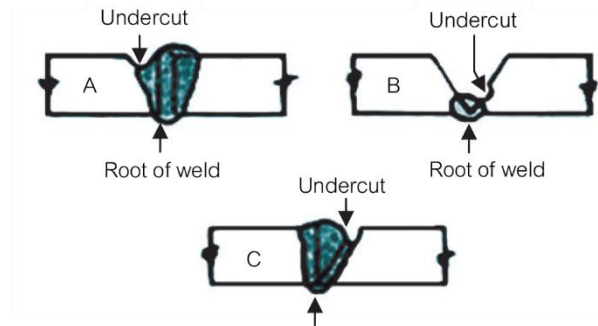
3. การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ (Incomplete Fusion) จะเกิดขึ้นเมื่อโลหะเชื่อมมีการ

หลอมรวมกับโลหะชิ้นงานได้ไม่สมบูรณ์เป็นเนื้อเดียวกัน และอาจเกิดขึ้นกับตะเข็บเชื่อม

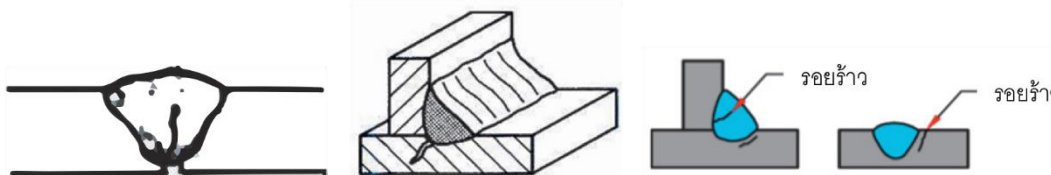
ด้วยกัน เมื่อใช้การ



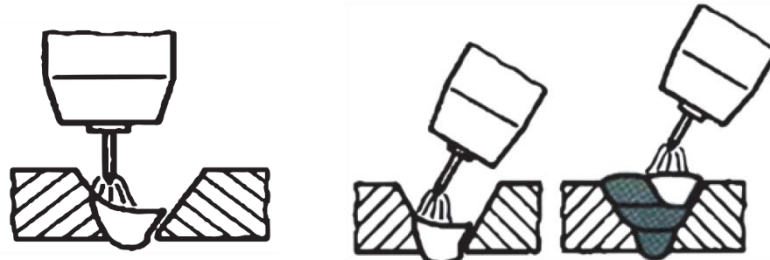
4. รอยแห้วขอบแนว (Undercut) เป็นลักษณะของร่องที่ไม่สม่ำเสมอที่ขอบแนวเชื่อมบนโลหะชิ้นงาน ซึ่งเกิดจากการเชื่อม



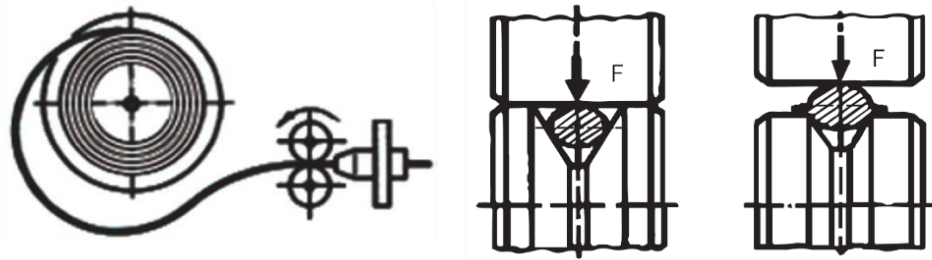
5. การแตกร้าวหรือรอยร้าว (Cracking) ที่เกิดขึ้นในแนวเชื่อมและโลหะชิ้นงานอาจเป็นรอยร้าวตามยาว รอยร้าวตามขวาง รอยร้าวที่ขอบ รอยร้าวที่แอ่งหลอมปลายแนวเชื่อม ใต้แนวเชื่อมที่โลหะเชื่อม หรือที่โลหะชิ้นงาน



6. การเกิดจากเทคนิคการเชื่อม (Welding Technic)



7. เครื่องมือและอุปกรณ์ในเครื่องเชื่อม



8. จุดบกพร่องอื่น ๆ (Defects) การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลูมหรือมิก (MIG) จะมีจุดบกพร่องอื่น ๆ ที่เกิดกับงานอีก ได้แก่ การบิดงอ ความไม่สมบูรณ์ในแนวเชื่อม ลักษณะผิวหน้าของแนวเชื่อม



หน่วยที่ 5



กระบวนการเชื่อมพลาซมาหรือ
กระบวนการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมไส้พลาซมา



หัวข้อเรื่อง

5.1 บทนำ

5.2 หลักการกระบวนการเชื่อมฟลักซ์คอร์

5.3 ข้อดีและข้อเสียของการเชื่อมฟลักซ์คอร์

5.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมฟลักซ์คอร์

5.5 ลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อมฟลักซ์คอร์

5.6 เทคนิคการเชื่อมฟลักซ์คอร์

5.7 ระยะเวลาของลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์

5.8 อันตรายที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมฟลักซ์คอร์

5.9 ปัญหาในการเชื่อมฟลักซ์คอร์

5.1

บทนำ

กระบวนการเชื่อมฟลักซ์คอร์ หรือกระบวนการเชื่อมแบบฟลักซ์คอร์ไวร์ หรือ
กระบวนการ

เชื่อมด้วยลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ (Flux Core Arc Welding Process: FCAW) ไม่ได้
แตกต่าง

จากกระบวนการเชื่อมแบบ MIG/MAG มากนัก ถึงแม้ว่าลวดเชื่อมแบบฟลักซ์คอร์นั้น จะ
มี

การแป



มร



ย้ายของอื่น ๆ



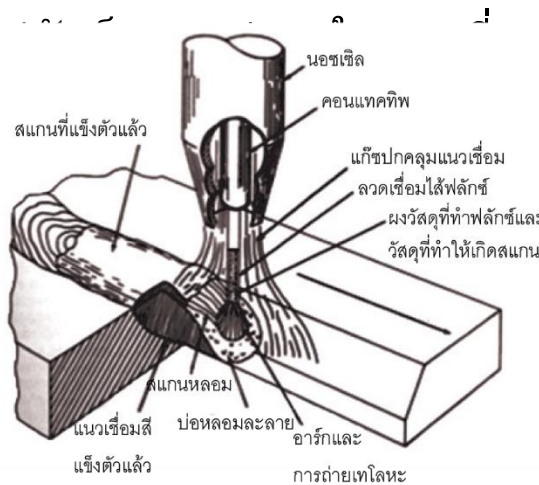
5.2

หลักการกระบวนการเชื่อมฟลักซ์คอร์

กระบวนการเชื่อมฟลักซ์คอร์หรือกระบวนการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ (Flux Core Arc Welding: FCAW) เป็นกระบวนการเชื่อมโดยทั่วไปเหมือนกับกระบวนการเชื่อม

มิก (MIG) แต่ลวดเชื่อมจะมีไส้ฟลักซ์ที่เป็นสารประกอบฟลักซ์ที่เป็

นธการใส่ผงฟลักซ์ที่เป็น



เป็นลวดตัน (Solid Wire) โดยในแกนของลวดเชื่อมจะมี



5.3

ข้อดีและข้อเสียของการเชื่อมฟลักซ์คอร์

5.3.1 ข้อดีของการเชื่อมฟลักซ์คอร์

1. แนวเชื่อมมีคุณภาพสูง
2. ผิวหน้าและรูปร่างแนวเชื่อมได้ขนาดราบเรียบดี
3. อัตราการเติมเนื้อโลหะและประสิทธิภาพการเติมเนื้อโลหะเชื่อมสูง
4. การเชื่อมในแนวเชื่อมแบบต่อฉาก (Fillet) ในท่าระดับดีมาก
5. สามารถเชื่อมโลหะที่เป็นเหล็กได้ทุกชนิด
6. การเชื่อมระยะอาร์กสามารถมองเห็นได้ง่าย
7. ลดปัญหาการเกิดรอยร้าวใต้แนวเชื่อมได้



5.3.2 ข้อเสียของการเชื่อมฟลักซ์คอร์

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ ชิ้นส่วนบางชิ้น มีราคาแพง
2. เมื่อเชื่อมเสร็จจำเป็นต้องมีการเคาะสแลก (Slag)
3. ความถี่ที่เกิดจากเชื่อมมีมากกว่ากระบวนการเชื่อมมิก (MIG)
4. ลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์ประเภทโลหะผสมสูง มีราคาแพงมากกว่าชนิดเส้นลวดตัน (Solid Wire)
5. อุปกรณ์หลายชิ้นยากต่อการบำรุงรักษา เมื่อเทียบกับกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยเชื่อมหุ้มฟลักซ์

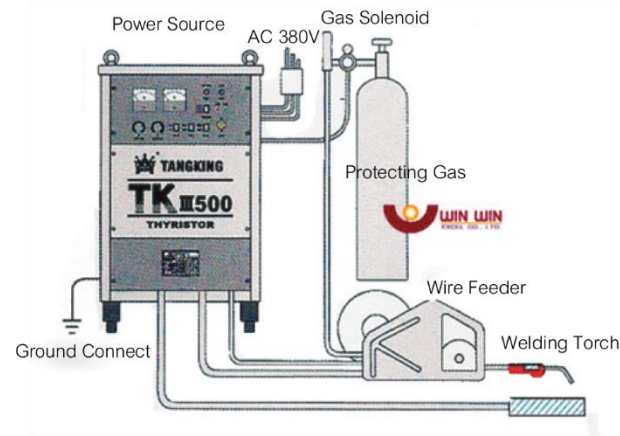
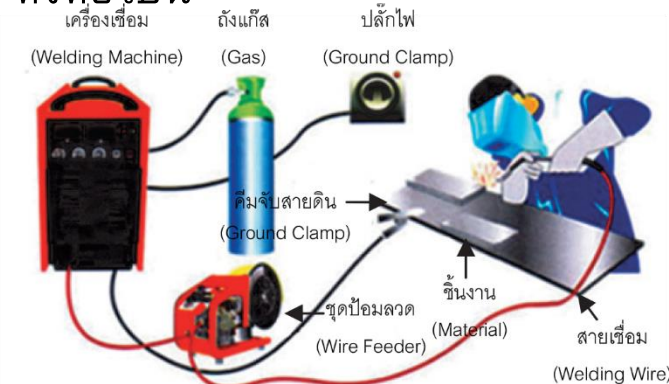


5.4

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ใน กระบวนการเชื่อมฟลักซ์คอร์

เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมฟลักซ์คอร์ มีลักษณะเหมือนกระบวนการเชื่อมมิก (GMAW) ทุกประการ เพียงแต่เปลี่ยนไปใช้ลวดฟลักซ์คอร์ (Flux-Cored Wire)

คือลวดที่มีผงฟลักซ์บรรจุอยู่ในลวดตรงแกนกลาง ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญดังต่อไปนี้





5.4.1 เครื่องเชื่อมกระบวนการเชื่อมฟลักซ์คอร์ (Welding Machine)

เครื่องเชื่อมที่ใช้กับกระบวนการเชื่อมฟลักซ์คอร์

5.4.2 ชุดป้อนลวด (Wire Feeder or Continuous Electrode)

ชุดป้อนลวดมีหน้าที่ในการขับเคลื่อนลวดเชื่อมเข้าสู่บริเวณการอาร์กให้มีความสม่ำเสมอ และต่อเนื่อง



5.4.3 หัวเชื่อม (Welding Torch)

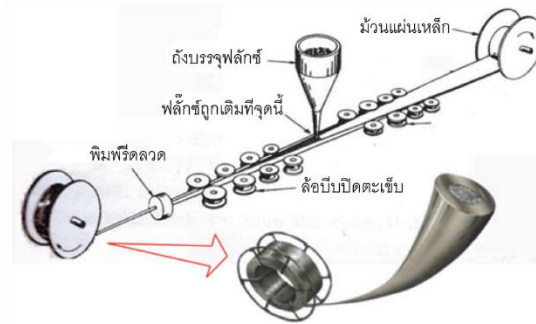
หัวเชื่อมที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมฟลักซ์คอร์

ที่ใช้สำหรับการเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัติได้ถูกออกแบบมาสำหรับการเชื่อมด้วยมือนั้น

5.5

ลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อมฟลักซ์คอร์

ลวดเชื่อมเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในกระบวนการเชื่อมแบบฟลักซ์คอร์ และแตกต่างจากการเชื่อมแบบMIG/MAG ทั่วไปอย่างสิ้นเชิง ลวดเชื่อมชนิดฟลักซ์คอร์



5.5.1 คุณสมบัติที่ได้จากฟลักในลวดเชื่อม

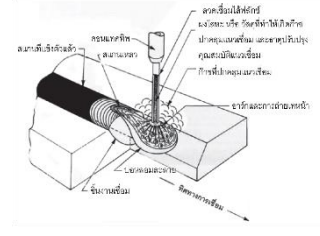
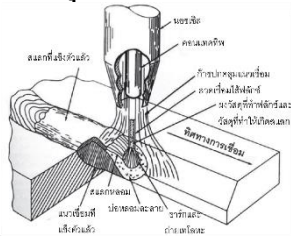
ในขณะที่ทำการเชื่อม ลวดเชื่อมจะถูกดึงออกจากม้วนลวดเชื่อมผ่าน

ไปยังสายเชื่อม และหัวเชื่อมจนกระทั่งอาร์กกับชิ้นงานเชื่อมในที่สุด



5.5.2 ประเภทของลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์

1. ประเภทลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์ที่ผลิตขายในปัจจุบัน มี 2 ประเภท ดังนี้
 - (1) ลวดฟลักซ์คอร์ชนิดที่ต้องใช้
แก๊สปกคลุมแนวเชื่อม
 - (2) ลวดฟลักซ์คอร์ชนิดที่ไม่
จำเป็นต้องใช้แก๊สปกคลุมแนวเชื่อม



2. ลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์แบ่งประเภทตามกลุ่มโลหะ
3. ลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์แบ่งประเภทการนำไปใช้งาน ได้ 2 ประเภท คือ
 - (1) ลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์สำหรับงานเหล็ก
 - (2) ลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์สำหรับงานสแตนเลส



5.5.3 ข้อเสนอแนะการใช้งานลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์

1. ใช้กระแส DC+
2. ในการเชื่อมหลายชั้น ให้ควบคุมอุณหภูมิขณะเชื่อมให้ต่ำกว่า 150 องศาเซลเซียส
3. หากใช้แก๊สผสมอาร์กอน ให้ลดกระแสเชื่อมต่ำกว่ากรณีใช้แก๊ส CO₂ ได้ 100%
4. ลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์ลินคอล์น LINCOLN PRIMACORE LW-71
5. ลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์ฮุนได SF-71
6. ลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์เซนต์อีเกิล (SAINT EAGLE) AWS A 5.20 E71T-1C
7. ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์สเตนเลสเทียไนท์ TFW 308L AWS A5.22 E308LT1-1
8. ลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์สเตนเลสเทียไนท์ TFW 309L AWS A5.22 E309LT1-1
9. ลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์สเตนเลสเทียไนท์ TFW 316L AWS A5.22 E316LT1-1
10. ลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์ TASETO GFW308L (AWS A5.22 E308LT0-1/4)
11. ลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์ฮุนได SW-308L Cored AWS A5.22 E308LT1-1/4
12. ลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์ฮุนได SW-309L Cored AWS A5.22 E309LT1-1/4

5.6

เทคนิคการเชื่อมฟลักซ์คอร์

การเชื่อมฟลักซ์คอร์ไม่จำเป็นต้องใช้เทคนิคหรือทักษะในการเชื่อมมากนัก เพียงแต่เรียนรู้

วิธีการเดินแนวเชื่อมให้ถูกต้อง โดยเทคนิคการเชื่อมฟลักซ์คอร์มีดังนี้คือ

5.6.1 การเดินแนวเชื่อมแบบเดินหน้า (Forehand Welding)

การเดินแนวเชื่อมแบบเดินหน้าจะให้แนวเชื่อมที่กว้าง แต่มีการหลอมลึกน้อยกว่าการเชื่อมแบบเดินแนวเชื่อมถอยหลัง ซึ่งเหมาะสำหรับการเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนาน้อย

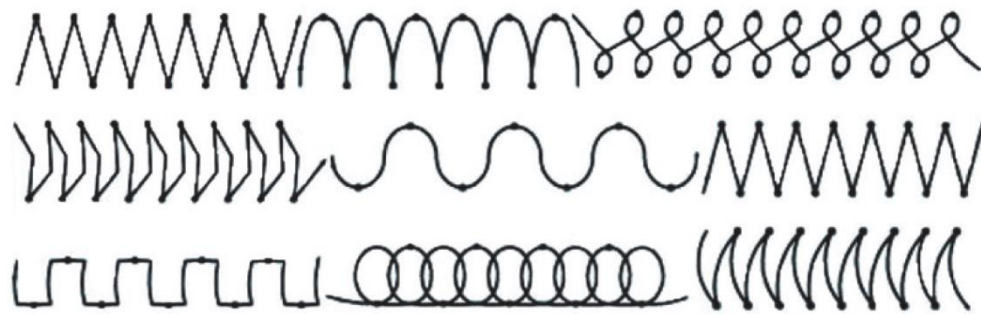
5.6.2 การเดินแนวเชื่อมแบบถอยหลัง (Backhand Welding)

การเดินแนวเชื่อมแบบถอยหลัง คือจะให้แนวเชื่อมที่แคบ แต่มีการหลอมลึกสูง ซึ่งเหมาะ

สำหรับการเชื่อมโลหะที่มีความหนามาก

5.6.3 การเชื่อมฟลักซ์คอร์แบบสายลวด

เพื่อให้แนวเชื่อมมีความกว้างมากขึ้น สามารถใช้เทคนิคการเชื่อมคล้ายกับการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ หรือการเชื่อม MIG/MAG ทั่วไป



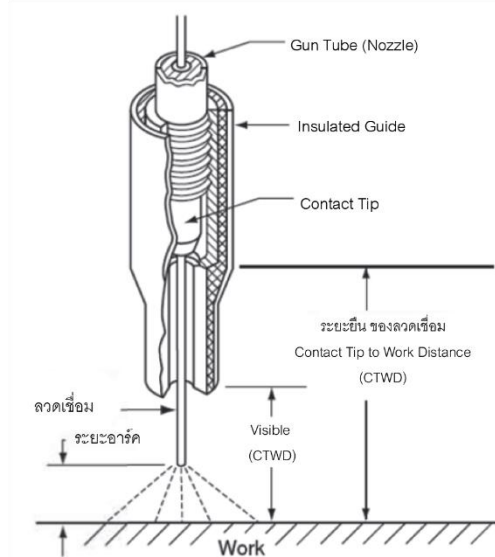
การเชื่อมในตำแหน่งทำตั้ง (Vertical Position) สามารถกระทำได้ โดยตั้งปลายหัวเชื่อมให้ ตั้งฉากกับชิ้นงานที่จะเชื่อม แล้วเอียงปลายหัวเชื่อมลงมา 45 องศา ในแนวตั้ง



5.7

ระยะยื่นของลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์

ระยะยื่นของลวดเชื่อม หมายถึง ระยะของลวดเชื่อมที่พ้นออกมาจากคอนแทคทิพ (Contact Tip) ถึงชิ้นงานเชื่อม ในกรณีของลวดเชื่อมแบบ Gas Shielded ควรใช้ระยะยื่นไม่เกิน 3/4 นิ้ว (19 มม.) มิเช่นนั้นแก๊สที่จ่ายปกคลุมแนวเชื่อมอาจไม่สามารถปกคลุมแนวเชื่อมได้ดีพอ



5.8

อันตรายที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมฟลักซ์คอร์

กระบวนการเชื่อมฟลักซ์คอร์เป็นกระบวนการทำงานที่นิยมกันอย่างแพร่หลายที่ใช้สำหรับต่อวัสดุประเภทโลหะ ในระหว่างการเชื่อมจะเกิดควันละอองโลหะขึ้นซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานเชื่อม ดังนั้นอันตรายที่เกิดจากการเชื่อมแบ่งกลุ่มได้ดังนี้

5.8.1 อันตรายที่เกิดจากควันละอองหรือฝุ่นโลหะ

อันตรายที่เกิดขึ้นจากควัน ละอองโลหะ หรือฝุ่นโลหะที่เกิดจากการเชื่อม ซึ่งควันละอองโลหะ หรือฝุ่นโลหะที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของลวดเชื่อมและชิ้นงานเชื่อม



5.8.2 อันตรายจากแก๊สที่เกิดจากการเชื่อมหรือแก๊สปกคลุม

หน้าที่ของแก๊สปกคลุมในงานเชื่อม คือ การป้องกันเนื้อเชื่อมจากการปนเปื้อนหรือการทำปฏิกิริยาจากอากาศและความชื้นที่อยู่รอบข้าง ซึ่งการปนเปื้อนของอากาศและความชื้นจะทำให้ได้คุณภาพของเนื้อเชื่อมต่ำกว่าปกติหรือทำให้การเชื่อมทำได้ยากขึ้น

5.8.3 อันตรายจากรังสีที่เกิดจากการเชื่อม (Welding Radiation)

อันตรายจากรังสีที่เกิดจากการเชื่อม

- 1. รังสีอัลตราไวโอเลต** หากมีความเข้มข้นสูงจะทำให้เนื้อเยื่อของร่างกายและตาไหม้อย่างรวดเร็ว ปัจจุบันยังพบว่ารังสีอัลตราไวโอเลตทำให้เกิดมะเร็งผิวหนังอีกด้วย
- 2. แสง** เป็นรังสีที่มองเห็นได้ด้วยตา เมื่อเกิดการอาร์กและไม่ป้องกันตาจะทำให้ตาพร่ามัวและมองไม่เห็นชั่วขณะหนึ่ง
- 3. รังสีอินฟราเรด** ถ้าสะสมเอาไว้จะเป็นต่อกระจกหรือเป็นอันตรายต่อเยื่อตาได้ สำหรับรังสีอินฟราเรดนี้นับว่ามีอันตรายร้ายแรงที่สุดเมื่อเทียบกับรังสีอื่น ๆ ที่เกิดจากการเชื่อมและ
ตัดโลหะ

5.8.4 อันตรายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า

โดยปกติแล้วมีข้อควรระวังและแนวทางป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูดมากมาย สิ่งแรก
 ที่

ควรคำนึงถึง คือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเชื่อมนั้นอยู่ในสภาพที่ดี เรียบร้อย พร้อม

5.8.5 อันตรายที่เกิดจากการระเบิดหรือลุกไหม้

สาเหตุเกิดจากอุปกรณ์ใดหรือลูกไหม้ นับเป็นอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้ในขณะที่เชื่อม ถ้าไม่หา
 วิธี

ป้องกันที่ดีพอ การเชื่อมแบบต่าง ๆ ต้องระมัดระวังเรื่องประกายไฟและสะเก็ดไฟกระเด็น





5.9

ปัญหาในการเชื่อมฟลักซ์คอร์

กระบวนการเชื่อมแบบฟลักซ์คอร์ (Flux Cored Arc Welding) เป็นกระบวนการเชื่อมหนึ่งสำหรับอุตสาหกรรมหนัก งานโครงสร้างเหล็ก โครงสร้างสะพาน และงานซ่อมบำรุง

อุปกรณ์เครื่องจักร ที่มันใจได้ในคุณภาพการเชื่อม แต่อย่างไรก็ตามช่างเชื่อมหรือ

ผู้เชื่อมอาจประสบกับปัญหา (Slag Inclusions)

สแลกฝังในเป็นปัญหาพื้นฐานชนิดหนึ่งสำหรับกระบวนการเชื่อมฟลักซ์คอร์ มักจะพบบ่อยในการเชื่อมที่ไม่ใช่ทำราบ



5.9.2 การหลอมตัวกลับ (Burn Back) ของลวดเชื่อมฟลักซ์คอร์

การเกิดการหลอมตัวกลับของลวดเชื่อมตอนหยุดเชื่อม (Burn Back) จะทำให้ลวดเชื่อม

ละลายอุดตันบริเวณคอ



5.9.3 การหลอมละลายหรือการหลอมลึกลับไม่สมบูรณ์ (Lack of Fusion)

การหลอมละลายหรือการหลอมลึกลับไม่สมบูรณ์ ส่วนมากเกิดจากการที่ช่างเชื่อมใช้มุม

เชื่อมไม่เหมาะสม ถ้าช่างเชื่อมใช้การเชื่อมแบบสายลวดเชื่อมในจุดที่ไม่สมควร จะทำ

ให้

นำลวดเชื่อมหลอม

5.9.4 ปัญหาของการเกิดลวดพันกัน ที่ล๊อขับเคลื่อนเชื่อม (Bird Nesting)

ปัญหาลวดเชื่อมพันกันบริเวณล๊อขับเคลื่อนเชื่อม
เกิดขึ้นจากการที่ลวดเชื่อมไม่สามารถถูกขับ
ผ่านสายเชื่อมไปยังหัวเชื่อมได้อย่างสะดวก



5.9.5 การหลอมลึก

การเชื่อมให้เกิดการหลอมลึกที่ดีนั้นจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องการความสมบูรณ์
และมีคุณภาพแนวเชื่อมสูง

5.9.6 การเกิดตามดหรือรูพรุนในแนวเชื่อม (Porosity)

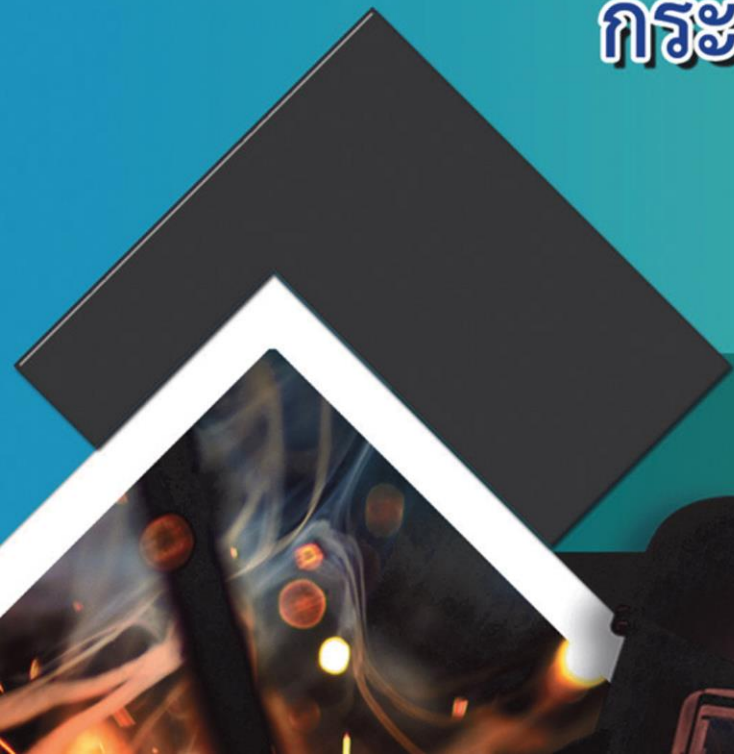
ปัญหาตามดหรือรูพรุนในแนวเชื่อม เกิดจากแก๊สที่อยู่ในน้ำโลหะพยายามที่จะลอย
ขึ้น

สู่ด้านบน และถูกกักอยู่บนผิวหรือใต้แนวเชื่อมในขณะที่แนวเชื่อมแข็งตัวลง

หน่วยที่ 6



กระบวนการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์
หรือการเชื่อมซับเมอร์จ



หัวข้อเรื่อง

6.1 บทนำ

6.2 หลักการกระบวนการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

6.3 ข้อดีและข้อเสียของการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

6.4 เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

6.5 ลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

6.6 การเก็บรักษาลวดเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

6.7 ฟลักซ์หรือผงเชื่อมชั้นเมอรัจ

6.8 ตัวแปรที่มีผลต่อการปฏิบัติการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

6.1

บทนำ

กระบวนการเชื่อมที่นำมาใช้งานในปัจจุบันมีมากมายหลายกรรมวิธี ซึ่งแต่ละกรรมวิธีก็มี

การใช้งานที่แตกต่างกันออกไป เช่น กระบวนการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ (Submerged Arc

Welding Process: SAW) เป็นกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ใช้ความร้อนจาก



กับโลหะ



อย่างต่อเนื่อง

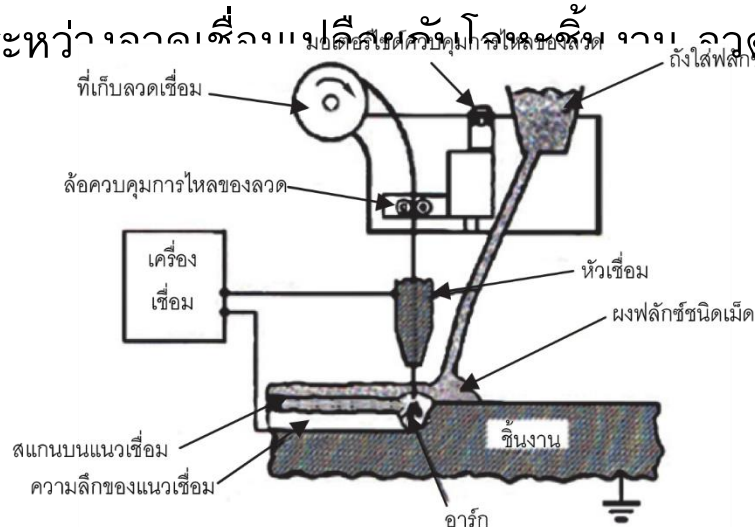


6.2

หลักการกระบวนการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

กระบวนการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์หรือการเชื่อมซับเมอร์จ (Submerged Arc Welding Process) เป็นกระบวนการเชื่อมอาร์กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง การเชื่อมเกิดขึ้นด้วยความร้อนจาก

การอาร์กกระหว่างขั้วไฟฟ้าและชิ้นงานโลหะ ซึ่งขั้วไฟฟ้าจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างต่อเนื่อง ขั้วไฟฟ้าจะถูกปกคลุมด้วยฟลักซ์ที่ละลายแล้ว ซึ่งจะหลอมรวมกับชิ้นงานโลหะเพื่อให้เกิดการเชื่อม



6.3

ข้อดีและข้อเสียของการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

6.3.1 ข้อดีของการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

1. ขณะปฏิบัติงานเชื่อมไม่ต้องใช้หน้ากากกำบัง
2. แนวเชื่อมมีการหลอมเหลวซึมลึกสูง การเชื่อมซ้อนแนวหลายแนว
3. ให้กระแสไฟ ความเร็วในการเชื่อม และอัตราการเติมหลอดเชื่อมสูง
4. ชิ้นงานไม่จำเป็นต้องบากร่องรอยต่อให้ลึกมาก
5. รูปร่างแนวเชื่อมสมบูรณ์ สม่ำเสมอ มีคุณภาพและประสิทธิภาพของแนวเชื่อมสูง



6.3.2 ข้อเสียของการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

1. สามารถเชื่อมใต้เฉพาะท่าราบหรือท่าระดับเท่านั้น
2. กรณีถ้าฟลักซ์ไม่มีคุณภาพจะทำให้งานเสียหายได้ เนื่องจากเกิดรูพรุนได้
3. การเตรียมรอยต่อบางอย่างมีความยุ่งยาก เช่น การบากร่องเปิดช่อง Root Opening จะต้องใช้แผ่นหลังรอง เพื่อป้องกันฟลักซ์ร่วงหล่น
4. สแลก (Slag) ของแข็งที่เกิดจากการหลอมละลายของฟลักซ์จะต้องกำจัดออกจาก รอย

เชื่อมก่อนที่จะทำการเชื่อมทับแนวเชื่อมแต่ละแนวต่อไป

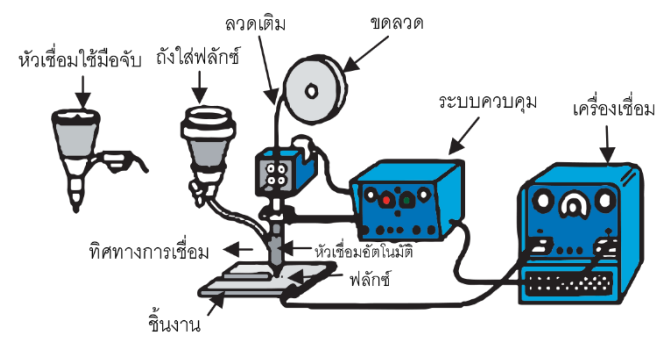
5. การเชื่อมโลหะงานที่มีความหนาน้อยกว่า 5 มม. ไม่เหมาะที่จะเชื่อม เพราะควบคุมการทะลุได้ยาก



6.4

เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญดังต่อไปนี้



6.4.1 เครื่องเชื่อม (Welding Machine or Power Supply)

เครื่องเชื่อมที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ จะถูกออกแบบมาเป็นพิเศษสำหรับ
การเชื่อม



6.4.2 ชุดป้อนลวด (Wire Feeder)

ระบบควบคุมการทำงานการป้อนลวดเชื่อม
เป็นลวดเชื่อมหลอมเหลวชนิดสิ้นเปลือง
(Consumable Electrode) ถ้าเป็นเครื่อง
เชื่อมชนิด Drooping

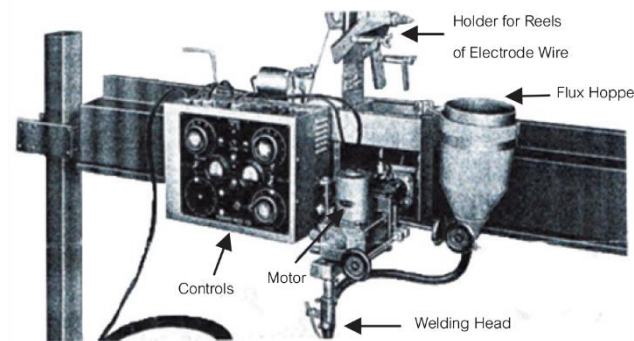
ชุดป้อนลวด



6.4.3 หัวเชื่อม (Welding Head)

หัวเชื่อมสำหรับการเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semiautomatic Welding) ประกอบด้วย
หัวเชื่อมสายเชื่อม ซึ่งเป็นตัวนำลวดเชื่อมไปยังบริเวณการอาร์ก และมีที่ใส่ฟลักซ์
ขนาด

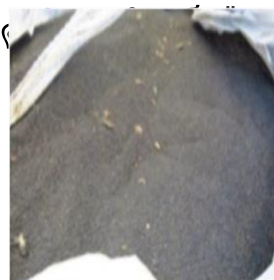
เล็กติดอยู่กับหัวเชื่อม



6.4.4 ฟลักซ์ (Flux)

ฟลักซ์จะมีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ สามารถหลอมเหลวได้ ทำหน้าที่เช่นเดียวกับสารพอก

หุ้มลวดเชื่อมที่ใช้ใน
ไนโตรเจนรอบ ๆ



6.4.5 ลวดเชื่อม (Electrode Wire)

ลวดเชื่อมที่นำมาใช้สำหรับการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ เป็นลวดเชื่อมตันและเปลือยยาว ต่อเนื่องถ้าเป็นลวดเชื่อมเหล็กคาร์บอน ผิวด้านนอกจะเคลือบไว้ด้วยทองแดง เพื่อป้องกันสนิม



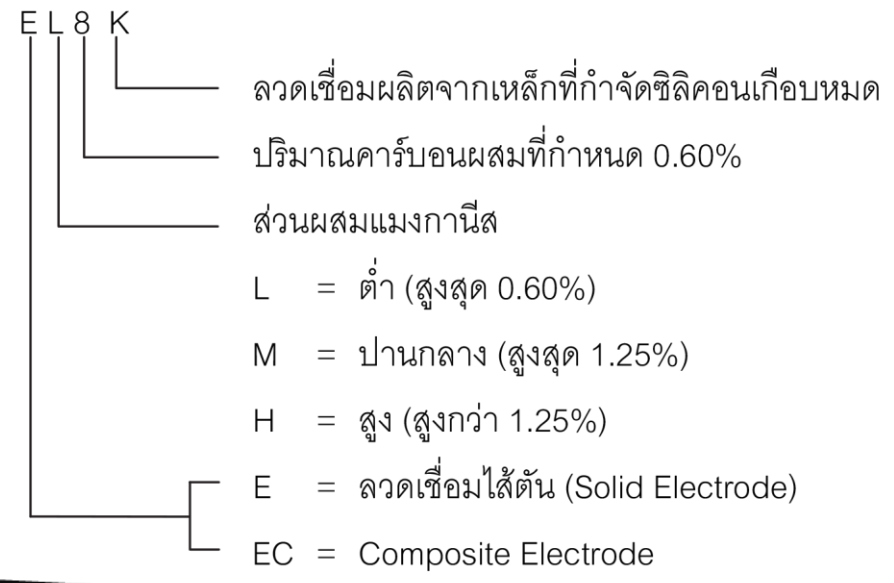
6.5

ลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

6.5.1 ลวดเชื่อมไฟฟ้าเหล็กกล้าคาร์บอนและฟลักซ์

สำหรับการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์มาตรฐาน AWS A 5.17-89

สัญลักษณ์ลวดเชื่อม



6.5.2 ลวดเชื่อมไฟฟ้าเหล็กกล้าไร้สนิมเปลี่ยนสำหรับการเชื่อมอาร์ก ใต้ฟลักซ์มาตรฐาน AWS A 5.9-93

สัญลักษณ์ลวดเชื่อม

ER 308 L Mo

ธาตุผสมเพิ่มเติม

L = ปริมาณคาร์บอนช่วงต่ำ

H = ปริมาณคาร์บอนช่วงสูง

LR = ความเค้นตกค้างต่ำ

ส่วนผสมทางเคมีของลวดเชื่อม

ลวดเชื่อมไส้ตัน อาจเป็น Electrode หรือ Rod

ประเภทของลวดเชื่อม

ประเภทของลวดเชื่อม แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. กลุ่ม ER 2XX เช่น ER 209 และ ER 218
2. กลุ่ม ER 3XX เช่น ER 308, ER 308L และ ER 309LMo
3. กลุ่ม ER 4XX เช่น ER 409, ER 410NiMo และ ER 446LMo
4. กลุ่ม ER 5XX เช่น ER 502 และ ER 505
5. กลุ่ม ER 6XX เช่น ER 630



6.6

การเก็บรักษาลวดเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

การเก็บรักษาลวดเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ สำหรับเหล็กกล้าคาร์บอน โดยส่วนมากจะม้วนเก็บไว้ในวงล้อโดยมีกล่องบรรจุใส่เพื่อป้องกันสนิม ส่วนลวดเชื่อมชนิดเป็นขดจะใช้สำหรับการค้ำ แต่ชนิดตรงจะใช้สำหรับห้องปฏิบัติการ ปริมาณของขดลวดจะขึ้นอยู่กับ การออกแบบที่ใช้สำหรับการม้วนเก็บ ซึ่งมีน้ำหนักตั้งแต่ 113, 130, 218, 305 และ 435

กิโลกรัม





ฟลักซ์หรือผงเชื่อมชั้นเมอร์จ

6.7.1 คุณสมบัติของฟลักหรือผงเชื่อมชั้นเมอร์จ

ฟลักหรือผงเชื่อมชั้นเมอร์จเป็นเม็ดแร่ที่มีส่วนผสมหลายอย่าง

1. ผงเชื่อมชั้นเมอร์จนี้ใช้คู่กับลวดเชื่อมอาร์กได้ฟลักซ์
2. เหมาะสำหรับเชื่อมในแนวยาว หรือวัตถุทรงกลมที่เป็นชิ้นงานใหญ่ ๆ หรือถัง/ท่อขึ้นใหญ่ ๆ แนวเชื่อมที่ได้จะสวยเรียบ ทนต่อแรงดึงสูง
3. ทนต่อการกัดกร่อนและขึ้นตะกันเคาะออกง่าย จะได้ชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพและน่าพอใจเมื่อเชื่อมด้วยฟลักซ์ชนิดนี้
4. ใช้สำหรับการเชื่อมแผ่นเหล็กได้หนามากกว่า 20 มม.
5. เครื่องจักรกลเชื่อมได้ทั้งด้านเดียวหรือสองด้านของแผ่นในร่อง I ร่อง V ร่อง X หรือ ร่อง U (V) **หมายเหตุ** ควรเก็บในที่แห้ง อุณหภูมิต่ำ มีอากาศถ่ายเท

6.7.2 ประเภทฟลักซ์หรือผงเชื่อมชั้นเมอร์จ แบ่งออกได้ดังนี้

1. Fused Flux ถูกผลิตจากวัตถุดิบหลายชนิดผสมรวมกันในเตาไฟฟ้า จากนั้นเตรียมให้ได้

ตามขนาดที่ต้องการ

2. Bended Flux ถูกผลิตจากวัตถุดิบหลายชนิดที่เป็นผง และนำมาผสมกัน โดยใช้โพแทสเซียมซิลิเกต (Potassium Silicate) หรือโซเดียมซิลิเกต (Sodium Silicate)

3. Mechanical Mixed Flux จะใช้ **Fused Flux** และ **Bended Flux** ผสมกันให้ได้สัดส่วน

ตามที่ต้องการ

8.7.3 ความกว้างและความลึกของชั้นฟลักซ์

ความกว้างและความลึกของชั้นฟลักซ์ มีผลต่อรูปร่างและความแข็งแรงของรอยเชื่อม ถ้าชั้นของฟลักซ์มีความลึกมากจะ

ทำให้เกิดแก๊สที่เกิดจากการเชื่อมระบายนอกได้ยาก เป็นผลให้รอย

เชื่อมเกิดการบิดเบี้ยวมากกว่าปกติ





ตัวแปรที่มีผลต่อการปฏิบัติการเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

6.8.1 กระแสที่ใช้

กระแสที่ใช้มีผลต่ออัตราการหลอมเหลวของลวดเชื่อม ความลึกของรอยเชื่อม และการ

หลอมเหลวของชิ้นงาน หากเพิ่มกระแสจะมีแนวโน้มให้ตัวแปรต่าง ๆ มีค่าสูงขึ้น แต่

6.8.2 แรงดันในการเชื่อม

กระแสสูงเกินไปจะทำให้สิ้นเปลืองลวดเชื่อม และรอยเชื่อมที่ได้ใหญ่เกินไป ในการเชื่อมแรงดันจะปรับตามค่าความยาวในการอาร์กครึ่งหนึ่งลวดเชื่อมและชิ้นงาน หากแรงดันเพิ่ม ความยาวในการอาร์กจะมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าแรงดันลดลงความยาวในการอาร์กก็จะลดลง ค่าแรงดันจะมีผลกระทบท่ออัตราการสิ้นเปลืองของลวดเชื่อมไม่มาก

เหมือนกับกระแสที่ใช้



6.8.3 ความเร็วในการเชื่อม

1. เพิ่มความเร็วในการเชื่อม จะทำให้

- (1) ความร้อนที่ใช้ในการเชื่อมต่อหนึ่งหน่วยความยาวของรอยเชื่อมลดลง
- (2) ปริมาณของโลหะที่เติมลงไปในการเชื่อมต่อหนึ่งหน่วยความยาวของรอยเชื่อมลดลง ซึ่งทำให้ความแข็งลดลง ทำให้รอยเชื่อมมีขนาดเล็กลง โดยค่าความเร็วในการเชื่อมจะมีผลต่อการซึมลึกมากกว่ากระแสที่ใช้ ถ้าความเร็วสูงเกินไปจะทำให้เกิดอันเดอร์คัต (Under Cut) อาร์กโบลว (Arc Blow) รอยเชื่อมมีความพรุนมากขึ้น (Porosity)

2. ความเร็วในการเชื่อม คือ ถ้าเพิ่มความเร็วต่ำเกินไป จะทำให้

- (1) รอยเชื่อมจะโค้ง ซึ่งจะเกิดการแตกร้าวขึ้น
- (2) เกิดการอาร์กที่รุนแรงเกินไป
- (3) สแลก (Slag) จะละลายเข้าสู่รอยเชื่อม และรอยเชื่อมจะมีลักษณะหยาบ



หน่วยที่ 7



แก๊สปกคลุมที่ใช้ในงานเชื่อม



หัวข้อเรื่อง

7.1 บทนำ

7.2 ความหมายของแก๊สปกคลุม

7.3 วัตถุประสงค์ของการใช้แก๊สปกคลุม

7.4 ประโยชน์ของการใช้แก๊สปกคลุมแนวเชื่อม

7.5 ชนิดของแก๊สปกคลุม

7.6 คุณสมบัติของแก๊สปกคลุม

7.7 การพิจารณาเลือกใช้แก๊สปกคลุม

7.1

บทนำ

กระบวนการเชื่อมแบบอาร์ก (Arc Welding) มีหลายกระบวนการที่ต้องใช้
แก๊ส

จากภายนอกมาช่วยปกคลุมขณะทำการอาร์ก ได้แก่ กระบวนการเชื่อมทิก (GTAW :



แก๊สปกคลุม คือ แก๊สเฉื่อยหรือกึ่งเฉื่อย ที่ใช้ใน
MIG/MAG) และกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (FCAW)
กระบวนการเชื่อมทิก (TIG หรือ
GTAW) และการเชื่อมมิก (MIG
หรือ GMAW) หน้าทีของแก๊ส
ปกคลุมในงานเชื่อม

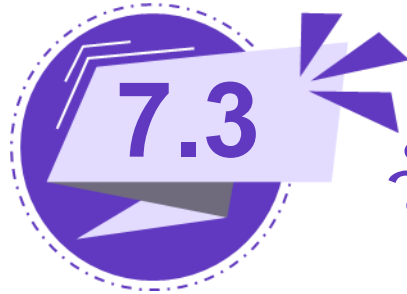




ความหมายของแก๊สปกคลุม

แก๊สปกคลุม (Shielding Gas) หมายถึง แก๊สที่ใช้สำหรับปกคลุมแนวเชื่อมและบ่อหลอมละลาย เพื่อไม่ให้อากาศหรือออกซิเจน ไนโตรเจน และความชื้นโดยรอบเข้าไปทำปฏิกิริยาในขณะที่เชื่อม ซึ่งการปนเปื้อนของอากาศและความชื้นจะทำให้ได้คุณภาพของเนื้อเชื่อมต่ำกว่าปกติ หรือทำให้การเชื่อมทำได้ยากขึ้น





วัตถุประสงค์ของการใช้แก๊สปกคลุม

แก๊สปกคลุมจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานและขบวนการเชื่อม ดังนั้นจำเป็นต้องศึกษาคุณสมบัติและคุณลักษณะของแก๊สปกคลุมต่าง ๆ ก่อน การใช้แก๊สปกคลุมมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่การเชื่อมและการตัด 3 ประการ คือ

7.3.1 เพื่อทำให้อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าแตกตัวให้อิ

ออน (Ionization Potential)

เพื่อทำให้อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าแตกตัวให้อิออน การเป็นการสร้างพลังงานที่จำเป็นในการดึงอิเล็กตรอน (Electron) ออกจากอะตอมของแก๊ส (Gas Atom) การแตกตัวให้อิออน ณ อุณหภูมิของการอาร์กมีผลต่อการส่งถ่ายพลังงานความร้อน (Heat Energy)



7.3.2 เพื่อการนำความร้อน (Thermal Conductivity)

เพื่อการนำความร้อนเป็นความสามารถในการนำความร้อนของแก๊สซิลด์ที่ต่ำ เช่น แก๊ส

อาร์กอน เพื่อให้การอาร์กทำได้ง่ายและปลอดภัย (Reactivity)

เพื่อการทำปฏิกิริยากับแนวเชื่อม หมายถึง แก๊สซิลด์ทำปฏิกิริยากับแนวเชื่อม แก๊สอาร์กอนและแก๊สฮีเลียมต่างเป็นแก๊สเฉื่อย (Inert Gas)

1. แก๊สไฮโดรเจน (Hydrogen: H) เป็น Reducing Gas
2. แก๊สออกซิเจน (Oxygen: O₂) และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide)
3. แก๊สไนโตรเจน (Nitrogen: N₂) ใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง กระแสเชื่อมสูง



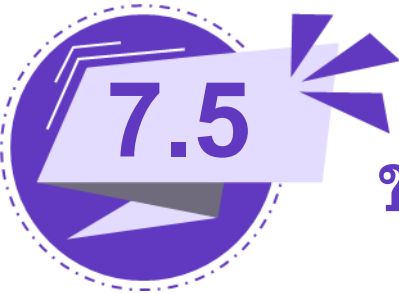
7.4

ประโยชน์ของการใช้แก๊สปกคลุมแนวเชื่อม

แก๊สที่ใช้ปกคลุมแนวเชื่อมจะมีผลต่อคุณสมบัติของแนวเชื่อมและช่วยป้องกันอากาศจากภายนอกเข้ารวมตัวกับแนวเชื่อม ซึ่งจะส่งผลทำให้แนวเชื่อมเกิดข้อบกพร่อง

1. ช่วยป้องกันแนวเชื่อมเกิดมลทินโดยป้องกันบรรยากาศภายนอกไม่ให้รวมตัวกับแนวเชื่อม
2. ช่วยทำให้รวมตัวกับสารไล่แก๊สออกซิเจนในลวดเชื่อมละลายออกไซด์และสนิมบนผิวชิ้นงานไม่ให้รวมตัวกับแนวเชื่อม
3. ช่วยทำให้โครงสร้างภายในของแนวเชื่อมเรียงตัวกันอย่างหนาแน่นสม่ำเสมอ
4. ช่วยทำให้แนวเชื่อมมีสมบัติทางกลที่ดี
5. ช่วยให้แนวเชื่อมมีรูปทรงที่ดี สะเก็ดโลหะติดน้อย
6. ช่วยทำให้กระแสไฟเชื่อม ร่วงจากลวดเชื่อมข้ามเปลวอาร์กไปสู่โลหะงาน





ชนิดของแก๊สปกคลุม

แก๊สปกคลุมมีหลายชนิด การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะที่เชื่อมและกระบวนการ

เชื่อม การเลือกแก๊สปกคลุมบางชนิดไม่เหมาะสมหรือช่างเชื่อมจะต้องรู้จักชนิดของ

1. แก๊สเฉื่อย (Inert Gas)

2. แก๊สปกคลุมแอคทีฟ (Active Shield Gas)

3. อันรีแอคทีฟแก๊ส (Unreactive Gas)

4. แก๊สผสม (Mixture Gas)



7.5.1 แก๊สเฉื่อย (Inert Gas)

แก๊สเฉื่อยที่เป็นแก๊สซีลด์ คือ แก๊สอาร์กอน (Ar) แก๊สฮีเลียม (He) หรือแก๊สทั้งสองผสม

กันเปลวอาร์กจะเกิดขึ้นอย่างอิสระระหว่างปลายอิเล็กโทรดทั้งสองที่สัมผัสกัน

1. แก๊สอาร์กอน (Ar) เป็นอิเล็กโทรดเฉื่อยนำความร้อนต่ำ มีความหนาแน่น 1.784

กก./ลบ.ม. ไม่เกิดเปลวอาร์กแคบและมีความเข้มสูงทำให้ได้รับพลังงานและความร้อนสูง

2. แก๊สฮีเลียม (Helium: He) เป็นแก๊สเฉื่อยเช่นเดียวกับอาร์กอน มีความหนาแน่น 1.784 กก./ลบ.ม. มีศักย์การเกิดอ็อกซิไดซ์ 24.5 eV จึงนำความร้อนได้ดี

สรุป แก๊สฮีเลียมสามารถใช้เชื่อมโลหะชิ้นงานที่เป็นตัวนำความร้อนที่ดี เช่น ทองแดง และอะลูมิเนียม เป็นต้น สามารถช่วยให้ความเร็วในการเชื่อมสูงกว่าด้วย แก๊สฮีเลียมมี

น้ำหนักเบากว่าอากาศทำให้ออกจากหัวฉีด และพุ่งลงภายใต้เปลวอาร์ก

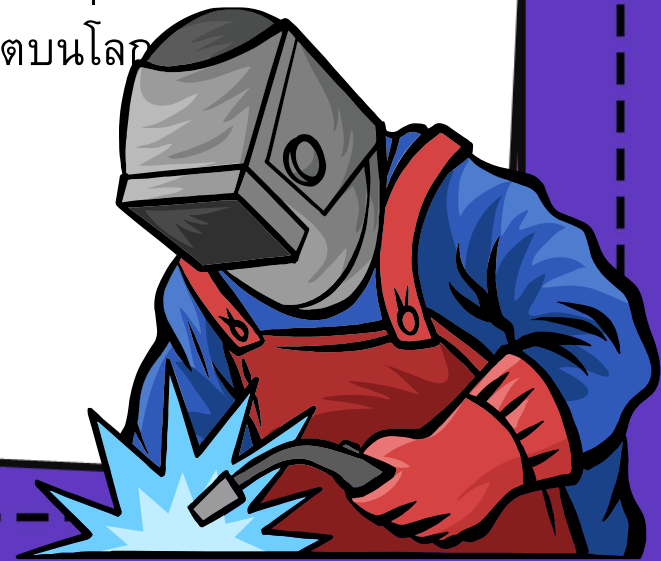
7.5.2 แก๊สปกคลุมแอคทีฟ (Active Shield Gas)

ปกติแล้วแก๊สเฉื่อยที่นำมาใช้เป็นแก๊สปกคลุมหรือแก๊สชีลด์ จะมีปฏิกิริยาที่เฉื่อย โดยตัว

ที่แสดงปฏิกิริยาแอคทีฟ ตรงตำแหน่งแนวเชื่อม คือ แก๊สไฮโดรเจน ออกซิเจน และ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จะอยู่ในลักษณะของสารประกอบ โดยประกอบด้วยแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์กับแก๊สออกซิเจน มีความหนาแน่น 1.977 กก./ลบ.ม.

2. แก๊สออกซิเจน (O₂) มีสัญลักษณ์ทางเคมีว่า O₂ มีมากในอากาศประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์นอกจากนี้ออกซิเจนยังอยู่ในรูปที่รวมตัวกับธาตุอื่น

3. แก๊สไฮโดรเจน (H) คุณสมบัติแก๊สไฮโดรเจน เป็นธาตุที่เบาที่สุด และเป็นองค์ประกอบของน้ำที่เป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่สุดของสิ่งมีชีวิตบนโลก

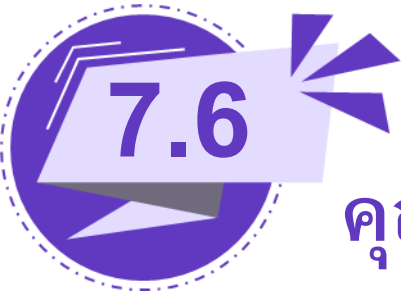


7.5.3 อันรีแอคทีฟแก๊ส (Unreactive Gas)

แก๊สไนโตรเจน (N_2) นำมาใช้เป็นแก๊สปกคลุมสำหรับการเชื่อมทองแดง ทองแดง
 เจือ

ในอุณหภูมิที่ต่ำลงแก๊สอาร์กอน + แก๊สฮีเลียม แต่การซึมลึกดีกว่าแก๊สอาร์กอน

1. แก๊สอาร์กอน + แก๊สฮีเลียม ($Ar + He$)
2. แก๊สอาร์กอน + แก๊สออกซิเจน ($Ar + O_2$)
3. แก๊สอาร์กอน + แก๊สไฮโดรเจน ($Ar + H$)
4. แก๊สอาร์กอน + แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ($Ar + CO_2$)
5. แก๊สอาร์กอน + แก๊สไนโตรเจน ($Ar + N_2$)
6. แก๊สอาร์กอน + แก๊สคลอรีน ($Ar + Cl$)
7. แก๊สอาร์กอน + แก๊สออกซิเจน + แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ($Ar + O_2 + CO_2$)
8. แก๊สอาร์กอน + แก๊สฮีเลียม + แก๊สออกซิเจน ($Ar + He + O_2$)
9. แก๊สอาร์กอน + แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ + แก๊สไฮโดรเจน ($Ar + CO_2 + H$)
10. แก๊สอาร์กอน + แก๊สฮีเลียม + แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ($Ar + He + CO_2$)



คุณสมบัติของแก๊สปกคลุม

แก๊สที่ใช้ปกคลุมแนวเชื่อมจะมีผลต่อคุณสมบัติแนวเชื่อม และช่วยป้องกันอากาศจากภายนอกเข้ารวมตัวกับแนวเชื่อม เพราะว่าบรรยากาศรอบ ๆ

นอกจากนี้คุณสมบัติพื้นฐานของแก๊สปกคลุมรอยเชื่อม ได้แก่

1. สามารถปกคลุมบริเวณอาร์ก ป้องกันอากาศภายนอกเข้ามาทำปฏิกิริยา และความสกปรกกับโลหะหลอมเหลว เช่น ไนโตรเจน ออกซิเจน และความชื้น
2. สมบัติทางความร้อน ได้แก่ การนำความร้อน การพาความร้อน ซึ่งมีอิทธิพลต่อแรงเคลื่อนอาร์กและมีผลต่อรูปร่างรอยเชื่อม
3. การเกิดปฏิกิริยา บริเวณผิวหน้าชิ้นงาน เช่น ปฏิกิริยาทำความสะอาดชิ้นงาน เพื่อกำจัดออกไซด์ออก



การพิจารณาเลือกใช้แก๊สปกคลุม

แก๊สปกคลุมมีหลายชนิด การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะที่เชื่อม และกระบวนการ

เชื่อม การเลือกแก๊สปกคลุมอย่างไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดผลเสียในด้านคุณภาพของเนื้อเชื่อมของโลหะในตำแหน่งที่ต้องการเชื่อมที่ใช้

2. ชนิดของลวดเชื่อมกับลักษณะของแก๊สปกคลุมที่ใช้
3. ลักษณะการส่งถ่ายไออนน้ำโลหะและลักษณะการอาร์ก
4. อัตราความเร็วของการเชื่อม
5. ความต้องการการหลอมลึกหรือการซึมลึก ความกว้าง รูปร่าง และขนาดของรอยเชื่อม
6. สมบัติทางกลของรอยเชื่อมที่ต้องการ และข้อกำหนดอื่น ๆ ที่ต้องการ
7. ราคาของแก๊สที่ใช้ และความยากง่าย ในการจัดหาซื้อ

หน่วยที่ 8



ตำแหน่งท่าเชื่อม
และรอยต่อในงานเชื่อม



หัวข้อเรื่อง

8.1 บทนำ

8.2 ตำแหน่งท่าเชื่อมและตำแหน่งท่าเชื่อมที่กำหนดโดยมาตรฐานอเมริกัน (AWS)

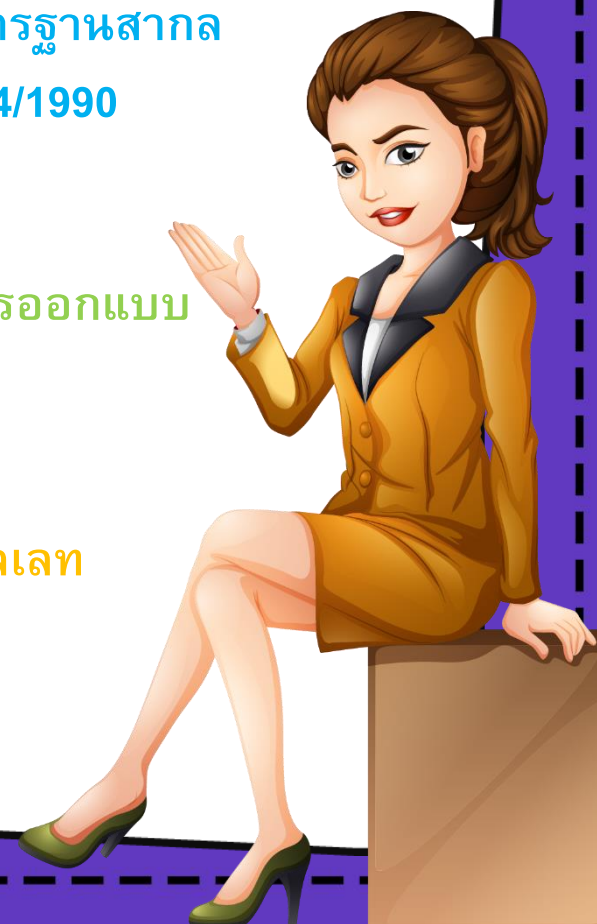
8.3 ตำแหน่งท่าเชื่อมตามมาตรฐานสากล ISO 6974 มาตรฐาน ISO 6974/1990

8.4 รอยต่อในงานเชื่อม

8.5 แนวเชื่อมบากร่องและการออกแบบรอยต่อบากร่องในงานเชื่อม

8.6 แนวเชื่อมฟิลเลตและการออกแบบรอยต่อแนวเชื่อมฟิลเลต

8.7 เทคนิคการสลัดเชื่อมและการต่อรอยเชื่อม

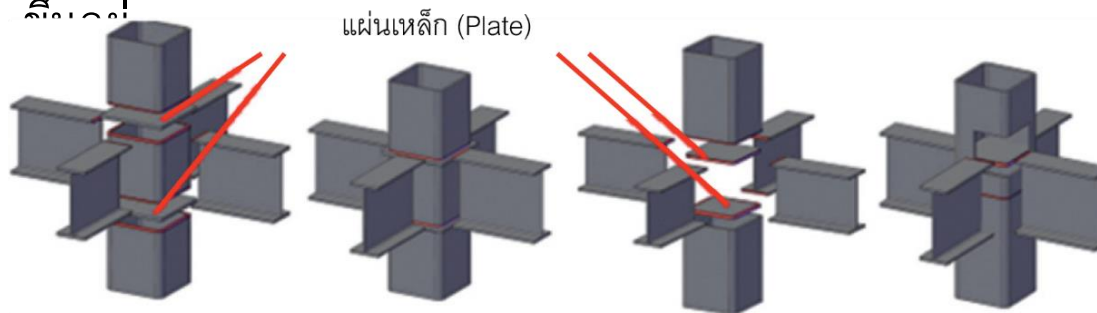


8.1

บทนำ

ท่าเชื่อมพื้นฐานในงานเชื่อม (Welding Position) ในงานเชื่อมไม่ว่าจะเป็นเชื่อม
แก๊ส เชื่อมไฟฟ้าและเชื่อมด้วยแก๊สปกคลุม ท่าเชื่อมที่สามารถทำการเชื่อมได้ง่าย
และ

มีประสิทธิภาพมากที่สุดเพื่อเกิดการซึมลึกและได้เนื้อรอยเชื่อมที่มากพอที่จะทำให้
เกิดความแข็งแรง ซึ่งการออกแบบการบากร่องนี้ จะทำการบากร่องแบบใดนั้น



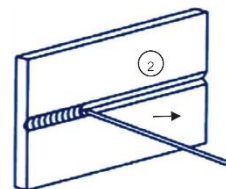
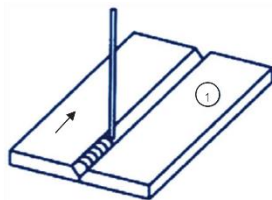
8.2

ตำแหน่งท่าเชื่อมและตำแหน่งท่าเชื่อมที่กำหนดโดยมาตรฐานอเมริกัน (AWS)

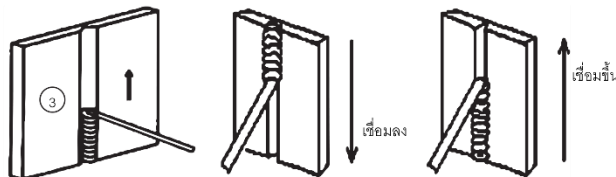
8.2.1 ตำแหน่งท่าเชื่อม (Welding Positions)

การเชื่อมจะให้ได้คุณภาพนั้น จำเป็นต้องอาศัยเทคนิคและองค์ประกอบต่าง ๆ หลายอย่าง การเชื่อมที่ควบคุมด้วยมือจำเป็นต้องมีการฝึกฝนพอสมควร

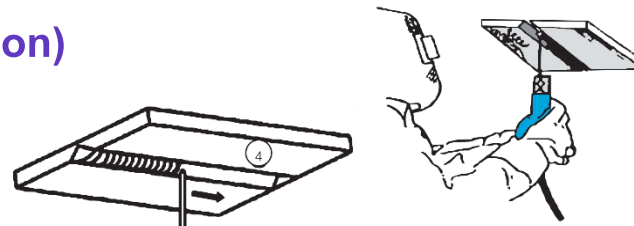
1. ท่าราบ (Flat Position)
2. ท่าขนานนอนหรือท่าระดับ (Horizontal Position)



3. ท่าตั้ง (Vertical Position)



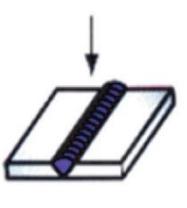
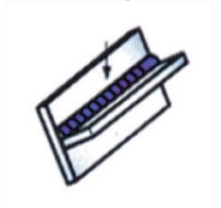
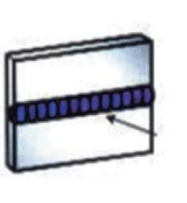
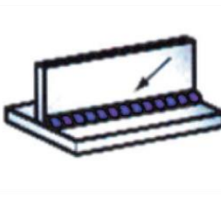
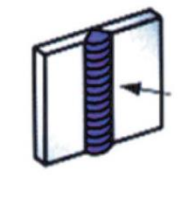
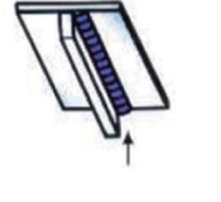
4. ท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position)



8.2.2 ตำแหน่งท่าเชื่อมที่กำหนดโดยมาตรฐานอเมริกัน (AWS)

มาตรฐานสมาคมอเมริกัน (American Welding Society : AWS) ได้กำหนดลักษณะของการเชื่อมได้ดังนี้

1. ตำแหน่งงานเชื่อมแผ่น (Welding Plates)

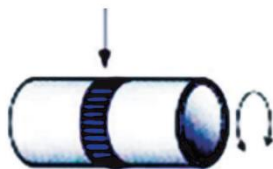
ทำราบ (Flat)	1G		1F	
ทำระดับ (Horizontal)	2G		2F	
ทำตั้ง (Vertical)	3G		3F	
ทำเหนือศีรษะ (Over head)	4G		4F	



2. ตำแหน่งงานเชื่อมท่อ (Pipe or Tubes)

ทำราบ
(Flat)

1G



แกนท่ออยู่ในแนวนอน หมุนท่อเชื่อมในตำแหน่งทำราบ

ทำระดับ
(Horizontal)

2G



แกนท่ออยู่แนวตั้ง ท่อยึดกับที่เชื่อม ในตำแหน่งทำระดับ

ทำตั้ง
(Vertical)

5G

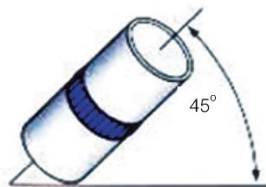


แกนท่ออยู่แนวนอน ท่อยึดกับที่เชื่อม ในตำแหน่งทำตั้งเชื่อมขึ้น

(6 ถึง 12 นาฬิกา)

ทำเชื่อมพิเศษ

6G



แกนท่อเอียงในตำแหน่ง 45 องศา ท่อยึดกับที่เชื่อมขึ้น



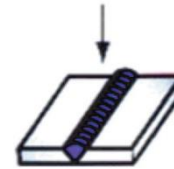
8.3

ตำแหน่งท่าเชื่อมตามมาตรฐานสากล ISO 6974 มาตรฐาน ISO 6974/1990

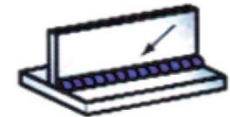
8.3.1 ตำแหน่งงานเชื่อมแผ่น (Welding Plates)

ท่าราบ
(Flat)

PA

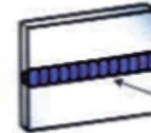


PA

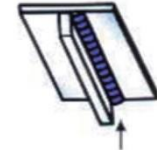


ท่าระดับ
(Horizontal)

PC



PB

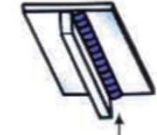


ท่าเหนือศีรษะ
(Over head)

PE

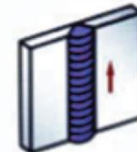


PD

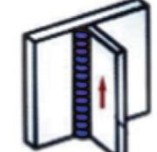


ท่าตั้งเชื่อมขึ้น
(Vertical Upwards)

PF



PF

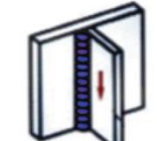


ท่าตั้งเชื่อมลง
(Vertical Downwards)

PG



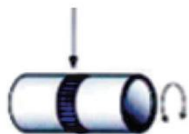
PG



8.3.2 ตำแหน่งงานเชื่อมท่อ (Welding Pipe)

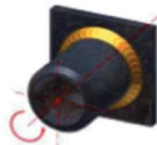
ทำราบ
(Flat)

PA



แกนท่ออยู่แนวนอน หมุนท่อเชื่อม
ในตำแหน่งทำราบ

PB



แกนท่ออยู่แนวนอน หมุน
ท่อเชื่อมในตำแหน่งระดับ
(Horizontal Vertical)

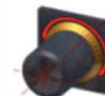
ทำตั้งเชื่อมลง
(Vertical
Downwards)

PG



แกนท่ออยู่แนวนอน ที่ยึดที่เชื่อม
ในตำแหน่งทำตั้งเชื่อมลง
(6 ถึง 12 นาฬิกา)

PG



แกนท่ออยู่แนวนอน ที่ยึดที่เชื่อม
ในตำแหน่งทำตั้งเชื่อมลง
(6 ถึง 12 นาฬิกา)

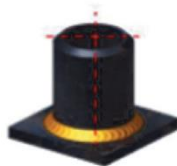
ทำระดับ
(Horizontal)

PC



แกนท่ออยู่แนวตั้ง ท่อยึดกับที่
เชื่อมในตำแหน่งทำระดับ

PB



แกนท่ออยู่แนวตั้ง ท่อยึดกับที่
เชื่อมในตำแหน่งทำระดับ
(Horizontal Vertical)

ทำเหนือศีรษะ
(Overhead)

PD



แกนท่ออยู่แนวนอน ที่ยึดที่เชื่อม
ในตำแหน่ง
ทำเหนือศีรษะ
(Horizontal Overhead)

ทำตั้งเชื่อมขึ้น
(Vertical Upwards)

PG



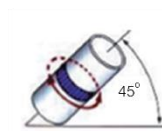
แกนท่ออยู่แนวนอน ท่อยึดกับที่
เชื่อมใน ตำแหน่งทำตั้งเชื่อมขึ้น
(6 ถึง 12 นาฬิกา)

PF



แกนท่ออยู่แนวนอน ท่อยึดกับที่
เชื่อมใน ตำแหน่งทำตั้งเชื่อมขึ้น
(6 ถึง 12 นาฬิกา)

ทำเชื่อมพิเศษ H-L045



H-L045

แกนท่อเอียงในตำแหน่ง 45 องศา
ท่อยึดกับที่เชื่อมขึ้นตำแหน่งทำตั้ง
เชื่อมขึ้น (6 ถึง 12 นาฬิกา)

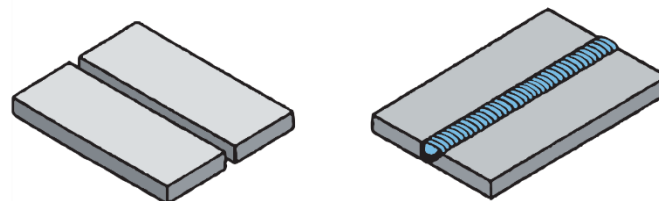
8.4

รอยต่อในงานเชื่อม

8.4.1 รอยต่อชน (Butt Joint)

รอยต่อชน คือ การนำชิ้นงาน 2 ชิ้น มาชนกัน

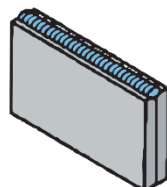
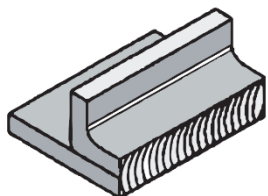
โดยให้ขอบของชิ้นงานทั้งสองอยู่ในระดับเดียวกัน ซึ่งการต่อชนมีอยู่หลายแบบขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงาน



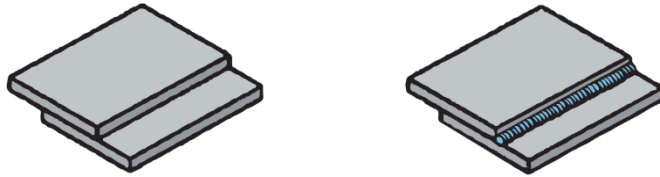
8.4.2 รอยต่อขอบ (Edge Joint)

รอยต่อขอบเป็นการนำขอบของชิ้นงานทั้ง 2 ชิ้น มาชนกัน ในลักษณะผิวของชิ้นงานทั้งสอง

มาวางทาบกัน เพื่อให้ขอบชิ้นงานทั้งสองชิดกัน และขนานกันตลอดแนว



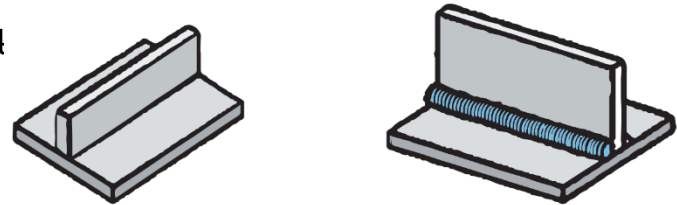
8.4.3 รอยต่อเกย (Lab Joint)



รอยต่อเกยเป็นการนำชิ้นงาน 2 ชิ้น มาซ้อนเกยกัน ซึ่งมีข้อดีคือ ไม่ต้องเสียเวลาในการเตรียมงานมาก การต่อเกยที่ดีนั้นควรให้ชิ้นงานทั้งสองชิ้นวางซ้อนกันแนบสนิทตลอดความยาว

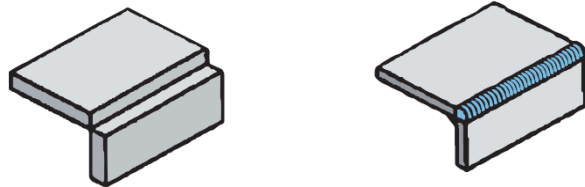
8.4.4 รอยต่อตัวที (T-Joint)

รอยต่อตัวทีเป็นการต่อโดยจะวางชิ้นงานตั้งฉากกันบนความกว้างของงานอีกแผ่นหนึ่งในลักษณะรูปตัว



ที (T) การต่อลักษณะนี้จะต้องมีการเติมลวดเชื่อม

8.4.5 รอยต่อมุม (Corner Joint)



รอยต่อมุมมีลักษณะการต่อคล้าย กับการเชื่อมรอยต่อ

แบบตัวที (T-Joint) แตกต่างกันที่การวางรอยต่อมุมนั้นต้องวางตั้งฉากกันบริเวณขอบของชิ้นงานทั้งสอง

8.5

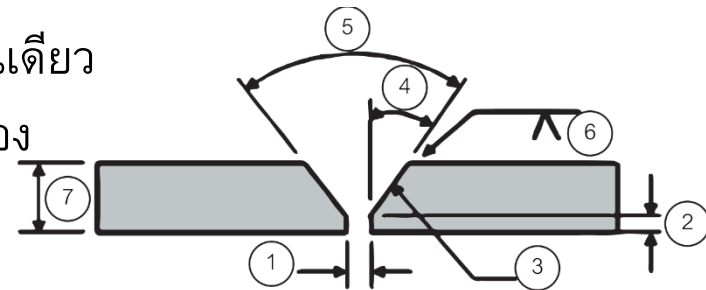
แนวเชื่อมบากร่องและการ ออกแบบรอยต่อบากร่องในงาน

เชื่อม

8.5.1 แนวเชื่อมบากร่อง

ในการเชื่อมแนวเชื่อมจะต้องมีความแข็งแรงเท่ากับหรือมากกว่าชิ้นงานที่นำมาเชื่อม นั่นคือแนวเชื่อมจะต้องมีการหลอมละลายตลอดความหนาของงาน

1. Root Opening คือ ระยะห่างระหว่างรอยต่อของชิ้นงานทั้ง 2 ชั้นที่ฐาน
2. Root Face คือ ผิวหน้าของรอยต่อชิ้นงานคู่ขนานส่วนตรงที่ Root
3. Groove Face คือ ผิวหน้าเอียงของรอยต่อชิ้นงาน
4. Bevel Angle คือ มุมบากร่องของชิ้นงานชิ้นเดียว
5. Groove Angle คือ มุมรวมของชิ้นงานทั้งสอง
6. Size of Weld คือ ขนาดของแนวเชื่อม
7. Plate Thickness คือ ความหนาของชิ้นงาน



8.5.2 การออกแบบรอยต่อบากร่องในงานเชื่อม (Groove Weld)

1. องค์ประกอบในการออกแบบรอยต่อบากร่องในงานเชื่อม

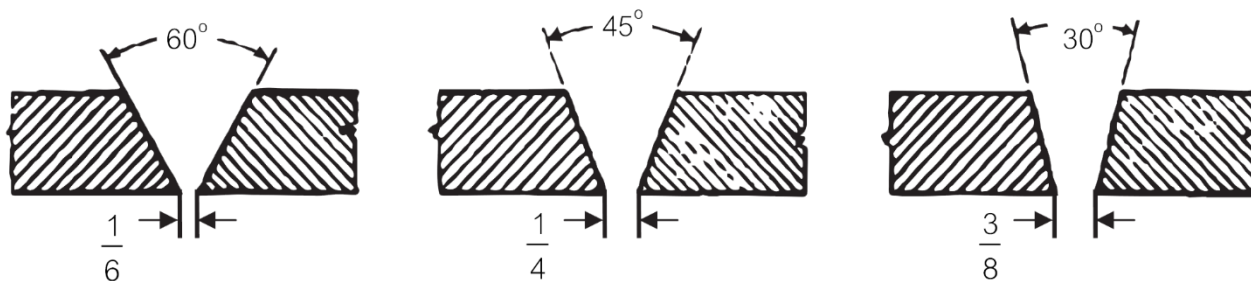
ถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- (1) ชนิดของรอยต่อ เช่น มุมบากรอยต่อ Root Opening และ Root Face
- (2) ตำแหน่งท่าเชื่อม
- (3) กระบวนการเชื่อม
- (4) ปริมาณกระแสไฟฟ้า
- (5) ชนิดของลวดเชื่อม
- (6) ระยะอาร์ก
- (7) ความเร็วในการเชื่อม
- (8) เทคนิคการเชื่อม และอื่น ๆ เป็นต้น



2. การออกแบบรอยต่อ바กร่องขึ้นงาน

การออกแบบรอยต่อขึ้นงานแบบต่าง ๆ นั้น จะมีวิธีการที่แตกต่างกันออกไป



3. การเตรียมรอยต่อ바กร่อง มีไว้ดังนี้

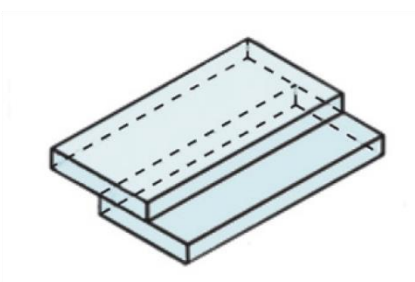
- (1) การต่อชนบากร่องขอบเสมอกัน
- (2) การต่อชนบากร่องตัววีด้านเดียว
- (3) การต่อชนบากร่องตัววีสองด้าน
- (4) การต่อชนบากร่องตัวยูด้านเดียว
- (5) การต่อชนบากร่องตัวยูสองด้าน
- (6) การต่อชนบากร่องตัวเจด้านเดียว
- (7) การต่อชนบากร่องตัวเจสองด้าน
- (8) การต่อชนบากร่องขอบโค้งวงกลมด้านเดียว



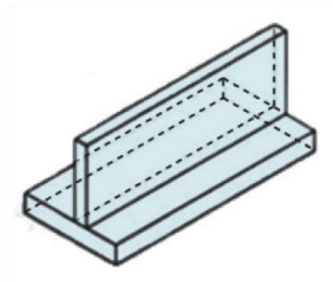
8.6

แนวเชื่อมฟิลเลตและการออกแบบ รอยต่อแนวเชื่อมฟิลเลต

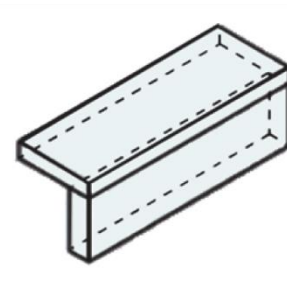
แนวเชื่อมต่อฉาก (Fillet Welds) คือ การนำชิ้นงานสองชิ้นมาวางต่อกัน ทำมุมฉาก 90 องศา โดยแนวเชื่อมที่มีรูปร่างลักษณะพื้นที่หน้าตัดของโลหะเต็ม หลังจากการเชื่อมมีรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยมมุมฉากเช่น รอยต่อเกย รอยต่อตัวที และรอยต่อมุม เป็นต้น



รอยต่อเกย



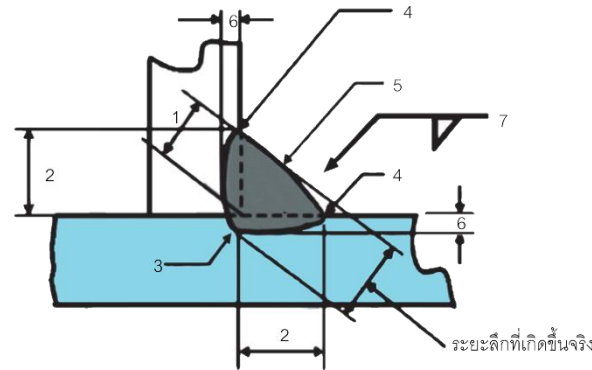
รอยต่อตัวที



รอยต่อมุม



8.6.1 องค์ประกอบของแนวเชื่อมตอฉาก มีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้



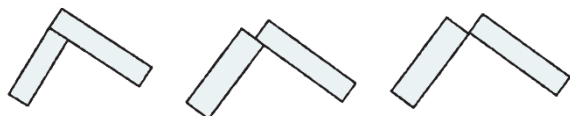
1. Throat of Fillet Weld คือ ระยะจากส่วนลึกสุดของแนวเชื่อมตรงกันมุมถึงผิวหน้าแนวเชื่อม
2. Leg of Fillet Weld คือ ระยะก้นมุมของแนวรอยต่อ จนถึงปลายสุดขอบแนวเชื่อม
3. Root of Weld คือ ระยะของแนวเชื่อมที่กินลึกสุดตรงกันมุม
4. Toe of Weld คือ จุดต่อระหว่างผิวแนวเชื่อมกับชิ้นงาน
5. Face of Weld คือ ผิวหน้าของแนวเชื่อม
6. Depth of Fusion คือ ระยะการละลายกินลึกลงไปเนื้อโลหะของชิ้นงาน
7. Size of Weld คือ สัญลักษณ์แสดงระยะก้นของรอยต่อชิ้นงานถึงปลายสุดของขอบแนวเชื่อม

8.6.2 การออกแบบรอยต่อแนวเชื่อมฟิลเลท มีดังนี้

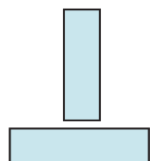
1. การต่อเกย (Lap Joint)



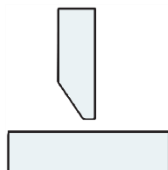
2. การต่อมุม



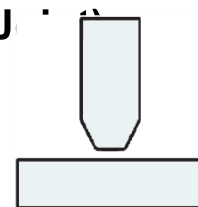
3. การต่อชนตัวที่ (T-Joint)



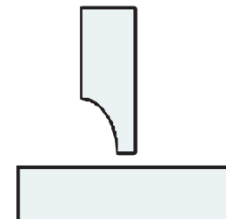
4. การต่อชนตัวที่แบบปากขอบแผ่นงานด้านเดียว (Single Bevel Tee Joint)



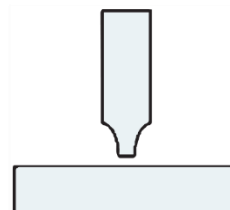
5. การต่อชนตัวที่แบบปากขอบแผ่นงานสองด้าน (Double Bevel Tee J



6. การต่อชนตัวที่แบบปากขอบแผ่นงานตัวเจด้านเดียว (Single J Tee Joint)



7. การต่อชนตัวที่แบบปากขอบแผ่นงานตัวเจสองด้าน (Double J Tee Joint)



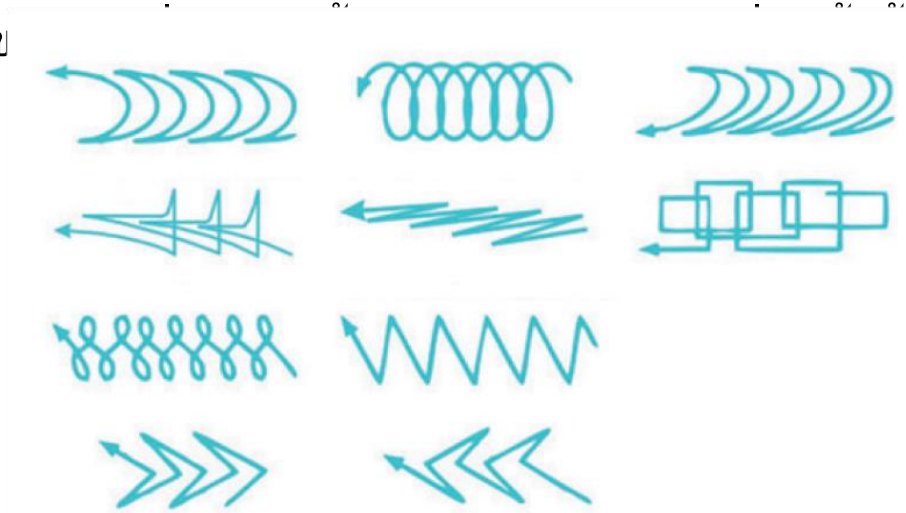
8.7

เทคนิคการส่ายลวดเชื่อมและ การต่อรอยเชื่อม

8.7.1 เทคนิคการส่ายลวดเชื่อม

การเชื่อมโลหะจะต้องให้รอยเชื่อมโตกว่าลวดเชื่อมซึ่งจะต้องส่ายลวดเชื่อมให้มีความกว้าง

๗

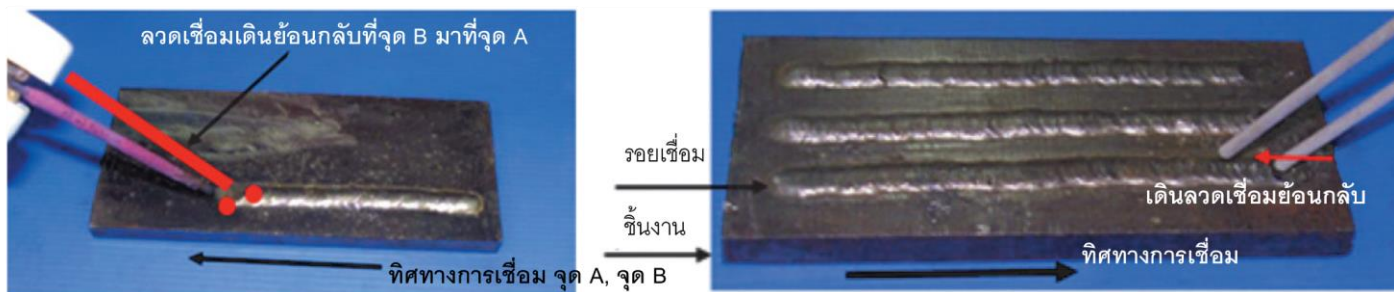


อยู่กับระยะการส่ายลวดเชื่อม



8.7.2 การต่อรอยเชื่อม

ลวดเชื่อมไฟฟ้าแบบหุ้มฟลักซ์เป็นลวดเชื่อมชนิดสิ้นเปลือง (Consumable Electrode) ในขณะที่เชื่อมลวดเชื่อมจะหลอมละลายเติมลงในรอยเชื่อมจนปลายลวดเชื่อมยาวห่างจากตัวจับลวดเชื่อมเหลือประมาณ 2 นิ้ว จึงเปลี่ยนลวดเชื่อมใหม่ ถ้าปล่อยให้สั้นกว่า 2 นิ้ว

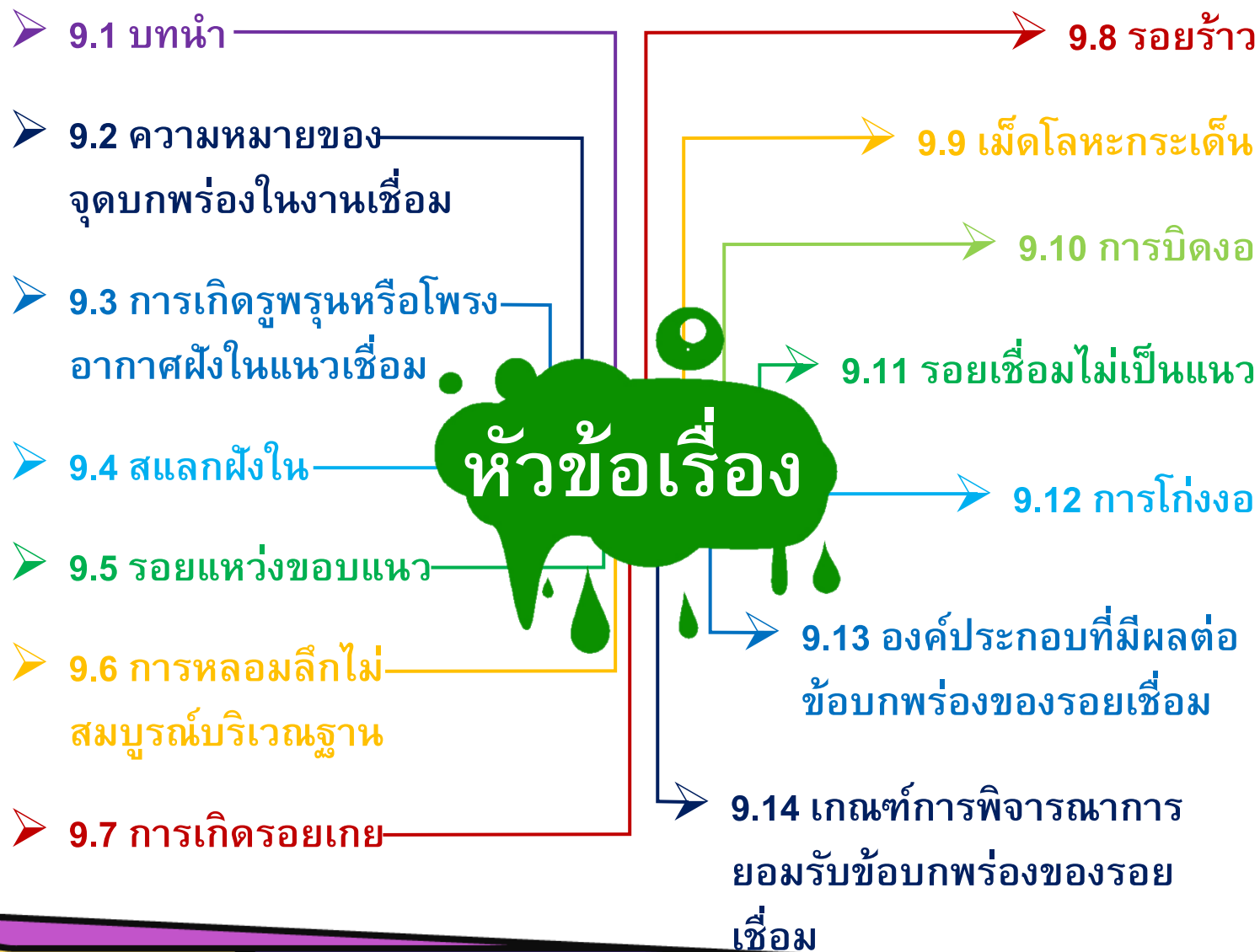


หน่วยที่ 9



จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า





9.1

เทคโนโลยีทางด้านการเชื่อมเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ

เช่น

จำแนกประเภทของสารก่อมลพิษตามคุณสมบัติทางไฟฟ้าและคุณสมบัติทางเคมีให้เป็นประโยชน์

ติดกัน โดยการเชื่อมประสานโหนดโหนดขึ้นหรือลงเชื่อมเข้าด้วยกัน



9.2

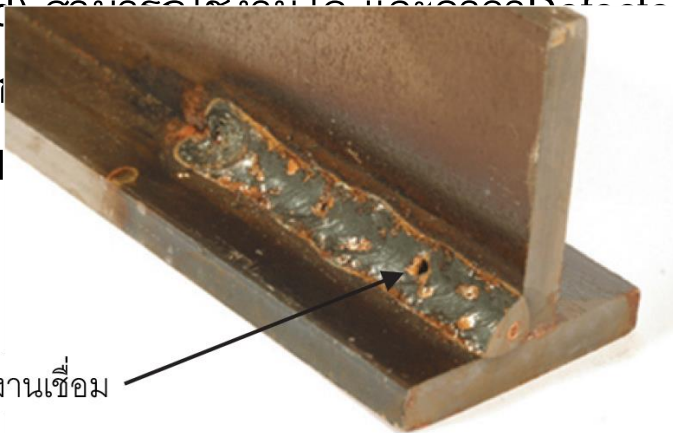
ความหมายของจุดบกพร่องในงานเชื่อม

ความหมายของจุดบกพร่อง มีศัพท์เทคนิค 2 คำ ที่ใช้เกี่ยวข้องกับความหมายของ

จุดบกพร่อง คือคำว่า Discontinuities หมายถึง จุดบกพร่องที่มีขนาดการยอมรับ

(Accepted) หมายถึง จุดบกพร่องที่สามารถใช้งานได้ หมายถึง จุดบกพร่องที่เกินมาตรฐาน

(Rejected)



ตำหนิในงานเชื่อม



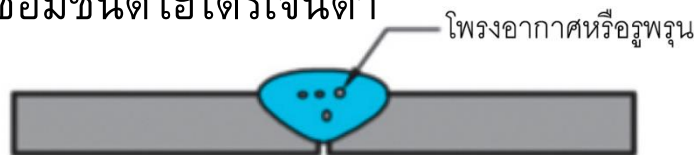
9.3

การเกิดรูพรุนหรือโพรงอากาศฝังในแนวเชื่อม

การเกิดรูพรุนหรือโพรงอากาศฝังในแนวเชื่อม (Porosity) มีลักษณะเป็นวงกลมหรือยาวรี

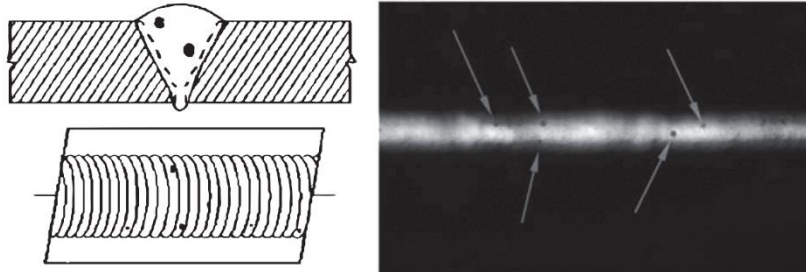
9.3.1 แนวทางการแก้ไข มีดังนี้

1. ทำความสะอาดรอยเชื่อมให้สะอาดก่อนทำการเชื่อม
2. เลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับวัสดุชิ้นงานและอบลวดเชื่อมให้แห้งตามกำหนดเพื่อขจัดความชื้นออกให้หมด
3. ลดกระแสไฟเชื่อมให้ต่ำลงเล็กน้อย
4. ใช้เทคนิคการส่ายลวดเชื่อมให้แคบลงหรือเดินลวดเชื่อมให้ช้าลงเล็กน้อย
5. อุณหภูมิชิ้นงานก่อนการเชื่อมและใช้ลวดเชื่อมชนิดไฮโดรเจนต่ำ

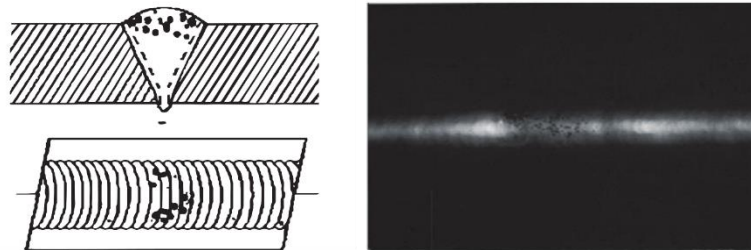


9.3.2 ประเภทของฟองอากาศ

1. ฟองอากาศแบบกระจายตัว (Uniformly Scattered Porosity)



2. ฟองอากาศแบบรวมกลุ่ม (Cluster Porosity)



3. ฟองอากาศตามแนวยาว (Linear Porosity)

4. ฟองอากาศเป็นโพรง (Piping Porosity)

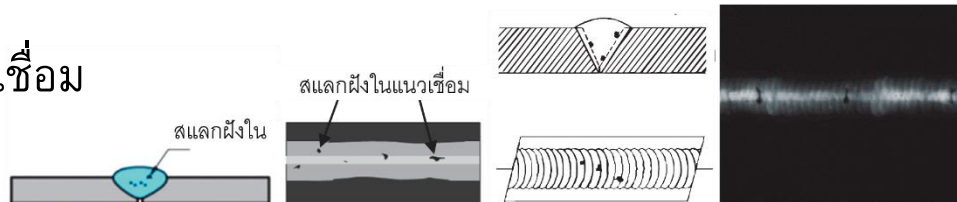


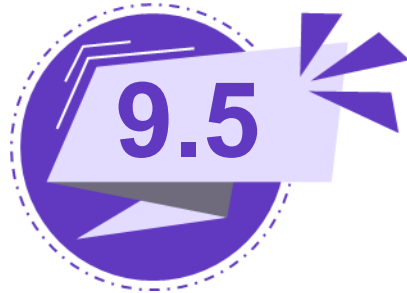
9.4

สแลกฝังใน

สแลกฝังในหรือสารมลทินฝังใน (Slag Inclusion) เป็นของแข็งที่ไม่ใช่โลหะฝังตัวอยู่ในแนวเชื่อม **สาเหตุ** อาจเกิดจากการออกแบบร่องบากแคบเกินไป ทำให้น้ำโลหะเต็มไม่สะดวก เกิดการหมุนของน้ำโลหะทำให้สแลกที่กำลังละลายลอยตัวขึ้นเหนือแนวเชื่อมได้ยาก เป็น **แนวทางในการแก้ไข** มีดังนี้

1. เพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ลวดเชื่อม เพื่อไม่ให้สแลกไหลลงไปรวมที่ส่วนล่างของแนวเชื่อมขณะที่กำลังหลอมเหลว
2. เอียงลวดเชื่อมไปในทิศทางที่จะเชื่อม
3. ใช้ลวดเชื่อมที่มีขนาดเล็กลง
4. ปรับกระแสไฟเชื่อมให้เหมาะสม
5. ใช้ระยะอาร์กสั้นลงเพื่อให้สแลกลอยตัวได้ดีขึ้น
6. ทำความสะอาดแนวเชื่อมให้สะอาดก่อนเชื่อมต่อแนวหรือเชื่อมทับแนว





9.5

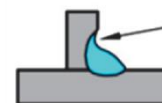
รอยแห่วงขอบแนว

รอยแห่วงขอบแนว (Undercut) ส่วนใหญ่เกิดบริเวณรอยต่อระหว่างแนวเชื่อมกับโลหะชิ้นงาน งานด้านหน้าและด้านรากแนวเชื่อม

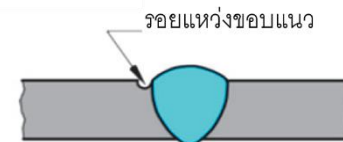
สาเหตุ อาจเกิดจากการใช้กระแสไฟเชื่อมสูงเกินไป มุมเอียงลวดเชื่อมมากเกินไป ระยะอาร์กห่างไปหรือเปลวอาร์กห่างไป และใช้เทคนิคการเชื่อมที่ไม่ถูกต้อง

แนวทางในการแก้ไข มีดังนี้

1. ปรับกระแสไฟเชื่อมให้ต่ำลงหรือในช่วงที่เหมาะสม
2. ปรับระยะอาร์กให้สั้นลง ประมาณเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อม
3. ควบคุมมุมลวดขณะเดินลวดเชื่อมให้ถูกต้องและเหมาะสมกับการเชื่อมนั้น ๆ
4. เคลื่อนที่ลวดเชื่อมให้ช้าลงเล็กน้อยและสัมพันธ์กับการส่ายลวดเชื่อม
5. ควบคุมความเร็วในการเชื่อมให้สม่ำเสมอ



รอยแห่วงขอบแนว



รอยแห่วงขอบแนว

9.6

การหลอมเหล็กไม่สมบูรณ์บริเวณฐาน

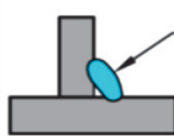
การหลอมเหล็กไม่สมบูรณ์บริเวณฐาน (Incomplete Root Penetration) เป็นลักษณะของ

การที่โลหะเชื่อมไม่หลอมลึกลงไปถึงฐาน หรือรากของรอยต่อโลหะชิ้นงาน หรือเป็นลักษณะของการเชื่อมที่ไม่สมบูรณ์ในกรณีที่มีการเชื่อมไปเพียงทิศทางเดียวหรือเชื่อมรอยต่อไม่เหมาะสม

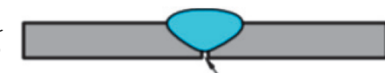
ทำให้เกิดออกไซด์ในเนื้อชิ้นงานปิดกั้นกระบวนการหลอมเหลวของน้ำโลหะ

แนวทางในการแก้ไข มีดังนี้

1. เพิ่มกระแสไฟเชื่อมให้สูงขึ้น
2. ใช้ระยะอาร์กสั้นลง
3. ส่ายลวดเชื่อมแบบสามเหลี่ยม
4. ปรับมุมเดินลวดเชื่อมให้เหมาะสม
5. เลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับชิ้นงาน



การหลอมเหล็กไม่สมบูรณ์บริเวณฐาน



การหลอมเหล็กไม่สมบูรณ์บริเวณฐาน



9.7

การเกิดรอยเกย

การเกิดรอยเกย (Overlap) คือ เนื้อโลหะเชื่อมที่ยื่นเลยออกไปกองอยู่บนขอบของแนวเชื่อม

เป็นความบกพร่องที่ขอบหรือรากแนวเชื่อม

สาเหตุ อาจเกิดจากการเลือกใช้ลวดเชื่อมไม่เหมาะสม หรือเกิดจากออกไซด์ที่อยู่บริเวณผิวหน้าของชิ้นงานเป็นตัวกั้นการหลอมเหลวของเนื้อชิ้นงาน การปรับกระแสไฟต่ำเกินไป และมุมของลวดเชื่อมไม่ถูกต้องเป็นต้น

แนวทางในการแก้ไข มีดังนี้

1. เพิ่มกระแสไฟให้สูงขึ้นโดยให้สัมพันธ์กับขนาดของลวดเชื่อมด้วย
2. ใช้มุมลวดเชื่อมให้ถูกต้องตามลักษณะของท่าเชื่อม
3. เคลื่อนที่ลวดเชื่อมให้ช้า





9.8

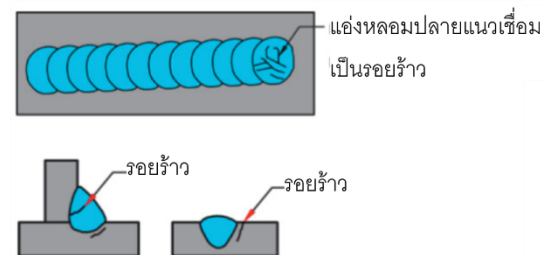
รอยร้าว

รอยร้าว (Crack) คือ รอยร้าวที่เกิดขึ้นในแนวเชื่อมและโลหะชิ้นงานอาจเป็นรอยร้าวตามยาว

สาเหตุ รอยร้าวมีสาเหตุหลายประการ เช่น เกิดความตึงภายในเนื้อโลหะ ลวดเชื่อมมีความชื้น โลหะชิ้นงานเป็นโลหะที่มีส่วนผสมของโลหะเจือมาก

แนวทางในการแก้ไข มีดังนี้

1. อบลดเชื่อมก่อนทำการเชื่อมตามกำหนด
2. อุณหภูมิงานก่อนเชื่อมและใช้ลวดเชื่อมชนิดไฮโดรเจนต่ำ
3. จัดลำดับขั้นตอนการเชื่อมให้เหมาะสม
4. อย่าเชื่อมให้แอ่งหลอมปลายแนวเชื่อมมีขนาดใหญ่เกินไป
5. ทำความสะอาดแนวเชื่อมให้ปราศจากสิ่งสกปรกก่อนเชื่อมต่อแนว
6. เทคนิคการเชื่อมโดยเติมลวดเชื่อมให้เต็มแอ่งหลอมปลายแนวเชื่อม
7. การเคลื่อนที่ลวดเชื่อมให้สัมพันธ์กับการส่ายลวดเชื่อม



ประเภทของรอยแตกร้าวในแนวเชื่อม

การแตกร้าวของงานเชื่อม ส่วนมากจะเกิดขึ้นได้ที่บริเวณแนวเชื่อมและบริเวณส่วนที่
ได้รับ

ผลของพลาสมาที่ตกกระทบบนชิ้นงาน (Transverse Cracks)

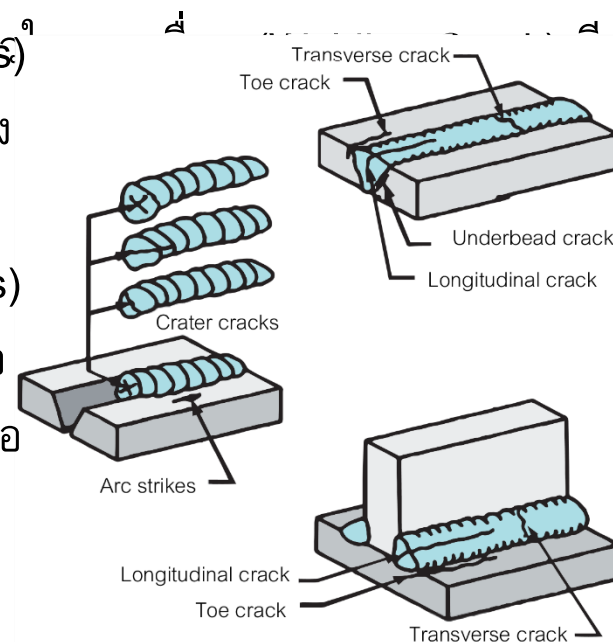
ซึ่งเป็นรอยร้าวที่มีส่วนลักษณะตั้งฉากกับแนวแกนของ
แนวเชื่อม และอาจกินเข้าไปถึงโลหะชิ้นงาน

2. รอยแตกร้าวตามแนวยาว (Longitudinal Cracks)

มักเกิดขึ้นในบริเวณตรงกลางของแนวเชื่อม ซึ่งอาจ
เกิดต่อเนื่องจากการร้าวบริเวณปลายแนวเชื่อม หรือ
จากรอยร้าวของแนวเชื่อมแนวแรก

3. รอยแตกร้าวที่ปลายแนวเชื่อม (Crater Cracks)

เป็นรอยร้าวที่เกิดขึ้นบริเวณปลายสุดของแนวเชื่อม



9.9

เม็ดโลหะกระเด็น

สะเก็ดน้ำโลหะ (Spatter) เป็นลักษณะของหยดโลหะที่กระเด็นออกมาระหว่างการเชื่อม มีรูปร่างคล้ายกับเม็ดทรายกระจัดกระจายอยู่บริเวณแนวเชื่อมหรือผิวชิ้นงาน

สาเหตุ มาจากใช้กระแสไฟเชื่อมสูงเกินไป ระยะอาร์กยาวเกินไป ใช้ลวดเชื่อมผิดประเภท และใช้ขั้วไฟเชื่อมไม่ถูกต้องในกรณีเครื่องเชื่อมกระแสตรง เป็นต้น

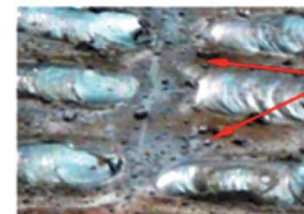
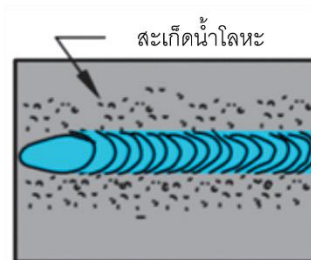
แนวทางในการแก้ไข มีดังนี้

1. ลดกระแสไฟเชื่อมให้ต่ำลง
2. อบลดเชื่อมก่อนใช้งาน
3. ปรับระยะอาร์กให้เหมาะสม

คือประมาณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อม

4. ปรับตั้งขั้วไฟเชื่อมให้ถูกต้อง

5. เลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับวัสดุชิ้นงาน





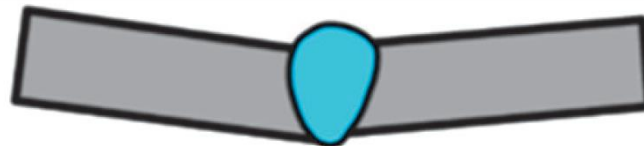
การบิดงอ

การบิดงอ (Distortion) เป็นข้อบกพร่องหลังการเชื่อมเสร็จ และชิ้นงานเย็นตัวลงมาที่อุณหภูมิห้องแล้วทำให้ชิ้นงานเกิดการบิดงอ

สาเหตุ เกิดจากชิ้นงานได้รับความร้อนเฉพาะจุดมากเกินไป การเตรียมรอยต่อไม่ถูกต้อง ใช้เทคนิคการเชื่อมไม่เหมาะสมและปรับกระแสไฟสูงเกินไป

แนวทางในการแก้ไข มีดังนี้

1. ใช้อุปกรณ์ช่วยยึดชิ้นงานหรือเชื่อมยึดไว้ก่อน
2. เชื่อมแนวสั้น ๆ และปล่อยให้เย็นก่อนจึงเชื่อมแนวต่อไป
3. เตรียมเผื่อระยะให้งานหดหรือขยายตัวก่อนทำการเชื่อม
4. กระจายรอยเชื่อมให้ทั่วทั้งชิ้นงาน
5. กำจัดความเครียดในเนื้องานก่อนการเชื่อม





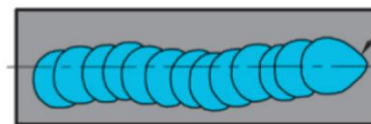
รอยเชื่อมไม่เป็นแนว

รอยเชื่อมไม่เป็นแนว (Poor Appearance) เป็นข้อบกพร่องที่ไม่สามารถควบคุมให้เป็น

แนวเชื่อมทั่วไปได้

สาเหตุ มาจากใช้กระแสไฟเชื่อมสูงหรือต่ำเกินไปทำให้แนวเชื่อมนูนหรือเว้า การเคลื่อน

ลวดเชื่อมเร็วและช้า ไม่สัมพันธ์กับการส่ำ



รอยเชื่อมไม่เป็นแนว

ร้อน

สะสม

ในชิ้นงานมากเกินไป

แนวทางในการแก้ไข มีดังนี้

1. ปรับกระแสไฟเชื่อมให้เหมาะกับขนาดของลวดเชื่อม

2. เลือกชนิดของลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับชิ้นงาน

3. ไม่ควรเชื่อมต่อกันเป็นแนวยาว แต่ควรหยุดเชื่อมเป็นช่วง ๆ

4. ขณะเคลื่อนลวดเชื่อมควรระวังระยะอาร์คให้คงที่และส่ำลวดให้สม่ำเสมอ



การโก่งงอ

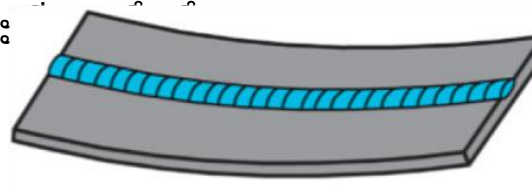
การโก่งงอ (Warping) เป็นข้อบกพร่องที่ชิ้นงานหลังจากการเชื่อมตามแนวยาว ซึ่งเป็น

ผลมาจากแรงหดตัวของ รอยเชื่อมกับแรงต้านภายในเนื้อโลหะงาน

สาเหตุ มาจากการหดตัวของรอยเชื่อม ความร้อนสะสมที่จุดใดจุดหนึ่งมากเกินไป การเตรียมรอยต่อไม่ดี การยึดชิ้นงานไม่ถูกต้อง และใช้เทคนิคการเชื่อมไม่เหมาะสม เป็นต้น

แนวทางในการแก้ไข มีดังนี้

1. เลือกใช้ลวดเชื่อมที่มีขนาดเล็กลงและ
2. ใช้เทคนิคการเชื่อมที่เร็วขึ้น
3. ลดระยะเว้นช่องหน้าฐานลง
4. หาวิธีการจับยึดชิ้นงานให้ถูกต้อง
5. ใช้กรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมมาช่วย ได้แก่ การอบคืนตัว การทำให้ชิ้นงานเย็นตัวลงอย่างช้า ๆ และการเคาะคืนตัว เป็นต้น





9.13 องค์ประกอบที่มีผลต่อ ข้อบกพร่องของรอยเชื่อม

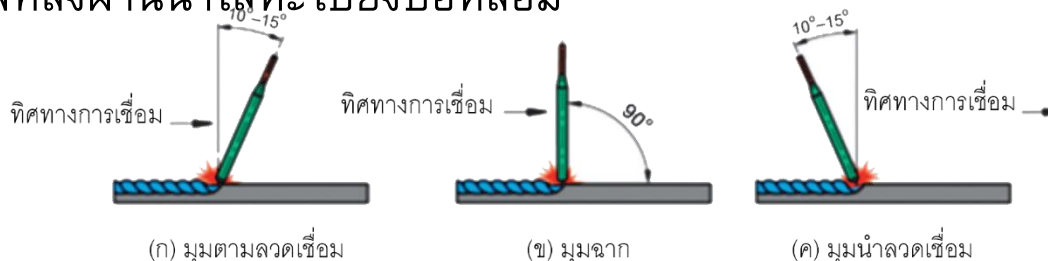
การปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าผู้ปฏิบัติงานต้องรู้เทคนิควิธีการฝึกเชื่อมขั้นแรกก่อน การเชื่อม

ไฟฟ้าจะได้รับการเชื่อมที่ดีมีคุณภาพต้องมีองค์ประกอบสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

9.13.1 การเลือกวัสดุเชื่อมให้เหมาะสมกับงาน (Correct Electrode)
ลวดเชื่อมเป็นวัสดุที่ใช้เป็นโลหะเติมโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดการยึดเข้ากับรอยต่อ
ของโลหะชิ้นงานโดยผ่านกระบวนการให้ความร้อนเพื่อหลอมละลายลวดเชื่อมกับชิ้นงาน

9.13.2 มุมลวดเชื่อม (Electrode Angle)

ในขณะที่เชื่อม ทิศทางเชื่อมและมุมที่ลวดเชื่อมกระทำต่อชิ้นงานจะมีต่อผลการไหลของ
กระแสไฟที่ส่งผ่านน้ำโลหะไปยังบ่อหลอม



9.13.3 กระแสไฟฟ้าเชื่อม (Welding Ampere)

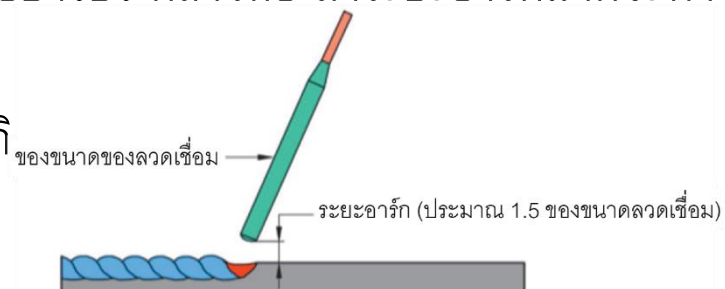
กระแสไฟฟ้าเชื่อม (Welding Ampere) การใช้กระแสไฟฟ้าเชื่อม ขึ้นอยู่กับชนิดของลวดเชื่อมที่ใช่ว่ากำหนดให้ใช้กระแสไฟฟ้าชนิดใด

9.13.4 ระยะอาร์ก (Arc Length)

ระยะอาร์กในการเชื่อม คือ ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับปลายลวดเชื่อม ระยะอาร์กมีผล

ต่อการเชื่อมและคุณภาพของแนวเชื่อมเป็นอย่างยิ่ง กล่าวคือ ถ้าระยะอาร์กมากจะทำให้

เกิดความร้อนกระจายที่ชิ้นงานมาก ทำให้เกิด (Spatter) แนวเชื่อมพอกเกย (Overlap)



9.13.5 ความเร็วในการเชื่อม (Travel Speed)

ในขณะที่ปฏิบัติงานเชื่อม ช่างเชื่อมจะต้องควบคุมความเร็วของการเชื่อมให้เหมาะสมกับ

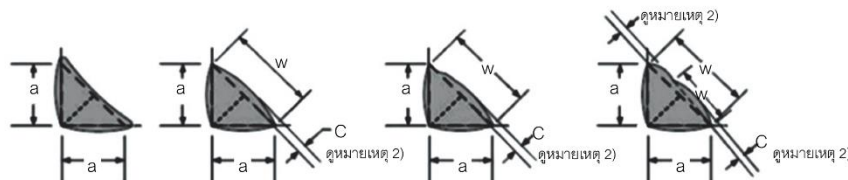
ระยะอาร์กและกระแสไฟฟ้าที่ใช้ เพื่อให้ได้แนวเชื่อมที่มีคุณภาพและไม่มีข้อบกพร่อง

9.14

เกณฑ์การพิจารณาการยอมรับ ข้อบกพร่องของรอยเชื่อม

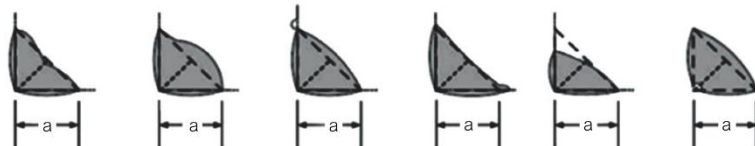
การพิจารณาขนาดและรูปร่างของพื้นผิวรอยเชื่อมที่มีลักษณะผิดปกติ จะทำให้รู้ถึง
คุณภาพ

ของรอยเชื่อม การซึมลึกที่ไม่สมบูรณ์ในการเชื่อมต่อด้านเดียว การรองรับลักษณะการ
หลอมละลายลึกในรอยเชื่อมจะมีความสำคัญทั้งบนพื้นผิวและภายในรอยเชื่อม ในงาน



ก. รูปร่างของรอยเชื่อมมุม (Filler Weld) ที่ต้องการ

ข. รูปร่างของรอยเชื่อมมุมที่ยอมรับได้



รอยเชื่อมไม่ได้ขนาด (Undersize Weld) ความนูนมากเกินไป (Excessive Convexity) รอยกัดแหว่งมากเกินไป (Excessive Undercut) รอยเกย (Overlap) รอยเชื่อมไม่ได้ขนาด หลอมละลายไม่สมบูรณ์ (Undersize Weld) (Incomplete Fusion)

รูปที่ 9.22 แสดงเกณฑ์การพิจารณาการยอมรับ ข้อบกพร่องของรอยเชื่อม

