บทเรียนที่ 4

การเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

(GAS TUNGSTEN ARC WELDING)

(Welding Process)

กระบวนการเชื่อม

สาระสำคัญ

การเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม หรือเรียกว่า การเชื่อมทิก (Tungsten Inert Gas: TIG)
เรียกตามมาตรฐาน EN และ Gas Tungsten Arc Welding
โดยใช้คำย่อว่า GTAW ตามมาตรฐาน AWS เป็นกรรมวิธีการเชื่อมโลหะ
โดยชิ้นงานหลอมละลายด้วยความร้อนจากการอาร์กระหว่างแท่งทังสเตนกับโลหะชิ้นงาน
โดยมีแก๊สเฉื่อยผสมปกคลุมรอยเชื่อมขณะเกิดการอาร์ก
รอยเชื่อมอาจจะมีการเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมก็ได้
การเชื่อมทิก เป็นการเชื่อมที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง
โดยมีการพัฒนาเครื่องเชื่อมและวิธีการเชื่อมใหม่ ๆ ขึ้นมา
สามารถเชื่อมต่อโลหะ ได้เกือบทุกชนิด

กรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

1.

การเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (Gas Tungsten Arc Welding - GTAW)
เป็นกระบวนการเชื่อมที่ใช้ความร้อนสูงจากการอาร์กระหว่างแท่งอิเล็กโทรดทังสเตน (ซึ่งไม่หลอมละลาย) และชิ้นงานโลหะ โดยมีแก๊สเฉื่อยหรือแก๊สเฉื่อยผสมปกคลุมบริเวณบ่อหลอมละลายและรอยเชื่อม เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากบรรยากาศภายนอก แท่งอิเล็กโทรดทังสเตนทำหน้าที่เพียงสร้างอาร์กเท่านั้น ส่วนการเติมโลหะสำหรับรอยเชื่อมนั้นอาจใช้ลวดเชื่อมเติมหรือไม่เติมก็ได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่ทำ

2.

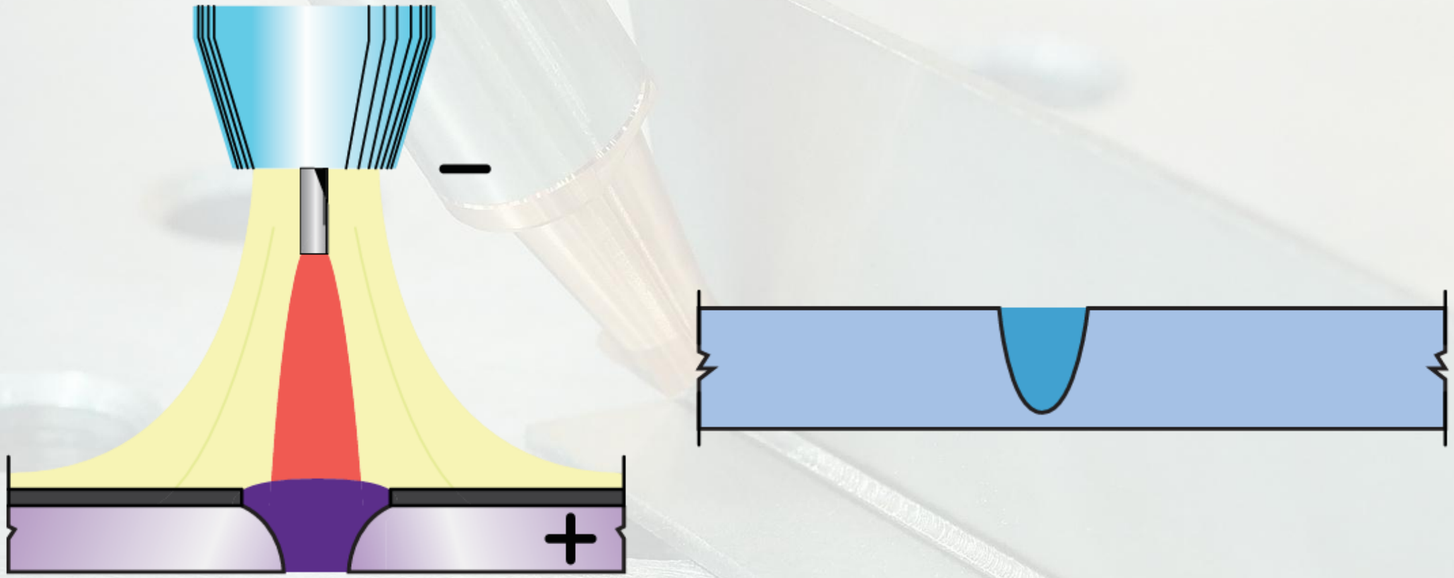
ข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

1. รอยเชื่อมสะอาดไม่มีสแลกเพราะไม่ต้องใช้ฟลักซ์
2. สามารถเชื่อมได้ทุกตำาแหน่งท่าเชื่อม
3. ไม่มีเม็ดโลหะ (Spatter) เพราะการเชื่อมทิกไม่มีการส่งถ่ายนำ้าโลหะลวดเชื่อมข้ามผ่านการอาร์ก สู่บ่อหลอมละลาย จึงไม่มีเม็ดโลหะกระเด็นติดบริเวณขอบรอยเชื่อม
4. การบิดงอของชิ้นงานมีน้อย
5. รอยเชื่อมมีคุณภาพสูง ทนต่อการสึกกร่อนได้ดีกว่าการเชื่อมด้วยวิธีอื่น
6. ในขณะเชื่อมสามารถมองเห็นการอาร์กและบ่อหลอมละลายได้ชัดเจน
7. การเชื่อมแนวแรก (Root Pass) ให้การซึมลึกที่ดีตลอดแนว
8. สามารถเชื่อมโลหะได้เกือบทุกชนิด

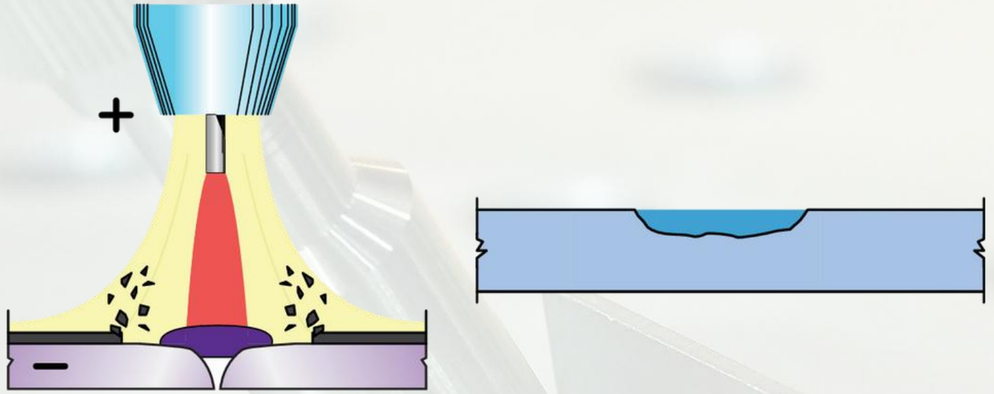
3. การเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม

กระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม มี 3 ประเภท ดังนี้

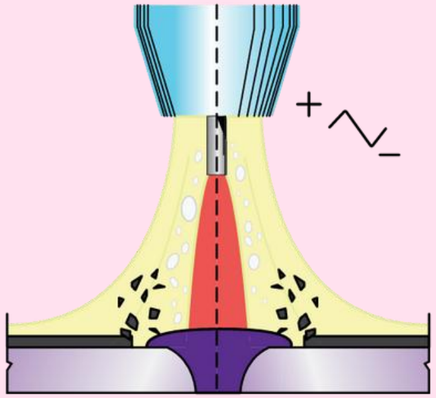
3.1 กระแสตรงขั้วลบ (DCEN) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ (DIRECT CURRENT ELECTRODE NEGATIVE)

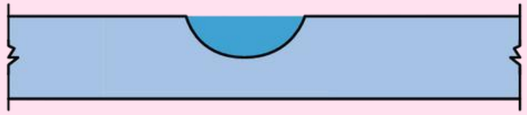


3.2 กระแสตรงขั้วลบ (DCEN) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ (DIRECT CURRENT ELECTRODE NEGATIVE)



3.3 กระแสตรงขั้วลบ (DCEN) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ (DIRECT CURRENT ELECTRODE NEGATIVE)





ข้อดีและข้อเสียของการใช้กระแสทั้ง 3 ชนิด

DCEN	DCEP	ACHF
ขจัดออกไซด์บนผิวงานขณะอาร์ก	ไม่ขจัดออกไซด์	ขจัดออกไซด์บนผิวงานขณะอาร์ก
ความร้อนจะเกิดที่อิเล็กโทรด 30%	ความร้อนจะเกิดที่อิเล็กโทรด 70%	ความร้อนจะเกิดที่อิเล็กโทรด 50%
ความร้อนจะเกิดที่ชิ้นงาน 70%	ความร้อนจะเกิดที่ชิ้นงาน 30%	ความร้อนจะเกิดที่ชิ้นงาน 50%
ซึมลึกมาก	ซึมลึกน้อย	ซึมลึกมาก
รอยเชื่อมแคบ	รอยเชื่อมกว้าง	รอยเชื่อมปานกลาง

4. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

4.1 เครื่องเชื่อม (POWER SOURCE)

การเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (TIG Welding) จำเป็นต้องใช้เครื่องเชื่อมที่ออกแบบมาเป็นพิเศษ ซึ่งสามารถให้ได้ทั้งกระแสไฟฟ้าตรง (DC) และกระแสไฟฟ้าสลับ (AC) โดยทั่วไปเครื่องเชื่อมเหล่านี้อาจเป็นแบบ ทรานส์ฟอร์เมอร์–เรกติไฟเออร์ (Transformer–Rectifier), แบบ เจเนอเรเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ หรือแม้แต่เครื่องเชื่อมแบบ อินเวอร์เตอร์ ที่มีความสะดวกและฟังก์ชันการใช้งานที่หลากหลายมากขึ้น

4.2 แก๊สปกคลุม (SHIELDING GAS)

แก๊สปกคลุมในการเชื่อม เช่น การเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม
มีบทบาทสำคัญในการป้องกันรอยเชื่อมและบ่อหลอมเหลวจากการทำปฏิกิริยากับอากาศภายนอก
ในการเชื่อมแก๊สออกซิ-อะเซทิลีน แก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ของอะเซทิลีนและออกซิเจน
เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และไอน้ำ จะทำหน้าที่ปกคลุมรอยเชื่อมที่กำลังหลอมเหลว
ในทำนองเดียวกัน การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ รอยเชื่อมและบริเวณอาร์กจะถูกปกคลุม
ด้วยแก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ของฟลักซ์ ซึ่งนอกจากจะป้องกันการทำปฏิกิริยาแล้ว
ยังช่วยรักษาความสม่ำเสมอของการอาร์กอีกด้วย

4.2.1 แก๊สอาร์กอน

แก๊สอาร์กอน สัญลักษณ์ทางเคมี Ar เป็นแก๊สที่นิยมใช้กันมากเพราะเปลวอาร์กที่เกิดแคบและต่ำ
แต่มีความเข้มสูง ทำให้ชิ้นงานได้รับความร้อนสูง ดังนั้น รอยเชื่อมจะมีการซึมลึกสูงแต่รอยแคบ

4.2.2 แก๊สฮีเลียม

แก๊สฮีเลียม สัญลักษณ์ทางเคมี He เหมาะสำหรับการเชื่อม
ที่ต้องการซึมลึกสูง และต้องการเชื่อม
ด้วยความเร็ว เหมาะสำหรับการเชื่อมเหล็ก สเตนเลส

4.2.3 แก๊สอาร์กอนผสมฮีเลียม

การผสมแก๊สอาร์กอนกับฮีเลียมในอัตราส่วนที่เหมาะสม เช่น ฮีเลียม 80% ผสมอาร์กอน 20%
หรือ ฮีเลียม 75% ผสมอาร์กอน 25% ช่วยให้การอาร์กเกิดความร้อนเพิ่มขึ้น มีความสม่ำเสมอ
และรอยเชื่อมมีการซึมลึกที่ดี ซึ่งเหมาะอย่างยิ่งสำหรับการเชื่อมอัตโนมัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง
ในการเชื่อมงานหนาหรืองานที่ต้องการความเร็วสูง การใช้แก๊สผสมในอัตราส่วน ฮีเลียม 2 ส่วน
ต่ออาร์กอน 1 ส่วน จะช่วยลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงระยะอาร์กและการเกิดรูพรุนในรอยเชื่อมได้

4.2.4 แก๊สอาร์กอนผสมแก๊สไฮโดรเจน

แก๊สผสมระหว่างอาร์กอนกับไฮโดรเจน (1-15%) มีประสิทธิภาพสูงในการเชื่อมเหล็กสเตนเลส แต่ไม่เหมาะสำหรับเหล็กกล้าคาร์บอนหรือเหล็กกล้าคาร์บอนผสมต่ำ และอาจทำให้เกิดปัญหารูพรุนในโลหะบางชนิด หากใช้แก๊สอาร์กอนผสมไฮโดรเจน 2% โดยไม่มีแก๊สอื่นผสม จะช่วยลดปัญหารูพรุนได้

4.2.5 แก๊สไนโตรเจน

แก๊สไนโตรเจน (N) เป็นแก๊สที่สามารถนำมาใช้ในการเชื่อมได้ แม้ว่าจะไม่ค่อยนิยมใช้เดี่ยว ๆ เนื่องจากต้องใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงเพื่อให้ได้กระแสเชื่อมที่เพียงพอ การใช้ไนโตรเจนบริสุทธิ์มักนิยมนำมาผสมเพื่อเชื่อมทองแดง เพราะช่วยป้องกันการรวมตัวของอากาศกับทองแดงระหว่างการเชื่อม แรงเคลื่อนจากการอาร์กด้วยไนโตรเจนจะให้กระแสไฟเชื่อมที่สูงกว่าการใช้แก๊สอาร์กอนและฮีเลียมผสมกัน แต่อาจทำให้อิเล็กโทรดทังสเตนสกปรกง่าย หน้าที่หลักของแก๊สปกคลุมในการเชื่อม คือ ต้องไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะชิ้นงาน และต้องช่วยให้กระบวนการอาร์กมีความสม่ำเสมอ

4.2.6 อุปกรณ์ควบคุมความดันการไหลของแก๊สปกคลุม (Regulator & Flowmeter)

แก๊สที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม จะถูกบรรจุไว้ในท่อบรรจุด้วยความดันสูง ซึ่งในการนำไปใช้งานจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมความดันการไหลของแก๊ส ซึ่งอุปกรณ์ควบคุมความดันการไหล ของแก๊สแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ อุปกรณ์วัดความดันของแก๊สภายในท่อ และอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของแก๊ส

อุปกรณ์สำหรับวัดและควบคุมแรงดันแก๊สในท่อมีลักษณะคล้ายกัน โดยอุปกรณ์วัดแรงดันจะแสดงค่าเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm^2) หรือ บาร์ (bar) ส่วนอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของแก๊สมีหน้าที่ควบคุมการไหล และแสดงผลเป็น CFH (ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง) หรือ lpm (ลิตรต่อนาที)

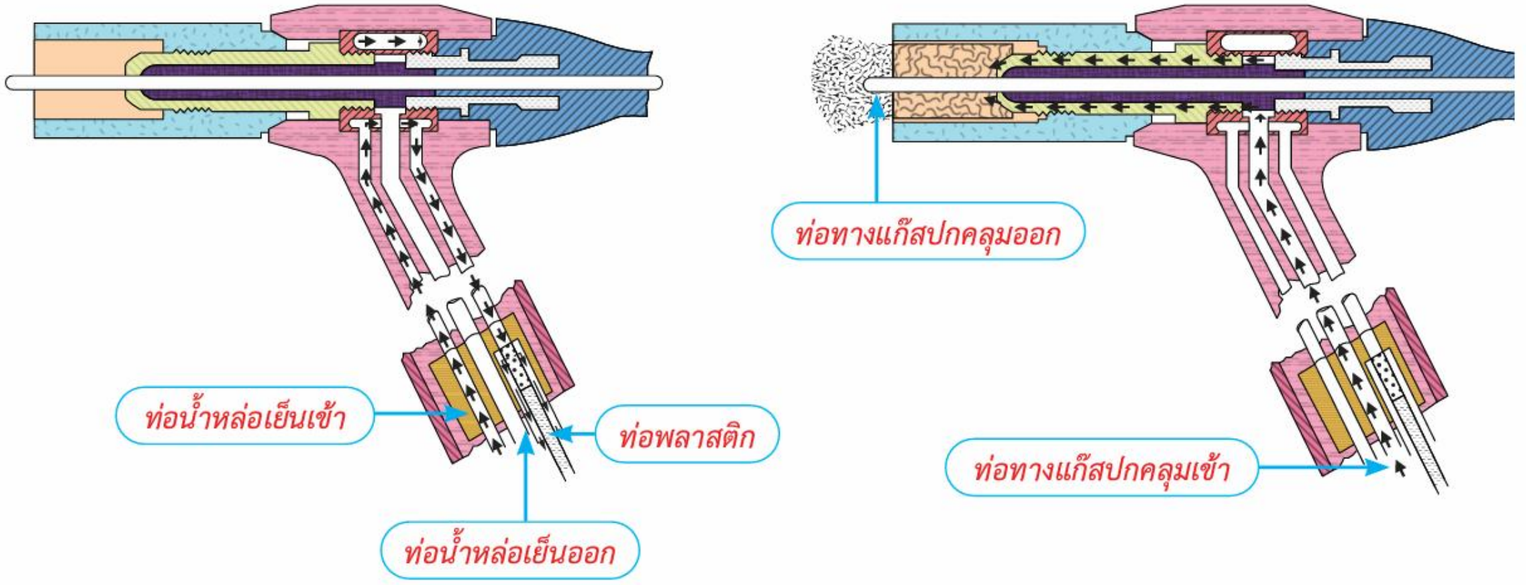
4.3 หัวเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบ (WELDING TORCH & EQUIPMENT)

4.3.1 หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Torch)

หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยอากาศ
จะใช้ในการเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนาน้อย
ใช้กระแสไฟต่ำใช้ในการเชื่อมระยะสั้น ๆ
การระบายความร้อนจะใช้อากาศที่อยู่บริเวณรอบ ๆ หัวเชื่อม
เป็นตัวระบาย ซึ่งระบายความร้อนได้น้อยมาก

4.3.2 หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Torch)

หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยน้ำ ออกแบบไว้สำาหรับการเชื่อมติดต่อกันเป็นเวลานาน ใช้กระแสไฟสูง ภายในหัวเชื่อมชนิดนี้จะถูกออกแบบให้น้ำสามารถไหลหมุนเวียนอยู่ภายใน และไหลผ่านออกทางสายเชื่อมได้ ต้องคอยตรวจสอบให้น้ำไหลหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันอุปกรณ์หัวเชื่อมเสียหาย และในตัวหัวเชื่อมยังมีการไหลของแก๊สที่มาปกคลุมรอยเชื่อม



4.3.3 ชิ้นส่วนประกอบของหัวเชื่อมทิก

ในหัวเชื่อมทิก มีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

ทอร์ชเชื่อม

ตัวจับยึดแท่งอิเล็กโทรดทังสเตน

คอลเล็ตโฮลเดอร

ฝาครอบ

หัวฉีด

4.4 อิเล็กโทรดทังสเตน (TUNGSTEN ELECTRODE)

แท่งอิเล็กโทรดทังสเตน แตกต่างจากลวดเชื่อมทั่วไปตรงที่มันไม่ได้ทำหน้าที่เป็นโลหะเติม แต่เป็นส่วนที่สร้างการอาร์ก จึงจัดเป็น อิเล็กโทรดที่ไม่หลอมละลาย เนื่องจากมีจุดหลอมละลายสูงถึง 3,410 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าโลหะชนิดอื่นมาก แท่งอิเล็กโทรดทังสเตนจะถูกผสมด้วยธาตุ ทอเรียม (Thorium) และ เซอร์โคเนียม (Zirconium) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางให้เลือกหลากหลาย เพื่อให้เหมาะกับการใช้งานที่แตกต่างกัน คุณภาพของแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยต้องไม่มีรอยแตก สแลก หรือสิ่งสกปรกใดๆ ติดอยู่ เพราะจะส่งผลเสียต่อคุณภาพของรอยเชื่อม ผิวของแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนมีสองแบบหลักๆ คือ แบบผิวล้างด้วยน้ำยาเคมี (Chemical Clean Finish) และ แบบผิวเจียระไน (Grind Finish) ซึ่งแบบผิวเจียระไนจะมีลักษณะมันวาว และมีราคาสูงกว่าแบบผิวล้างด้วยน้ำยาเคมี

การแบ่งแท่งอิเล็กโทรดทังสเตน แบ่งตามมาตรฐาน AWS ดังแสดงไว้ในตาราง

ชนิดอิเล็กโทรดทังสเตน	อักษรย่อตามมาตรฐาน AWS และ ASTM	โค้ดสี
ทังสเตนบริสุทธิ์	EWP	เขียว
เซอร์โคเนียม	EWZ	น้ำตาล
ทอริเอทเตด 1%	EWTH–1	เหลือง
ทอริเอทเตด 2%	EWTH–2	แดง
ทังสเตนบริสุทธิ์ผสมทอริเอทเตด	EWTH–3	น้ำเงิน

4.4.1 ทังสเตนบริสุทธิ์ (Pure Tungsten)

มีปลายลวดสีเขียวและราคาไม่แพง เหมาะสำหรับใช้กับกระแสสลับ (AC) ในการเชื่อมอะลูมิเนียมและแมกนีเซียม โดยควรแต่งปลายลวดให้มนหรือกลมคล้ายลูกบอล อย่างไรก็ตาม หากใช้กับกระแสตรง (DC) แท่งทังสเตนชนิดนี้จะนำกระแสได้ต่ำและมีโอกาสที่ทังสเตนจะละลายเป็นเม็ดหยดเข้าไปรวมกับรอยเชื่อมได้ แม้ว่าแท่งทังสเตนชนิดนี้จะไม่ค่อยมีสิ่งสกปรกติดในการใช้งานก็ตาม

4.4.2 เซอร์โคเนียมทังสเตน (Zirconiated Tungsten)

มีส่วนผสมของเซอร์โคเนียม 0.15–0.40% เหมาะสำหรับการเชื่อมด้วยกระแสไฟสลับ โดยปลายลวดจะถูกแต่งให้มนหรือกลมคล้ายลูกบอลเช่นเดียวกับทังสเตนบริสุทธิ์ มีคุณสมบัติเด่นในการป้องกันการปนเปื้อนที่ปลายลวด และยังช่วยให้การเริ่มต้นอาร์กและการอาร์กเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

4.4.3 ทอริเอทเตดทังสเตน (Thoriated Tungsten)

เป็นลวดเชื่อมทังสเตนที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยมี 2 ชนิดหลักคือ ทอริเอทเตด 1% (EWTH-1) ที่มีปลายลวดสีเหลือง และ ทอริเอทเตด 2% (EWTH-2) ที่มีปลายลวดสีแดง ทั้งสองชนิดนี้มีการผสมสารทอเรียมในปริมาณ 1% และ 2% ตามลำดับ ซึ่งการผสมทอเรียมนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอาร์กและสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้สูงขึ้น โดยทอเรียมเพียง 1-2% สามารถเพิ่มความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าได้ถึง 50%

4.4.4 ทังสเตนบริสุทธิ์ผสมทอริเอทเตด (Pure and Thoriated Tungsten)

การผสมผสานระหว่างทังสเตนบริสุทธิ์กับทอริเอทเตดทังสเตน โดยมีส่วนผสมของทอริเอทเตดทังสเตน 14% ตลอดความยาวของแท่ง ปลายลวดมีสีน้ำเงิน ลวดเชื่อมชนิดนี้โดดเด่นในเรื่องการเริ่มต้นอาร์กที่ดีและการอาร์กที่สม่ำเสมอ สามารถรองรับกระแสไฟได้สูง เหมาะอย่างยิ่งสำหรับการเชื่อมอะลูมิเนียมและแมกนีเซียมด้วยกระแสไฟสลับ (AC) และยังใช้ได้ดีกับการเชื่อมด้วยกระแสไฟตรง (DC)

ลวดเชื่อม (Filler Metal)

ลวดเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม
เป็นลวดเชื่อมที่เติมลงในบ่อหลอมละลายนี้
จะมีส่วนผสมที่ใกล้เคียงกับ
สมบัติของชิ้นงานที่จะเชื่อม
การเลือกลวดเชื่อมต้องพิจารณาจากโลหะ
งานความหนาของชิ้นงาน สมบัติเชิงกล
การออกแบบรอยต่อ และกระแสไฟ
ที่ใช้ลวดเชื่อมมีทั้งแบบ เป็นแท่ง (Rod)
และลวดม้วน (Wire) ซึ่งจะต้องมีผิวเรียบ
และมีคุณภาพตลอดความยาว

5. ลำดับขั้นการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

5.1 ตรวจดูความถูกต้องของกระแสไฟเสียก่อน

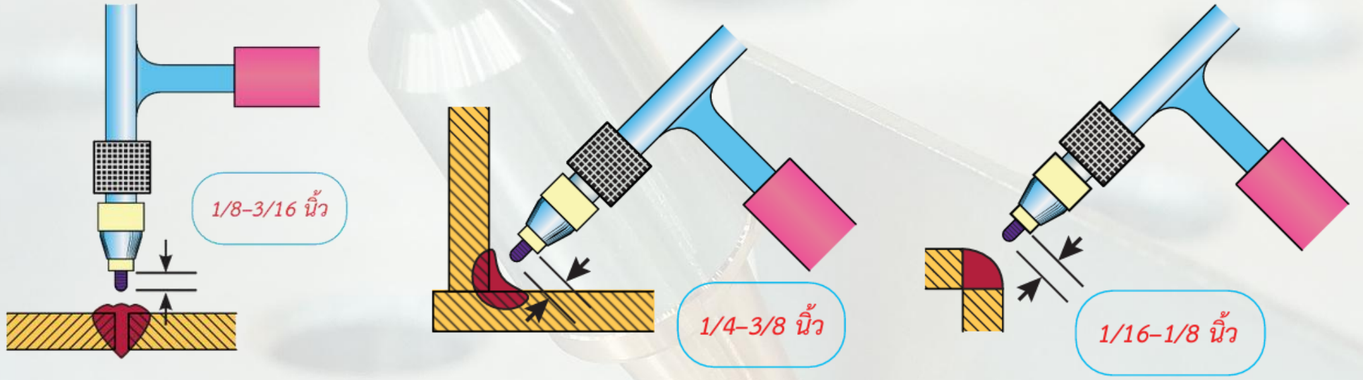
ใช้กระแสไฟแบบ DCEP, DCEN หรือ AC ถ้าเป็น AC ต้องตั้งสวิตช์ความถี่สูง ให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง และตั้งกระแสไฟให้เหมาะสม

5.2 ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นโลหะชนิดใด

เลือกแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนว่าใช้กับโลหะชิ้นงานถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบดูว่าหัวฉีด (Nozzle) กับแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนเข้ากันได้หรือไม

5.3 ปรับแต่งขนาดแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนที่ยื่นพ้นหัวฉีดให้ถูกต้อง

โดยรอยต่อชน จะมีความยาวยื่นออกมา 1/8–3/16 นิ้ว ส่วนรอยต่อตัวที หรือรอยเชื่อมฟิลเล็ต มีความยาวยื่นออกมาประมาณ 1/4–3/8 นิ้ว และรอยต่อมุม มีความยาวยื่นออกมาไม่เกิน 1/8 นิ้ว



5.4 การปรับการไหลของแก๊สปกคลุม

ปกติจะใช้ประมาณ 15–20 CFH (ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง) เปิดสวิตช์ต่าง ๆ ที่เครื่องเชื่อมให้ครบ เช่น สวิตช์ปรับขั้วกระแสไฟเปิดน้ำ สวิตช์รีโมต และกำาลังของเครื่องเชื่อม