



# เชื่อมอาร์กทั้งสแตน

แก๊สคลุม 1

รหัสวิชา 20103-2005

(Gas Tungsten Arc Welding 1)

โดย  
สุรียนต์ ฉิงแก้ว





## สารบัญ

- หน่วยที่ 1 เครื่องมือในงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม
- หน่วยที่ 2 วัสดุและอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม
- หน่วยที่ 3 ตำแหน่งท่าเชื่อมและเทคนิคการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม
- หน่วยที่ 4 การตรวจสอบและวิเคราะห์งานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม
- หน่วยที่ 5 งานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม (งานเชื่อมต่อตัวที่)
- หน่วยที่ 6 งานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม  
(งานเชื่อมต่อชนบาคหน้างาน)







# หน่วยที่ 1

## เครื่องมือในงานเชื่อมอาร์ก

### ทั้งสแตนเลสคลุม





## หัวข้อเรื่อง (Topics)

- 1.1 หลักการทำงานของอาร์กทั้งเตนแก๊สคลูม
- 1.2 เครื่องเชื่อมและชุดควบคุมการทำงาน
- 1.3 อุปกรณ์ส่วนประกอบของเครื่องเชื่อม
- 1.4 ชนิดกระแสไฟเชื่อม
- 1.5 การเลือกใช้และรักษาทั้งสแตนอิลีกโทรด





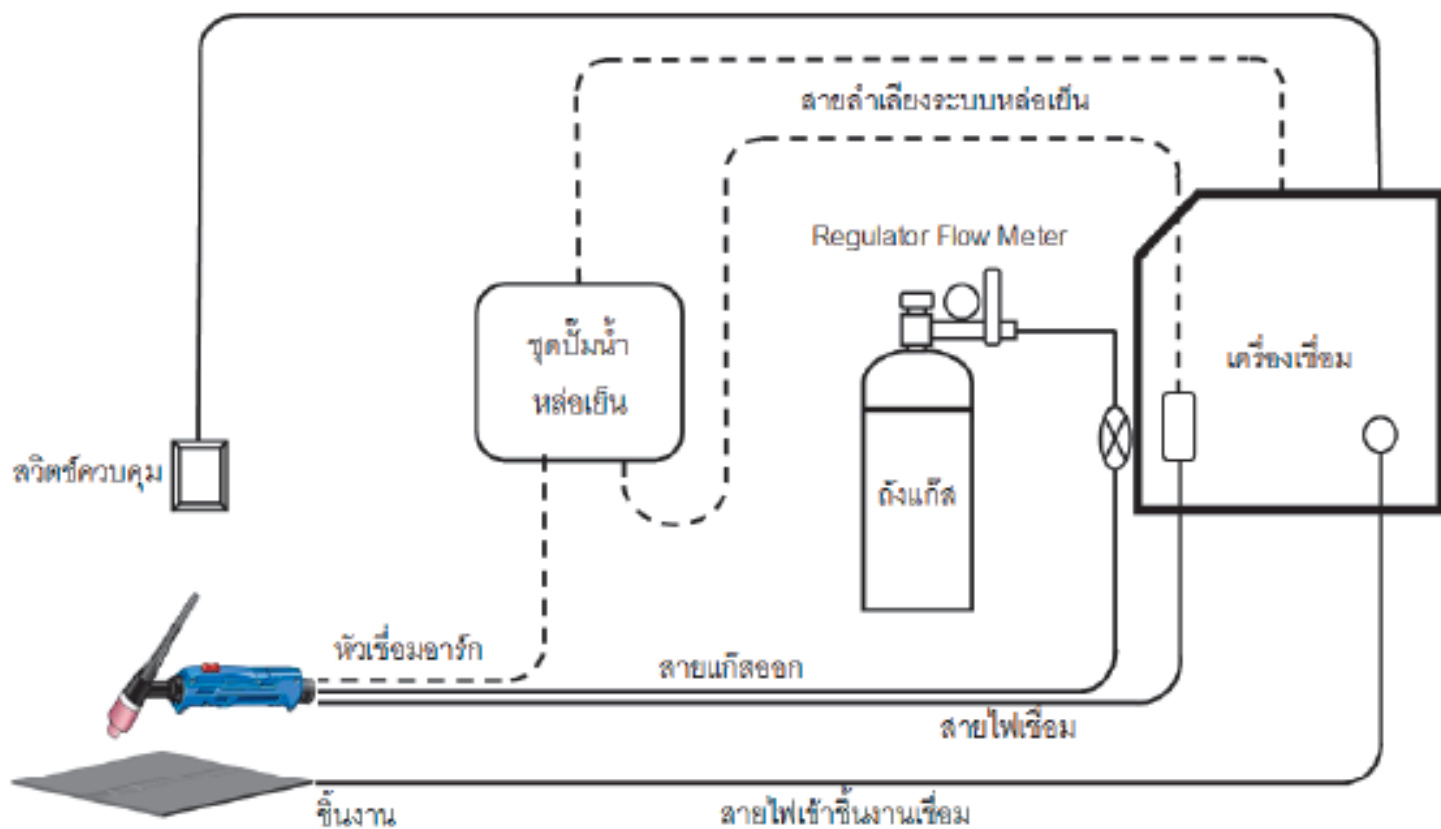


## 1.1 หลักการงานเชื่อมอาร์กทั้งเตนแก๊สคลุม

กระบวนการเชื่อมชนิดนี้เกิดขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1890 โดยเริ่มจากการใช้แก๊สเป็นตัวปกคลุมแนวเชื่อมต่อมาในช่วงปี ค.ศ. 1920 ได้พัฒนาวิธีการเชื่อมให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยใช้ทั้งสแตนเป็นแท่งอิเล็กโทรดทำการอาร์กให้เกิดความร้อนสูง ใช้แก๊สฮีเลียมและแก๊สอาร์กอนปกคลุมแนวเชื่อม จนมาถึงยุคปี ค.ศ. 1930 นายเฮนรี เอ็ม ไฮบาร์ท และนายฟิลลิป เค บีเวอร์ ได้จดสิทธิบัตรกระบวนการเชื่อมชนิดนี้

ต่อมาได้มีการพัฒนากระบวนการเชื่อมชนิดนี้ ให้สามารถนำมาเชื่อมวัสดุกลุ่มอะลูมิเนียมแมกนีเซียม ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเครื่องบิน และสามารถนำมาใช้เชื่อมโลหะผสมชนิดอื่น ที่มีความทนทานต่อการกัดกร่อน ทั้งโลหะที่มีจุดหลอมเหลวสูง ได้แก่ เหล็กกล้าไร้สนิม





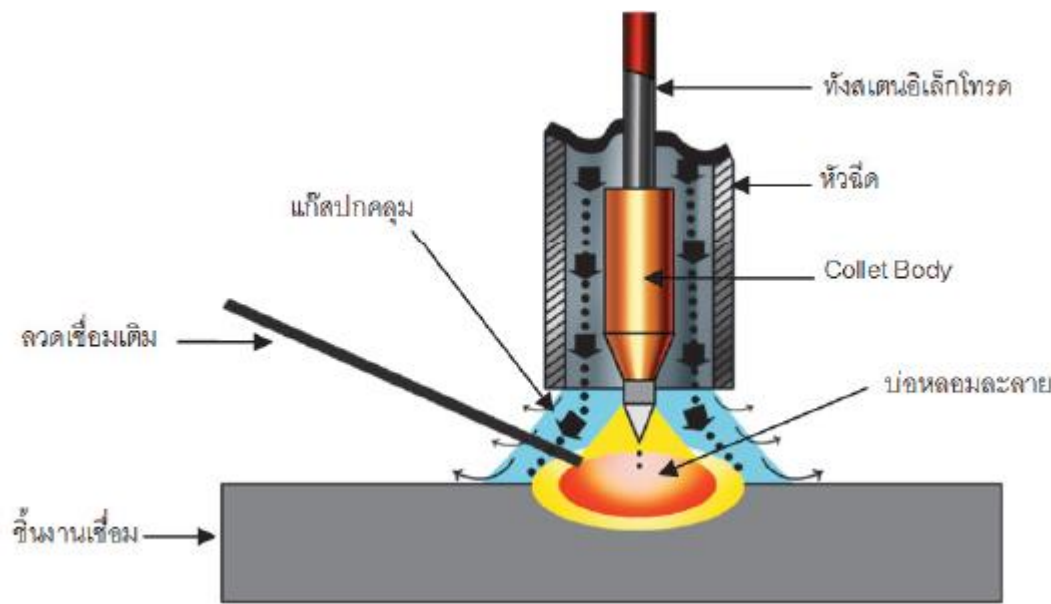
รูปที่ 1.1 แสดงระบบวงจรกระบวนการเชื่อมงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคัลม







หลักการเชื่อมชนิดนี้ จะมีส่วนคล้ายกับกระบวนการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) กล่าวคือความร้อนที่ทำให้โลหะหลอมละลายได้ เกิดจากการอาร์กระหว่างทังสเตน อิเล็กโทรด (Tungsten Electrode) กับชิ้นงานเชื่อม (Work) ขณะเริ่มเกิดการอาร์กจะมีแก๊สปกคลุม (Shielding Gas) มาปกคลุมบริเวณแนวเชื่อม ซึ่งแก๊สที่มากปกคลุมจะทำหน้าที่ป้องกัน ออกซิเจน ไนโตรเจน และความชื้นบริเวณการอาร์กไม่ให้เข้าไปรวมตัวกับน้ำโลหะขณะหลอมละลายในขณะนั้น ซึ่งทำให้ชิ้นงานที่ต้องการเชื่อมประสานเข้ากันได้



รูปที่ 1.2 แสดงลักษณะกระบวนการเชื่อมงานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม





## 1.2 เครื่องเชื่อมและชุดควบคุมการทำงาน

### 1.2.1 เครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม

1. เครื่องเชื่อมที่ใช้กับงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม (TIG) เป็นเครื่องเชื่อมที่ออกแบบเป็นพิเศษสามารถใช้ได้ทั้ง DCEN, DCEP และ ACHF โดยใช้ Polarity Switch เป็นตัวควบคุมเครื่องเชื่อมสำหรับการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุมมักจะมี High Frequency Unit รวมอยู่ที่ตัวเครื่องด้วยในกรณีที่ใช้ DC (ไม่ว่าจะเป็น DCEN หรือ DCEP ก็ตาม) High Frequency จะถูกนำมาใช้ในการเริ่มต้น(Start) เท่านั้น แต่ถ้าใช้ชนิดกระแสไฟเชื่อม AC ชุด High Frequency จะต้องทำงานต่อเนื่องกัน (Continuous)



รูปที่ 1.3 แสดงลักษณะเครื่องเชื่อมงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม







2. เครื่องเชื่อมแบบธรรมดาทั่วไป จะเป็นชนิด AC หรือ DC ก็ตาม อาจนำมาใช้กับการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมได้ โดยการนำ High Frequency เข้ามาประกอบด้วยการที่จะให้ได้คุณภาพของงานที่ดีที่สุดนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้เครื่องเชื่อมชนิดที่ออกแบบเพื่องานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมโดยเฉพาะ เครื่องเชื่อมในปัจจุบันที่ออกแบบสำหรับการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมสามารถนำไปใช้กับงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้



รูปที่ 1.4 แสดงลักษณะเครื่องเชื่อมงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมแบบ Inverter





### 1.2.2 ชุดควบคุมการทำงานเครื่องเชื่อม

เครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุมมีอุปกรณ์ควบคุมการทำงานหลายส่วนที่แตกต่างกันออกไป โดยเครื่องเชื่อมชนิดนี้มีส่วนประกอบหลักภายในเครื่อง ดังนี้



(ก) เครื่องรุ่นเก่า



(ข) เครื่องรุ่นใหม่

รูปที่ 1.5 แสดงลักษณะด้านหน้าเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม





1. **Remote Control** เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องเชื่อมที่ต่อสายออกมา ควบคุมภายนอกเครื่องในระยะที่ควบคุมได้ทั้งกระแสเชื่อม การไหลของแก๊สปกคลุม และระบบ น้ำหล่อเย็น อุปกรณ์ชุดนี้ประกอบด้วยสวิตช์เปิด - ปิด เต้าเสียบต่อสายติดอยู่กับตัวเครื่องเชื่อม สายต่อและตัวควบคุมเป็นกลไกควบคุมการทำงานของเครื่องเชื่อม โดย Remote Control มีทั้ง ชนิดการทำงานด้วยมือและควบคุมด้วยเท้า

2. **High Frequency Switch** เป็นอุปกรณ์สวิตช์เลือกความถี่สูง เป็นความถี่ที่ต้อง เลือกใช้ให้ถูกต้องตามชนิดของโลหะที่เชื่อมโดยทั่วไปมีตำแหน่ง Start, Off และ Continuous

3. **Power Switch** เป็นสวิตช์สำหรับเปิด - ปิดเครื่องเชื่อม ทำหน้าที่ควบคุมกระแส ไฟฟ้าที่เข้าสู่หม้อแปลงภายในตัวเครื่อง เมื่อเปิดสวิตช์เครื่องเชื่อมตัวพัดลมระบายความร้อน ภายในตัวเครื่องจะทำงานทันที

4. **AC/DC Selector and Polarity Switch** เป็นสวิตช์สำหรับใช้เลือกชนิดของกระแส ไฟเชื่อม โดยทั่วไปมี 3 ตำแหน่ง คือ ACHF, DCEN และ DCEP







**5.Weld Current Control** เป็นอุปกรณ์สำหรับปรับระดับของกระแสไฟเชื่อม มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (Amp) โดยทั่วไปอุปกรณ์ชนิดนี้จะใช้การหมุนเพื่อปรับระดับของกระแสไฟเชื่อมให้เหมาะสมกับชนิดของโลหะและความหนาของวัสดุชิ้นงานเชื่อม

**6.Pre-Flow Gas** เป็นปุ่มปรับเวลาในการควบคุมให้แก๊สปกคลุมไหลก่อนกระแสไฟเชื่อมจะอาร์ก เพื่อป้องกันไม่ให้ถังสแตนเลสเสียหายก่อนทำการเชื่อม

**7.Post-Flow Gas** เป็นปุ่มปรับเวลาในการควบคุมให้แก๊สปกคลุมไหลต่อไปอีกระยะหนึ่งเมื่อหยุดทำการเชื่อมเพื่อป้องกันถังสแตนเลสอิเล็กโทรดเสียหายและปกป้องบ่อหลอมละลายสุดท้ายไม่ให้บรรยากาศภายนอกแทรกตัวเข้าเนื้อแนวเชื่อม

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับยี่ห้อของเครื่องเชื่อมที่ผู้ผลิตผลิตขึ้นมา จะมีอุปกรณ์หรือปุ่มควบคุมจุดอื่นมาเสริม เพื่อให้ผู้ใช้หรือช่างเชื่อมสามารถปฏิบัติงานได้อย่างสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยในปัจจุบันเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมระบบ Inverter จะมีปุ่มและอุปกรณ์ควบคุมพิเศษในการปรับตั้งค่าโดยสามารถศึกษาจากคู่มือประกอบตัวเครื่องเชื่อมของรุ่นและยี่ห้อได้





## 1.3 อุปกรณ์ส่วนประกอบของเครื่องเชื่อม

### 1.3.1 หัวเชื่อมและสายเชื่อม

หัวเชื่อมและสายเชื่อมเป็นอุปกรณ์สำหรับการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม มีคุณสมบัติที่มีความแข็งแรง ขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบา และหุ้มฉนวนด้วยวัสดุที่ทนต่อความร้อนได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 1.6 แสดงลักษณะหัวเชื่อมและสายเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม





**1. ส่วนประกอบของหัว** ก่อนที่จะทำการประกอบหรือก่อนการนำมาใช้งานของการเชื่อมชนิดนี้ ต้องมีความเข้าใจหลักการทำงานและวิธีการเลือกใช้ส่วนประกอบของหัวเชื่อมอย่างถูกต้องก่อน โดยมีส่วนประกอบดังนี้

(1) **ตัวหัวเชื่อม (Torch Body)** เป็นส่วนลำตัวของหัวเชื่อม ภายในทำด้วยทองแดงผสมพร้าวมทั้งเป็นทางเดินของแก๊สปกคลุม ช่องระบายความร้อนและกระแสไฟเชื่อม ซึ่งหุ้มด้วยวัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อนและกระแสไฟเชื่อมได้เป็นอย่างดี

(2) **ฝาครอบ (Cap)** เป็นส่วนปลายสุดของหัวเชื่อม มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้แก๊สปกคลุมไหลออกมาและป้องกันไม่ให้อากาศเข้าไปปนกับแก๊สภายในหัวเชื่อม ซึ่งฝาครอบมีหลายขนาดตามความยาวของทั้งสแตนเลสเหล็กไทเทเนียม และขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน

(3) **Collet** เป็นตัวจับยึดทั้งสแตนเลสเหล็กไทเทเนียม ซึ่งมีขนาดตามเส้นผ่านศูนย์กลางของทั้งสแตนเลสเหล็ก ไทเทเนียมทำจากทองแดงผสม มีคุณสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี







รูปที่ 1.7 แสดงส่วนประกอบของหัวเชื่อม





(4) Collet Body เป็นตัวยึดติดกับตัวหัวเชื่อมด้วยเกลียว ทำจากทองแดงผสมทำหน้าที่บีบจับตัว Collet ให้จับแท่งทั้งสเตนอิลเล็กโทรดให้แน่น และมีรูเพื่อระบายแก๊สปกคลุมให้ไหลออกมายังบ่อหลอมละลาย

(5) หัวฉีด (Nozzle) อุปกรณ์ชิ้นนี้ทำหน้าที่เป็นเกราะให้แก๊สปกคลุมไหลไปปกคลุมบริเวณบ่อหลอมละลาย จะมีแบบสวมและเกลียวเพื่อยึดติดกับตัว Collet Body

โดยทั่วไปหัวฉีดทำมาจากวัสดุหลายชนิด เช่น เซรามิก แก้ว เป็นต้น ชนิดที่ทำด้วยเซรามิกจะนิยมใช้และมีราคาถูก ส่วนที่ทำมาจากแก้วมักจะนำไปใช้กับที่สามารถมองบริเวณการอาร์กได้ชัดเจนใช้กับงานเฉพาะทาง



รูปที่ 1.8 แสดงลักษณะหัวฉีดที่ใช้ในงานเชื่อมอาร์กทั้งสเตนอิลแก๊สปกคลุม





## ตารางที่ 1.1 การเลือกขนาดของหัวฉีดให้เหมาะสมกับชิ้นงาน

| ความหนาชิ้นงาน |                | ขนาดหัวฉีด เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน |
|----------------|----------------|-----------------------------------|
| 1/4 นิ้ว       | 6.5 มิลลิเมตร  | 6.5 มิลลิเมตร                     |
| 5/16 นิ้ว      | 8.0 มิลลิเมตร  | 8.0 มิลลิเมตร                     |
| 3/8 นิ้ว       | 9.5 มิลลิเมตร  | 9.5 มิลลิเมตร                     |
| 7/16 นิ้ว      | 11.5 มิลลิเมตร | 11.0 มิลลิเมตร                    |
| 1/2 นิ้ว       | 12.7 มิลลิเมตร | 13.0 มิลลิเมตร                    |
| 9/16 นิ้ว      | 14.3 มิลลิเมตร | 14.0 มิลลิเมตร                    |
| 5/8 นิ้ว       | 16.0 มิลลิเมตร | 16.0 มิลลิเมตร                    |
| 11/16 นิ้ว     | 17.5 มิลลิเมตร | 18.0 มิลลิเมตร                    |

(6) Cup Gasket อุปกรณ์ชิ้นนี้ทำหน้าที่อัดและรองรับตัวหัวเชื่อมกับตัวหัวฉีด (Nozzle) ให้แน่นและทำหน้าที่ควบคุมไม่ให้แก๊สไหลออก โดยทำมาจากวัสดุพลาสติกทนไฟ

(7) สายไฟเชื่อม ชุดของสายไฟเชื่อมเป็นสายเคเบิลทองแดงที่ห่อหุ้มด้วยยาง จะทำหน้าที่ลำเลียงกระแสไฟเชื่อม แก๊สปกคลุม และระบบน้ำสำหรับระบายความร้อนภายในของหัวเชื่อมและสายเชื่อม







2. ชนิดของหัวเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสและอลูมิเนียม หัวเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมชนิดนี้มี 2 ชนิดได้แก่ ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water-cooled Torch) กับชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled Torch) ชนิดแรกเป็นที่นิยมใช้มากกว่าชนิดหลัง เพราะสามารถใช้งานได้กว้างขวาง และมีความทนทานต่อสภาพการใช้งานได้ดี

(1) ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water-cooled Torch) เป็นหัวเชื่อมที่ออกแบบสำหรับการเชื่อมต่อเนื่องด้วยกระแสไฟเชื่อมสูง ซึ่งมีอยู่หลายขนาดของกระแสเชื่อม เช่น 200, 300, 500 แอมแปร์ ราคาสูงกว่าชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ



รูปที่ 1.9 แสดงลักษณะหัวเชื่อมชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ





(2) ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air cooled Torch) เป็นหัวเชื่อมที่ออกแบบให้ง่ายต่อการใช้งาน การระบายความร้อนด้วยแก๊สปกคลุม สำหรับอากาศที่ระบายความร้อนเป็นอากาศโดยรอบของหัวเชื่อม ซึ่งจะระบายความร้อนออกมาได้ปริมาณน้อยมาก หัวเชื่อมชนิดนี้มีน้ำหนักเบา ขนาดกะทัดรัด และราคาถูก ส่วนมากนำมาใช้กับกระแสไฟเชื่อมไม่เกิน 150 แอมแปร์ ใช้กับการเชื่อมงาน โลหะที่มีความหนาน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร



รูปที่ 1.10 ลักษณะหัวเชื่อมชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ





### 1.3.2 ชุดควบคุมการไหลของแก๊ส

ชุดควบคุมการไหลของแก๊สเป็นอุปกรณ์สำหรับการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลแก๊สคลุมโดยทำหน้าที่ปรับและควบคุมความดันแก๊สนำมาใช้งาน การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลแก๊สคลุมต้องการให้แก๊สเฉื่อยไหลออกมาปกคลุมแนวเชื่อมในอัตราต่ำ จึงต้องนำชุด Flow Meter มาควบคุมปริมาณการไหลของแก๊สปกคลุม อุปกรณ์ชนิดนี้จะรวมอยู่ในชุดเดียวกันสามารถแยกส่วนได้ดังนี้

1. ชุดเรกูเลเตอร์ (Regulator) ทำหน้าที่ปรับลดความดันให้อยู่ในช่วง 2 - 3 บาร์ จากแหล่งจ่ายหรือถังแก๊สที่ประมาณระหว่างช่วง 150 - 200 บาร์

2. ชุดโฟลว์มิเตอร์ (Flow Meter) ทำหน้าที่วัดและควบคุมปริมาณแก๊สปกคลุมไปยังแนวเชื่อมมีหน่วยเทียบเป็นปริมาณต่อหน่วยเวลา เช่น ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง (cfh) หรือลิตรต่อนาที (lpm)







รูปที่ 1.11 แสดงลักษณะชุดควบคุมการไหลของแก๊สปกติ





### 1.3.3 ทังสเตนอิเล็กโทรด (Tungsten Electrode)

1. **ทังสเตนบริสุทธิ์ (Pure Tungsten: EWP)** เป็นทังสเตนอิเล็กโทรดที่มีความบริสุทธิ์ถึง 99.7% มีความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าได้สูง ลดการสูญเสียเนื่องจากการหลอมละลาย ดังนั้นจึงทำให้อายุการใช้งานได้นาน ทังสเตนอิเล็กโทรดชนิดนี้ราคาถูกที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่น เหมาะสำหรับใช้กับกระแสสลับความถี่สูง (ACHF) ในงานเชื่อมอะลูมิเนียม แมกนีเซียม มีโค้ดสีเป็นสีเขียว และควรแต่งปลายให้มนเล็กน้อย เพื่อให้กระแสการอาร์กคงที่ราบเรียบดีขึ้น

2. **ทังสเตนผสมทอริเอต 1 - 2% (Thoriated Tungsten: EWTh 1 - 2)** เป็นทังสเตนอิเล็กโทรดที่ผสมทอริียม (Thorium) จนถึง 2.2% จะทำให้อิเล็กตรอนแตกตัวได้ดีขึ้น การเริ่มต้นอาร์กดีและสามารถเป็นตัวนำไฟฟ้าสูง เมื่อเพิ่มทอริียมลงไปประมาณ 1 - 2% จะเพิ่มค่าการเป็นตัวนำไฟฟ้าขึ้นอีก 50% การใช้กระแสไฟฟ้าสลับกับทังสเตนอิเล็กโทรดชนิดนี้จะต้องแต่งปลายให้เรียวแหลม จึงรักษาลำกระแสอาร์กได้ดี





### 3. ทังสเตนผสมทอริเอทเต็ด 3% (Thoriated Tungsten: EWTh - 3)

เป็นทังสเตนอิเล็กโทรดอีกชนิดหนึ่งซึ่งผสมกับโลหะอื่น โดยได้รวมข้อดีของทังสเตนอิเล็กโทรดบริสุทธิ์กับทังสเตนอิเล็กโทรดทอริเอทเต็ดเอาไว้ด้วยกัน โดยการนำทังสเตนอิเล็กโทรดทอริเอทเต็ดประมาณเท่ากับพื้นที่หน้าตัดรวมเข้ากับทังสเตนบริสุทธิ์ ตลอดความยาวของ ทังสเตนอิเล็กโทรด จะให้สมบัติที่ดีคือสามารถรักษารูปร่างของปลายทังสเตนอิเล็กโทรดให้มน

### 4. ทังสเตนชนิดผสมเซอร์โคเนียม (Zirconium Tungsten: EWZr) เป็น

ทังสเตนอิเล็กโทรดที่มีส่วนผสมของเซอร์โคเนียม 0.15 - 0.40% ซึ่งเหมาะกับการเชื่อมด้วยกระแสสลับ เพราะทังสเตนอิเล็กโทรดชนิดนี้มีความต้านทานต่อการเกิดสิ่งสกปรกสูง ทั้งยังให้การเริ่มต้นอาร์กที่ดีด้วย ส่วนการแต่งปลายของทังสเตนอิเล็กโทรด จะเป็นลักษณะปลายมน เหมือนกับลวดทังสเตนบริสุทธิ์และเหมาะกับงานที่ต้องการคุณภาพสูง ซึ่งจะทำให้การอาร์กสม่ำเสมอ







รูปที่ 1.12 ลักษณะรูปทรงและตำแหน่งแสดงโค้ดสีของทั้งสแตนด์เล็กโทรด





ตารางที่ 1.2 การแบ่งชนิดทั้งสแตนอิลีกโทรดและส่วนผสมตามมาตรฐาน AWS

| ชนิดของ<br>ทั้งสแตน<br>อิลีกโทรด | ส่วนผสม<br>ทั้งสแตนต่ำสุด<br>(%) | ส่วนผสม<br>ทอเรียบ<br>(%) | ส่วนผสม<br>เซอร์โคเนียม<br>(%) | ส่วนผสมอื่น ๆ<br>มากที่สุด (%) |
|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| EWP                              | 99.50                            | -                         | -                              | 0.5                            |
| EWTh 1                           | 98.50                            | 0.80 - 1.20               | -                              | 0.5                            |
| EWTh 2                           | 97.50                            | 1.70 - 2.20               | -                              | 0.5                            |
| EWTh 3                           | 98.95                            | 0.35 - 0.55               | -                              | 0.5                            |
| EWZr                             | 99.20                            | -                         | 0.15 - 0.40                    | 0.5                            |

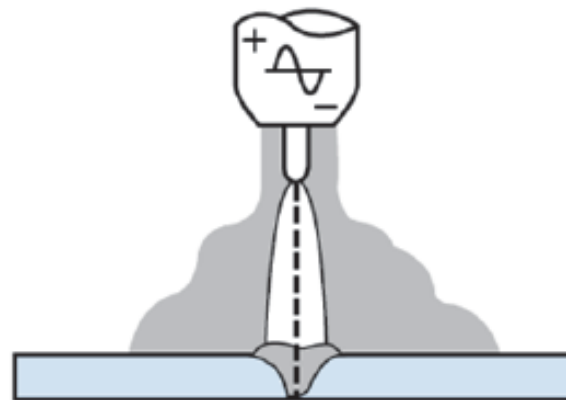
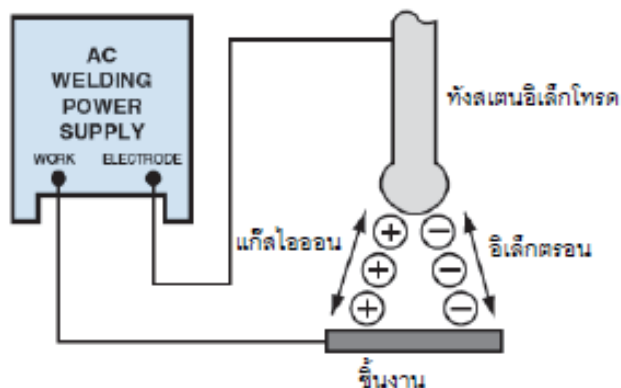




## 1.4 ชนิตกระแสไฟเชื่อม

### 1.4.1 กระแสสลับความถี่สูง (Alternating Current High Frequency)

กระแสไฟเชื่อมงานเชื่อมชนิดนี้ มีความจำเป็นในงานโลหะที่มีค่าออกไซด์ บริเวณของผิวงานเชื่อม หากมีการพิจารณาจากวงจรของกระแสเชื่อม จะพบว่ากระแสเชื่อมชนิดนี้ช่วยขจัดคราบออกไซด์ที่บริเวณผิวงานเชื่อม โดยนำคุณสมบัติคลื่นความถี่สูง (High Frequency) ไว้ในระบบเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม มีผลดีสำหรับการเชื่อมอะลูมิเนียม แมกนีเซียม หรือโลหะกลุ่มไม่ใช้เหล็ก



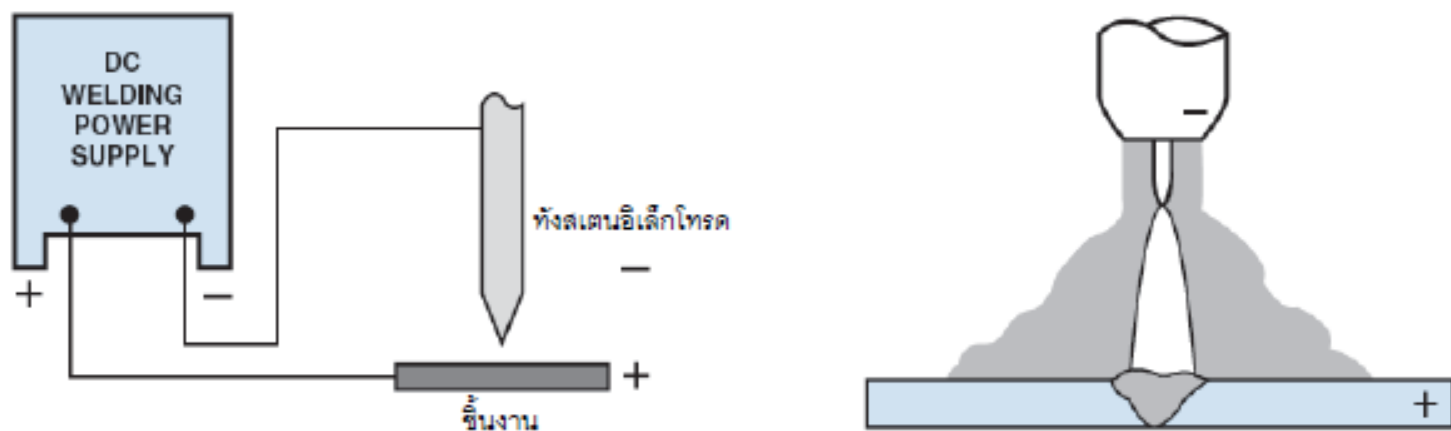
รูปที่ 1.13 แสดงระบบวงจรของกระแสไฟเชื่อมชนิดกระแสสลับความถี่สูง (ACHF)





#### 1.4.2 กระแสตรงขั้วตรง (Direct Current Electrode Negative : DCEN)

กระแสไฟเชื่อมงานเชื่อมชนิดนี้ ไม่มีการขจัดผิวออกไซด์ ความหมายของ กระแสขั้วตรง คืออิเล็กโทรดหรือหัวเชื่อมเป็นขั้วลบ (-) และชิ้นงานเชื่อมเป็นขั้วบวก (+) ในรูปแบบนี้จะมีประจุลบไหลผ่านมาจากหัวเชื่อมไปยังชิ้นงานเชื่อม ความร้อนจึงเกิดขึ้นที่ชิ้นงาน 70 เปอร์เซ็นต์ และที่หัวเชื่อม 30 เปอร์เซ็นต์ลักษณะของแนวเชื่อมที่เกิดขึ้นจะมีรูปทรงการละลายลึกมาก ความกว้างของแนวเชื่อมแคบ ใช้กระแสไฟเชื่อมนี้ได้กับโลหะทุกชนิด แต่ไม่นิยมนำไปเชื่อมกับอะลูมิเนียมและแมกนีเซียม



รูปที่ 1.14 แสดงระบบวงจรของกระแสไฟเชื่อมชนิดกระแสตรงขั้วตรง (DCEN)

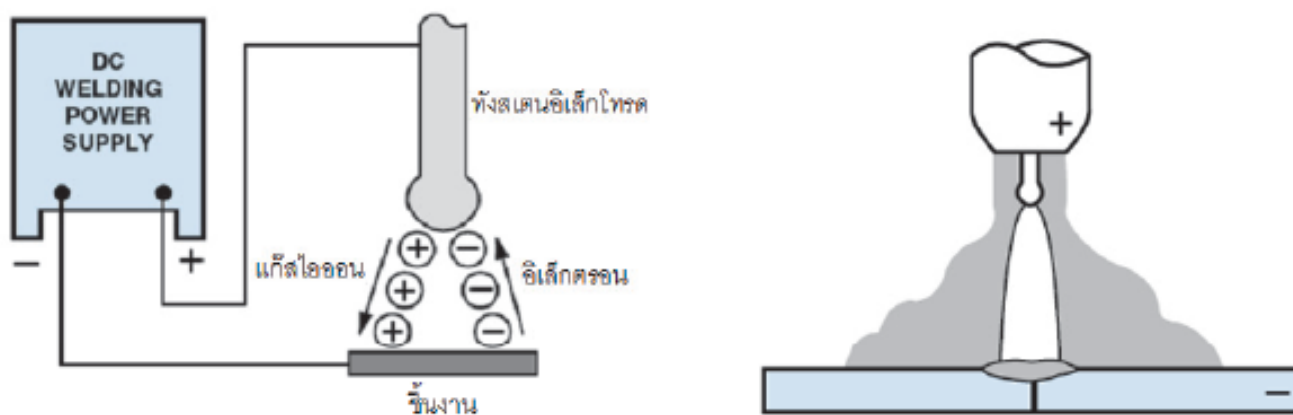






### 1.4.3 กระแสตรงขั้วกลับ (Direct Current Electrode Positive: DCEP)

กระแสไฟฟ้าเชื่อมชนิดนี้ มีการขจัดผิวออกไซด์ ความหมายของกระแสขั้วกลับ คืออิเล็กโทรดหรือหัวเชื่อมเป็นขั้วบวก (+) และชิ้นงานเชื่อมเป็นขั้วลบ (-) ทั้งสแตนอิเล็กโทรดที่ใช้งานชนิดนี้จะมีขนาดที่โตกว่าปกติ ในขณะที่มีค่ากระแสไฟเชื่อมที่เท่ากัน เนื่องจากปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นที่ปลายทั้งสแตนอิเล็กโทรด จะมีปริมาณมากกว่าที่ชิ้นงานเชื่อม ถ้าใช้กระแสไฟเชื่อมชนิดนี้จำเป็นต้องเปลี่ยนทั้งสแตนอิเล็กโทรดที่มีความโตมากขึ้น และลักษณะของแนวเชื่อมมีการซึมลึกน้อย ความกว้างของแนวเชื่อมจะกว้างมาก ซึ่งมีความเหมาะสมกับการเชื่อมแนวทับหน้าหรือชิ้นงานโลหะที่มีความหนาแน่นน้อย

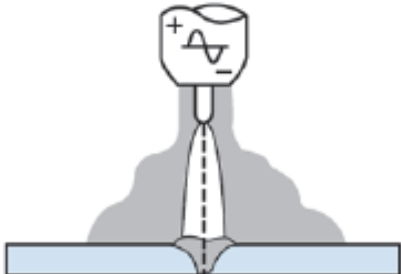
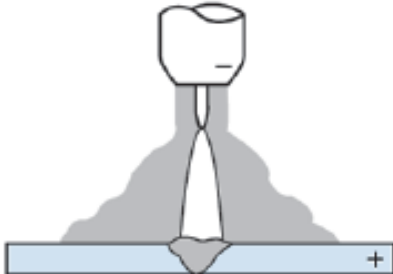


รูปที่ 1.15 แสดงระบบวงจรของกระแสไฟเชื่อมชนิดกระแสตรงขั้วกลับ (DCEP)





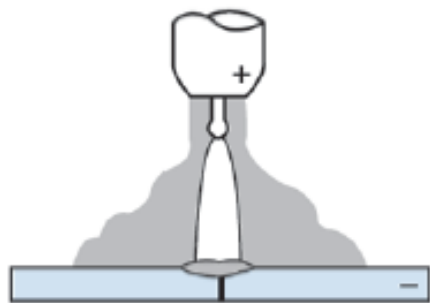
## ตารางที่ 1.3 ชนิดของกระแสไฟและความสามารถในการเชื่อม

| กระแสสลับความถี่สูง (Alternating Current High Frequency: ACHF)                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>ความสามารถในการเชื่อม</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- มีการขจัดผิวออกไซด์ทุกไซเคิล</li><li>- ความร้อนจากการอาร์กที่ขึ้นงาน 50% และที่อิเล็กโทรด 50%</li><li>- ลักษณะและขนาดแนวเชื่อม การละลายลึกปานกลาง</li><li>- ชีตจำกัดกระแสเชื่อม 225 Amp ใช้ทั้งสแตนขนาด Ø 3.2 มม.</li><li>- เหมาะกับงานเชื่อม อะลูมิเนียม แมกนีเซียม</li></ul>       |
| กระแสตรงขั้วตรง (Direct Current Electrode Negative : DCEN)                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|  | <p>ความสามารถในการเชื่อม</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- ไม่มีการขจัดผิวออกไซด์</li><li>- ความร้อนจากการอาร์กที่ขึ้นงาน 70% และที่อิเล็กโทรด 30%</li><li>- ลักษณะแนวเชื่อมแคบ การละลายลึกมาก</li><li>- ชีตจำกัดกระแสเชื่อม 400 Amp ใช้ทั้งสแตนขนาด Ø 3.2 มม.</li><li>- เหมาะกับงานเชื่อมโลหะทุกชนิด ยกเว้น อะลูมิเนียมและแมกนีเซียม</li></ul> |





### กระแสตรงขั้วกลับ (Direct Current Electrode Positive : DCEP)



ความสามารถในการเชื่อม

- มีการขจัดผิวออกไซด์
- ความร้อนจากการอาร์กที่ขึ้นงาน 30% และที่อิเล็กโทรด 70%
- ลักษณะแนวเชื่อมกว้าง การละลายลึกน้อย
- ชีดจำกัดกระแสเชื่อม 120 Amp ใช้ทั้งสแตนขนาด  $\varnothing$  2.4 มม.
- เหมาะกับงานแนวเชื่อมทับหน้า เหล็กกล้าคาร์บอน

ข้อควรพึงระวังในการใช้ชนิดของกระแสไฟเชื่อมแต่ละชนิด ควรศึกษาถึงคุณสมบัติและความสามารถในการเชื่อม โดยกระแสเชื่อมเป็นตัวควบคุมการซึมลึก ความเร็วในการเชื่อม อัตราการป้อนลวดเชื่อมเต็มและคุณภาพของแนวเชื่อม





## 1.5 การเลือกใช้และรักษาทั้งสแตนท์อิเล็กทรอนิกส์

ทั้งสแตนท์อิเล็กทรอนิกส์มีผลต่อคุณภาพของรอยเชื่อมมาก ดังนั้น เมื่อเลือกขนาดและชนิดของทั้งสแตนท์อิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสมแล้ว จะต้องรู้วิธีการใช้และการเก็บรักษาด้วย จึงจะได้งานที่มีคุณภาพสูงและช่วยยืดอายุการใช้งานของทั้งสแตนท์อิเล็กทรอนิกส์ ทั้งสแตนท์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กระแสสลับความถี่สูง (ACHF) ได้แก่ ทั้งสแตนท์บริสุทธิ์และทั้งสแตนท์เซอร์โคเนียม ต้องทำการเตรียมขึ้นรูปทรงกลมหรือห้วน โดยให้เส้นผ่านศูนย์กลาง  $1/8$  นิ้ว

เส้นผ่านศูนย์กลางของปลายลวดเชื่อมต้องไม่เกิน  $3/16$  นิ้ว ทั้งสแตนท์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กระแสตรง (DC) เช่น ทั้งสแตนท์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดทอริเอทเตด 1 - 2% ต้องเตรียมขึ้นรูปทรงกรวยแหลม เหมาะสำหรับการเชื่อมในบริเวณจำกัด เช่น ใช้เชื่อมท่อเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีรอยต่อแคบ เป็นต้น การเลือกใช้ทั้งสแตนท์อิเล็กทรอนิกส์ให้เหมาะสมกับช่วงกระแสไฟเชื่อมดังแสดงตารางที่ 1.4







## ตารางที่ 1.4 ช่วงกระแสไฟที่ใช้สำหรับทั้งสแตนดิเล็กโทรด และกระแสไฟเชื่อมเป็นแอมแปร์

| ขนาดของทั้งสแตนดิเล็กโทรด (นิ้ว) | AC.HF.    |                   | DCEN             | DCEP              |
|----------------------------------|-----------|-------------------|------------------|-------------------|
|                                  | EWP       | EWTh-1, 2 or EWZr | EWTh-1 or EWTh-2 | EWTh-1, 2 or EWZr |
| 0.020                            | -         | -                 | 5 - 35           | -                 |
| 0.040                            | 10 - 40   | 15 - 60           | 30 - 100         | -                 |
| 1/16                             | 30 - 70   | 60 - 100          | 70 - 150         | 10 - 20           |
| 3/32                             | 70 - 100  | 100 - 160         | 150 - 225        | 15 - 30           |
| 1/8                              | 100 - 150 | 140 - 220         | 200 - 275        | 25 - 40           |
| 5/32                             | 150 - 225 | 200 - 275         | 250 - 350        | 40 - 55           |
| 3/16                             | 200 - 300 | 250 - 400         | 300 - 500        | 55 - 90           |
| 1/4                              | 275 - 400 | 300 - 500         | 400 - 650        | 80 - 125          |





ความสามารถการนำกระแสเชื่อมของทั้งสแตนอิลีกโทรด หมายถึง ความสามารถของอิลีกโทรดที่ทนต่อกระแสไฟเชื่อมปริมาณสูงได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ เช่น การใช้ขั้วไฟ การออกแบบหัวเชื่อม การจับลวดเชื่อม ความชำนาญและความสามารถของช่างเชื่อม ส่วนผิวของชิ้นงานเชื่อมมีผลต่อการเชื่อม คือชิ้นงานที่มีผิวมันเรียบจะทำให้กระแสไฟเชื่อมต่ำลงกว่าผิวชิ้นงานที่มีผิวด้าน เพราะผิวของชิ้นงานทำหน้าที่สะท้อนความร้อนกลับมายังทั้งสแตนอิลีกโทรด

ขณะทำการเชื่อมด้วยกระแสไฟต่ำเกินไปจะทำให้การอาร์กไม่สม่ำเสมอ และควบคุมการอาร์กได้ยากแต่ขณะเดียวกันหากใช้กระแสไฟกับทั้งสแตนบริสุทธิ์สูงเกินไปจะทำให้ปลายทั้งสแตนอิลีกโทรดมีขนาดโตมากเกินไปหรืออาจหยดลงในบ่อหลอมละลาย ทำให้เกิดจุดบกพร่องของงานเชื่อมได้ ดังนั้นควรใช้ขนาดทั้งสแตนอิลีกโทรดให้เหมาะสมกับงาน





รูปที่ 1.16 แสดงลักษณะสภาพปลายแท่งทั้งสแตนอเล็กโทรด





**แท่งทังสเตน A** เป็นทังสเตนบริสุทธิ์ (Pure Tungsten : EWP) ใช้กับกระแสเชื่อมกระแสสลับความถี่สูง (ACHF) มีลักษณะปลายกลมมนเป็นรูปทรงที่เหมาะสม

**แท่งทังสเตน B** เป็นทังสเตนผสมทอริเอตเต็ด 1 - 2% (Thoriated Tungsten : EWTh 1 - 2) ใช้กับกระแสดรงขั้วตรง (DCEN) มีลักษณะปลายเรียว

**แท่งทังสเตน C** เป็นทังสเตนผสมทอริเอตเต็ด 1 - 2% ที่นำมาใช้กับกระแสสลับในงานเชื่อมอะลูมิเนียมจะมีเม็ดสะเก็ดจำนวนมากบริเวณปลายแท่งทังสเตน ไม่เหมาะแก่การนำมาใช้งาน

**แท่งทังสเตน D** เป็นทังสเตนบริสุทธิ์ ใช้กับกระแสสลับความถี่สูง (ACHF) ซึ่งมีปริมาณกระแสไฟเชื่อมสูงเกินไปกว่าที่จะรับได้ จะทำให้เกิดการหลอมละลายเข้ารวมกับเนื้อแนวเชื่อมขณะทำการเชื่อมได้

**แท่งทังสเตน E** เป็นทังสเตนบริสุทธิ์ ที่นำมาลับปลายแท่งทังสเตนให้เรียว และใช้กับกระแสดรงขั้วตรง (DCEN) หลังจากทำการเชื่อมจะสังเกตได้ว่าเกิดปลายกลมมนที่ปลายแท่งทังสเตน อันเกิดมาจากเป็นคุณสมบัติของทังสเตนบริสุทธิ์ จึงไม่นิยมลับปลายแท่งทังสเตนให้เรียว







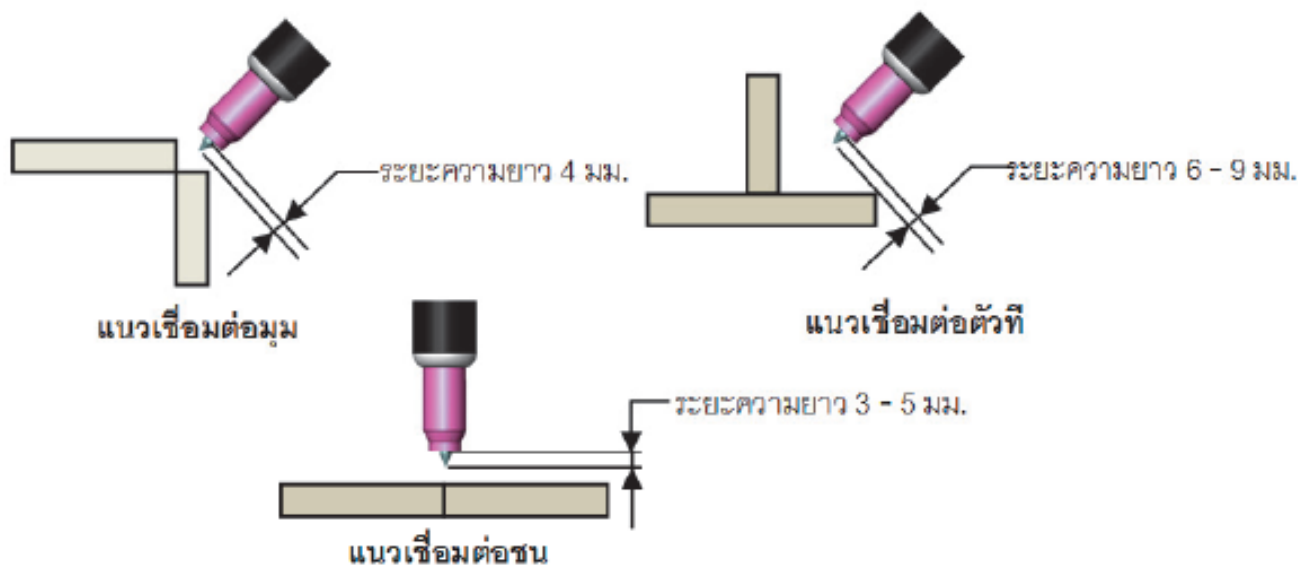
แท่งทั้งสแตน F เป็นการแสดงภาพที่เกิดจากการที่ปลายแท่งทั้งสแตนไปสัมผัสกับลวดเชื่อมเต็ม สามารถเรียกได้ว่าเกิด Contamination เมื่อเกิดสภาพนี้ให้หักส่วนที่สกปรกออกและลับปลายใหม่

แท่งทั้งสแตน G เป็นลักษณะของแท่งทั้งสแตนที่ได้รับการปกคลุมด้วยแก๊สปกคลุมไม่เพียงพอ สามารถสังเกตได้ว่ามีผิวสีดำเนื่องมาจากการเกิดออกไซด์ โดยบรรยากาศภายนอกเข้ามาทำปฏิกิริยาก่อน เย็นตัว หากนำไปเชื่อมต่อไปอีกจะทำให้ผิวออกไซด์แตกตัวไปยังบ่อหลอมละลาย





### 1.5.1 การปรับระยะยื่นปลายแท่งทั้งสแตนเลสเหล็กทอด



รูปที่ 1.17 แสดงการปรับระยะยื่นของปลายแท่งทั้งสแตนเลสเหล็กทอด





## 1.5.2 การเตรียมปลายแท่งทังสเตนอิเล็กทริก

1. ชนิดรูปทรงกลม (Ball Type) เป็นวิธีการเตรียมปลายแท่งทังสเตนอิเล็กทริก ซึ่งนำไปใช้กับทังสเตนบริสุทธิ์ (EWP) และทังสเตนชนิดผสมเซอร์โคเนียม (EWZr) นำมาใช้กับกระแสกลับความถี่สูง (ACHF) ดังแสดงรูปที่ 1.18



รูปที่ 1.18 แสดงการเตรียมปลายแท่งทังสเตนอิเล็กทริกชนิดรูปทรงกลม







# หน่วยที่ 2

## วัสดุและอุปกรณ์ในงานเชื่อม

### อาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม







## หัวข้อเรื่อง (Topics)

- 2.1 วัสดุที่ใช้งานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม
- 2.2 อุปกรณ์ที่ใช้งานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม
- 2.3 อุปกรณ์ตรวจสอบที่ใช้งานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม
- 2.4 ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม
- 2.5 อาชีวอนามัยในงานเชื่อม





## 2.1 วัสดุที่ใช้งานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

### 2.1.1 ลวดเชื่อมเติม

ลักษณะของลวดเชื่อมเติมเป็นลวดเปลี่ยนหน้าตัดกลมตัน มีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ ต้องมีส่วนผสมของโลหะที่ใกล้เคียงกับเนื้อโลหะที่ทำการเชื่อม ในกรณีที่ทำการเชื่อมโลหะต่างชนิด (Joining Dissimilar Metal) อาจต้องใช้ลวดเชื่อมที่มีคุณสมบัติต่างจากชนิดของโลหะงานหนึ่งหรือ อาจแตกต่างจากโลหะงานทั้งสอง เช่น ลวดเชื่อมเติมสำหรับใช้เชื่อมเหล็กคาร์บอนและเหล็กผสมต่ำ (Carbon and Low Alloys Steels) ลวดเชื่อมเติมเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steels) ลวดเชื่อมเติมสำหรับโลหะทนความร้อน (Heat Resistance Alloys) ลวดเชื่อมเติมอะลูมิเนียมผสม (Aluminum Alloys)



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะลวดเชื่อมเติมของกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม





เส้นลวดเชื่อมเติมสำหรับการเชื่อมชนิดนี้ ปกติจะเป็นลวดเชื่อมไม่มีไส้ยกเว้นลวดเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมที่บางบริษัทผู้ผลิตลวดเชื่อมเติมแบบมีไส้ฟลักซ์ เพื่อที่จะทดแทนการใช้แก๊สรองหลัง (BackGas) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.020 นิ้ว (0.5 มม.) สำหรับเชื่อมงานแผ่นบาง ถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3/16 นิ้ว (5 มม.) สำหรับงานเชื่อมที่ใช้กระแสไฟสูงในการเชื่อมควบคุมด้วยมือ หรือใช้ในการเชื่อมพอก (Surfacing) โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้กันมากที่สุด คือ ขนาด 3/64 นิ้ว (1.2 มม.), ขนาด 1/16 นิ้ว (1.6 มม.) และขนาด 3/32 นิ้ว (2.4 มม) ความยาวลวดเชื่อมที่เป็นเส้น (Rod) ยาว 36 - 39 นิ้ว (91.5 - 100 ซม.) การเลือกใช้ลวดเชื่อมเติม ต้องพิจารณาประเด็นสำคัญด้านผลข้างเคียงทางโลหะวิทยาเมื่อมีการหลอมรวมตัวกันระหว่างลวดเชื่อมเติมและโลหะงาน นอกจากนี้ต้องพิจารณาสภาวะการใช้งานเช่น ความต้านแรงดึง คุณสมบัติการนำความร้อน

ลวดเชื่อมเติมสำหรับการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมมีหลายรูปแบบ ได้แก่ แท่งตรง (Rod) และม้วน (Spool Wire) ขนาดความโตและความยาวเป็นไปตามมาตรฐาน AWS มีการแบ่งตามข้อกำหนด ดังแสดงตารางที่ 2.1





## ตารางที่ 2.1 ชนิดของลวดเชื่อมเติมการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม ตามมาตรฐาน AWS

| โลหะงานเชื่อม    | ข้อกำหนดลวดเติมมาตรฐาน AWS |
|------------------|----------------------------|
| อะลูมิเนียมผสม   | A5.10 - 92                 |
| แมกนีเซียมผสม    | A5.19 - 92                 |
| นิกเกิลผสม       | A5.14 - 64T                |
| เหล็กกล้าคาร์บอน | A5.18 - 93                 |
| เหล็กกล้าไร้สนิม | A5.9 - 93                  |







ในบางครั้งทางบริษัทผู้ผลิตลวดเชื่อมเติม จะบอกมาตรฐานกำกับไว้ด้านข้างภาชนะบรรจุซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบมาตรฐาน AWS กับมาตรฐาน DIN ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบมาตรฐาน AWS กับมาตรฐาน DIN ของลวดเชื่อมเติมชนิดอื่น

| โลหะงานเชื่อม    | มาตรฐาน AWS          | มาตรฐาน DIN               |
|------------------|----------------------|---------------------------|
| เหล็กกล้าสเตนเลส | AWS A5.9 ER308L      | DIN 8556 SGx2 CrNi 199    |
|                  | AWS A5.9 ER309L      | DIN 8556 SGx2 CrNi 2412   |
|                  | AWS A5.9 ER316L      | DIN 8556 SGx2 CrNiMo 1912 |
|                  | AWS A5.9 ER309       | DIN 8556 SGx12 CrNi 2212  |
| อะลูมิเนียม      | AWS A5.10 ER1100     | DIN 1732 S - Al 99.5      |
|                  | AWS A5.10 ER4047     | DIN 1732 S - Al Si 12     |
| นิกเกิล          | AWS A5.14 ER Ni - 1  | DIN 1736 SG NiTi 4        |
| ทองแดง           | AWS A5.7 ER CuSn - A | DIN 1733 S - CuSn 6       |





**1. ลักษณะของลวดเชื่อมเติม** ลวดเชื่อมเติม โดยทั่วไปแบ่งได้ตามรูปทรงหน้าตัด เพื่อสามารถนำไปใช้ได้สะดวกและเหมาะสม สามารถแบ่งได้ดังนี้

(1) **แบบแท่งเป็ล้อย** มีลักษณะแท่งเป็ล้อยกลมตันและมีความยาวประมาณ 36 - 39 นิ้วใช้สำหรับป้อนเติมให้กับรอยเชื่อม ด้วยวิธีการเชื่อมด้วยมือ

(2) **แบบม้วน** มีลักษณะเก็บในภาชนะที่เป็นม้วนทรงกระบอก ใช้สำหรับป้อนเติมให้กับรอยเชื่อม ด้วยวิธีการเชื่อมแบบอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ

**2. องค์ประกอบในการพิจารณาเลือกลวดเชื่อมเติม** ลวดเชื่อมเติมแต่ละชนิด จะใช้กับโลหะชิ้นงานและชนิดของกระบวนการเชื่อมที่แตกต่างกัน โดยในการเลือกใช้ลวดเชื่อมเติมต้องพิจารณาองค์ประกอบหลักได้ดังนี้

(1) ชนิดของโลหะงานเชื่อม

(2) ความหนาของโลหะงาน

(3) ชนิดของรอยต่อ

(4) ขนาดของรอยต่อ





## 2.1.2 แก๊สปกคลุม

1. **แก๊สอาร์กอน (Argon:Ar)** แก๊สชนิดนี้จัดให้อยู่ในแก๊สเฉื่อย (Inert Gas) ซึ่งมีคุณสมบัติหนักกว่าอากาศ ทำให้การอาร์กง่าย เปลวอาร์กเป็นลำพุ่งตรง แนวเชื่อมแคบลึก มีเม็ดโลหะ (Spatter) กระเด็นน้อย เหมาะกับการเชื่อมโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

2. **แก๊สฮีเลียม (Helium:He)** เป็นแก๊สเฉื่อยชนิดเดียวกับแก๊สอาร์กอน มีน้ำหนักเบากว่าแก๊สอาร์กอนประมาณ 9 เท่า และนำความร้อนได้ดี ความเข้มข้นการอาร์กต่ำกว่า แนวเชื่อมที่ได้มีแนวกว้างและมีการซึมลึกน้อยกว่าแก๊สอาร์กอน นิยมใช้งานเชื่อมโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น อะลูมิเนียม แมกนีเซียม และทองแดง

3. **แก๊สผสมอาร์กอน + ฮีเลียม (Ar+He)** แก๊สผสมชนิดนี้เหมาะแก่การเชื่อมด้วยระบบอัตโนมัติ จะช่วยลดปริมาณรูพรุนและการแตกร้อน เดินแนวเชื่อมได้เร็ว และลดการบิดงอ แต่จะเปลืองปริมาณแก๊สปกคลุมมากขึ้น

4. **แก๊สผสมอาร์กอน + ไฮโดรเจน (Ar+H)** แก๊สผสมชนิดนี้จะมีส่วนผสมที่หลากหลายขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งานโลหะชนิดอะไร กระบวนการเชื่อมอะไร สามารถใช้กับการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม ที่ต้องการความเร็วในการเชื่อม





ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างการนำไปใช้งานและผลที่ได้รับของแก๊สปกคลุมงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสแก๊สคลุม

| ชนิดแก๊สปกคลุม                     | การนำไปใช้งาน                        | ผลที่ได้รับ                                                                                                |
|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| แก๊สอาร์กอน (Argon : Ar)           | โลหะทุกชนิด                          | มีการอาร์กที่เรียบนิ่ง การเริ่มต้นอาร์กดีกว่า และราคาถูกกว่าแก๊สฮีเลียม                                    |
| แก๊สฮีเลียม (Helium : He)          | โลหะทุกชนิด                          | ความเข้มข้นของความร้อนดีกว่าแก๊สอาร์กอน เชื่อมแนวเชื่อมได้เร็ว เชื่อมแผ่นงานหนาได้                         |
| แก๊สผสมอาร์กอน + ฮีเลียม (Ar + He) | โลหะทุกชนิด                          | เหมาะกับการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม ระบบอัตโนมัติ เดินแนวเชื่อมได้เร็ว การบิดงอน้อย ลดการเกิดรูพรุนได้ดี |
| แก๊สผสมอาร์กอน + ไฮโดรเจน (Ar + H) | เหล็กกล้าโครเมียม/นิกเกิล และนิกเกิล | ใช้เชื่อมเฉพาะโลหะ เพิ่มความเร็วในการเชื่อมได้ดี และลดการเกิดรูพรุน                                        |







### 2.1.3 ชิ้นงานเชื่อม

1. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel) เหล็กกล้าชนิดนี้เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนไม่เกิน 0.25% นอกจากนี้ยังมีธาตุอื่นผสมอยู่ด้วย เช่น แมงกานีส ซิลิคอน ฟอสฟอรัส และกำมะถันแต่มีปริมาณน้อย

2. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steel) เหล็กกล้าชนิดนี้มีปริมาณคาร์บอนตั้งแต่ 0.2 - 0.5% โดยจะมีค่าความแข็งแรงและความเค้นแรงดึงสูงกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แต่จะมีความเหนียวน้อยกว่า นอกจากนี้ยังให้คุณภาพในการแปรรูปที่ดีกว่า สามารถนำไปชุบผิวแข็งได้ เหมาะกับงานที่ต้องการความเค้นแรงดึงปานกลาง

3. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel) เหล็กกล้าชนิดนี้มีปริมาณคาร์บอน 0.5 - 1.5% เป็นเหล็กที่มีความแข็งแรงและความเค้นแรงดึงสูง เมื่อผ่านการชุบแข็งจะมีความเปราะเหมาะสำหรับงานที่ทนต่อการสึกหรอ ใช้ทำเครื่องมือ สปริงแหนบ ลูกปืน ดอกสว่าน สกัด กรรไกร มีดกลึงตะไบ ใบเลื่อยตัดเหล็ก

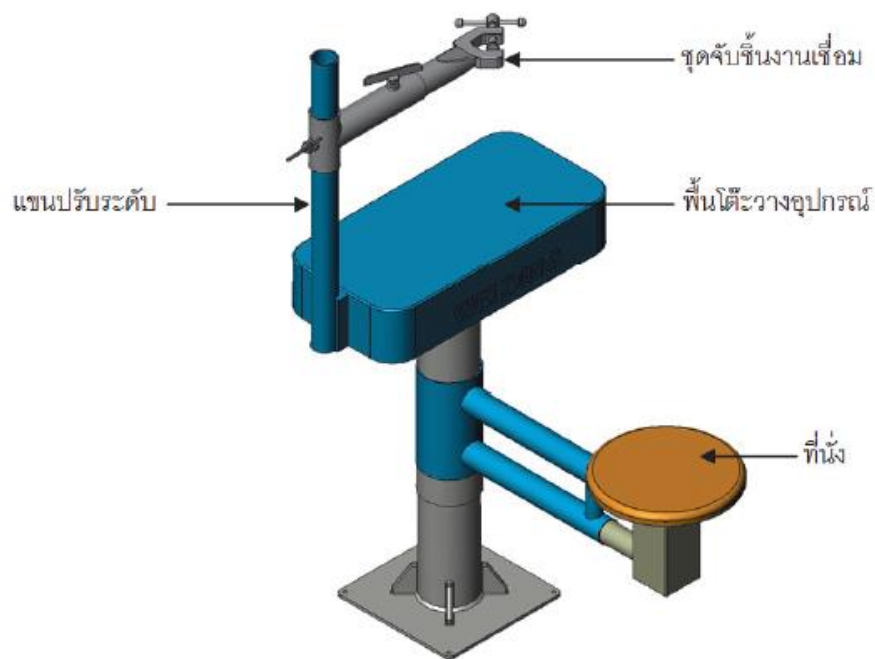




## 2.2 อุปกรณ์ที่ใช้งานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล

### 2.2.1 โต๊ะปฏิบัติงานเชื่อม

อุปกรณ์ชุดนี้จะอำนวยความสะดวกให้กับช่างเชื่อมโลหะที่ต้องการพื้นที่ปฏิบัติงานที่สามารถจับชิ้นงานขณะทำการเชื่อมในท่าเชื่อมตำแหน่งที่กำหนดได้



รูปที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบโต๊ะปฏิบัติงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล





### 2.2.2 ค้อนหัวกลม (Ball Peen Hammer)

ค้อนหัวกลมเป็นค้อนที่ใช้กันทั่วไปสำหรับงานช่างกล หรือช่างโลหะ หัวด้านหนึ่งมีลักษณะของด้านหน้าเรียบ (Face) ส่วนอีกด้านหนึ่งจะมีลักษณะหัวกลม (Ball Peen) ด้านหัวกลมนี้นี้จะมีขนาดเล็กกว่าด้านหน้าหัว และด้านหน้าของค้อนชนิดนี้จะใช้สำหรับการเคาะ หรือตีงานที่มีขนาดพื้นที่ไม่กว้างนัก หรืองานหมุดย้ำ (Rivet) เป็นต้น ขนาดของน้ำหนักของค้อนหัวกลมมีหลายขนาด ที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ 4, 6, 8, 12 ออนซ์ (Ounces) และ 1/2, 2 ปอนด์ (Pounds)



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะค้อนใช้ในการตักแต่งชิ้นงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสและเหล็ก





### 2.2.3 คีมจับชิ้นงาน (Flat Nose Pliers)

คีมจับชิ้นงานเป็นคีมปากแบน ด้านรูปร่างและขนาดของคีมที่ใช้เกี่ยวกับงานทั่วไปมีลักษณะหลายรูปแบบและหลายขนาดสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานในลักษณะที่ต่างกัน



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะคีมจับชิ้นงานเชื่อม







## 2.2.4 แปรงลวด (Wire brush)

แปรงลวดเป็นอุปกรณ์ช่วยในการทำทำความสะอาดแนวเชื่อมให้มีความสะอาดปราศจากคราบผิวไหม้ของแนวเชื่อมเพื่อให้ตรวจสอบแนวเชื่อมได้ชัดเจน ส่วนมากใช้แปรงลวดเหล็กขัดแนวเชื่อม 5 แถวขัดชิ้นงานที่เป็นเหล็กกล้าคาร์บอน



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะแปรงลวดขัดชิ้นงานเชื่อม





### 2.2.5 ตะไบ (Rasp)

ตะไบเป็นอุปกรณ์ช่วยทำการตกแต่งชิ้นงานเชื่อมให้เป็นไปตามแบบที่กำหนดและความเรียบร้อยของชิ้นงานเชื่อม โดยรูปร่างของตะไบที่ใช้กันโดยทั่วไปส่วนใหญ่จะทำขึ้นให้มีภาพหน้าตัดเป็นรูปทรงเรขาคณิต เช่น แบน กลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส สามเหลี่ยม และครึ่งวงกลม



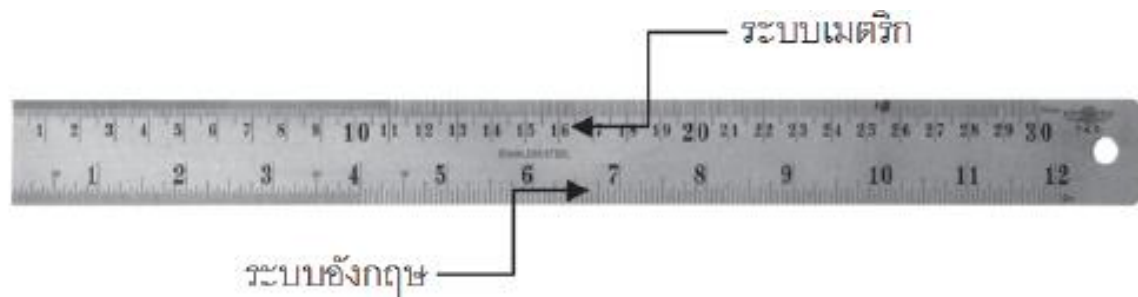
รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะตะไบตกแต่งชิ้นงานเชื่อม





## 2.2.6 บรรทัดโลหะ (Steel Ruler)

เป็นอุปกรณ์ที่รู้จักกันโดยทั่วไป ส่วนใหญ่ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม สามารถวัดได้ทั้งระบบอังกฤษ (นิ้ว) และระบบเมตริก (มิลลิเมตร) มีหลายขนาดตั้งแต่ 12 นิ้ว 24 นิ้ว และ 36 นิ้ว



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะบรรทัดโลหะใช้วัดขนาดชิ้นงานเชื่อม





### 2.2.7 เหล็กขีด (Scriber)

เหล็กขีดเป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ยื่นหรือร่างแบบลงบนแผ่นโลหะเปรียบเสมือนดินสอหรือปากกาที่ใช้ในงานเขียนแบบทั่วไป เหล็กขีดนี้จะต้องมีความแข็งกว่าโลหะที่จะร่างแบบซึ่งทำจากเหล็กกล้าคาร์บอน บริเวณปลายแหลมจะผ่านการชุบแข็ง เพื่อให้ทนต่อการสึกหรอได้ดี



รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะเหล็กขีดสำหรับร่างแบบชิ้นงานเชื่อม







## 2.2.8 หน้ากากเชื่อม

หน้ากากเชื่อม เป็นอุปกรณ์ช่วยในงานเชื่อมด้วยไฟฟ้า โดยจะต้องมีความเข้มเพียงพอต่อแสงจ้าของการเชื่อมแต่ละชนิดกระบวนการเชื่อม ปกติมีตั้งแต่เบอร์ 9 - 15 การใช้ความเข้มของหน้ากากต่ำมีโอกาที่จะทำให้ดวงตาได้รับอันตรายมากขึ้น หน้ากากเชื่อมแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดใช้มือถือ และชนิดใช้สวมศีรษะ การใช้งานแตกต่างกัน โดยหน้ากากชนิดใช้มือถือเหมาะสำหรับผู้เริ่มทำการฝึกเชื่อมส่วนหน้ากากสวมศีรษะเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องจับและทำการเชื่อมด้วย



(ก) ชนิดใช้มือถือ



(ข) ชนิดใช้สวมศีรษะแบบปรับแสงอัตโนมัติ

รูปที่ 2.9 แสดงหน้ากากเชื่อมชนิดใช้มือถือและชนิดใช้สวมศีรษะปรับแสงอัตโนมัติ





## 2.2.9 ชุดปฏิบัติงานเชื่อม

ชุดปฏิบัติงานเชื่อมเป็นอุปกรณ์ช่วยให้ร่างกายไม่สัมผัสกับสะเก็ดเชื่อมและแสงจากการเชื่อมทำมาจากผ้าฝ้ายและขนสัตว์ ไม่ควรใช้ชุดที่ทำมาจากวัสดุเทียมที่เป็นในลอน เพราะติดไฟได้ง่าย ควรเป็นชุดที่สะอาด ไม่เปียกชื้น เนื่องจากขณะปฏิบัติงานชุดนั้นอาจเป็นตัวนำกระแสไฟได้



รูปที่ 2.10 แสดงการสวมใส่ชุดปฏิบัติงานเชื่อมโลหะ





## 2.3 อุปกรณ์ตรวจสอบที่ใช้งานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

### 2.3.1 เกจวัดขนาดแนวเชื่อม (Welding gauge)

โดยส่วนมากเกจวัดแนวเชื่อมทุกรุ่นทำมาจากเหล็กกล้าไร้สนิม สามารถใช้วัดแนวเชื่อมตามความต้องการ โดยอ่านค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็นนิ้ว หรือมิลลิเมตร และสามารถวัดค่าเชิงเส้น หรือมุมองศาได้อีกค่าหนึ่ง การเลือกใช้เกจวัดแนวเชื่อมต้องคำนึงถึงความเหมาะสม ความสะดวกสบายในการวัดของลักษณะงานที่ทำอยู่ประจำ



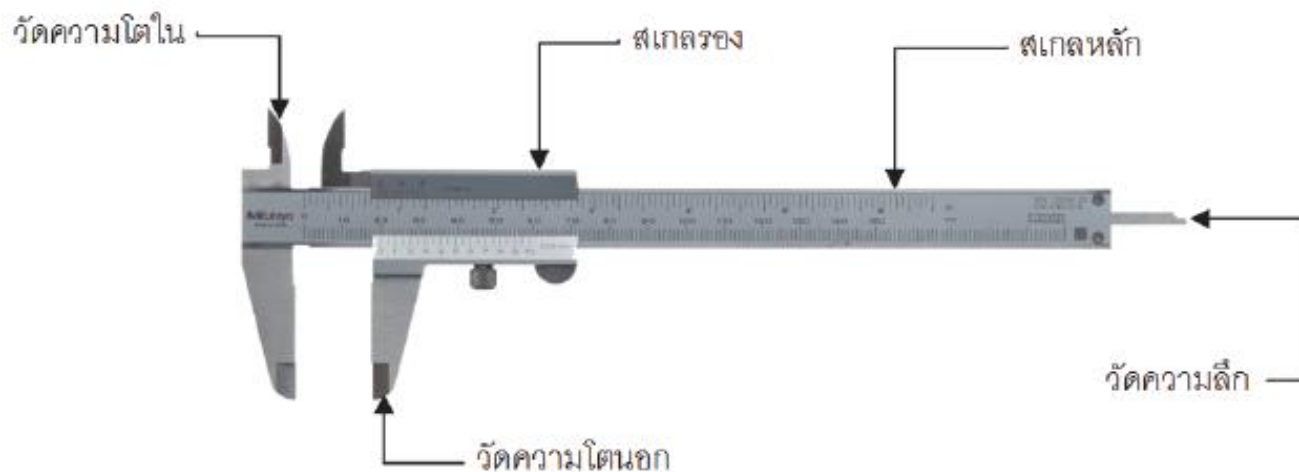
รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะเกจวัดขนาดแนวเชื่อม





### 2.3.2 เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier caliper)

เวอร์เนียคาลิปเปอร์เป็นอุปกรณ์ช่วยงานด้านการตรวจสอบชิ้นงานและขนาดมาตรฐานแนวเชื่อม เป็นเครื่องมือวัดความยาวอย่างละเอียด โดยแบ่งสเกลตามความยาวคล้ายไม้บรรทัด แต่มีการแบ่งสเกลรองสามารถเลื่อนวัดค่าได้ละเอียดมากขึ้น สามารถวัด ความโตใน และโตนอกของท่อและวัดค่าความลึกได้



รูปที่ 2.12 ลักษณะเวอร์เนียคาลิปเปอร์







### 2.3.3 แว่นขยาย (Smart Magnifier)

แว่นขยายเป็นอุปกรณ์ช่วยงานด้านการตรวจสอบงานเชื่อม เพื่อส่องสังเกตวัตถุที่ต้องการสังเกตให้ใหญ่ขึ้นให้ได้ภาพชัดเจนมากยิ่งขึ้น เลนส์มีกำลังการขยายตั้งแต่ 2.5 ถึง 12 เท่า ในบางผลิตภัณฑ์ทางบริษัทผู้ผลิตออกแบบมาให้มีไฟส่องสว่าง เพื่อสะดวกการปฏิบัติงานมากขึ้น



รูปที่ 2.13 แสดงลักษณะแว่นขยายสำหรับใช้ตรวจสอบงานเชื่อม





### 2.3.4 ไฟฉาย (Flashlight)

ไฟฉายเป็นอุปกรณ์ช่วยงานด้านการตรวจสอบงานเชื่อม เพื่อส่องสว่างขณะทำการตรวจสอบชิ้นงานหรืองานเชื่อมตามจุดพิกัดที่ต้องการทราบค่าหรือรายละเอียดอื่น เพื่อนำผลที่ได้มาทำการพิจารณาและวิเคราะห์จุดบกพร่องในงานเชื่อมได้เป็นผลดีตามระดับเกณฑ์ที่กำหนด ปัจจุบันไฟฉายมีการพัฒนามากขึ้นตามลำดับ ผู้ผลิตสามารถผลิตไฟฉายแบบประหยัดพลังงานหรือใช้แบตเตอรี่น้อยลง โดยผลิตเป็นไฟฉายแบบมีหลอดไฟ LED และแบล็คไลท์ (UV) มีราคาที่ไม่สูง และสามารถใช้ได้ในระยะเวลานานโดยที่หลอดไฟไม่ร้อนหรือขาดง่าย



รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะไฟฉายสำหรับใช้ตรวจสอบงานเชื่อม





## 2.4 ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

### 2.4.1 ความหมายและความสำคัญของความปลอดภัย

**ความหมาย** ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเชื่อม หมายถึง พฤติกรรมหรือสภาพการทำงานเชื่อม ไม่มีการเกิดอุบัติเหตุที่อาจทำให้ส่วนหนึ่งของร่างกาย ชีวีต และทรัพย์สิน ได้รับอันตรายหรือสูญเสียจากอุบัติเหตุ

**ความสำคัญของความปลอดภัย** มีความสำคัญดังนี้

1. เพื่อรักษาส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย ชีวีต และทรัพย์สินไว้ให้ยาวนานที่สุด
2. เพื่อไม่ให้เป็นการเสียเวลาปฏิบัติงานเชื่อมและเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาร่างกายอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุจนทำให้ร่างกายพิการส่วนใดส่วนหนึ่งอาจทำให้เสียชีวิต
3. เพื่อให้การปฏิบัติงานเชื่อมเป็นไปด้วยความสม่ำเสมอไม่ติดขัดจนมีผลกระทบต่องานเพราะถ้าร่างกายได้รับอุบัติเหตุจะเป็นผลทำให้การปฏิบัติงานไม่ต่อเนื่อง
4. ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมมีขวัญและกำลังใจในการปฏิบัติงาน และสร้างผลงานเป็นที่ประทับใจของนายจ้างและเพื่อนร่วมงานอย่างสม่ำเสมอ





## 2.4.2 ข้อควรปฏิบัติในงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

### 1. การปฏิบัติก่อนการเชื่อม

(1) ควรตรวจสอบเครื่องเชื่อม ฉนวนไฟฟ้า และอุปกรณ์การเชื่อม ให้แน่ชัดว่าไม่มีสิ่งผิดปกติแต่อย่างใด ในการตรวจสอบควรตรวจสอบฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า ตรวจสอบการชำรุดของเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ หากมีสิ่งผิดปกติควรจัดการเปลี่ยนหรือซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะปฏิบัติงานเชื่อมได้ปลอดภัย

(2) ควรจัดทำห้องปฏิบัติงานเชื่อมไว้โดยเฉพาะ เพื่อไม่ให้เป็นการรบกวนการปฏิบัติงานของบุคคลอื่น แต่ไม่ควรทำห้องให้ปิดมิดชิดทุกด้าน เพราะจะทำให้การระบายอากาศไม่สะดวก และในแต่ละห้องควรมีที่ดูดควันเชื่อม

(3) สวมหน้ากากป้องกันแสงหรือแว่นตากรองแสง (Filter Lens) ให้มีเหมาะสมกับความเข้มของแสง รวมทั้งสวมถุงมือ ปลอกแขน หรือเสื้อหนังให้รัดกุม

(4) บริเวณที่จะทำการเชื่อม ในกรณีที่มีการปฏิบัติงานเชื่อมนอกสถานที่ไม่ควรปฏิบัติงานเชื่อมในที่เปียกชื้น หรือทำการเชื่อมบนพื้นที่ที่เปียกนองไปด้วยน้ำ เพราะกระแสไฟฟ้าอาจลัดวงจรได้ และไม่ควรเชื่อมใกล้กับวัสดุไวไฟ เช่น กระดาษ น้ำมันเชื้อเพลิง







รูปที่ 2.15 แสดงพื้นที่ของห้องปฏิบัติงานเชื่อมโลหะ





## 2. การปฏิบัติขณะการเชื่อม

(1) อย่ามองแสงที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมด้วยตาเปล่า เพราะแสงที่มีความสว่างมากเกินไปมีอันตรายต่อสายตา

(2) ขณะทำการเชื่อมไม่ควรสวมเครื่องประดับ เช่น นาฬิกา แหวน สร้อยคอ หรือถืออุปกรณ์การเชื่อมไว้ตามร่างกาย ขากางเกงยาวให้ใส่เข้าไปในรองเท้า เพราะอาจกระทบชิ้นงาน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้

(3) ประกอบสายดิน (Clamp) กับเครื่องเชื่อมเพื่อป้องกันการหลุด หรือยับขณะทำการเชื่อม

(4) การเชื่อมท่าเหนือศีรษะ (Overhead) ควรสวมหมวกนิรภัย เพื่อป้องกันความร้อนซึ่งอาจมีประกายไฟทำให้ไหม้ศีรษะได้หรือเป็นอันตรายต่อสิ่งของรอบด้าน

(5) อย่าทำการซ่อมเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนด์แก๊สคลุมขณะที่ทำการเชื่อมอยู่ เพราะอาจถูกไฟฟ้าลัดวงจรทำให้ได้รับอันตรายต่อร่างกายและเสียชีวิตได้

(6) การปฏิบัติงานเชื่อมในสถานที่สูง บนโครงหลังคา หรือหลังคาอาคารสูงต้องคาดเข็มขัดนิรภัย (Safety Belt) ทุกครั้ง





(7) การปฏิบัติงานเชื่อมในพื้นที่จำกัด เช่น ในบ่อ ถ้ำ ถัง และท่อ จะต้องให้อากาศถ่ายเทได้ตลอดเวลา และควรเป็นอากาศจากบรรยากาศปกติ ห้ามใช้ออกซิเจนบริสุทธิ์อัดเข้าไป เพราะอาจทำให้เกิดประกายไฟจนลุกไหม้หรือระเบิดได้

(8) ขณะปฏิบัติงานภายในท่อที่เป็นโลหะควรมีเพื่อนช่างเชื่อม (Partner) ร่วมด้วย เมื่อมีปัญหาเกี่ยวกับการเชื่อมจะได้ช่วยได้ทันที และควรใช้แผ่นไม้รองนั่งเพื่อเป็นฉนวนไฟฟ้า

(9) เครื่องเชื่อมที่ต่อสายไฟเมน (Main) เข้าเครื่องมือต้องต่อสายดิน (Earth Lead) เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว เมื่อมีร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่งกระทบกับเครื่องเชื่อมอาร์ก ทั้งส텐แก๊สคลุม อาจทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้

(10) ขณะทำการเชื่อมไม่ควรพักหัวเชื่อมไว้ในสถานที่อับ เช่น รั้ว เพราะเป็นที่อับชื้นมีโอกาสเกิดไฟฟ้าลัดวงจรและได้รับอันตราย

(11) เมื่อมีการลดหรือเพิ่มกระแสไฟเชื่อมต้องปิดเครื่องเชื่อม และหยุดเชื่อมระยะหนึ่งก่อนที่จะปรับลดหรือเพิ่มกระแสไฟเชื่อม





### 3. การปฏิบัติหลังการเชื่อม

- (1) ปิดเครื่องเชื่อมทุกครั้งเมื่อปฏิบัติงานเชื่อมเสร็จ หรือขณะทำการเคลื่อนย้ายเครื่องเชื่อม เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน
- (2) นำหัวเชื่อมออกจากพื้นโต๊ะปฏิบัติงานหรือสายดิน เพื่อไม่ให้เกิดการอาร์ก ขณะเปิดเครื่องเชื่อม เพราะบางครั้งยังคงเปิดสวิตช์เปิด - ปิดอัตโนมัติค้างไว้
- (3) หลังปฏิบัติงานเชื่อมเสร็จชิ้นงานจะมีความร้อน ก่อนหยิบชิ้นงานออกหรือเคลื่อนย้ายจากเดิม ควรมองรอบด้านว่ามีผู้อื่นอยู่ในบริเวณใกล้เคียงหรือไม่ ควรปฏิบัติด้วยความระมัดระวังไม่ให้ชิ้นงานร้อนไปสัมผัสกับบุคคลที่อยู่ข้างเคียงได้รับอันตราย







รูปที่ 2.16 แสดงการปิดเครื่องเชื่อมทุกครั้งเมื่อปฏิบัติงานเสร็จ



รูปที่ 2.17 แสดงการนำหัวเชื่อมและชิ้นงานเชื่อมออกจากพื้นโต๊ะปฏิบัติงาน



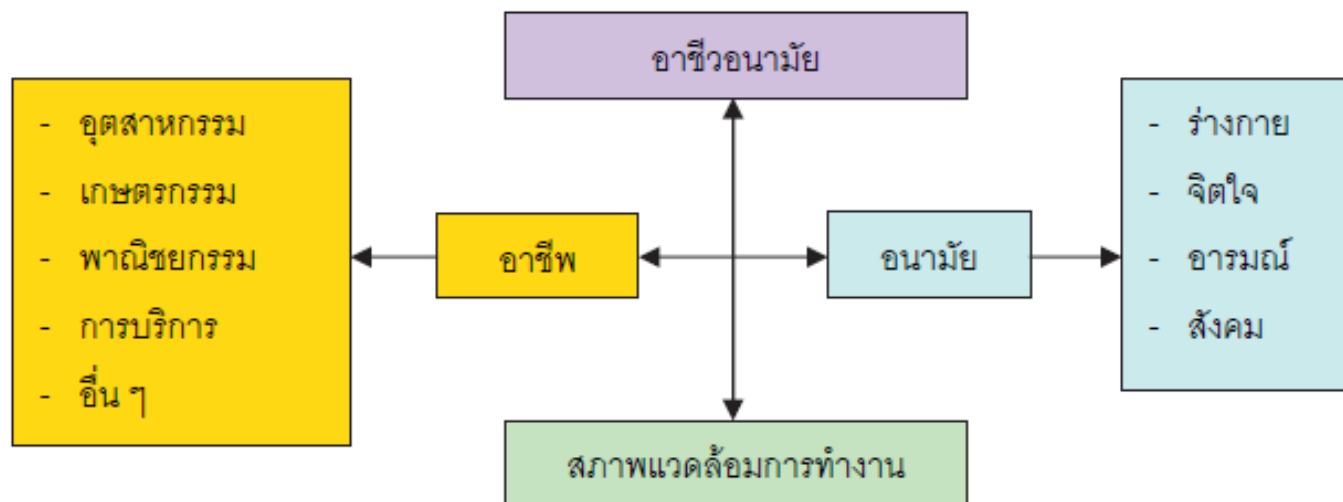


## 2.5 อาชีวอนามัยในงานเชื่อม

### 2.5.1 ความหมายของอาชีวอนามัย

คำว่า อาชีวอนามัย เป็นคำสมาสมาจากคำว่า อาชีวะ หรือ อาชีพ รวมกับคำว่า อนามัย หรือสุขภาพ

**ความหมาย** อาชีวอนามัย หมายถึง งานที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริม ควบคุม ดูแล การป้องกันโรค ตลอดจนอุบัติเหตุและการดำรงรักษาสุขภาพอนามัยทั้งมวลของผู้ประกอบอาชีพให้มีความปลอดภัย มีสภาพร่างกายและจิตใจที่สมบูรณ์ แข็งแรง



แผนภูมิที่ 2.1 ที่มาของอาชีวอนามัย





## 2.5.2 ขั้นตอนการดำเนินการอาชีวอนามัย

การดำเนินการอาชีวอนามัยเป็นการดำเนินการ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ตามเป้าหมายกำหนด โดยมีขั้นตอนหลักประกอบด้วย 5 ขั้นตอนได้ดังนี้

1. การจำแนกปัญหาและอันตราย (Problems and Hazards Identification) เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ และจำเป็นต้องค้นคว้าปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน หากได้รับความร่วมมือ หรือการใช้เทคนิควิธีการที่ไม่ซับซ้อน ควบคู่กับประสบการณ์ ความรับผิดชอบของผู้ตรวจสอบ จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายอย่างรวดเร็ว

2. การประเมินขนาดของปัญหาและอันตราย (Hazards Evaluation) เป็นขั้นตอนที่นำเครื่องมือมาตรวจสอบ เพื่อวัดขนาดของปัญหาที่เกิดขึ้นจริง มีความอันตรายในระดับใด และความรุนแรงของปัญหานั้นจะเพิ่มมากขึ้นหรือไม่ อย่างไร





3. การเปรียบเทียบขนาดของอันตราย (Hazards Interpretation) เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลซึ่งได้จากการประเมินขนาดของปัญหาและอันตรายมาทำการเปรียบเทียบประเมินกับมาตรฐานที่มีอยู่ เช่นมาตรฐานทางด้านวิชาการ กฎหมาย หรืออาจเป็นข้อเสนอแนะ เพื่อที่จะได้ทราบถึงระดับความรุนแรงของปัญหา และความจำเป็นเร่งด่วน

4. การสั่งการและการควบคุม (Hazard Control) เป็นขั้นตอนที่ได้รับทราบความรุนแรงของปัญหาและความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องดำเนินการ เพื่อกำหนดแนวทางที่เหมาะสมนำมาใช้จัดการโดยบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้อง มาดำเนินการสั่งการให้ปรับปรุงแก้ไขอันตราย และควบคุมสภาพอันตรายที่จะเกิดขึ้นให้อยู่ในสภาพปกติให้มากที่สุด

5. การประเมินโครงการ (Project Evaluation and Feedback) เป็นขั้นตอนการดำเนินการประเมินผลความสำเร็จของโครงการที่ได้ดำเนินการมาทั้งสิ้น และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้ และควรนำเสนอในรูปแบบรายงานให้กับผู้บริหารรับทราบความก้าวหน้า







### 2.5.3 ขอบเขตของการดำเนินการอาชีวอนามัย

1. การป้องกันและควบคุมโรคจากการประกอบอาชีพ การปฏิบัติเกี่ยวกับการควบคุมป้องกันโรคอันเนื่องมาจากการปฏิบัติงานประจำ ซึ่งจะมีผลที่ส่งให้เกิดขึ้นในระยะยาวจากการสะสมของพิษภัย หรือโรคในระดับที่จะแสดงผลออกมาให้เห็น หรืออาจส่งผลให้เกิดอาการรุนแรงเฉียบพลัน หากได้รับสารพิษที่ปริมาณสูง



รูปที่ 2.18 ตราสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม





2. การป้องกันและควบคุมอุบัติเหตุจากการประกอบอาชีพ ด้านการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการป้องกันและควบคุม การพิการ การได้รับบาดเจ็บ อุบัติเหตุที่เกิดขึ้น รวมทั้งการเสียชีวิตจากการปฏิบัติงานในพื้นที่ไม่ปลอดภัย โดยส่วนมากเกิดจากปัญหาอย่างทันทีทันใดจากสภาพของงานที่ต้องปฏิบัติต่อการเสี่ยงอันตราย จากสภาพของการวางแผนผังของพื้นที่ปฏิบัติงานไม่เหมาะสม จากการเลือกใช้เครื่องมือเครื่องจักรที่สภาพไม่พร้อมใช้งาน รวมทั้งจากการไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตราย



รูปที่ 2.19 การสวมชุดปฏิบัติงานเพื่อป้องกันและควบคุมอุบัติเหตุ





3. การควบคุมป้องกันมลพิษของสิ่งแวดล้อม สภาพของการทำงานของสถานประกอบการหรือโรงงานอุตสาหกรรม เป็นแหล่งที่ทำให้เกิดมลพิษกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีผลต่อความรำคาญ ทำให้เกิดอาการเจ็บป่วย พิการ หรือเสียชีวิตได้ และส่งผลต่อสุขภาพอนามัยของบุคคลหรือชุมชนทั้งทางตรงและทางอ้อม



รูปที่ 2.20 มลพิษควันจากโรงงานอุตสาหกรรม







# หน่วยที่ 3

## ตำแหน่งท่าเชื่อมและเทคนิคการเชื่อม อาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม







## หัวข้อเรื่อง (Topics)

- 3.1 ตำแหน่งท่าเชื่อม
- 3.2 เทคนิคการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม
- 3.3 เทคนิคการเชื่อมตามชนิดของโลหะ
- 3.4 สัญลักษณ์การเชื่อม



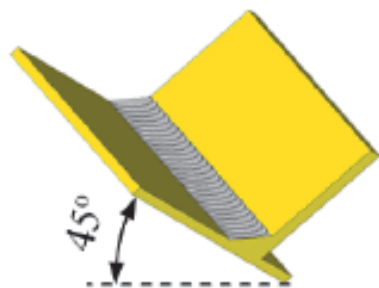


## 3.1 ตำแหน่งท่าเชื่อม

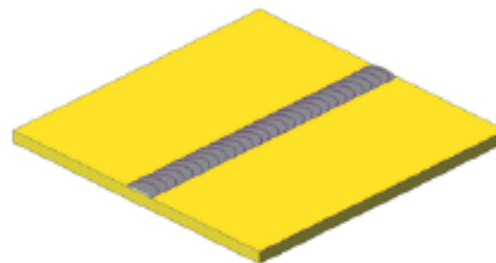
### 3.1.1 ตำแหน่งท่าเชื่อมตามมาตรฐาน (Welding Position)

การกำหนดตำแหน่งท่าเชื่อมเป็นไปตามมาตรฐานสามารถแบ่ง 4 ท่าเชื่อม ดังนี้

1. ตำแหน่งท่าราบ (Flat Position) เป็นท่าเชื่อมที่ทำการเชื่อมได้ง่ายที่สุด เพราะสามารถควบคุมบ่อหลอมละลายได้ง่ายและแกนของแนวเชื่อมจะอยู่ด้านบนของชิ้นงาน การบอกตำแหน่งท่าเชื่อมมาตรฐานสมาคมการเชื่อมอเมริกา (American Welding Society; AWS) และมาตรฐานสากล (International Organization for Standardization; ISO)



(ก) ต่อก้นท่าราบ 1F (PA)



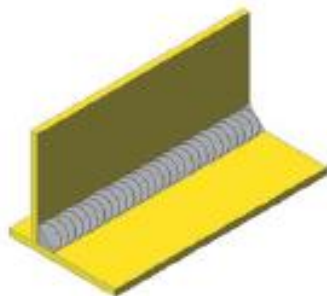
(ข) ต่อก้นท่าราบ 1G (PA)

รูปที่ 3.1 แสดงการวางชิ้นงานตำแหน่งท่าราบ

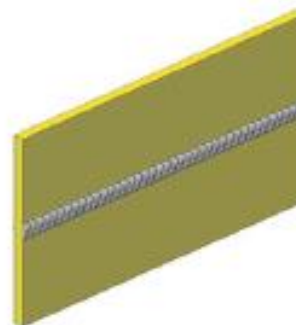




2. ตำแหน่งทำขนาบนอน (Horizontal Position) เป็นท่าเชื่อมที่แนวเชื่อมจะอยู่ด้านข้างของชิ้นงาน แต่แกนของแนวเชื่อมขนานไปกับแนวระนาบพื้น การหลอมละลายของแนวเชื่อมจะไหลย้อยลงด้านล่าง จึงจำเป็นต้องเชื่อมหลายแนว เพื่อให้แนวเชื่อมขนาดใหญ่ขึ้น และเอียงไม่ให้น้ำโลหะไหลลงการบอกตำแหน่งท่าเชื่อมมาตรฐานสมาคมการเชื่อมอเมริกา (American Welding Society; AWS) และมาตรฐานสากล (International Organization for Standardization; ISO)



(ก) ต่อที่ท่าขนาบนอน 2F (PB)



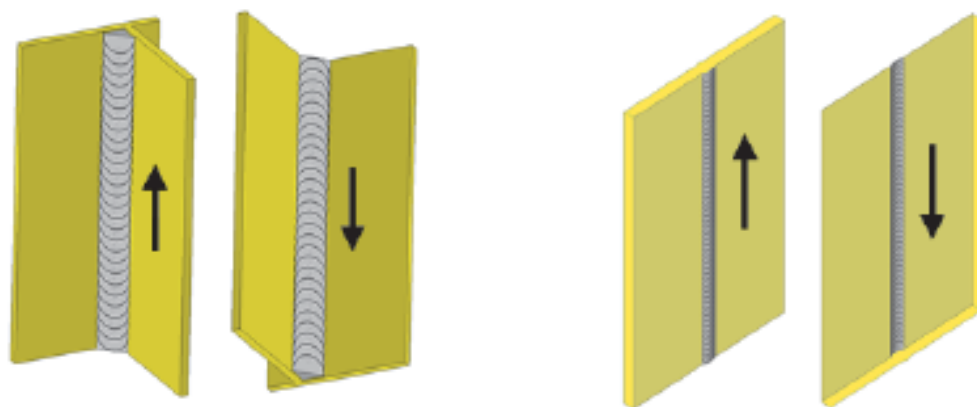
(ข) ต่อขนท่าขนาบนอน 2G (PC)

รูปที่ 3.2 แสดงการวางชิ้นงานตำแหน่งท่าขนาบนอน





3. ตำแหน่งท่าตั้ง (Vertical Position) เป็นท่าเชื่อมที่แนวเชื่อมอยู่ด้านข้างของชิ้นงานเชื่อม แต่แกนของแนวเชื่อมตั้งฉากกับแนวระนาบพื้น ในท่านี้จะแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ การเชื่อมจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนเป็นการเชื่อมขึ้น (Vertical Up) เหมาะกับการเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนา ส่วนการเชื่อมด้านบนสู่ด้านล่างเป็นการเชื่อมลง (Vertical Down) เหมาะกับการเชื่อมชิ้นงานบาง การบอกตำแหน่งท่าเชื่อมมาตรฐานสมาคมการเชื่อมอเมริกัน (American Welding Society; AWS) และมาตรฐานสากล (International Organization for Standardization; ISO) แสดงในรูปที่ 3.3



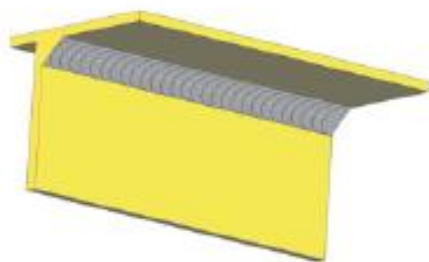
รูปที่ 3.3 แสดงการวางชิ้นงานตำแหน่งท่าตั้ง



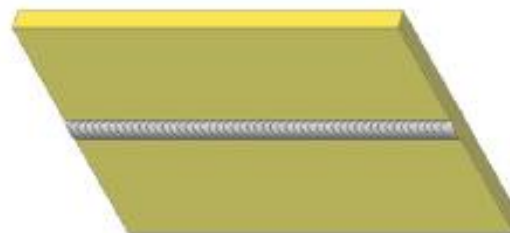




4. ตำแหน่งท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position) เป็นท่าเชื่อมที่แนวเชื่อมอยู่ด้านล่างของชิ้นงานเชื่อม แต่แกนของแนวเชื่อมขนานไปกับแนวระนาบพื้น เป็นท่าเชื่อมที่ปฏิบัติงานเชื่อมยากมากที่สุด เนื่องจากมีแรงดึงดูดของโลกทำให้บ่อหลอมละลายไหลย้อยลงมาเป็นอันตรายต่อร่างกายและสิ่งของได้ ดังนั้นผู้เชื่อมจะต้องมีทักษะความชำนาญสูง การบอกตำแหน่งท่าเชื่อมมาตรฐานสมาคมการเชื่อมอเมริกา (American Welding Society; AWS) และมาตรฐานสากล (International Organization for Standardization; ISO) แสดงในรูปที่ 3.4



(ก) ต่อที่ท่าเหนือศีรษะ 4F (PD)



(ข) ต่อชนท่าเหนือศีรษะ 4G (PE)

รูปที่ 3.4 แสดงการวางชิ้นงานตำแหน่งท่าเหนือศีรษะ





### 3.1.2 ชนิดของรอยต่อตามมาตรฐาน (Joint of Type)

การออกแบบรอยต่อของงานเชื่อม เป็นการนำชิ้นงาน 2 ชิ้นหรือมากกว่ามาต่อเข้ารวมกัน ซึ่งมีการบวนการต่อที่หลากหลาย การกำหนดชนิดของรอยต่องานเชื่อมแบ่งไว้ 5 รอยต่อ ได้ดังนี้

1. รอยต่อชน (Butt Joint) เป็นการนำชิ้นงานจำนวน 2 ชิ้นวางให้ขอบงานชนกัน ซึ่งมีการออกแบบให้เว้นช่องว่างหรือไม่ ขึ้นกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการนำไปใช้งาน โดยออกแบบให้มีหน้าตัดที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงานเชื่อม รูปแบบการต่อชนแสดงในรูปที่ 3.5

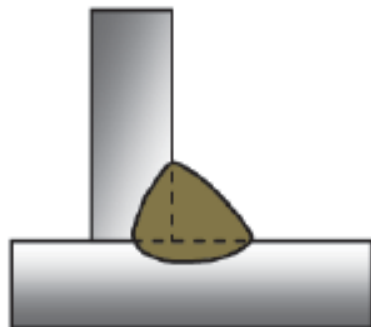


รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะหน้าตัดรอยต่อชน



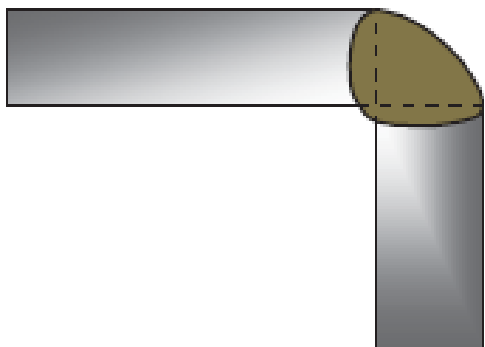


2. รอยต่อตัวที (T Joint) เป็นการนำชิ้นงานจำนวน 2 ชิ้นมาวางตั้งฉากให้เป็นหน้าตัดตัวที (T) ในบางครั้งการออกแบบขึ้นอยู่กับการใช้งาน โดยมีการบากขอบงานชิ้นที่นำมาตั้งฉาก ซึ่งรอยต่อตัวทีเป็นที่นิยมมากในการออกแบบเนื่องจากง่ายต่อการเตรียมงาน แสดงในรูปที่ 3.6

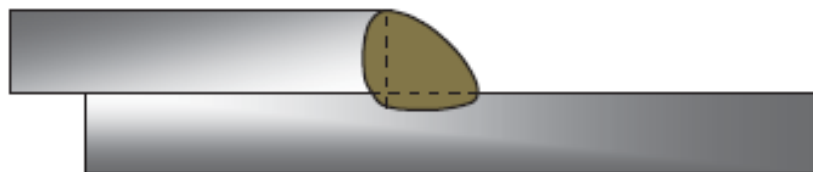


รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะหน้าตัดรอยต่อตัวที





รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะหน้าตัดรอยต่อมุม



รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะหน้าตัดรอยต่อเกย

3. รอยต่อมุม (Corner Joint) เป็นการนำชิ้นงานจำนวน 2 ชิ้นมาวางตั้งฉากกันให้เป็นหน้าตัดรูปมุมฉากสามเหลี่ยม สามารถทำการเชื่อมได้ทั้งมุมในและมุมนอก

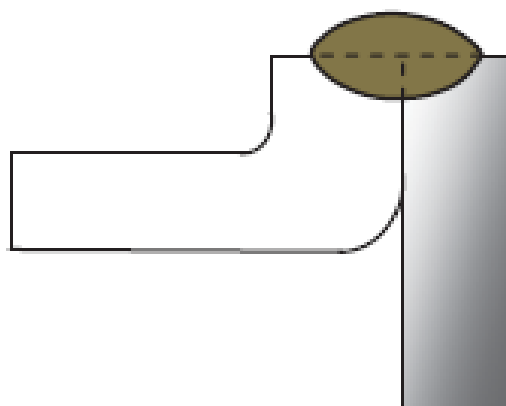
4. รอยต่อเกย (Lap Joint) เป็นการนำชิ้นงานจำนวน 2 ชิ้นมาวางซ้อนเกยกันและทำการเชื่อมบริเวณขอบของชิ้นงานที่วางเกยกันรอยต่อนี้ง่ายต่อการเตรียมชิ้นงานทำให้เสียเวลาน้อย







5. รอยต่อขอบ (Edge Joint) เป็นการนำชิ้นงานจำนวน 2 ชิ้นมาวางให้ผิวงานทั้งสองชิ้นซ้อนกัน ให้ขอบชิ้นงานเสมอและขนานกันตลอดแนว นิยมใช้กับงานบางและไม่ต้องเติมลวดเชื่อม



รูปที่ 3.9 แสดงลักษณะหน้าตัดรอยต่อขอบ



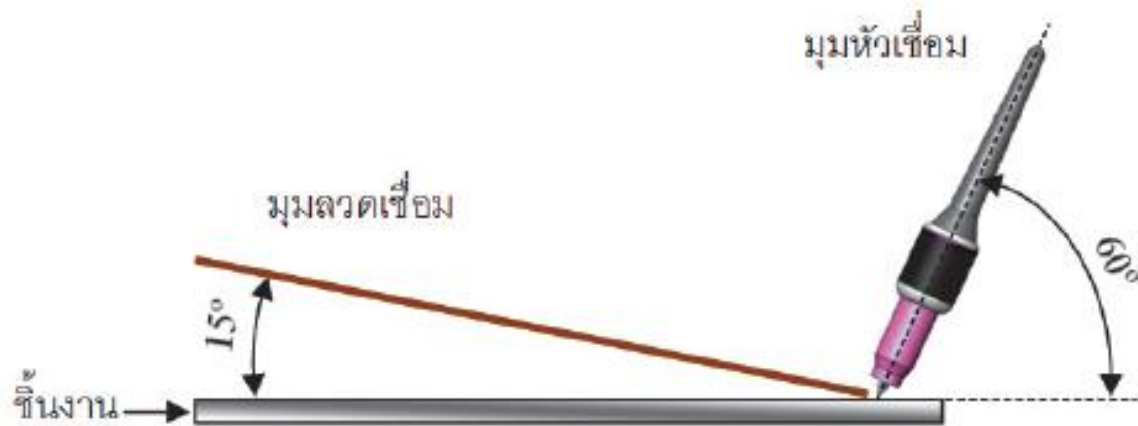


## 3.2

## เทคนิคการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล

### 3.2.1 เทคนิคการเชื่อมท่าราบ

การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลในท่าราบไม่ว่าจะเป็นการเดินแนวหรืองานต่อชน มุมของหัวเชื่อมจะทำมุมกับชิ้นงานที่ 60 องศา การสร้างบ่อหลอมละลายให้ทำมุมหัวเชื่อมตามกำหนดและกดสวิตช์ให้เกิดการอาร์ก เมื่อเห็นบ่อหลอมละลายให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างช้า และป้อนลวดเชื่อมเติมเอียงทำมุมประมาณ 15 องศา โดยควบคุมให้บ่อหลอมละลายโตเท่ากันอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง กรณีต้องการแนวเชื่อมที่โตให้ใช้เทคนิคสายหัวเชื่อมและที่สำคัญต้องรักษาระยะการอาร์กให้เท่ากันตลอดของแนวเชื่อม



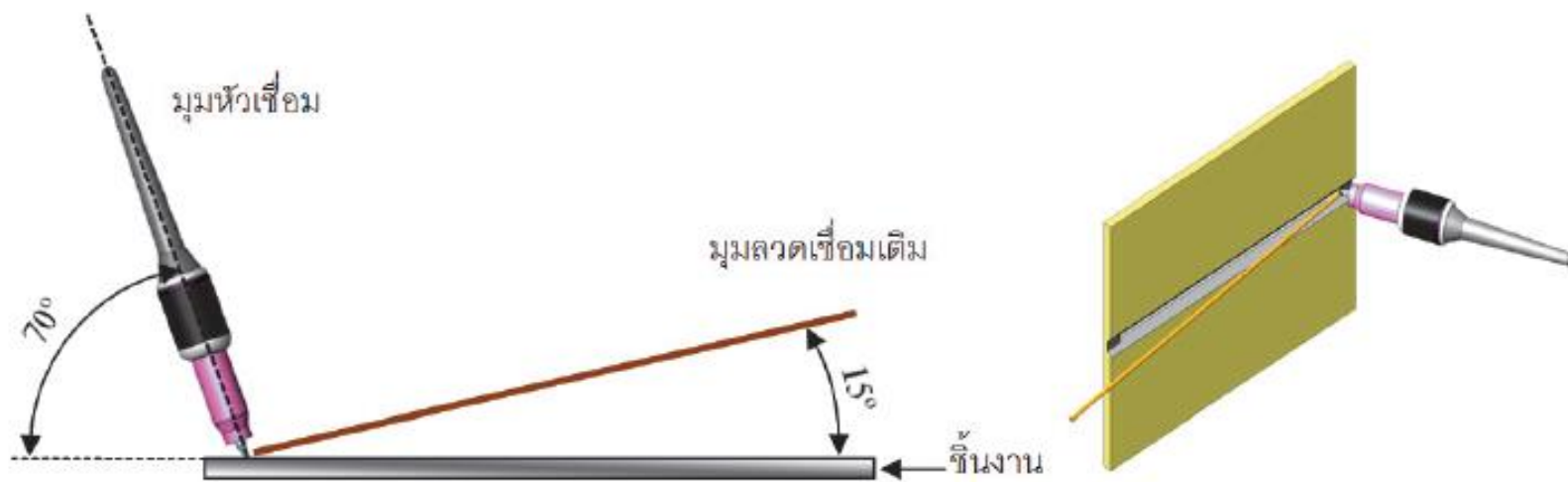
รูปที่ 3.10 แสดงมุมหัวเชื่อมและลวดเชื่อมเติมการเชื่อมท่าราบ





### 3.2.2 เทคนิคการเชื่อมท่าขนานนอน

การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุมในท่าขนานนอนต้องใช้วิธีการเดินแนวเชื่อมให้เร็วขึ้น เพื่อประกอบบ่อหลอมละลายให้ได้ขนาดที่ต้องการ โดยการสร้างบ่อหลอมละลายโตเท่าที่ต้องการด้วยการจัดมุมหัวเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุมให้หงายขึ้นจากแนวตั้งประมาณ 70 องศา และทำการเติมลวดเชื่อมเติมโดยเอียงทำมุมจากแนวระนาบลงไปประมาณ 15 องศา ให้รักษาระยะอาร์กห่างเท่ากับความโตของทั้งสแตนอิเล็กโทรด เพื่อไม่ให้เกิดรอยกัดแหว่งที่ชิ้นงานเชื่อม และจะได้แนวเชื่อมที่เกิดการหลอมละลายลึกได้สมบูรณ์



รูปที่ 3.11 แสดงมุมหัวเชื่อมและลวดเชื่อมเติมการเชื่อมท่าขนานนอน





### 3.2.3 เทคนิคการเชื่อมท่าตั้ง

การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมในท่าตั้ง ส่วนมากแล้วในงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมจะนิยมใช้การเชื่อมท่าตั้งเชื่อมขึ้น เพราะกระบวนการเชื่อมชนิดนี้สามารถควบคุมบ่อหลอมละลายได้ดี แต่ในกรณีที่ชิ้นงานบางมากจะทำการเชื่อมด้วยท่าตั้งเชื่อมลง เนื่องจากชิ้นงานมีปริมาณความร้อนที่มากขึ้นทำให้ชิ้นงานทะลุ หรือเกิดความเสียหายขณะทำการเชื่อม

### 3.2.4 เทคนิคการเชื่อมท่าเหนือศีรษะ

การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมในท่าเหนือศีรษะ สามารถเลียนแบบจากเทคนิคการเชื่อมท่าราบ ทั้งมุมของหัวเชื่อมและลวดเชื่อมเดิม อาจจะเปลี่ยนแปลงบ้างตามขนาดความหนาของชิ้นงานเชื่อม โดยจุดสำคัญควรปรับกระแสไฟเชื่อมให้ลดลงจากท่าราบเพียงเล็กน้อย เพราะต้องการให้มีปริมาณความร้อนลดลงให้บ่อหลอมละลายควบคุมได้ง่ายขึ้น การเคลื่อนที่ของหัวเชื่อมควรเดินให้สม่ำเสมอและต่อเนื่อง จนสุดรอยเชื่อม จะทำให้ได้แนวเชื่อมที่สมบูรณ์แบบมากขึ้น







### 3.3 เทคนิคการเชื่อมตามชนิดของโลหะ

#### 3.3.1 การเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอน

ในการเชื่อมโลหะกลุ่ม Killed Steel เป็นกลุ่มโลหะที่ผ่านการกำจัดออกซิเจนในขั้นตอนการผลิตจนหมดสิ้น ดังนั้นการเชื่อมโลหะชนิดนี้ด้วยกรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุมจะไม่ค่อยมีปัญหาเกี่ยวกับรูพูนในแนวเชื่อม ส่วนโลหะกลุ่ม Rimmed Steel และ Semi Killed Steel เป็นโลหะที่กำจัดออกซิเจนไม่หมด

เมื่อทำการเชื่อมจะเกิดฟองอากาศในแนวเชื่อม วิธีการแก้ไขคือใช้ลวดเชื่อมเติมที่มีส่วนผสมธาตุ Deoxidizers ซึ่งเป็นธาตุที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในน้ำโลหะ จะมีส่วนผสมคล้ายกับกลุ่ม E70S - 2 ในมาตรฐาน AWS.A5.18 - 69 แต่ถ้าไม่สามารถทำการเชื่อมได้ ให้ใช้ฟลักซ์เติมเพื่อลดปริมาณของรูพูน





รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะงานเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม





### 3.3.2 การเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม

การเชื่อมโลหะชนิดนี้สามารถเชื่อมได้ด้วยระบบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม ควรปรับกระแสไฟเชื่อมชนิดกระแสตรงขั้วตรง (DCEN) จะใช้แก๊สอาร์กอนเป็นแก๊สในการปกคลุมแนวเชื่อม แต่สำหรับแก๊สฮีเลียมหรือแก๊สผสมระหว่างแก๊สอาร์กอนกับแก๊สฮีเลียมใช้กับชิ้นงานหนา ข้อดีสำหรับแก๊สอาร์กอนคือสามารถใช้อัตราการไหลของแก๊สปกคลุมในปริมาณน้อยได้

ควรเลือกใช้ทั้งสแตนเลสอิเล็กโทรดชนิดผสมทอริเอตเตด 1 - 2% ทำการลับปลายแท่งทั้งสแตนเลสอิเล็กโทรดด้วยหินเจียรระนาบตามชนิดของกระแสไฟขั้วตรง (DCEN) ก่อนทำการเริ่มต้นการอาร์ก ให้ทำการปรับสวิตช์ความถี่สูงบนแผงเครื่อง โดยปรับค่าพารามิเตอร์บนเครื่องเชื่อมไปที่ตำแหน่ง Start





รูปที่ 3.16 แสดงลักษณะงานเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมด้วยการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม







### 3.3.3 การเชื่อมอะลูมิเนียม

การเชื่อมอะลูมิเนียมด้วยการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสและอลูมิเนียมจะต้องทำการตัดคราบสกปรกบริเวณที่ทำการเชื่อมออกให้หมด โดยทั่วไปจะใช้แปรงลวดที่เป็นสแตนเลสเป็นตัวขัดทำความสะอาด ควรทำความสะอาดทั้งชิ้นงานและลวดเชื่อมติดพร้อมกัน ไม่ควรใช้กระดาษทรายขัดชิ้นงานและลวดเชื่อมติดเพราะจะทำให้สิ่งสกปรกฝังตัวในเนื้องานอะลูมิเนียมทำให้ขณะที่ทำการเชื่อมเกิดสารมลทิน ช่วงของการเชื่อมควรปฏิบัติตามการใช้กระแสกลับความถี่สูง ACHF



รูปที่ 3.17 ลักษณะงานเชื่อมอะลูมิเนียมด้วยการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสและอลูมิเนียม





## 3.4 สัญลักษณ์การเชื่อม

### 3.4.1 ความหมายและประโยชน์สัญลักษณ์การเชื่อม

สัญลักษณ์การเชื่อม หมายถึง สิ่งที่ใช้แทนความเข้าใจ โดยมีการแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล เพื่อช่วยให้เข้าใจรายละเอียดแบบงานชัดเจนขึ้น โดยไม่ต้องมีการอธิบาย สัญลักษณ์การเชื่อมจะถูกเขียนและกำหนดขึ้นในขั้นตอนการเขียนแบบหรือใบสั่งงาน ดังนั้นผู้ออกแบบงานเชื่อม จึงต้องกำหนดสัญลักษณ์ลงในแบบงาน ความหมายของสัญลักษณ์จะต้องมีความเข้าใจตรงกัน ทั้งผู้ออกแบบงานเชื่อม เจ้าของงาน ผู้ตรวจสอบ ผู้ปฏิบัติงานเชื่อม ผู้ควบคุม และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย

**ประโยชน์สัญลักษณ์การเชื่อม** มีดังนี้

1. ให้รายละเอียดเพื่อให้ช่างเชื่อมทำงานได้ตามเป้าหมายของผู้ออกแบบ
2. สามารถประหยัดเวลาในการสื่อสาร
3. ใช้แทนตัวอักษร
4. ง่ายต่อการปฏิบัติงานเชื่อม
5. เป็นแบบมาตรฐานที่แน่นอน





### 3.4.2 สัญลักษณ์การเชื่อมตามมาตรฐาน (AWS)

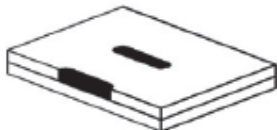
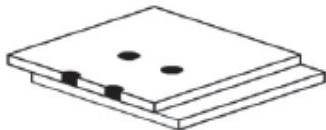
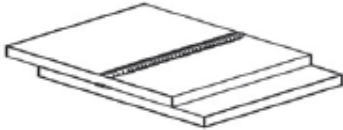
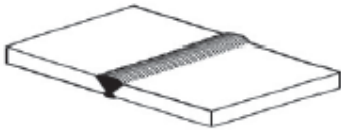
สัญลักษณ์การเชื่อมตามมาตรฐาน (American Welding Society; AWS) เป็นการกำหนดสัญลักษณ์ชนิดหนึ่งในอุตสาหกรรมงานเชื่อมที่นิยมใช้กัน โดยการจำแนกสัญลักษณ์ออกเป็นกลุ่ม ตามลักษณะการเชื่อม กระบวนการเชื่อม วิธีการเตรียมงาน ลักษณะของแนวเชื่อม วิธีการหลังจากการเชื่อมสิ้นสุด ซึ่งจะบอกเป็นสัญลักษณ์เพื่อใช้แทนวิธีการดังกล่าว ซึ่งสามารถจำแนกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. **สัญลักษณ์แนวเชื่อมพื้นฐาน** เป็นการกำหนดสัญลักษณ์แนวเชื่อมและการบากร่องตามมาตรฐานรอยต่อ ของการเตรียมงานก่อนการเชื่อม ซึ่งทั้งหมดให้ถือว่าเป็นสัญลักษณ์ของแนวเชื่อม (WeldSymbols) ดังตารางที่ 3.1





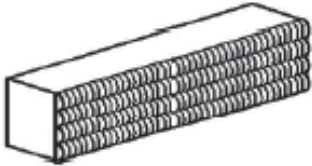
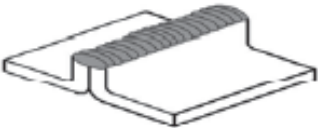
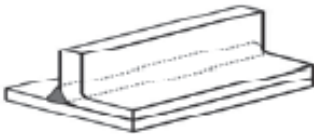
### ตารางที่ 3.1 รายละเอียดสัญลักษณ์ชนิดของแนวเชื่อมพื้นฐาน

| รายละเอียด                       | ตัวอย่างแนวเชื่อม                                                                    | สัญลักษณ์                                                                             |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. เชื่อมต่อตัวที (แนวเชื่อมมุม) |    |    |
| 2. แนวเชื่อมอุดร่องหรืออุดรู     |    |    |
| 3. การเชื่อมจุดหรือโปรเจ็คชั่น   |    |    |
| 4. แนวเชื่อมแบบตะเข็บ            |   |  |
| 5. เชื่อมด้านหลัง                |  |  |







|                 |                                                                                    |                                                                                     |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. เชื่อมพอกผิว |  |  |
| 7. เชื่อมขอบ    |  |  |
| 8. เชื่อมมุม    |  |  |





2. **สัญลักษณ์เพิ่มเติม** เป็นการกำหนดสัญลักษณ์ที่บอกรายละเอียดนอกเหนือจากสัญลักษณ์การเชื่อม สัญลักษณ์แนวเชื่อม และสัญลักษณ์การบากร่องรอยต่อ ซึ่งมีองค์ประกอบได้ดังนี้

(1) สัญลักษณ์การเชื่อมรอบชิ้นส่วนที่กำหนด (Weld All Around)

(2) สัญลักษณ์การเชื่อมในสนามหรือเชื่อมสถานที่ติดตั้ง (Field Weld)

(3) สัญลักษณ์รูปร่างของผิวแนวเชื่อม (Contour) เป็นสัญลักษณ์ที่ต้องบอกให้ทราบว่าต้องทำการเชื่อมให้แนวเชื่อมมีลักษณะใด หรือหลังจากเชื่อมจะต้องตกแต่งแนวเชื่อมมีลักษณะใด ต้องการให้แนวเชื่อมราบเรียบ (Flush) นูน (Convex) หรือเว้า (Concave)





ตารางที่ 3.2 สัญลักษณ์เพิ่มเติม (1)

| เชื่อมรอบ | เชื่อมในสนาม | เชื่อมหลอมทะเลดู | เชื่อมโดย<br>แทรกวัสดุเสริม | เชื่อมปิดหลัง<br>โดยใช้แผ่นกัน |
|-----------|--------------|------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|           |              |                  |                             |                                |

ตารางที่ 3.3 สัญลักษณ์เพิ่มเติม (2)

| กรรมวิธีตกแต่งผิวแนวเชื่อม |      |     |
|----------------------------|------|-----|
| ราบเรียบ                   | เว้า | นูน |
|                            |      |     |

3. สัญลักษณ์กระบวนการเชื่อม เป็นการกำหนดสัญลักษณ์ที่ระบุเรื่องของกระบวนการเชื่อม เช่น กระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม (GTAW) กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (GMAW) โดยสัญลักษณ์เหล่านี้ จะบอกเป็นตัวอักษรย่อที่บริเวณหางลูกศร (Tail) เพื่อบอกให้ทราบว่า จะทำการเชื่อมด้วยกระบวนการเชื่อมชนิดใด





| กระบวนการเชื่อม                   | ชื่อกระบวนการเชื่อม/กระบวนการตัดโลหะ                         | อักษรย่อ |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|
| การเชื่อมอาร์ก<br>(Arc - Welding) | การเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (Gas Tungsten Arc Welding)     | GTAW     |
|                                   | การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (Gas Metal Arc Welding)           | GMAW     |
|                                   | การเชื่อมอาร์กภายใต้แก๊สปกคลุม (Shielded Metal Arc Welding)  | SMAW     |
|                                   | การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ (Flux Core Arc Welding) | FCAW     |
|                                   | การเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerged Arc Welding)                   | SAW      |
|                                   | การเชื่อมอาร์กด้วยพลาสมา (Plasma Arc Welding)                | PAW      |
|                                   | การเชื่อมแบบอิเล็กโตรสแลก (Electroslag Welding)              | ESW      |
|                                   | การเชื่อมสลัก (Stud Welding)                                 | SW       |
| การเชื่อมแก๊ส<br>(Gas Welding)    | การเชื่อมด้วยแก๊สออกซี - อะเซทิลีน (Oxyacetylene Welding)    | OAW      |







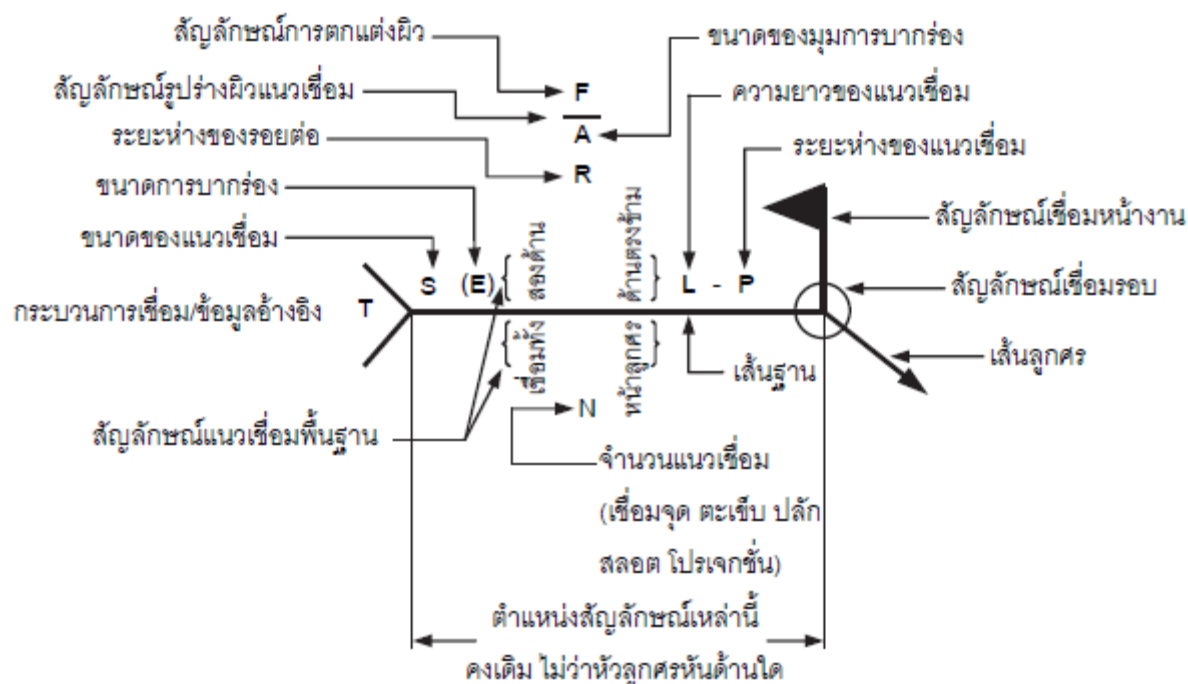
|                            |                                                     |     |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|-----|
| การบัดกรีแข็ง<br>(Brazing) | การบัดกรีแข็งด้วยหัวบัดกรี (Torch Brazing)          | TB  |
|                            | การบัดกรีแข็งภายในเตา (Furnace Brazing)             | FB  |
|                            | การบัดกรีแข็งด้วยการเหนี่ยวนำ (Induction Brazing)   | IB  |
| การตัดโลหะ<br>(Cutting)    | การตัดโดยการอาร์ก (Arc Cutting)                     | AC  |
|                            | การตัดด้วยแอร์คาร์บอนอาร์ก (Air Carbon Arc Cutting) | ACC |
|                            | การตัดโดยการอาร์กโลหะ (Metal Arc Cutting)           | MAC |
|                            | การตัดด้วยพลาสมา (Plasma Arc Cutting)               | PAC |
|                            | การตัดด้วยแก๊สออกซิเจน (Oxygen Cutting)             | OC  |





### 3.4.3 ส่วนประกอบสัญลักษณ์การเชื่อม

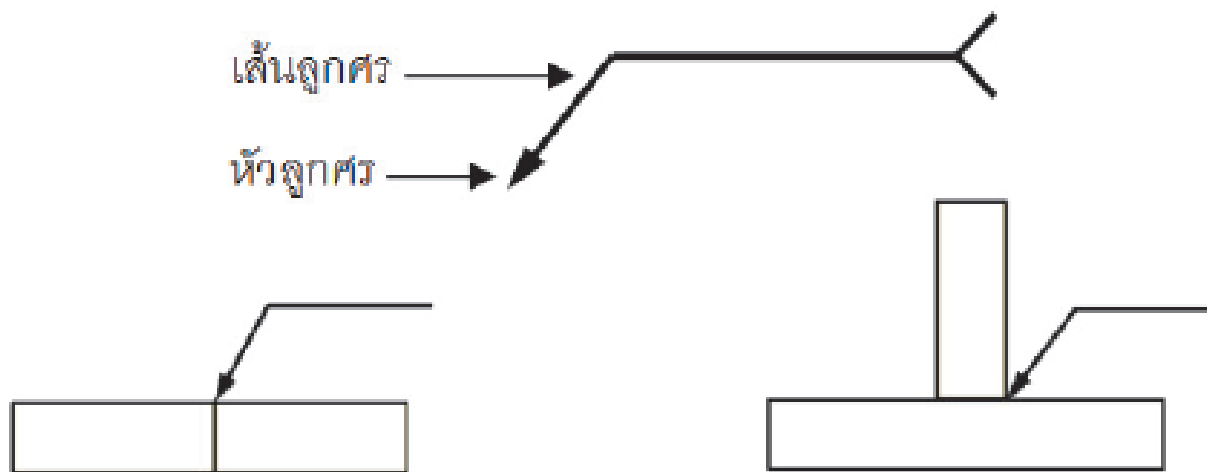
สัญลักษณ์การเชื่อมเป็นสัญลักษณ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมงานเชื่อม เพื่อใช้สื่อแทนความหมายในหน่วยเรียนนี้จะศึกษาเกี่ยวกับสัญลักษณ์งานเชื่อมตามมาตรฐาน สมาคมการเชื่อมแห่งประเทศไทยสหรัฐอเมริกา(American Welding Society ; AWS) และ ISO ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล ส่วนประกอบสัญลักษณ์การเชื่อม



รูปที่ 3.18 ส่วนประกอบของสัญลักษณ์งานเชื่อม



1. ลูกศร (Arrow) เป็นส่วนหัวของลูกศรโดยจะชี้ไปที่ตำแหน่งรอยต่อของชิ้นงานที่จะทำการเชื่อม ลูกศร ประกอบด้วย เส้นลูกศรหรือเส้นชี้นำ (Leader Line) เป็นเส้นหลักตามแนวนอน และหัวลูกศร(Arrow Head)

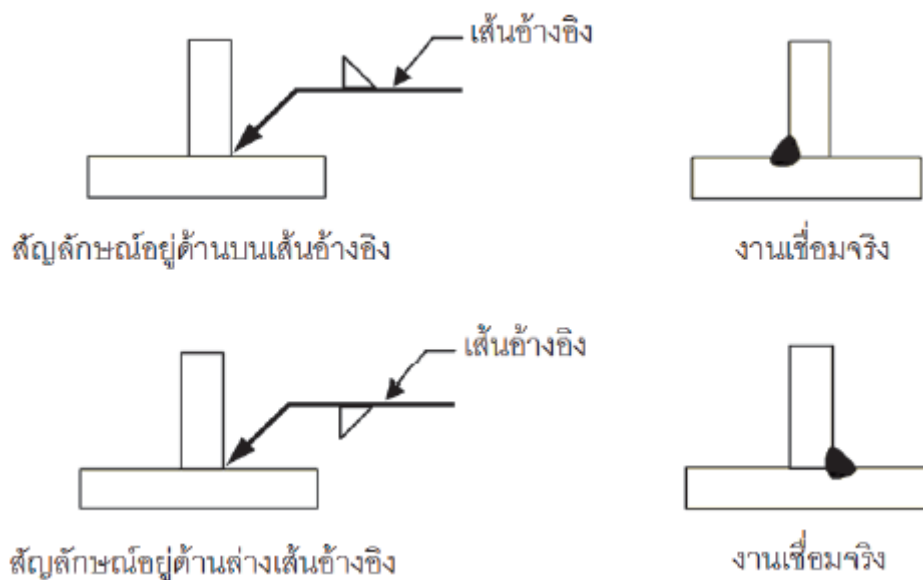


รูปที่ 3.19 ส่วนประกอบของลูกศร





2. เส้นอ้างอิง (Reference Line) เป็นเส้นลำตัวลูกศรวางตำแหน่งอยู่ทางด้านข้างของรอยต่อชิ้นงานเชื่อม มีลักษณะเป็นเส้นตรงอยู่ในแนวระดับลากต่อจากลูกศร ด้านบนและด้านล่างเส้นอ้างอิงจะใช้ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับสัญลักษณ์ในงานเชื่อม โดยด้านบนเส้นอ้างอิงจะแสดงข้อมูลในการเชื่อมด้านตรงข้ามของลูกศร ส่วนด้านล่างจะแสดงข้อมูลในการเชื่อมด้านเดียวกันกับลูกศร ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3.20



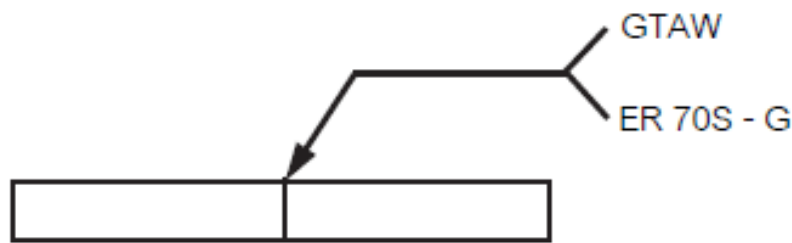
รูปที่ 3.20 ส่วนประกอบ เส้นอ้างอิง







3. หาง (Tail) เป็นส่วนท้ายของลูกศรเขียนเพิ่มเติมขึ้นมาต่อจากเส้นอ้างอิง ใช้สำหรับแสดงข้อมูลเพิ่มเติมในการกำหนด กระบวนการเชื่อม หรือรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเชื่อม มาตรฐาน ข้ออ้างอิงและข้อกำหนด



รูปที่ 3.21 ส่วนประกอบของส่วนหางลูกศร

4. สัญลักษณ์แนวเชื่อมพื้นฐาน (Welding Symbol) เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงถึงรูปร่างของแนวเชื่อม ชนิดของรอยต่อ ลักษณะผิวแนวเชื่อมและการตกแต่งผิวแนวเชื่อม สัญลักษณ์ถูกกำหนดไว้ด้านบนหรือด้านล่างของเส้นอ้างอิง เช่น สัญลักษณ์การเชื่อมอยู่ด้านล่างเส้นอ้างอิง แนวเชื่อมจะอยู่ด้านเดียวกับหัวลูกศร และสัญลักษณ์อยู่ด้านบนของเส้นอ้างอิง แนวเชื่อมจะอยู่ด้านตรงข้ามหัวลูกศร สัญลักษณ์แสดงรูปร่างของแนวเชื่อมและชนิดของรอยต่อ





ตารางที่ 3.6 รูปร่างของแนวเชื่อมและชนิดของรอยต่อ (1)

| ตำแหน่ง             | เชื่อมต่อจาก       | เชื่อมจุด | เชื่อมตะเข็บ | เชื่อมปลັ๊ก/<br>สลอต | เชื่อมสลัก |
|---------------------|--------------------|-----------|--------------|----------------------|------------|
| ด้านหัวลูกศร        |                    |           |              |                      |            |
| ด้านตรงข้ามหัวลูกศร |                    |           |              |                      | -          |
| สองด้าน             |                    | -         | -            | -                    | -          |
| ไม่ระบุด้าน         | -                  |           |              | -                    | -          |
| ตำแหน่ง             | เชื่อม<br>ด้านหลัง | เชื่อมมุม | เชื่อมขอบ    | เชื่อม<br>พอกผิว     | -          |
| ด้านหัวลูกศร        |                    |           |              |                      | -          |
| ด้านตรงข้ามหัวลูกศร |                    |           |              | -                    | -          |
| สองด้าน             | -                  | -         | -            | -                    | -          |





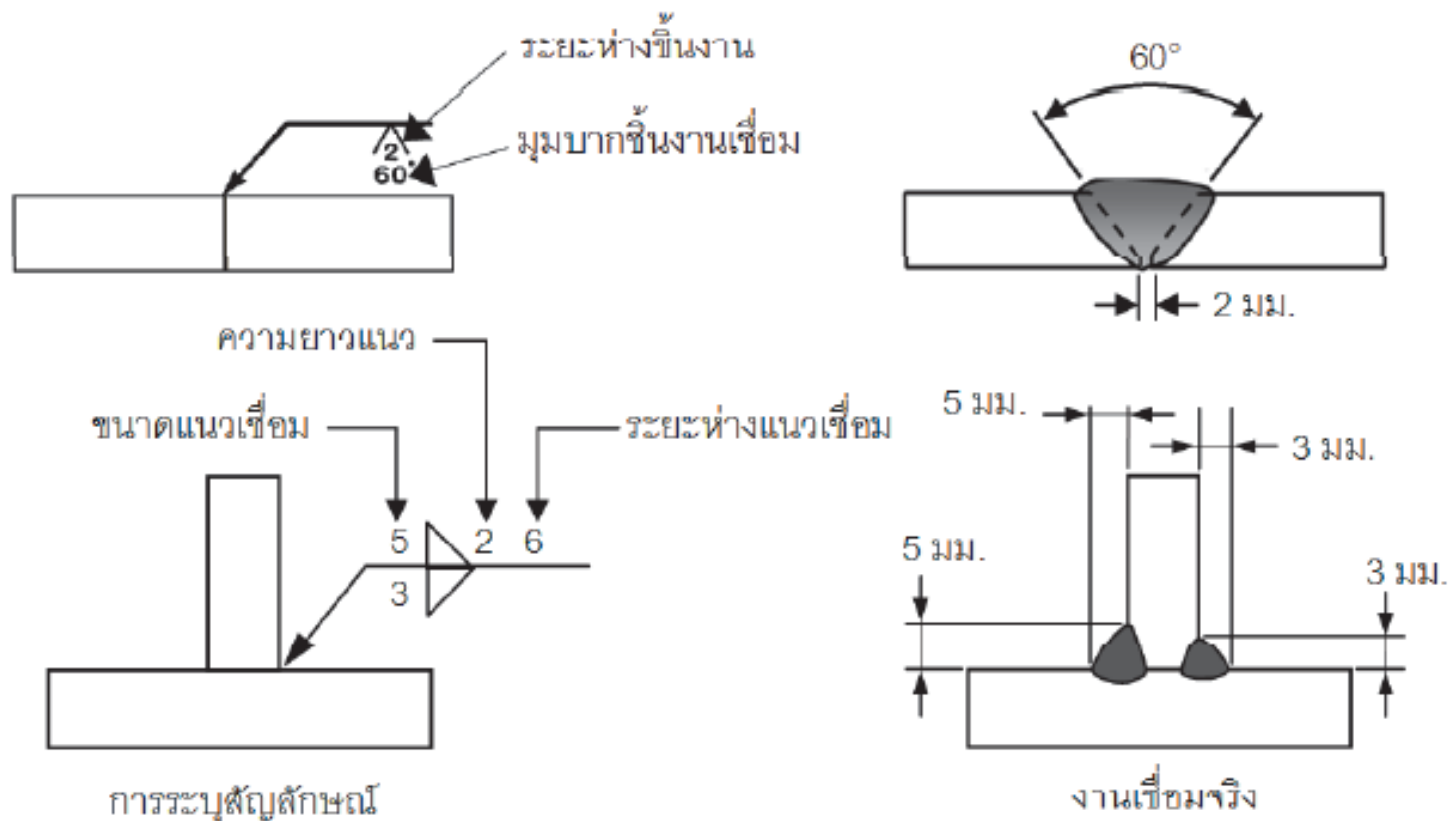
ตารางที่ 3.7 รูปร่างของแนวเชื่อมและชนิดของรอยต่อ (2)

| ตำแหน่ง             | ลักษณะร่องบากขึ้นงานต่อชน |                |                  |              |
|---------------------|---------------------------|----------------|------------------|--------------|
|                     | หน้าขนาน                  | บากร่องตัววี   | บากร่องด้านเดียว | บากร่องตัวยู |
| ด้านหัวลูกศร        |                           |                |                  |              |
| ด้านตรงข้ามหัวลูกศร |                           |                |                  |              |
| สองด้าน             |                           |                |                  |              |
| ไม่ระบุด้าน         |                           | -              | -                | -            |
| ตำแหน่ง             | ลักษณะร่องบากขึ้นงานต่อชน |                |                  | เชื่อมทาบแนว |
|                     | บากร่องตัวเจ              | ขอบโค้งสองด้าน | ขอบโค้งด้านเดียว |              |
| ด้านหัวลูกศร        |                           |                |                  |              |
| ด้านตรงข้ามหัวลูกศร |                           |                |                  |              |
| สองด้าน             |                           |                |                  |              |
| ไม่ระบุด้าน         | -                         | -              | -                | -            |





5. การกำหนดขนาดและข้อมูล (Dimension and Other Data) เป็นการกำหนดขนาดของรอยต่อและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวเชื่อม เช่น การออกแบบมุมปากของรอยต่อชิ้นงาน การเว้นระยะห่างของชิ้นงาน ขนาดความยาวของแนวเชื่อม ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 การกำหนดขนาดและข้อมูลสัญลักษณ์แนวเชื่อม

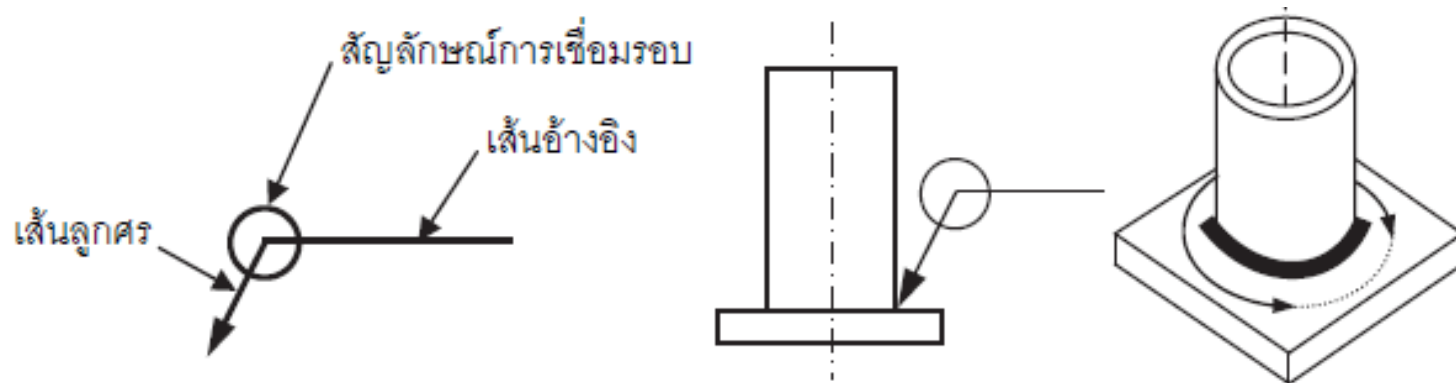






6. สัญลักษณ์ระบุรายละเอียดเพิ่มเติม (Supplementary Symbol) เป็นสัญลักษณ์ซึ่งแสดงถึงการดำเนินการเชื่อมเพื่อให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น โดยการกำหนดสัญลักษณ์การเชื่อม กำหนดได้ดังนี้

(1) สัญลักษณ์การเชื่อมรอบ เป็นลักษณะของการเชื่อมโดยรอบของชิ้นงาน ข้อสังเกตของสัญลักษณ์การเชื่อมรอบจะมีลักษณะเป็นวงกลมโดยให้ตำแหน่งของสัญลักษณ์อยู่บริเวณรอยต่อของเส้นอ้างอิงกับเส้นลูกศร

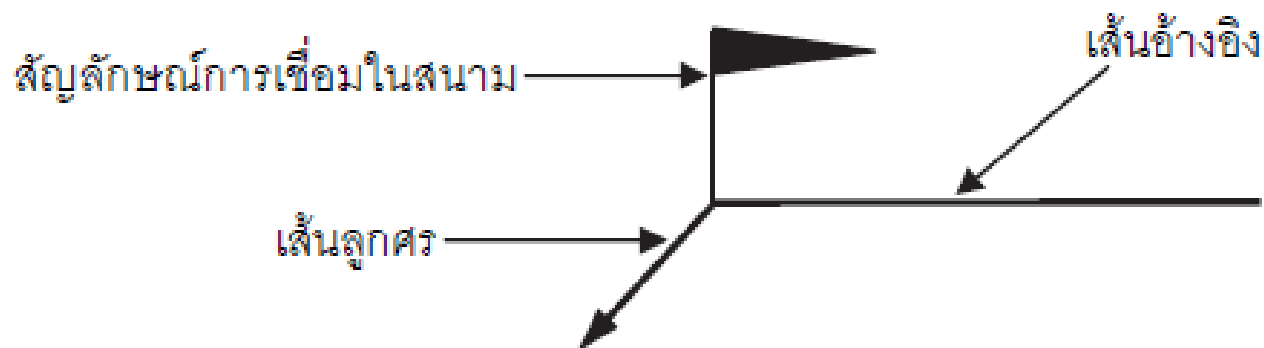


รูปที่ 3.23 การกำหนดสัญลักษณ์การเชื่อมรอบ





(2) สัญลักษณ์การเชื่อมในสนามหรือการเชื่อมหน้างาน เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงว่าจุดที่จะทำการเชื่อมนั้นอยู่นอกสถานที่ เป็นบริเวณที่ทำการเชื่อมประกอบหรือการปฏิบัติงานภาคสนามข้อสังเกตสัญลักษณ์การเชื่อมในสนามจะมีลักษณะเป็นรูปธง ซึ่งตำแหน่งของสัญลักษณ์อยู่ระหว่างรอยต่อของเส้นอ้างอิงกับเส้นลูกศร



รูปที่ 3.24 การกำหนดสัญลักษณ์การเชื่อมในสนามหรือการเชื่อมหน้างาน





7. สัญลักษณ์การตกแต่งผิวแนวเชื่อม (Finish Symbols) เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้กำหนดกรรมวิธีการตกแต่งผิวสำเร็จของแนวเชื่อม ซึ่งจะใช้ตัวอักษรย่อเป็นสัญลักษณ์ดังนี้

C = การสกัด (Chipping)

G = การเจียรระไน (Grinding)

H = การใช้ค้อน (Hammering)

M = การขึ้นรูปทางกล (Machining)

R = การรีด (Rolling)

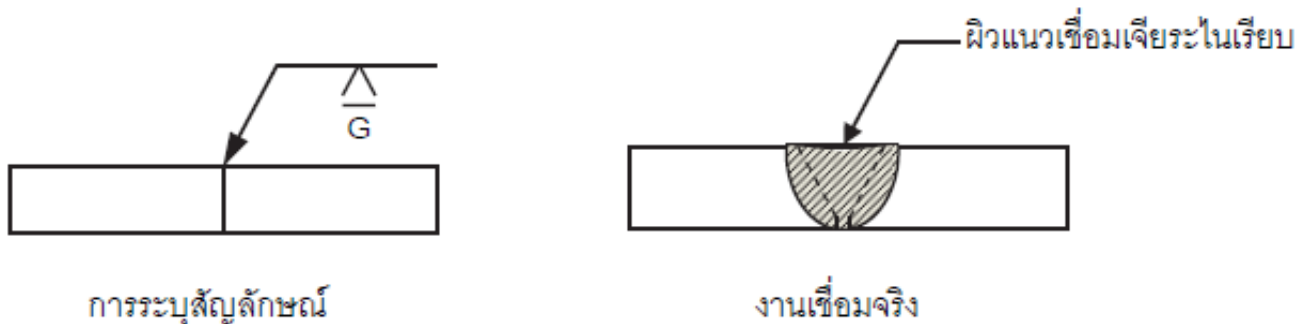
U = ไม่ระบุ (Unspecified)

สัญลักษณ์รูปร่างของผิวแนวเชื่อม ประกอบด้วย สัญลักษณ์แนวเชื่อมเรียบ สัญลักษณ์แนวเชื่อมนูน และสัญลักษณ์แนวเชื่อมเว้า ด้านบนของสัญลักษณ์รูปร่างผิวแนวเชื่อมหลังจากทำการเชื่อมให้ตกแต่งด้วยเครื่องมือที่จะระบุเป็นตัวอักษร



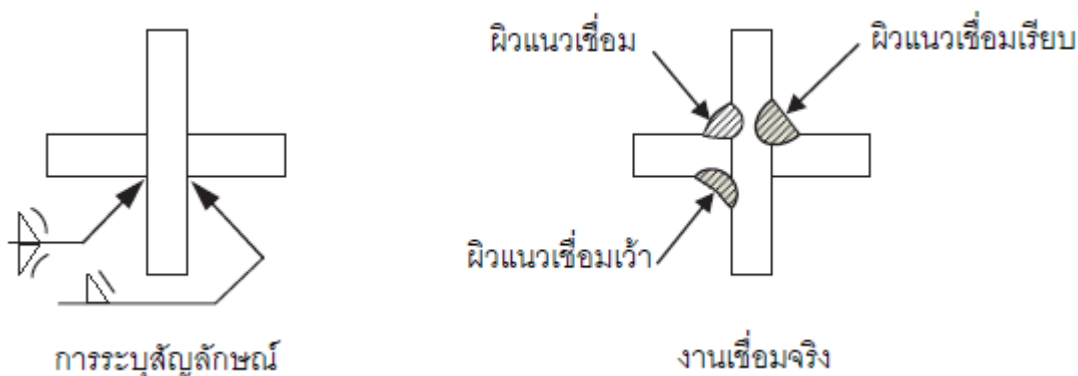


ตัวอย่าง การระบุสัญลักษณ์การตกแต่งผิวแนวเชื่อมงานเชื่อมต่อชน



รูปที่ 3.25 การกำหนดสัญลักษณ์การตกแต่งผิวงานเชื่อมงานต่อ

ชน  
ตัวอย่าง การระบุสัญลักษณ์การตกแต่งผิวแนวเชื่อมงานเชื่อมต่อฉาก



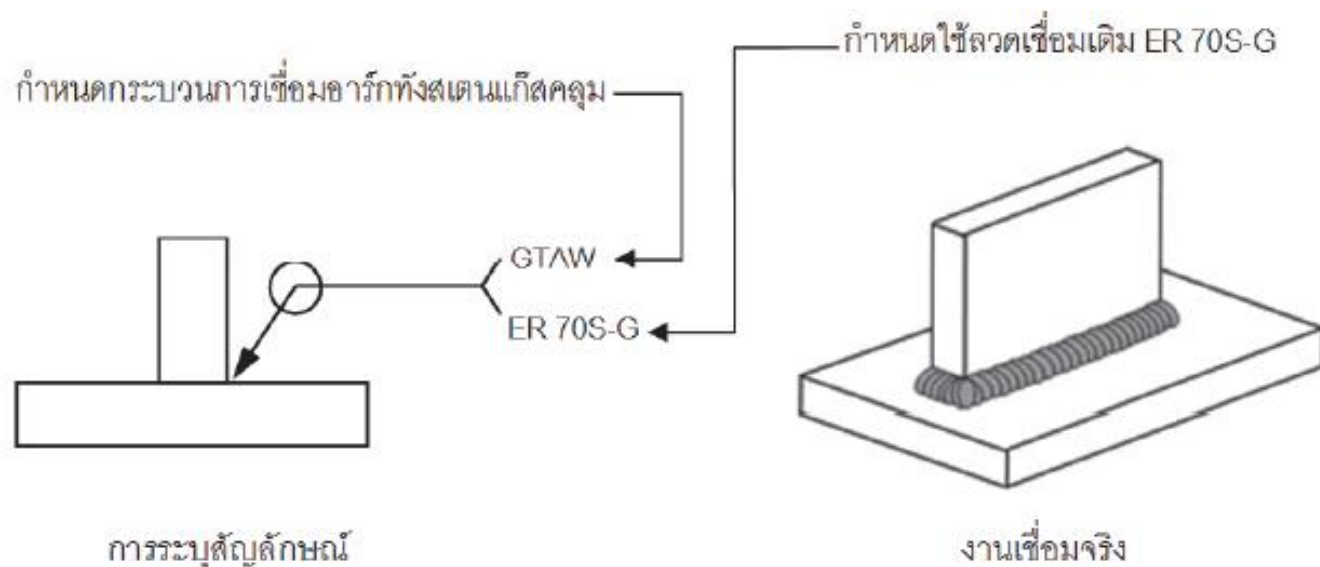
รูปที่ 3.26 การกำหนดสัญลักษณ์การตกแต่งผิวงานเชื่อมงานต่อฉาก







8. ส่วนระบุกระบวนการเชื่อมหรือข้ออ้างอิง (Specification Process or Other References)  
เป็นสัญลักษณ์ส่วนที่ใช้ในการกำหนดกระบวนการเชื่อมหรือข้ออ้างอิง (ดูเพิ่มเติมตารางที่ 3.4 แสดง  
กระบวนการเชื่อมและกระบวนการตัดโลหะ) ที่ต้องการให้ผู้ปฏิบัติงานทราบ โดยจะระบุไว้ที่ส่วนหางของ  
เส้นอ้างอิงด้วยอักษรย่อ ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 การกำหนดสัญลักษณ์ส่วนระบุกระบวนการเชื่อมหรือข้ออ้างอิง







# หน่วยที่ 4

## การตรวจสอบและวิเคราะห์งานเชื่อม อาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม







## หัวข้อเรื่อง (Topics)

- 4.1 การตรวจสอบงานเชื่อมด้วยการพินิจ
- 4.2 สัญลักษณ์การตรวจสอบพื้นฐาน
- 4.3 ข้อบกพร่องในงานเชื่อม
- 4.4 ข้อบกพร่องที่พบในงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม
- 4.5 ตัวอย่างแบบการตรวจสอบงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ





## 4.1 การตรวจสอบงานเชื่อมด้วยการพินิจ

การตรวจสอบงานเชื่อมด้วยการพินิจหรือการตรวจสอบด้วยสายตา เป็นกรรมวิธีการตรวจสอบงานเชื่อมพื้นฐาน เพื่อประเมินผลโครงสร้างหรือชิ้นส่วนงานประกอบ โดยประเมินผลจากการตรวจสอบในการยอมรับหรือไม่ยอมรับด้วยการใช้สายตาทำการตรวจสอบ การตรวจสอบสามารถกระทำได้บ่อยครั้ง และกระทำได้ทุกขั้นตอนของการปฏิบัติงาน

กระบวนการตรวจสอบงานเชื่อมด้วยการพินิจ เป็นการทดสอบโดยไม่ทำลาย ซึ่งหมายถึง วิธีตรวจสอบงานเชื่อมหรืองานอื่น โดยไม่ทำลายสภาพเดิมของงาน โดยทั่วไปเรียกว่า NDT ซึ่งย่อมาจาก Non Destructive Testing วิธีทดสอบที่ไม่ทำลายที่ทำได้ง่ายที่สุดได้แก่ การตรวจสอบด้วยสายตา และนอกจากนี้สามารถทดสอบโดยการไม่ทำลายสภาพงานได้อีกหลายวิธี

เมื่อสามารถทดสอบแบบไม่ทำลาย ไม่ได้หมายความว่าจะใช้แทนการทดสอบแบบทำลายได้ทั้งหมดปกติการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลต้องใช้วิธีแบบทำลายสภาพ บางครั้งต้องอาศัยผลการทดสอบแบบทำลายเพื่อยืนยันผลการทดสอบแบบไม่ทำลาย ดังนั้น การทดสอบทั้งแบบทำลายและไม่ทำลายยังคงมีความจำเป็น แต่ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมและถูกวิธี







รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะอุปกรณ์การตรวจสอบงานเชื่อมด้วยการพินิจ





ส่วนอุปกรณ์เสริมที่ต้องนำมาใช้ในพื้นที่เป็นโพรงหรือเป็นท่อ จำเป็นต้องใช้เครื่องมืออื่นเข้ามาเสริมเพื่อให้การตรวจสอบเป็นไปตามมาตรฐานงานเชื่อม คือ เครื่อง Bore Scope



รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะเครื่อง Bore Scope ใช้ตรวจสอบพื้นผิวภายในท่อ





#### 4.1.1 การตรวจสอบก่อนเชื่อม

การตรวจสอบก่อนการเชื่อมมีความสำคัญช่วงแรก ซึ่งช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นภายหลังการเชื่อมประกอบงาน การตรวจสอบที่ต้องกระทำเป็นประการแรกของการเริ่มงานใหม่ คือ การตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมทั้งหมด เช่น แบบสั่งงาน รหัสกำหนด ข้อกำหนด ขั้นตอนการปฏิบัติงานการประเมินผลการบันทึกรายละเอียดการตรวจสอบก่อนการเชื่อม ได้แก่

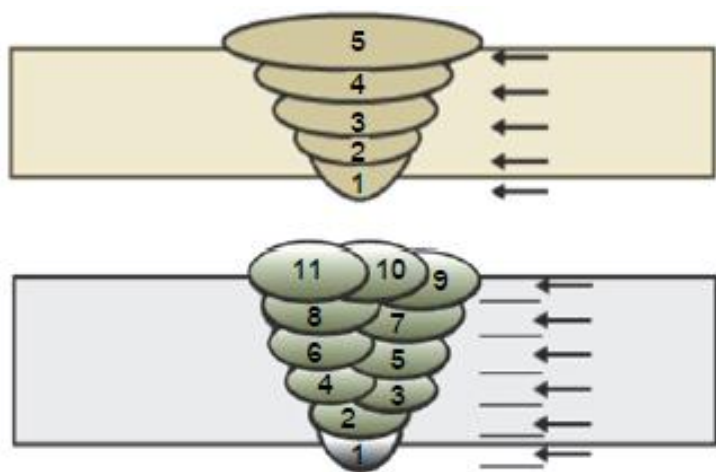
1. ตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความต้องการในงานเชื่อม
2. ตรวจสอบกระบวนการเชื่อม
3. ตรวจสอบคุณภาพของช่างเชื่อม
4. พัฒนาแผนการตรวจสอบ และการจดบันทึกข้อมูล
5. ตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อม
6. ตรวจสอบคุณภาพและสภาพของวัสดุงานเชื่อมและลวดเชื่อม
7. ตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องของการเตรียมรอยต่องานเชื่อม
8. ตรวจสอบความสะอาดในบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน
9. ตรวจสอบความสามารถในการประกอบและการวางตำแหน่งการวางชิ้นงาน
10. ตรวจสอบการให้ความร้อนก่อนเชื่อม เพื่อความพร้อมการนำไปใช้งาน



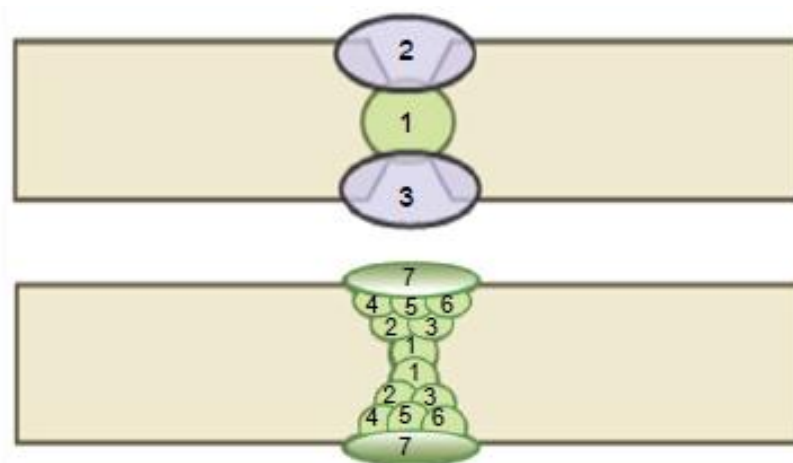


#### 4.1.2 การตรวจสอบขณะเชื่อม

การตรวจสอบขณะเชื่อมผู้ที่ทำหน้าที่ ต้องทำการตรวจสอบผู้ปฏิบัติงานในขณะที่กำลังดำเนินการเชื่อมอยู่ในด้านที่ปฏิบัติงาน ซึ่งผู้ตรวจสอบต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในเรื่องเทคนิคและวิธีการในด้านงานเชื่อม ซึ่งจะสังเกตเทคนิคที่ใช้ในงานเชื่อม การเติมลวดเชื่อม และจำนวนชั้นของแนวเชื่อม ซึ่งการตรวจสอบข้อบกพร่องที่เกิดกับแนวเชื่อมซ้อนแนว จะเป็นการป้องกันและแก้ไขไม่ให้เกิดความเสียหายเนื่องจากการเชื่อมทับแนวเชื่อมเดิมที่มีข้อบกพร่อง



(ก) แนวเชื่อมปากหน้างานด้านเดียว



(ข) แนวเชื่อมปากหน้างานสองด้าน

รูปที่ 4.4 แสดงการตรวจสอบแนวเชื่อมซ้อนจำนวนหลายแนวเชื่อม

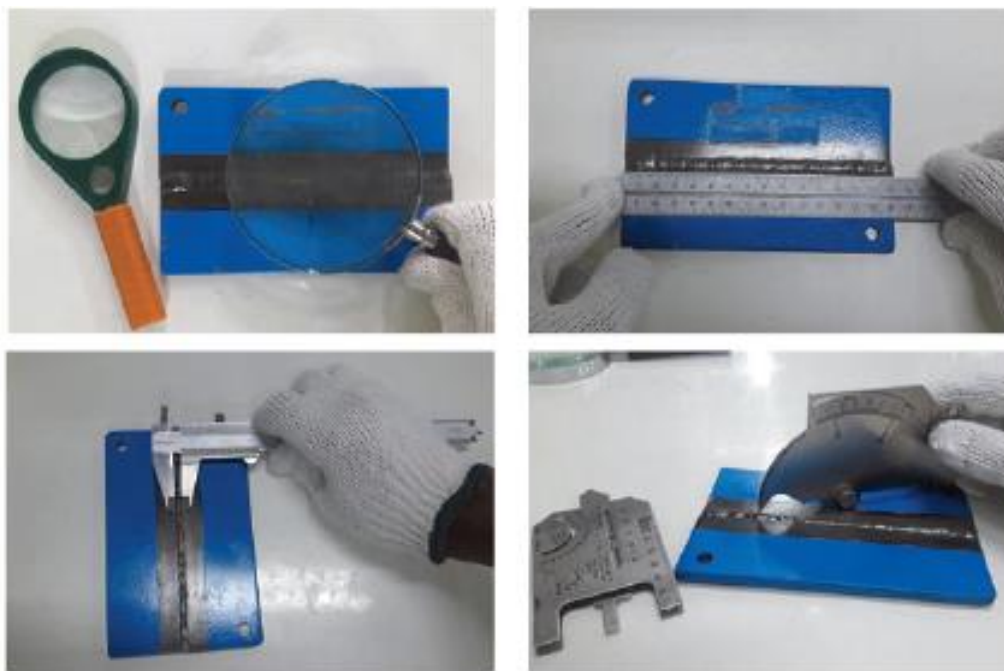






### 4.1.3 การตรวจสอบหลังเชื่อม

การตรวจสอบก่อนเชื่อมและในขณะปฏิบัติงานเชื่อม ได้ดำเนินการมาเป็นลำดับขั้นตอน จึงเป็นการรับประกันในเบื้องต้นถึงคุณภาพของงานเชื่อมในระดับความพึงพอใจ ส่วนการตรวจสอบหลังการเชื่อม จะทำหลังจากการปฏิบัติงานเชื่อมเสร็จสิ้นลง ซึ่งเป็นไปได้ตามความต้องการของข้อกำหนดหรือข้อตกลงร่วมกันอย่างเหมาะสม



รูปที่ 4.5 แสดงการตรวจสอบแนวเชื่อมหลังเชื่อม

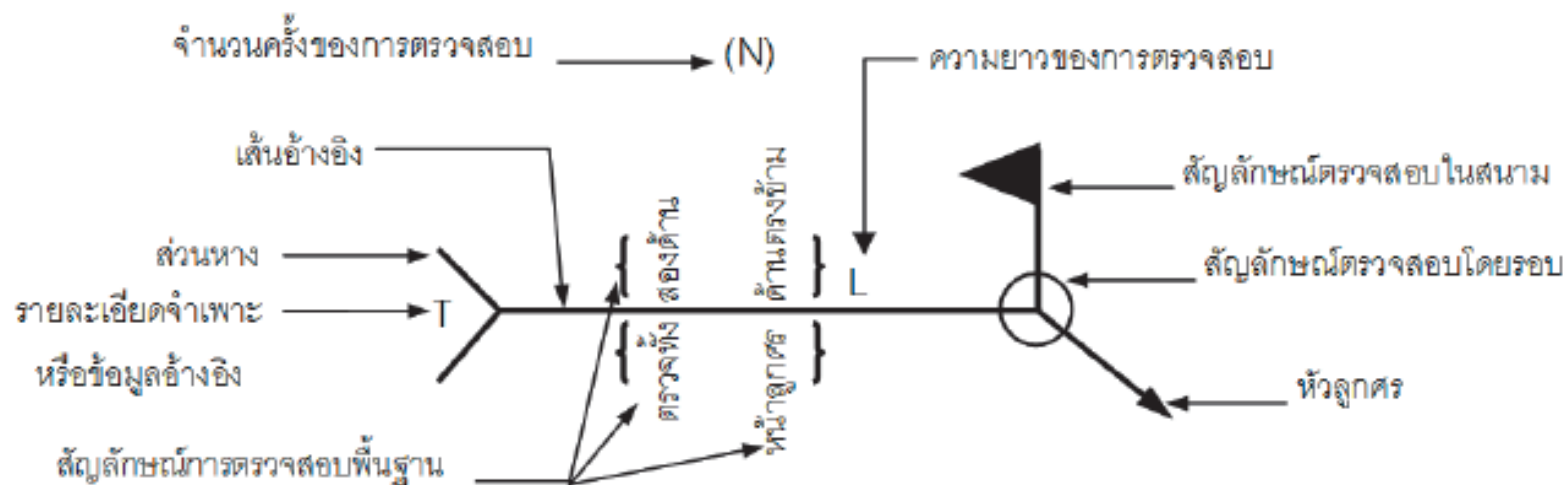




## 4.2 สัญลักษณ์การตรวจสอบพื้นฐาน

### 4.2.1 ตำแหน่งมาตรฐานสัญลักษณ์การตรวจสอบ

การระบุรายละเอียดหรือค่าที่เกี่ยวข้องของการตรวจสอบงานเชื่อมจะต้องมีตำแหน่งที่มีความเป็นมาตรฐานสากลที่นิยมใช้กันในงานอุตสาหกรรมการเชื่อม



รูปที่ 4.6 แสดงส่วนประกอบตำแหน่งมาตรฐานสัญลักษณ์การตรวจสอบ





#### 4.2.2 ส่วนประกอบสัญลักษณ์การตรวจสอบ

การที่จะทำการระบุการตรวจสอบงานเชื่อมโดยใช้สัญลักษณ์การตรวจสอบผู้เกี่ยวข้องจะต้องทราบส่วนประกอบสัญลักษณ์การตรวจสอบให้เข้าใจในทิศทางเดียวกัน ตามมาตรฐานสัญลักษณ์การตรวจสอบ ได้ดังนี้

1. เส้นอ้างอิง (Reference Line)
2. หัวลูกศร (Arrow)
3. สัญลักษณ์การตรวจสอบพื้นฐาน (Basic Testing Symbol)
4. ตัวอักษร N คือ จำนวนครั้งของการตรวจสอบ (Number of Tests)
5. การตรวจสอบในสนาม หรือนอกสถานที่ผลิต (Test in Field)
6. ส่วนหาง (Tail)
7. รายละเอียดจำเพาะหรือข้อมูลอ้างอิง (Specification or Other Reference)
8. ตัวอักษร L คือ ความยาวของการตรวจสอบ
9. สัญลักษณ์การตรวจสอบโดยรอบงาน (Test - all - around Symbol)
10. ในวงเล็บบนและล่างแกนเส้นอ้างอิงเป็นการระบุด้านที่จะทำการ





#### 4.2.3 การระบุตำแหน่งการตรวจสอบ

1. การตรวจสอบที่กระทำด้านบนที่ลูกศรชี้ (Arrow Side) ของชิ้นงาน  
ตรวจสอบจะเป็นสัญลักษณ์ที่มีตัวอักษรเขียนไว้ด้านล่างเส้นอ้างอิง



รูปที่ 4.7 แสดงการระบุสัญลักษณ์การตรวจสอบด้านเดียวกับลูกศรชี้

2. การตรวจสอบที่กระทำด้านตรงข้ามลูกศรชี้ (Other Side) ของชิ้นงาน  
ตรวจสอบจะเป็นสัญลักษณ์ที่มีตัวอักษรเขียนไว้ด้านบนเส้นอ้างอิง



รูปที่ 4.8 การระบุสัญลักษณ์การตรวจสอบด้านตรงข้ามกับลูกศรชี้





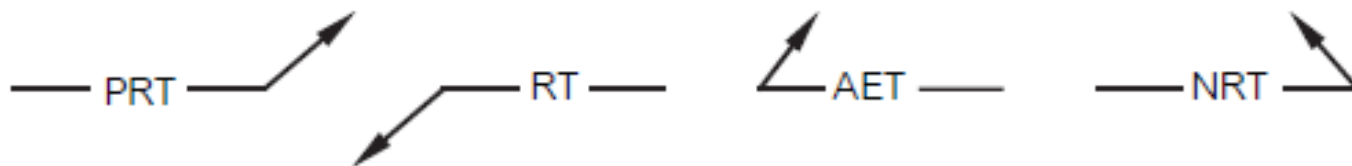


3. การตรวจสอบที่กระทำเหมือนกันบนด้านทั้งสอง (Both Side) ของชิ้น  
ตรวจสอบจะเป็นสัญลักษณ์ที่มีตัวอักษรเขียนไว้เหมือนเดิม อยู่ด้านบนและล่างของเส้นอ้างอิง



รูปที่ 4.9 การระบุสัญลักษณ์การตรวจสอบบนด้านทั้งสอง

4. การตรวจสอบที่ไม่ได้กำหนดด้านของหัวลูกศร เมื่อสัญลักษณ์การตรวจสอบ  
แบบไม่ทำลาย (No Arrow or Other Side)



รูปที่ 4.10 แสดงการระบุสัญลักษณ์การตรวจสอบไม่ได้กำหนดด้านของหัวลูกศร

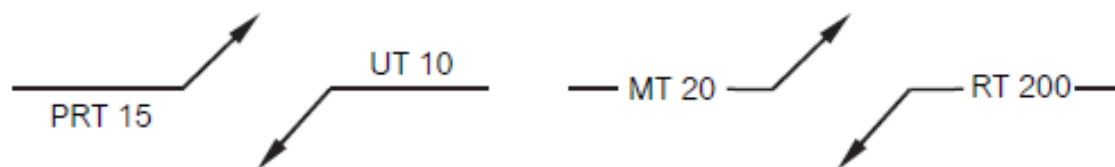




#### 4.2.4 วิธีการระบุขอบเขตการตรวจสอบ

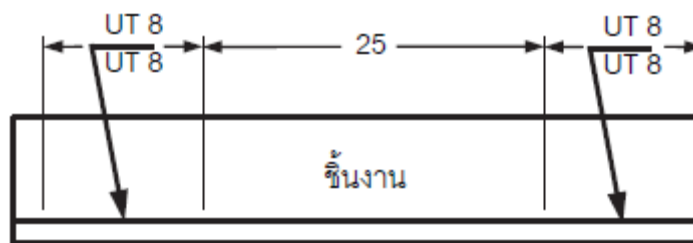
##### 1. การระบุความยาวการตรวจสอบ

(1) การตรวจสอบชิ้นส่วนหรือแนวเชื่อมที่ต้องวัดค่าด้วยความยาว ต้องพิจารณาการกำหนดสัญลักษณ์พื้นฐานที่ถูกต้อง



รูปที่ 4.11 แสดงการระบุความยาวการตรวจสอบในสัญลักษณ์

(2) การตรวจสอบชิ้นส่วนหรือแนวเชื่อมที่ต้องการตำแหน่งและความยาวจริงสำหรับงานที่มีความยาว และต้องการตรวจสอบเป็นเพียงบางส่วน



รูปที่ 4.12 แสดงการกำหนดและความยาวชิ้นงานตรวจสอบบางส่วน



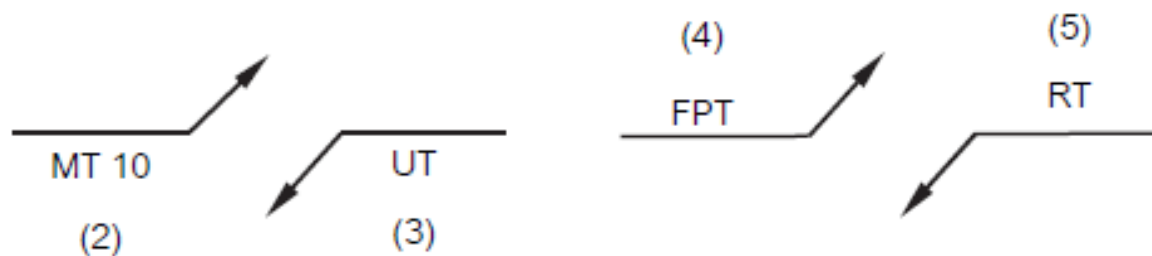


(3) การตรวจสอบชิ้นส่วนหรือแนวเชื่อมที่มีความยาวต่ำกว่า 100% ต้องระบุวิธีการตรวจสอบให้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของความยาวทั้งหมด



รูปที่ 4.13 แสดงการกำหนดความยาวที่ตรวจสอบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

2. การระบุจำนวนครั้งการตรวจสอบ การตรวจสอบชิ้นส่วนหรือแนวเชื่อมซึ่งสามารถทำการระบุจำนวนครั้งการตรวจสอบทำได้โดยกำหนดตัวเลขลงในช่องวงเล็บด้านล่างหรือด้านบนสัญลักษณ์

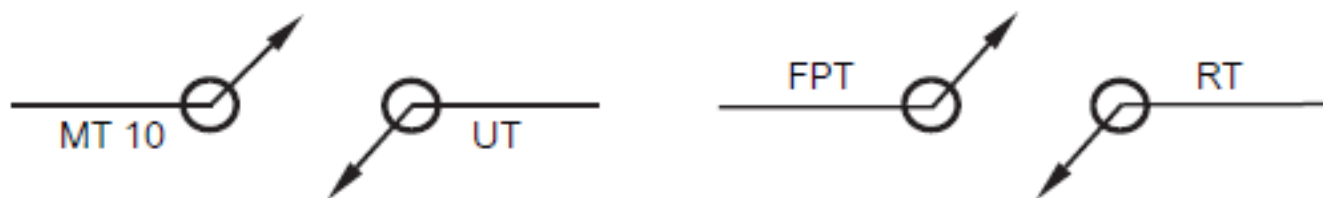


รูปที่ 4.14 แสดงการระบุจำนวนครั้งการตรวจสอบลงในสัญลักษณ์





3. การระบุการตรวจสอบโดยรอบของรอยเชื่อม การตรวจสอบชิ้นส่วนหรือแนวเชื่อมซึ่งสามารถทำการระบุให้มีการตรวจสอบโดยรอบของรอยเชื่อม โดยการเขียนวงกลมล้อมรอบจุดหักของเส้นอ้างอิง



รูปที่ 4.15 แสดงการระบุการตรวจสอบโดยรอบรอยเชื่อมลงในสัญลักษณ์

#### 4.2.5 ตัวอย่างการอ่านสัญลักษณ์การตรวจสอบ

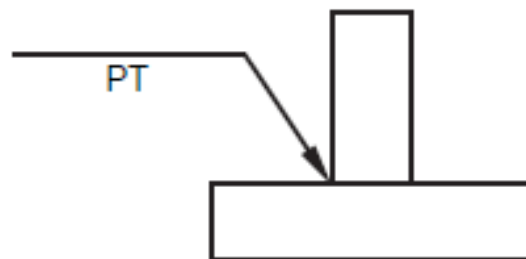
การอ่านสัญลักษณ์การตรวจสอบงานเชื่อม จากที่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบงานที่สร้างขึ้น จะต้องศึกษาทำความเข้าใจให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ระบุไว้ให้เป็นไปตามทิศทางเดียวกันดังนั้นหน่วยเรียนนี้จะยกตัวอย่างเพื่อความแม่นยำในการระบุและการอ่านค่าของสัญลักษณ์การตรวจสอบงานเชื่อมแบบไม่ทำลายสภาพ ได้ดังนี้







## 1. รูปและสัญลักษณ์การตรวจสอบแบบ Penetrant Test



รูปที่ 4.16 แสดงสัญลักษณ์การตรวจสอบแบบ Penetrant Test

จากรูปที่ 4.16 รายละเอียดการอ่านผลการตรวจสอบ

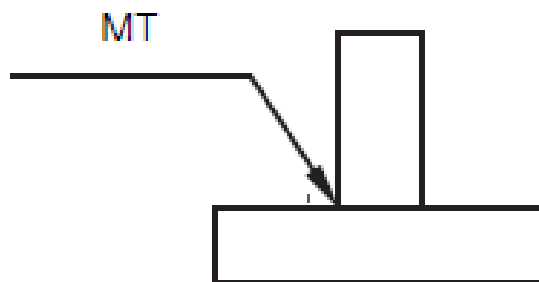
วิธีการตรวจสอบ : ใช้การตรวจสอบชนิด Penetrant Test

ตำแหน่งระบุ : ด้านหัวลูกศร (Arrow Side)





## 2. รูปและสัญลักษณ์การตรวจสอบแบบ Magnetic Particle Test



**รูปที่ 4.17** แสดงสัญลักษณ์การตรวจสอบแบบ Magnetic Particle Test

จากรูปที่ 4.17 รายละเอียดการอ่านวิธีการตรวจสอบ

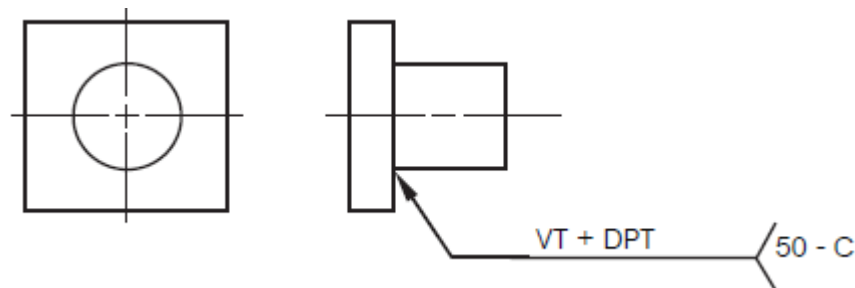
วิธีการตรวจสอบ : ใช้การตรวจสอบแบบ Magnetic Particle Test

ตำแหน่งระบุ : ด้านตรงข้ามหัวลูกศร (Other Side)





### 3. รูปและสัญลักษณ์การตรวจสอบแบบ Visual Test และ Dye Penetrant Test



**รูปที่ 4.18** แสดงการอ่านวิธีการตรวจสอบงานเชื่อม 3

จากรูปที่ 4.18 รายละเอียดการอ่านวิธีการตรวจสอบ

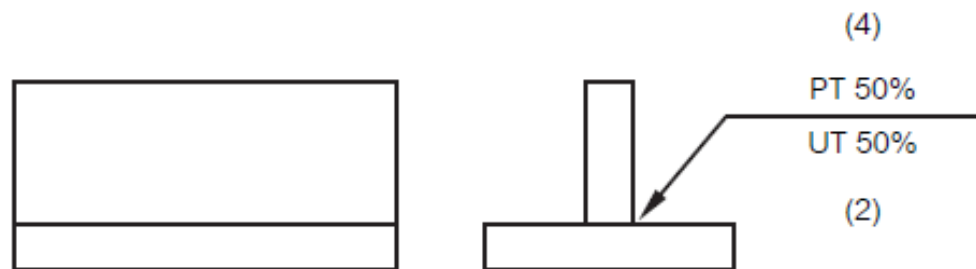
วิธีการตรวจสอบ : ใช้การตรวจสอบแบบ Visual Test และ Dye Penetrant Test

ตำแหน่งระบุ : กำหนดอ้างอิง 50 - C ทิศทางไม่ระบุของด้านการตรวจสอบ (No Side Significance)





#### 4. รูปและสัญลักษณ์การตรวจสอบแบบ Penetrant Test



รูปที่ 4.19 แสดงการอ่านวิธีการตรวจสอบงานเชื่อม 4

จากรูปที่ 4.19 รายละเอียดการอ่านวิธีการตรวจสอบ

วิธีการตรวจสอบ : ใช้การตรวจสอบแบบ Penetrant Test ด้านตรงข้ามหัวลูกศรและ Ultrasonic Test ด้านหัวลูกศร

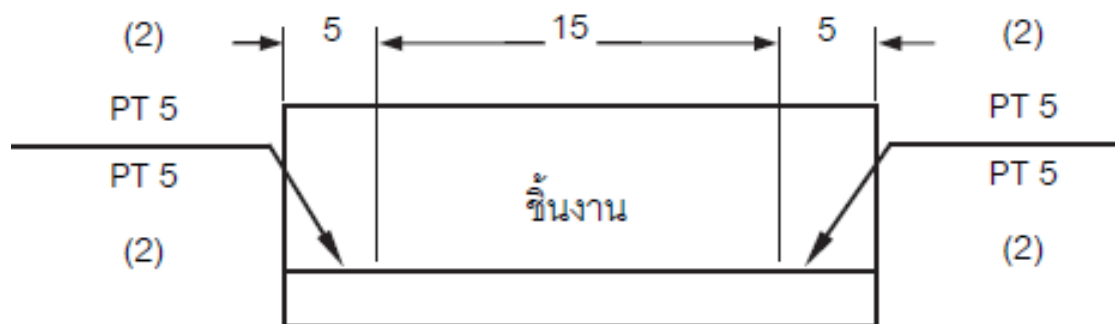
ตำแหน่งระบุ : การตรวจสอบทั้ง 2 วิธี กระทำช่วงระยะ 50% ของความยาวรอยเชื่อมทั้งหมด โดยการตรวจสอบชนิด Penetrant Test ให้ตรวจสอบจำนวน 4 ครั้ง ส่วนการตรวจสอบชนิด Ultrasonic Test ให้ตรวจสอบจำนวน 2 ครั้ง







## 5. รูปและสัญลักษณ์การตรวจสอบแบบ Penetrant Test



รูปที่ 4.20 แสดงการอ่านวิธีการตรวจสอบงานเชื่อม 5

จากรูปที่ 4.20 รายละเอียดการอ่านวิธีการตรวจสอบ

วิธีการตรวจสอบ : ใช้การตรวจสอบชนิด Penetrant Test ด้านตรงข้ามหัวลูกศรและ  
ด้านหัวลูกศร

ตำแหน่งระบุ : ทำการตรวจสอบทั้ง 2 ด้าน กระทำช่วงระยะความยาวรอยเชื่อม  
5 นิ้ว เว้นระยะ 15 นิ้ว โดยจำนวนครั้งให้ตรวจสอบ 2 ครั้ง

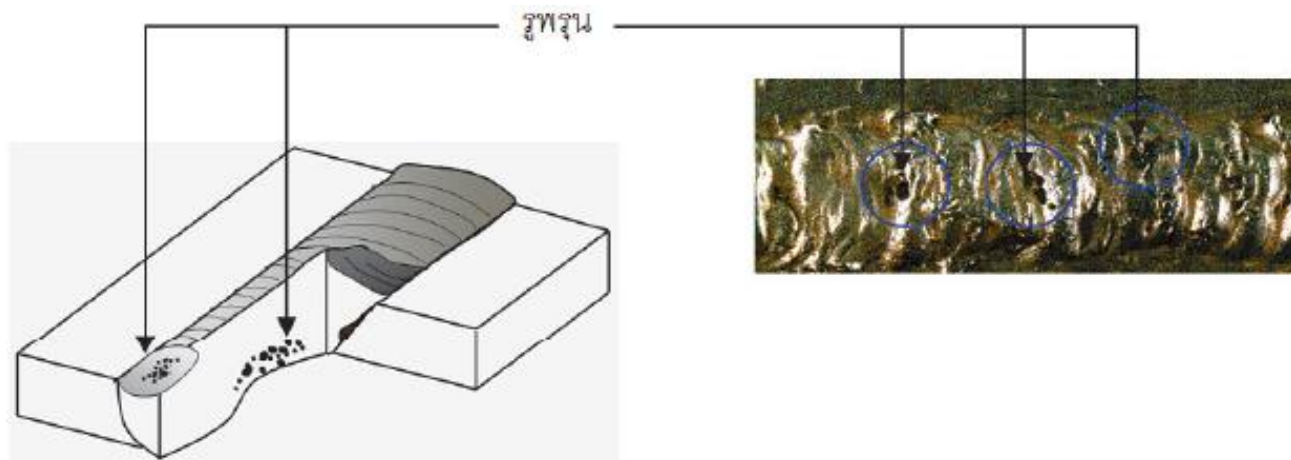




## 4.3 ข้อบกพร่องในงานเชื่อม

### 4.3.1 รูพรุนในแนวเชื่อม (Porosity)

รูพรุนในแนวเชื่อมเป็นจุดบกพร่องที่มีลักษณะเป็นจุดตามด เป็นข้อบกพร่องที่เกิดจากสนิมฝุ่นละออง และความชื้นที่เกาะอยู่ตามผิวของโลหะงานหรือเกิดจากลวดเชื่อมเต็มและแก๊สปกคลุม หรืออาจเกิดจากอุปกรณ์การเชื่อม เช่น ระบบระบายความร้อนและลูกกลิ้งในระบบขับเคลื่อน จุดตามดจะมีลักษณะเป็นโพรงแก๊สทรงกลม ซึ่งแตกต่างจากสแลกฝังใน



รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะจุดบกพร่องชนิดรูพรุนในแนวเชื่อม





### 4.3.2 ทังสเทนฝังใน (Tungsten Inclusion)

ทังสเทนฝังในเป็นจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นในการเชื่อมอาร์กทังสเทนแก๊สคลุม เกิดจากทังสเทนอิเล็กโทรดไปสัมผัสกับน้ำโลหะ หรือรอยเชื่อมหลอมละลายเข้าไปปะปนกัน

การสังเกตสามารถสังเกตได้จากผิวหน้าของแนวเชื่อม และทำการตรวจสอบด้วยวิธีถ่ายภาพรังสี ถ้าจุดบกพร่องนี้อยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ขึ้นอยู่กับมาตรฐานระดับการตรวจสอบ

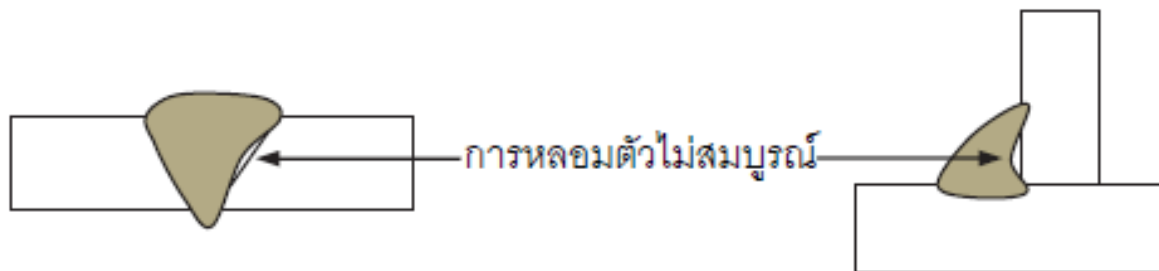
วิธีการแก้ไขสามารถแก้ไขได้โดยการเริ่มต้นการอาร์กด้วยกระแสความถี่สูงช่วงเริ่มต้น เลือกใช้ชนิดของทังสเทนอิเล็กโทรดที่ดีขึ้น อีกวิธีก็คือเลือกใช้กระแสไฟเชื่อมขั้วกลับ (DCEP)

### 4.3.3 การหลอมตัวไม่สมบูรณ์ (Incomplete Fusion)

การหลอมตัวไม่สมบูรณ์เป็นจุดบกพร่องที่มีลักษณะหลอมละลายไม่ติด หรือเรียกว่า การซึมลึก ซึ่งเกิดขึ้นจากรอยเชื่อมแต่ละชั้นหลอมติดกันไม่สมบูรณ์ หรือเนื้อลวดเชื่อมเดิมหลอมติดกับเนื้อโลหะงานไม่สมบูรณ์ และอาจเกิดขึ้นที่บริเวณใดก็ได้ในร่องรอยเชื่อม

วิธีการป้องกันทำได้โดยเพิ่มกระแสไฟเชื่อมมากขึ้นและใช้เทคนิคการเชื่อมแบบไม่ส่ายหัวเชื่อม ทำความสะอาดขอบรอยต่อชิ้นงาน และการเตรียมช่องรอยต่อให้มีขนาดน้อยลง





รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะจุดบกพร่องชนิดการหลอมตัวไม่สมบูรณ์

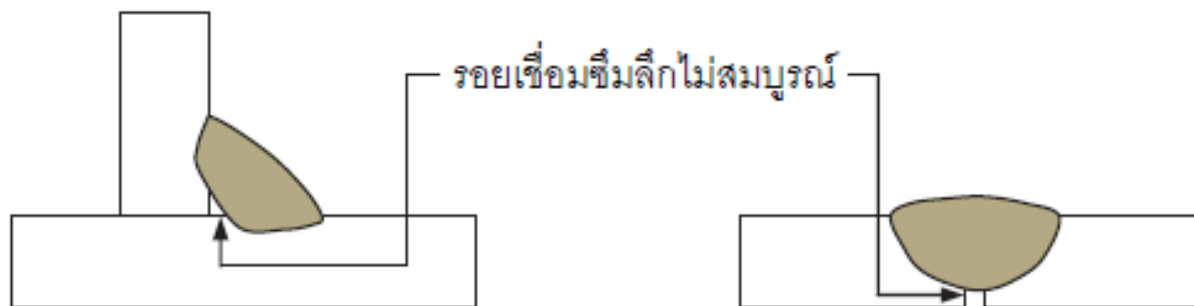






#### 4.3.4 รอยเชื่อมซึมลึกไม่สมบูรณ์ (Inadequate Joint Penetration)

รอยเชื่อมซึมลึกไม่สมบูรณ์เป็นลักษณะที่ลวดเชื่อมและโลหะงาน (หรือโลหะงานเพียงอย่างเดียวเมื่อไม่ใช้ลวดเชื่อมเติม) ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องจากรอยเชื่อมด้านในร้อนไม่ถึงจุดหลอมเหลว สภาพะการถ่ายเทความร้อน ก็มีผลต่อตำหนิชนิดนี้ กล่าวคือ ถ้าบริเวณด้านหน้า รอยเชื่อมร้อนจนถึงจุดหลอมเหลวก่อนรอยเชื่อมด้านใน ลวดเชื่อมจะหลอมติดกับโลหะงานส่วนนั้น และจะขัดขวางความร้อนจากการอาร์ก ลวดเชื่อมจึงไม่มีโอกาสซึมลึกลงไปที่รอยเชื่อมด้านใน กระบวนการเชื่อมอาร์กไฟฟ้าจะเกิดขึ้นระหว่างลวดเชื่อมและโลหะงานบริเวณที่ใกล้ที่สุด ส่วนบริเวณอื่นถัดออกไปจะได้รับความร้อนโดยการนำความร้อน



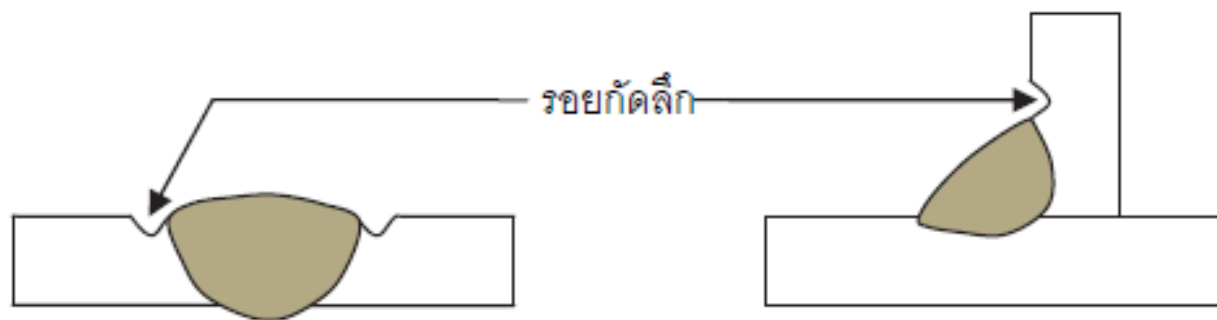
รูปที่ 4.23 แสดงลักษณะจุดบกพร่องชนิดรอยเชื่อมซึมลึกไม่สมบูรณ์





#### 4.3.5 รอยกัดลึก (Undercut)

รอยกัดลึกเป็นจุดบกพร่องที่มีลักษณะขอบหรือข้างรอยเชื่อมแหงนหายไป ความหนาของโลหะงานบริเวณรอยเชื่อมสุดท้ายลดลง ซึ่งทั้งสองลักษณะมักมีสาเหตุจากการเชื่อมที่ไม่เหมาะสม เช่น การใช้กระแสเชื่อมมากเกินไป ระยะอาร์กห่างเกินไป ในบางครั้ง หลีกเลียงรอยกัดลึกได้ยาก แม้ว่าข้างเชื่อมมีความรอยเชื่อมซึมลึกไม่สมบูรณ์การหลอมตัวไม่สมบูรณ์จำนวนมาก เช่น ในกรณีรอยเชื่อมอยู่ในตำแหน่งที่ปฏิบัติงานเชื่อมยาก หรือมีอำนาจสนามแม่เหล็กขณะเชื่อม ถ้าเกิดรอยกัดลึกมากเกินไปความแข็งแรงของแนวเชื่อมจะลดลง ถ้าสามารถแก้ไขก่อนปฏิบัติการเชื่อมได้จะช่วยลดการเกิดปัญหาได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 4.24 แสดงลักษณะจุดบกพร่องชนิดรอยกัดลึก



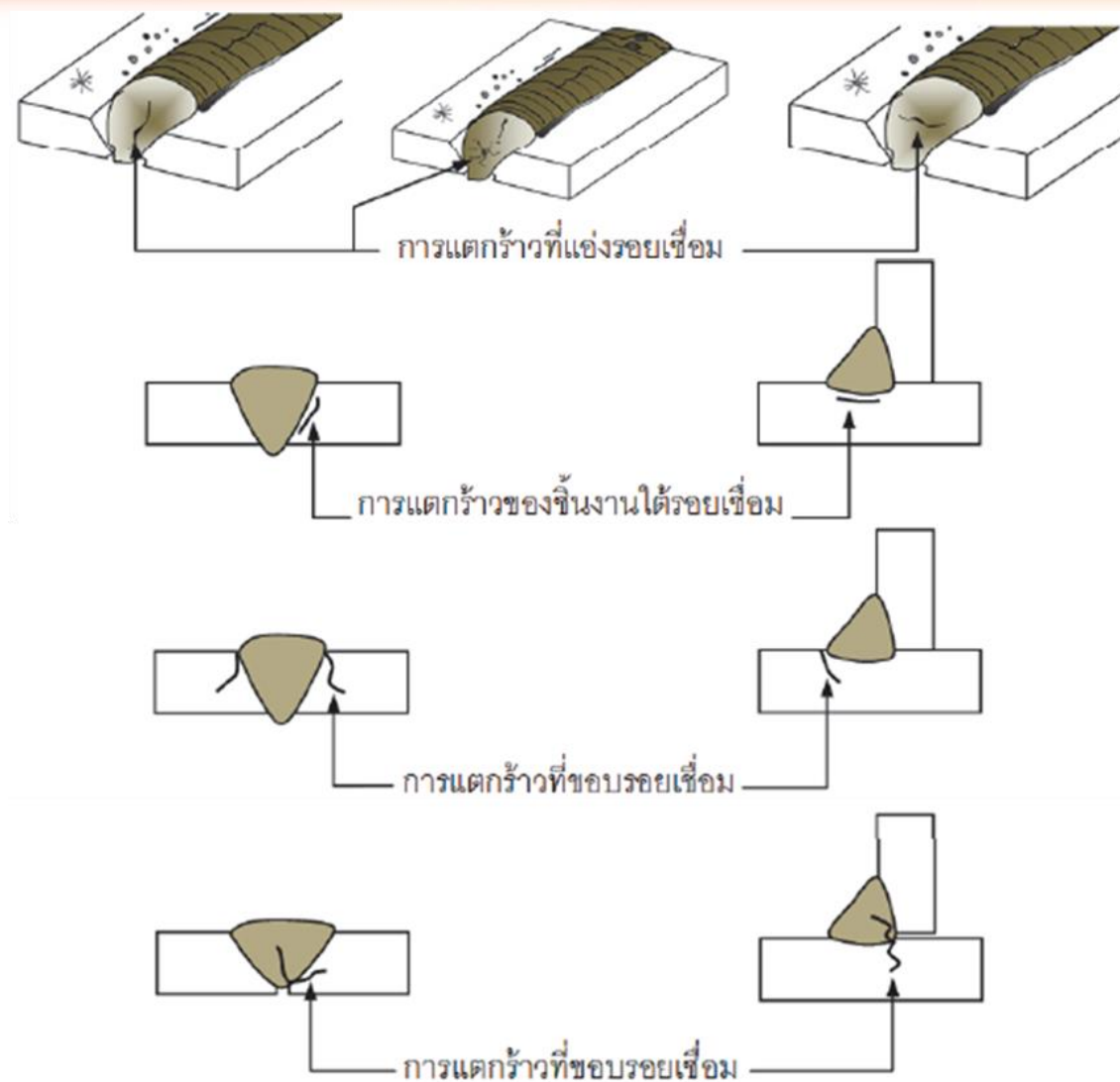


#### 4.3.6 รอยแตกร้าว (Cracks)

รอยแตกร้าวเป็นจุดบกพร่องที่มีลักษณะรอยร้าวของแนวเชื่อมเป็นผลมาจากความเค้นภายใน ซึ่งบางแห่งจะสูงกว่าความแข็งแรงของวัสดุ เมื่อเกิดรอยร้าวก่อนหรือหลังการเชื่อม และหลังจากรอยเชื่อมเย็นตัว ถ้าโลหะงานแข็งและเปราะรอยเชื่อมเกิดการแตกร้าวขึ้น ส่วนวัสดุเหนียวจะมีโอกาสแตกร้าวน้อย รอยแตกร้าวที่เกิดในแนวเชื่อมมี 3 ลักษณะ ดังนี้ รอยแตกร้าวตามแนวขวาง รอยแตกร้าวตามแนวยาว และรอยแตกร้าวที่ปลายหรือบ่อหลอมละลายของแนวเชื่อม

สำหรับรอยแตกร้าวในงานเชื่อมสามารถสรุปได้ 2 ลักษณะ คือ รอยแตกที่ผิวแนวเชื่อมสามารถมองเห็นได้ที่ผิวของแนวเชื่อม โดยการตรวจสอบด้วยสายตาและรอยแตกร้าวใต้ผิวแนวเชื่อม รอยแตกที่เกิดขึ้นในแนวเชื่อม และบริเวณ HZA เรียกว่า แตกร้าวใต้แนวเชื่อม บางครั้งเกิดบริเวณระหว่างแนวเชื่อมกับชิ้นงาน และบางกรณีในโลหะงาน หรือเรียกว่า การฉีกขาดแบบ Laminar รอยแตกร้าวขนาดเล็กเรียกว่า Micro Size Crack และ Macro Size Crack และบางครั้งอาจเรียกว่า Fissures





รูปที่ 4.25 แสดงลักษณะตัวอย่างจุดบกพร่องชนิดรอยแตกร้าว

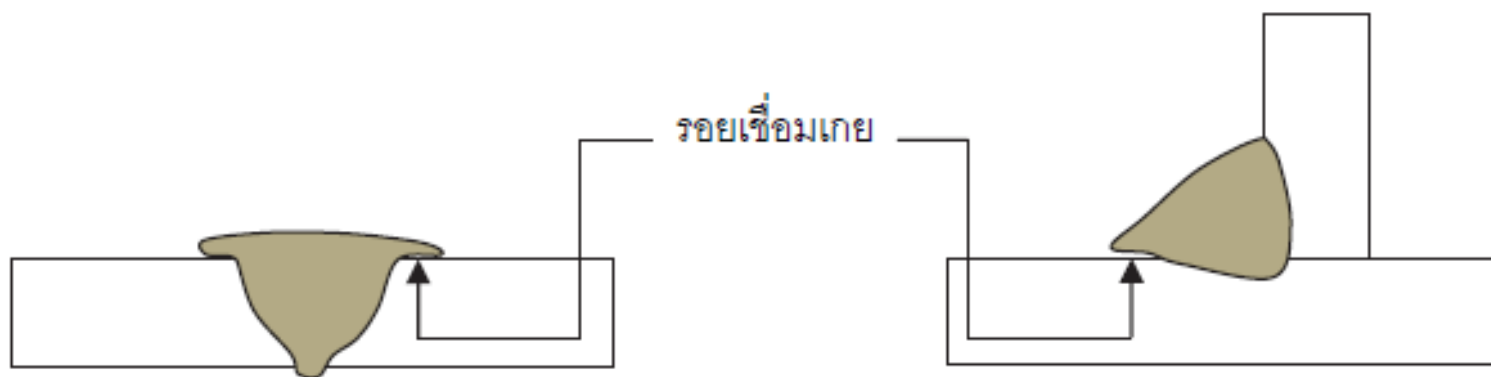






#### 4.3.7 รอยเกย (Overlap)

รอยเกยเป็นจุดบกพร่องที่มีลักษณะสภาพของแนวเชื่อมที่มีขอบด้านข้างเกย  
ล้นออกมาจากแนวหลอมละลายของแนวเชื่อมปกติ จึงทำให้มีลักษณะคล้ายรอยบาก (Notch)  
บริเวณขอบแนวเชื่อม จะทำให้เป็นจุดรวมความเค้นเมื่อเกิดช่วงของการรับแรง และในกรณีของ  
แนวเชื่อมต่อจากจะทำให้แนวเชื่อมมีขนาดที่คอบแนวเชื่อมลดลงรอยเกยตามปกติจะไม่หลอม  
ละลายติดกับเนื้องาน จะเกิดมาจากสาเหตุอื่น เช่น เทคนิคการเชื่อมไม่เหมาะสม องค์ประกอบ  
การเชื่อมไม่เหมาะสม และรอยต่อไม่สะอาดมีคราบสกปรก



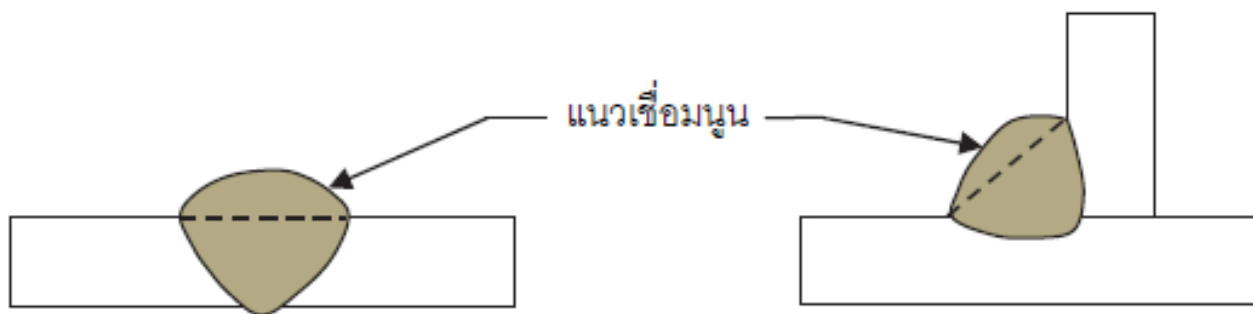
รูปที่ 4.26 แสดงลักษณะจุดบกพร่องชนิดรอยเกย





#### 4.3.8 แนวเชื่อมนูน (Excessive Convexity)

แนวเชื่อมนูนเป็นจุดบกพร่องที่มีลักษณะหน้าตัดแนวเชื่อมนูนสูงเกินไปซึ่งจะก่อให้เกิด Notch Effects ของการเชื่อมชั้นแนวและจะเกิดจุดบกพร่องชนิดอื่นตามมา เช่น การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ สลักฝังเมื่อทำการเชื่อมแนวทับหน้า แนวเชื่อมนูนจะมีลักษณะคล้ายกับรอยเกยวิธีป้องกันทำได้โดยใช้เทคนิคการเชื่อมให้เหมาะสม เช่น ความเร็วการเชื่อมช้าลง มุมหัวเชื่อมและลวดเชื่อมเติมถูกต้อง ขนาดลวดเชื่อมเติมเหมาะสมกับความหนาชิ้นงาน และทำความสะอาดรอยต่อก่อนเชื่อมทุกครั้ง



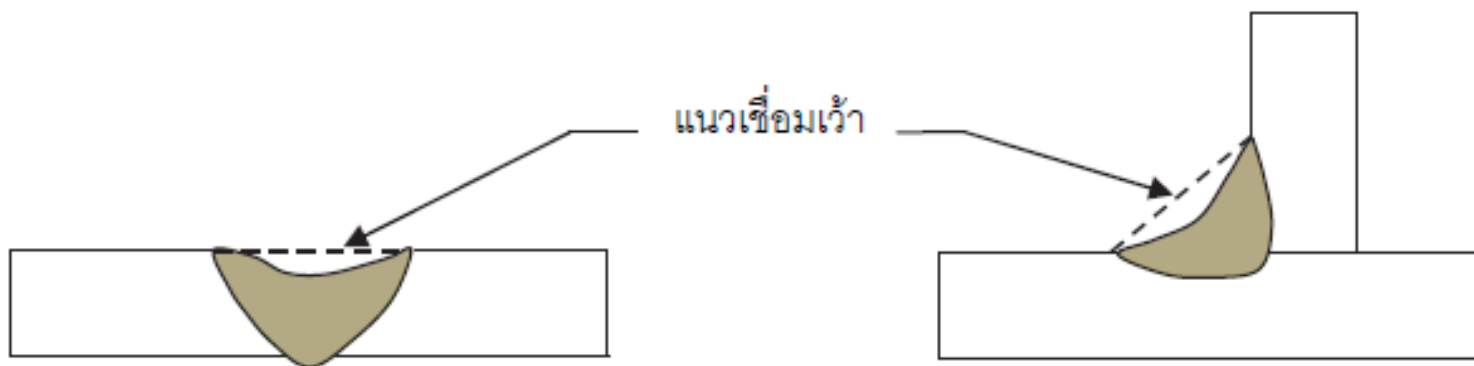
รูปที่ 4.27 แสดงลักษณะจุดบกพร่องชนิดแนวเชื่อมนูน





#### 4.3.9 แนวเชื่อมเว้า (Concave)

แนวเชื่อมเว้าเป็นจุดบกพร่องที่มีลักษณะหน้าตัดแนวเชื่อมโค้งเว้าเข้ามามากเกินไป ซึ่งเกิดผลมาจากการเตรียมงานต่อชนของช่องว่าง (Root) และแนวเชื่อมต่อฉากเช่นกัน ในแบบงานที่ไม่สามารถระบุว่าเป็นข้อบกพร่องได้เรียกว่า Concave Fillet Welds ซึ่งขนาดของแนวเชื่อมต่อฉากสามารถหาขนาดได้จากระยะของคอแนวเชื่อมเท่านั้น ไม่สามารถหาระยะขาของแนวเชื่อมได้ เนื่องจากแนวเชื่อมมีลักษณะโค้งเว้าจึงไม่เป็นขนาดที่แท้จริงของแนวเชื่อม และส่งผลให้แนวเชื่อมมีความแข็งแรงน้อยลง



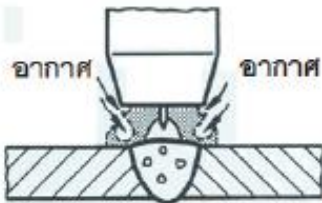
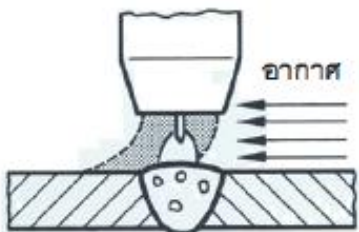
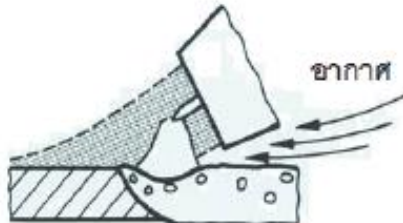
รูปที่ 4.28 แสดงลักษณะจุดบกพร่องชนิดแนวเชื่อมเว้า





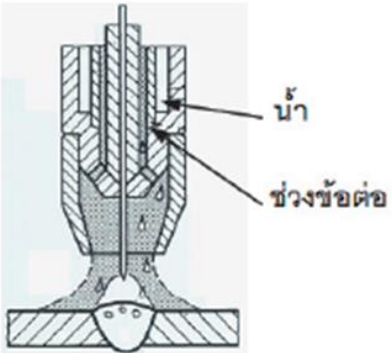
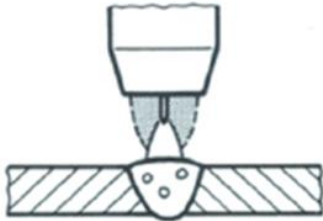
## 4.4 ข้อบกพร่องที่พบในงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม

### 4.4.1 สาเหตุการเกิดโพรงอากาศ (Causes of Gas Pore Formation)

| ที่ | ลักษณะข้อบกพร่อง                                                                    | สาเหตุ                                                                                     |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   |    | เกิดจากปริมาณของแก๊สปกคลุมมากเกินไปทำให้เกิดการไหลวนของแก๊สดังอากาศเข้าไปผสมในบ่อหลอมละลาย |
| 2   |    | เกิดจากมีอากาศเป่าให้แก๊สปกคลุมไม่สามารถปกคลุมบ่อหลอมละลายได้ทั่วถึง                       |
| 3   |  | เกิดจากอากาศเข้าผสมในบ่อหลอมละลาย เนื่องจากเอียงหัวเชื่อมมากเกินไป                         |



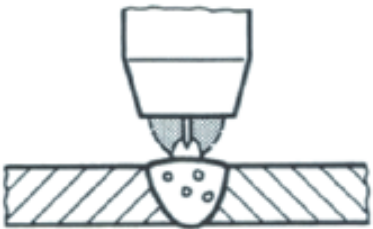
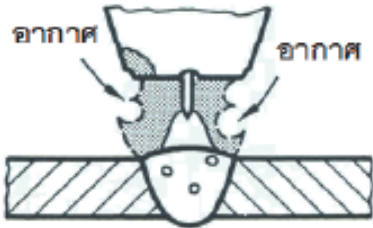
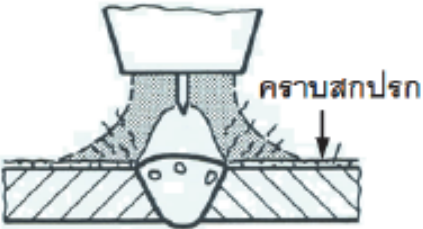


|   |                                                                                     |                                                                                                       |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 |    | <p>เกิดจากใช้หัวฉีดแก๊สขนาดเล็กเกินไป ขนาดเหมาะสม คือ 1.5 เท่าของความกว้างบ่อหลอมละลาย</p>            |
| 5 |    | <p>เกิดจากน้ำเข้าไปรวมตัวกับแก๊สปกติในท่อแก๊ส เนื่องจากการรั่วของท่อน้ำระบบหล่อเย็นภายในหัวเชื่อม</p> |
| 6 |  | <p>เกิดจากการให้ระยะห่างของหัวเชื่อมกับชิ้นงานมากเกินไป</p>                                           |





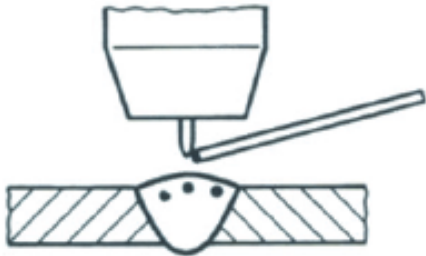


|   |                                                                                    |                                                                                         |
|---|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 |   | เกิดจากปริมาณของแก๊สปกคลุมน้อยเกินไป                                                    |
| 8 |   | เกิดจากการไหลวนของแก๊สปกคลุมและอากาศถูกดูดเข้าไปผสม หัวฉีดแก๊สชำรุด                     |
| 9 |  | เกิดจากความสกปรก จาระบี น้ำมัน สารเคลือบผิววัสดุ เช่น สี หรือ ความชื้นในบริเวณรอยเชื่อม |



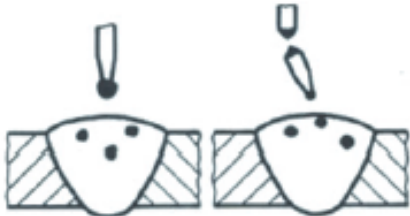


#### 4.4.2 สาเหตุการปนเปื้อนลวดทั้งสแตน (Causes of Tungsten Inclusion)

| ที่ | ลักษณะข้อบกพร่อง                                                                    | สาเหตุ                                                              |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1   |    | เกิดจากแท่งทั้งสแตนที่ร้อนแดงสัมผัสกับลวดเชื่อมเดิม                 |
| 2   |    | เกิดจากแท่งทั้งสแตนที่ร้อนแดงสัมผัสกับบ่อหลอมละลาย                  |
| 3   |  | แท่งทั้งสแตนรับภาระมากเกินไป เมื่อทำการเชื่อมด้วยกระแสไฟสลับ (ACHF) |





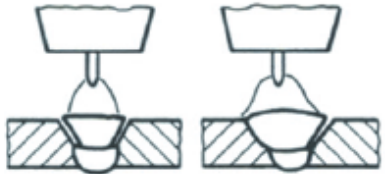
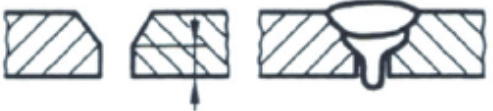
|   |                                                                                   |                                                                            |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 4 |  | แท่งทั้งสแตนรับภาระมากเกินไป เมื่อทำการเชื่อมด้วยกระแสไฟตรงขั้วกลับ (DCEP) |
| 5 |  | ในบริเวณผิวหน้ารอยเชื่อมหากมีทั้งสแตนหลอมปนอยู่ จะก่อให้เกิดการกัดกร่อน    |





#### 4.4.3 สาเหตุการหลอมไม่สมบูรณ์ (Causes of Lack of Fusion)

ตารางที่ 4.3 ลักษณะข้อบกพร่องและสาเหตุการหลอมไม่สมบูรณ์

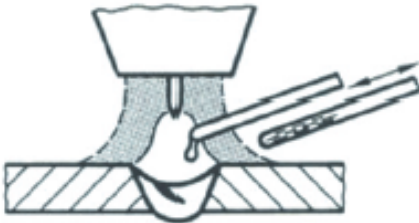
| ที่ | ลักษณะข้อบกพร่อง                                                                    | สาเหตุ                                                                |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1   |    | เกิดจากการเดินแนวเชื่อมเร็วเกินไปและการจัดหัวเชื่อมไม่อยู่กึ่งกลางแนว |
| 2   |    | ระยะขอบล่าง (Root Face) มีขนาดหนาเกินไป                               |
| 3   |    | ร่องเปิด (Root Opening) มีขนาดแคบเกินไป                               |
| 4   |  | มุมร่องบากมีขนาดเล็กเกินไป                                            |
| 5   |  | การจัดลำดับชั้นการเชื่อมไม่ถูกต้อง                                    |





#### 4.4.4 สาเหตุการเกิดออกไซด์ (Causes of Oxide Inclusion)

ตารางที่ 4.4 รูปลักษณะข้อบกพร่องและสาเหตุการเกิดออกไซด์ในงานเชื่อมอาร์มทั้งสแตนเลสและอลูมิเนียม

| ที่ | ลักษณะข้อบกพร่อง                                                                  | สาเหตุ                                                                                                                              |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   |  | ทำความสะอาดรอยต่อไม่เพียงพอ ผิวออกไซด์ที่ลวดเชื่อมต้องกำจัดออก และเมื่อทำการเชื่อมเสร็จแต่ละแนวควรทำความสะอาดด้วยแปรง               |
| 2   |  | การดึงปลายลวดเชื่อมเติมออกห่างจากแก๊สปกคลุมมากเกินไป ทำให้ปลายลวดเติมเกิดออกไซด์เมื่อเติมลงในบ่อหลอมละลายจะผสมเข้ากับเนื้อแนวเชื่อม |

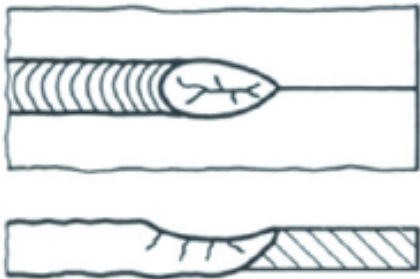






#### 4.4.5 สาเหตุการแตกที่บ่อหลอมละลาย (Causes of Crater Cracks)

ตารางที่ 4.5 ลักษณะข้อบกพร่องและสาเหตุการแตกที่บ่อหลอมละลาย

| ลักษณะข้อบกพร่อง                                                                  | สาเหตุ                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | เกิดจากการใช้กระแสไฟเชื่อมสูงเกินไป อัตราความเร็วของการเดินแนวเชื่อมต่ำเกินไปและบ่อหลอมละลายสุดท้าย ไม่มีการเติมลวดเชื่อมให้สมบูรณ์ |





## 4.5 ตัวอย่างแบบการตรวจสอบงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ

ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างแบบการตรวจสอบงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ

|                                                                                                                                                                     |                                        |            |                     |           |  |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------|---------------------|-----------|--|--|--|--|
| ตราหน่วยงาน                                                                                                                                                         | รายงานการตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยวิธีพินิจ |            | เลขที่.....         |           |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                     | รายงานเลขที่.....                      |            | หน้า.....           |           |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                     | วันที่ตรวจสอบ.....                     |            | .....               |           |  |  |  |  |
| ชื่อโครงการ : .....                                                                                                                                                 |                                        |            | ทะเบียนตรวจสอบ..... |           |  |  |  |  |
| สถานที่ตรวจสอบ.....                                                                                                                                                 |                                        |            | ผู้รับจ้าง.....     |           |  |  |  |  |
| เกณฑ์การยอมรับอื่น ๆ ที่ใช้ร่วม.....                                                                                                                                |                                        |            |                     |           |  |  |  |  |
| เงื่อนไขการตรวจสอบ : <input type="checkbox"/> ตา <input type="checkbox"/> แว่นขยาย กำลังขยาย.....เท่า <input type="checkbox"/> อื่น ๆ.....                          |                                        |            |                     |           |  |  |  |  |
| สภาวะการตรวจสอบ : <input type="checkbox"/> สร้างใหม่ <input type="checkbox"/> การซ่อม <input type="checkbox"/> ระหว่างใช้งาน                                        |                                        |            |                     |           |  |  |  |  |
| สภาพผิวที่ตรวจสอบ : <input type="checkbox"/> รอยเชื่อม <input type="checkbox"/> บริเวณ HAZ <input type="checkbox"/> อื่น ๆ.....                                     |                                        |            |                     |           |  |  |  |  |
| วิธีการเตรียมผิวงาน : <input type="checkbox"/> ผิวรอย <input type="checkbox"/> ขัดด้วยแปรง <input type="checkbox"/> เครื่องขัด <input type="checkbox"/> อื่น ๆ..... |                                        |            |                     |           |  |  |  |  |
| รูปภาพหรือภาพสเกตช์ : <input type="checkbox"/> มี (ตามเอกสารแนบ) <input type="checkbox"/> ไม่มี                                                                     |                                        |            |                     |           |  |  |  |  |
| ตำแหน่ง/รหัสชิ้นงาน                                                                                                                                                 | ความไม่ต่อเนื่อง                       | ขนาด/จำนวน | ยอมรับ              | ไม่ยอมรับ |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                     |                                        |            |                     |           |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                     |                                        |            |                     |           |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                     |                                        |            |                     |           |  |  |  |  |





|                                                                                                                                                 |               |            |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|------------|
| ผลการตัดสิน : <input type="checkbox"/> สอดคล้องกับมาตรฐาน <input type="checkbox"/> ไม่สอดคล้องกับมาตรฐาน <input type="checkbox"/> หมายเหตุ..... |               |            |            |
|                                                                                                                                                 | ผู้ปฏิบัติงาน | ผู้ตรวจสอบ | ผู้อนุมัติ |
| ชื่อ - สกุล (ลายเซ็น)                                                                                                                           |               |            |            |
| ชื่อ - สกุล (ตัวบรรจง)                                                                                                                          |               |            |            |
| วัน/เดือน/ปี                                                                                                                                    |               |            |            |







# หน่วยที่ 5

## งานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม (งานเชื่อมต่อตัวที่)





## หัวข้อเรื่อง (Topics)

5.1

การตรวจสอบก่อนทำการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

5.2

การตรวจสอบหลังทำการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม







## 5.1 การตรวจสอบก่อนทำการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม

### 5.1.1 เครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม

1. **เครื่องเชื่อม** เครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุมที่ใช้ในการเชื่อมงานต่อตัวที่ ต้องทำการปรับค่าพารามิเตอร์ที่หน้าเครื่องเชื่อมก่อนทำการเชื่อม โดยปรับค่าตามข้อกำหนดของคู่มือการใช้งาน ที่สำคัญต้องปรับกระแสไฟเชื่อม ชนิดกระแสตรงชั่วตรง (DCEN) และปรับค่าอื่นที่หน้าแผงปรับเครื่องเชื่อม



รูปที่ 5.1 แสดงแผงปรับพารามิเตอร์ของเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม





2. ชุดควบคุมการไหลของแก๊ส เป็นชุดอุปกรณ์ที่ประกอบอยู่กัับถังแก๊สปกคลุม โดยทำการปรับอัตราการไหลของแก๊สปกคลุมระหว่าง 6 - 10 ลิตร/นาที

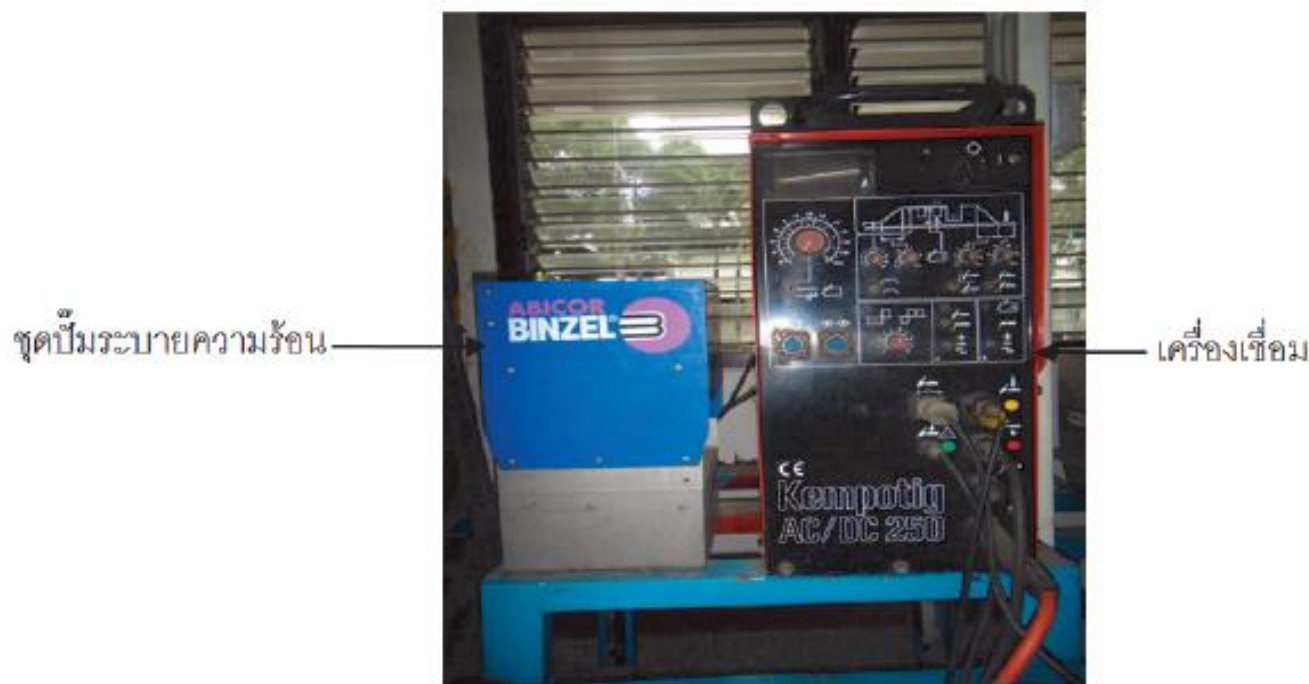


รูปที่ 5.2 แสดงชุดควบคุมการไหลของแก๊สของเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม





3. ชุดการระบายความร้อน เป็นชุดที่ประกอบด้วยเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมเพื่อทำหน้าที่ระบายความร้อนที่สายเชื่อมและหัวเชื่อม ควรทำการตรวจสอบว่ามีระบบน้ำหล่อเย็นเพียงพอที่จะไหลเวียนในระบบ แต่เครื่องเชื่อมบางรุ่นเป็นระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ จึงไม่มีชุดปั๊มระบายความร้อน



รูปที่ 5.3 แสดงชุดการระบายความร้อนของเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม





### 5.1.2 อุปกรณ์ช่วยงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม

อุปกรณ์ช่วยงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุมเป็นอุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกก่อนเชื่อมขณะเชื่อม และหลังเชื่อม เพื่อให้ได้คุณภาพของงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุมตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด สามารถแยกได้ดังนี้

1. อุปกรณ์ป้องกันอันตราย
2. อุปกรณ์เตรียมและตกแต่งชิ้นงาน
3. อุปกรณ์ช่วยงาน
4. อุปกรณ์ตรวจสอบงานเชื่อม



รูปที่ 5.4 แสดงอุปกรณ์อำนวยความสะดวกก่อนเชื่อม ขณะเชื่อม และหลังเชื่อม







## 5.2

## การตรวจสอบหลังทำการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

### 5.2.1 เครื่องเชื่อมและอุปกรณ์

#### 1. เครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

(1) ปิดวาล์วที่หัวถังแก๊สและกดสวิตช์ควบคุมที่หัวเชื่อม เพื่อระบายแก๊สที่อยู่ภายในระบบของเครื่องเชื่อมออกให้หมด สังเกตจากความดันภายในถังที่ชุดเรคกูเรเตอร์ตำแหน่งเข็มชี้ที่ความดันเป็น 0 ลิตรต่อนาที และปิดวาล์วที่ชุดโฟลว์มิเตอร์

(2) ปรับค่าอื่นที่แผงปรับเครื่องเชื่อม ให้อยู่ตำแหน่งเดิมก่อนทำการเชื่อม และหากเป็นเครื่องรุ่นใหม่ที่มีระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ควรบันทึกค่าไว้ใช้ในครั้งต่อไป

#### 2. อุปกรณ์ช่วยงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม ประกอบด้วยอุปกรณ์

ป้องกันอันตรายอุปกรณ์เตรียมและตกแต่งชิ้นงาน อุปกรณ์ช่วยงาน และอุปกรณ์ตรวจสอบงานเชื่อม ควรทำความสะอาดก่อนนำเข้าไปตามที่ได้นำมาครั้งแรก





### 5.2.2 พื้นที่ปฏิบัติงาน

หลังจากได้ปฏิบัติงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมควรทำการตรวจหลังทำการเชื่อมทันที โดยให้ความสำคัญต่อการปฏิบัติงานในพื้นที่ด้วยความปลอดภัย การปฏิบัติควรกระทำเรียงลำดับได้ดังนี้

1. ตรวจสอบสายไฟฟ้าที่เข้าเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุมปิดสวิตช์ควบคุม
2. ทำความสะอาดเครื่องเชื่อมพร้อมทั้งอุปกรณ์ช่วยงานเชื่อมทุกรายการ
3. จัดเก็บอุปกรณ์ช่วยงานเข้าที่ให้เรียบร้อย
4. ทำความสะอาดพื้นที่ในการปฏิบัติงาน





รูปที่ 5.5 แสดงพื้นที่ปฏิบัติงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

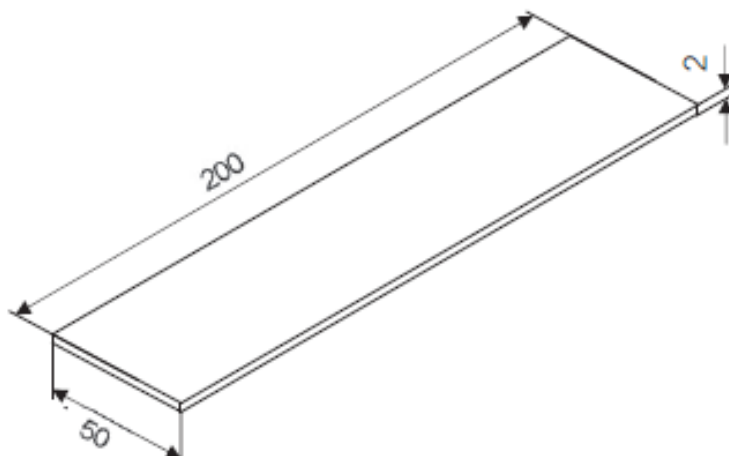




## เทคนิคการเชื่อมงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมต่อตัวที่ทำราบ 1F

### 1. การเตรียมชิ้นงาน

1.1 เตรียมชิ้นงานแผ่นเหล็กกล้า St 34 ขนาด  $50 \times 200 \times 2$  มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้น



รูปที่ 1 ขนาดของชิ้นงานเชื่อม

1.2 ใช้ตะไบแบนทำการตกแต่งครีบริยตัดของชิ้นงานให้เรียบทุกด้านทั้ง 2 ชิ้น

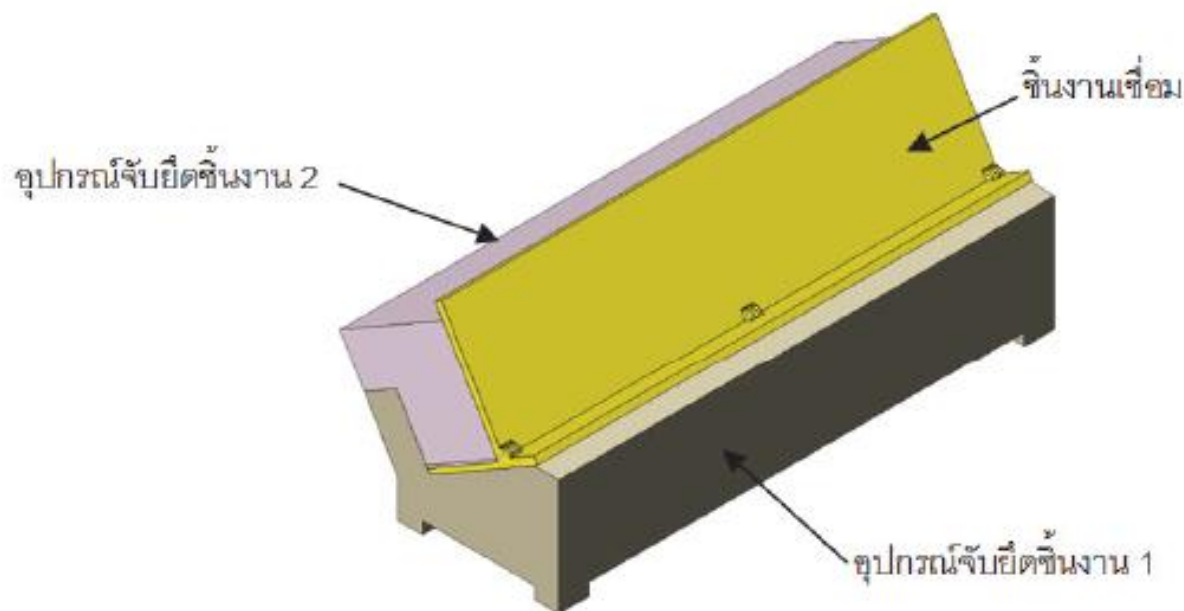






## 2. การเชื่อมยึดชิ้นงาน

### 2.1 นำชิ้นงานทั้ง 2 ชิ้น มาเข้าอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน



รูปที่ 2 การยึดชิ้นงานด้วยอุปกรณ์จับยึด

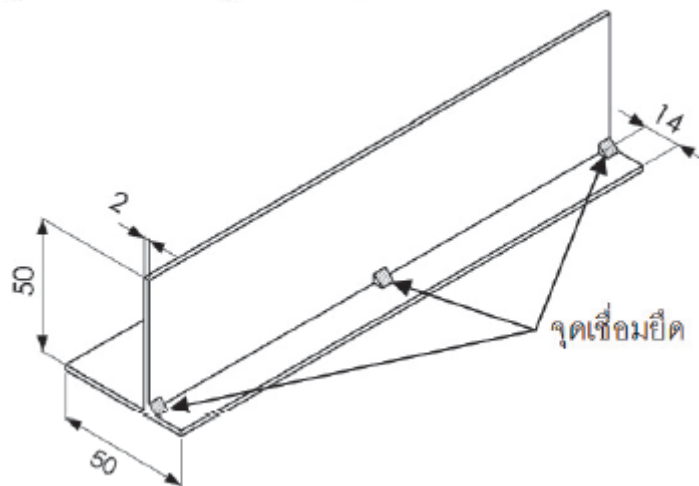
#### ข้อควรระวัง

- ชิ้นงานเชื่อมทั้ง 2 ชิ้น ก่อนเข้าอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ต้องมีรูปทรงที่ตรงและขนานกันหรือไม่คงอ
- ขณะทำการเชื่อมยึดควรจับชิ้นงานเชื่อมกับอุปกรณ์จับยึดให้แน่น เพราะขณะปฏิบัติการเชื่อมยึด จะทำให้มุมเพื่อติดจากเดิมได้





2.2 เปิดเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมที่ตั้งค่าพารามิเตอร์เรียบร้อยแล้ว ทำการเชื่อมยึดด้านหลังของชิ้นงานจำนวน 3 จุด โดยแต่ละจุดยึดมีขนาดความยาว 5 - 6 มิลลิเมตร



รูปที่ 3 การเชื่อมยึดด้านหลังชิ้นงานจำนวน 3 จุด

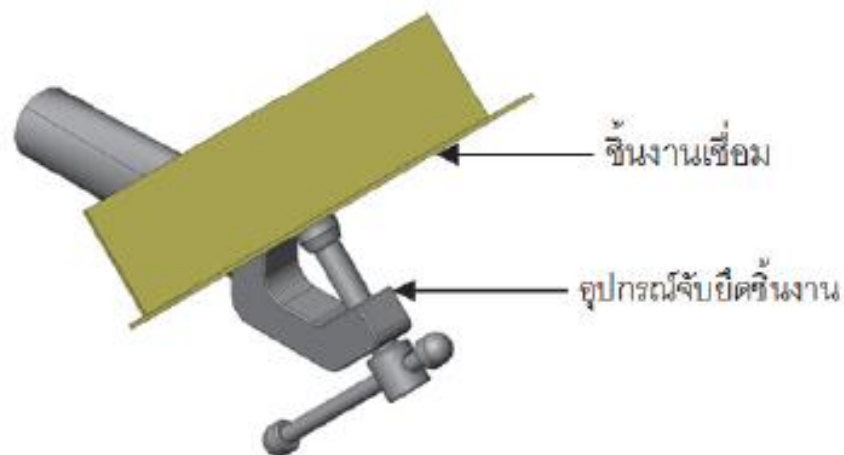




### 3. การเชื่อมชิ้นงาน

3.1 ใบงานนี้เป็นใบงานชิ้นงานหนาเพียง 2 มิลลิเมตร ทำการเชื่อมเพียงแนวเดียวเท่านั้น กำหนดขนาดความกว้างของแนวเชื่อมขนาด 5 มิลลิเมตร และเชื่อมตลอดแนวของชิ้นงาน

3.2 จับชิ้นงานให้อยู่ในท่าราบ 1F กำหนดค่าพารามิเตอร์เครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุมกระแสไฟที่ 80 - 90 แอมแปร์ ใช้ชนิดกระแสไฟเชื่อม DCEN ลวดเชื่อมความโต 2.4 มิลลิเมตร ทิศทางการเชื่อมให้ไปทางหน้ามือ (Fore hand) วางหัวเชื่อมทำมุม 60 องศาจากแนวระนาบ ลงในร่องรอยต่อให้หัวจี้ดเซรามิกติดกับชิ้นงาน และให้ปลายแท่งทั้งสแตนอิเล็กโทรดอยู่กลางร่องรอยต่อ

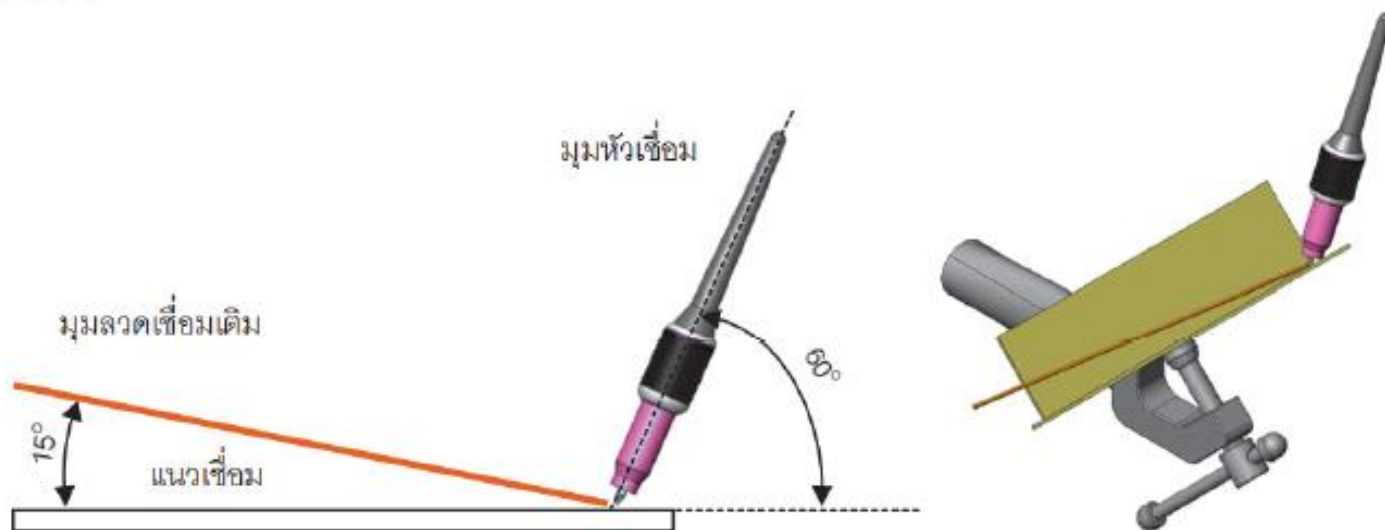


รูปที่ 4 การจับชิ้นงานด้วยอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน





3.3 ปิดหน้ากากเชื่อมเริ่มต้นอาร์ก กดสวิตช์หัวเชื่อมให้เกิดลำอาร์กกลางแนวเชื่อมรอให้เกิด  
บ่อหลอมละลาย นำลวดเชื่อมเติมวางในร่องรอยต่อชิ้นงานป้อนเข้าบ่อหลอมละลายโดยทำมุม 15 องศา  
จากแนวระนาบ



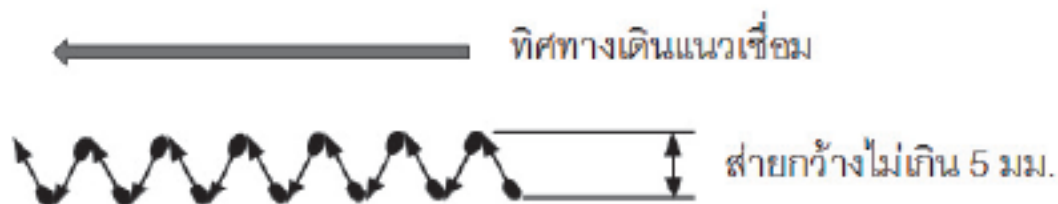
รูปที่ 5 การจัดมุมวางหัวเชื่อมและลวดเชื่อมในร่องรอยต่อที่





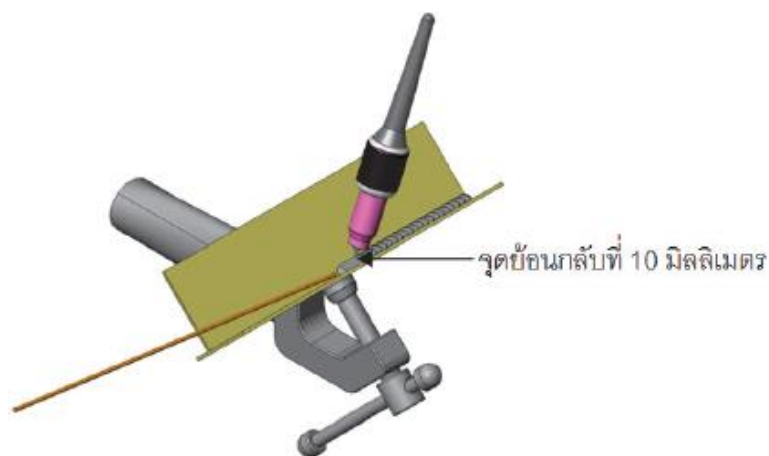


3.4 ขณะเชื่อมควรใช้เทคนิคการส่ายหัวเชื่อม โดยให้หัวฉีดเซรามิกติดกับชิ้นงานตลอดเวลาเชื่อม



รูปที่ 6 การส่ายหัวเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม

3.5 ในกรณีหยุดเชื่อมระหว่างแนว การต่อแนวเชื่อมให้ปลายทั้งสแตนอิเล็กโทรดย้อนกลับมาจากจุดเดิมที่ 10 มิลลิเมตร เริ่มการอาร์กเดินแนวมาโดยไม่ต้องเติมลวดเชื่อม จนมาที่จุดเดิมแล้วเติมลวดเชื่อมต่อไปจนสิ้นสุดแนวเชื่อม

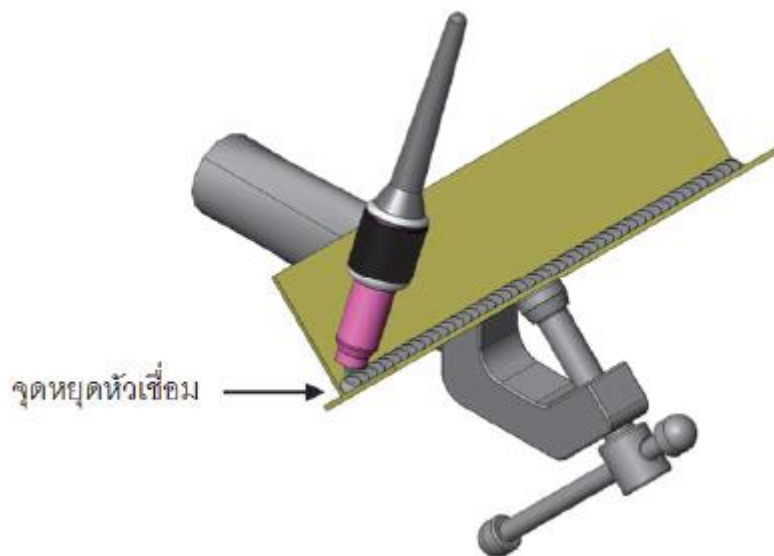


รูปที่ 7 วิธีการต่อแนวเชื่อมระหว่างเชื่อม





3.6 ช่วงใกล้เชื่อมสิ้นสุดแนวเชื่อม ให้สังเกตบ่อหลอมละลายไม่ให้โตเกินจากขนาดเดิม และ  
สิ้นสุดแนวเชื่อมปิดสวิตช์หัวเชื่อม โดยจับหัวเชื่อมไว้ที่เดิมเพื่อให้แก๊สปกคลุมทำหน้าที่ปกคลุมบ่อหลอม  
ละลาย



รูปที่ 8 การให้แก๊สปกคลุมที่บริเวณบ่อหลอมละลายสุดท้าย





3.7 ใช้คีมจับชิ้นงานออกจากโต๊ะเชื่อม ทำการตักแต่งชิ้นงานด้วยแปรงลวดขัดแนวเชื่อม และใช้ตะไบตักแต่งขอบงานให้เรียบร้อย ทำการตรวจสอบชิ้นงาน เช่น ขนาดแนวเชื่อม จุดบกพร่อง ความสะอาด



รูปที่ 9 การตรวจสอบแนวเชื่อมวัดด้วยเกจวัดขนาดแนวเชื่อม 1



รูปที่ 10 การตรวจสอบแนวเชื่อมวัดด้วยเกจวัดขนาดแนวเชื่อม 2







# หน่วยที่ 6

## งานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม (งานเชื่อมต่อชนบาคหน้างาน)







## หัวข้อเรื่อง (Topics)

- 6.1 การควบคุมการเชื่อม
- 6.2 การจับหัวเชื่อมเริ่มต้นอาร์ก
- 6.3 การตรวจสอบระบบเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุมเบื้องต้น





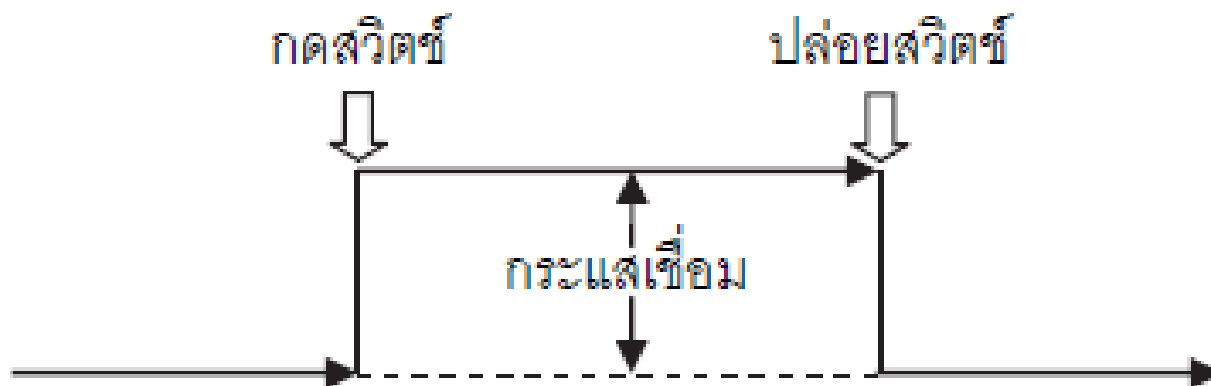
## 6.1 การควบคุมการเชื่อม

ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสและอลูมิเนียมจำเป็นต้องมีความรู้จากการควบคุมระบบของการเชื่อมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและผลของงานถูกต้องเป็นไปตามมาตรฐานงานเชื่อม ดังนั้นการควบคุมการเชื่อมหรือควบคุมสวิตช์ที่หัวเชื่อม สามารถปฏิบัติตามคำแนะนำ 2 วิธีได้ดังนี้

### 6.1.1 การควบคุมการเชื่อมแบบ 2 จังหวะ

การควบคุมการเชื่อมแบบ 2 จังหวะเป็นการควบคุมการเชื่อมที่ใช้กับแนวเชื่อมที่มีระยะสั้นหรืองานเชื่อมจุด โดยมีจังหวะการกดสวิตช์ให้เกิดกระแสการอาร์กขึ้นพร้อมทำการเชื่อม และปล่อยสวิตช์ที่หัวเชื่อมให้กระแสไฟเชื่อมหยุดทำงาน ซึ่งปรับได้ที่แผงหน้าเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสและอลูมิเนียม วงจรการทำงาน





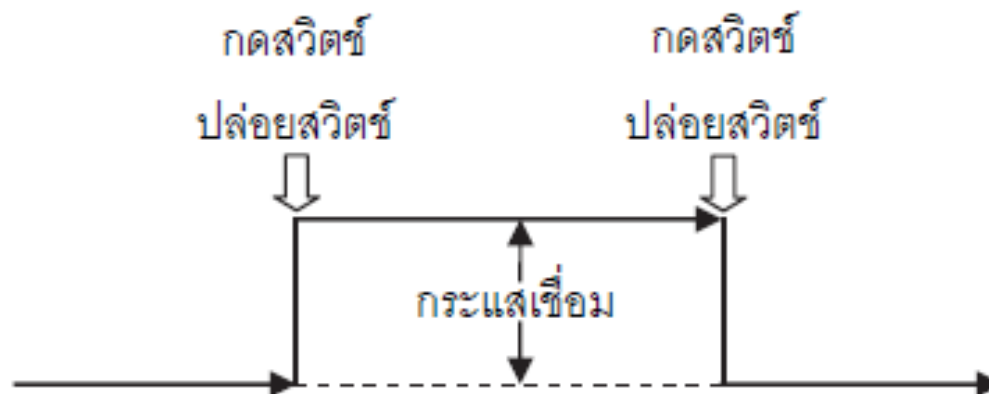
รูปที่ 6.1 วงจรการควบคุมการเชื่อมแบบ 2 จังหวะ





### 6.1.2 การควบคุมการเชื่อมแบบ 4 จังหวะ

การควบคุมการเชื่อมแบบ 4 จังหวะ เป็นการควบคุมการเชื่อมที่ใช้กับแนวเชื่อมที่มีระยะยาวหรือการเชื่อมที่ต้องใช้เวลาการเชื่อมนาน โดยมีจังหวะจำนวนครั้งในการกดสวิตช์และปล่อยสวิตช์ที่หัวเชื่อมซึ่งในจังหวะกดและปล่อยสวิตช์ช่วงเวลาเดียวกัน และเมื่อต้องการหยุดทำการเชื่อมให้กดสวิตช์และปล่อยสวิตช์ช่วงเวลาเดียวกัน เพื่อให้กระแสไฟเชื่อมหยุดทำงาน



รูปที่ 6.2 วงจรการควบคุมการเชื่อมแบบ 4 จังหวะ







## 6.2 การจับหัวเชื่อมเริ่มต้นอาร์ก

สำหรับผู้ปฏิบัติงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสและกลุ่มที่เริ่มฝึกเชื่อม ควรศึกษาวิธีการจับหัวเชื่อมเริ่มต้นการอาร์กให้เข้าใจ เพื่อสะดวกและปลอดภัยจากการปฏิบัติงานเชื่อม โดยมีวิธีการจับ 2 วิธี ดังนี้

### 6.2.1 การจับหัวเชื่อมแบบปากกา

การจับหัวเชื่อมแบบปากกาเป็นการจับหัวเชื่อมสำหรับบุคคลที่เริ่มต้นการฝึกเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสและกลุ่ม เนื่องจากวิธีการนี้ง่ายต่อการควบคุมระยะการอาร์ก โดยใช้ด้ามหัวเชื่อมสอดเข้าร่องมือใช้นิ้วชี้ขึ้นด้านบนที่สวิตช์หัวเชื่อมเพื่อทำการกดและปล่อยสวิตช์หัวเชื่อม





รูปที่ 6.3 วิธีการจับหัวเชื่อมแบบปากกา





### 6.2.2 การจับหัวเชื่อมแบบทั่วไป

การจับหัวเชื่อมแบบทั่วไปเป็นการจับหัวเชื่อมที่ใช้กันโดยทั่วไป วิธีการนี้ผู้ฝึกจะต้องมีความชำนาญในการควบคุมระยะการอาร์กให้หนึ่ง โดยการจับด้ามหัวเชื่อมมือจะประคองอยู่ด้านบน และใช้นิ้วชี้ทำการกดและปล่อยสวิตช์หัวเชื่อม



รูปที่ 6.4 วิธีการจับหัวเชื่อมแบบทั่วไป





### 6.3 การตรวจสอบระบบเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่มเบื้องต้น

ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่ม ก่อนเชื่อม ขณะเชื่อม และหลังทำการเชื่อม ในช่วงขณะใดขณะหนึ่งจะเกิดปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่ม ดังนั้น การวิเคราะห์ปัญหาและการแก้ไขปัญหา ให้ทำการตรวจสอบเบื้องต้น เพื่อสามารถปฏิบัติงานเชื่อมได้ต่อไป จึงมีข้อแนะนำการตรวจสอบเบื้องต้นได้ดังนี้

| อาการ                                  | สาเหตุ                                                                                                                                   | การแก้ไข                                                                                                                                           |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| เปิด Power Switch ที่เครื่องแล้วไฟรั่ว | <ul style="list-style-type: none"><li>- การต่อกระแสไฟฟ้าเข้าเครื่อง</li><li>- ฟิวส์มีขนาดเล็กเกินไป</li><li>- ตัวแปลงกระแสเสีย</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- ตรวจสอบว่าเครื่องใช้กระแสไฟฟ้าชนิดใด</li><li>- เปลี่ยนฟิวส์ให้ใหญ่ขึ้น</li><li>- ซ่อมหรือเปลี่ยน</li></ul> |
| เริ่มทำการเชื่อมเครื่องดับ             | <ul style="list-style-type: none"><li>- เครื่องเชื่อม Overload</li><li>- กระแสไฟฟ้าตก</li><li>- พัดลมไม่ทำงาน</li></ul>                  | <ul style="list-style-type: none"><li>- ปิดเครื่องเชื่อมระยะหนึ่ง</li><li>- เปลี่ยนสายไฟให้ใหญ่ขึ้น</li><li>- ตรวจสอบสายไฟมอเตอร์</li></ul>        |

ตารางที่ 6.1 ปัญหาและการแก้ไขระบบเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่ม เบื้องต้น







## ตารางที่ 6.1 (ต่อ) ปัญหาและการแก้ไขระบบเครื่องเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมป้องกัน

| อาการ               | สาเหตุ                                                                                                                                         | การแก้ไข                                                                                                                                           |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| กระแสไฟเชื่อมสูงมาก | <ul style="list-style-type: none"><li>- ตั้งกระแสไฟสูงเกินไป</li><li>- ขั้วของหัวเชื่อมไม่ถูกต้อง</li><li>- ใช้ชนิดทั้งสแตนเลสผิด</li></ul>    | <ul style="list-style-type: none"><li>- ลดกระแสไฟเชื่อมลง</li><li>- ตรวจสอบชนิดกระแสไฟ</li><li>- เปลี่ยนทั้งสแตนเลสตามชนิดของโลหะ</li></ul>        |
| กระแสไฟเชื่อมต่ำมาก | <ul style="list-style-type: none"><li>- ตั้งกระแสไฟต่ำเกินไป</li><li>- ขั้วและข้อต่อไม่แน่น</li><li>- กระแสไฟฟ้าเข้าเครื่องน้อย</li></ul>      | <ul style="list-style-type: none"><li>- เพิ่มกระแสไฟเชื่อม</li><li>- ตรวจสอบและขันให้แน่น</li><li>- หยุดทำการเชื่อม</li></ul>                      |
| เกิดบ่อหลอมละลายยาก | <ul style="list-style-type: none"><li>- ปริมาณแก๊สปกคลุมน้อย</li><li>- ชุดความถี่สูงไม่ทำงาน</li><li>- ความเร็วในการเชื่อมไม่เหมาะสม</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- เพิ่มการไหลแก๊สมากขึ้น</li><li>- ตรวจสอบที่สวิตช์ปรับความถี่สูง</li><li>- ปรับความเร็วให้เหมาะสม</li></ul> |





|                         |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                   |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| เปลวการอาร์กไม่สม่ำเสมอ | <ul style="list-style-type: none"><li>- มีสิ่งสกปรกบนฉนวนงานเชื่อม</li><li>- รอยต่อใหญ่เกินไป</li><li>- แท่งทั้งสแตนใหญ่เกินไป</li></ul>                                          | <ul style="list-style-type: none"><li>- ทำความสะอาดฉนวนงานเชื่อม</li><li>- เตรียมรอยต่อใหม่</li><li>- เปลี่ยนแท่งทั้งสแตนเล็กลง</li></ul>                         |
| มีรูพรุนหรือฟองอากาศ    | <ul style="list-style-type: none"><li>- อัตราการไหลแก๊สปกคลุมน้อย</li><li>- ข้อต่อสายแก๊สไม่แน่น</li><li>- ชนิดแท่งทั้งสแตนไม่ถูกต้อง</li><li>- ชุดควบคุมการไหลแก๊สเสีย</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- เพิ่มอัตราการไหลแก๊ส</li><li>- ตรวจสอบและขันให้แน่น</li><li>- เปลี่ยนชนิดแท่งทั้งสแตน</li><li>- ซ่อมหรือเปลี่ยน</li></ul> |

