

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา 20103-2002 ชื่อวิชา เชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ 2 0-6-2

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน
2. มีทักษะในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ รอยต่อชนแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน
3. มีทักษะในการปฏิบัติการตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยวิธีพินิจ
4. มีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานเชื่อมและตรวจสอบโดยใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย

สมรรถนะรายวิชา

1. เชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์รอยต่อชน แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน
2. ตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยวิธีการพินิจ

คำอธิบายรายวิชา

ปฏิบัติเกี่ยวกับเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน งานเชื่อมรอยต่อชน
ทุกตำแหน่งท่าเชื่อม ตามมาตรฐานสากล งานตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยวิธีพินิจ โดยใช้อุปกรณ์
ถูกต้องตามหลักอาชีวอนามัยและความปลอดภัย



ความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์ก
ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

สาระสำคัญ

งานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เป็นงานที่มีความเสี่ยงและอาจก่อให้เกิดอันตราย สิ่งที่ต้องคำนึงถึงและให้ความสำคัญเป็นอันดับแรก สำหรับผู้ปฏิบัติงานคือเรื่องความปลอดภัย เนื่องจากมักจะมีอันตรายหลายอย่างที่อาจเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานเชื่อม ได้แก่ อันตรายจากไฟฟ้าลัดวงจร อันตรายที่เกิดจากรังสีจากการอาร์ก อันตรายที่เกิดจากควันและแก๊สที่เกิดขึ้นจากอันตรายที่กล่าวมาจะทำให้เกิดความสูญเสียต่อผู้ปฏิบัติงานและทรัพย์สิน เพราะฉะนั้นในการเชื่อมจึงต้องศึกษากฎความปลอดภัยต่างๆ ในการใช้งานเพื่อป้องกันอันตราย ซึ่งจะเป็นการช่วยลดอุบัติเหตุหรืออันตรายที่จะเกิดขึ้นได้ โดยใช้เครื่องมือป้องกันอันตรายต่างๆ ได้แก่ อุปกรณ์ป้องกันส่วนต่างๆ ของร่างกาย ได้แก่ หน้ากากเชื่อมแว่นตานิรภัย ตัวกรองอากาศหายใจ และอุปกรณ์อุดหูป้องกันเสียง

✦ สารการเรียนรู้

1. อันตรายจากการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. การป้องกันอันตรายจากการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

✦ สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

✦ จุดประสงค์การเรียนรู้

1. จำแนกชนิดของอันตรายที่เกิดขึ้นในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้
2. บอกวิธีการป้องกันอันตรายจากการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้
3. อธิบายการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้
4. มีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานเชื่อมและตรวจสอบ โดยใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย



1.

อันตรายจากการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

อันตรายจากกระแสไฟ

การป้องกันอุบัติเหตุจากไฟฟ้าสามารถปฏิบัติได้ดังนี้

- 1) ขณะปฏิบัติงาน ควรสวมชุดป้องกันอันตรายที่ไม่เปื้อนน้ำมัน หรือเปียกชื้น
- 2) ควรวางหัวเชื่อมไว้บนที่มีฉนวนรองรับหรือแขวนไว้ในที่เหมาะสม
- 3) สายเชื่อมควรมีฉนวนหุ้มอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์
- 4) ขณะเปลี่ยนลวดเชื่อมไม่ควรให้ลวดเชื่อมสัมผัสกับโถ้เชื่อม เพราะจะทำให้เกิดการอาร์กขึ้น





อันตรายจากรังสีอาร์ก

แสงอาร์กมีทั้งชนิดที่มองเห็นได้ด้วยสายตาและชนิดที่มองไม่เห็น ชนิดที่มองไม่เห็นได้แก่

รังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet) เป็นรังสีที่ส่งผลกระทบต่อเยื่อตาและแก้วตา หากดวงตาได้รับรังสีนี้ในปริมาณมาก จะทำให้เกิดความรู้สึกเหมือนมีเม็ดทรายเข้าไปอยู่ในดวงตาทำให้น้ำตาไหล จะเริ่มแสดงอาการเมื่อได้รับรังสีไปแล้วประมาณ 5-6 ชั่วโมงโดยทั่วไปอาการทั้งหมดจะหายไปภายใน 24 ชั่วโมง

รังสีอินฟราเรด (Infrared Ray) เป็นรังสีที่ไม่แสดงอาการให้เห็นในทันที เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะเปลี่ยนเป็นความร้อนเมื่อดวงตาได้รับรังสีนี้จะทำให้เยื่อตาอักเสบหรือผิวหนังได้รับรังสีชนิดนี้มากเกินไปจะทำให้ผิวหนังกำพรัลออก และยังเป็นสาเหตุที่อาจทำให้เกิดเป็นต้อกระจก

ปริมาณของรังสีที่เกิดจากการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ดังนี้

- 1) กระบวนการเชื่อม
- 2) ชนิดของโลหะงาน
- 3) การออกแบบรอยต่อ
- 4) ชนิดของแก๊สคลุม

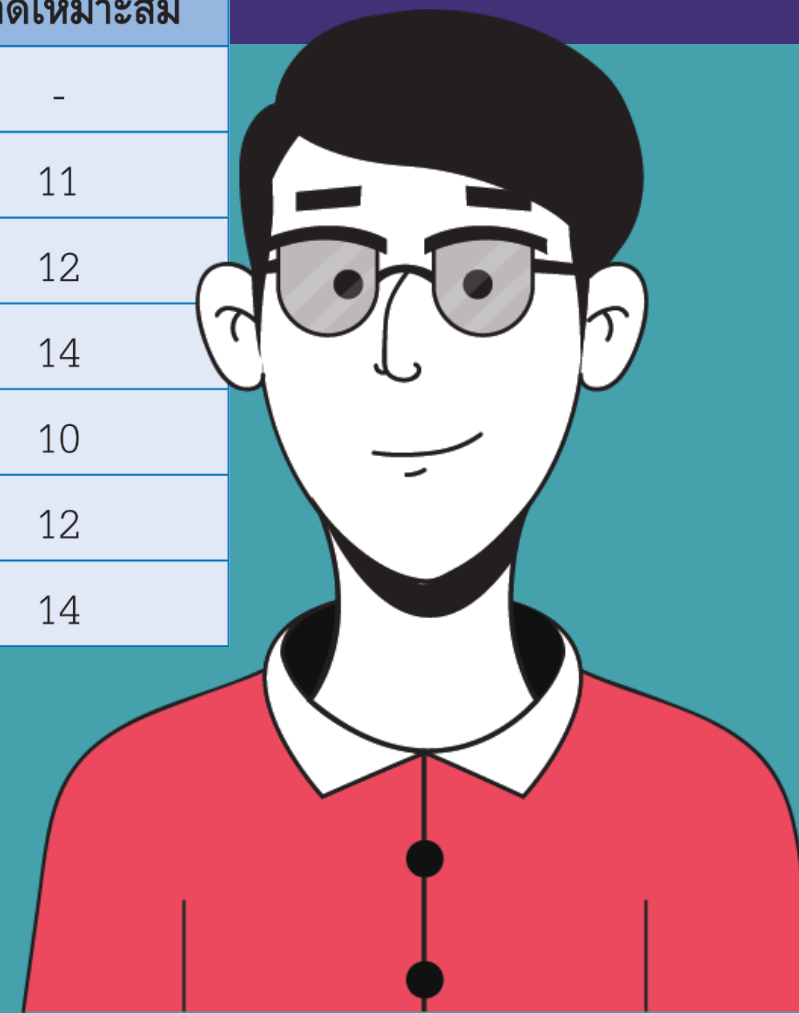


ลักษณะการเลือกกระจกหรือเลนส์กรองแสงสำหรับการเชื่อมอาร์ก



กระบวนการเชื่อม	กระแสไฟเชื่อม (แอมแปร์)	นัมเบอร์ความเข้มของเลนส์	
		ขนาดต่ำสุด	ขนาดเหมาะสม
การเชื่อมอาร์กโลหะ ด้วยมือ	ต่ำกว่า 60	7	-
	60-100	7	10
	160-250	10	12
	250-550	11	14

กระบวนกรเชื่อมต่อ	กระแสไฟเชื่อมต่อ (แอมแปร์)	น้ัมเบอร์ความเข้มของเลนส์	
		ขนาดต่ำสุด	ขนาดเหมาะสม
การเชื่อมมิก/แมก และฟลักซ์คอร์	ต่ำกว่า 60	7	-
	60-100	10	11
	160-250	10	12
	250-550	10	14
การเชื่อมทิก	ต่ำกว่า 50	8	10
	50-150	8	12
	150-500	10	14





กระบวนการเชื่อม	กระแสไฟเชื่อม (แอมแปร์)	นัมเบอร์ความเข้มของเลนส์	
		ขนาดต่ำสุด	ขนาดเหมาะสม
การตัดด้วย พลาสมาอาร์ก	ต่ำกว่า 300	8	9
	300-400	9	12
	400-800	10	14
การตัดด้วย คาร์บอนอาร์ก	ต่ำกว่า 500	10	12
	500-1,000	11	14
การตัดด้วยแก๊ส	ความหนาต่ำกว่า 25 มิลลิเมตร	-	3, 4
	ความหนา 25-150 มิลลิเมตร	-	4, 5
	หนามากกว่า 150 มิลลิเมตร	-	5, 6

อันตรายจากแก๊สและควันเชื่อม

ในการเชื่อมและการตัดโลหะด้วยแก๊สนั้นจะก่อให้เกิดควันและแก๊สอันตรายขึ้น เมื่อได้รับความร้อนสูงมาก เมื่อช่างเชื่อมสูดดมเข้าไปจะก่อให้เกิดอาการเจ็บป่วยและตัวร้อนดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจะต้องกำจัดสิ่งก่สที่เคลือบบนแผ่นเหล็กกล้าตรงรอยต่อและห่างออกไปประมาณ 3-5 นิ้วและต้องกำจัดสิ่งก่ส ที่เคลือบด้านหลังอีกด้วย

ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานควรปฏิบัติงานเชื่อมในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ถ้าหากจำเป็นต้องปฏิบัติงานในพื้นที่จำกัด เช่น ในท่อขนาดใหญ่ ควรใช้เครื่องดูดอากาศ ซึ่งมีทั้งชนิดดักควันและชนิดดูดทั้งเครื่องดูดอากาศ การเลือกขนาดเครื่องดูดอากาศควรมีขนาดเพียงพอที่จะดูดควันและแก๊สพิษออกจากบริเวณงานเชื่อมให้หมด

2.

การป้องกันอันตรายจากการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

การป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

- ✓ เลือกชุดปฏิบัติงานให้เหมาะสมกับกระบวนการเชื่อม ขนาดของกระแสไฟเชื่อมและตำแหน่งท่าเชื่อม
 - ✓ ไม่ควรสวมใส่ผ้าใยสังเคราะห์
 - ✓ ชุดปฏิบัติงานต้องสะอาด ปราศจากน้ำมันและจาระบี
 - ✓ กระเป๋าคู่ปฏิบัติงานควรมีฝากระเป๋าคิดให้มิดชิด
 - ✓ ห้ามพกไม้ขีดไฟ ไว้ในชุดปฏิบัติงานเด็ดขาด

การป้องกันบริเวณปฏิบัติงานเชื่อม

- ✓ พื้นที่ปฏิบัติงานเชื่อมรัศมีประมาณ 10 เมตร จะต้องไม่มีวัตถุไวไฟ
- ✓ พื้นเป็นไม้ควรใช้ทรายขึ้นปกคลุมหรือทำให้เปียก
- ✓ พื้นที่คับแคบ จะต้องใช้เครื่องดูดควันและแก๊สอันตรายออกเพื่อให้อากาศบริสุทธิ์เข้าไปแทนที่

การป้องกันระบบได้ยิน

- ✓ ควรสับเปลี่ยนผู้ที่ปฏิบัติงานในบริเวณที่มีเสียงดัง อย่าให้ทำงานต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน
- ✓ ควรใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียง เช่น ที่อุดหู (Earplugs) ที่ลดการได้ยินเสียงดังและป้องกันสะเก็ดโลหะร้อนกระเด็นเข้าหู

การจัดเก็บท่อแก๊สแรงดันสูง

- ✓ ห้ามเก็บไว้ใกล้เปลวไฟ หรือใกล้เครื่องจักรที่ทำงานเพราะอาจจะทำให้เกิดประกายไฟได้
- ✓ ไม่ควรเก็บท่อแก๊สไว้ในเส้นทางจราจร
- ✓ ท่อแก๊สที่นำมาใช้งานจะต้องมัดติดฝาผนังหรือวางบนรถเข็นท่อแก๊สแล้วทำการรัดด้วยโซ่ให้แน่นเพื่อป้องกันถล่ม

ผู้คอยเฝ้าดูแลไฟ

- ✓ ทำหน้าที่คอยดูแลบริเวณที่ปฏิบัติงานตลอดเวลาและหลังปฏิบัติงานแล้วอย่างน้อย 30 นาที นับจากงานเชื่อมเย็นตัวแล้ว

3.

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายใบหน้าและดวงตา



✓ แวนครอบตาสำหรับใช้กับงานเจียระไน
(Impact Goggle)



✓ แวนครอบตาสำหรับใช้กับงานเจียระไนและ
ป้องกันสารเคมี (Chemical & Impact Goggle)



✓ แว่นครอบตาสำหรับใช้
ป้องกันสารเคมี คั่วและงานเจียระไน
(Chemical Splash Goggle)



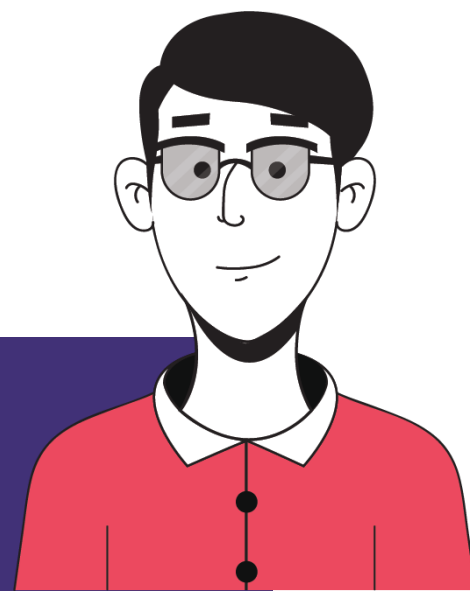
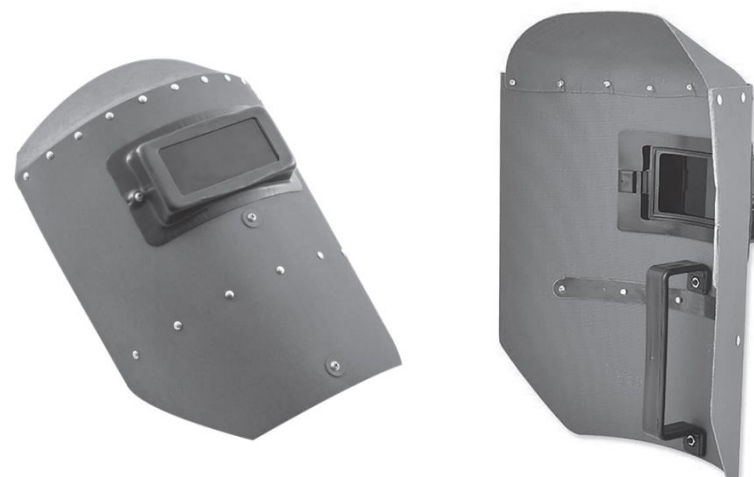
✓ แว่นครอบตาสำหรับเชื่อม (Welding Goggle)



✓ หน้ากากเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อม



✓ แว่นตานิรภัย (Safety Glasses)



อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงที่เกิดขึ้นในบริเวณงานเชื่อม



อุปกรณ์ป้องกันร่างกาย



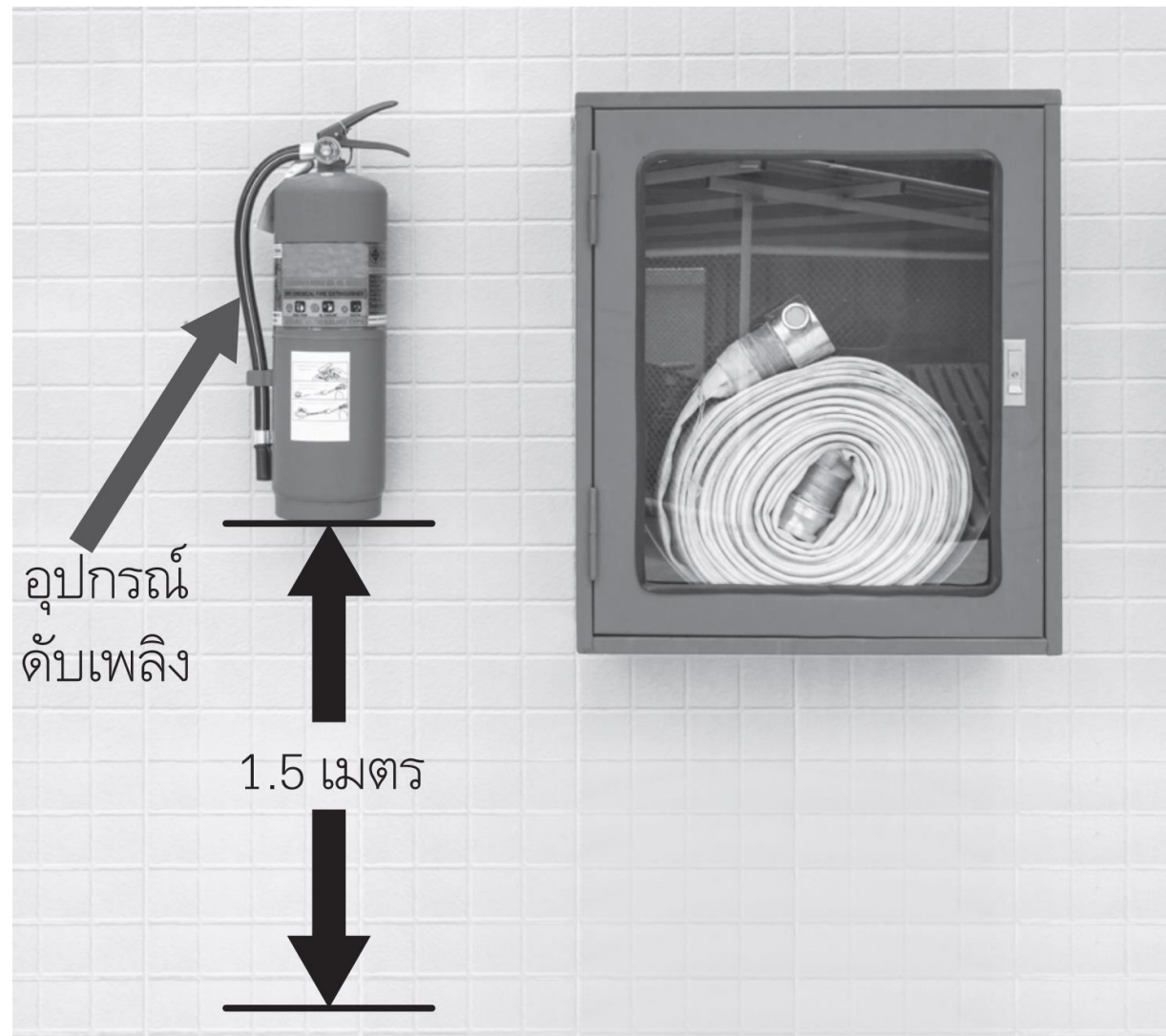
อุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่อระบบหายใจ



อุปกรณ์ป้องกันเฉพาะพิเศษ



ตำแหน่งการติดตั้งถังดับเพลิง





สัญลักษณ์งานเชื่อมมาตรฐาน สมาคมการเชื่อมสหรัฐอเมริกา

สาระสำคัญ

สัญลักษณ์งานเชื่อมมาตรฐานสมาคมการเชื่อมสหรัฐอเมริกา (AWS) เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ใช้เป็นสื่อกลางในการอธิบายรายละเอียดการเชื่อมระหว่างผู้ออกแบบ เจ้าของงาน ผู้ตรวจสอบ และช่างเชื่อม สัญลักษณ์ในงานเชื่อมประกอบด้วย สัญลักษณ์พื้นฐาน สัญลักษณ์รอยต่อ และรอยเชื่อม การวางสัญลักษณ์ต่างๆ ลงบนสัญลักษณ์งานเชื่อม

✦ สารการเรียนรู้

1. หลักการทั่วไปของสัญลักษณ์การเชื่อม
2. การกำหนดสัญลักษณ์ของรอยเชื่อมแต่ละชนิด

✦ สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์งานเชื่อมมาตรฐานสมาคมการเชื่อมสหรัฐอเมริกา (AWS)

✦ จุดประสงค์การเรียนรู้

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์งานเชื่อมมาตรฐานสมาคมการเชื่อมสหรัฐอเมริกา (AWS)
2. กำหนดสัญลักษณ์ของรอยเชื่อมแต่ละชนิดได้
3. มีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานเชื่อมและตรวจสอบ โดยใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย



1.

หลักการทั่วไปของสัญลักษณ์งานเชื่อม

1.1 สัญลักษณ์พื้นฐาน (Basic Symbol) แบ่งออกได้ดังนี้

1) ความแตกต่างระหว่าง Weld Symbol และ Welding System

Weld Symbol เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงถึงรูปร่างของรอยเชื่อม

Welding System เป็นสัญลักษณ์การเชื่อมที่ประกอบด้วยส่วนประกอบ 8 ส่วน ดังนี้



Welding System เป็นสัญลักษณ์การเชื่อมที่ประกอบด้วยส่วนประกอบ 8 ส่วน ดังนี้

- (1) เส้นอ้างอิงแนวนอน (Reference Line) จะอยู่ในแนวนอนเสมอ
- (2) เส้นอ้างอิง (Arrow)
- (3) สัญลักษณ์รอยเชื่อมพื้นฐาน (Basic Weld Symbols)
- (4) ขนาดและข้อมูลอื่นๆ (Dimension and other Data)
- (5) สัญลักษณ์ผนวก (Supplementary Symbols)
- (6) สัญลักษณ์ผิวเชื่อมสำเร็จ
- (7) ส่วนหาง (Tail)
- (8) ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมหรืออ้างอิงอื่นๆ (Specification Process or Other Reference)

2) สัญลักษณ์รอยเชื่อมพื้นฐาน สัญลักษณ์ที่แสดงถึงลักษณะของรอยเชื่อม

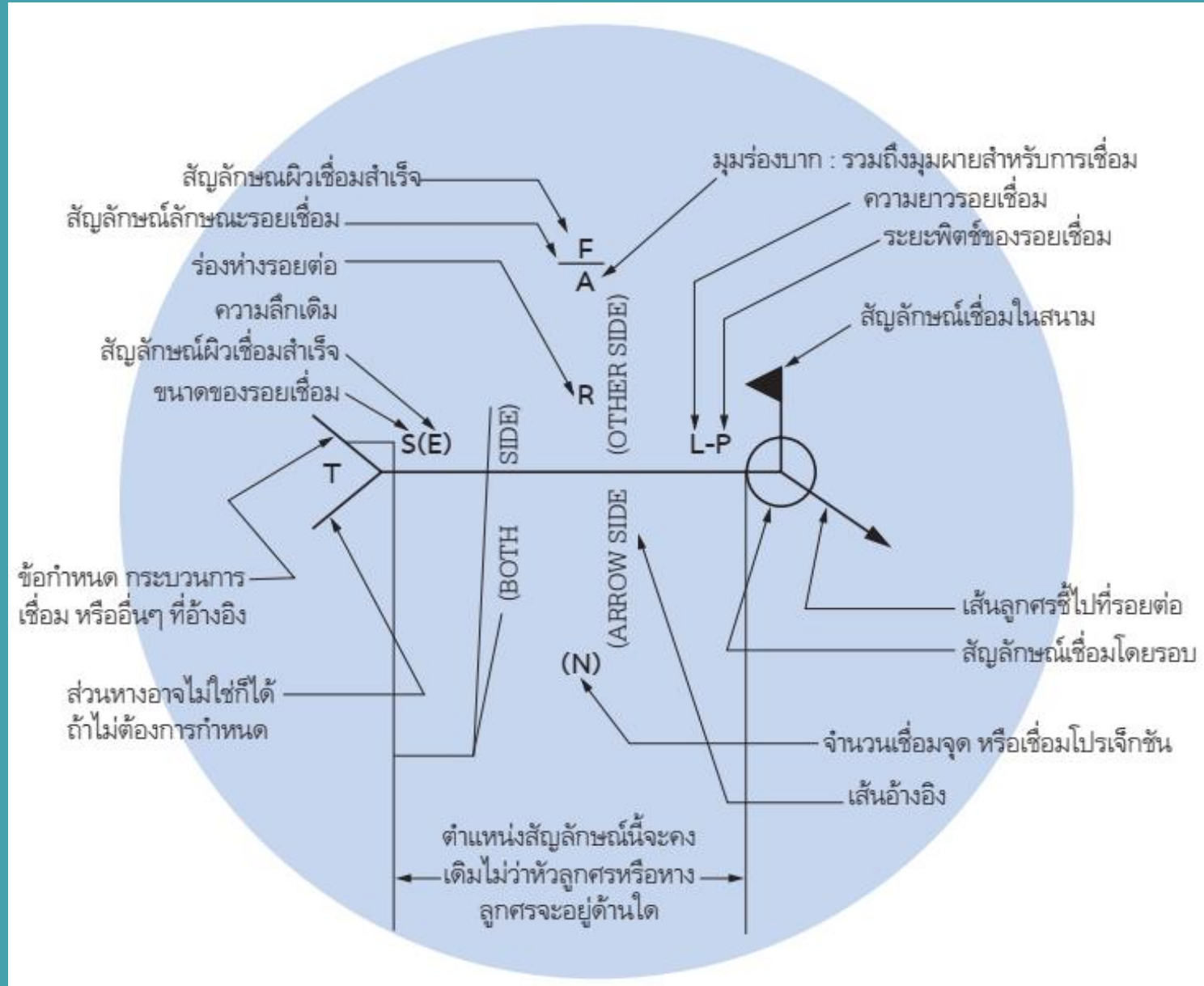
บากร่อง (Groove)							
ต่อชนไม่ บากหน้า งาน	ตัววี	บีเวล	ตัววาย	ตัวเจ	แฟร์	แฟร์บีเวล	
	∨	✓	Y	Ʒ	Y		
ฟิลเลต	ปลั๊กหรือ สล๊อต	เชื่อมจุด โปรเจกชัน	ต่อตะเข็บ	รองหลัง	เชื่อม พอกผิว	ต่อปีก	
						Edge	Corner
△	▭	○	⊕	⌒	⌒	Y	

△	▭	○	⊕	⌒	⌒	Y	
---	---	---	---	---	---	---	--

3) สัญลักษณ์ผนวก (Supplementary Symbol) สัญลักษณ์ที่ประกอบเข้ากับสัญลักษณ์การเชื่อม

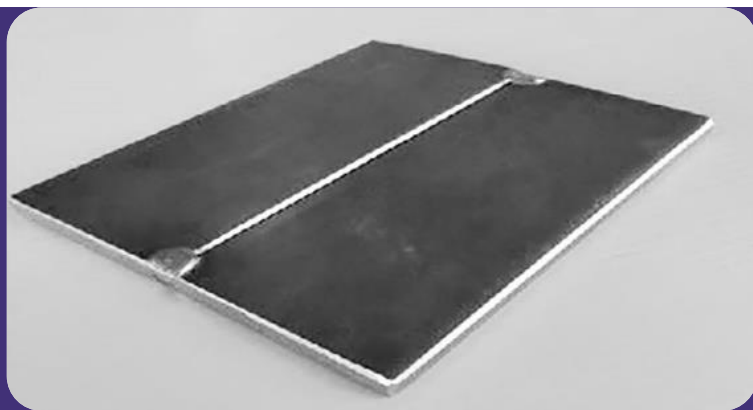
เชื่อมรอย ชิ้นงาน	เชื่อมในสนาม	เชื่อมซีมลึก ด้านหลัง	ขนาดเหมาะสม		
			เรียบ	นูน	เว้า
					

4) ตำแหน่งมาตรฐานของส่วนประกอบสัญลักษณ์งานเชื่อม



1.2 แบบพื้นฐานของรอยต่อ

ลักษณะแบบพื้นฐานของรอยต่อในงานเชื่อมมี 5 ชนิด ดังนี้



รอยต่อชน



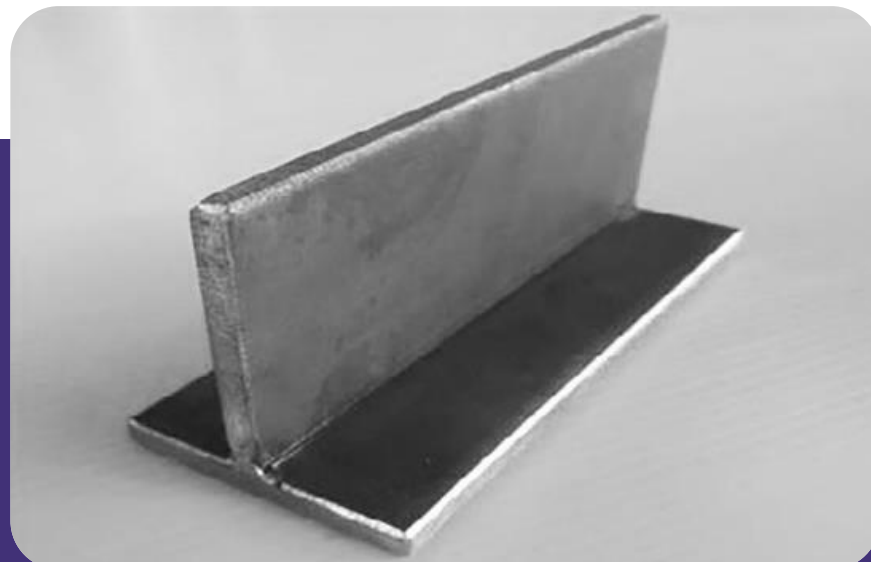
รอยต่อมุม



รอยต่อขอบ



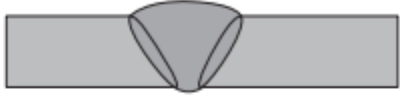
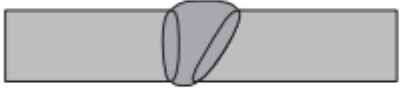
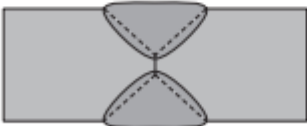
รอยต่อเกย

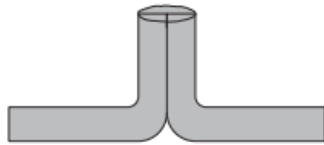
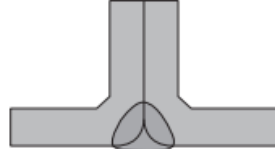
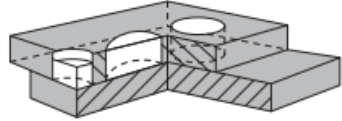


รอยต่อตัวที

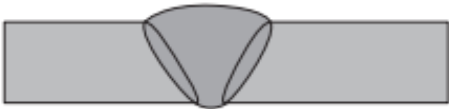
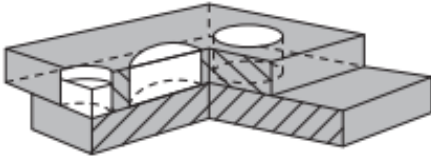
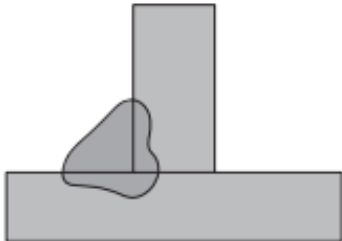
1.3 ลักษณะรอยเชื่อม

1) ลักษณะรอยเชื่อม แบบต่างๆ

ลักษณะรอยเชื่อมแบบต่าง ๆ		
		
1. รอยเชื่อมต่อชนไม่บากงาน (Square Groove Weld)	2. รอยเชื่อมต่อชนตัววีด้านเดียว (Single-Vee Groove Weld)	3. รอยเชื่อมต่อชนตัววีสองด้าน (Double-Vee Groove Weld)
		
4. รอยเชื่อมต่อชนหน้าเฉียงเดียว (Single-Bevel Groove Weld)	5. รอยเชื่อมต่อชนครึ่งตัววีคู่ (Double-bevel Groove Weld)	6. รอยเชื่อมต่อชนตัวยูเดียว (Single-U Groove Weld)
		
7. รอยเชื่อมต่อชนตัวยูคู่ (Double - U Groove Weld)	8. รอยเชื่อมตัวเจดด้านเดียว (Single - J Groove Weld)	9. รอยเชื่อมตัวเจคู่ (Double - J Groove Weld)

		
10. รอยเชื่อมขอบ (Flange Edge Weld)	11. รอยเชื่อมแฟร์วี (Flare Vee Weld)	12. รอยเชื่อม (Bead Weld)
		
13. รอยเชื่อมอุดรูหรืออุดร่อง (Plug and Shot Weld)		

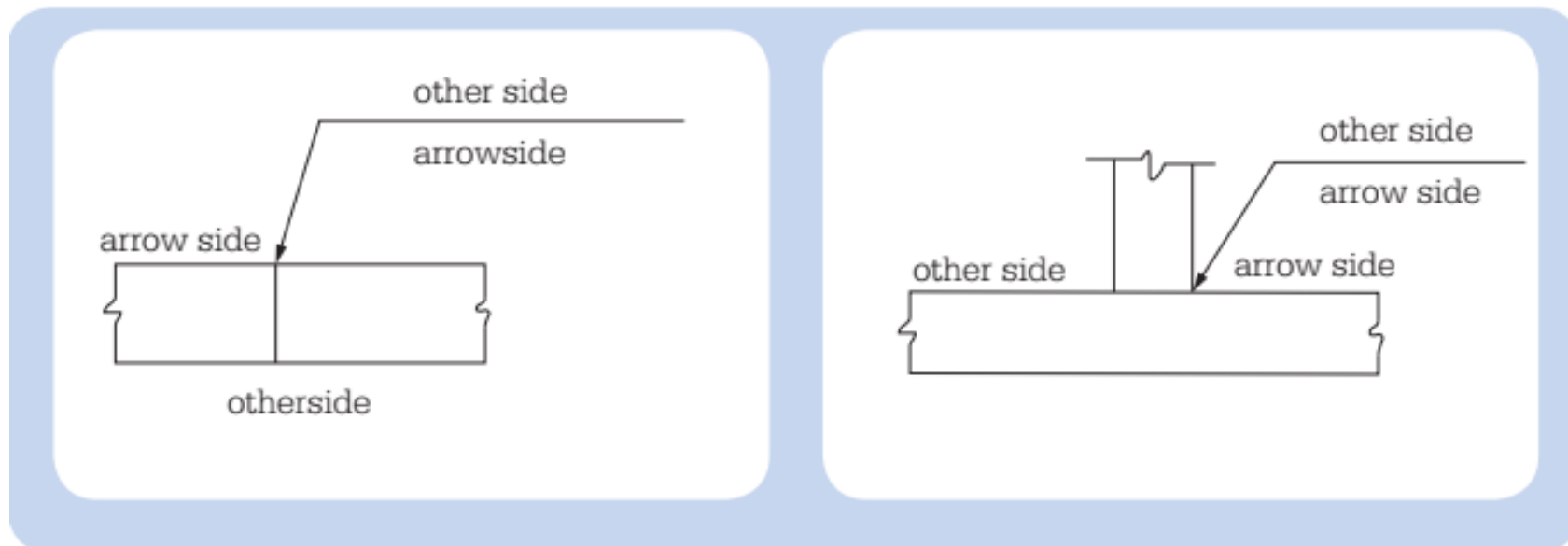
2) ลักษณะชนิดของการเชื่อมแบบต่างๆ

ที่	ชนิดของการเชื่อม	รูปสัญลักษณ์
1	บากร่อง	
2	เดินแนว	
3	อุดรูหรืออุดร่อง	
4	ฟิลเล็ท	

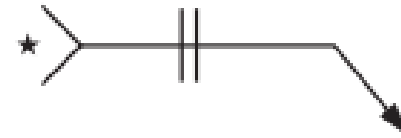
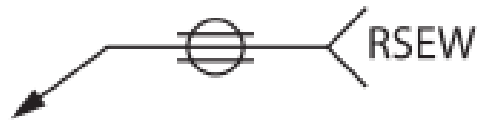
1.4 การวางสัญลักษณ์งานเชื่อม

1) ตำแหน่งหัวลูกศร

(1) ในกรณีของสัญลักษณ์เชื่อมแบบ Fillet Groove และ Flange หัวลูกศรจะต่อจากเส้นอ้างอิง ไปยังด้านใดด้านหนึ่งของรอยต่อเพียงด้านเดียว โดยพิจารณาจากด้านที่หัวลูกศรชี้ (Arrow side) และด้านตรงข้ามกับหัวลูกศรชี้ (Other side)

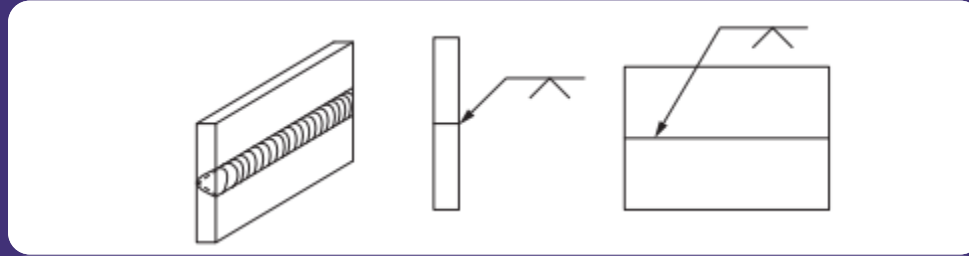


- (2) ในกรณีของสัญลักษณ์การเชื่อมปลั๊ก (Plug) สล็อต (Slot) จุด (Spot) ตะเข็บ (Seam) และโปรเจกชัน (Projection) หัวลูกศรจะต่อจากเส้นอ้างอิงไปยังเส้นศูนย์กลางของรอยเชื่อมบนผิวหน้าด้านนอกของชิ้นงานที่ต้องการเชื่อม โดยด้านที่ลูกศรชี้เป็น Arrow side หรือ Other side
- (3) สัญลักษณ์เชื่อมบางแบบจะไม่ระบุ Arrow side หรือ Other side เช่น สัญลักษณ์ที่ใช้กับการเชื่อมจุด

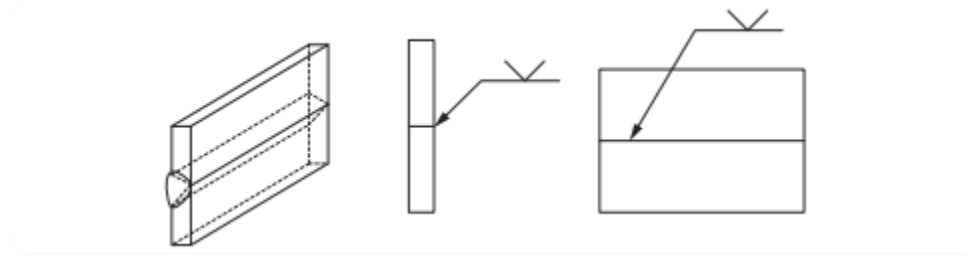


2) ตำแหน่งรอยเชื่อมที่เหมาะสมกับรอยต่อ มีลักษณะดังนี้

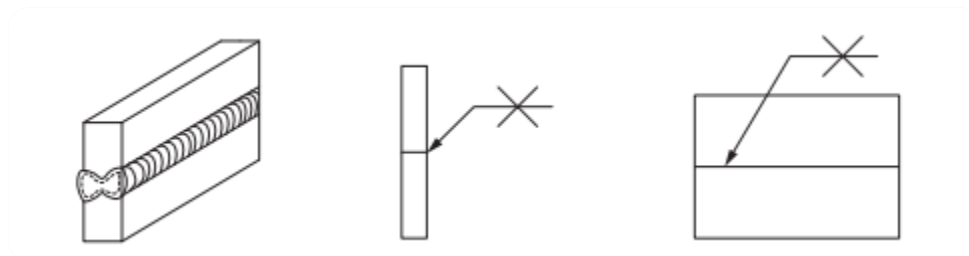
(1) รอยเชื่อมที่อยู่ด้านหัวลูกศรชี้ (Arrow side) จะเขียนสัญลักษณ์ไว้ที่ด้านล่างของเส้นอ้างอิง



(2) รอยเชื่อมที่อยู่ในตำแหน่งด้านตรงข้ามหัวลูกศร (Other side) จะเขียนสัญลักษณ์ไว้ที่ด้านบนของเส้นอ้างอิง

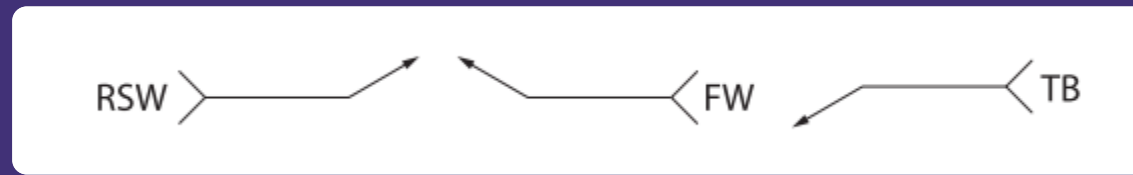


(3) ถ้าเชื่อมทั้งสองด้าน คือทั้ง Arrow side และ Other side ให้เขียนสัญลักษณ์ไว้ที่ด้านบนและด้านล่างของเส้นอ้างอิง



3) ตำแหน่งของข้อกำหนดกระบวนการเชื่อมหรือข้ออ้างอิงอื่นๆ

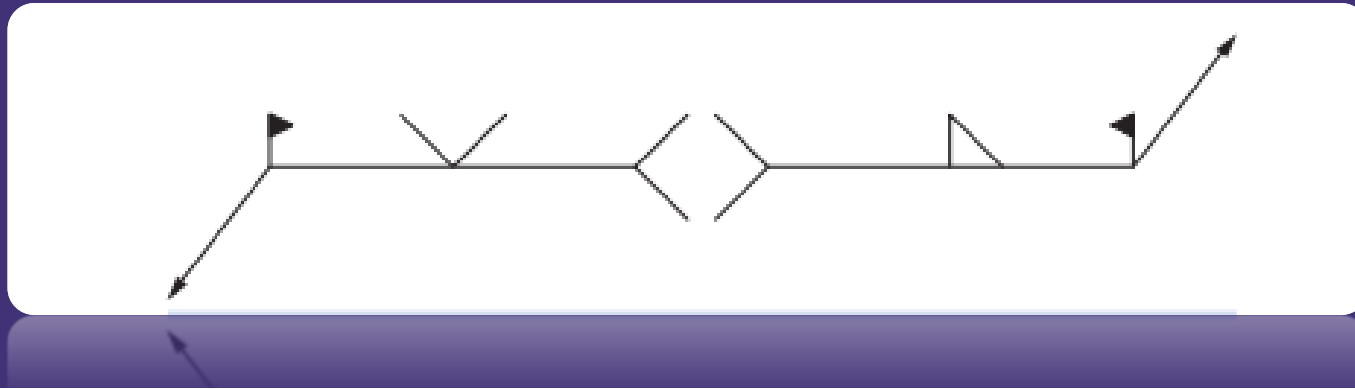
- (1) เมื่อต้องการระบุข้อกำหนดกระบวนการเชื่อมหรือข้ออ้างอิงอื่นๆ ลงในสัญลักษณ์เชื่อมให้เขียนลงส่วนหางของสัญลักษณ์ ซึ่งเครื่องหมายที่เขียนไว้นั้น อาจจะมีมากกว่าหนึ่งก็ได้



- (2) การใช้สัญลักษณ์เชื่อมที่ไม่ระบุข้อกำหนดกระบวนการเชื่อมหรืออ้างอิงอื่นๆ ไว้ที่หางจะใช้เมื่ออ้างอิง และบางครั้งอาจระบุให้เชื่อมตามข้อกำหนดหมายเลข (ระบุไว้) สัญลักษณ์ในลักษณะนี้จะเว้นส่วนหางเอาไว้



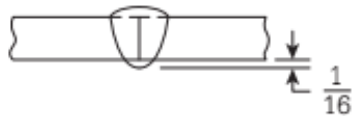
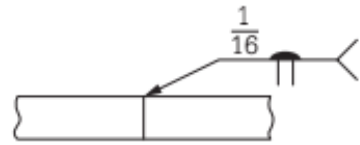
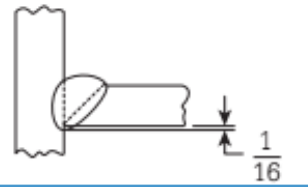
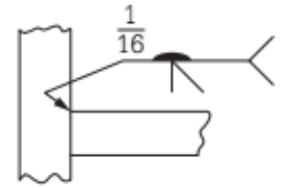
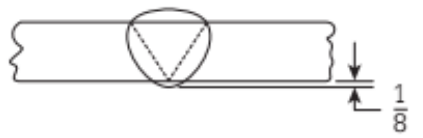
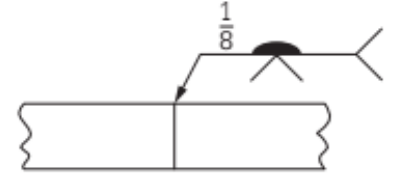
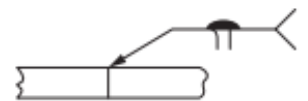
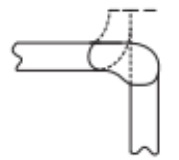
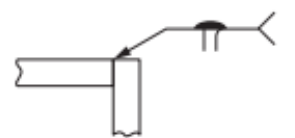
4) การใช้สัญลักษณ์เชื่อมในสนาม การเชื่อมในสนาม หมายถึงการเชื่อมภายนอกโรงงานซึ่งสามารถแสดงสัญลักษณ์การเชื่อมในสนาม โดยเขียนรูปไว้ด้านบนรอยต่อระหว่างเส้นอ้างอิงกับเส้นลูกศร โดยให้ปลายธงชี้ไปทางหางของสัญลักษณ์เชื่อม



5) การใช้สัญลักษณ์เชื่อมที่แสดงการหลอมละลายทะลุ (Use of melt-thru symbol) มีดังนี้

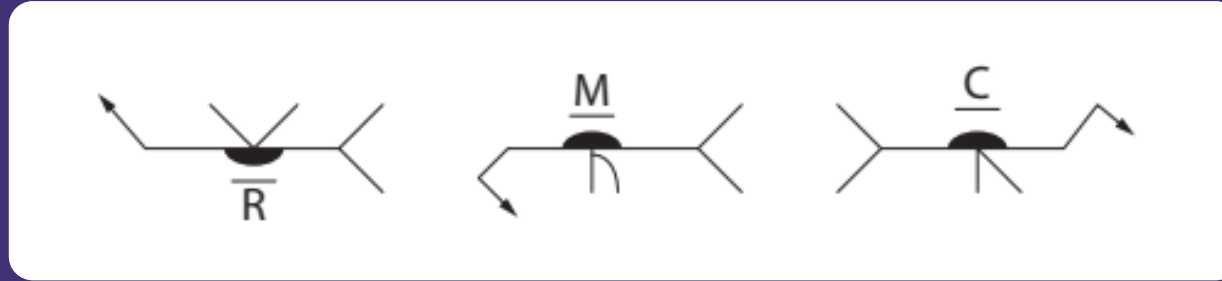
(1) สัญลักษณ์เชื่อมที่หลอมละลายทะลุ ควรใช้กับการเชื่อมที่ต้องการซึมลึก 100% จากด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น

(1) สัญลักษณ์เชื่อมที่หลอมละลายทะลุ ควรใช้กับการเชื่อมที่ต้องการซึมลึก 100% จากด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น

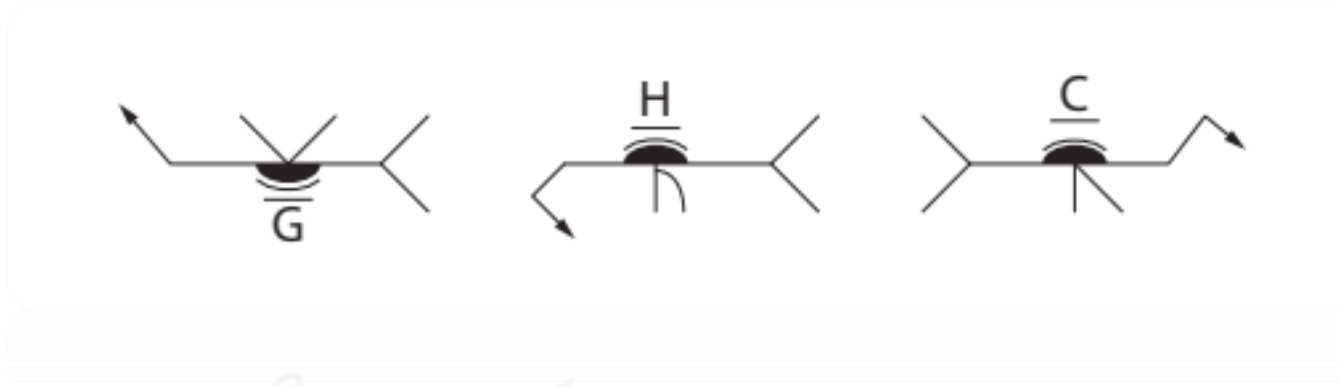
ที่	รอยเชื่อมที่ต้องการ	สัญลักษณ์
A		
B		
C		
D		
E		

6) การตกแต่งผิวและรอยเชื่อมหลอมละลายทะลุ สามารถเขียนสัญลักษณ์ได้ดังนี้

- (1) รอยเชื่อมหลอมละลายทะลุสามารถตัดแต่งผิวให้เรียบได้ด้วยวิธีกล โดยกำหนดเครื่องหมายที่เส้นตรง พร้อมวิธีตัดแต่งร่วมกับสัญลักษณ์เชื่อมหลอมละลายทะลุลงในสัญลักษณ์เชื่อม

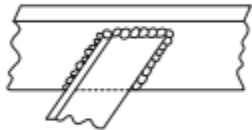
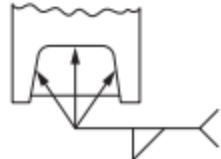
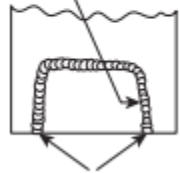
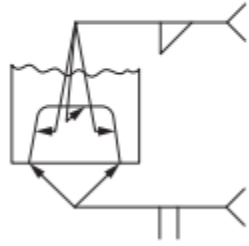


- (2) รอยเชื่อมหลอมละลายทะลุ สามารถตัดแต่งผิวให้โค้งนูนได้ด้วยวิธีกล โดยกำหนดเครื่องหมายที่เป็นเส้นโค้งพร้อมวิธีการตัดแต่งร่วมกับสัญลักษณ์เชื่อมหลอมละลายทะลุลงในสัญลักษณ์เชื่อม

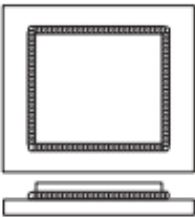
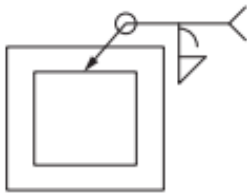
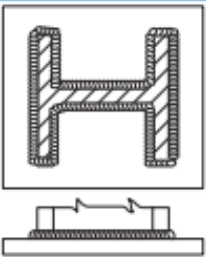
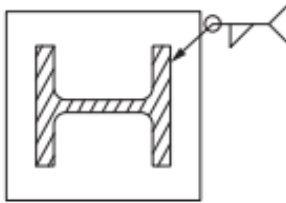
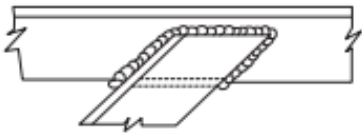
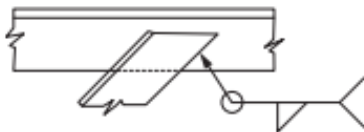


7) การใช้เครื่องหมายแสดงขอบเขตที่ทำการเชื่อมในสัญลักษณ์เชื่อม ในการเชื่อมที่กระทำหลายทิศทางยกเว้นการเชื่อมโดยรอบรอยต่อจะต้องระบุขนาดและขอบเขตที่ทำการเชื่อมลงในสัญลักษณ์เชื่อม

ลักษณะการใช้เครื่องหมายแสดงขอบเขตที่ทำการเชื่อมในสัญลักษณ์เชื่อมแบบการเชื่อมหลายทิศทาง

รอยเชื่อมที่ต้องการ	สัญลักษณ์
	
	
รอยเชื่อมฟิลเล็ต  ต่อชนไม่บากหน้างาน	
ต่อชนแบบพบมุม 	

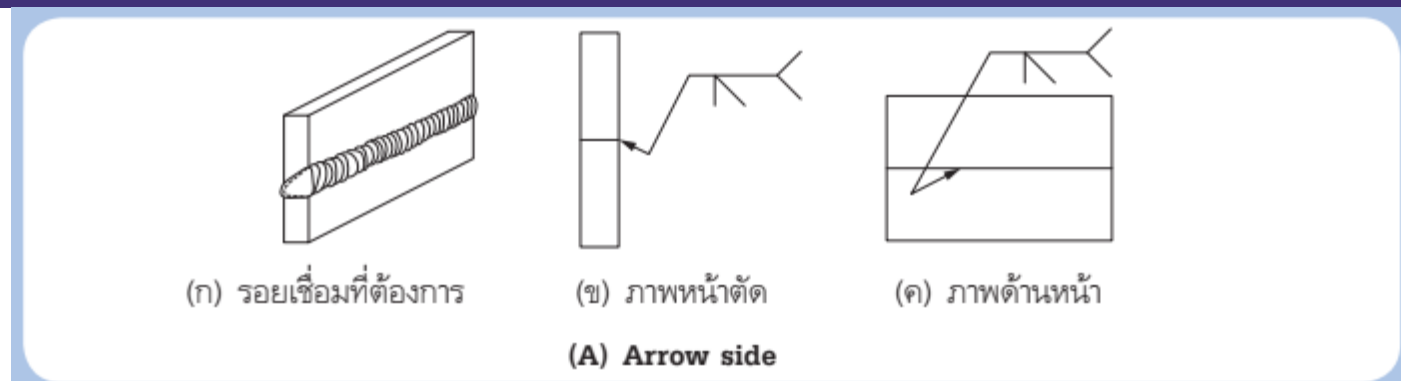
8) การใช้สัญลักษณ์เชื่อมโดยรอบรอยต่อ สัญลักษณ์เชื่อมโดยรอบรอยต่อจะใช้เครื่องหมายวงกลมร่วมกับสัญลักษณ์เชื่อมซึ่งเขียนทับไว้ที่รอยต่อของเส้นอ้างอิงกับลูกศร

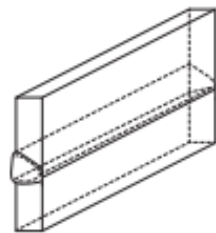
รอยเชื่อมที่ต้องการ	สัญลักษณ์
	
	
	
	

9) การตกแต่งรอยเชื่อมสำเร็จ การตกแต่งผิวสำเร็จของงานเชื่อม ที่นอกเหนือจากการทำความสะอาดนั้นสามารถกำหนดร่วมกับลักษณะของรอยเชื่อมลงในสัญลักษณ์เชื่อมสำหรับเครื่องหมายที่กำหนดวิธีการตกแต่งรอยเชื่อมมีดังนี้ C = Chipping (สกัด) G = Grinding (เจียรระโน) H = Hammering (ค้อนเคาะ) M = Machining (ตัดแต่งด้วยเครื่องมือกล) และ R = Rolling (รีด)

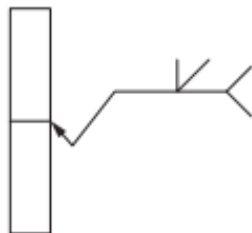
10) การเขียนสัญลักษณ์เชื่อม สำหรับเครื่องหมายที่แสดงถึงการเชื่อมแบบฟิลเล็ทบีเวลบีเวลร่องเจ แพร่ ร่องบีเวล และต่อมม-ปีก ให้เขียนเป็นเครื่องหมายไว้ที่ส่วนบน หรือล่างของเส้นอ้างอิง โดยให้ส่วนที่ตั้งฉากของเครื่องหมายอยู่ด้านซ้ายมือเสมอ

11) การใช้เส้นหัวลูกศรหักเหลี่ยมสำหรับสัญลักษณ์เชื่อมรอยต่อบีเวลและร่องเจ (Bevel และ J-groove) สำหรับรอยต่อ Bevel และ J-groove อาจจะบากหน้างานด้านเดียวหรือสองด้าน บางครั้งต้องใช้เส้นหัวลูกศรชี้หักเหเข้าหารอยบากเพื่อให้ชัดเจนและเข้าใจได้ง่ายขึ้น

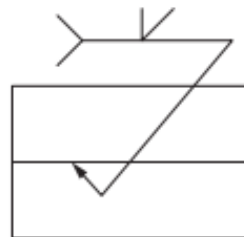




(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ

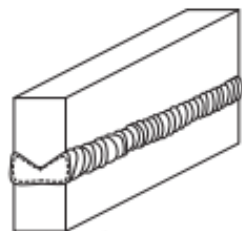


(ข) ภาพหน้าตัด

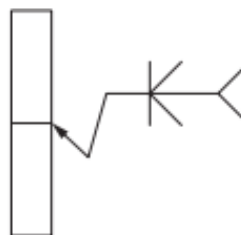


(ค) ภาพด้านบน

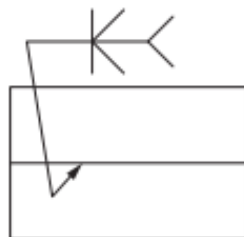
(B) Other side



(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ



(ข) ภาพหน้าตัด



(ค) ภาพด้านบน

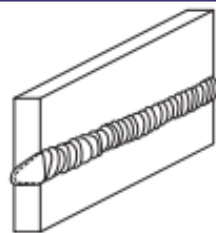
(C) Both side

(C) Both side

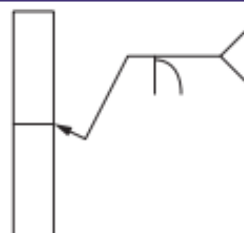
(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ

(ข) ภาพหน้าตัด

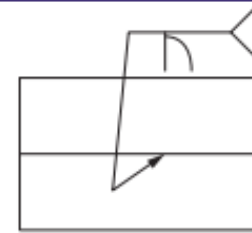
(ค) ภาพด้านบน



(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ

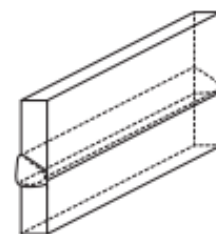


(ข) ภาพหน้าตัด

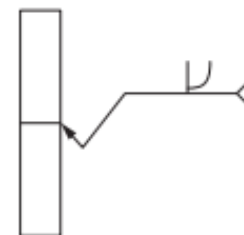


(ค) ภาพด้านหน้า

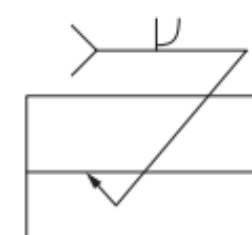
(A) Arrow side



(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ

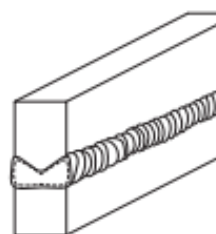


(ข) ภาพหน้าตัด

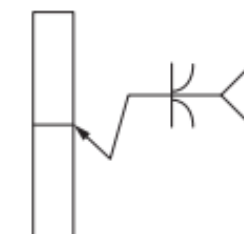


(ค) ภาพด้านหน้า

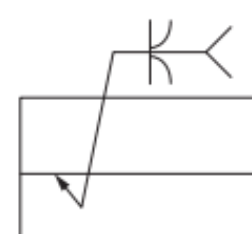
(B) Other side



(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ



(ข) ภาพหน้าตัด



(ค) ภาพด้านหน้า

(C) Both side

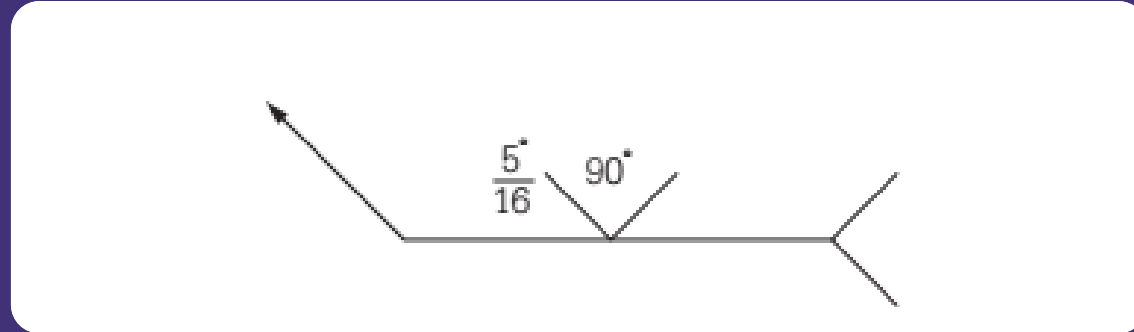
(C) Both side

(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ

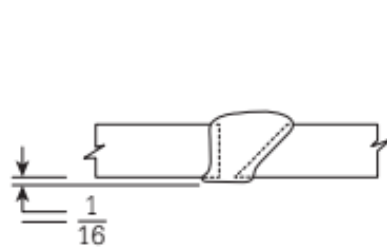
(ข) ภาพหน้าตัด

(ค) ภาพด้านหน้า

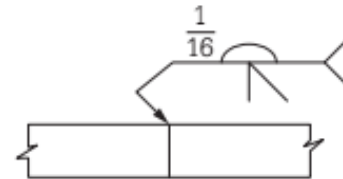
12) การอ่านรายละเอียดบนเส้นสัญลักษณ์งานเชื่อม รายละเอียดบนเส้นสัญลักษณ์เชื่อมควรอยู่ในตำแหน่งที่อ่านจากด้านซ้ายไปยังขวา ตามความยาวของเส้นอ้างอิง และเพื่อให้เป็นระเบียบ



13) การใช้สัญลักษณ์เชื่อมรวม (Combined Weld Symbol) สำหรับรอยต่อที่ต้องการเชื่อมมากกว่าหนึ่งรอยเชื่อม ควรใช้สัญลักษณ์เชื่อม



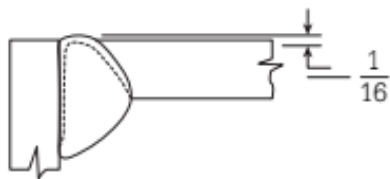
(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ



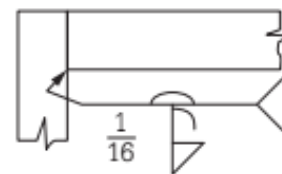
(ข) สัญลักษณ์

(A) สัญลักษณ์เชื่อมบากร่องบีเวลด้านเดียวและเชื่อมร่องด้านหลัง

(V) สัญลักษณ์เชื่อมบากร่องบีเวลด้านเดียวและเชื่อมร่องด้านหลัง



(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ



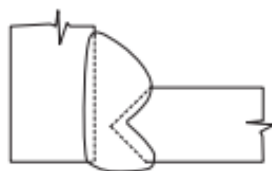
(ข) สัญลักษณ์

(B) สัญลักษณ์เชื่อมฟิลเล็บบากร่องตัวเจด้นเดียว

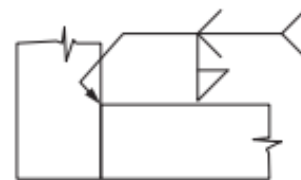
(B) สัญลักษณ์เชื่อมฟิลเล็บบากร่องตัวเจด้นเดียว

(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ

(ข) สัญลักษณ์



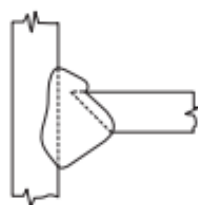
(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ



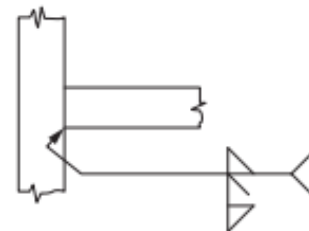
(ข) สัญลักษณ์

(C) สัญลักษณ์เชื่อมฟิลเล็บบากร่องบีเวลสองด้าน

(C) สัญลักษณ์เชื่อมฟิลเล็บบากร่องบีเวลสองด้าน



(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ



(ข) สัญลักษณ์

(D) สัญลักษณ์เชื่อมฟิลเล็บบากร่องบีเวลด้านเดียว

(D) สัญลักษณ์เชื่อมฟิลเล็บบากร่องบีเวลด้านเดียว

(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ

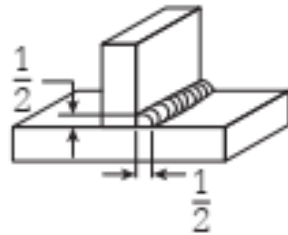
(ข) สัญลักษณ์

2.

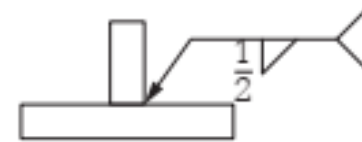
การกำหนดสัญลักษณ์ของรอยเชื่อมแต่ละชนิด

2.1 รอยเชื่อมฟิลเล็ตหรือรอยเชื่อมต่อก (Fillet Weld)

- 1) การกำหนดขนาดรอยเชื่อมฟิลเล็ต สัญลักษณ์การเชื่อมฟิลเล็ต มีหลักในการกำหนดขนาดรอยเชื่อม ดังนี้
(1) ให้เขียนขนาดของรอยเชื่อมไว้กับสัญลักษณ์เชื่อมที่เส้นอ้างอิง



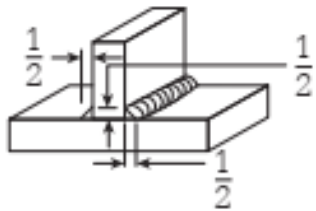
(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ



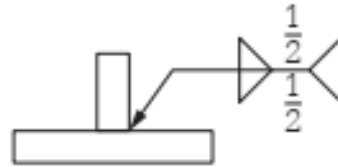
(ข) สัญลักษณ์

(ค) ลักษณะรอยเชื่อมฟิลเล็ตด้านเดียว

(2) เมื่อรอยเชื่อมทั้งสองด้านมีขนาดเท่ากัน ควรใส่สัญลักษณ์ทั้งสองข้างเท่ากัน

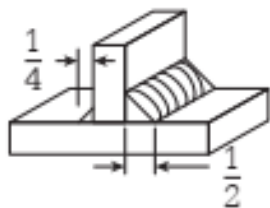


(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ



(ข) สัญลักษณ์

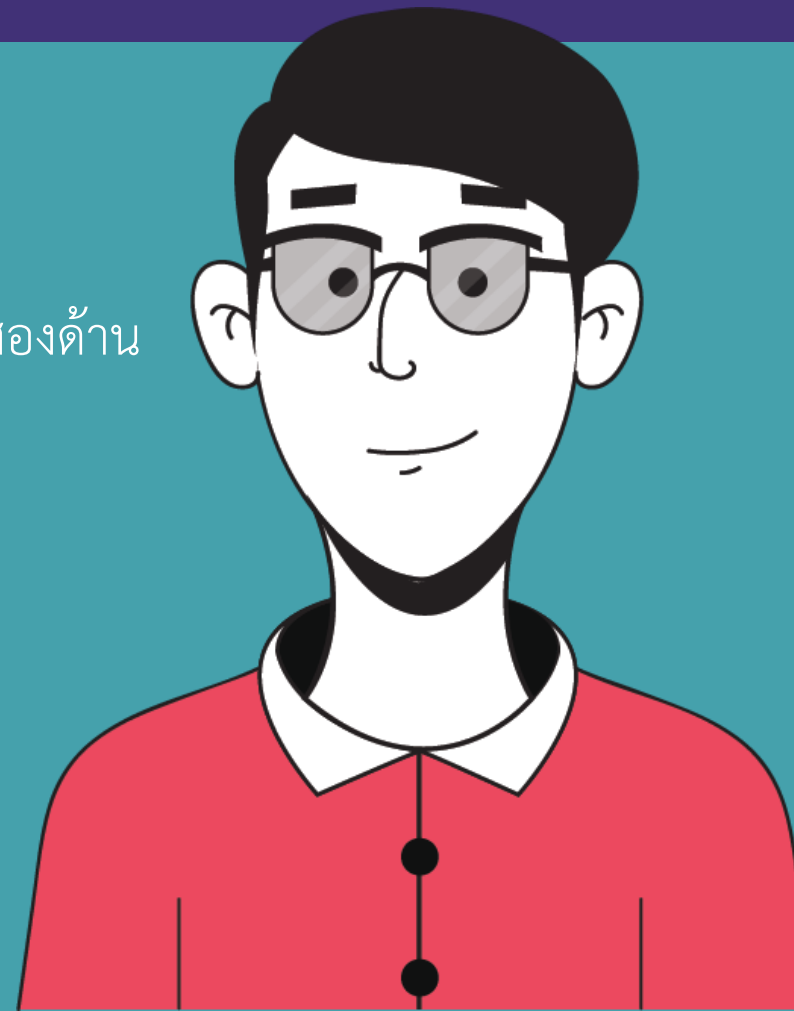
(3) ถ้าขนาดของรอยเชื่อมทั้งสองไม่เท่ากัน ต้องกำหนดขนาดของรอยเชื่อมลงไปทั้งสองด้าน



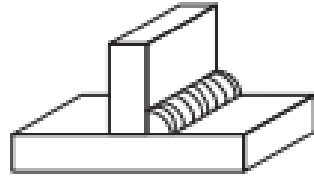
(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ



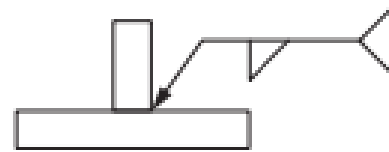
(ข) สัญลักษณ์



(4) ขนาดของรอยเชื่อมฟิลเล็ท จะเขียนไว้ทางซ้ายของสัญลักษณ์เชื่อม

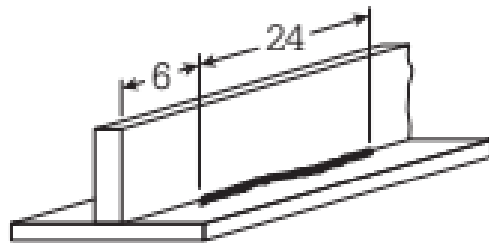


(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ

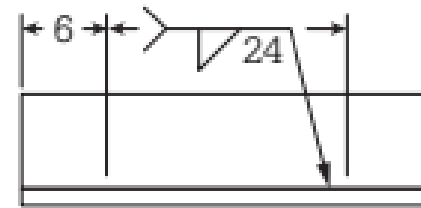


(ข) สัญลักษณ์

(5) ในกรณีที่รอยเชื่อมฟิลเล็ทแสดงความยาวและขอบเขตการเชื่อม



(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ

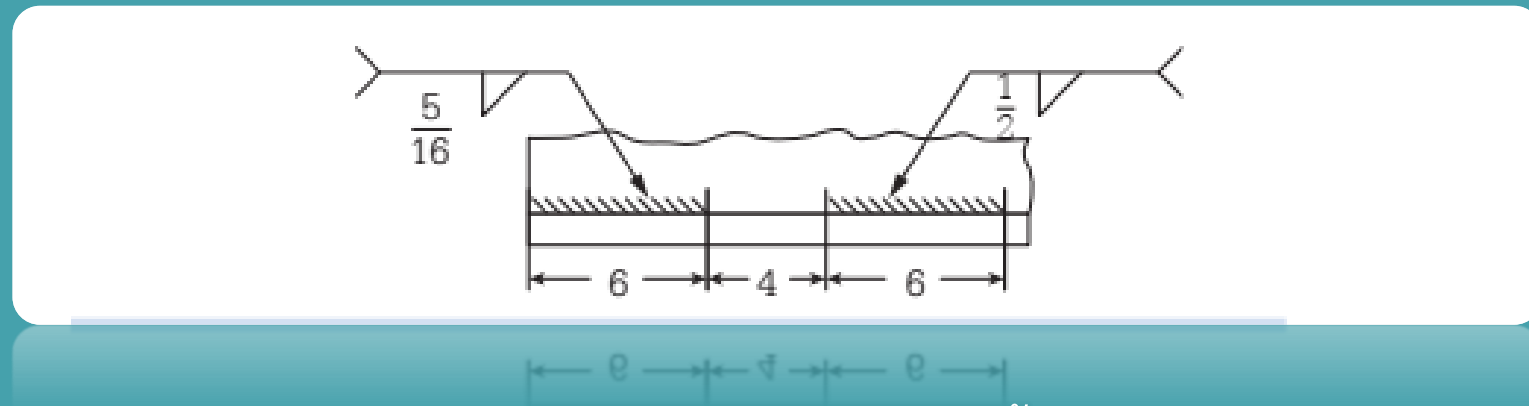


(ข) สัญลักษณ์

2) ความยาวของรอยเชื่อมฟิลเล็ท การกำหนดขนาดความยาวของรอยเชื่อมฟิลเล็ทในสัญลักษณ์เชื่อม จะเขียนไว้ทางขวาของสัญลักษณ์เชื่อม สัญลักษณ์เชื่อมที่ไม่ได้ระบุความยาวของรอยเชื่อม แสดงว่าต้องเชื่อมยาวต่อเนื่องกันไปตลอดรอยต่อ

3) ขอบเขตการเชื่อมฟิลเล็ท

(1) เมื่อต้องการแสดงขอบเขตที่ทำการเชื่อมฟิลเล็ท อาจใช้เส้นขีดแสดงตำแหน่งการเชื่อมฟิลเล็ท



(2) การเชื่อมฟิลเล็ทที่กระทำหลายทิศทางจะต้องกำหนดหัวลูกศรชี้ไปยังแต่ละส่วนที่ทำการเชื่อม ยกเว้นการเชื่อมโดยรอบต่อ

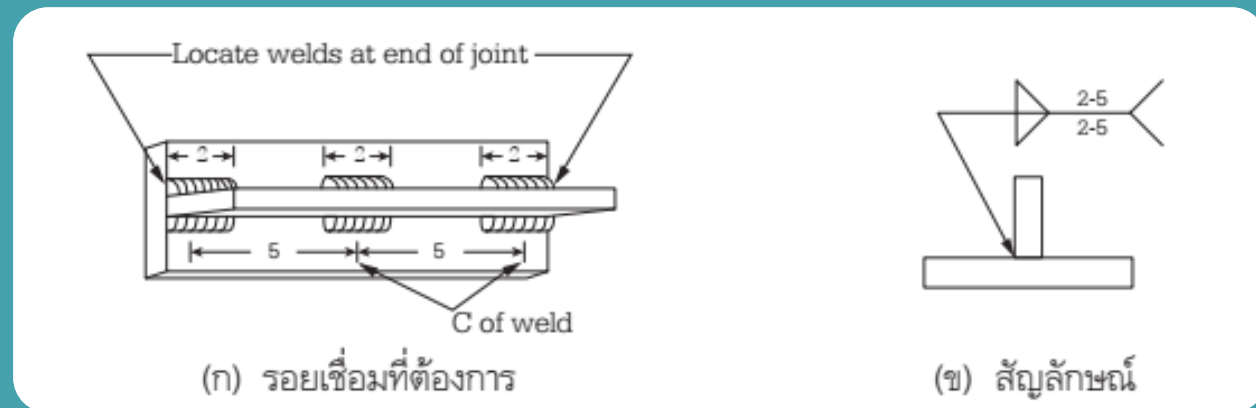
4) การกำหนดขนาดความยาวของรอยเชื่อมฟิลเล็ตที่ทำการเชื่อมเป็นช่วง

(1) ระยะพิตช์ของรอยเชื่อมฟิลเล็ต ได้แก่ ระยะศูนย์กลางระหว่างรอยต่อ ระยะพิตช์เท่ากับ 4

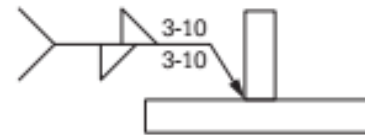


(2) ขนาดของระยะพิตช์รอยเชื่อมฟิลเล็ต ให้เขียนไว้ที่ด้านขวาของความยาวรอยเชื่อมความยาวรอยเชื่อมเท่ากับ 4

(3) Chain Intermittent Fillet Welding หมายถึงการเชื่อมฟิลเล็ตที่มีรอยเชื่อมเป็นช่วงๆ โดยช่วงของรอยเชื่อมทั้งสองด้านไม่ตรงกัน



(4) Staggered Intermittent Fillet Welding หมายถึง การเชื่อมฟิลเลตที่มีรอยเชื่อมสลับกัน โดยช่วงของรอยเชื่อมทั้งสองด้านตรงกัน



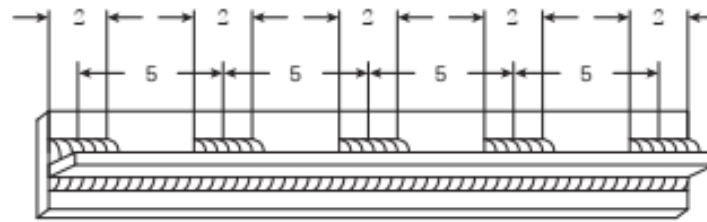
(២) តំណាងរាស្ត្រ

(5) การเชื่อมฟิลเลต รวมกันระหว่างการเชื่อมยาวต่อเนื่อง (Continuous) กับการเชื่อมเป็นช่วงสั้นๆ (Intermittent) ให้ใช้สัญลักษณ์

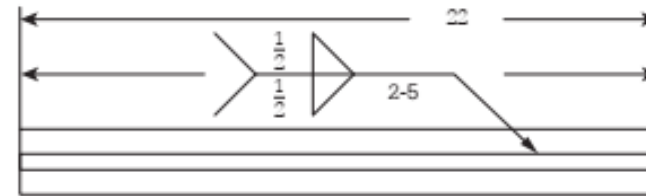


ស័ណ្ឌលក្ខណ៍

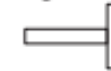
(A) สัญลักษณ์รอยเชื่อมเป็นช่วงและเชื่อมต่อเนื่อง



รอยเชื่อมที่ต้องการ

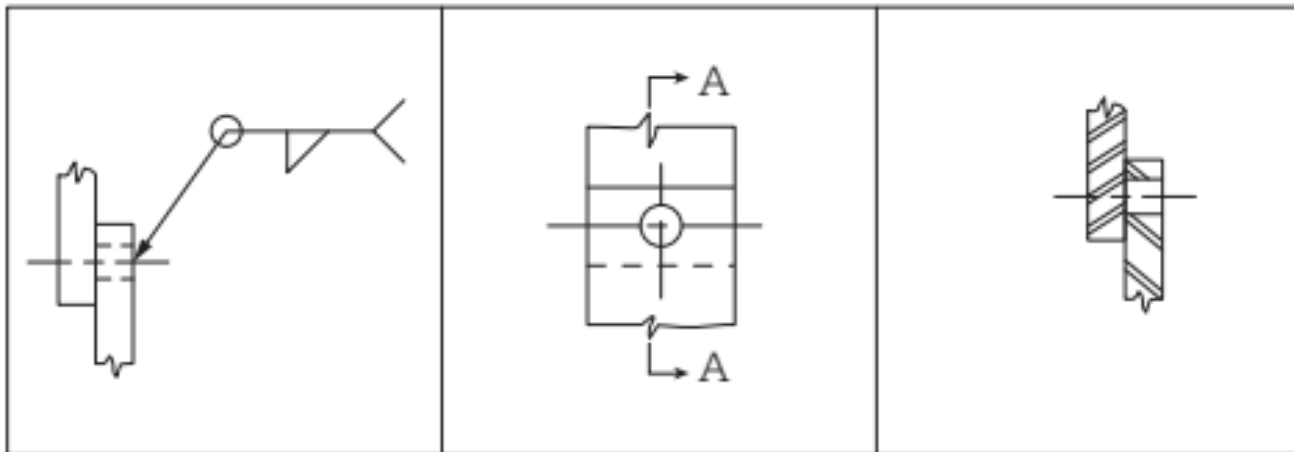


สัญลักษณ์



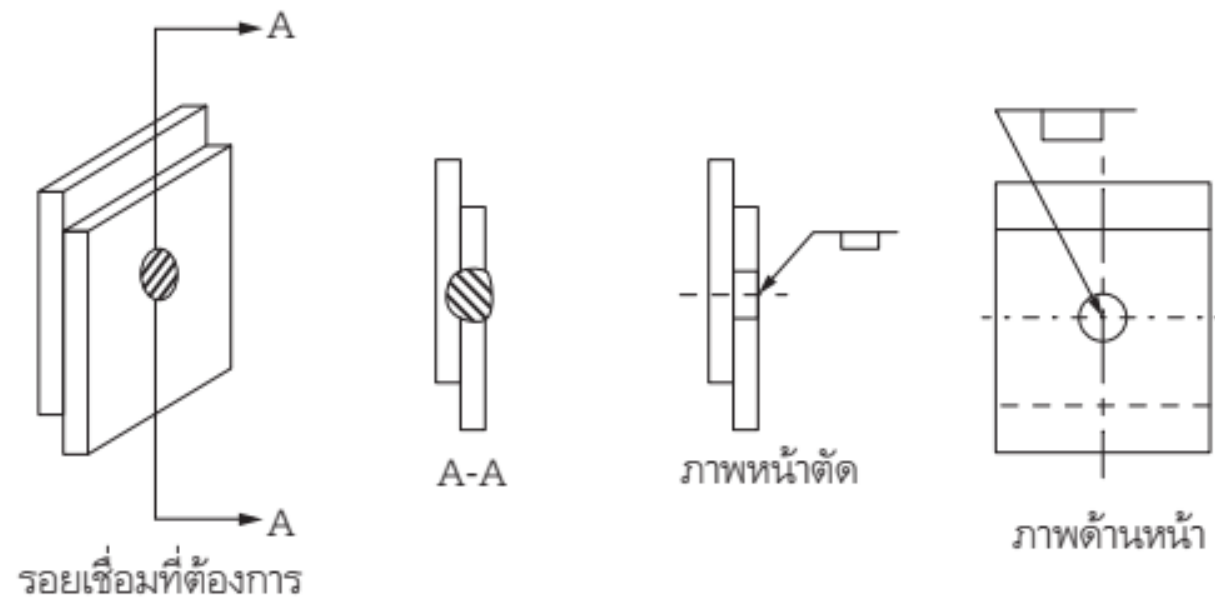
(B) สัญลักษณ์รอยเชื่อมเป็นช่องและเชื่อมต่อเนื่อง (เชื่อมด้านตรงข้ามรอยต่อ)

(6) การเชื่อมฟิลเลตในรูและร่อง (Slots) ให้ใช้สัญลักษณ์

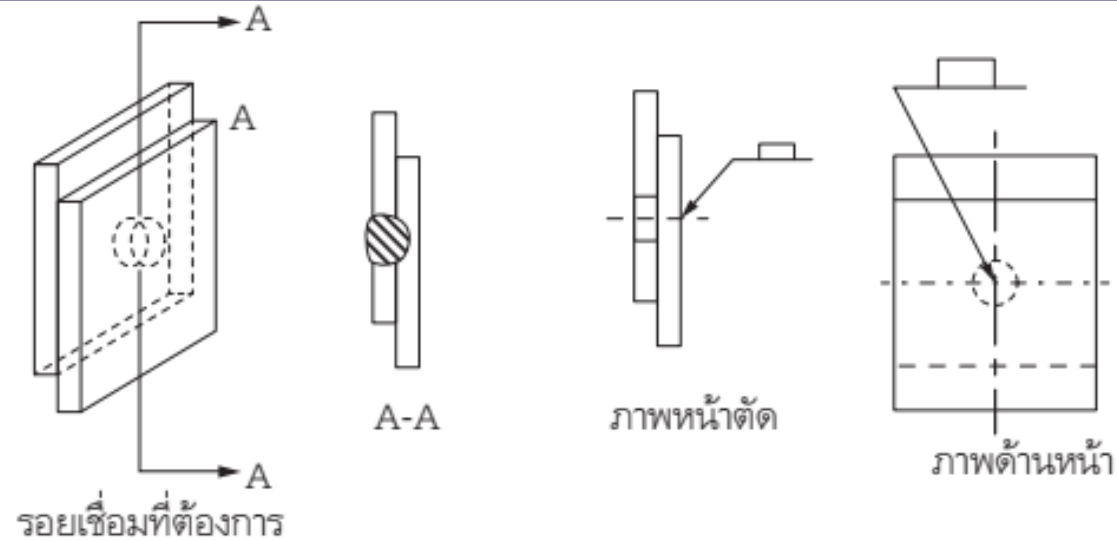


2.2 การเชื่อมปลั๊ก (Plugs Weld)

1) ถ้าต้องการเชื่อมปลั๊กที่อยู่ด้านหัวลูกศร ให้เขียนสัญลักษณ์



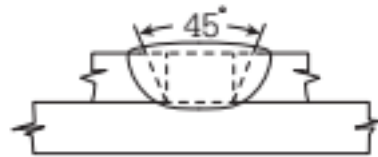
2) ถ้าต้องการเชื่อมปลั๊กที่อยู่ด้านตรงข้ามหัวลูกศร ให้เขียนสัญลักษณ์



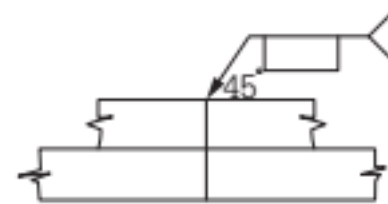
3) ขนาดของรอยเชื่อมปลั๊ก ให้เขียนไว้ที่ด้านซ้ายมือของสัญลักษณ์การเชื่อม ซึ่งอยู่ด้านเดียวกันของเส้นอ้างอิง



4) มุมเอียงของรูเจาะ (Angle of Countersink) ให้เขียนบอกเป็นมุมรวมทั้งสองด้าน เช่น จากรูป มุมรวม 45 องศา แต่ถ้ารูเจาะตรงจะได้มุมเอียงเท่ากับ 0 องศา

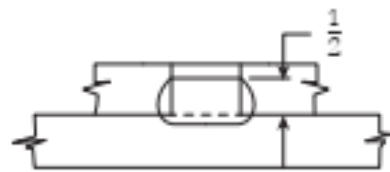


(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ

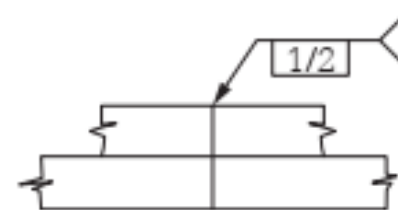


(ข) สัญลักษณ์

5) โดยทั่วไปแล้วจะต้องเติมเนื้อเชื่อมจนเต็มรูเจาะ แต่ถ้าต้องการเติมเนื้อเชื่อมไม่เต็มรูจะต้องกำหนดความลึกของเนื้อเชื่อมไว้ภายในสัญลักษณ์เชื่อม



(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ

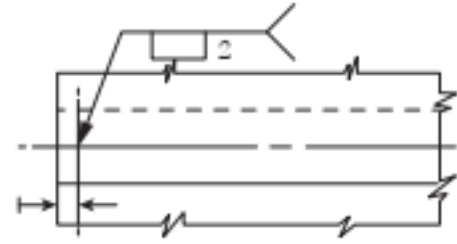


(ข) สัญลักษณ์

6) ระยะห่างของรอยเชื่อมปลั๊กแต่ละชุด กำหนดเป็นระยะพิตช์ (ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางของรอยเชื่อม) ให้เขียนไว้ทางขวาของสัญลักษณ์เชื่อม



(ก) รอยเชื่อมที่ต้องการ

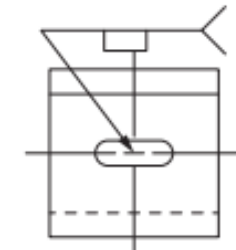
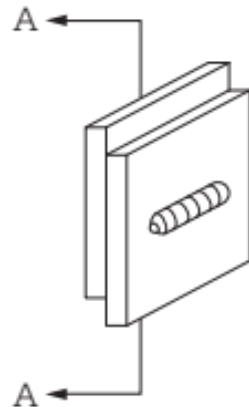


(ข) สัญลักษณ์

2.3

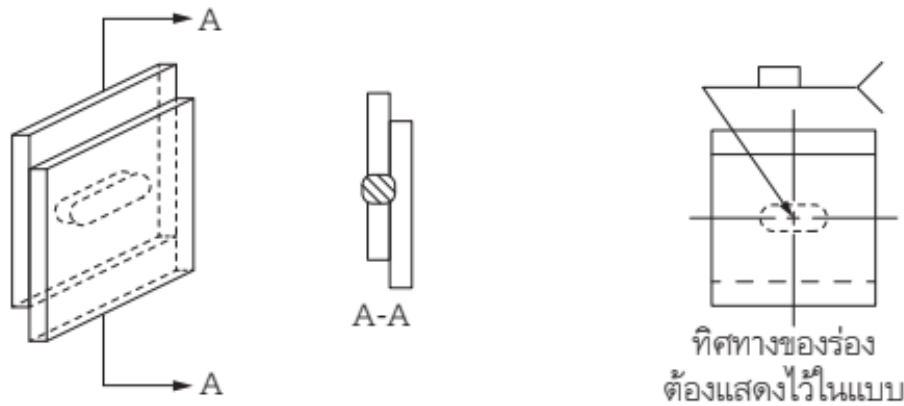
การเชื่อมสล็อต (Slot Welds)

1) ถ้าต้องการเชื่อมสลอตงานที่อยู่ด้านหัวลูกศร ให้เขียนสัญลักษณ์เชื่อม



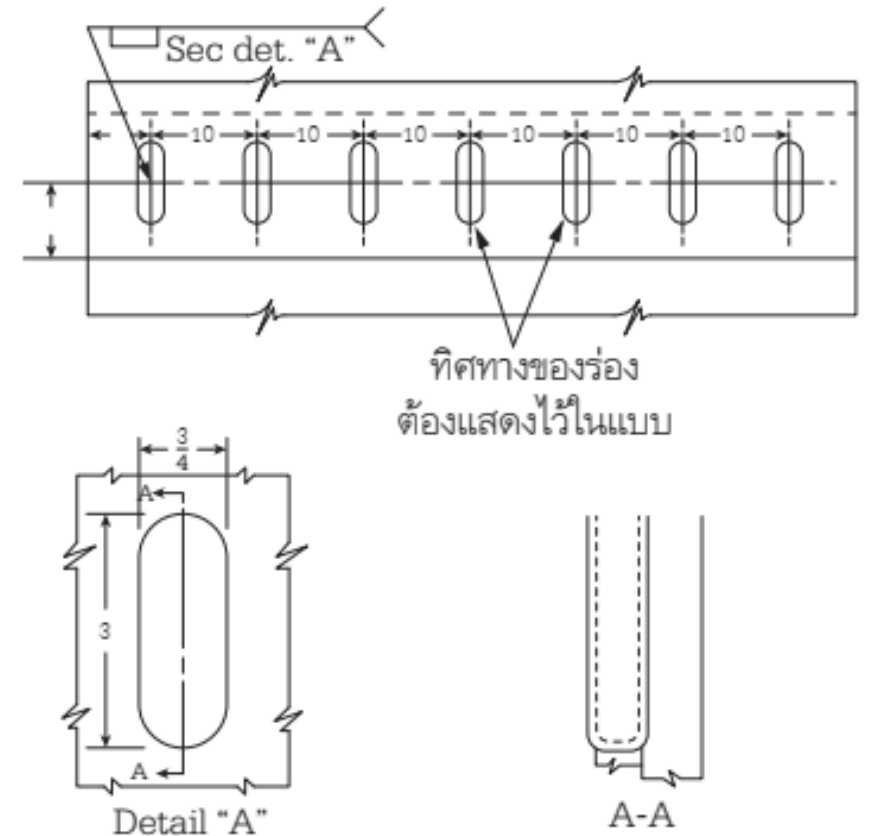
ทิศทางของร่อง
ต้องแสดงไว้ในแบบ

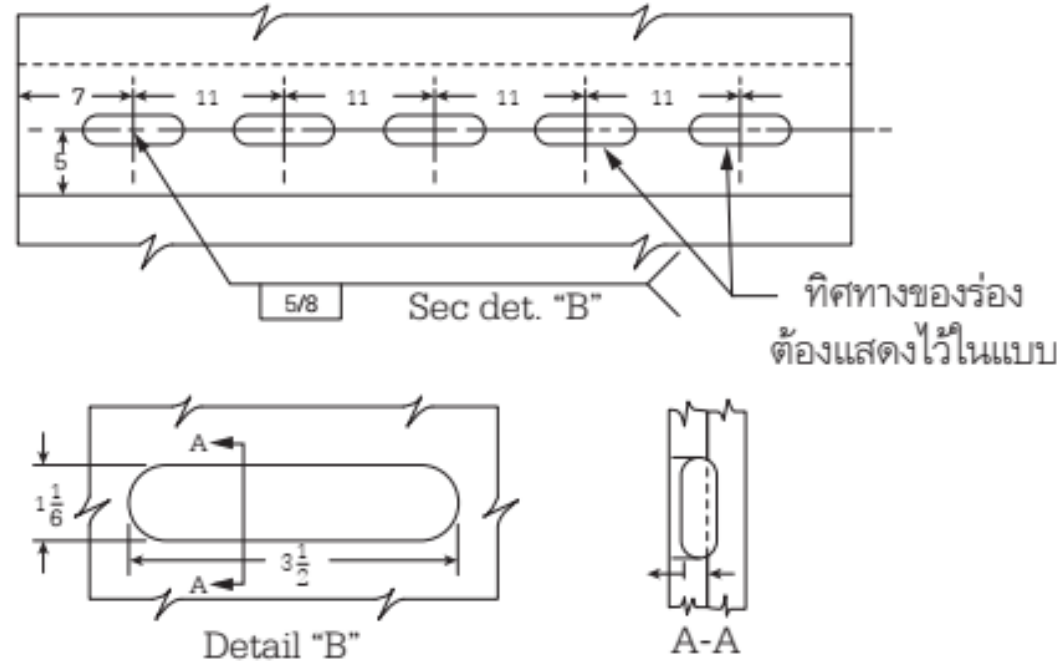
2) ถ้าต้องการเชื่อมสลอตงานด้านตรงข้ามหัวลูกศร ให้เขียนสัญลักษณ์เชื่อม



3) การกำหนดขนาดของรอยเชื่อมสลอต ให้เขียนไว้ที่เส้นอ้างอิง ซึ่งอยู่ด้านเดียวกันกับ Weld-Symbol สัญลักษณ์เชื่อม

Sec det "A" หมายถึงให้ดูรายละเอียดของขนาดสลอตใน Detail "A"



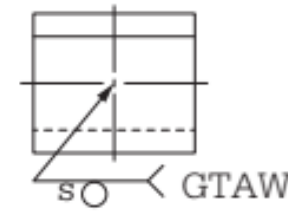
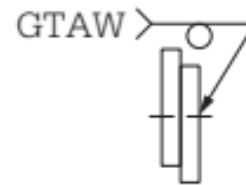
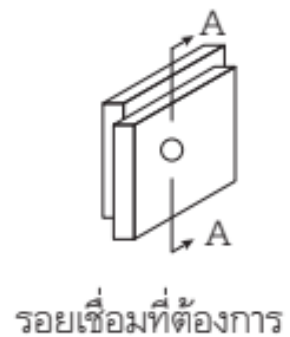


Sec det "B" หมายถึงให้ดูรายละเอียดของขนาดสล็อตใน Detail "B"

- 4) โดยทั่วไปควรเติมเนื้อเชื่อมลงในสล็อตให้เต็ม หากต้องการเติมเนื้อเชื่อมไม่เต็มสล็อตแต่หากต้องการเติมเนื้อเชื่อมไม่เต็มสล็อตจะต้องกำหนดความลึกของเนื้อเชื่อมที่ต้องการไว้ภายใน
- 5) รายละเอียดของรอยเชื่อมสล็อต เช่น รอยเชื่อมความยาว ความกว้าง และระยะห่างระหว่างรอยเชื่อมสล็อต รวมถึงมุมเอียงจะไม่เขียนไว้ในสัญลักษณ์เชื่อม แต่จะเขียนบอกไว้ในรายละเอียด

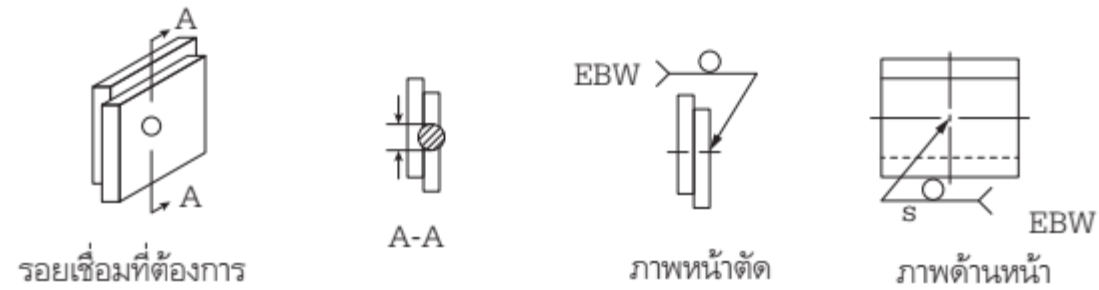
2.4 รอยเชื่อมจุด (Spot Welds)

1) ตำแหน่งในสัญลักษณ์การเชื่อมจุด จะสัมพันธ์กับเส้นอ้างอิง ซึ่งมีทั้งสองด้าน ด้านหัวลูกศรด้านตรงข้ามหัวลูกศร และไม่กำหนดด้านใด ส่วนวิธีการเชื่อมจะกำหนดไว้ที่ส่วนหาง (Tail) ของสัญลักษณ์เชื่อม



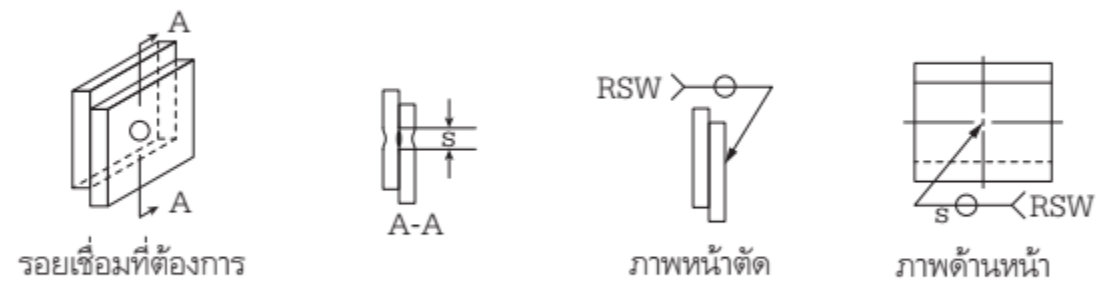
(A) สัญลักษณ์เชื่อมจุดด้านลูกศร (เชื่อมจุดแบบทิก)

(V) สัญลักษณ์เชื่อมจุดด้านลูกศร (เชื่อมจุดแบบทิก)



(B) สัญลักษณ์เชื่อมจุดด้านตรงข้ามหัวลูกศร (เชื่อมจุดแบบลำอิเล็กตรอน)

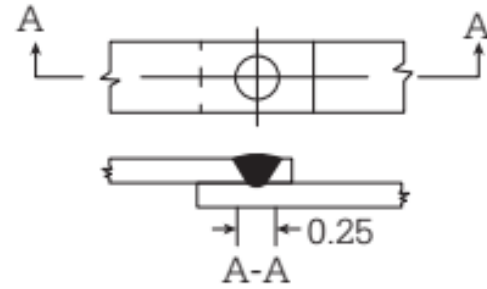
(B) สัญลักษณ์เชื่อมรอยต่อของรูปร่างของรูปร่าง (เชื่อมรอยต่อของรูปร่างของรูปร่าง)



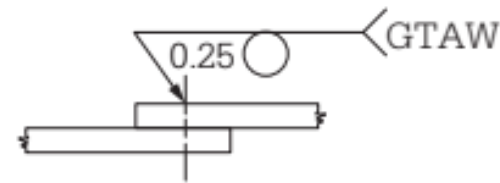
(C) ไม่ระบุหัวลูกศรหรือเครื่องหมาย (เชื่อมแบบความดัน)

(C) รูปร่างของรูปร่างของรูปร่างของรูปร่าง (เชื่อมรอยต่อของรูปร่างของรูปร่าง)

2) ขนาดของจุดเชื่อมจะกำหนดเป็นขนาดความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางจุดเชื่อมไว้ทางด้านซ้ายของสัญลักษณ์เชื่อม

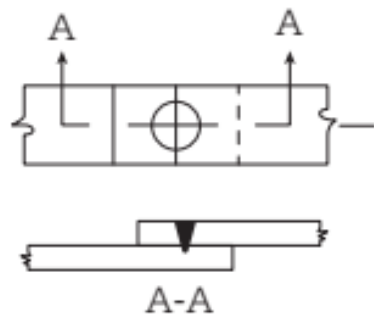


รอยเชื่อมที่ต้องการ



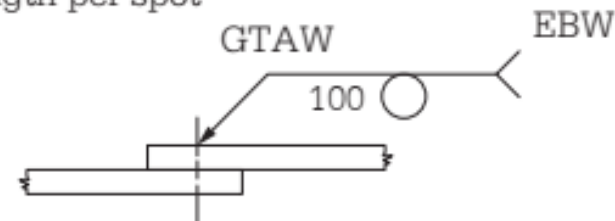
สัญลักษณ์

3) ความแข็งแรงของจุดเชื่อม จะกำหนดเป็นปอนด์หรือกิโลกรัมต่อจุด โดยเขียนไว้ทางด้านซ้ายของสัญลักษณ์เชื่อม



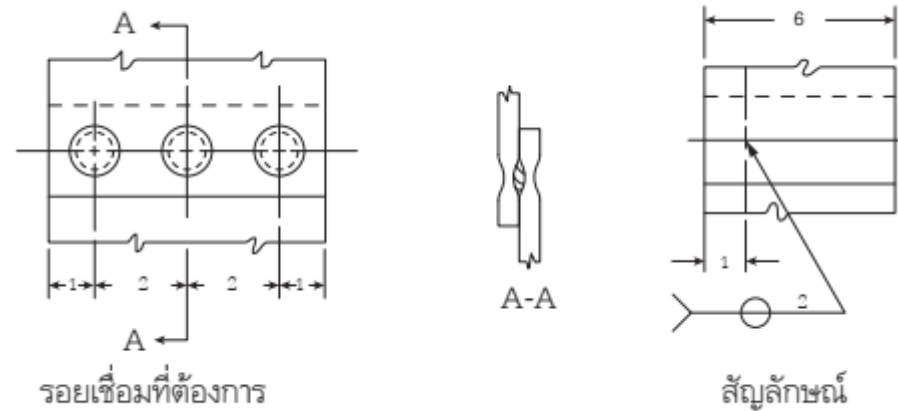
รอยเชื่อมที่ต้องการ

100 lb min acceptable
shear strength per spot

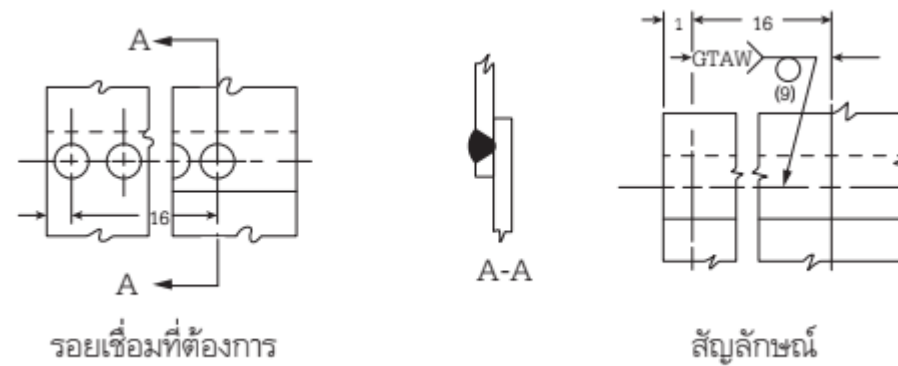


สัญลักษณ์

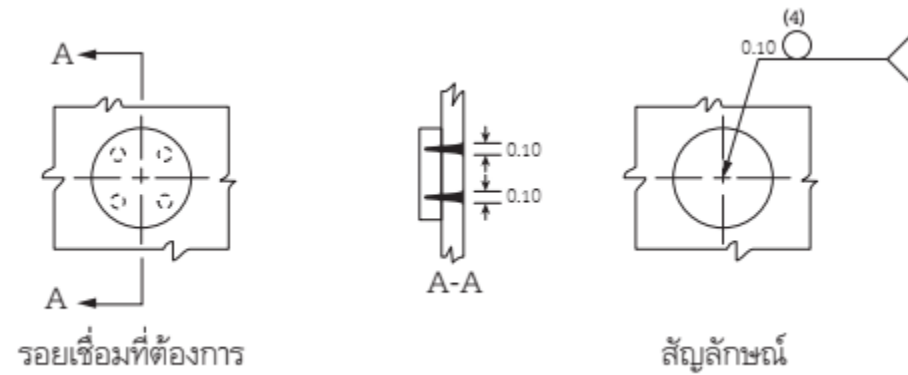
4) ระยะพิตซ์กำหนดเป็นระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของจุดเชื่อมและเขียนไว้ทางด้านขวาของสัญลักษณ์เชื่อม



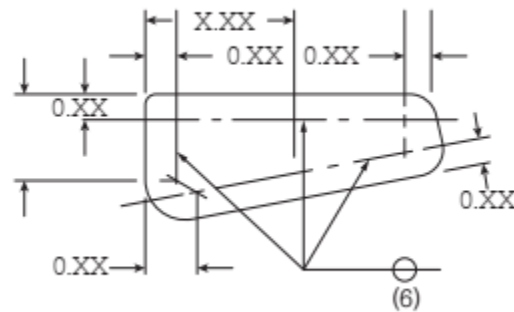
5) เมื่อต้องการเชื่อมจุดไปตลอดความยาวของชิ้นงาน ต้องกำหนดความยาวที่ต้องการเชื่อมจุดเอาไว้ในสัญลักษณ์เชื่อม



6) เมื่อต้องการกำหนดจุดเชื่อมแน่นอนแล้ว ต้องเขียนไว้ทางด้านบนหรือด้านล่างของสัญลักษณ์เชื่อม

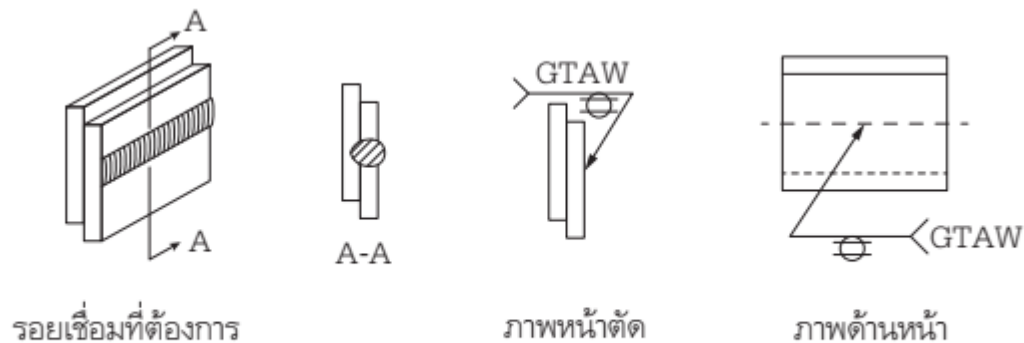


7) ตำแหน่งของการเชื่อมจุดที่อยู่เป็นกลุ่ม สามารถแสดงได้ด้วยเส้นตัดของเส้นผ่านศูนย์กลางบนแบบงาน ซึ่งมีจำนวน 6 จุด

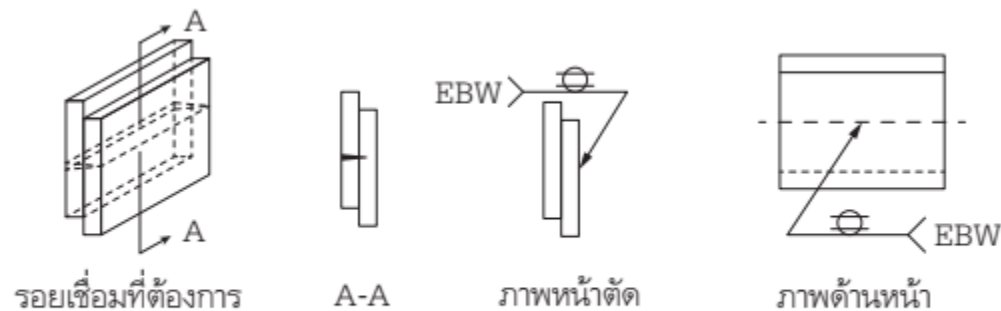


2.5 รอยเชื่อมตะเข็บ (Seam Welds)

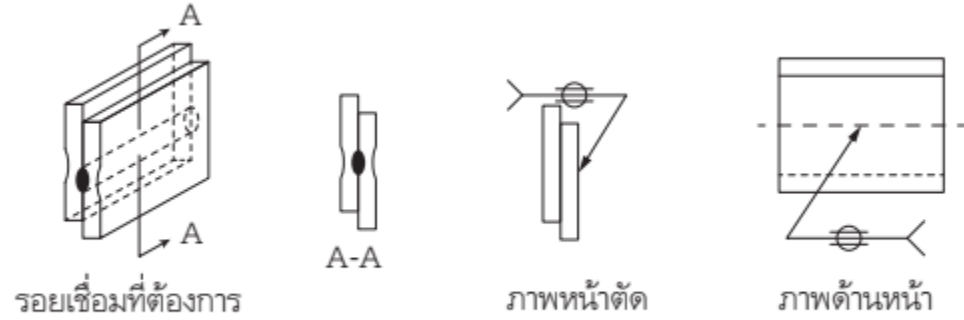
1) ตำแหน่งในสัญลักษณ์การเชื่อมตะเข็บจะสัมพันธ์กับเส้นอ้างอิง ซึ่งมีทั้งด้านหัวลูกศรด้านตรงข้ามลูกศร และไม่กำหนดด้าน (No Arrow or Other Side) ส่วนวิธีการเชื่อมจะกำหนดไว้ที่ส่วนหางของสัญลักษณ์



(A) สัญลักษณ์เชื่อมตะเข็บด้านลูกศรชี้



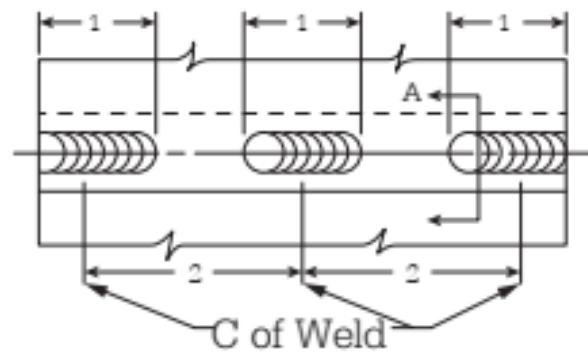
(B) สัญลักษณ์เชื่อมตะเข็บด้านตรงข้ามลูกศรชี้ (เชื่อมแบบลำอิเล็กตรอน)



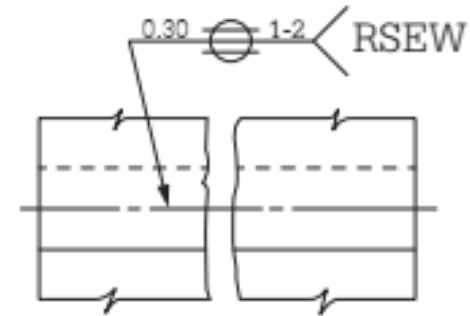
(C) สัญลักษณ์เชื่อมจุดแบบไม่กำหนดด้าน (เชื่อมแบบความต้านทาน)

(C) สัญลักษณ์เชื่อมรอยต่อแบบกำหนดด้าน (เชื่อมแบบความต้านทาน)

2) ความกว้างของรอยเชื่อมตะเข็บ ให้เขียนไว้ทางด้านซ้ายของสัญลักษณ์เชื่อม



รอยเชื่อมที่ต้องการ



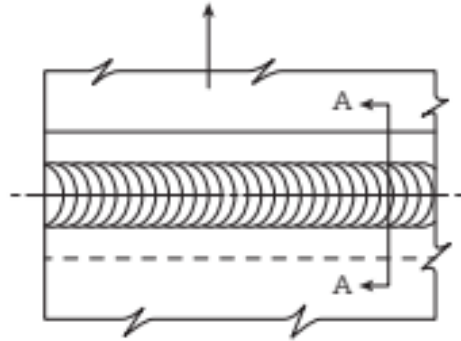
สัญลักษณ์

รอยเชื่อมที่ต้องการ

สัญลักษณ์

3) ความแข็งแรงเฉือนของรอยเชื่อมตะเข็บ มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อความยาวรอยเชื่อม 1 นิ้วจะเขียนไว้ทางด้านซ้ายของสัญลักษณ์เชื่อม

Min acceptable
shear strength 200 / In

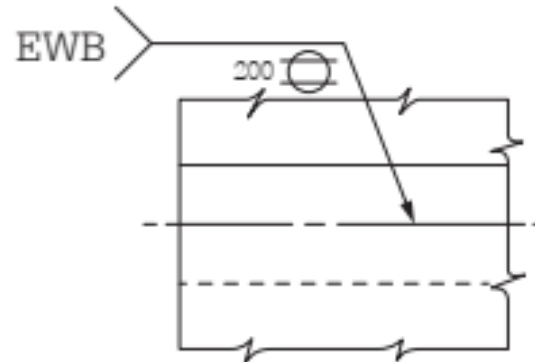


C of Weld

รอยเชื่อมที่ต้องการ



A-A



EWB

200

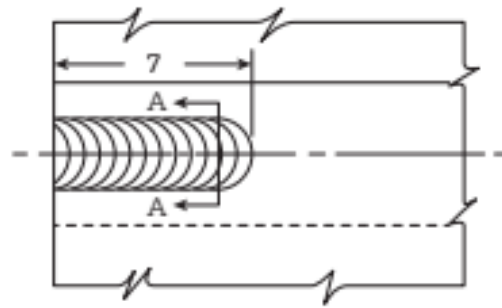
สัญลักษณ์

รอยเชื่อมตะเข็บ

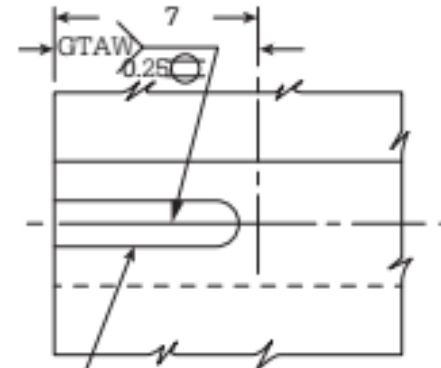
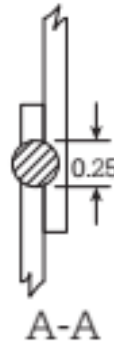
C of Weld

สัญลักษณ์

4) ความยาวของรอยเชื่อมตะเข็บ ให้เขียนไว้ทางด้านขวาของสัญลักษณ์เชื่อม สำหรับรอยเชื่อมที่มีความยาวตลอดรอยต่อ ไม่จำเป็นต้องบอกความยาว แต่ถ้าเชื่อมไม่ตลอดต้องระบุความยาวเอาไว้



รอยเชื่อมที่ต้องการ



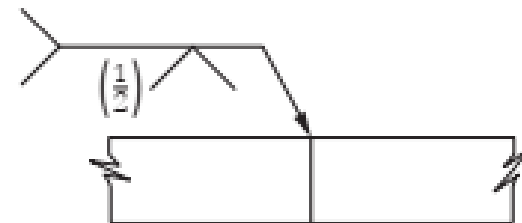
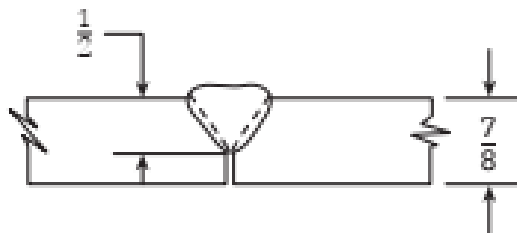
สัญลักษณ์

5) การเชื่อมเป็นช่วงจะต้องกำหนดระยะพิตช์ (ระยะศูนย์กลางของรอยเชื่อมตะเข็บ) ของรอยเชื่อมเอาไว้ทางด้านขวาของรอยเชื่อมแนวยาว

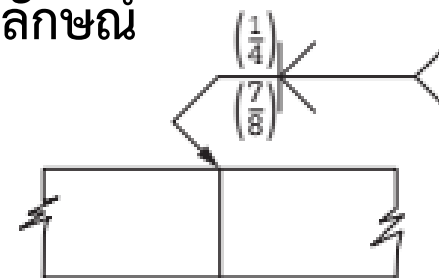
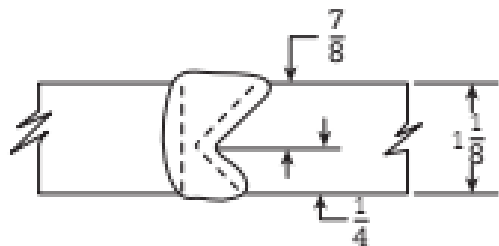
2.6 งานเชื่อมบากร่อง (Groove Welds)

1) หลักการเขียนสัญลักษณ์

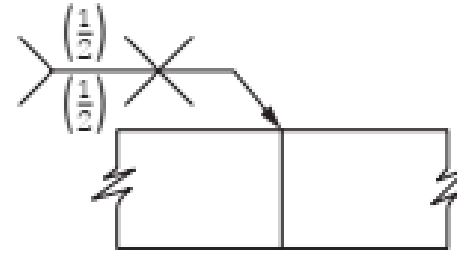
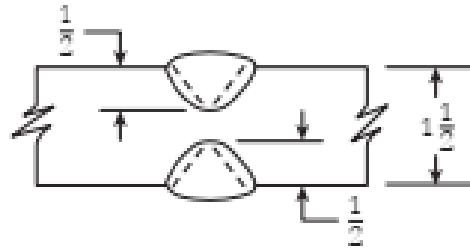
(1) ขนาดของบากร่องเพื่อเตรียมเชื่อมเท่านั้น



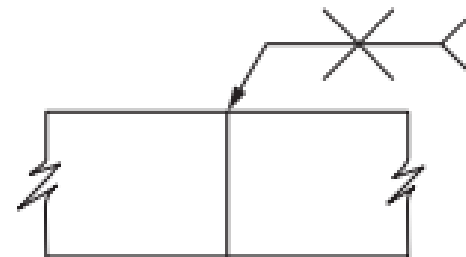
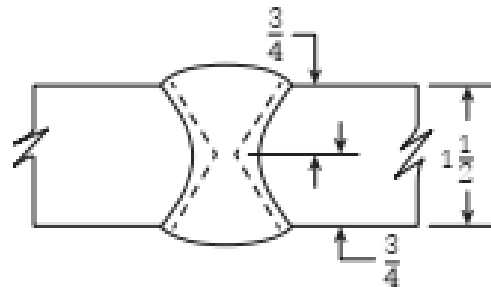
(2) เมื่อร่องทั้งสองด้านมีขนาดไม่เท่ากัน ให้เขียนสัญลักษณ์



(3) เมื่อร่องทั้งสองด้านมีขนาดเท่ากัน ให้เขียนสัญลักษณ์ ดังนี้



(4) ขนาดของร่องเขียนไว้ทางด้านซ้ายของสัญลักษณ์เชื่อม

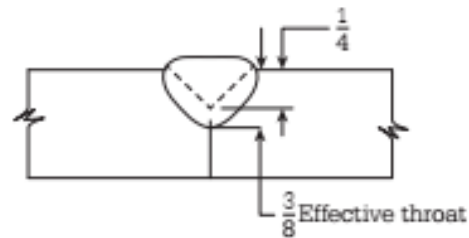


(5) รอยเชื่อมที่ซึมลึกสมบูรณ์ ไม่จำเป็นต้องเขียนบอกขนาดของร่อง สำหรับงานที่บากร่องเดี่ยวหรือร่องคู่ ที่ขนาดเท่ากัน ให้เขียนสัญลักษณ์

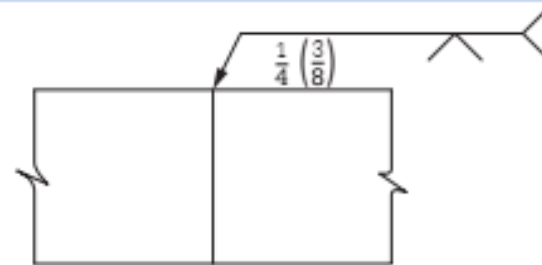


(6) การกำหนดขนาดของร่องบากและขนาดระยะลิกรอยเชื่อมออกแบบ (Effective Throat) ให้ระบุไว้ทางด้านซ้ายของสัญลักษณ์เชื่อม (ในวงเล็บ) โดยขนาดของร่องบากจะอยู่นอกวงเล็บ

(A)



รอยเชื่อมที่ต้องการ

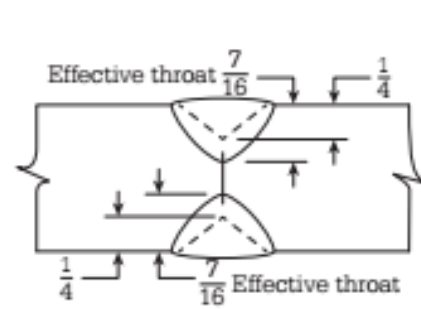


สัญลักษณ์

รูปถ่ายจากหนังสือ

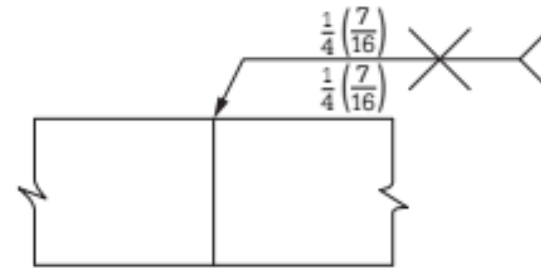
คู่มือช่างเชื่อม

(B)



รอยเชื่อมที่ต้องการ

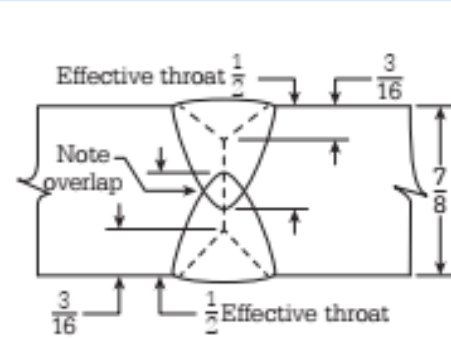
รูปถ่ายของรอยเชื่อม



สัญลักษณ์

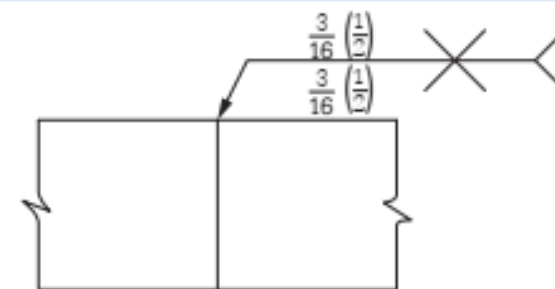
รูปถ่ายของรอยเชื่อม

(C)



รอยเชื่อมที่ต้องการ

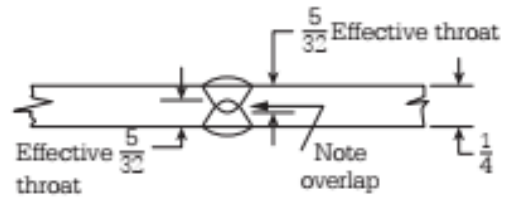
รูปถ่ายของรอยเชื่อม



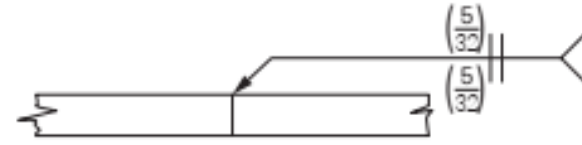
สัญลักษณ์

รูปถ่ายของรอยเชื่อม

(D)



รอยเชื่อมที่ต้องการ

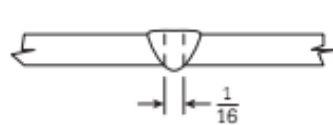


สัญลักษณ์

2) ขนาดของร่องบาก

(1) ขนาดของช่องห่างรอยต่อ (Root Open) ให้เขียนไว้ภายในสัญลักษณ์เชื่อม

(A)

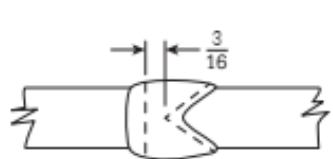


รอยเชื่อมที่ต้องการ

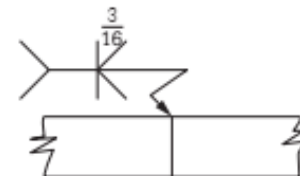


สัญลักษณ์

(B)

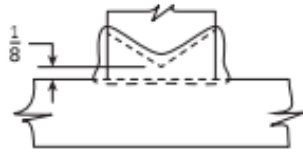


รอยเชื่อมที่ต้องการ

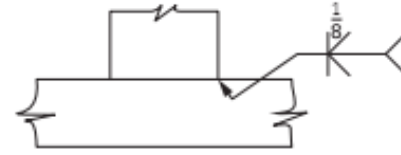


สัญลักษณ์

(C)

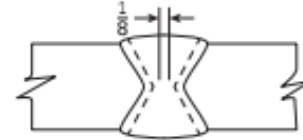


รอยเชื่อมที่ต้องการ

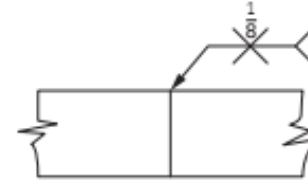


สัญลักษณ์

(D)

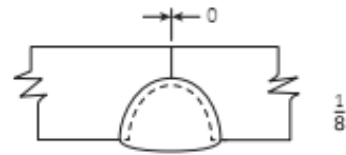


รอยเชื่อมที่ต้องการ

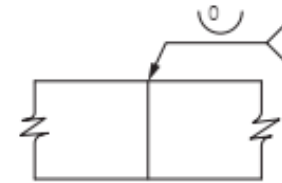


สัญลักษณ์

(E)



รอยเชื่อมที่ต้องการ

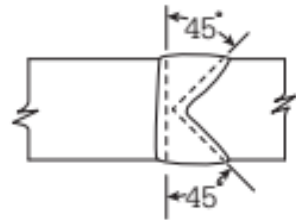


สัญลักษณ์

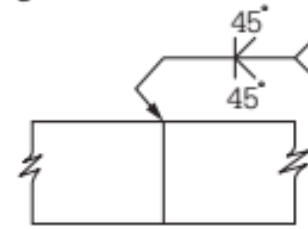
รอยเชื่อมที่ต้องการ

สัญลักษณ์

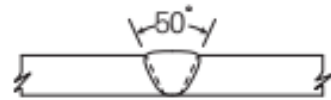
(2) มุมของร่องบาก ให้เขียนไว้ภายในสัญลักษณ์



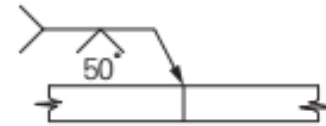
รอยเชื่อมที่ต้องการ



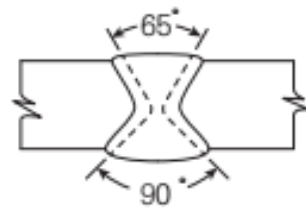
สัญลักษณ์



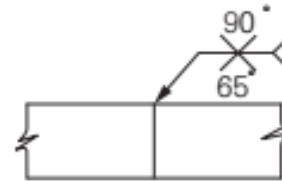
รอยเชื่อมที่ต้องการ



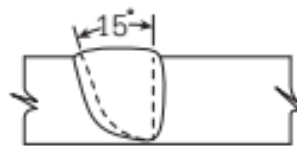
สัญลักษณ์



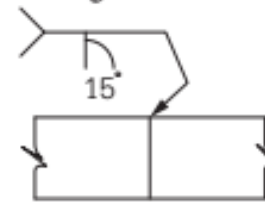
รอยเชื่อมที่ต้องการ



สัญลักษณ์



รอยเชื่อมที่ต้องการ



สัญลักษณ์

รูปถ่ายของรอยเชื่อม

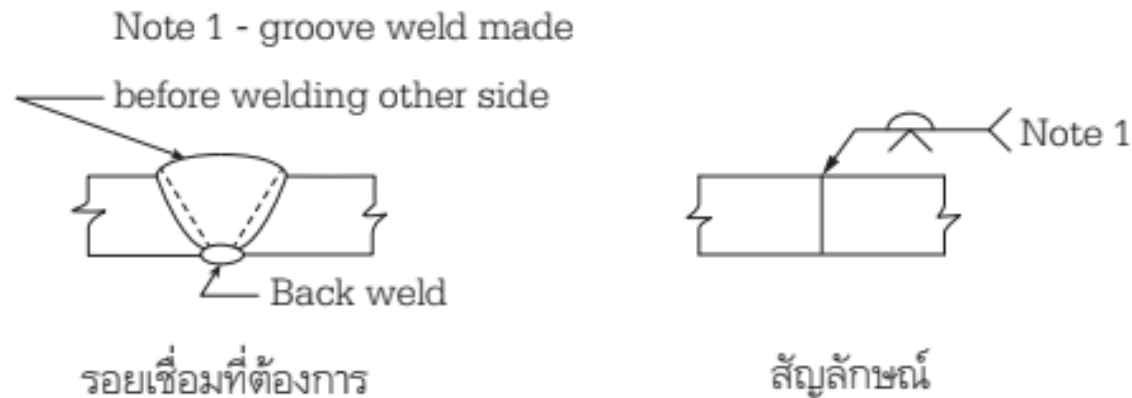


รูปถ่ายของรอยเชื่อม



(3) มุมของร่องบากและหน้าฐาน (Root Face) ของรอยบากแบบตัวยู (U) ตัวเจ (J) ให้ใช้ตามมาตรฐานการเตรียมงานเชื่อม ถ้าต้องการใช้นอกเหนือจากมาตรฐานต้องแสดงภาพตัด รายละเอียดหรือข้อมูลต่างๆ ไว้ที่สัญลักษณ์เชื่อม

3) รอยเชื่อมรองหลัง (Back or Backing Welds) รอยเชื่อมรองหลังเป็นรอยเชื่อมสำหรับรองหลังรอยเชื่อมที่บากร่องด้านเดียว ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยสัญลักษณ์เชื่อม โดยเขียนไว้ที่เส้นอ้างอิงในด้านตรงข้ามกับสัญลักษณ์เชื่อม สำหรับขนาดของรอยเชื่อมรองหลัง จะไม่ระบุไว้ในสัญลักษณ์เชื่อม ยกเว้นความสูงเท่านั้น แต่ถ้าต้องการรายละเอียดอื่นๆ ให้กำหนดลงในแบบงาน

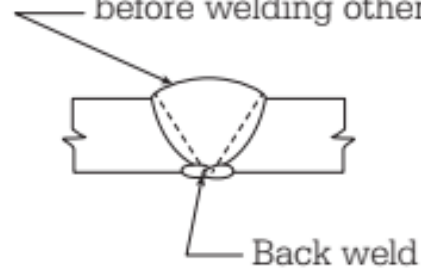


(A) เชื่อมรองหลังแนวเดียว

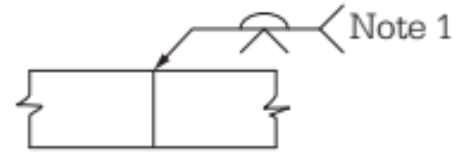
(V) รอยเชื่อมรองหลังแนวเดียว

Note 1 - groove weld made

before welding other side



รอยเชื่อมที่ต้องการ



สัญลักษณ์

(B) เชื่อมรองหลังหลายเที่ยว

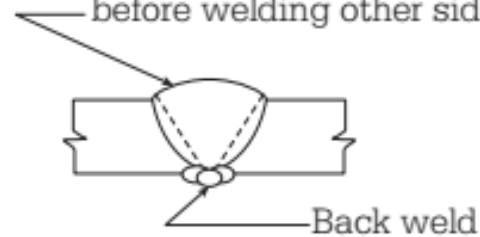
(B) เชื่อมรองหลังหลายเที่ยว

รอยเชื่อมที่ต้องการ

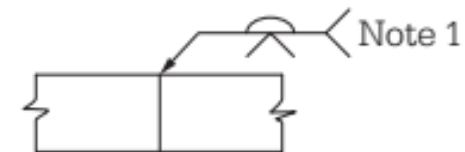
สัญลักษณ์

Note 1 - groove weld made

before welding other side



รอยเชื่อมที่ต้องการ

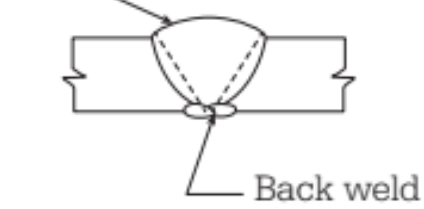


สัญลักษณ์

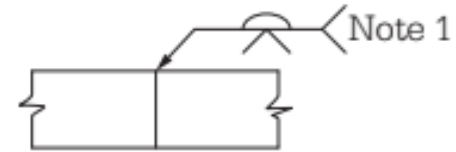
(C) Use of Back or backing weld symbol to Indicate Single pass backing weld

(C) Use of Back or backing weld symbol to Indicate Single pass backing weld

Note 1 - groove weld made
before welding other side



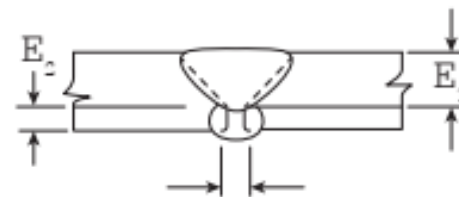
รอยเชื่อมที่ต้องการ



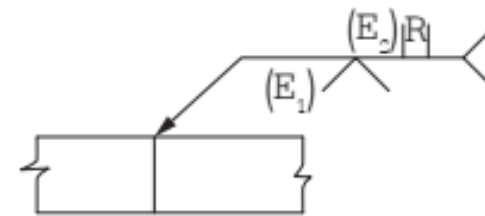
สัญลักษณ์

(D) Use of Back or backing weld symbol to Indicate multiple pass backing weld

(D) การใช้ Back or backing weld symbol เพื่อแสดง multiple pass backing weld



รอยเชื่อมที่ต้องการ



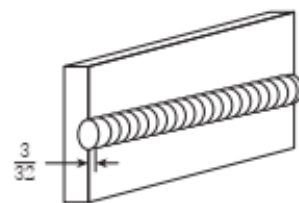
สัญลักษณ์

(E) Use of back weld with root opening

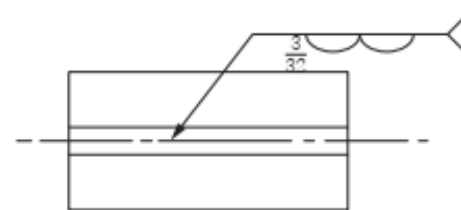
(E) การใช้ back weld มี root opening

2.7 การเชื่อมพอกผิว (Surfacing Welds)

การเชื่อมพอกผิว ซึ่งอาจจะเป็นแนวเดียวหรือหลายแนว สามารถแสดงได้ด้วยสัญลักษณ์ การเชื่อมโดยไม่ต้องระบุด้าน แต่ให้ลูกศรชี้ไปที่บริเวณที่ต้องการพอกผิวได้เลย ขนาดของรอยเชื่อมระบุไว้เฉพาะความสูงของรอยเชื่อมพอกผิวโดยเขียนไว้ทางด้านซ้ายของสัญลักษณ์เชื่อม

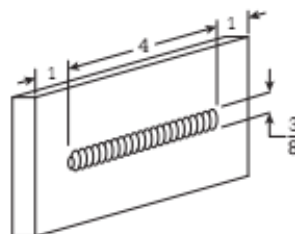


รอยเชื่อมที่ต้องการ

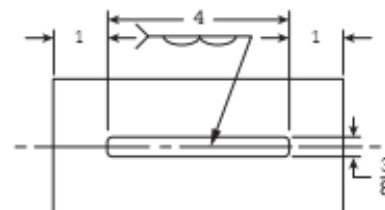


สัญลักษณ์

(A) สัญลักษณ์ระบุขนาดความสูง-ต่ำ ของรอยเชื่อมพอก



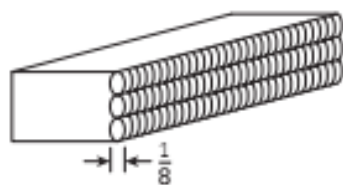
รอยเชื่อมที่ต้องการ



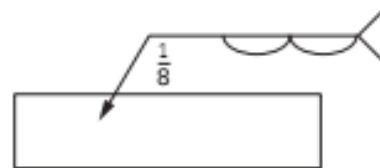
สัญลักษณ์

(B) สัญลักษณ์ระบุขนาดความกว้างและความยาวของรอยเชื่อมพอก

(B) สัญลักษณ์ระบุขนาดความกว้างและความยาวของรอยเชื่อมพอก

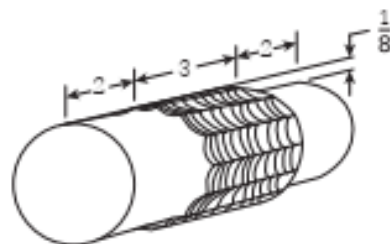


รอยเชื่อมที่ต้องการ

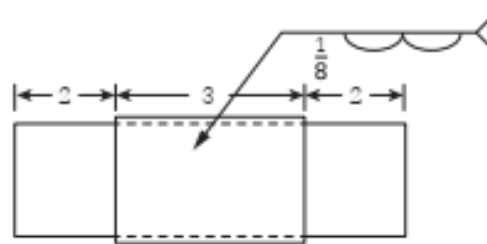


สัญลักษณ์

(C) สัญลักษณ์แสดงความสูงของการเชื่อมพอกทั้งหน้า



รอยเชื่อมที่ต้องการ



สัญลักษณ์

(D) สัญลักษณ์แสดงการเชื่อมพอกผิวบางส่วน

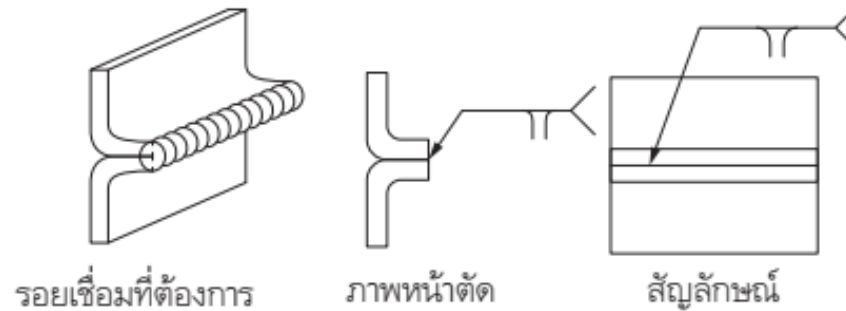
(D) สัญลักษณ์แสดงการเชื่อมพอกผิวบางส่วน

รอยเชื่อมพอกผิวบางส่วน

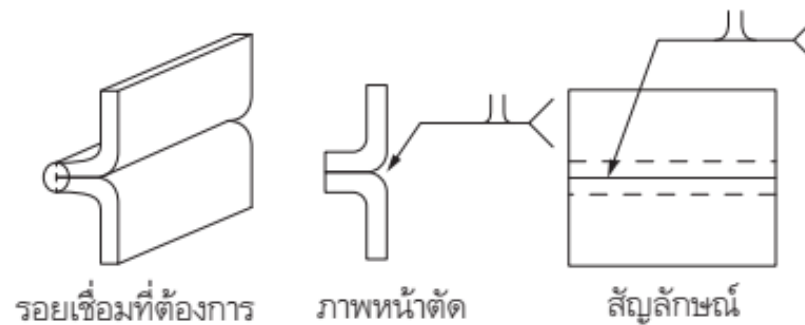
สัญลักษณ์

2.8 การเชื่อมต่อขอบ (Flange Welds)

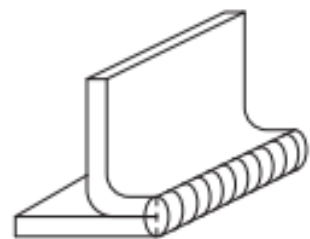
การเชื่อมต่อขอบโดยมากจะเป็นการต่องานโลหะบางชนิดเข้าด้วยกัน ซึ่งมีทั้งแบบ Edge-flange และ Corner-flange ซึ่งมีสัญลักษณ์เชื่อมที่แตกต่างกัน



(A) สัญลักษณ์แสดงการเชื่อมขอบด้านลูกศรชี้



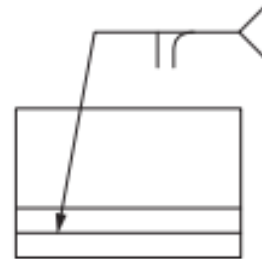
(B) สัญลักษณ์แสดงการเชื่อมขอบด้านตรงข้ามลูกศรชี้



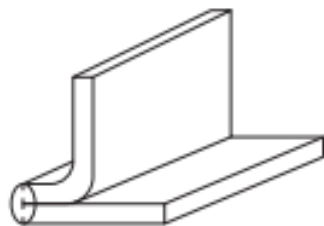
รอยเชื่อมที่ต้องการ



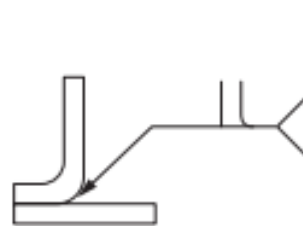
ภาพหน้าตัด



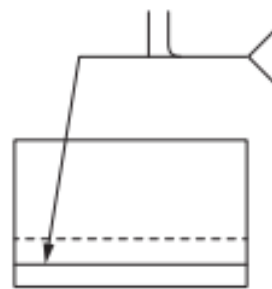
สัญลักษณ์



รอยเชื่อมที่ต้องการ



ภาพหน้าตัด



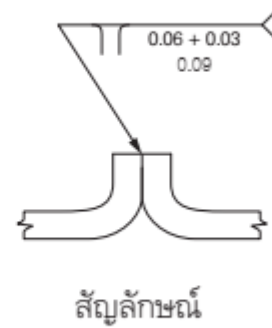
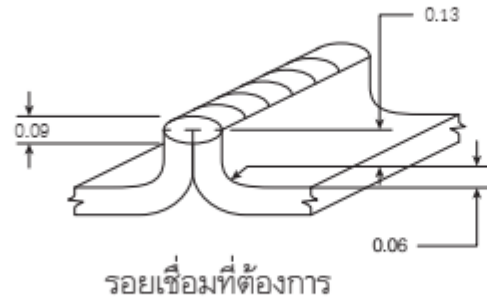
สัญลักษณ์

ลักษณะสัญลักษณ์การเชื่อมแบบ Corner-flange

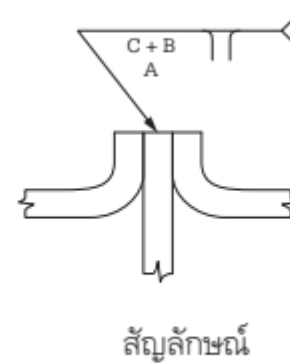
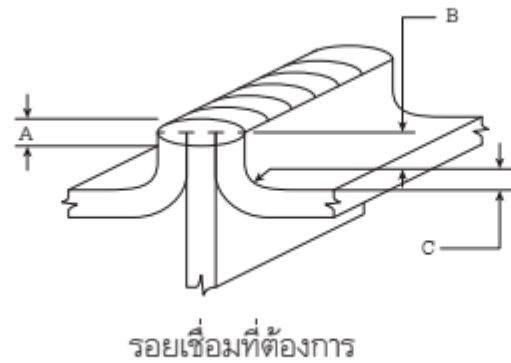
2.7 การเชื่อมพอกผิว (Surfacing Welds)

1) ขนาดการเชื่อมขอบ จะเขียนไว้ด้านเดียวกับสัญลักษณ์

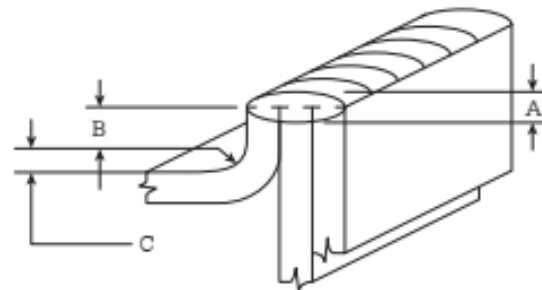
(A)



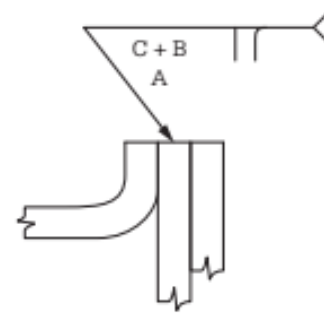
(B)



(C)

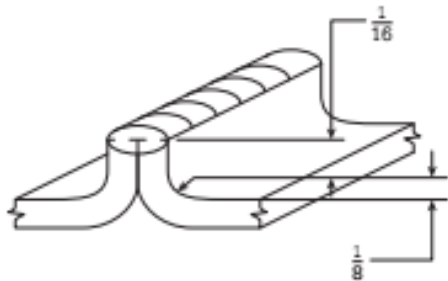


รอยเชื่อมที่ต้องการ

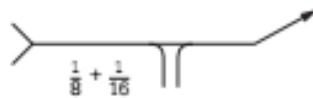


สัญลักษณ์

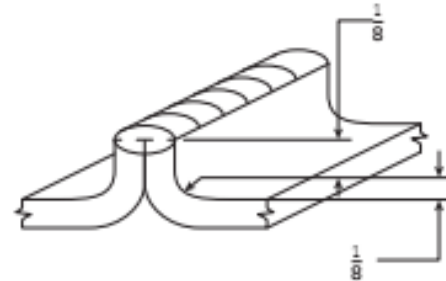
2) รัศมีโค้งและความสูงของปีกงานเชื่อม ให้กำหนดแยกกัน โดยเขียนเครื่องหมายบวกระหว่างค่าทั้งสอง และอยู่ในตำแหน่งด้านซ้ายของสัญลักษณ์เชื่อม รัศมีโค้งและความสูงของปีกงานควรอ่านจากซ้ายไปขวาตามแนวเส้นอ้างอิง



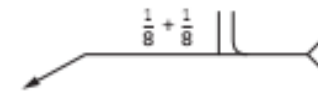
รอยเชื่อมที่ต้องการ



สัญลักษณ์



รอยเชื่อมที่ต้องการ



สัญลักษณ์

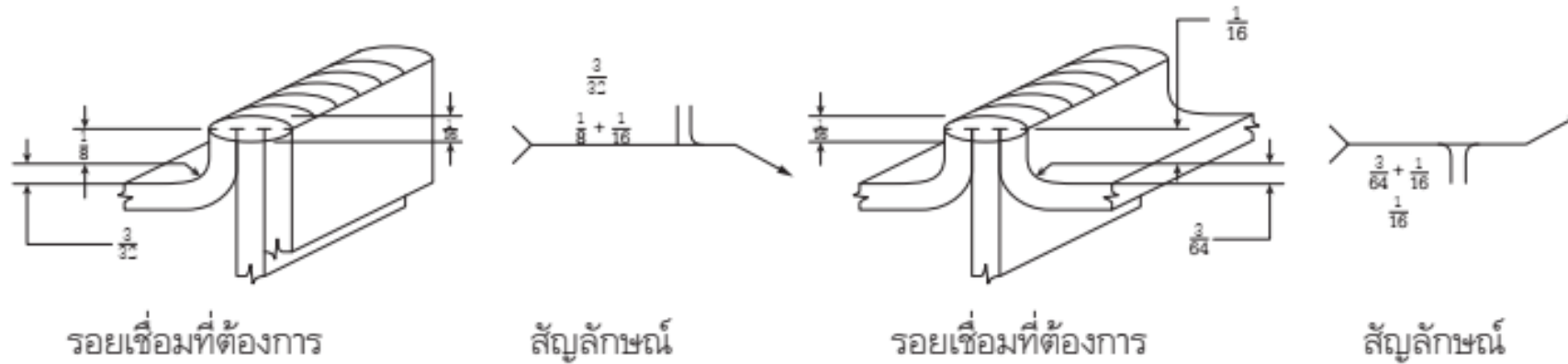
วอลเวอหมูลูอวบง

ยูบียูบมบ

วอลเวอหมูลูอวบง

ยูบียูบมบ

3) ขนาดของรอยเชื่อม เขียนไว้เหนือรัศมีโค้งกับความสูงปีกงาน



- 4) ขนาดของระยะห่างรอยต่อ (Root Opening) นั้นจะไม่บอกไว้ในสัญลักษณ์เชื่อม ถ้าจำเป็นต้องบอกไว้ในแบบงาน
- 5) สำหรับการเชื่อมขอบที่มีมากกว่าสองชั้นให้เขียนสัญลักษณ์เฉพาะชั้นงาน 2 ชั้นที่อยู่ด้านนอกเท่านั้น โดยไม่ต้องคำนึงถึงชั้นงานกลาง

Welding and Allied process	Letter designation	Welding and Allied process	Letter designation
Adhesive bonding _____	ABD	Resistance welding _____	RW
Arc welding _____	AW	flash welding _____	PW
Atomic hydrogen welding _____	AHW	high frequency resistance welding _	HERW
Bare metal arc welding _____	BMAW	percussion welding _____	PEW
Carbon arc welding _____	CAW	projection welding _____	RPW
Flux cored arc welding _____	FCAW	resistance seam welding _____	RSEW
Gas tungsten arc welding _____	GTAW	upset welding _____	UW
Plasma arc welding _____	PAW	Soldering _____	S
Shield metal arc welding _____	SMAW	Dip soldering _____	DS
Stud arc welding _____	SW	Furnace welding _____	FS
Arc welding process variation Flux cored arc welding - Electrode _____	GMAW-EG	induction soldering _____	IS
Gas carbon arc welding _____	CAW-G	infrared soldering _____	IRS
Gas metal arc welding Electrode _____		iron soldering _____	INS
		resistance soldering _____	RS
Gas metal arc welding Electrode _____		resistance soldering _____	RS

_____ CMAW-EG	resistance seam welding _____ RSEW
Gas metal arc welding - Pulsed arc	torch soldering _____ TS
_____ GMAW-P	wave soldering _____ WS
Gas metal arc welding - Short circuit arc	solid stated welding _____ SSW
_____ GMAW-S	cold welding _____ CW
Gas tungsten arc welding - Plused arc	diffusion welding _____ DFW
_____ GMAW-S	explosion welding _____ EW
Series submerge arc welding _____ SAW-S	forge welding _____ FOW
Shield carbon arc welding _____ CAW-S	friction welding _____ FRW
	hot pressure welding _____ HPW
	roll welding _____ ROW

ตัวอักษรต่อท้ายกระบวนการเชื่อม

Automatic : AU

Manual : MA

Machine : ME

Semiautomatic : SA



3

สัญลักษณ์งานเชื่อม
มาตรฐานสากล

สาระสำคัญ

สัญลักษณ์งานเชื่อมมาตรฐานสากล (ISO 2553 : 1992 (E)) ขอบเขตของมาตรฐานสากลจะบอกถึงกฎการใช้สัญลักษณ์เพิ่มของสมาคมการเชื่อมแห่งสหรัฐอเมริกา (AWS) เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ใช้เป็นสื่อกลางในการอธิบายรายละเอียดการเชื่อมระหว่างผู้ออกแบบ เจ้าของงาน ผู้ตรวจสอบ และช่างเชื่อม สัญลักษณ์ในงานเชื่อมประกอบด้วย สัญลักษณ์พื้นฐาน สัญลักษณ์รอยต่อและรอยเชื่อม การวางสัญลักษณ์ต่างๆ ลงบนสัญลักษณ์งานเชื่อม

★ สารการเรียนรู้

1. สัญลักษณ์
2. การใช้สัญลักษณ์พื้นฐานรอยต่อ
3. การแบ่งกระบวนการเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 4063

★ สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์งานเชื่อมมาตรฐานสากล

★ จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายสัญลักษณ์พื้นฐานรอยต่อได้
2. อธิบายตัวอย่างการใช้สัญลักษณ์พื้นฐานรอยต่อได้
3. อธิบายการแบ่งกระบวนการเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 4063 ได้
4. มีทัศนคติในการปฏิบัติการเชื่อมโดยใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย

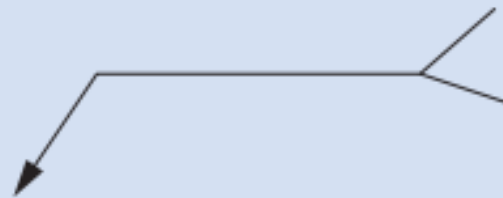


1.

สัญลักษณ์

1.1 สัญลักษณ์พื้นฐานรอยต่อ

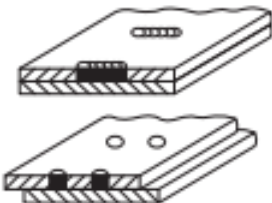
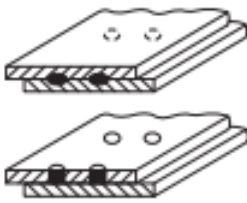
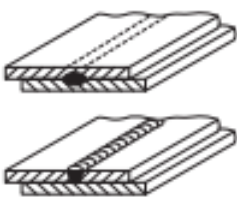
ในการจำแนกรอยต่องานเชื่อมตามลักษณะ ด้วยสัญลักษณ์ทั่วไป มีลักษณะคล้ายกับรอยเชื่อมที่จะทำการเชื่อม

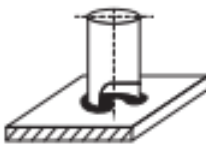


ลักษณะสัญลักษณ์งานเชื่อม

ในกรณีที่รอยต่อไม่ได้กำหนดรายละเอียดเฉพาะอื่นๆ ไว้ แต่แสดงเฉพาะรอยต่อที่จะเชื่อมการแล่นประสานหรือการบัดกรีอ่อนเท่านั้น ให้ใช้สัญลักษณ์

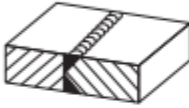
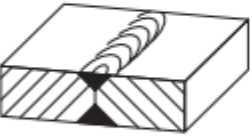
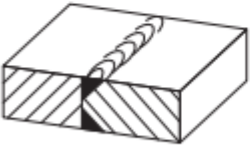
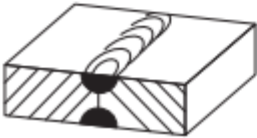
ลำดับที่	ชื่อรอยต่อ	ภาพแสดง	สัญลักษณ์
1	รอยเชื่อมต่อชนระหว่างแผ่นที่พับขอบ (ขอบที่พับจะหลอมละลายทั้งหมด)		
2	รอยเชื่อมต่อชนไม่บากหน้างาน		
3	รอยเชื่อมต่อชนบากร่องตัววีด้านเดียว		
4	รอยเชื่อมต่อชนบากร่องเอียงด้านเดียว		
5	รอยเชื่อมต่อชนบากร่องตัววีด้านเดียว โดยมีหน้าประชิดกว้าง		
6	รอยเชื่อมต่อชนบากร่องเอียงด้าน เดียวโดยมีหน้าประชิดกว้าง		
7	รอยเชื่อมต่อชนบากร่องตัวยูด้านเดียว (หน้าขนานหรือหน้าลาดเอียง)		
8	รอยเชื่อมต่อชนบากร่องตัวเจด้านเดียว		
9	รอยเชื่อมปิดหลัง		

ลำดับที่	ชื่อรอยต่อ	ภาพแสดง	สัญลักษณ์
10	รอยเชื่อมต่อฉาก		
11	รอยเชื่อมจุด		
12	รอยเชื่อมจุด		
13	รอยเชื่อมตะเข็บ		
14	รอยเชื่อมต่อหลังชนบากร่องวีด้านเดียว โดยใช้แผ่นรองหลัง		
15	รอยเชื่อมต่อหลังชนบากร่องวีด้านเดียว โดยใช้แผ่นรองหลัง		

15	รอยเชื่อมต่อหลังชนบากร่องเอียงด้านเดียว โดยใช้แผ่นรองหลัง		
16	รอยเชื่อมขอบ		
17	รอยเชื่อมพอกผิว		
18	รอยเชื่อมต่อสัณผัสด้านหน้า		
19	รอยเชื่อมแบบขอบเอียง		
20	รอยเชื่อมตะเข็บเกี่ยว		

1.2 การรวมสัญลักษณ์พื้นฐานของรอยต่อ

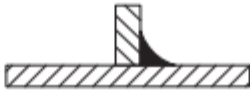
ในการรวมสัญลักษณ์พื้นฐานของรอยต่อสามารถทำได้ ซึ่งสัญลักษณ์พื้นฐานที่นำมารวมกันเป็นสัญลักษณ์ที่มีการเชื่อมเหมือนกันทั้งสองด้าน

ข้อกำหนด	ภาพแสดง	สัญลักษณ์
เชื่อมต่อชนปากวีสองด้าน		X
เชื่อมต่อชนปากเอียงสองด้าน		K
เชื่อมต่อชนปากวีสองด้าน มีพื้นผิวฐานกว้าง		Y
เชื่อมต่อชนปากเอียงสองด้าน มีพื้นผิวฐานกว้าง		K
เชื่อมต่อชนปากยูสองด้าน		U

1.3 สัญลักษณ์ผนวกในงานเชื่อม

ที่	รูปร่างของผิวหน้ารอยเชื่อมหรือรอยเชื่อม	สัญลักษณ์
1	เรียบ	—
2	นูน	⌒
3	เว้า	⌒
4	Toes เรียบกลมกลื่น	⌒
5	รองหลังแบบถาวร	M
6	รองหลังแบบกำจัดออก	MR
e	รองหลังแบบนูน	MB
p	รองหลังแบบนูน	M

การรวมสัญลักษณ์ผนวกกับ สัญลักษณ์พื้นฐานรอยต่อ

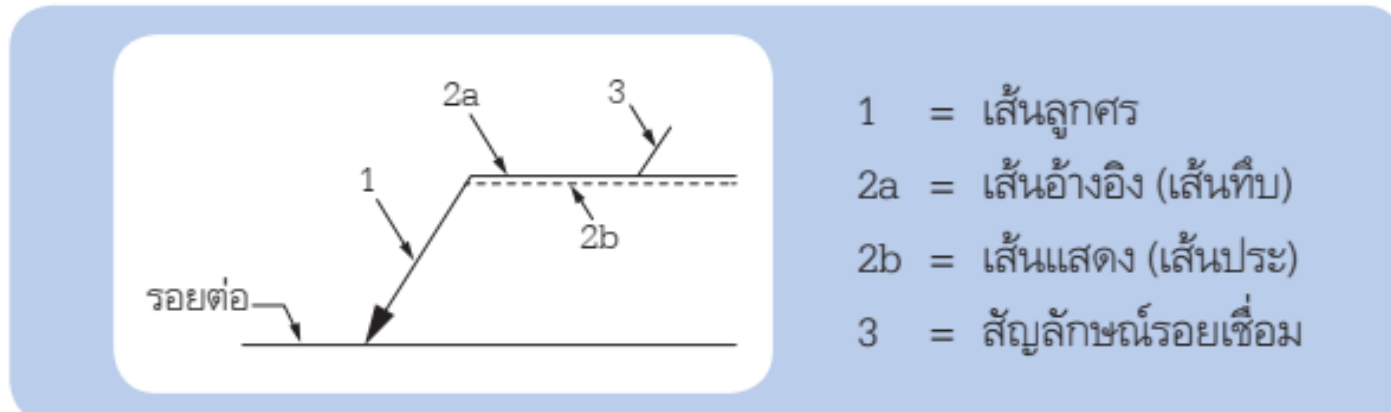
ข้อกำหนด	ภาพแสดง	สัญลักษณ์
ต่อชนบาควีด้านเดียว แต่งผิวหน้าเรียบ		
ต่อชนบาควีสองด้าน แนวขนุน		
รอยเชื่อมฟิลเล็ตเว้า		
รอยเชื่อมต่อชนบาควีด้านเดียว รอยทับหน้าและรอยเชื่อมด้านหลัง ตกแต่งเรียบ		
รอยเชื่อมต่อชนบาควีด้านเดียว พื้นผิวฐานกว้างและเชื่อมรอบหลัง		
รอยเชื่อมต่อชนบาควีด้านเดียว ตกแต่งเรียบ		
รอยเชื่อมฟิลเล็ต ผิวหน้าเรียบและ กลมกลืน		

หมายเหตุ : อ้างอิงจาก ISO 1302

ฉบับแก้ไข : อนุกรม ISO 1305

1.4 ตำแหน่งของสัญลักษณ์ในงานเชื่อม

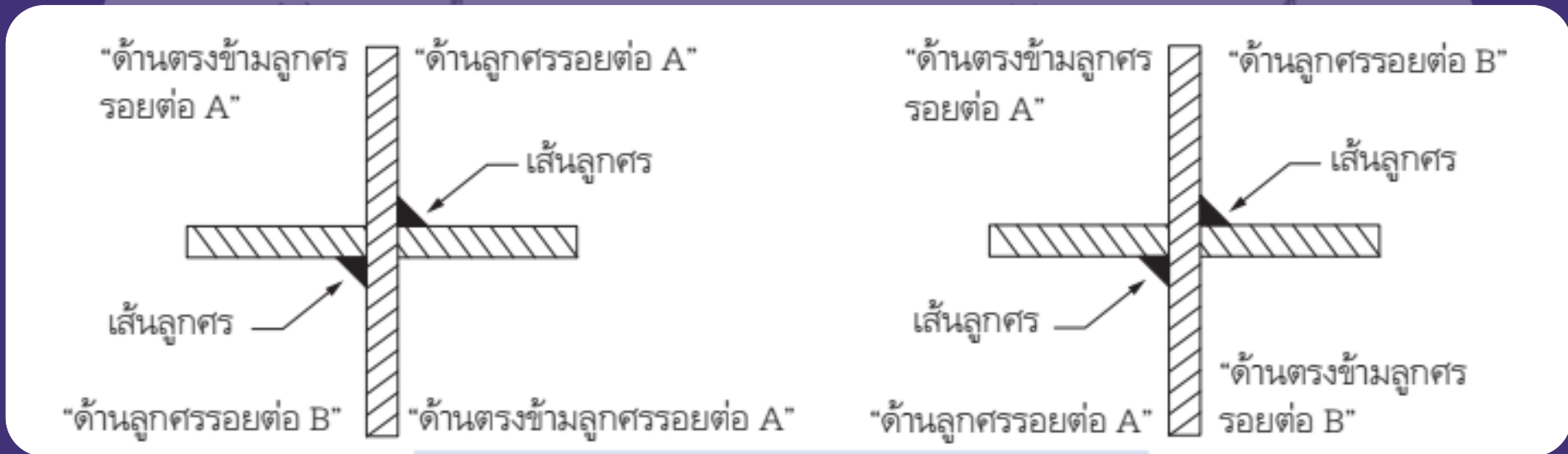
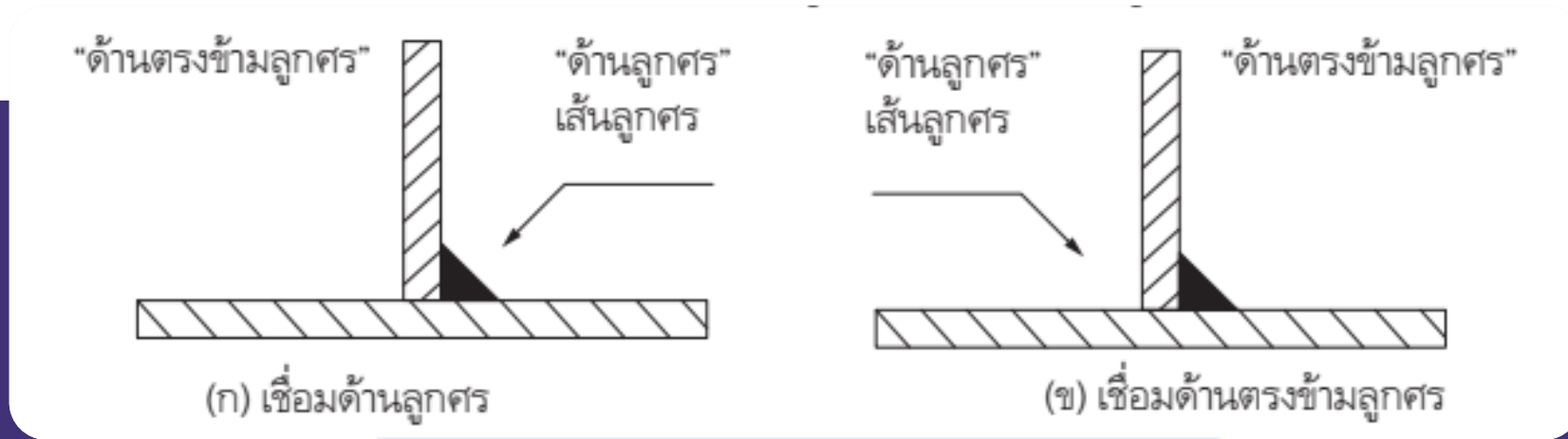
สัญลักษณ์ในงานเชื่อมที่ถูกต้องและสมบูรณ์ มีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้



สัญลักษณ์ในงานเชื่อมที่ถูกต้องและสมบูรณ์ จะประกอบด้วยเส้นลูกศร (Arrow Line) เส้นอ้างอิง (Reference Line) ซึ่งเส้นอ้างอิงจะมีเส้นขนาน 2 เส้น คือ เส้นทึบและเส้นประ การกำหนดขนาดและเครื่องหมายทั่วไป จะมีเส้นอ้างอิงที่เป็นเส้นประจะอยู่บนหรืออยู่ล่างของเส้นทึบก็ได้



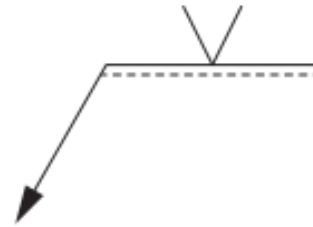
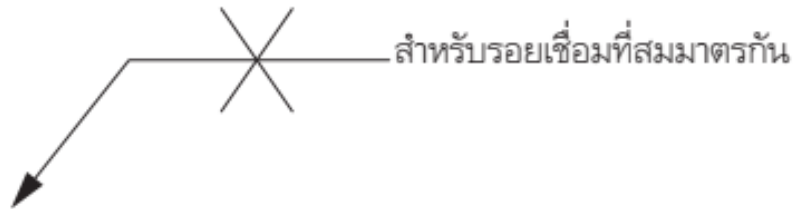
กรณีที่ยอยเชื่อมสองด้านสมมาตรกันไม่จำเป็นต้องใช้เส้นประ สำหรับขนาดเส้นลูกศรเส้นอ้างอิง สัญลักษณ์และตัวอักษรควรใช้ตามความหนาของเส้นให้ขนาด ตาม ISO 128 และ ISO 3098-1 รายละเอียดต่างๆ เช่น กระบวนการเชื่อม ระดับการยอมรับลวดเชื่อมเต็มและวัสดุช่วยเชื่อมสามารถกำหนดไว้ได้ที่ส่วนหางต่อจากเส้นอ้างอิง หัวลูกศรทั่วไปจะวางอยู่ใกล้ชิดกับรอยต่อ



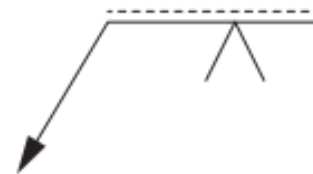
1.5 ตำแหน่งของเส้นสัญลักษณ์บนเส้นอ้างอิง

สัญลักษณ์สามารถวางอยู่ด้านบนหรือล่างของเส้นอ้างอิง โดยยึดถือกฎปฏิบัติดังนี้

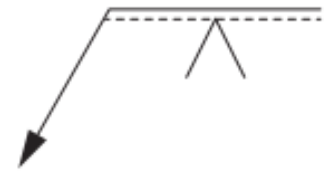
- เมื่อสัญลักษณ์วางอยู่ติดกับเส้นอ้างอิงด้านที่บ หมายถึงทำการเชื่อมด้านลูกศร
- เมื่อสัญลักษณ์วางอยู่ติดกับเส้นประ หมายถึงทำการเชื่อมด้านตรงข้ามลูกศร



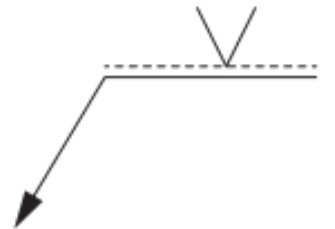
(ก) เชื่อมด้านหัวลูกศร



(บ) เชื่อมด้านหลังหัวลูกศร



(ข) เชื่อมด้านตรงข้ามหัวลูกศร

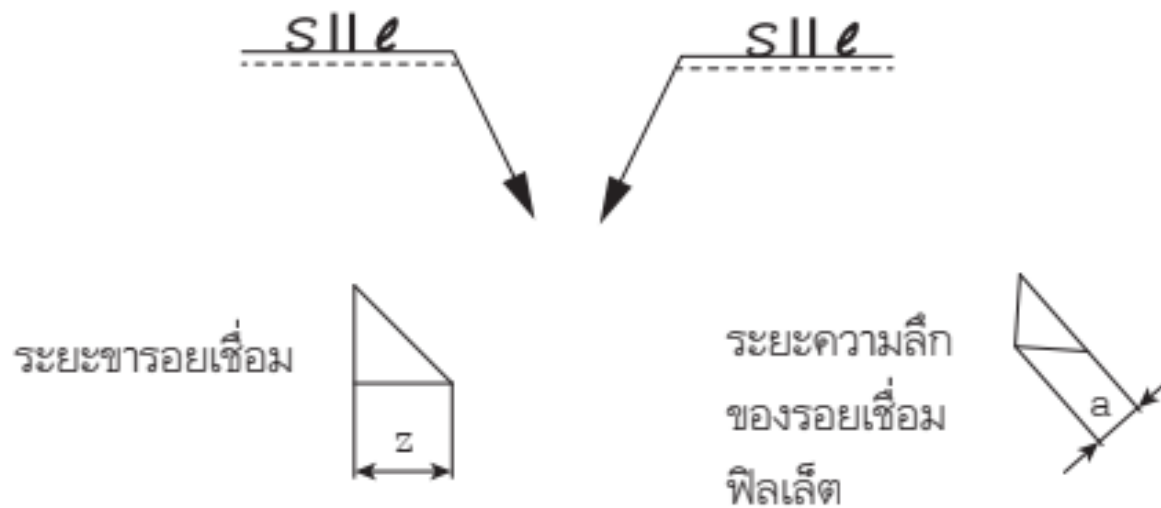


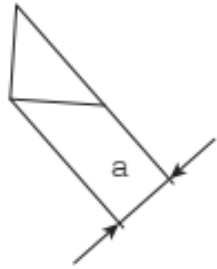
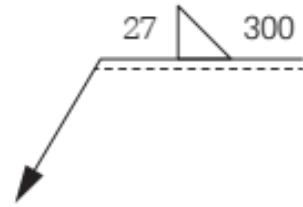
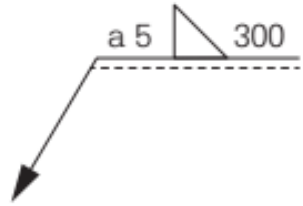
(ค) เชื่อมด้านหลังหัวลูกศร

1) ขนาดของรอยเชื่อม (Dimensioning of Weld) สัญลักษณ์งานเชื่อมสามารถเขียนขนาดของรอยเชื่อมประกอบไว้ด้วย ซึ่งมีหลักเกณฑ์ การกำหนดขนาดไว้ดังนี้

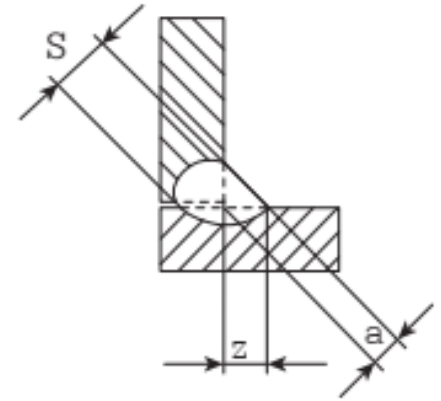
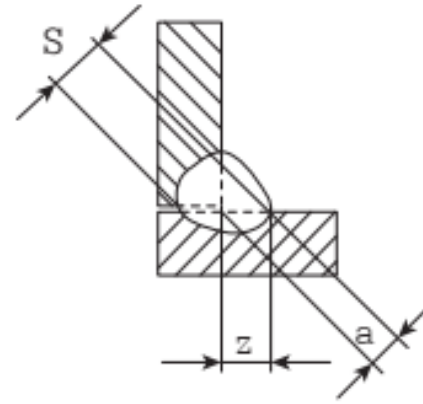
- (1) ขนาดหน้าตัดของรอยเชื่อมให้เขียนไว้ด้านซ้ายของสัญลักษณ์
- (2) ขนาดความยาวของรอยเชื่อมให้เขียนไว้ด้านขวาของสัญลักษณ์

การกำหนดขนาดของรอยเชื่อมฟิลเล็ทมีอยู่ 2 วิธี โดยกำหนดขนาดเป็นอักษร a คือ ระยะลึกหรือโทรดของรอยเชื่อมฟิลเล็ท (Throat Thickness) Z คือ ระยะขารอยเชื่อม (Leg Length) และ S คือ การซึมลึกของการเชื่อม





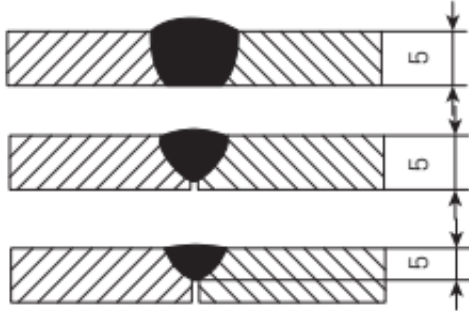
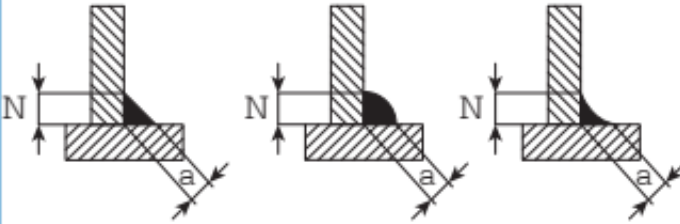
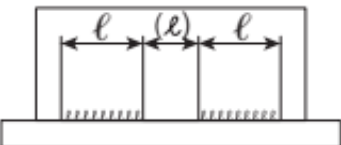
$$z = a\sqrt{3}$$



$$z = a\sqrt{3}$$

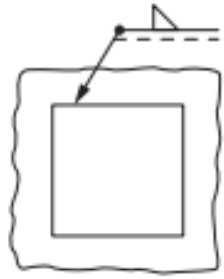


วิธีการกำหนดขนาดของรอยเชื่อม ได้กำหนดรายละเอียดไว้ดังนี้

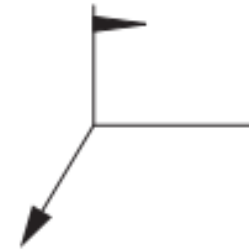
ลำดับที่	ข้อกำหนดขนาดของรอยเชื่อม	ภาพแสดง
1	เชื่อมต่อน	
2	เชื่อมต่อนแผ่นงายกขอบ	
3	รอยเชื่อมฟิลเล็ตเชื่อมต่อนื่อง	
4	เชื่อมฟิลเล็ตเป็นช่วง	

2) เครื่องหมายประกอบ กรณีที่ต้องการรายละเอียดประกอบเพิ่มเติมที่จำเป็นบางอย่างของรอยเชื่อม ดังนี้

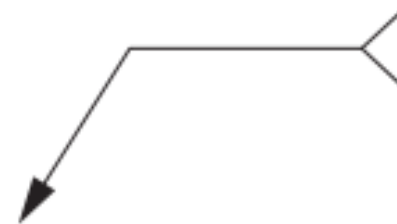
(1) การเชื่อมโดยรอบ จะแสดงด้วย
วงกลมที่อยู่รอยต่อระหว่างเส้นลูกศรกับ
เส้นอ้างอิง



(2) การเชื่อมในสนาม หรือการ
เชื่อมหน้างานแสดงด้วยรูปธง



3) บอกกระบวนการเชื่อม จะแสดงด้วยหมายเลข
ของกระบวนการเชื่อมไว้ในส่วนหางของ
สัญลักษณ์เชื่อมตาม ISO 4063





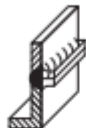
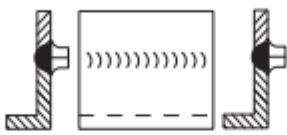
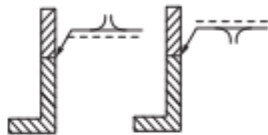
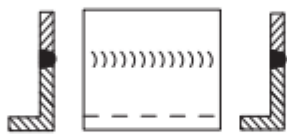
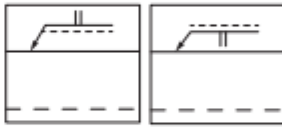
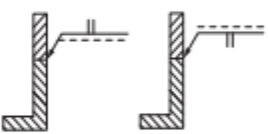
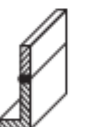
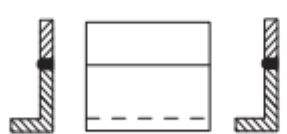
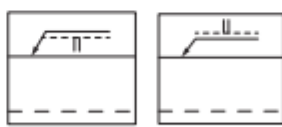
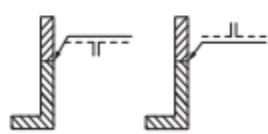
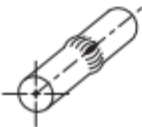
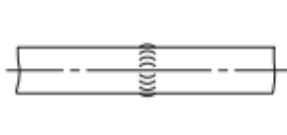


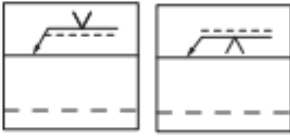
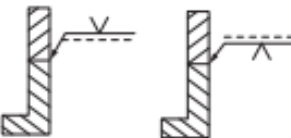
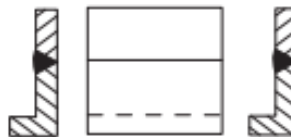
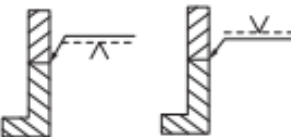
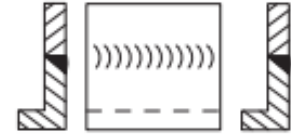
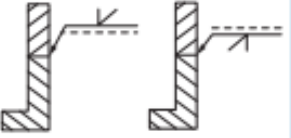
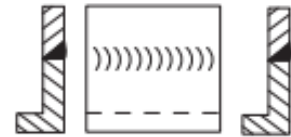
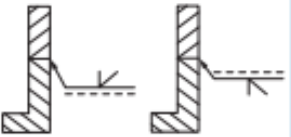
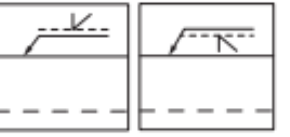
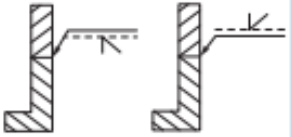
2.

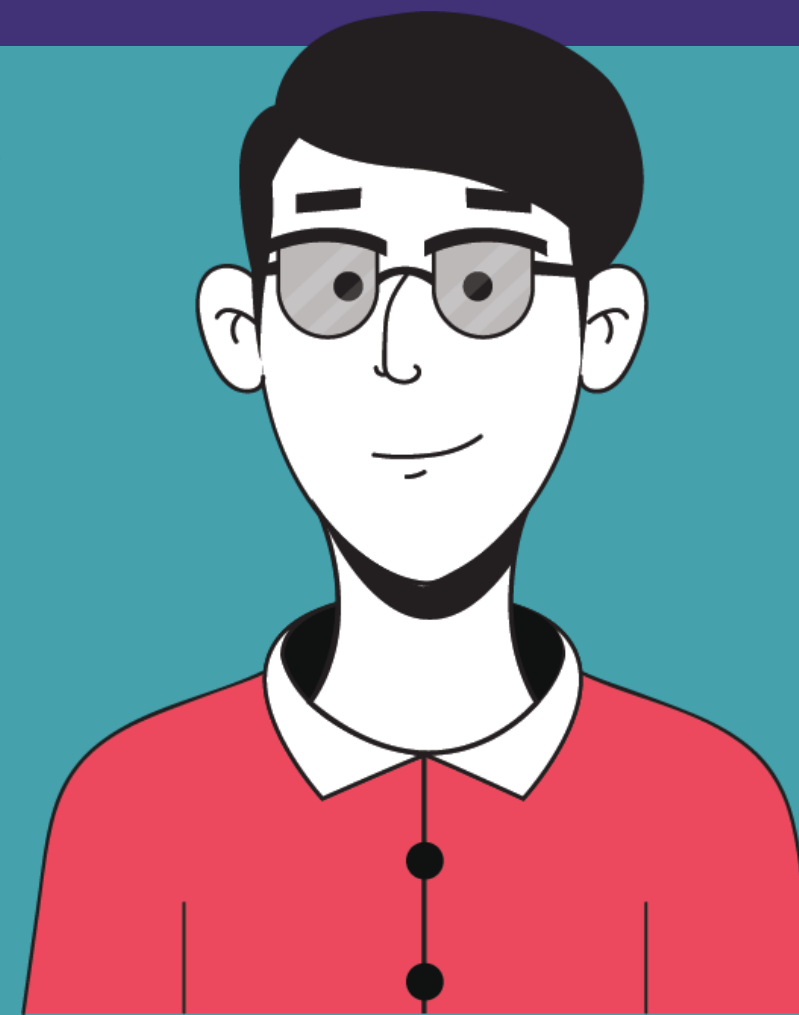
การใช้สัญลักษณ์พื้นฐานรอยต่อ

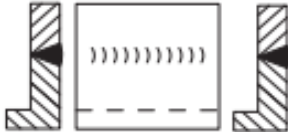
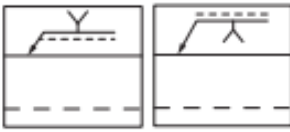
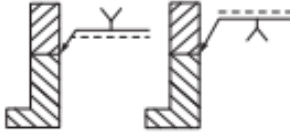
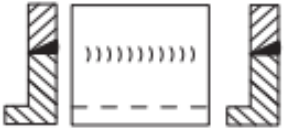
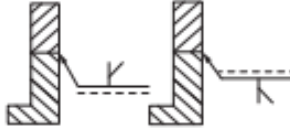
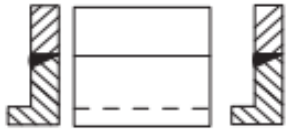
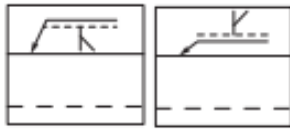
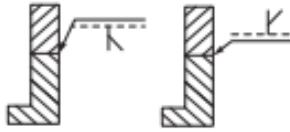
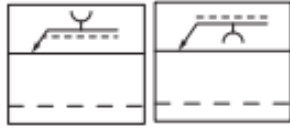
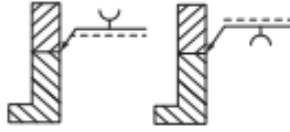
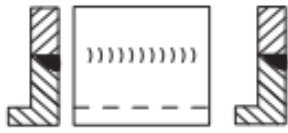
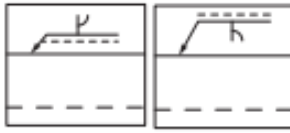
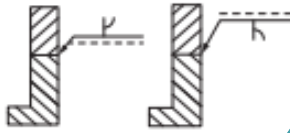
2.1

ตัวอย่างการใช้สัญลักษณ์พื้นฐานรอยต่อของรายเชื่อม

ลำดับ ที่	ชนิดรอยต่อ	ภาพชิ้นงาน	ตัวอย่าง	สัญลักษณ์เชื่อม	
				ได้ทั้งสองแบบ	ภาพหน้าตัด
1	ชนิดต่อชนแผ่นยก ขอบสูง				
2	ต่อชนไม่บาก หน้างาน				
3					
4					

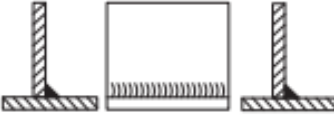
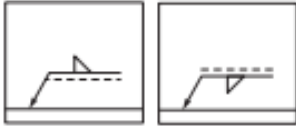
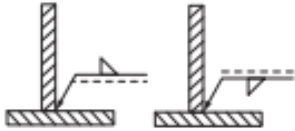
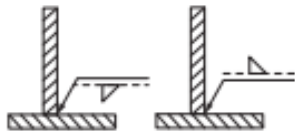
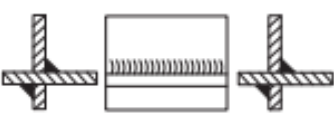
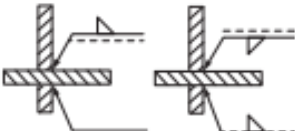
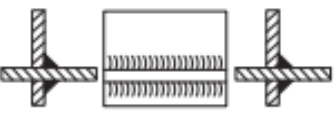
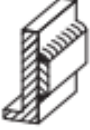
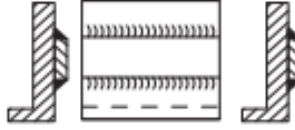
5	รอยเชื่อมต่อชน บากวิด้านเดียว ✓				
6					
7	รอยเชื่อมต่อชน บิเวลด้านเดียว ✓				
8					
9					
10	รอยเชื่อมต่อชน เอียงด้านเดียว ✓				



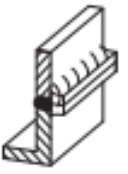
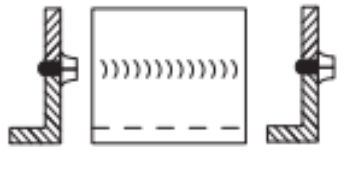
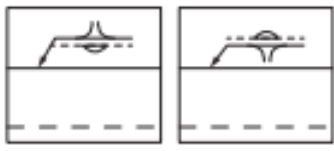
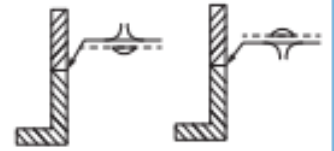
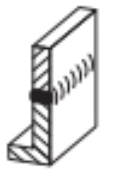
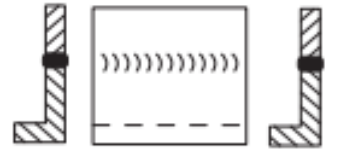
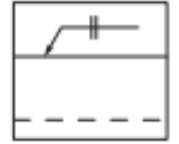
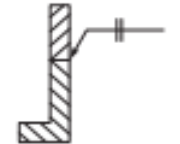
11	รอยเชื่อมต่อนาน เอียงด้านเดียว หน้าฐานกว้าง Y				
12	รอยเชื่อมต่อนาน เอียงด้านเดียว Y				
13					
14	เชื่อมต่อนานด้วย ด้านเดียว Y				
15	เชื่อมต่อนานด้วย ด้านเดียว Y				

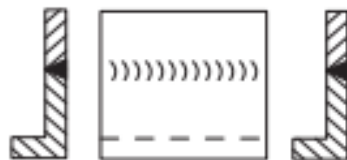
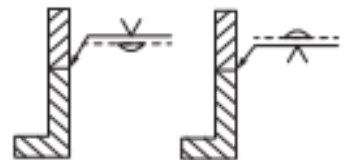
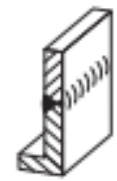
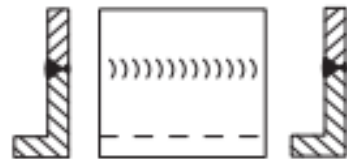
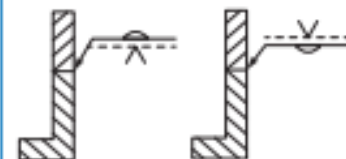
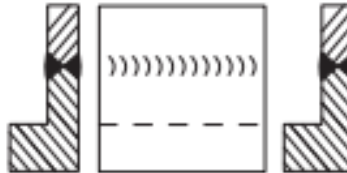
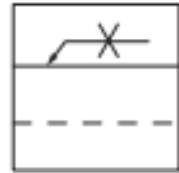
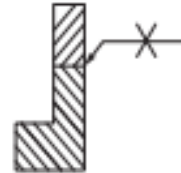
รูปทูลอง



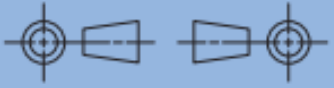
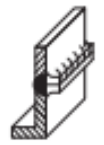
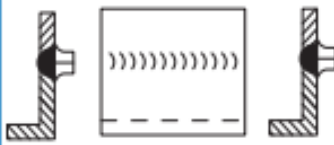
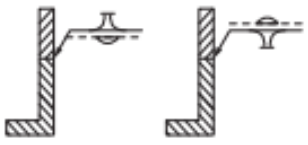
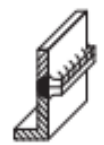
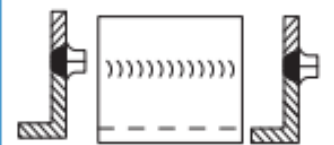
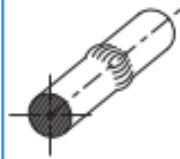
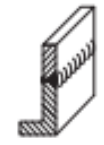
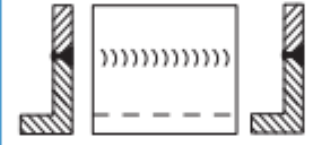
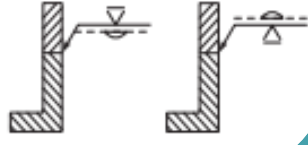
16	ชนิดต่อชนแผ่นยก ขอบสูง				
17	รอยเชื่อมฟิลเล็ท				
18					
19					
20	รอยเชื่อมฟิลเล็ท รอยเชื่อมต่อ				
21					

2.2 ตัวอย่างการรวมสัญลักษณ์พื้นฐานรอยต่อของรอยเชื่อม

ลำดับ ที่	ชนิดรอยต่อ	ภาพชิ้นงาน	ตัวอย่าง	สัญลักษณ์เชื่อม	
				ได้ทั้งสองแบบ	ภาพหน้าตัด
1	รอยเชื่อมต่อชน แผ่นยกขอบสูง และเชื่อมรองหลัง 				
2	เชื่อมต่อชนไม่บาก หน้างาน  เชื่อมทั้งสองด้าน				

3	เชื่อมต่อชนปากวี ด้านเดียว 				
4	และเชื่อมรองหลัง 				
5	เชื่อมต่อชนปากวี สองด้าน 				

2.3 ตัวอย่างการรวมสัญลักษณ์พื้นฐานรอยเชื่อมกับสัญลักษณ์ผนวก

ลำดับ ที่	ชนิดรอยต่อ	ภาพชิ้นงาน	ตัวอย่าง 	สัญลักษณ์เชื่อม	
				ได้ทั้งสองแบบ	ภาพหน้าตัด
1					
2					
3					
4					

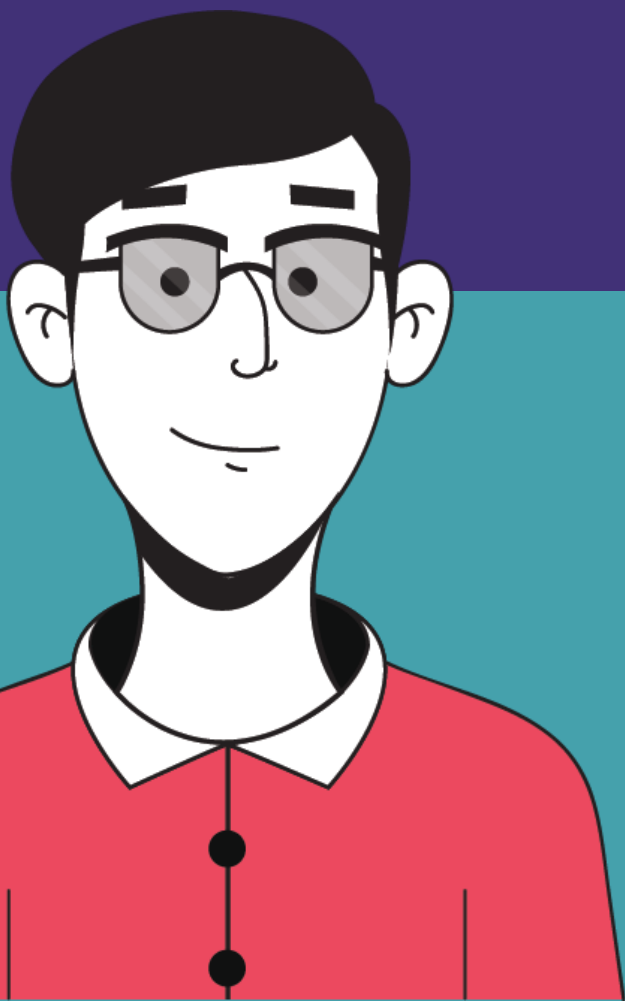
5					
6					
7					
8					

8					
---	--	--	--	--	--

3.

การแบ่งกระบวนการเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 4063

การแบ่งกระบวนการเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 4063 สามารถแบ่งได้ดังนี้



หมายเลข	ชื่อกระบวนการเชื่อม
1	การเชื่อมอาร์ก
11	การเชื่อมอาร์กโลหะ ไม่ใช้แก๊สปกคลุม
111	การเชื่อมอาร์กโลหะ ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
112	การเชื่อมอาร์กใช้แรงโน้มถ่วง ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
114	การเชื่อมฟลักซ์คอร์ ไม่ใช้แก๊สปกคลุม
12	การเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์
121	การเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ ด้วยเส้นลวดกลม
122	การเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ ด้วยลวดเชื่อมแถบแบน
13	การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม
131	การเชื่อมมิก
135	การเชื่อมแมก
132	การเชื่อมอะลูมิเนียม
133	การเชื่อมอะลูมิเนียม

136	การเชื่อมฟลักซ์คอร์ ใช้แก๊สปกคลุม
141	การเชื่อมทิก
14	การเชื่อมแบบลวดเชื่อมไม่สิ้นเปลือง
15	การเชื่อมพลาสมา
18	กระบวนการเชื่อมอาร์กแบบอื่นๆ
2	การเชื่อมด้วยความต้านทาน
21	การเชื่อมจุด
22	การเชื่อมตะเข็บ
23	การเชื่อมโปรเจกชัน ด้วยความต้านทาน
24	การเชื่อมชนราบ
25	การเชื่อมต่อชนด้วยความต้านทาน
3	การเชื่อมแก๊ส
31	การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิเจน-แก๊สเชื้อเพลิง
311	การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิเจน-อะเซทิลีน
312	การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิเจน-โพรเพน

หมายเลข	ชื่อกระบวนการเชื่อม
32	การเชื่อมด้วยอากาศ-แก๊สเชื้อเพลิง
4	การเชื่อมกด
41	การเชื่อมอัลตราโซนิก
42	การเชื่อมเสียดสี
43	การเชื่อมทุบ
45	การเชื่อมแบบแพร่
48	การเชื่อมกดเย็น
7	กระบวนการเชื่อมอื่นๆ
71	การเชื่อมอะลูมิเนียมเทอร์มิต
72	การเชื่อมไฟฟ้าสแลกคลุม
73	การเชื่อมไฟฟ้าแก๊สคลุม
74	การเชื่อมด้วยรังสี
75	การเชื่อมด้วยเลเซอร์
76	การเชื่อมด้วยลำอิเล็กตรอน



4

รอยต่อ รอยเชื่อม
และตำแหน่งท่าเชื่อม

สาระสำคัญ

ในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์นั้น ผู้ที่ปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของรอยต่อ รอยเชื่อมและตำแหน่งท่าเชื่อม ซึ่งลักษณะงานบางชนิดอาจใช้ชนิดรอยต่อ รอยเชื่อม และตำแหน่งท่าเชื่อมที่แตกต่างกันซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้จะส่งผลให้การปฏิบัติงานเชื่อมและขึ้นงานมีคุณภาพ

✦ สารการเรียนรู้

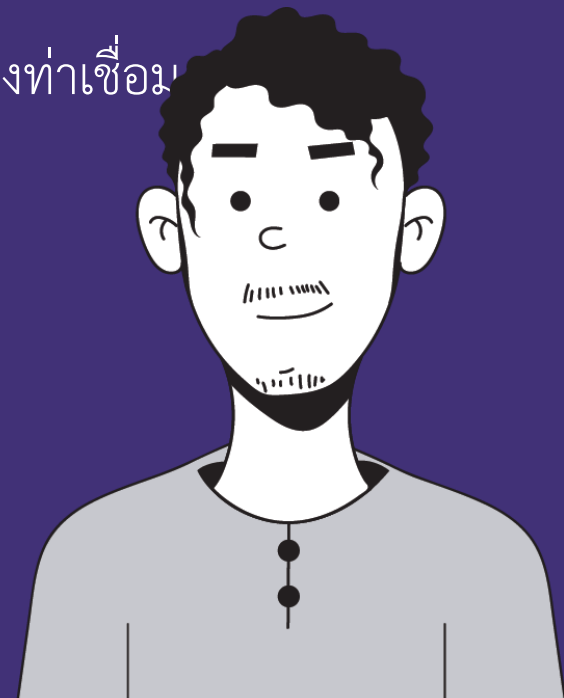
1. รอยต่อ
2. รอยเชื่อม
3. ตำแหน่งท่าเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947
4. การรับรองช่างเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 9606
5. การแบ่งกระบวนการเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947

✦ สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับรอยต่อ รอยเชื่อม และตำแหน่งท่าเชื่อม

✦ จุดประสงค์การเรียนรู้

1. จำแนกชนิดของรอยต่อได้
2. อธิบายลักษณะรอยเชื่อมได้
3. จำแนกตำแหน่งท่าเชื่อมได้
4. บอกความหมายการรับรองช่างเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 9606 ได้
5. แบ่งกระบวนการเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947 ได้
6. มีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานเชื่อมและตรวจสอบ โดยใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย



1.

รอยต่อ

1.1 ชนิดรอยต่อในงานเชื่อม

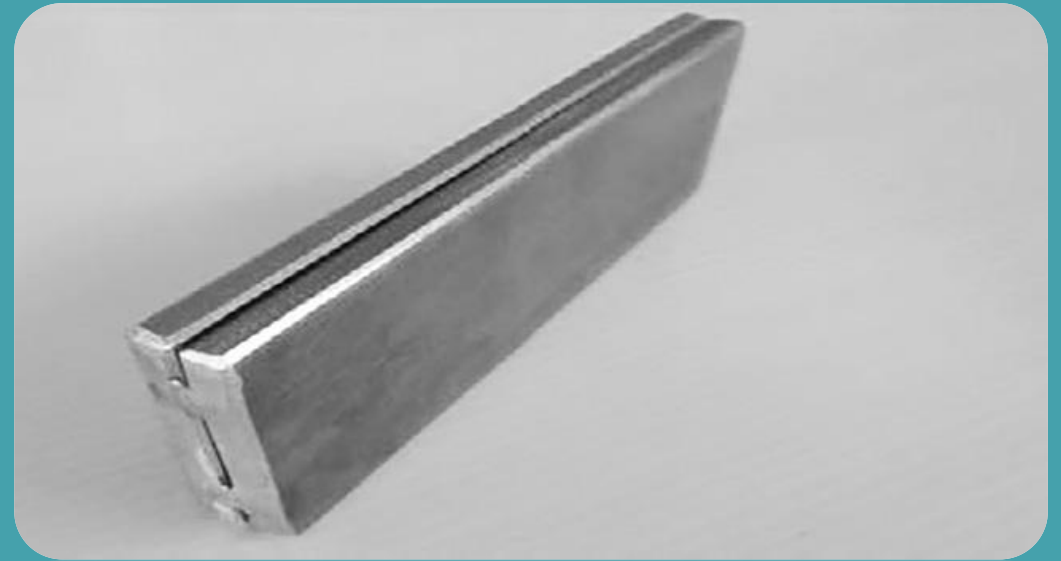
ในการจำแนกรอยต่องานเชื่อมตามลักษณะ ด้วยสัญลักษณ์ทั่วไป มีลักษณะคล้ายกับรอยเชื่อมที่จะทำการเชื่อม



1) รอยต่อชน (Butt Joint)



2) รอยต่อมุม (Corner Joint)



3) รอยต่อขอบ (Edge Joint)



4) รอยต่อเกย (Lap Joint)

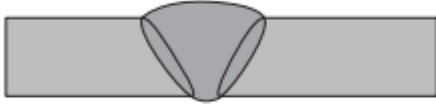
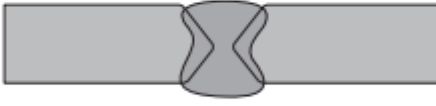


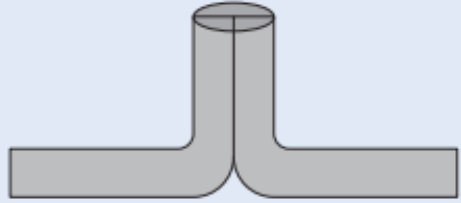
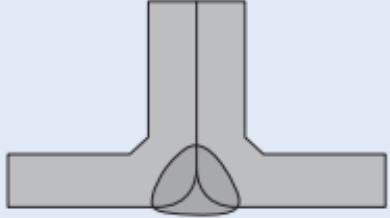
5) รอยต่อตัวที (T-Joint)

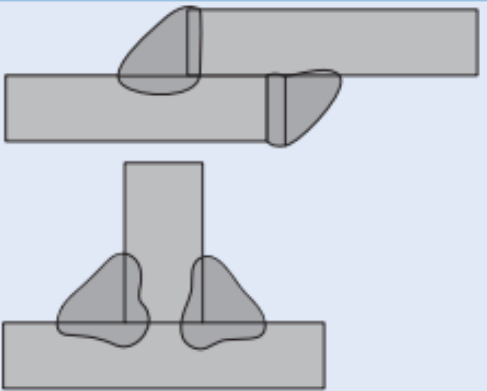
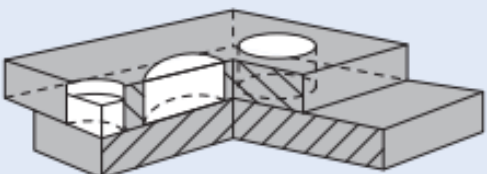
2.

รอยเชื่อม

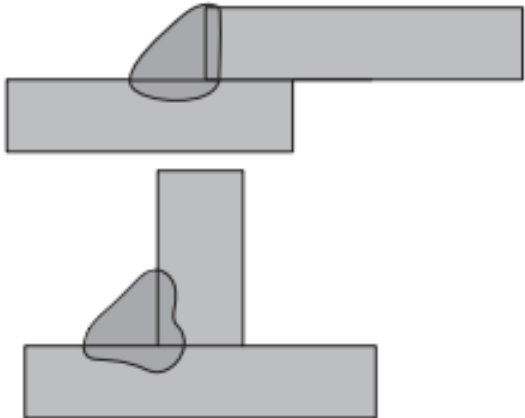
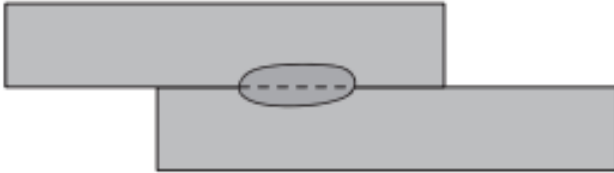
รอยเชื่อมต่างๆ ที่นำมาใช้ในงานเชื่อมมีหลายๆ ลักษณะ ดังนี้

ลำดับที่	ลักษณะรอยเชื่อม	ชนิดรอยเชื่อม
1		รอยเชื่อมต่อชนไม่บากงาน (Square Groove Weld)
2		รอยเชื่อมต่อชนตัววีด้านเดียว (Single-Vee Groove Weld)
3		รอยเชื่อมต่อชนตัววีสองด้าน (Double-Vee Groove Weld)
4		รอยเชื่อมต่อชนหน้าเฉียงเดียว (Single-Bevel Groove Weld)
5		รอยเชื่อมต่อชนครึ่งตัววีคู่ (Double-bevel Groove Weld)

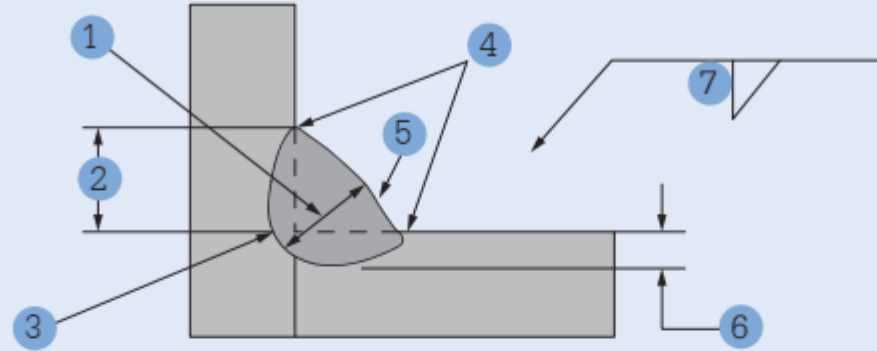
ลำดับที่	ลักษณะรอยเชื่อม	ชนิดรอยเชื่อม
6		รอยเชื่อมต่อชนตัวยูเดียว (Single-U Groove Weld)
7		รอยเชื่อมต่อชนตัวยูคู่ (Double - U Groove Weld)
8		รอยเชื่อมตัวเจด้านเดียว (Single - J Groove Weld)
9		รอยเชื่อมตัวเจคู่ (Double - J Groove Weld)
10		รอยเชื่อมขอบ (Flange Edge Weld)
11		รอยเชื่อมแฟร์วี (Flare Vee Weld)

12	 A diagram showing a single horizontal metal bar with a single, smooth, oval-shaped weld bead on its top surface.	รอยเชื่อม (Bead Weld)
13	 Two diagrams illustrating double fillet welds. The top diagram shows two horizontal bars joined at a right angle with fillet welds on both the top and bottom surfaces. The bottom diagram shows a vertical bar welded to a horizontal base plate with fillet welds on both sides.	รอยเชื่อมฟิลเล็ตสองด้าน (Double Fillet Weld)
14	 A 3D perspective diagram showing two L-shaped metal pieces joined at a corner. The weld is formed by filling a rectangular slot in one piece with a cylindrical plug of weld metal.	รอยเชื่อมอุดรูหรืออุดร่อง (Plug and Slot Weld)

14		(รูปนี้ อาจ ไม่ชัด) รอยเชื่อมที่เติมรูหรือเติมร่อง
----	--	---

ลำดับที่	ลักษณะรอยเชื่อม	ชนิดรอยเชื่อม
15		รอยเชื่อมฟิลเล็ตด้านเดียว (Single - Fillet Weld)
16		รอยเชื่อมจุด (Arc Spot Weld)
17		รอยเชื่อมร่อง (Arc Groove Weld)

2.1 ชื่อส่วนประกอบของรอยเชื่อมฉาก

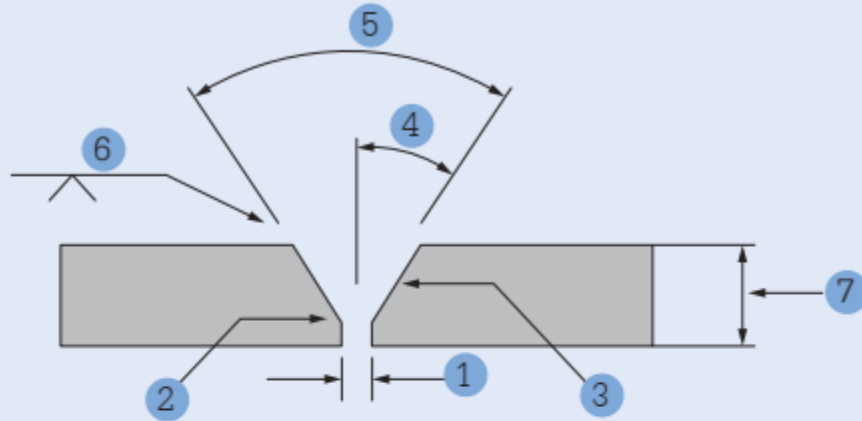


ภาพที่ 5.6 ลักษณะชื่อส่วนประกอบของรอยเชื่อมฉาก

จากภาพที่ 5.6 อธิบายส่วนประกอบของรอยเชื่อมฉากได้ดังนี้

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. Throat of a Fillet Weld | คือระยะกันรอยเชื่อมถึงผิวหน้ารอยเชื่อม |
| 2. Leg of a Fillet Weld | คือระยะกันของรอยต่อชิ้นงานถึงปลายสุดของขอบรอยเชื่อม |
| 3. Root of a Weld | คือระยะลึกสุดของรอยเชื่อม |
| 4. Toe of a Weld | คือรอยต่อระหว่างรอยเชื่อมกับชิ้นงาน |
| 5. Face of Weld | คือผิวหน้าของรอยเชื่อม |
| 6. Depth of Fusion | คือระยะการหลอมละลายลึกเข้าไปในเนื้อชิ้นงาน |
| 7. Size of Weld | คือระยะปีกของรอยเชื่อมฉาก |

2.2 ชื่อส่วนประกอบรอยเชื่อมร่อง



จากภาพที่ 5.7 อธิบายส่วนประกอบรอยเชื่อมร่อง ได้ดังนี้

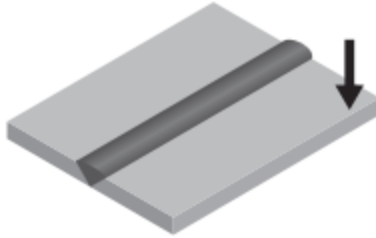
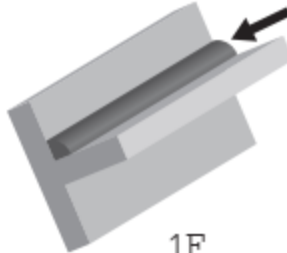
- | | |
|--------------------|---|
| 1. Root Opening | คือระยะห่างของขอบชิ้นงานทั้งสองชิ้นที่ฐาน |
| 2. Root Face | คือผิวหน้าของรอยของชิ้นงานส่วนตรงที่ฐาน |
| 3. Groove Face | คือผิวหน้าเอียงของรอยต่อชิ้นงาน |
| 4. Bevel Angle | คือมุมการบากหน้าของชิ้นงาน |
| 5. Groove Angle | คือมุมรวมของชิ้นงานสองชิ้น |
| 6. Size of Weld | คือขนาดการละลายลึกของรอยเชื่อม |
| 7. Plate Thickness | คือความหนาของชิ้นงาน |

3.

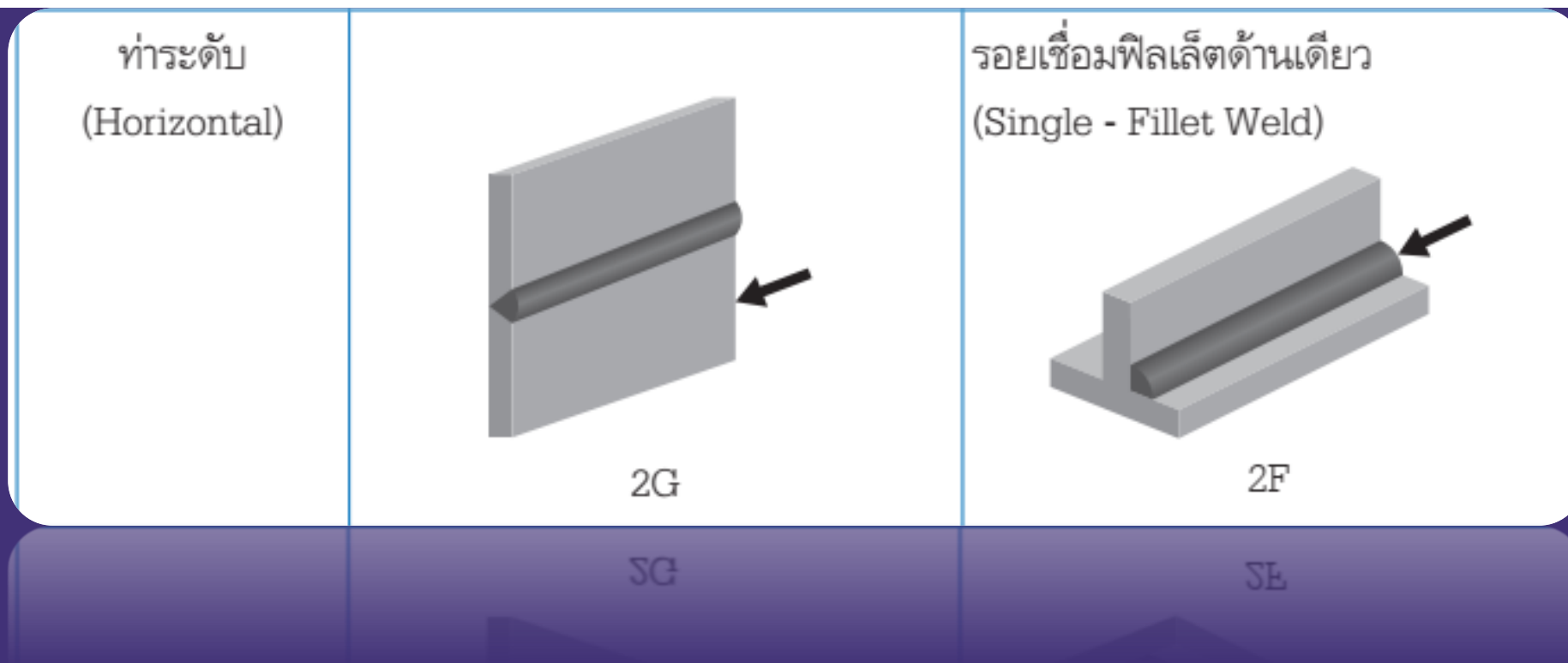
ตำแหน่งทำเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947

3.1 ตำแหน่งทำเชื่อมตามมาตรฐาน AWS

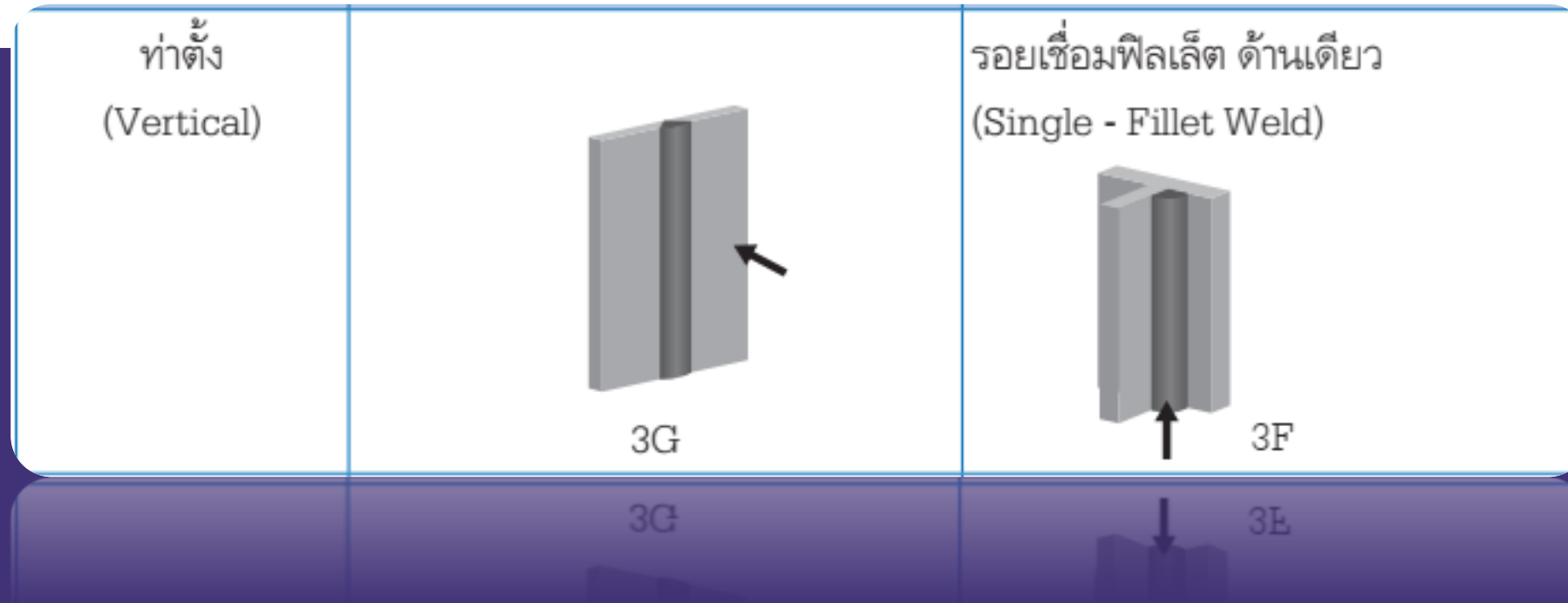
1) ทำราบ (Flat) เป็นท่าเชื่อมที่ถือว่าสามารถเชื่อมได้ง่ายที่สุดขณะทำการเชื่อมสามารถควบคุมการหลอมละลายของน้ำโลหะง่ายรอยเชื่อมจะอยู่ด้านบนของชิ้นงานจึงมีผลต่อแรงดึงคุดของโลคน้อยมาก

ตำแหน่งทำเชื่อม	ชื่อเรียกตาม AWS และ ภาพประกอบแนวต่อชน (Butt Joint)	ชื่อเรียกตาม AWS และ ภาพประกอบแนวต่อฟิลเลต (Fillet Weld)
ทำราบ (Flat)	 1G	รอยเชื่อมฟิลเลตด้านเดียว (Single - Fillet Weld)  1F

2) ท่าระดับ (Horizontal Position) หรือท่าขนานนอนเป็นท่าเชื่อมที่รอยเชื่อมอยู่ด้านข้างของชิ้นงานแต่รอยเชื่อมจะขนานไปกับแนวระนาบของพื้นในการเชื่อมท่าเชื่อมนี้แรงดึงดูดของโลกจะมีผลต่อการเชื่อม ทำให้รอยเชื่อมไหลย้อยลงด้านล่างเสมอ จึงเกิดข้อบกพร่องคือ รอยแห้ว (Undercut)

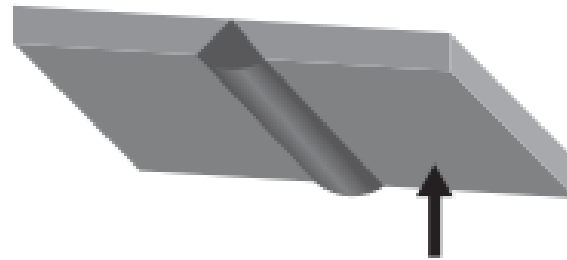


3) ท่าตั้ง (Vertical Position) เป็นท่าเชื่อมที่รอยเชื่อมอยู่ด้านข้างชิ้นงานเช่นเดียวกับท่าระดับแต่รอยเชื่อมจะตั้งฉากกับแนวระนาบของพื้นท่าเชื่อม การเชื่อมท่าตั้งจะมีอยู่ 2 แบบคือ ท่าตั้งเชื่อมขึ้น (Vertical Up) ซึ่งเหมาะกับการเชื่อมงานที่มีความหนาและท่าตั้งเชื่อมลง (Vertical Down) ซึ่งเหมาะกับการเชื่อมงานที่มีความหนาไม่มากนัก



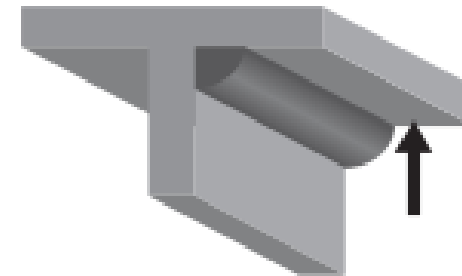
4) **ท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position)** เป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวระนาบในระดับเหนือศีรษะของผู้เชื่อม การเชื่อมท่านี้จะยากกว่าท่าเชื่อมอื่นๆ เนื่องจากแรงดึงดูดของโลกจะทำให้ น้ำโลหะของรอยเชื่อมที่กำลังหลอมเหลวไหลย้อยลงมา ซึ่งมีผลต่อการเชื่อมเป็นอย่างมาก เช่น เกิดข้อบกพร่องในรอยเชื่อม และอันตรายจากสะเก็ดไฟจากการเชื่อม

ท่าเหนือศีรษะ
(Overhead)



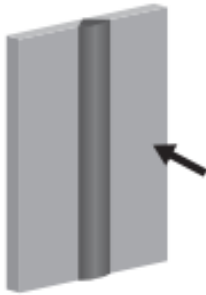
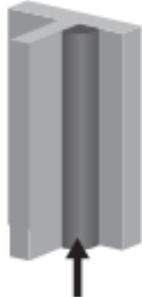
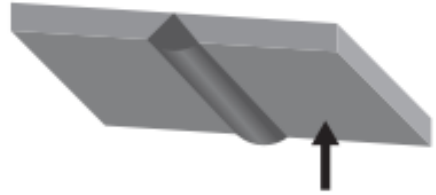
4G

รอยเชื่อมฟิลเล็ตด้านเดียว
(Single - Fillet Weld)



4F

ลักษณะตำแหน่งของงานเชื่อมท่อ (Pipe or Tubes)

ตำแหน่งทำเชื่อม	ชื่อเรียกตาม AWS และ ภาพประกอบแนวต่อชน (Butt Joint)	ชื่อเรียกตาม AWS และ ภาพประกอบแนวต่อฟิลเลต (Fillet Weld)
ทำตั้ง (Vertical)	 3G	รอยเชื่อมฟิลเลต ด้านเดียว (Single - Fillet Weld)  3F
ทำเหนือศีรษะ (Overhead)	 4G	รอยเชื่อมฟิลเลตด้านเดียว (Single - Fillet Weld)  4F

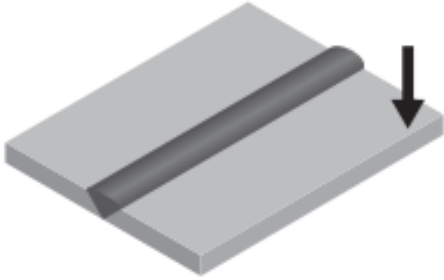
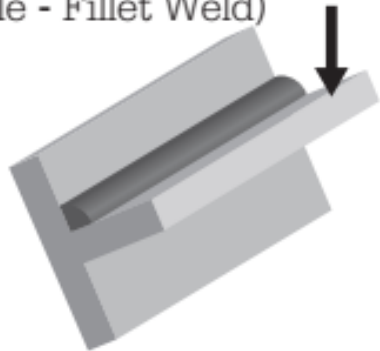
4G

4F

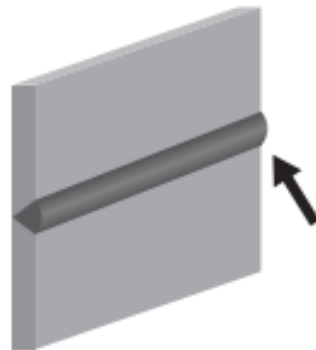
ตำแหน่งท่าเชื่อม	ชื่อเรียกตาม AWS และภาพประกอบแนวต่อชน (Butt Joint)
ท่าตั้ง (Vertical)	แกนท่ออยู่แนวนอนท่อยึดกับที่เชื่อมในตำแหน่งท่าตั้งเชื่อมขึ้น (6 ถึง 12 นาฬิกา)
ท่าเชื่อมพิเศษ	แกนท่อเอียงในตำแหน่ง 45 องศาท่อยึดกับที่เชื่อมขึ้น
	1G

ตำแหน่งท่าเชื่อมตามมาตรฐานสากล ISO 6947 มาตรฐาน ISO 6947/1990 ได้ กำหนดลักษณะของงานเชื่อมดังนี้

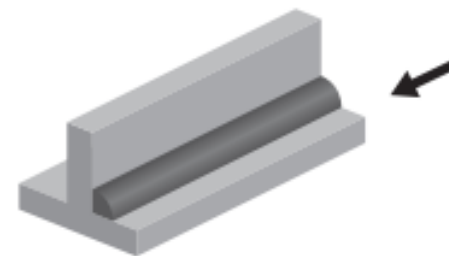
ลักษณะตำแหน่งของงานเชื่อมแผ่น (Welding Plates)

ตำแหน่งท่าเชื่อม	ชื่อเรียกตาม ISO 6947 และ ภาพประกอบแนวต่อชน (Butt Joint)	ชื่อเรียกตาม ISO 6947 และ ภาพประกอบแนวต่อฟิลเล็ต (Fillet Weld)
ท่าราบ (Flat)	 PA bV	รอยเชื่อมฟิลเล็ตด้านเดียว (Single - Fillet Weld)  PA bV

ทำระดับ
(Horizontal)

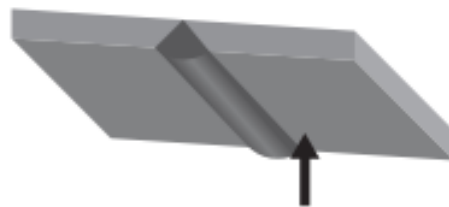


PC



PB

ทำเหนือศีรษะ
(Overhead)



PF



PD

BE

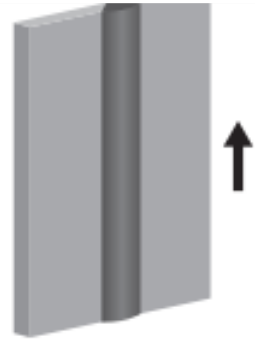


(Overhead)

BD



ทำต้งเชื่อมขึ้น
(Vertical
Upwards)

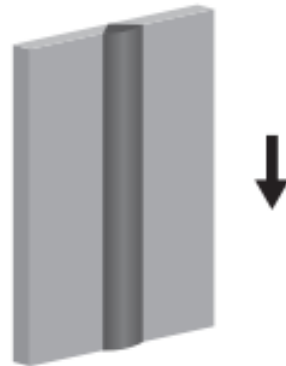


PF

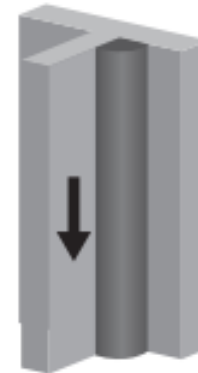


PD

ทำต้งเชื่อมลง
(Vertical
Downwards)



PG



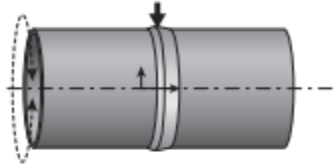
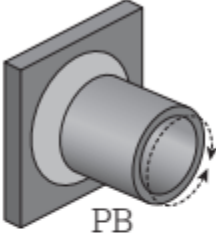
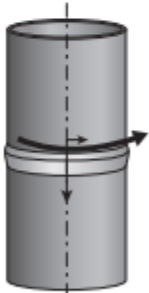
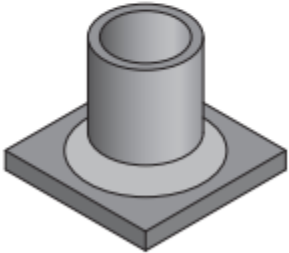
PG

PG

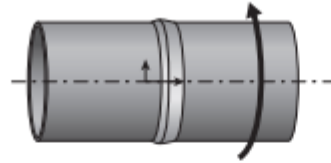
PG

Downwards)

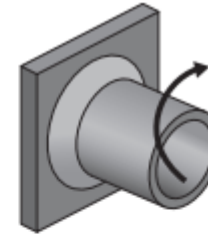
ลักษณะตำแหน่งของงานเชื่อมต่อ (Welding Pipe)

ตำแหน่งท่าเชื่อม	ชื่อเรียกตาม ISO 6947 และ ภาพประกอบแนวต่อชน (Butt Joint)	ชื่อเรียกตาม ISO 6947 และ ภาพประกอบแนวต่อฟิลเล็ต (Fillet Weld)
ท่าราบ (Flat)	 PA แกนท่ออยู่แนวนอนหมุนท่อเชื่อมในตำแหน่งท่าราบ	 PB แกนท่ออยู่แนวนอนหมุนท่อเชื่อมในตำแหน่งท่าระดับ (Horizontal Vertical)
ท่าระดับ (Horizontal)	 PC แกนท่ออยู่แนวตั้งท่อยึดกับที่เชื่อมในตำแหน่งท่าระดับ	 PB แกนท่ออยู่แนวตั้งหมุนท่อเชื่อมในตำแหน่งท่าระดับ (Horizontal Vertical)

ทำตั้งเชื่อมขึ้น
(Vertical
Upwards)

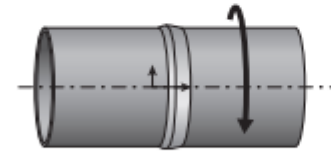


PG



PF

ทำตั้งเชื่อมลง
(Vertical
Downwards)



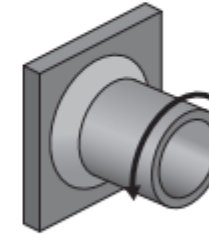
PG

แกนท่ออยู่แนวนอนท่อยึดกับที่เชื่อม
ในตำแหน่งทำตั้งเชื่อมขึ้น
(6 ถึง 12 นาฬิกา)

(ดู ยว JS หมายเลข)

รูปถ่ายแบบมุมสูงของท่อเชื่อม
แบบหมุนอติแวงของท่อเชื่อมแบบหมุน

1/3



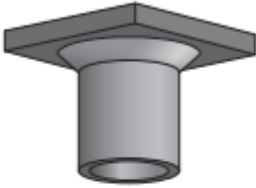
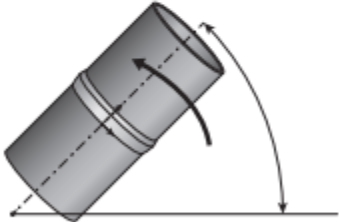
PG

แกนท่ออยู่แนวนอนท่อยึดกับที่เชื่อม
ในตำแหน่งทำตั้งเชื่อมขึ้น
(6 ถึง 12 นาฬิกา)

(ดู ยว JS หมายเลข)

รูปถ่ายแบบมุมสูงของท่อเชื่อม
แบบหมุนอติแวงของท่อเชื่อมแบบหมุน

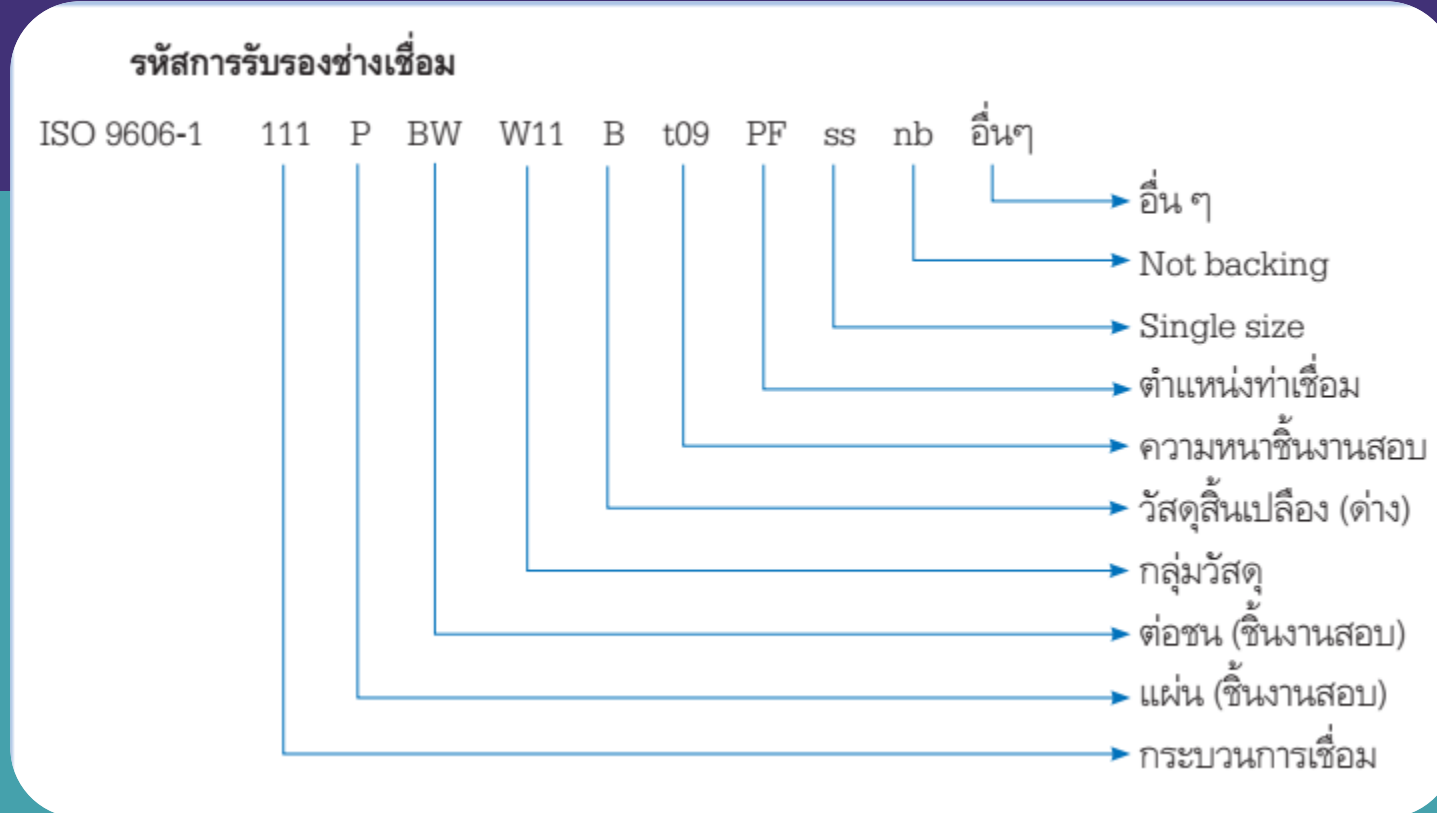
1/3

ตำแหน่งท่าเชื่อม	ชื่อเรียกตาม ISO 6947 และ ภาพประกอบแนวต่อชน (Butt Joint)	ชื่อเรียกตาม ISO 6947 และ ภาพประกอบแนวต่อฟิลเล็ต (Fillet Weld)
ท่าเหนือศีรษะ (Overhead)		 PD แกนท่ออยู่แนวนอนท่อยึดกับที่ เชื่อมในตำแหน่งท่าเหนือศีรษะ (Horizontal Vertical)
ท่าเชื่อมพิเศษ	 H-L045 แกนท่อเอียงในตำแหน่ง 45 องศา ท่อ ยึดกับที่เชื่อมขึ้นตำแหน่งทำตั้งเชื่อมขึ้น (6 ถึง 12 นาฬิกา)	

4.

การรับรองช่างเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 9606

รหัสย่อสำหรับการรับรองช่างเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 9606 จะบอกรายละเอียดที่ช่างเชื่อมสามารถทำได้ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

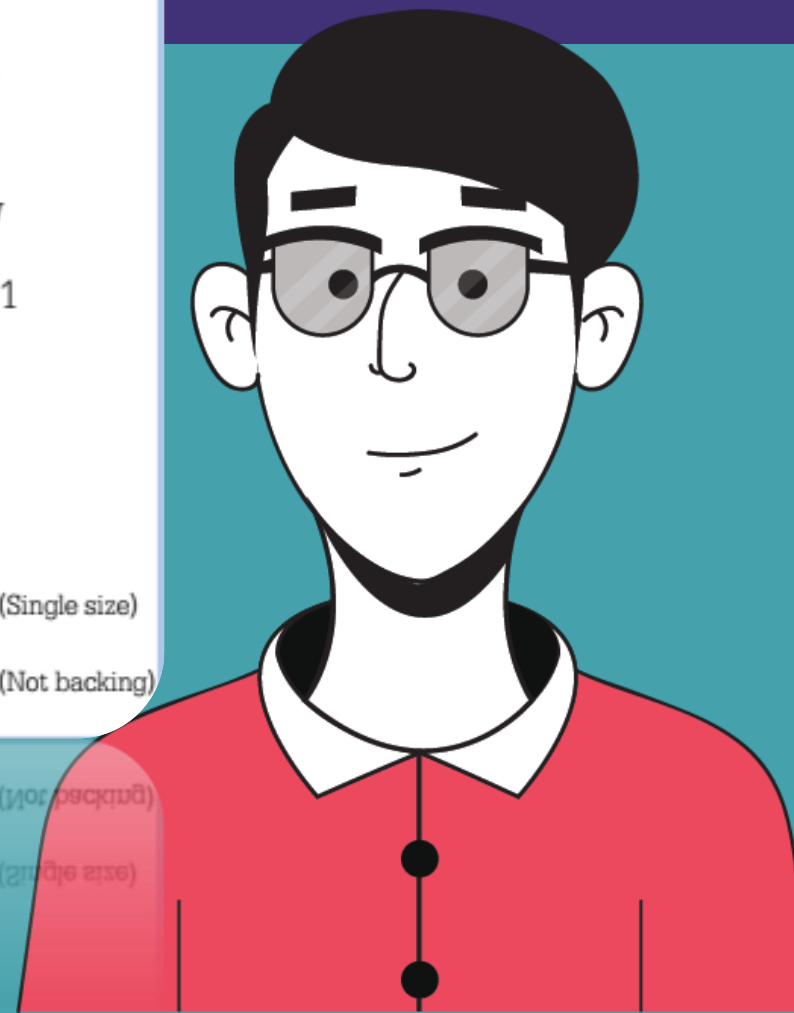


การระบุชื่อ ตัวอย่างที่ 1

การรับรองช่างเชื่อม ISO 9606 -1 111 P BW W11 B t09 PF ss nb

คำอธิบาย

กระบวนการเชื่อม การเชื่อมไฟฟ้า	111
แผ่น	P
ต่อชน	BW
กลุ่มวัสดุ เหล็กกล้าออสเทนนิติก	W11
โลหะเติม ฟลักซ์ชนิดเบสิก (ต่าง)	B
ขนาดของชิ้นงาน ความหนา 9 มิลลิเมตร	t09
ตำแหน่งท่าเชื่อม ต่อชนแผ่น ทำตั้งเชื่อมขึ้น	PF
รายละเอียดชนิดรอยเชื่อม ด้านเดียว	SS (Single size)
ไม่มีแผ่นรองหลัง	nb (Not backing)



การระบุชื่อ ตัวอย่างที่ 2

การรับรองช่างเชื่อม ISO 9606 -1 311 T BW W01 nm t02 D20 PA ss nb

คำอธิบาย

กระบวนการเชื่อม การเชื่อมแก๊สออกซี-อะเซทิลีน	311
ท่อ	T
ต่อชน	BW
กลุ่มวัสดุ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	W01
โลหะเติม ไม่มีโลหะเติม	nm
ขนาดของชิ้นงาน ความหนา 2 มิลลิเมตร	t02
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 20 มิลลิเมตร	D20
ตำแหน่งทำเชื่อม ต่อชนท่อแนวนอน ทำราบ	PA
รายละเอียดชนิดรอยเชื่อม ด้านเดียว	ss
ไม่มีแผ่นรองหลัง	nb

หมายเหตุ รหัสตัวย่อที่ใช้ในตัวอย่าง การเขียนใบรับรองการสอบช่างเชื่อมดูได้จากสัญลักษณ์และคำย่อ

หมายเหตุ ขยายข้อมูลผู้สอบผู้สอบถูก บบข้อมูลกฎกระทรวงทบวงกรมหรือที่ผู้สอบมีอยู่โดยสมบูรณ์

1. ชี้นำงานทดสอบ

BW	butt weld	ต่อชน
FW	fillet weld	ต่อฟิลเล็ท
P	plane	แผ่น
T	pipe (tube or other hollow section)	ท่อ (ท่อหรือชิ้นงานกลวง)
D	outside diameter of pipe	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกท่อ
t	plate or pipe wall thickness	ความหนาท่อหรือแผ่น
S	thickness or butt welds	ความหนารอยเชื่อมต่อชน
a	throat thickness of fillet welds	ความหนารอยเชื่อมหรือโทรดต่อฟิลเล็ท
S	thickness or butt welds	ขารอยเชื่อมฟิลเล็ท

2. วัสดุสิ้นเปลือง

nm	no filler metal	ไม่เติมโลหะเชื่อม
wm	with filler metal	เติมโลหะเชื่อม
A	acid covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทกรด
B	basic covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทด่าง

B basic covering type electrode

ขุ่บขุ่บขุ่บขุ่บขุ่บขุ่บ

A acid covering type electrode

ขุ่บขุ่บขุ่บขุ่บขุ่บขุ่บ

C	cellulosic covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทเซลลูโลส
R	rutile covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทรูไทล์
RA	rutile - acid covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทรูไทล์ - กรด
RB	rutile - basic covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทรูไทล์ - ด่าง
RC	rutile - cellulose covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทรูไทล์ - เซลลูโลส
RR	rutile - thick covering type electrode	ฟลักซ์หนาประเภทรูไทล์
S	other electrode type	ฟลักซ์ประเภทอื่นๆ

3. อื่นๆ

bs	welding from both sides	เชื่อมสองด้าน
gb	welding with gas backing	เชื่อมใช้แก๊สปกคลุมด้านหลัง
gg	back gouging of back grinding of weld	เซาะหรือเจียรระโน
mb	welding with backing material	เชื่อมโดยใช้วัสดุรองหลัง
nb	welding without backing (any backing)	เชื่อมโดยไม่ใช้วัสดุรอง
Ng	no backing gouging of no back grinding	ไม่เซาะหรือเจียรระโนด้านหลัง
SA	single - side welding	เชื่อมด้านเดียว

4. กระบวนการเชื่อม

ได้กำหนดความหมายไว้ใน ISO 857 และหมายเลขอ้างอิงของกระบวนการเชื่อมไว้ใน ISO 4063

ได้กำหนดความหมายไว้ใน ISO 857 และหมายเลขอ้างอิงของกระบวนการเชื่อมไว้ใน ISO 4063

5. ชนิดของรอยต่อ

ชิ้นงานสอบนำมาใช้สำหรับการต่อชน (BW) และต่อฟิลเล็ท (FW) สำหรับแผ่น (P) หรือท่อ (T) เพื่อใช้รับรองการสอบ

ข้อสังเกต : คำว่าท่อ ให้หมายถึง ท่อเล็ก ท่อใหญ่ หรือชิ้นงานกลวง

6. กลุ่มวัสดุ

1) ทัวไป เพื่อลดขั้นตอนการสอบทางเทคนิค โดยจัดกลุ่มของเหล็กกล้าที่มีทางโลหะวิทยาคล้ายกัน เข้าไว้เป็นกลุ่ม เพื่อใช้สำหรับการรับรองช่างเชื่อม

โดยทั่วไปการสอบเพื่อรับรองช่างเชื่อม ต้องคำนึงถึงเนื้อโลหะเชื่อมที่มีส่วนผสมทางเคมีซึ่งสามารถ เข้ากันได้กับเหล็กกล้าแต่ละชนิดของกลุ่มโลหะชิ้นงาน

การเชื่อมวัสดุกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง จะสามารถให้การรับรองช่างเชื่อมได้ และสามารถครอบคลุม ถึงการเชื่อมวัสดุอื่นๆ ทั้งหมด ภายในกลุ่มวัสดุกลุ่มเดียวกัน

ประมวลข้อกำหนดยุโรป มุ่งหมาย บรรณานุกรมยุโรปมาตรฐาน

บรรณานุกรมยุโรปมาตรฐาน อุตสาหกรรมยุโรปมาตรฐานอุตสาหกรรมยุโรป มาตรฐานของยุโรป

เมื่อทำการเชื่อมโลหะชิ้นงานต่างกลุ่มกัน ไม่สามารถครอบคลุมถึงกันได้ตามตาราง 1-4, 1-5 ให้ทำการรับรองร่วมกันเมื่อโลหะเติมกับโลหะชิ้นงานต่างกลุ่มกัน ให้ทำการรับรองร่วมกันยกเว้นตามตาราง 1-4 และ 1-5

2) กลุ่มของเหล็กกล้าของโลหะชิ้นงาน แยกกลุ่มตามโลหะชิ้นงานดังนี้

กลุ่ม W01 - เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำและเหล็กกล้าผสมต่ำ ที่มีค่าแรงดึงสูงสุดไม่เกิน 335 N/mm^2

กลุ่ม W02 - เหล็กกล้าที่มีความต้านทานต่อการคืบ (Creep Resisting) เช่น เหล็กกล้าโครเมียม-โมลิบดีนัม (CrMo) และเหล็กกล้าโครเมียม-โมลิบดีนัม-วาเนเดียม (CrMoV)

กลุ่ม W03 - เหล็กกล้าโครงสร้างละเอียดที่ผ่านการอบปกติ ชุบแข็งและการอบคืนไฟ ที่มีลักษณะเช่นเดียวกันกับเหล็กกล้าที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อน ที่มีค่าแรงดึงสูงสุดไม่เกิน 335 N/mm^2 หรือเหล็กกล้า निकเกิล ที่มี निकเกิลผสมอยู่ 2-5 %

กลุ่ม W04 - เหล็กกล้าไร้สนิมเฟอร์ริติก หรือมาเทนซิติกที่มีโครเมียมผสมอยู่ 12-15 %

กลุ่ม W11 - เหล็กกล้าไร้สนิมเฟอร์ริติก - ออสเทนนิติก และชนิดออสเทนนิติกที่มีส่วนผสมโครเมียม निकเกิลสูง

ประกอบมาตรฐานไทย

มาตรฐาน MTJ - มาตรฐานยุโรป EN 10028 - ออยเฟรมยุโรป และกลุ่มออยเฟรมยุโรปมาตรฐาน EN 10028

มาตรฐาน MOJ - มาตรฐานยุโรป EN 10028 มาตรฐานยุโรปมาตรฐานยุโรป EN 10028-1, 10028-2, 10028-3, 10028-4, 10028-5, 10028-6, 10028-7, 10028-8, 10028-9, 10028-10, 10028-11, 10028-12, 10028-13, 10028-14, 10028-15, 10028-16, 10028-17, 10028-18, 10028-19, 10028-20, 10028-21, 10028-22, 10028-23, 10028-24, 10028-25, 10028-26, 10028-27, 10028-28, 10028-29, 10028-30, 10028-31, 10028-32, 10028-33, 10028-34, 10028-35, 10028-36, 10028-37, 10028-38, 10028-39, 10028-40, 10028-41, 10028-42, 10028-43, 10028-44, 10028-45, 10028-46, 10028-47, 10028-48, 10028-49, 10028-50, 10028-51, 10028-52, 10028-53, 10028-54, 10028-55, 10028-56, 10028-57, 10028-58, 10028-59, 10028-60, 10028-61, 10028-62, 10028-63, 10028-64, 10028-65, 10028-66, 10028-67, 10028-68, 10028-69, 10028-70, 10028-71, 10028-72, 10028-73, 10028-74, 10028-75, 10028-76, 10028-77, 10028-78, 10028-79, 10028-80, 10028-81, 10028-82, 10028-83, 10028-84, 10028-85, 10028-86, 10028-87, 10028-88, 10028-89, 10028-90, 10028-91, 10028-92, 10028-93, 10028-94, 10028-95, 10028-96, 10028-97, 10028-98, 10028-99, 10028-100

7. โลหะเติม แก๊สปกคลุม และฟลักซ์

1) ทัวไปให้ถือว่าการสอบรับรอง โลหะเติมจะเหมือนกับโลหะขึ้นงาน เมื่อการสอนช่างเชื่อมได้ดำเนินการไปแล้ว โดยใช้โลหะ แก๊สปกคลุม หรือฟลักซ์ ซึ่งเหมาะสำหรับวัสดุกลุ่มนั้นๆ การสอบจะสามารถให้การรับรองครอบคลุมถึงช่างเชื่อมที่ใช้วัสดุสิ้นเปลือง (โลหะเติม แก๊สปกคลุมและฟลักซ์) อย่างหนึ่งอย่างใด ที่เหมือนกันสำหรับวัสดุกลุ่มเดียวกัน

2) การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ จะถูกแบ่งชั้นคุณภาพตามลักษณะที่สำคัญ ตามมาตรฐาน ISO 2560 ดังนี้

A acid covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทกรด
B basic covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทด่าง
C cellulosic covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทเซลลูโลส
R rutile covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทรูไทล์
RA rutile - acid covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทรูไทล์กรด
RB rutile - basic covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทรูไทล์ด่าง
RC rutile - cellulosic covering type electrode	ฟลักซ์ประเภทรูไทล์ - เซลลูโลส
RR rutile thick covering type electrode	ฟลักซ์หนาประเภทรูไทล์
S other electrode type	ฟลักซ์ประเภทอื่นๆ

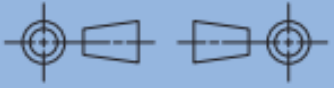
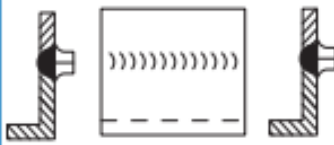
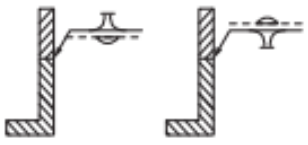
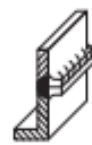
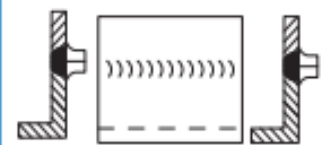
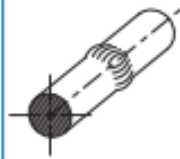
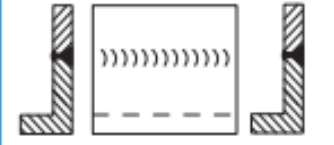
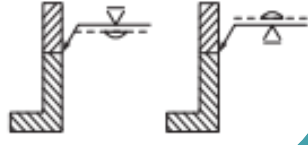
5.

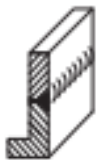
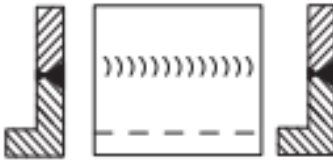
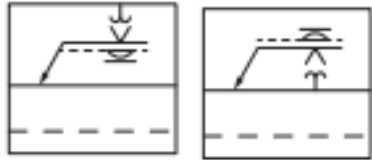
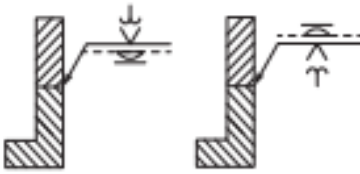
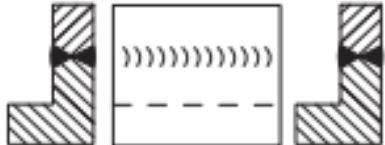
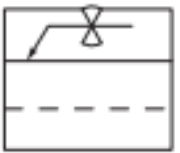
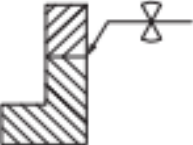
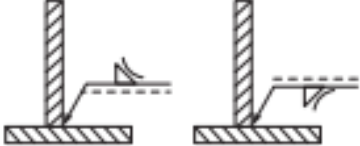
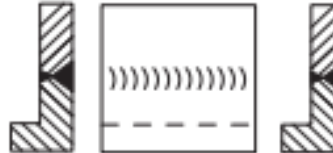
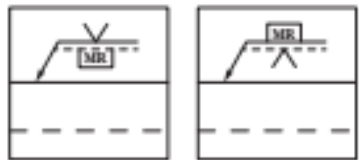
การแบ่งกระบวนการเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947

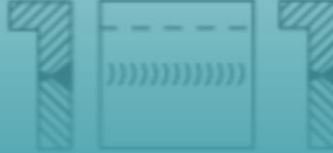
หมายเลข	ความหมาย
1	การเชื่อมอาร์ก
11	การเชื่อมอาร์กโลหะไม่ใช้แก๊สปกคลุม
111	การเชื่อมอาร์กโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
112	การเชื่อมอาร์กใช้แรงโน้มถ่วงด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
114	การเชื่อมฟลักซ์คอร์ไม่ใช้แก๊สปกคลุม
12	การเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์
121	การเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
122	การเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ด้วยลวดเชื่อมแถบแบน
13	การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุม
131	การเชื่อมมิก
135	การเชื่อมแมก
J32	การเชื่อมอโลหะ
J31	การเชื่อมอโลหะ
J3	การเชื่อมอโลหะแบบอโลหะแบบแบน

136	การเชื่อมฟลักซ์คอร์ ใช้แก๊สปกคลุม
14	การเชื่อมแบบลวดเชื่อมไม่สิ้นเปลือง
141	การเชื่อมทิก
15	การเชื่อมพลาสมา
18	กระบวนการเชื่อมแบบอื่นๆ
2	การเชื่อมด้วยความต้านทาน
21	การเชื่อมจุด
22	การเชื่อมจุด
23	การเชื่อมตะเข็บ
24	การเชื่อมชนราบ
25	การเชื่อมต่อชนด้วยความต้านทาน
3	การเชื่อมแก๊ส
31	การเชื่อมด้วยแก๊สออกซี-แก๊สเชื้อเพลิง
311	การเชื่อมด้วยแก๊สออกซี-อะเซทิลีน
31	การเชื่อมด้วยแก๊สออกซี-โพรเพน
32	การเชื่อมด้วยอากาศ-แก๊สเชื้อเพลิง

2.3 ตัวอย่างการรวมสัญลักษณ์พื้นฐานรอยเชื่อมกับสัญลักษณ์ผนวก

ลำดับ ที่	ชนิดรอยต่อ	ภาพชิ้นงาน	ตัวอย่าง 	สัญลักษณ์เชื่อม	
				ได้ทั้งสองแบบ	ภาพหน้าตัด
1					
2					
3					
4					

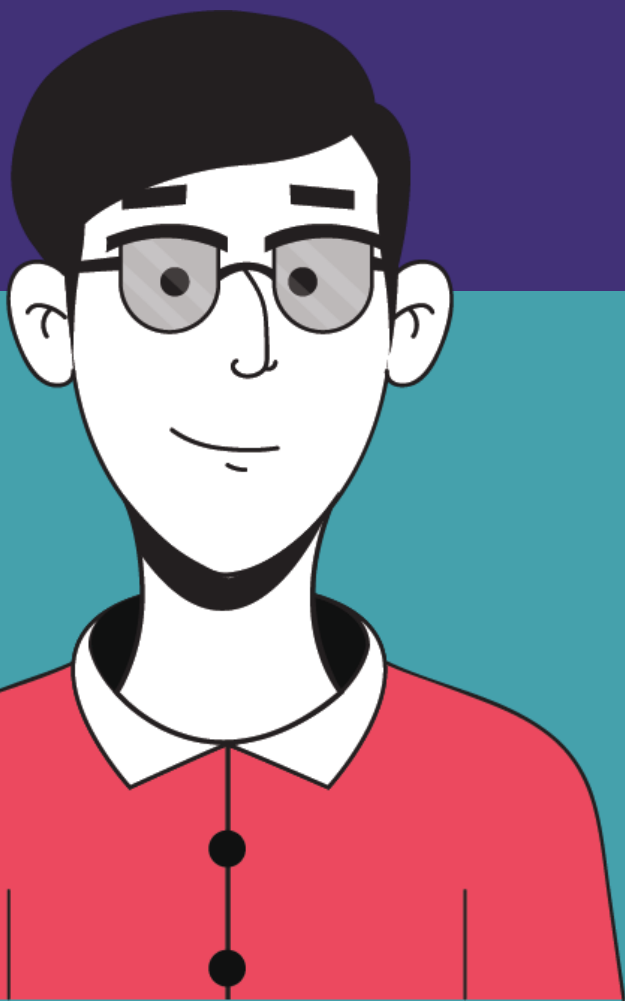
5					
6					
7					
8					

8					
---	---	---	--	---	---

3.

การแบ่งกระบวนการเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 4063

การแบ่งกระบวนการเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 4063 สามารถแบ่งได้ดังนี้



หมายเลข	ชื่อกระบวนการเชื่อม
1	การเชื่อมอาร์ก
11	การเชื่อมอาร์กโลหะ ไม่ใช้แก๊สปกคลุม
111	การเชื่อมอาร์กโลหะ ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
112	การเชื่อมอาร์กใช้แรงโน้มถ่วง ด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
114	การเชื่อมฟลักซ์คอร์ ไม่ใช้แก๊สปกคลุม
12	การเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์
121	การเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ ด้วยเส้นลวดกลม
122	การเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ ด้วยลวดเชื่อมแถบแบน
13	การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม
131	การเชื่อมมิก
135	การเชื่อมแมก
132	การเชื่อมอะลูมิเนียม
133	การเชื่อมอะลูมิเนียม

136	การเชื่อมฟลักซ์คอร์ ใช้แก๊สปกคลุม
141	การเชื่อมทิก
14	การเชื่อมแบบลวดเชื่อมไม่สิ้นเปลือง
15	การเชื่อมพลาสมา
18	กระบวนการเชื่อมอาร์กแบบอื่นๆ
2	การเชื่อมด้วยความต้านทาน
21	การเชื่อมจุด
22	การเชื่อมตะเข็บ
23	การเชื่อมโปรเจกชัน ด้วยความต้านทาน
24	การเชื่อมชนราบ
25	การเชื่อมต่อชนด้วยความต้านทาน
3	การเชื่อมแก๊ส
31	การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิเจน-แก๊สเชื้อเพลิง
311	การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิเจน-อะเซทิลีน
312	การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิเจน-โพรเพน

หมายเลข	ชื่อกระบวนการเชื่อม
32	การเชื่อมด้วยอากาศ-แก๊สเชื้อเพลิง
4	การเชื่อมกด
41	การเชื่อมอัลตราโซนิก
42	การเชื่อมเสียดสี
43	การเชื่อมทุบ
45	การเชื่อมแบบแพร่
48	การเชื่อมกดเย็น
7	กระบวนการเชื่อมอื่นๆ
71	การเชื่อมอะลูมิเนียมเทอร์มิต
72	การเชื่อมไฟฟ้าสแลกคลุม
73	การเชื่อมไฟฟ้าแก๊สคลุม
74	การเชื่อมด้วยรังสี
75	การเชื่อมด้วยเลเซอร์
76	การเชื่อมด้วยลำอิเล็กตรอน



5

ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์



สาระสำคัญ

ในกระบวนการเชื่อมโลหะนั้น ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์จะใช้เติมเข้าไปในรอยเชื่อมหรือรอยต่อเพื่อให้ได้รอยเชื่อมที่สมบูรณ์และทำให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงสามารถนำไปใช้งานได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ



สาระการเรียนรู้

1. ชนิดลวดเชื่อม
2. ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. สมบัติของลวดเชื่อมอาร์กหุ้มฟลักซ์



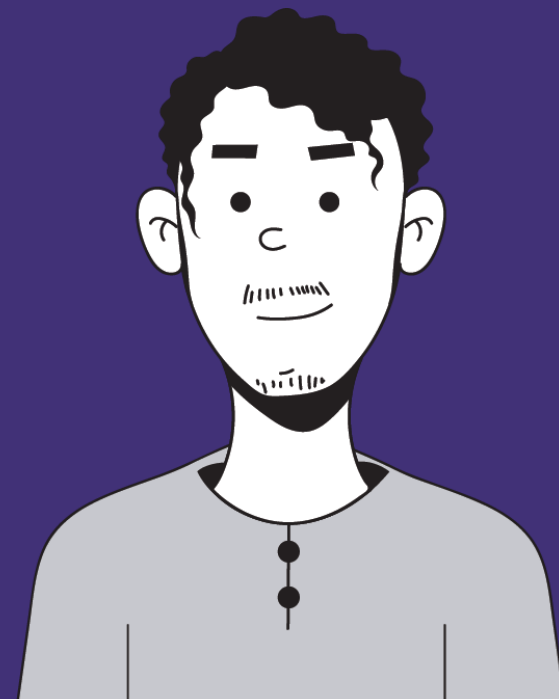
สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. จำแนกชนิดลวดเชื่อมได้
2. อธิบายลักษณะลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้
3. อธิบายสมบัติของลวดเชื่อมอาร์กหุ้มฟลักซ์ได้
4. มีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานเชื่อมและตรวจสอบ โดยใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย



1.

ชนิดลวดเชื่อม

การแบ่งลวดเชื่อม แบ่งได้หลายลักษณะ ได้แก่ การแบ่งตามชนิดวัสดุลวดเชื่อม แบ่งตามกระบวนการเชื่อม และแบ่งตามชนิดของฟลักซ์หุ้ม ดังนี้

1.1 การแบ่งลวดเชื่อมตามชนิดของวัสดุลวดเชื่อม

- 1) ลวดเชื่อมไฟฟ้าเหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel Electrodes)
- 2) ลวดเชื่อมไฟฟ้าเหล็กกล้าผสมต่ำ (Low Alloy Steel Electrodes)
- 3) ลวดเชื่อมไฟฟ้าเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel Electrodes)
- 4) ลวดเชื่อมไฟฟ้าเหล็กหล่อ (Cast Iron Electrodes)
- 5) ลวดเชื่อมไฟฟ้าทองแดงและทองแดงผสม (Copper and Copper Alloy Electrodes)
- 6) ลวดเชื่อมไฟฟ้าอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมผสม (Aluminum Alloy)
- 7) ลวดเชื่อมไฟฟ้านิกเกิลและนิกเกิลผสม (Nickel and Nickel Alloy Electrodes)
- 8) ลวดเชื่อมไฟฟ้านิกเกิลและนิกเกิลผสม (Nickel and Nickel Alloy Electrodes)
- 9) ลวดเชื่อมไฟฟ้าไทเทเนียมและไทเทเนียมผสม (Titanium and Titanium Alloy Electrodes)
- 10) ลวดเชื่อมไฟฟ้าเซอร์โคเนียมผสม (Zirconium and Zirconium Alloy Electrodes)

1.2 การแบ่งลวดเชื่อมตามกระบวนการเชื่อม สามารถแบ่งได้ดังนี้

- 1) การเชื่อมอาร์กไฟฟ้าด้วยมือ (Shielded Metal arc Welding)
- 2) การเชื่อมมิก (Metal Inert Gas Welding)
- 3) การเชื่อมทิก (Gas Tungsten arc Welding)
- 4) การเชื่อมพลาสมา (Plasma arc Welding)
- 5) การเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerged arc Welding)
- 6) การเชื่อมแก๊ส (Gas Welding)

1.3 การแบ่งลวดเชื่อมตามชนิดของฟลักซ์หุ้ม สามารถแบ่งได้ดังนี้

- 1) กรดหรือเหล็กรอกออกไซด์
- 2) รูไทล์
- 3) เซลลูโลส
- 4) ต่าง

2.

ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

2.1 ลักษณะชนิดของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ และชนิดของแกนลวดเชื่อม

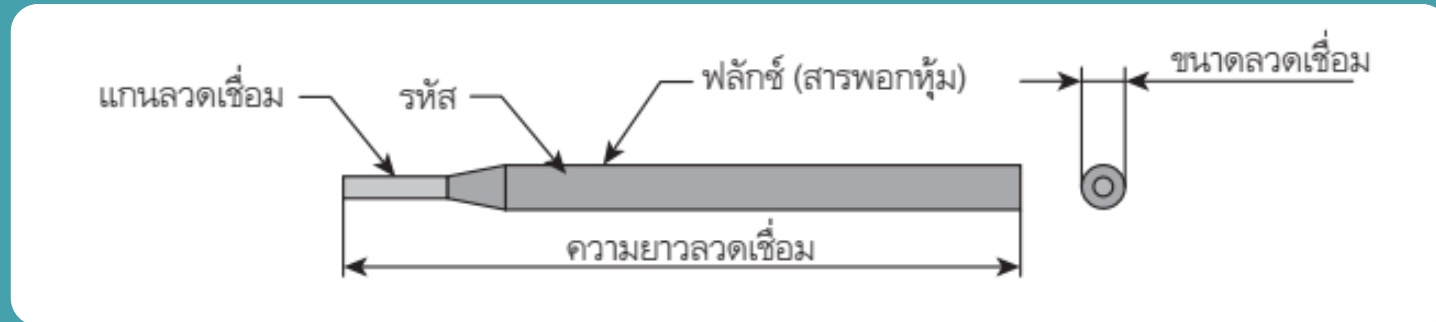
ลักษณะชนิดของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ และชนิดของแกนลวดเชื่อม

ชนิดของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	ชนิดของแกนลวดเชื่อม
ลวดเชื่อมเหล็กกล้าละมุน	Mild Steel (SWY - 11)*
ลวดเชื่อมเหล็กกล้าทนแรงดึงสูง	Mild Steel (SWY - 11)
Mild Steel (SWY - 11)	Mild Steel (SWY - 11) หรือเหล็กกล้าโลหะเจือต่ำ
ลวดเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม	เหล็กกล้าไร้สนิม
ลวดเชื่อมพอกผิวแข็ง	Mild Steel หรือเหล็กกล้าพิเศษ
Mild Steel หรือเหล็กกล้าพิเศษ	Mild Steel, เหล็กหล่อ, โลหะผสม
ลวดเชื่อมโลหะผสมนอกกลุ่มเหล็ก	โลหะผสมนอกกลุ่มเหล็ก

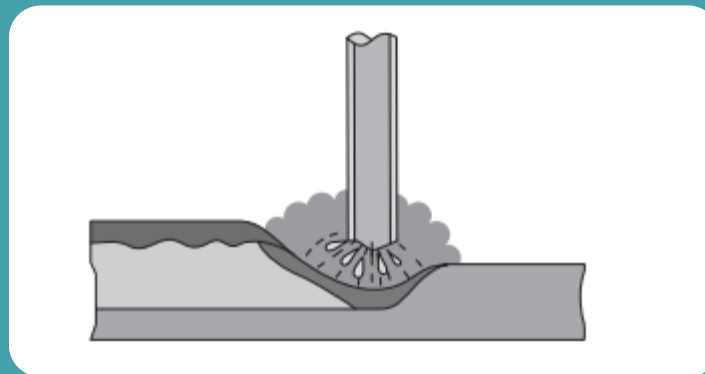
*Mild Steel (SWY - 11) เป็นเหล็กกล้าที่มีปริมาณคาร์บอนอยู่ต่ำมาก

EN 236 (2MX - 11) ระบุคุณสมบัติของลวดเชื่อม

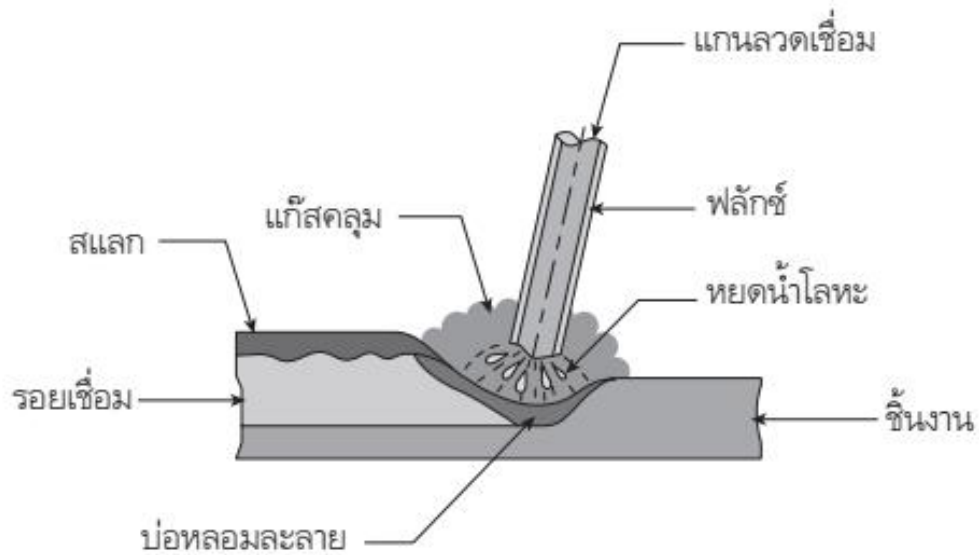
ลักษณะที่สำคัญของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ และความร้อนจากการอาร์กจะหลอมละลายทั้งแกนลวดและฟลักซ์โดยที่ฟลักซ์หลอมละลายในอัตราที่ช้ากว่า จึงทำให้ฟลักซ์กลายเป็นปกคลุมแกนลวดเอาไว้



ใน ขณะ เดียว กัน แกน ลวด จะหลอมละลายเข้าไปในเนื้อชิ้นงาน ส่วนฟลักซ์ที่หลอมละลายจะแยกออกจากน้ำโลหะและแข็งตัวปกคลุมอยู่บนรอยเชื่อม ซึ่งจะหลุดออกเองหรือเคาะออกจากรอยเชื่อมภายหลัง โลหะรอยเชื่อมหลอมละลายจะถูกปกป้องไม่ให้เกิดความสกปรกจากอากาศภายนอก โดยแก๊สจากฟลักซ์และสแลกที่ปกคลุมรอยเชื่อม



ลักษณะรูปถ้วยปลายลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

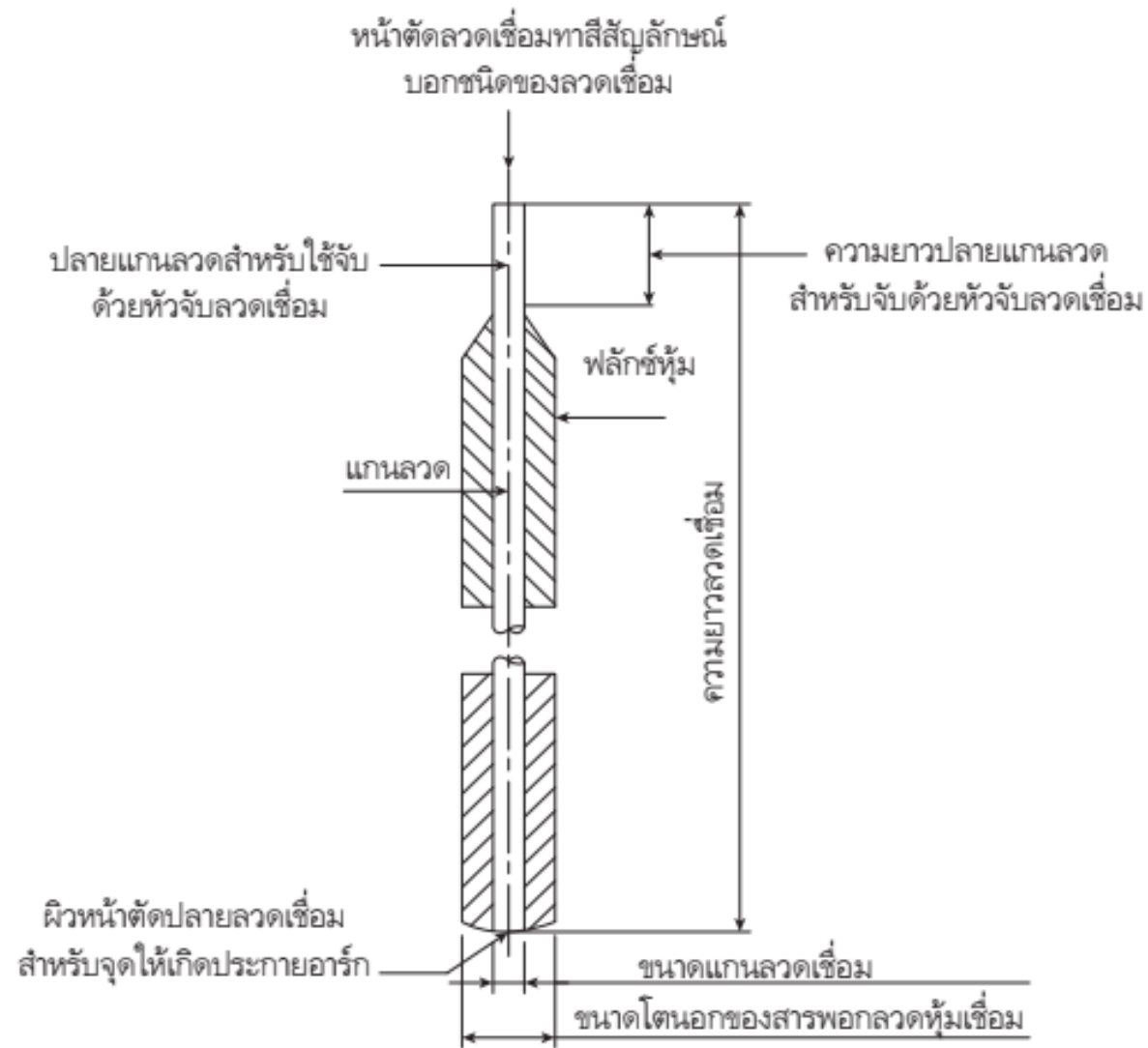


ลักษณะการหลอมละลายของลวดเชื่อม

แกนลวดเชื่อมที่ทำจาก Rimmed Steel โดยกรรมวิธีการดึง (Drawing) จาก Rimmed Steel Ingot ที่นำมาทำแกนลวดเชื่อม จะมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

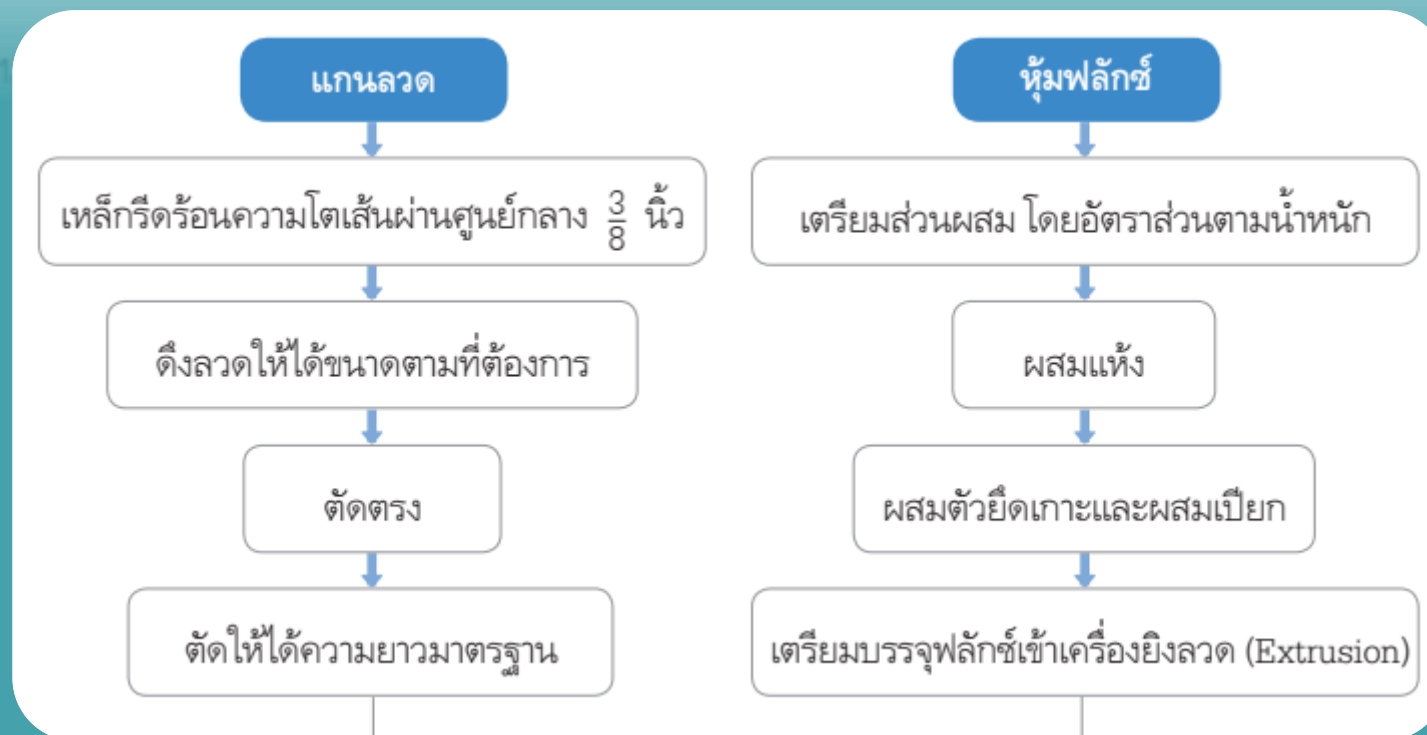
- 1) ภายนอกของแกนลวดเป็นเหล็กบริสุทธิ์ จะนำไฟฟ้าได้ดี เนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในส่วนของผิวด้านนอกของแกนลวดได้ดีกว่า
- 2) แกนลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ทำด้วยเหล็กกล้าที่ไม่ได้กำจัดแก๊สออกซิเจน จะเกิดความร้อนสูงเกินไป น้อยกว่าเหล็กกล้ากำจัดแก๊สออกซิเจน
- 3) แกนกลางของลวดหลอมละลายเร็วกว่าส่วนด้านนอก ซึ่งเป็นการปรับปรุงการถ่ายเทน้ำโลหะหลอมจะได้น้ำโลหะเป็นฝอยละเอียด

ลักษณะภาพตัดของลวดเชื่อมหัวแฟล็กซ์



2.2 การผลิตลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ขั้นตอนการผลิตลวดเชื่อมจะกระทำด้วยวิธีการึงลวด Extrusion อันเป็นวิธีซึ่งจะต้องใช้ฟลักซ์ที่ผสมของเหลวให้สามารถเกาะตัวกันได้ อัดหุ้มแกนลวดโดยให้แกนลวดอยู่ศูนย์กลางของลวดเชื่อม กรรมวิธีึงลวด ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์จะผลิตตามขนาดมาตรฐาน สำหรับที่นิยมใช้กันได้แก่ ความยาว 14 นิ้ว และ 18 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{3}{32}$ - $\frac{1}{4}$ นิ้ว ขนาดอื่นก็สามารถหาได้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อมที่รวมฟลักซ์หุ้ม ตามแผนภูมิที่ 6.1



ตัดให้ได้ความยาวมาตรฐาน

เตรียมบรรจุฟลักซ์เข้าเครื่องยิงลวด (Extrusion)

หุ้มฟลักซ์ด้วยกรรมวิธียิงลวด (Extrusion)

กำจัดหุ้มฟลักซ์ที่หุ้มปลายลวดตรงบริเวณที่ใช้หัวเชื่อมจับออก

อบลวดให้แห้งในเตาอบที่อุณหภูมิเหมาะสม

ป้อนเครื่องหมายที่ลวดเชื่อม

บรรจุหีบห่อ

ลักษณะขั้นตอนการผลิตลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ขนาดความหนาของฟลักซ์พอกหุ้มขึ้นอยู่กับชนิดของลวดเชื่อม แบ่งออกได้ดังนี้

- 1) ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์บาง จะมีปริมาณของฟลักซ์หุ้มประมาณ 10-20% ของน้ำหนักลวดเชื่อม
- 2) ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ปานกลาง จะมีปริมาณของฟลักซ์หุ้มประมาณ 20-35% ของน้ำหนักลวดเชื่อม และมีผงเหล็กเป็นส่วนประกอบสำคัญของฟลักซ์
- 3) ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์หนาจะมีปริมาณของฟลักซ์หุ้มสูงถึง 55% ของน้ำหนักลวดเชื่อมและมีผงเหล็กผสมอยู่ ซึ่งช่วยให้มีอัตราการเติมเนื้อเชื่อมสูง และเป็นลวดเชื่อมที่นิยมใช้เชื่อมงานผลิตในตำแหน่งท่าราบ

3.

สมบัติของลวดเชื่อมอาร์กหุ้มฟลักซ์

ลวดเชื่อมอาร์กหุ้มฟลักซ์ สำหรับเหล็กกล้าละมุน แบ่งตามสมบัติของฟลักซ์หุ้มได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

ชนิดของฟลักซ์	ชนิดลวดเชื่อม	
	W 48.0-M	A5.1& W 48.1
เซลลูโลส	EXX10 EXX11	EXX000 EXX010 EXX011
รูไทล์	EXX12 EXX13 EXX14 (1) EXX24 (1)	EXX013 EXX014 (1) EXX022 (1) EXX024 (1)
เหล็กออกไซด์	EXX20 EXX22 (2) EXX27 (1)	EXX027 (1)
	EXX31 (J)	
	EXX35 (S)	

ต่าง	EXX15 EXX16 EXX18 (1) EXX28 (1) EXX38 (1) (3) EXX46 (3) EXX48 (1)	EXX015 EXX016 EXX018 (1) EXX028 (1) EXX048 (1)
หมายเหตุ (1) ผสมผงเหล็ก (2) AWS A5.1-78 (มาตรฐานอเมริกา) (3) CSA W 48.1 - 1976 (มาตรฐานแคนาดา)		
(3) C2V M 48.1 - 1976 (บมข.อ.บมข.) (5) VM2 V2.1-18 (บมข.อ.บมข.) (7) พยทท.บมข.		

1) ลวดเชื่อม E6010 และ E7010 (เซลลูโลส) ลวดเชื่อมชนิดนี้ใช้สำหรับกระแสไฟตรงต่อกลับขั้วเท่านั้น (DCEP) หรือ ลวดเชื่อมเป็นขั้วบวกจะให้แก๊สปริมาณสูง ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และแก๊สไฮโดรเจนแก๊ส ดังกล่าวจะปกป้องน้ำโลหะหลอมละลายที่ส่งผ่านอาร์กโดยปกติลวดชนิดนี้มีสีขาวหรือสีเทา ฟลักซ์หุ้มเซลลูโลสก่อให้เกิด ความร้อนในชิ้นงานสูง การซึมลึกสูงในการเชื่อมจะต้องควบคุมการส่ายลวดเชื่อมอย่าให้เกิดการกัดแหวนขอบรอยเชื่อม

2) ลวดเชื่อม E6010 และ E7011 (เซลลูโลส) ลวดเชื่อมชนิดนี้มีสมบัติที่สามารถเชื่อมได้ด้วยกระแสไฟสลับ และ คุณภาพของรอยเชื่อมดีเท่ากับลวดเชื่อม E6010 ยังไม่สามารถที่จะทำได้เนื่องจากฟลักซ์ที่เติมลงไปในฟลักซ์หุ้มไม่สามารถ ที่จะทำให้สมบัติของลวดเชื่อมดีขึ้นได้ทุกด้าน

3) ลวดเชื่อม E6012 และ E7012 (รูไทล์) ลวดเชื่อมชนิดนี้มีสมบัติที่สามารถเชื่อมได้ด้วยกระแสไฟสลับมากขึ้น ฟลักซ์หุ้ม หนากว่าลวดเชื่อม E6012 ความเหนียวจะมากกว่าเนื่องจากมีเซลลูโลสผสมอยู่สูง แต่ปริมาณของรูไทล์จะผสมไว้สูงกว่า เพื่อให้ สามารถใช้เชื่อมกับกระแสไฟสลับการเติมสารประกอบ Potassium-Bearing ได้แก่ โพแทสเซียมไททาเนตและโพแทสเซียม เฟลด์สปาร์จะช่วยเพิ่มอีออน

4) ลวดเชื่อม E7014 (รูโທໍ) ลวดเชื่อมชนิดนี้มีสมบัติหลักเหมือนกับลวดเชื่อม E6012 และลวดเชื่อม E6013 แตกต่างกันตรงที่เพิ่มโลหะเข้าไปประมาณ 30% ดังนั้นอัตราการเติมเนื้อเชื่อมจึงสูงกว่าลวดเชื่อม E6012 และลวดเชื่อม E6013 ในการเชื่อมท่าราบ การเชื่อมสามารถกระทำได้ทุกท่าเชื่อมสแลกกำลังจัดออกได้ง่าย ลวดเชื่อม E7014 เหมาะสำหรับการเชื่อมเหล็กกล้าละมุนและเหล็กกล้าผสมต่ำการเชื่อมล็กเหมือนกับลวดเชื่อม E6012 กระแสไฟเชื่อมก็ใช้ได้สูงกว่า แต่ให้ผลดีกับการเชื่อมรอยต่อที่เตรียมไม่ถูกต้อง

5) ลวดเชื่อม E7024 (รูโທໍ) ลวดเชื่อมชนิดนี้มีสมบัติหลักเหมือนกับลวดเชื่อม E6012 และลวดเชื่อม E6013 แต่มีผงเหล็กผสมอยู่ประมาณ 50% โดยน้ำหนักส่วนแกนลวดเหมือนเชื่อม E6010 หรือ E6012 เนื่องจากฟลักซ์หุ้มหนาและปลายลวดเชื่อมเป็นลักษณะรูปถั่ว การเชื่อมกระทำด้วย “Drag” โดยมีเทคนิคให้ปลายลวดเชื่อมสัมผัสกับขอบรอยเชื่อมอยู่ตลอดเวลา เช่น การเชื่อม ฟิลเล็ทก็ให้ปลายลวดเชื่อมสัมผัสทั้งสองขาของรอยเชื่อม

6) ลวดเชื่อม E6020 และ E7024 (เหล็กออกไซด์) ลวดเชื่อมชนิดนี้ถูกจำกัดให้เชื่อมได้เฉพาะท่าฟิลเล็ตแนวระดับและท่าราบเท่านั้น ด้วยไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสไฟสลับ สำหรับกระแสไฟตรงให้ใช้ DCEN หรือลวดเชื่อมเป็นขั้วลบรอยเชื่อมจะแบนราบฟลักซ์หุ้มมีเหล็กออกไซด์เป็นหลักและหุ้มหนาฟลักซ์หุ้มประกอบด้วยเหล็กออกไซด์ แมงกานีสออกไซด์และวัสดุซิลิซิอัส เพอร์โรแมงกานีส ทำหน้าที่ Deoxidant (กำจัดแก๊สออกซิเจน) โดยใช้ น้ำแก้ว “Sodium Silicate” เป็นตัวยึดเกาะสแลกเมื่อแข็งตัวมีสีน้ำตาล มีรูพรุน เปราะและเคาะออกได้ง่าย ส่วนน้ำโลหะมีการไหลตัวดีจึงทำให้ได้รอยเชื่อมแบนราบขอบรอยเชื่อมไม่เกิดการกัดแหง

7) ลวดเชื่อม E6027 และ E7027 (เหล็กออกไซด์) ลวดเชื่อม EXX27 ฟลักซ์หุ้มอยู่ในกลุ่มที่คล้ายกับลวดเชื่อม E6020 แต่มีผงเหล็กผสมอยู่ประมาณ 50% โดยน้ำหนักปลายลวดเชื่อมมีลักษณะถ้วยลึก (Deep Arc Cup) ลวดมีฟลักซ์หุ้มหนา ใช้ทักษะการเชื่อมเหมือนลวดเชื่อม E7024 ลวดเชื่อมชนิดนี้ได้ออกแบบไว้สำหรับการเชื่อมรอยต่อฟิลเล็ตและรอยต่อร่องในท่าราบสามารถใช้ได้ทั้งกระแสไฟตรงและกระแสสลับ โดยลวดเชื่อมต่อเป็นขั้วลบ

8) ลวดเชื่อม E7015 และ E7016 (Basic หรือ ต่าง) เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าไฮโดรเจนเป็นสาเหตุของการแตกในรอยเชื่อม จึงได้มีการพัฒนาลวดเชื่อมให้มีไฮโดรเจนต่ำ โดยสามารถเชื่อมเหล็กกล้าและเหล็กกล้าผสมต่ำได้โดยไม่แตก และยังสามารถเชื่อมได้โดยไม่ต้องอุ่นงานก่อนทำการเชื่อม เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาในการเชื่อม Sulphur Bearing Steels และยังปรับปรุงสมบัติด้าน Toughness ซึ่งลวดเชื่อมชนิดนี้รู้จักกันว่าลวดเชื่อมไฮโดรเจนต่ำ (Low Hydrogen)

9) ลวดเชื่อม E7018 (Basic หรือ ต่าง) ถึงแม้ว่าลวดเชื่อม E7015 และ E7016 จะถูกนำมาแทนที่ด้วยลวดเชื่อม ลวดเชื่อม E7018 ซึ่งเป็นลวดเชื่อมผสมผงเหล็ก ให้อัตราการเติมเนื้อเชื่อมสูงนิยมนำไปใช้เชื่อมงานได้มากมาย ฟลักซ์หุ้มจะหนากว่าลวดเชื่อม E7015 และ E7016 เล็กน้อย และปริมาณของผงเหล็กมีจำนวนอยู่ระหว่าง 25-40% โดยน้ำหนัก สามารถใช้เชื่อมได้ทั้งกระแสไฟ DCEP และกระแสไฟ AC แต่กระแสไฟ DC จะให้ความเร็วการเชื่อมสูงกว่ากระแสไฟ AC การใช้งานได้ออกแบบไว้เหมือนกับลวดเชื่อม E7015 และ E7016 การเชื่อมต้องใช้ระยะอาร์กสั้น

10) ลวดเชื่อม E7028 (Basic หรือ ต่าง) ลวดเชื่อม E7028 มีข้อที่เหมือนกันกับลวดเชื่อม E7018 หลายประการแต่มีข้อแตกต่างจากลวดเชื่อม E7018

ลักษณะส่วนผสมของฟลักซ์หุ้มสำหรับลวดเชื่อมชนิดต่างๆ

ชนิดลวดเชื่อม	ส่วนผสมของสารพอกหุ้ม
EXX027	เหล็กออกไซด์ ซิลิกา แมงกานีสออกไซด์ เฟลสปาร์ เคลล์ ไมก้า แอสเบสทอสคาร์บอนเนต โซเดียมซิลิเกต เฟอร์โรแมงกานีส เฟอร์โรซิลิโคน
EXX000, EXX010, EXX011	เซลลูโลส แอสเบสทอส รูไทล์ คาร์บอนเนต ซิลิเกต
EXX012, EXX013	รูไทล์ เฟลสปาร์ เคลล์ เซลลูโลส ซิลิเกต เฟอร์โรแมงกานีส
EXX014, EXX024	รูไทล์ ผงเหล็ก เฟลสปาร์ คาร์บอนเนต เซลลูโลส เฟอร์โรแมงกานีส ซิลิเกต
EXX018, EXX028 EXX048, EXX015* EXX016*	ฟลูออสปาร์ คาร์บอนเนต ผงเหล็ก เฟอร์โรแมงกานีส เฟอร์โรซิลิกอน ซิลิเกต

หมายเหตุ EXX015 และ EXX016 ไม่มีผงเหล็กผสม

หมายเหตุ EXX012 และ EXX013 มีผงเหล็กผสม

ลักษณะกระแสไฟเชื่อมที่ใช้สำหรับชนิดและขนาดลวดเชื่อม

ช่วงขนาดกระแสไฟเชื่อม (แอมแปร์)													
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดเชื่อม			E6010 and E6012					E6027 and E7027		E7015 and E7016	E7018M and E7018	E7024 and E7028	
In	mm	E6011	E6012	E6013	E6019	E6020	E6022	E7014	E7016	E7018	E7028	E7048	
$\frac{1}{16}$	1.6	-	20 to	20 to	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\frac{5}{64}$	2.0	-	25 to	25 to	25 to	-	-	-	-	-	-	-	-
$\frac{3}{32}^*$	2.4*	40 to	35 to	45 to	50 to	-	-	-	80 to	65 to	70 to	100 to	-
$\frac{1}{8}$	3.2	75 to	80 to	80 to	80 to	100 to	110 to	125 to	110 to	100 to	115 to	140 to	80 to
$\frac{3}{32}$	4.0	110 to	110 to	105 to	130 to	130 to	140 to	160 to	150 to	140 to	150 to	180 to	150 to
$\frac{3}{16}$	4.8	140 to	140 to	150 to	190 to	175 to	170 to	210 to	200 to	180 to	200 to	230 to	210 to
$\frac{7}{32}$	5.6	170 to	200 to	210 to	240 to	225 to	370 to	250 to	260 to	240 to	260 to	275 to	-
$\frac{1}{4}$	6.4	210 to	250 to	250 to	310 to	275 to	-	300 to	330 to	300 to	315 to	335 to	-
$\frac{5}{16}$	8.0	275 to	300 to	320 to	360 to	340 to	-	375 to	390 to	375 to	375 to	400 to	-
		425	500	430	410	450	-	475	500	475	470	525	-



6

การอ่านเอกสาร WPS และ PQR



สาระสำคัญ

WPS ย่อมาจาก Welding Procedure Specification หมายถึงข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมซึ่งได้เขียนและทดลองผลการเชื่อมมาแล้วโดยวิศวกรรมกรรมการเชื่อม WPS เป็นเอกสารคู่มือที่เป็นแนวทางให้ช่างเชื่อมปฏิบัติตาม ในเอกสาร WPS ประกอบไปด้วยเทคนิคการเชื่อม วัสดุงานเชื่อม และพารามิเตอร์ หรือองค์ประกอบในการเชื่อม ช่างเชื่อมต้องทำการเชื่อม ตามที่ WPS กำหนดไว้

PQR ย่อมาจาก Procedure Qualification Record เป็นเอกสารที่ใช้ในการทดสอบกระบวนการเชื่อม ซึ่งรายละเอียดและข้อมูลใน WPS จะเหมือนกับ PQR เมื่อทำการเชื่อมแล้วจึงทำการทดสอบผลจากงานเชื่อม เมื่อผลการทดสอบผ่านตามมาตรฐานหรือเกณฑ์การทดสอบ ซึ่งจะส่งผลทำให้ WPS นั้นสามารถใช้ได้

★ สารการเรียนรู้

1. การอ่านเอกสาร WPS
2. การอ่านเอกสาร PQR

★ สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับการอ่านเอกสาร WPS และ PQR

★ จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อ่านเอกสาร WPS ได้
2. อ่านเอกสาร PQR ได้
3. มีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานเชื่อมโยงและตรวจสอบ โดยใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย



การอ่านเอกสาร WPS

การทำงานเชื่อมเพื่อให้ได้คุณภาพดีนั้น จะต้องควบคุมด้วยเอกสารดังนี้

1) ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม (Welding Procedure Specification; WPS) เป็นเอกสารที่กำหนดรายละเอียดหรือคู่มือการเชื่อม ซึ่งช่างเชื่อมจะต้องดำเนินการเชื่อมตามที่ WPS กำหนดไว้ใน WPS ประกอบไปด้วยกรรมวิธีการเชื่อม ลักษณะของรอยต่อ วัสดุสิ้นเปลืองต่างๆ ได้แก่ โลหะงาน ลวดเชื่อม แก๊สปกคลุม และฟลักซ์ เป็นต้น WPS ยังบอกรายละเอียดของพารามิเตอร์เชื่อมเอาไว้ด้วย ได้แก่ กระแสไฟเชื่อม แรงดันอาร์ก ความดันแก๊ส ความเร็วเชื่อม และเทคนิคการเชื่อม เป็นต้น

2) การทดสอบกระบวนการเชื่อม (Procedure Qualification Record; PQR) เป็นเอกสารที่นำเอาค่ารายละเอียดจาก WPS ไปทำการเชื่อมและทดสอบเพื่อหาความถูกต้องของข้อมูลจาก WPS ที่กำหนดไว้ว่ามีความถูกต้อง

3) การทดสอบฝีมือช่างเชื่อม (Welding Performance Qualification; WPQ) เป็นเอกสารที่นำไปทดสอบหาสมบัติหรือฝีมือช่างเชื่อม ช่างเชื่อมที่สามารถเชื่อมงานตามที่กำหนดผ่านแล้วสามารถไปทำงานเชื่อมตามที่ WPS กำหนดไว้ได้

ព្រះបរមរាជវាំង MBZ បុគ្គលិក

1.1 การอ่านเอกสารข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม (WPS)

เอกสารข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมมีอยู่หลายรูปแบบ สำหรับในหน่วยการเรียนรู้นี้จะยกตัวอย่างมา 2 แบบ ได้แก่ AWS และ ASME

QW-482 Welding PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)	
(See QW-201.1, Section IX, 1974 ASME Boiler and Pressure Vessel Code)	
Company Name _____	
Welding Procedure Specification No. _____ (1)	Date. _____ (2) Supporting PQR No. _____ (5)
Revisions _____ (3)	_____ (4)
_____	_____
Weld Process (es) _____ (6)	Type (s) _____ (7)
JOINTS (QW-402)	POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407)
Groove Design _____ (8)	Temperature _____ (35)
Backing Yes _____ (9) No. _____	Time Range _____ (36)
Backing Material (Type) _____ (10)	Other _____ (37)
Other _____ (11)	_____
Other _____ (11)	_____
Backing Material (Type) _____ (10)	Other _____ (37)
Backing Yes _____ (9) No. _____	Time Range _____ (36)

BASE METALS (QW-403)

P. No. _____ (12) to P. No. _____ (13)

Thickness Range _____ (14)

Pipe Dia. Range _____ (15)

Other _____ (16)

FILLER METALS (QW-404)

F No. _____ (17) Other _____ (18)

P No. _____ (19) Other _____ (20)

Spec No. (SFA) _____ (21)

AWS No. (Class) _____ (22)

Size of Electrode _____ (23)

Size of Filler _____ (24)

Electrode-Flux (Class) _____ (25)

Consumable Insert _____ (26)

Other _____ (27)

POSITION (QW-405)

Position of Groove _____ (28)

Welding Progression _____ (29)

Other _____ (30)

GAS (QW-408)

Shielding Gas (es) _____ (38)

Percent Composition (mixtures) _____ (39)

Flow Rate _____ (40)

Gas Backing _____ (41)

Trailing Shielding Gas Composition

_____ (42)

Other _____ (43)

ELETRICAL CHARACTERISTICS (QW-40)

Current AC or DC _____ (44) Polarity _____ (45)

Amps (Range) _____ (46) Volts (Range) _____ (47)

Other _____ (48)

TECHNNIQUE (QW-410)

String or Weave _____ (49)

Orifice or Gas Cup Size _____ (50)

Initial & Interpass Cleaning (Brushing , Grinding. etc.)

_____ (51)

Method of Back Gouging _____ (52)

Oscillation _____ (53)

Contact Tube to Work Distance _____ (54)

Multiple of Single Pass (per side) _____ (55)

PREHEAT (QW-406)	
Preheat Temp. _____ (31)	Multiple of Single Electrodes _____ (56)
Interpass Temp. _____ (32)	Travel Speed (Range) _____ (57)
Preheat Maintenance _____ (33)	Other _____ (58)
Other _____ (34)	_____

ASME Boiler and Pressure Vessel Code. Section VIII. 1974

ASME Boiler and Pressure Vessel Code. Section VIII. 1974

เอกสาร WPS รูปแบบของ ASME ในแต่ละหมายเลขมีความหมายดังนี้

หมายเลข	ความหมาย
1	เป็นหมายเลขของ WPS นั้นๆ เพื่อใช้ในการค้นหาหรืออ้างอิง
2	วัน/เดือน/ปี ที่จัดทำ WPS
3	หมายเลข WPS ที่ทำการปรับปรุง
4	วัน/เดือน/ปี ที่ทำการปรับปรุง WPS
5	หมายเลขของ POR การทดสอบกระบวนการเชื่อม (POR) ที่นำมาสนับสนุนหรืออ้างอิงผล
6	กระบวนการเชื่อมที่ใช้
7	แบบของการเชื่อม เช่น เชื่อมด้วยมืออัตโนมัติ กึ่งอัตโนมัติ
8	ชนิดของรอยต่อ เช่น ต่อชนต่อฟิลเลต
9	แผ่นรองหลังจะต้องใช้หรือไม่
10	ถ้าใช้แผ่นรองหลังต้องระบุชนิดวัสดุของแผ่นรองหลังด้วย
11	อื่นๆ ถ้ามี
12	วัสดุงาน ระบุตาม P-number เป็นหมายเลขที่กำหนดตาม ASME โดยจัดวัสดุไว้เป็นกลุ่ม ตัวอย่างเมื่อรู้วัสดุ เช่น ASTM แล้วสามารถเทียบหา P-number ได้ และ GROUP-number อีกด้วย
13	เป็นวัสดุที่นำมาต่อกับหมายเลข 12 ถ้าเป็นวัสดุที่นำมาเชื่อมต่อเป็นชนิดเดียวกันกับหมายเลข 12 ก็เขียน P-number เหมือนกับ P-number หมายเลข 12
14	ช่วงความหนาวัสดุที่ WPS นี้ครอบคลุมถึงเช่น 6-15 มิลลิเมตร
15	ช่วงขนาดความโตเส้นผ่านศูนย์กลางท่อที่ครอบคลุมถึง เช่น ท่อเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 6 นิ้วขึ้นไป
16	อื่นๆ

หมายเลข	ความหมาย
17	กลุ่มวัสดุสิ้นเปลือง ได้แก่ ลวดเชื่อม ฟลักซ์และวัสดุแทรกเสริม F-number หมายเลขของลวดเชื่อมตามมาตรฐาน ASME ซึ่งสามารถเทียบกับมาตรฐาน อื่นๆ ได้
18	ในกรณีที่ไม่มี P-number จะใช้ชื่อผู้ผลิตต่อไป
19	P-number เป็นหมายเลขของ ASME ซึ่ง P-number จะแบ่งวัสดุลวดเชื่อมออกตามการ วิเคราะห์ธาตุผสม
20	ในกรณีที่ไม่มี P-number จะใช้ชื่อผู้ผลิตไป
21	หมายเลขรายละเอียด (Specification) ตามมาตรฐาน ASME เช่น SFA 5.17 ถ้าไม่มี หมายเลขรายละเอียดให้กำหนดชื่อการค้าลงไป
22	ชั้นลวดเชื่อมตามมาตรฐาน AWS เช่น AWS E 7016 หรือกำหนดชื่อการค้าในกรณีที่ไม่มี Class-number

๖๖

CJ๙๔๔-๖๓๗๖๔

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการป้องกันและจัดการภัยพิบัติ
กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
กระทรวงมหาดไทย
เลขที่ ๑๐๐ ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงจตุจักร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ๑๐๑๑๐

๖๗

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการป้องกันและจัดการภัยพิบัติ
กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
กระทรวงมหาดไทย
เลขที่ ๑๐๐ ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงจตุจักร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ๑๐๑๑๐

- 23 ช่วงขนาดความโตเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อมที่ใช้ใน WPS นี้
- 24 ช่วงขนาดความโตเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเติมที่ใช้ใน WPS นี้
- 25 ชั้นของฟลักซ์ เช่น AWS F 72-EM 12 K หรืออาจเป็นฟลักซ์พิเศษ
- 26 รายการวัสดุสิ้นเปลืองเพิ่มเติม
- 27 อื่นๆเช่นส่วนผสมของวัสดุสิ้นเปลืองเพิ่มเติม
- 28 ตำแหน่งท่าเชื่อม เช่น 2G 6G เป็นต้น
- 29 ทิศทางการเชื่อม เช่น ทำตั้งเชื่อมขึ้น ทำตั้งเชื่อมลง
- 30 อื่นๆ เช่น ฟิวส์ 2F 3F เป็นต้น
- 31 การให้ความร้อนก่อนเชื่อม (Preheat ช่วงอุณหภูมิให้ความร้อนก่อนเชื่อมที่ครอบคลุม WPS
- 32 ช่วงอุณหภูมิระหว่างชั้นรอยเชื่อม (Interpass temperature) ที่ครอบคลุม WPS นี้
- 33 ช่วงอุณหภูมิที่ต้องคงไว้
- 34 อื่นๆ
- 35 อุณหภูมิให้ความร้อนหลังเชื่อม ช่วงอุณหภูมิให้ความร้อนหลังเชื่อม ที่ครอบคลุม WPS นี้
- 36 ช่วงเวลาให้ความร้อนหลังเชื่อม (Post-heat treat temperature)ที่ครอบคลุม WPS นี้
- 37 อื่นๆ
- 38 แก๊สปกคลุม ชนิดของแก๊สปกคลุม ได้แก่ อาร์กอน CO_2 และแก๊สผสม
- 39 เปอร์เซนต์ของแก๊สผสม
- 40 ช่วงอัตราการไหลของแก๊สผสม

หมายเลข	ความหมาย
41	แก๊สรองหลัง
42	แก๊สปกคลุมตามหลัง
43	อื่นๆ เช่น อัตราการไหลของแก๊สรองหลัง หรืออัตราการไหลของแก๊สตามหลัง
44	คุณลักษณะกระแสเชื่อม กระแสไฟ DC หรือ AC
45	ขั้วไฟเชื่อม ได้แก่ DCEN หรือ DCEP
46	ช่วงกระแสเชื่อม
47	ช่วงแรงดันอาร์ก
48	อื่นๆ ได้แก่ Square Wave Puls เป็นต้น
49	ชนิดเทคนิคการเชื่อมที่ครอบคลุม WPS นี้ได้แก่ เดินแนวเส้นเชือกหรือไม่สายลวดเชื่อม กับชนิดที่สายลวดเชื่อม
50	ช่วงขนาดของ Nozzle ควบคุมแก๊สปกคลุม
51	รายการที่ต้องทำความสะอาดใน WPS นี้
52	วิธีการเซาร่องด้านหลัง เช่น หินเจียรใน คาร์บอนอาร์ก สกัด แปรงลวด เป็นต้น
53	รายละเอียดของการส่ายลวดเชื่อม เช่น ความกว้างและความเร็วในการส่ายหรือความถี่
54	ช่วงระยะห่างระหว่างปลายหลอดนำลวดกับชิ้นงาน
55	เชื่อมแนวเดียว หรือหลายแนวซ้อน ในแต่ละด้านของรอยต่อ
56	ลวดเชื่อมที่เชื่อม เส้นเดียวหรือหลายเส้น
57	ความเร็วในการเชื่อม
58	อื่นๆ

1.2 ตัวอย่าง ASME Welding Procedure Specifications (WPS) – Sheet 1

ตัวอย่าง WPS จริง

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)

Welding Procedure Specifications No : Practic Date :

TITLE :

Welding SMAW of plate to plate

SCOPE :

This procedure is applicable V-groove plate with a backing strip within the range of 3/16 in. (4.7 mm.) through 3/4 in. (19 mm) Welding may be performed in the

Following position : 3G

BASE METAL :

The base metal shall conform to Carbon Steel M -1 or P-1 , Group 1 or 2

Backing material Specification Carbon Steel M-1 or P-1 , Group 1 , 2 or 3

FILLER METAL :

The filler metal shall conform to AWS specification No. E7018 from AWS specification

A5.1 . This filler metal fall into F-number F-4 and A-number A-1

SHIELDING METAL :

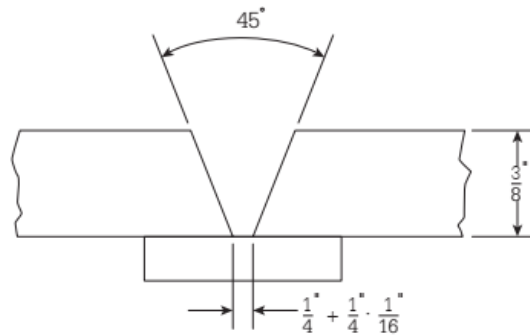
The shielding gas, or gases ,shall conform to the following composition and purity:

N/A

JOINT DESIGN AND TOLERANCES :

JOINT DESIGN AND TOLERANCES :

N/A



PREPARATION OF BASE METAL :

The bevel is to be flame cut on the edge of the plate before the parts are assembled . The beveled surface must be smooth and free of notches. Any roughness or notches that are deeper than 1/64 in. (0.4 mm) must be ground smooth.

All hydrocarbons and other contaminations, such as cutting fluids, grease, oil, and primers, must be cleaned off all parts and filler metals before welding. This cleaning can be done with any suitable solvents or detergents. The backing strip, groove face, and inside and outside plate surface must be done with a wire brush or grinder down to bright metal.

ELECTICAL CHARACTERISTICS :

The current shall be Direct Current Electrode Positive (DCEP) . The base metal shall be on the negative side of the line.

Welds	Filler Metal Dia	Current	Amperage Range
Tack	3/32 in. (2.6 mm)	DCEP	70 to 115
Root	1/8 in. (3.2 mm)	DCEP	115 to 165
Filler	5/32 in. (4 mm)	DCEP	150 to 220

Elect	2/32 in (1 mm)	DCEP	120 to 150
Root	1/8 in (3.2 mm)	DCEP	115 to 165
Filler	5/32 in (4 mm)	DCEP	150 to 220

PREHEAT :

The part must be heated to a temperature higher than 50 °F (10 °C) before any welding is started.

BACKING GAS :

N/A

SAFETY :

Proper protective clothing and equipment be used. The area must be free of all hazards that can affect the welding or others in the area. The welding machine, welding leads, work clamp, electrode holder, and other equipment must be in safe working order.

WELDING TECHNIQUE :

Tack weld the plates together with the backing strip. There should be about a 1/4-in. (6 mm) root gap between the plates. Use the E7018 arc welding electrodes to make a root pass to fuse the plates and backing strip together. Clean the slag from the root pass, being sure to remove any trapped slag along the sides of the weld.

Using the E7018 arc welding electrode, make a series of stringer or weave filler welds, no thicker than 1/4 in. (6.4 mm), in the groove until the joint is filled

INTERPASS TEMPERATURE :

The plate should not be heated to a temperature higher than 350 °F (175 °C) during the welding process. After each weld pass is completed, allow it cool but never to a temperature below 50 °F (10 °C). The weldment must not be quenched in water

CLEANING :

The slag must be cleaned off between passes. The weld beads may be cleaned by a hand wire brush, a hand chipping, a punch and hammer, or a needle-scaler. All weld cleaning must be performed with the test plate in the welding position. A grinder may not be used to remove weld control problems such as undercut, overlap, or trapped slag.

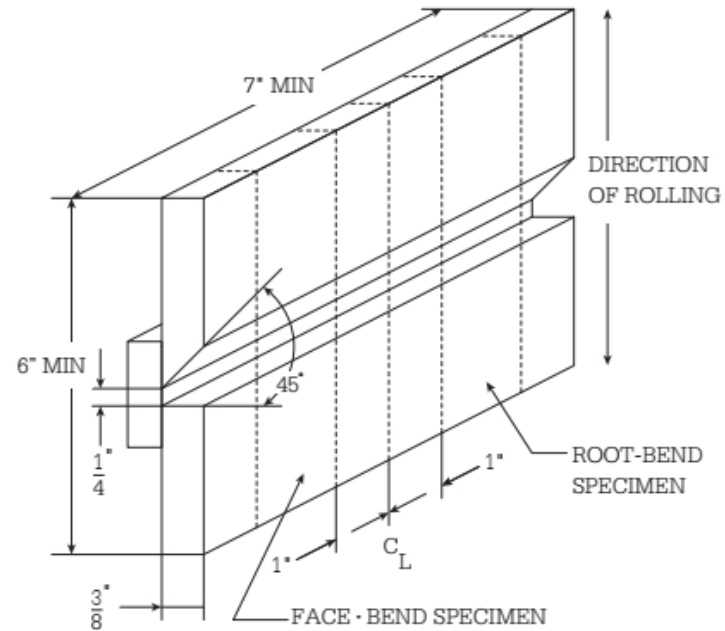
INSPECTION :

Visually inspect the weld for uniformity and discontinuities. There shall be no cracks, no incomplete fusion, and no overlap. Undercut shall not exceed the lesser of 10% of the base metal thickness or length, and the maximum diameter shall not exceed $\frac{3}{32}$ in. (2.4 mm)

REPAIR :

No repairs of defects are allowed.

SKETCHES :



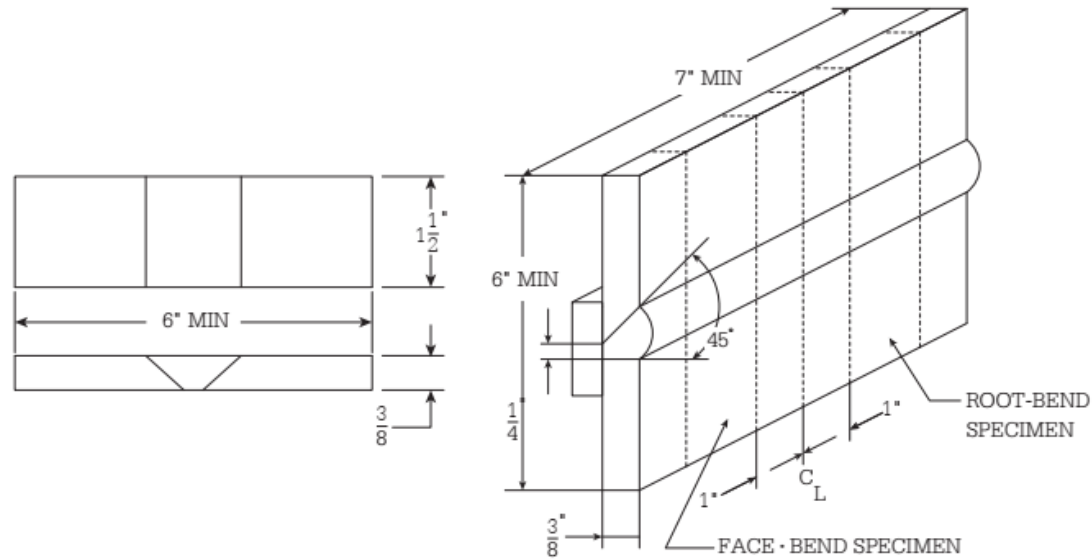
BEND TEST :

The weld is to be mechanically tested only after it has passed the visual inspection. Be sure that the test specimen are properly marked to identify the welder, the position, and the process.

SPECIMEN PREPARATION :

For $\frac{3}{8}$ -in. test plates two specimens are to be located in accordance with requirements. One is to be prepared for a "Transverse Face-Bend" and the other is to be prepared for a "Transverse Root-Bend."

◆ Transverse Face-Bend. The weld is perpendicular to the longitudinal axis of the specimen and is bent so that the weld face becomes the tension surface of the specimen. Transverse "Transverse Root-Bend."



◆ Transverse Root-Bend. The weld is perpendicular to the longitudinal axis of the specimen and bent so that the weld root becomes the tension surface of the specimen. Transverse face-bent specimens shall comply with the requirements of

ACCEPTANCE CRITERIA FOR BEND TEST :

No single surface indication shall exceed 1/8 in. (3.2 mm) measured in any direction.

The sum of the greatest dimensions of all indications on the surface that exceed 1/32 in. (0.8 mm) but are less than or equal to 1/8 (3.2 mm) shall not exceed 3/8 in. (9.6 mm).

2.

การอ่านเอกสาร PQR

การอ่านเอกสารการทดสอบกระบวนการเชื่อม (PQR) มีรายละเอียดทั้งพารามิเตอร์และเทคนิค การเชื่อมเหมือนกับ WPS ที่ต้องการทดสอบ ในหน่วยนี้นำเสนอ 2 รูปแบบคือ ASME และ AWS มีรายละเอียดดังนี้

เอกสารการทดสอบกระบวนการเชื่อม (PQR)

QW-483 PROCEDURE SPECIFICATION RECORD (PQR)

(See QW-201.1, Section IX, 1974 ASME Boiler and Pressure Vessel Code)

Company Name _____

Procedure Specification No. _____ (1) _____ Date. _____ (2) _____

WPS No. _____ (3) _____

Welding Process (es) _____ (4) _____

Types (Manual, Automatic, Semi-Auto _____ (5) _____

JOINTS (QW-402) _____ (6) _____

Groove Design Used _____

BASE METALS (QW-403)

Material Spec. _____ (7)

Type or Grade _____ (8)

P No. _____ (9) to P. No. _____ (10)

Thickness _____ (11)

Diameter _____ (12)

Other _____ (13)

FILLER METALS (QW-404)

Weld Metal Analysis A No. _____ (14)

Size of Electrode _____ (15)

Filler Metal F number _____ (16)

SFA Specification _____ (17)

AWS Classification _____ (18)

Other _____ (19)

POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407)

Temperature _____ (26)

Time Range _____ (27)

Other _____ (28)

GAS (QW-408)

Shielding Gas (es) _____ (29)

Percent Composition (mixtures) _____ (30)

Other _____ (31)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)

Current _____ (32)

Polarity _____ (33)

Amps _____ (34) Volts _____ (35)

Other _____ (36)

TECHNIQUE (QW-410)

Travel Speed _____ (37)

String or Weave Bead _____ (38)

Oscillation _____ (39)

Oscillation _____ (39)

POSITION (QW-405)

Position of Groove _____ (20)

Weld Progression (Uphill.Downhill) _____ (21)

Other _____ (22)

PREHEAT (QW-406)

Preheat Temp. _____ (23)

Interpass Temp _____ (24)

Other _____ (25)

Multipass or Single Pass (per side)

_____ (40)

Single or Multiple Electrodes _____ (41)

Other _____ (42)

QW-483 (Back)

Tensile Test (QW-150)

Specimen No.	Dia. Of Width	Thickness	Area	Ultimate Total Load (16)	Ultimate Total Load (16/In ²)	Character Of Failure & Location
(43)	(44)	(5)	(46)	(47)	(48)	(49)

GUIDE BEND TESTS (QW-160)

Type and Figure No.	Result
(50)	(52)
(51)	
(53)	

TOUGHNESS TESTS (QW-170)

Specimen No.	Notch Location	Notch Type	Test Temp	Impact Values	Lateral Exp.		Drop Weight	
					% Shear	Mils	Break	No Break
(54)	(55)	(56)	(57)	(58)	(59)	(60)	(61)	(62)
(63)								

FILLET WELD TEST (QW-180)

Result - Satisfactory : Yes _____ (64) _____ No Penetration into Parent Metal : Yes _____ (65) _____ No
Type and Character of Failure _____ (66) _____ Macro - Results _____ (7)

OTHER TESTS

Type of Test _____ (68) _____

Deposit Analysis _____ (69) _____

Other _____ (70) _____

Welder ,s Name _____ (71) _____ Clock No. _____ (72) _____ Stamp No. _____ (73) _____

Test conducted by : _____ (74) _____ Laboratory Test No. _____ (75) _____

We certify that statements in this record are correct and the test welds were prepared,welded
And tested in accordance with the requirements of Section IX of the ASME Code.

Manufacture _____ (76) _____

Date _____ (77) _____ By _____ (78) _____

(Detail of record of test are illustrative only and may be modified to conform to the type and Number
of tests required by the code.)

เอกสาร PQR รูปแบบของ ASME ในแต่ละหมายเลขมีความหมายดังนี้

หมายเลข	ความหมาย
1	เอกสารทดสอบกระบวนการเชื่อม (PQR) ซึ่งเป็นหมายเลขเฉพาะของแต่ละ PQR
2	วันที่ได้รับรองและอนุมัติ PQR
3	หมายเลข WPS ที่ใช้ PQR นี้รับรอง
4	กระบวนการเชื่อมที่ใช้ เช่น GMAW , SMAW , SAW , GTAW เป็นต้น
5	แบบของการเชื่อมที่ใช้ เช่น เชื่อมด้วยมือ (Manual) เชื่อมอัตโนมัติ (Automatic) กึ่งอัตโนมัติ (Semi-Auto)
6	ลักษณะของรอยต่อที่เชื่อมเพื่อการรับรอง โดยเขียนภาพรอยต่อและบรรยายรายละเอียดตลอดจนรายละเอียดของแผ่นหลัง (Backing) โลหะงาน (Base Metal)
7	รายละเอียดที่กำหนดของวัสดุ ตามมาตรฐาน ASME เช่น SA-515
8	ชนิดหรือเกรดของวัสดุ เช่น เกรด 70
9	P นัมเบอร์ของวัสดุงานเชื่อมตามมาตรฐาน ASME
10	P นัมเบอร์ของวัสดุที่จะนำมาเชื่อมตามมาตรฐาน ASME
11	ความหนาวัสดุที่เชื่อม
12	ขนาดความโตเส้นผ่านศูนย์กลางท่อที่ใช้
13	อื่นๆ

โลหะเติม (Filler Metal)

- 14 ส่วนผสมของธาตุในเนื้อเชื่อมหรือรอยเชื่อม กำหนดเป็น A-number
- 15 ขนาดความโตเส้นผ่านศูนย์กลางลวดเชื่อมที่ใช้ใน PQR
- 16 F นัมเบอร์ แบ่งตามมาตรฐาน ASME
- 17 รายละเอียดที่กำหนดของวัสดุลวดเติม (Specification) ตามมาตรฐาน ASME เช่น SFA 5.18 หรือกำหนดตามชื่อการค้า ถ้า SFA ไม่ได้กำหนดไว้
- 18 การแบ่งชั้นลวดเชื่อมตามมาตรฐาน AWS เช่น E 6013, E 7016 เป็นต้น แต่ถ้าไม่มีกำหนดไว้ให้ใช้ชื่อการค้าของลวดเชื่อมนั้นๆ แทน
- 19 อื่นๆ

ตำแหน่งท่าเชื่อม (Welding Position)

- 20 ตำแหน่งของร่องบาก เช่น บากตัววีด้านเดียว บากวีสองด้าน บากยูด้านเดียว เป็นต้น
- 21 ทิศทางการเชื่อม เช่น ทำตั้งเชื่อมขึ้น ทำตั้งเชื่อมลง เป็นต้น
- 22 อื่นๆ

SS อูมป

SJ มุขมวบมวเออร เอร มุขมวเออรมว มุขมวเออรหยว ฅมมม

SO มุขมวมวอวอวอว เอร มวบมวอวอวอว มวบมวอวอว มวบมวอวอว ฅมมม

หมายเลข	ความหมาย
23	การให้ความร้อนก่อนเชื่อม (Preheat)
24	อุณหภูมิการให้ความร้อนก่อนเชื่อม
25	ช่วงอุณหภูมิระหว่างชั้นรอยเชื่อม อื่นๆ
26	การให้ความร้อนเพื่อปรับปรุงสมบัติหลังเชื่อม (Post weld Heat Treatment)
27	อุณหภูมิการให้ความร้อนหลังเชื่อม
28	ช่วงอุณหภูมิระหว่างชั้นรอยเชื่อม อื่นๆ
29	แก๊สปกคลุม (Gas Shield)
30	ชนิดของแก๊สปกคลุม เช่น แก๊สอาร์กอน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สผสม เป็นต้น
31	ส่วนผสมของแก๊สผสม เช่น 25% อาร์กอน - 75% CO2 เป็นต้น อื่นๆ

32	อุณหภูมิต่ำสุด
33	อุณหภูมิสูงสุด
34	อุณหภูมิของแก๊สปกคลุม
35	อุณหภูมิของแก๊สปกคลุม
36	อุณหภูมิของแก๊สปกคลุม
37	อุณหภูมิของแก๊สปกคลุม
38	อุณหภูมิของแก๊สปกคลุม
39	อุณหภูมิของแก๊สปกคลุม
40	อุณหภูมิของแก๊สปกคลุม
41	อุณหภูมิของแก๊สปกคลุม
42	อุณหภูมิของแก๊สปกคลุม

32	คุณลักษณะทางไฟฟ้า (Electrical Characteristics)
33	กระแสไฟเชื่อมที่ใช้ เช่น AC DC เป็นต้น
34	ขั้วไฟฟ้า
35	จำนวนแอมป์
36	จำนวนโวลต์
37	อื่นๆ
38	ความเร็วในการเชื่อม
39	การเดินแนวเส้นเชื่อมหรือสายแนวเชื่อม
40	การลวดเชื่อม เช่น ความกว้าง การหยุดขอบรอยเชื่อม ความถี่ในการลวด เป็นต้น
41	เชื่อมซ้อนแนว เชื่อมแนวเดียว ในแต่ละด้านของงานเชื่อม (Per-side)
42	จำนวนลวดเชื่อม เชื่อมทีละเส้น หรือเชื่อมพร้อมกันหลายๆเส้น อื่นๆ
43	การทดสอบแรงดึง (Tensile Test)
44	หมายเลขของชิ้นงานทดสอบ
45	ขนาดความกว้างหรือขนาดความโต เส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นทดสอบ
46	ความหนาของชิ้นงานทดสอบ
47	พื้นที่หน้าตัดของชิ้นงานทดสอบ
48	แรงดึงทดสอบสูงสุด มีหน่วยเป็นปอนด์
49	ค่าความเค้นแรงดึงสูงสุด มีหน่วยเป็นปอนด์/ตารางนิ้ว
50	ลักษณะของรอยขาดและตำแหน่งการขาด
51	หมายเลขชิ้นทดสอบ

52	หมายเลขของชิ้นงานทดสอบ
----	------------------------

หมายเลข	ความหมาย
	การทดสอบการดัดโค้ง (Guide Bend Test)
51	ชนิดการทดสอบและภาพหมายเลข เช่นการทดสอบ Face band หรือ Root band เป็นต้น
52	ผลของการทดสอบ ถ้าผ่านคือ No Defect
52	ทำการทดสอบซ้ำตามหมายเลข 51-52
	การทดสอบด้วยแรงกระแทก (Toughness Test)
53	หมายเลขของชิ้นงานทดสอบ
55	ตำแหน่งของรอยบาก
56	ชนิดของรอยบาก
57	อุณหภูมิที่ใช้ทดสอบชิ้นทดสอบ
58	ค่าของแรงกระแทกที่ได้
59	เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉือนที่เกิดจากรอยต่อ
60	ขนาดของการขยายตัวด้านข้างของหน้าตัดรอยแตก
61	น้ำหนักกระแทก เมื่อขึ้นทดสอบแตกหัก
62	น้ำหนักกระแทก เมื่อขึ้นงานไม่แตกหัก
63	ขึ้นทดสอบซ้ำ ทำเหมือนขั้นตอนลำดับ 54-62

๕3	ผู้ทดสอบ
๕5	ผู้ตรวจสอบ
๕๖	ผู้ตรวจสอบ
๕๗	ผู้ตรวจสอบ
๕๘	ผู้ตรวจสอบ
๕๙	ผู้ตรวจสอบ
๖๐	ผู้ตรวจสอบ
๖๑	ผู้ตรวจสอบ
๖๒	ผู้ตรวจสอบ
๖๓	ผู้ตรวจสอบ

	การทดสอบรอยเชื่อมฟิลเลต
64	ความพอใจผลการทดสอบ Yes..... No.
65	การซึมลึกเข้าไปในเนื้อโลหะงาน Yes..... No.
66	ชนิดและคุณลักษณะของรอยแตกหัก
67	ผลการทดสอบมหภาค
	การทดสอบอื่นๆ
68	ชนิดของการทดสอบ
69	ผลการทดสอบส่วนผสม
70	อื่นๆ
71	ชื่อช่างเชื่อม
72	Clock number. เป็นหมายเลขที่เลือกเพิ่มเติม
73	หมายเลขของช่างเชื่อม
74	ผู้ดำเนินการทดสอบ
75	หมายเลขการทดสอบในห้องทดลอง
76	ชื่อผู้ผลิตหรือคู่สัญญา
77	วัน/เดือน/ปี จัดทำ PQR
78	ลงชื่อผู้มีอำนาจ ผู้ผลิต หรือคู่สัญญา

7

ข้อบกพร่องในงาน
เชื่อมอาร์กด้วยลวด
เชื่อมหุ้มฟลักซ์



สาระสำคัญ

ผู้ที่ปฏิบัติงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ จะพบเห็นข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในงานเชื่อม อยู่บ่อยๆ ซึ่งสาเหตุดังกล่าวอาจจะมาจากเทคนิควิธีการเชื่อม และองค์ประกอบอื่นๆ ที่ผู้ปฏิบัติงาน ยังมีความรู้ ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งรอยเชื่อมที่ได้จะมีคุณภาพต่ำ ขาดความแข็งแรง เพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องศึกษาเทคนิคการเชื่อมต่างๆ วิธีการตลอดจนเข้าใจถึงสาเหตุ ของข้อบกพร่องและวิธีการแก้ไข

สารการเรียนรู้

1. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. ชนิดข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. ลักษณะข้อบกพร่อง สาเหตุ และวิธีแก้ไข

สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้
2. จำแนกชนิดบอกชนิดข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้
3. บอกลักษณะสาเหตุ ข้อบกพร่อง และวิธีแก้ไขได้
4. มีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานเชื่อมและตรวจสอบ โดยใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย



1.

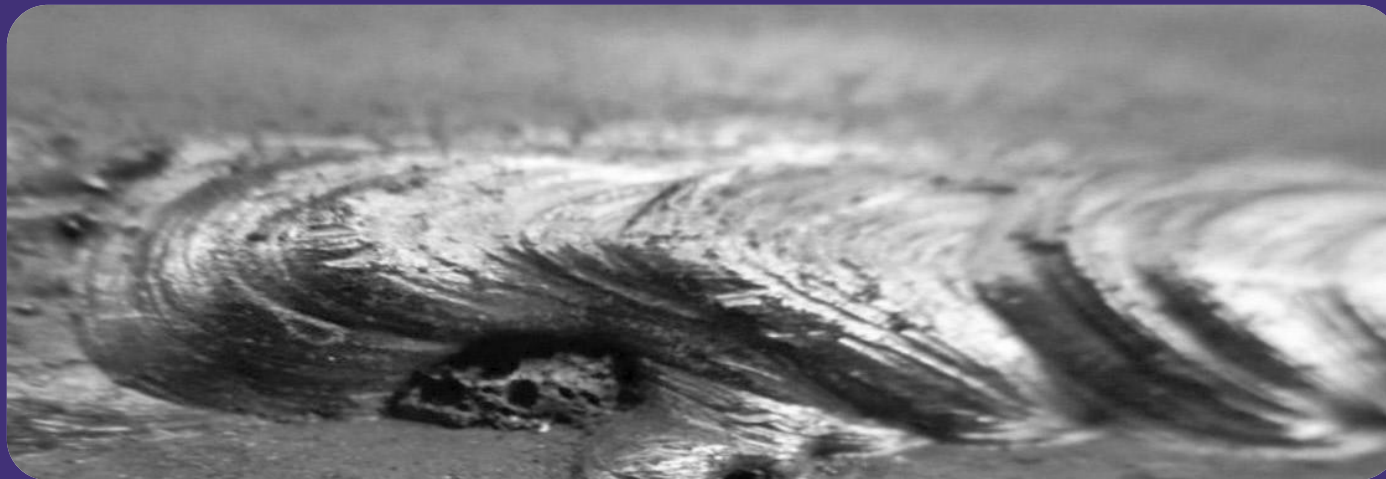
ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ หมายถึงลักษณะที่ไม่พึงต้องการที่อาจเกิดขึ้นในขณะทำการเชื่อม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อรอยเชื่อมและประสิทธิภาพของชิ้นงานนั้นๆ

2.

ชนิดข้อบกพร่องในงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

2.1 สแลกฝังในรอยเชื่อม (Slag Inclusion)



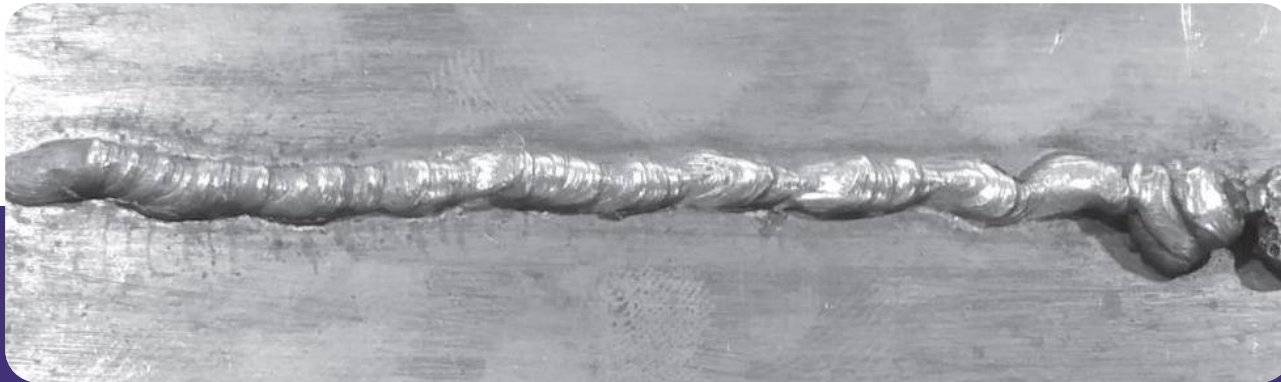
ลักษณะสแลกฝังในรอยเชื่อม

2.2 ฟองอากาศในรอยเชื่อม (Porosity)

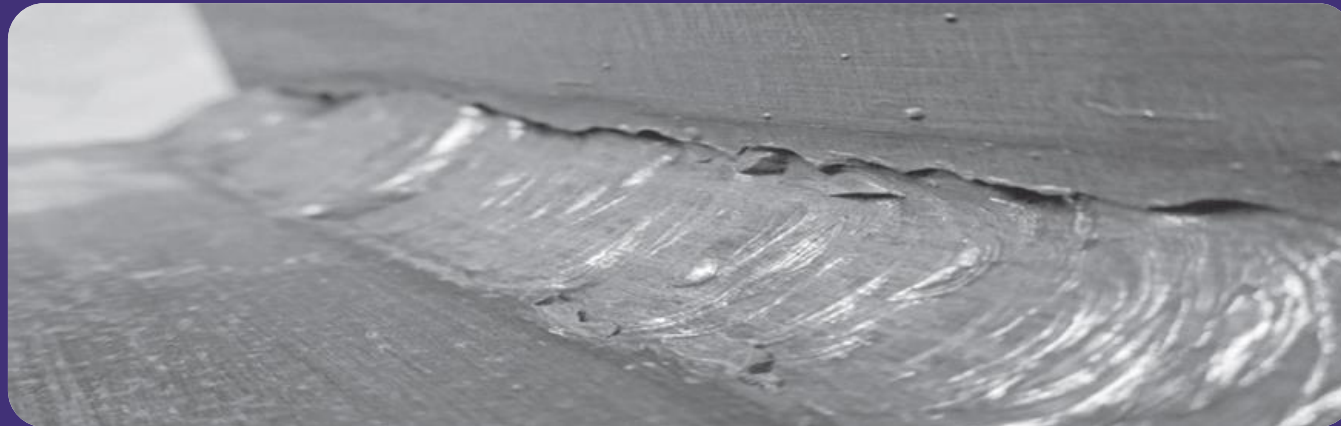


- 1) ฟองอากาศแบบกระจาย (Uniformly scattered porosity)
- 2) ฟองอากาศแบบรวมกลุ่ม (Cluster porosity)
- 3) ฟองอากาศตามแนวยาว (Linear porosity)
- 4) ฟองอากาศเป็นโพรง (Piping porosity)

2.3 การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ (Incomplete Fusion)



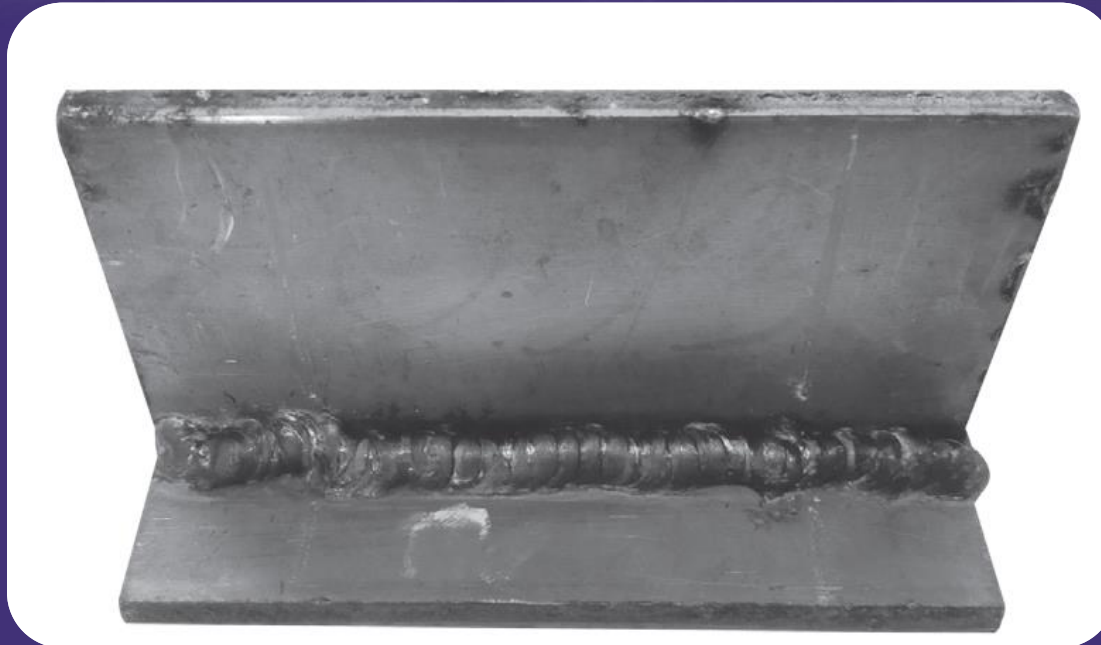
2.4 รอยกัดแห้ว (Undercut)



2.5 รอยเชื่อมพอกเกย (Overlap)

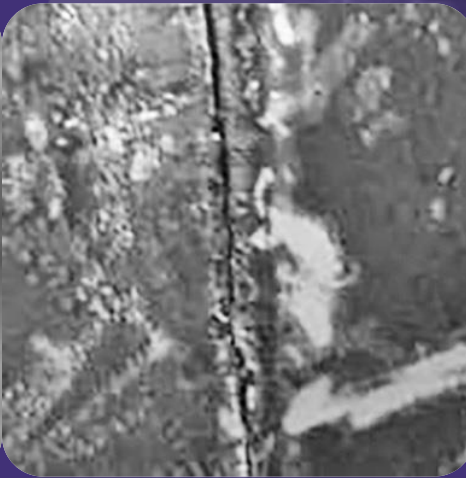
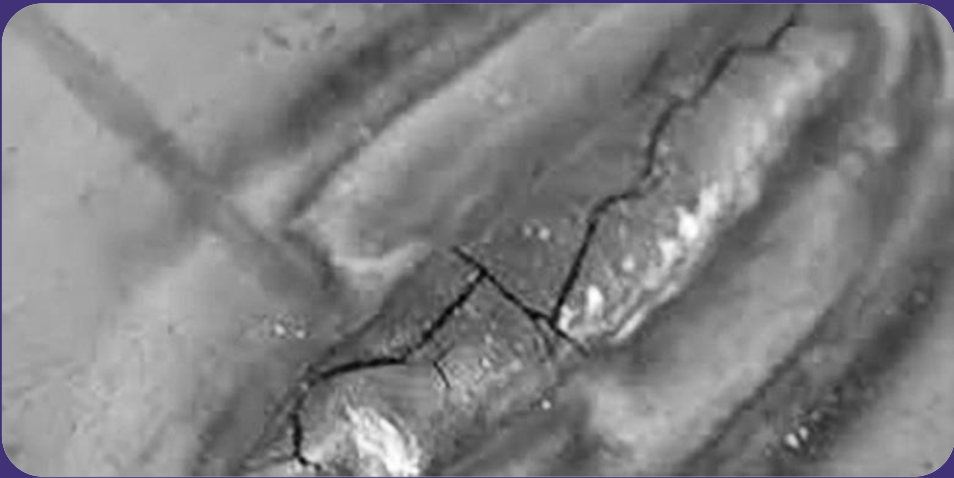


2.6 รอยต่อไม่หลอมละลาย (Incomplete Penetration)



2.7 รอยเชื่อมไม่เต็ม (Under Fill)

2.8 รอยแตก (Crack)



- 1) รอยแตกตามยาว (Longitudinal Cracks)
- 2) รอยแตกตามขวาง (Transverse Cracks)
- 3) รอยแตกที่บ่อหลอมละลาย (Crater Cracks)

4) รอยแตกที่ไทรด (Throat Cracks)

5) รอยแตกที่โตะ (Toe Cracks)

6) รอยแตกที่ราก (Root Cracks)

7) รอยแตกใต้รอยเชื่อม และเขตที่มีผลกระทบเนื่องจากความร้อน (Under bead and Heat Affected Zone Cracks)

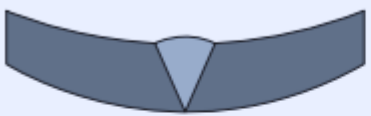
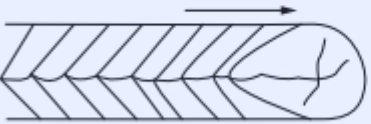
3.

ลักษณะข้อบกพร่อง สาเหตุ และวิธีแก้ไข

ลักษณะข้อบกพร่อง สาเหตุ และวิธีแก้ไข

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
 การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ (Incomplete Fusion)	1. ปรับกระแสไฟต่ำเกินไป 2. ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมไม่ถูกต้อง 3. ใช้ลวดเชื่อมผิดประเภท 4. ระยะอาร์กยาวมากเกินไป	1. ปรับกระแสไฟให้ถูกต้อง 2. ปรับการเดินลวดเชื่อมให้ถูกต้อง 3. ใช้ลวดเชื่อมให้ถูกต้อง 4. ใช้ระยะอาร์กให้ถูกต้อง
 การซึมลึกไม่สมบูรณ์ (Incomplete penetration)	1. ปรับกระแสไฟต่ำเกินไป 2. เดินลวดเชื่อมเร็วเกินไป 3. ให้ลวดเชื่อมขนาดโตเกินไป 4. ชี้นงานสกปรก 5. ช่องเว้นของรอยต่อน้อยเกินไป	1. ปรับกระแสไฟให้ถูกต้อง 2. เดินลวดเชื่อมให้ช้าลง 3. เลือกขนาดลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับความหนาของงาน 4. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนเชื่อม 5. ปรับระยะรอยต่อให้เหมาะสม

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
 การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ (Incomplete Fusion)	1. ปรับกระแสไฟต่ำเกินไป 2. ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมไม่ถูกต้อง 3. ใช้ลวดเชื่อมผิดประเภท 4. ระยะอาร์กยาวมากเกินไป	1. ปรับกระแสไฟให้ถูกต้อง 2. ปรับการเดินลวดเชื่อมให้ถูกต้อง 3. ใช้ลวดเชื่อมให้ถูกต้อง 4. ใช้ระยะอาร์กให้ถูกต้อง
 การซึมลึกไม่สมบูรณ์ (Incomplete penetration)	1. ปรับกระแสไฟต่ำเกินไป 2. เดินลวดเชื่อมเร็วเกินไป 3. ให้ลวดเชื่อมขนาดโตเกินไป 4. ชี้นงานสกปรก 5. ช่องเว้นของรอยต่อน้อยเกินไป	1. ปรับกระแสไฟให้ถูกต้อง 2. เดินลวดเชื่อมให้ช้าลง 3. เลือกขนาดลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับความหนาของงาน 4. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนเชื่อม 5. ปรับระยะรอยต่อให้เหมาะสม

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
 การบิดงอ (Distortion)	1. การให้ความร้อนไม่สม่ำเสมอ 2. ให้ความร้อนมากเกินไป 3. เตรียมรอยต่อไม่เหมาะสม	1. เชื่อมยึดหรือใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานไว้ 2. ระหว่างเตรียมงานเผื่อระยะที่จะหดหรือขยายตัวไว้ 3. การขจัดความเครียดออกจากชิ้นงานซึ่งผ่านการอัดหรือแปลงรูปมาก่อนจะช่วยลดการบิดได้
 การโก่งงอ (Warping)	1. รอยเชื่อมหดตัว 2. ให้ความร้อนที่จุดใดจุดหนึ่งบนรอยต่อมากเกินไป 3. เตรียมรอยต่อไม่เหมาะสม 4. การยึดชิ้นงานไม่ดี	1. เลือกลวดเชื่อมที่สามารถเชื่อมได้เร็วและการซึมลึกปานกลาง 2. พยายามเชื่อมให้เร็ว 3. อย่าเผื่อช่องว่างระหว่างงานให้มากเกินไป 4. จับยึดชิ้นงานให้แน่น
 การแตกที่แอ่งปลายรอยเชื่อม (Crater Cracks)	1. เดินลวดเชื่อมไม่ถูกวิธี 2. ใช้ระยะอาร์กยาวเกินไปขณะถึงปลายรอยเชื่อม(จะเกิดขึ้นกับการเชื่อมชิ้นงานบางและแนวฟิลเล็ทที่เว้าเข้า)	1. เดินลวดเชื่อมย้อนกลับนิดหนึ่งเมื่อถึงปลายรอยเชื่อม 2. ใช้ระยะอาร์กให้ชิดกว่าปกติเมื่อถึงปลายรอยเชื่อม



8

การตรวจสอบงาน
เชื่อมอาร์ก
ด้วยวิธีการพินิจ

สาระสำคัญ

การตรวจสอบงานเชื่อนั้นไม่สามารถที่จะทราบได้ว่างานเชื่อมที่ได้มีคุณภาพตรงตามความต้องการหรือไม่ ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบ ซึ่งวิธีการตรวจสอบเริ่มตั้งแต่ง่ายโดยที่ช่างเชื่อมสามารถตรวจสอบได้เอง และการตรวจสอบที่ต้องการคุณภาพที่สูงขึ้นไปอีกคือการใช้เครื่องมือชนิดพิเศษซึ่งจะมีราคาแพง

✦ สารการเรียนรู้

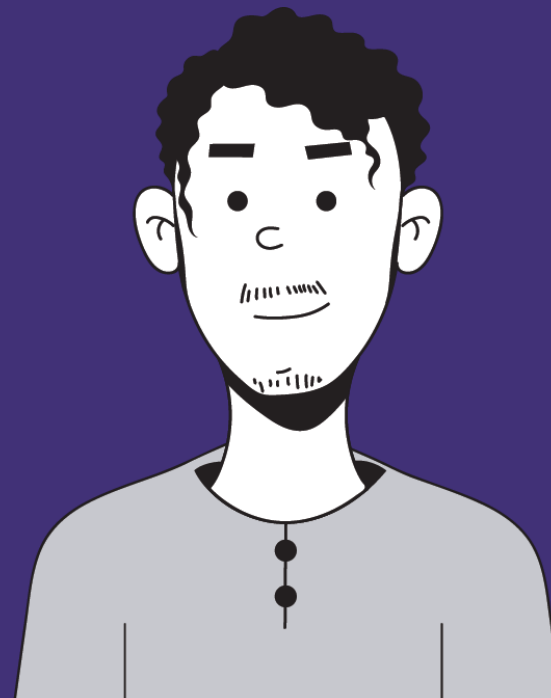
1. ลักษณะการตรวจสอบงานเชื่อมด้วยวิธีการพินิจ
2. การทดสอบงานเชื่อมด้วยวิธีการดัดงอ

✦ สมรรถนะประจำหน่วย

แสดงความรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

✦ จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายลักษณะการตรวจสอบงานเชื่อมด้วยวิธีการพินิจได้
2. อธิบายการทดสอบงานเชื่อมด้วยวิธีการดัดงอได้
3. มีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานเชื่อมและตรวจสอบ โดยใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย



1.

ลักษณะการตรวจสอบงานเชื่อมด้วยวิธีการพินิจ

1.1

ประเภทของการตรวจพินิจ

แบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

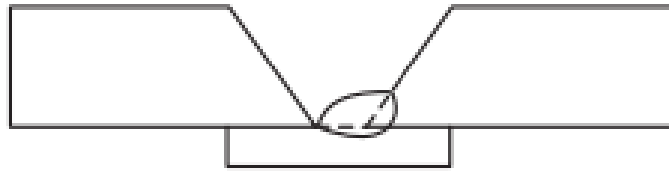
1) การตรวจพินิจโดยตรง (Direct Observation Testing) โดยสายตาของผู้ทดสอบและชิ้นงานต้องอยู่ห่างไม่เกิน 600 มิลลิเมตร โดยที่แนวสายตาและผิวหน้าของวัสดุทำมุมกันไม่ต่ำกว่า 30 องศาในกรณีที่ต้องการเพิ่มมุมของพื้นที่ของการมองเห็นอนุญาตให้ใช้กระจกสะท้อนได้ บริเวณที่ทดสอบควรมีความสว่างไม่น้อยกว่า 1000 lux

2) การตรวจพินิจโดยอ้อม (Indirect Observation Testing) ใช้ในกรณีที่ไม่สามารถใช้การตรวจพินิจโดยตรงได้ สามารถใช้การตรวจพินิจโดยอ้อมแทน เช่น Bore Scope Video Camera หรือ Telescope ช่วยการมองเห็นในที่เข้าไม่ถึงภาพประกอบ การตรวจพินิจรอยเชื่อมท่อ ทำการวัดความหนาของรอยเชื่อมด้วยเกจวัดรอยเชื่อม Picture: Measurement of weld reinforcement by a welding gage

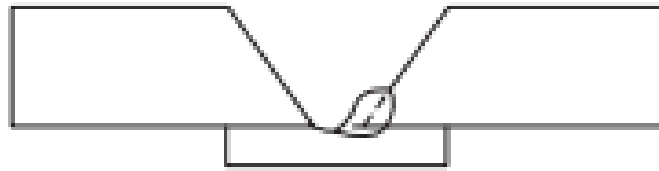
1.2 ขั้นตอนการตรวจสอบด้วยวิธีการพินิจ แบ่งออกได้ดังนี้

- 1) **การตรวจสอบก่อนเชื่อม** เป็นการตรวจสอบก่อนเชื่อมที่มีความสำคัญ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นภายหลังการเชื่อมประกอบงาน การตรวจสอบที่ต้องกระทำขั้นตอนแรกของการเริ่มงานใหม่ คือการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมทั้งหมด ได้แก่ แบบงาน มาตรฐานเฉพาะ มาตรฐานทั่วไป และวิธีดำเนินการ เอกสารต่างๆ จะมีประโยชน์สำหรับผู้ตรวจสอบให้สาระสำคัญที่จะทำให้ผู้ตรวจสอบให้สาระสำคัญที่จะทำให้ผู้ตรวจสอบรู้ว่าอะไรเมื่อไร ที่ไหน และตรวจสอบอย่างไร
- 2) **การตรวจสอบขณะเชื่อม** การตรวจสอบด้วยการพินิจขณะทำการเชื่อมผู้ตรวจสอบจะต้องมีประสบการณ์ที่จะดูถึงเทคนิคการเชื่อม การเติมลวดเชื่อมและชั้นของรอยเชื่อม ซึ่งการตรวจสอบตำหนิที่อาจเกิดขึ้นกับรอยเชื่อมซ้อนแนวจะเป็นการป้องกันและแก้ไขไม่ให้เกิดความเสียหาย เนื่องจากการเชื่อมทับรอยเชื่อมที่มีตำหนิ รวมไปถึงการเชื่อมให้ถูกต้องตามกรรมวิธีการเชื่อมที่กำหนดไว้ ได้แก่กรรมวิธีการเชื่อม เทคนิค จำนวนชั้นของรอยเชื่อม อุณหภูมิระหว่างชั้นรอยเชื่อม การทำความสะอาดรอยเชื่อมก่อนการเชื่อมทับ การตักแต่ง หรือการเจียรระไนรอยเชื่อมแต่ละแนวและอื่นๆ การตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ทำความสะอาดด้วย

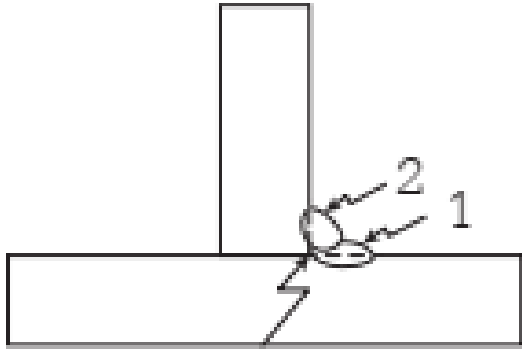
การวัดอุณหภูมิระหว่างชั้นรอยเชื่อม จะทำการวัดบนผิวงานใกล้กับบริเวณเชื่อม จะไม่วัดที่รอยเชื่อมโดยตรง การตรวจสอบตำแหน่งรอยเชื่อมเป็นสิ่งที่จำเป็น ถ้าหากการวางตำแหน่งของรอยเชื่อมที่จะเชื่อมซ้อนไม่เหมาะสม จะเป็นเหตุให้การหลอมละลายไม่สมบูรณ์



ลักษณะการวางตำแหน่งของรอยเชื่อมซ้อนไม่เหมาะสม

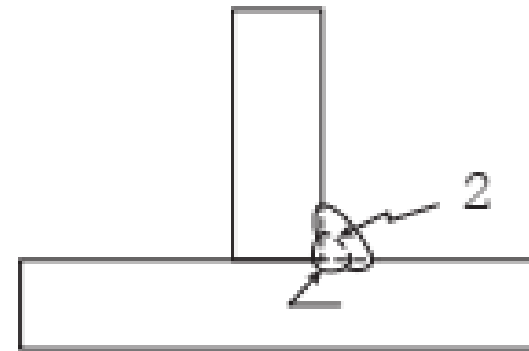


ถ้าต้องการเชื่อมทับรอยเชื่อมจะต้องเจียรระโนแต่งให้ร่องเชื่อมกว้าง



(ก) การหลอมละลายไม่สมบูรณ์

(ม) มุมรอยเชื่อมใหญ่เกินไป



(ข) การวางรอยเชื่อมไม่ถูกต้อง

(ง) มุมรอยเชื่อมใหญ่เกินไป

ลักษณะการวางตำแหน่งรอยเชื่อมซ้อนแนวรอยต่อตัวที่

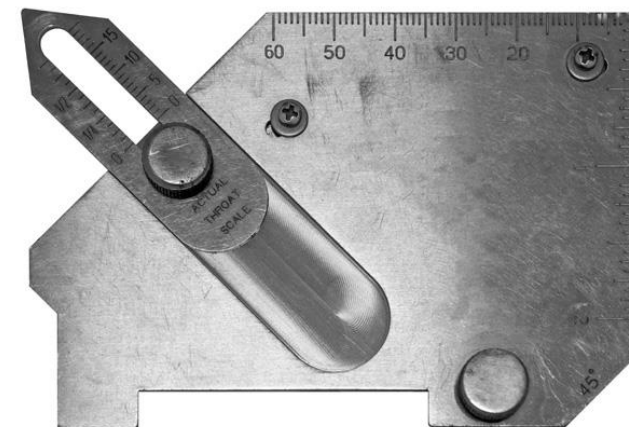
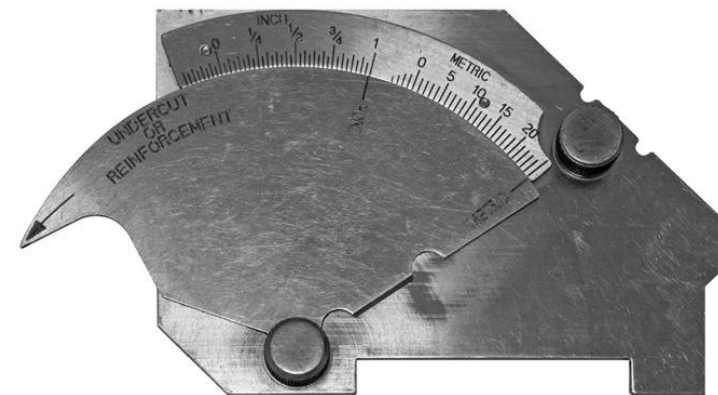
3) การตรวจสอบหลังการเชื่อม เมื่อการตรวจสอบรอยเชื่อมได้ดำเนินการตามขั้นตอนแล้วตั้งแต่ก่อนทำการเชื่อม และขณะเชื่อม จึงเป็นการรับประกันเบื้องต้น ถึงคุณภาพของงานเชื่อมในระดับหนึ่งแล้ว ส่วนการตรวจสอบหลังเชื่อม เมื่องานแล้วเสร็จจะดำเนินการตามความต้องการของข้อกำหนดหรือข้อตกลงในการตรวจสอบด้วยการพินิจ จะตรวจดู ขนาดลักษณะรูปร่างของรอยเชื่อม และชิ้นงานการตรวจสอบขนาดและรูปร่างของรอยเชื่อม จะทำการตรวจวัดด้วยเกจ

1.3

การตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยเกจวัดรอยเชื่อม

การตรวจสอบด้วยเกจวัดรอยเชื่อม IIW ซึ่งเป็นเกจวัดรอยเชื่อมมาตรฐานสากล ซึ่งใช้วัดงานเชื่อมตั้งแต่การเตรียมชิ้นงานจนถึงกระบวนการเชื่อมเสร็จ ซึ่งเกจที่นำไปใช้ในการตรวจสอบรอยเชื่อม ได้แก่

- 1) วัดมุมปากของรอยเชื่อม
- 2) วัดความลึกของรอยกัดขอบรอยเชื่อม
- 3) วัดความสูงของรอยเชื่อม
- 4) วัดขนาดรอยเชื่อม
- 5) อื่นๆ



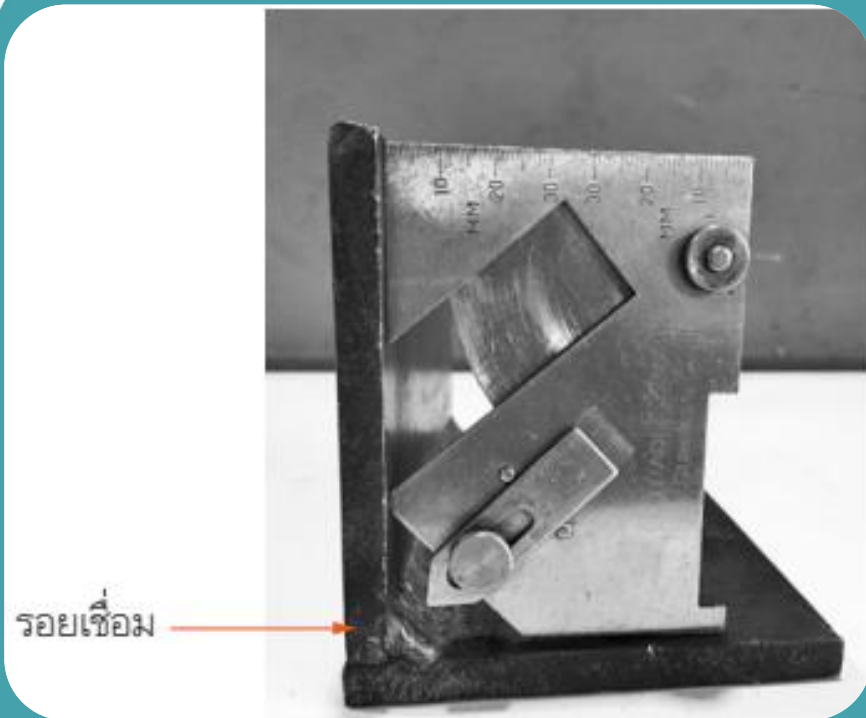
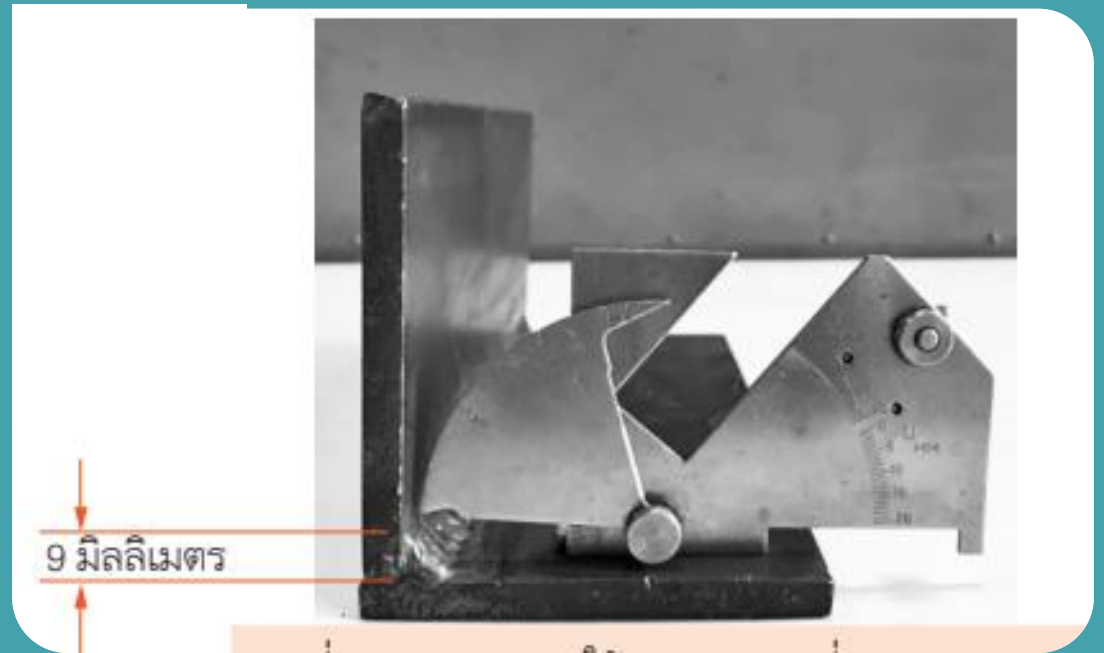
1.4 การใช้เกจของ IIW วัดขนาดรอยเชื่อม

1) การวัดขนาดของรอยเชื่อมฟิลเล็ท

(1) นำเกจวัดขนาดรอยเชื่อมวางบนผิวชิ้นงาน โดยให้ขาของเกจสัมผัสกับผิวของชิ้นงาน



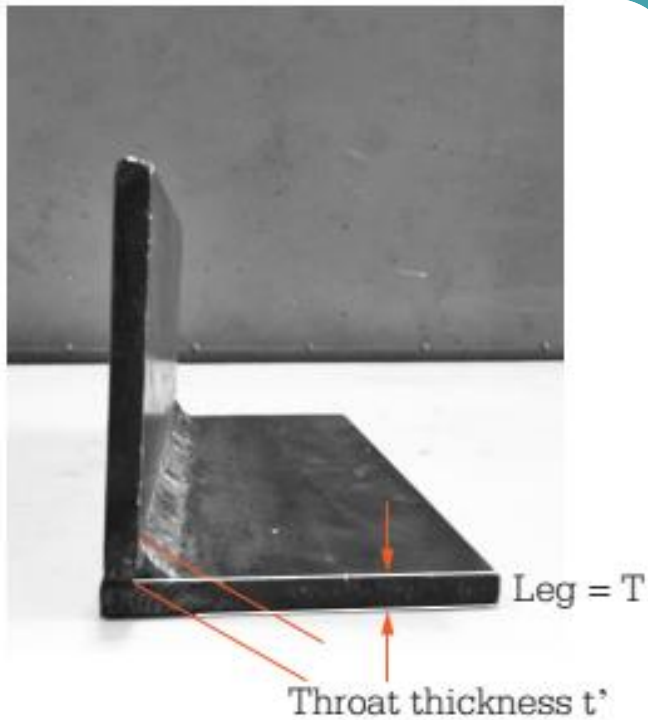
(2) ใช้ปลายแหลมของเกจวัดระยะขารอยเชื่อมโดยเลื่อนปลายแหลมของเกจวัดความหนาของฟิลเล็กลงบนขาของรอยเชื่อม (TOE) เบาๆ แล้วอ่านค่าที่ได้จากสเกลวัดขนาดของขาฟิลเล็ที่ได้ 9 มิลลิเมตร



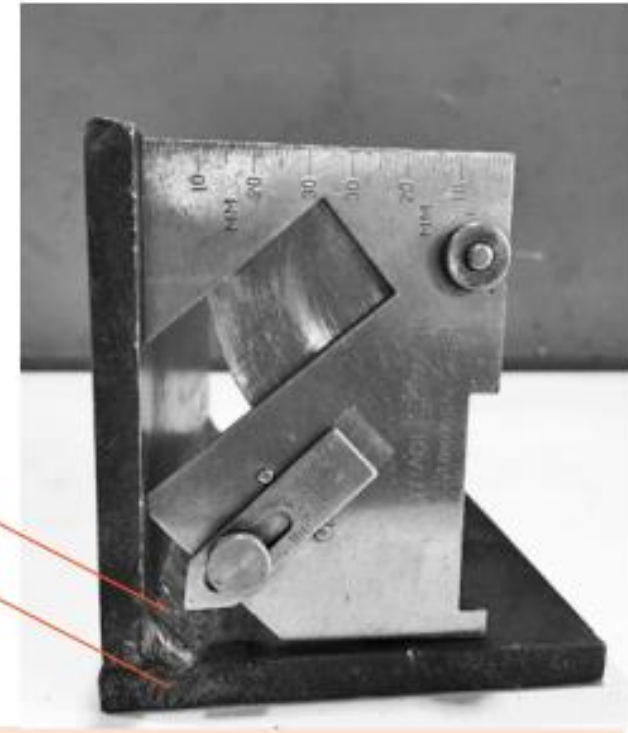
2) การวัดระยะลึกหรือระยะโทรดของการเชื่อมฟิลเล็ มีขั้นตอนดังนี้

(1) นำเกจวัดรอยเชื่อมวางบนผิวหน้างานที่ต้องการวัดโดยให้ฐานของเกจวัดอยู่บนผิวหน้างานต่อฉากและให้ฐานของเกจวัดวางแบบสนิทกับชิ้นงานเชื่อม

(2) การวัดระยะลึกของรอยเชื่อมโดยเลื่อนก้านวัดระยะลึกของรอยเชื่อม จากปลายก้านวัดลึกกับผิวหน้างานเชื่อมแล้ว จึงอ่านค่าระยะลึกของรอยเชื่อมจากสเกลของเกจวัดได้ 4 มิลลิเมตร



4 มิลลิเมตร



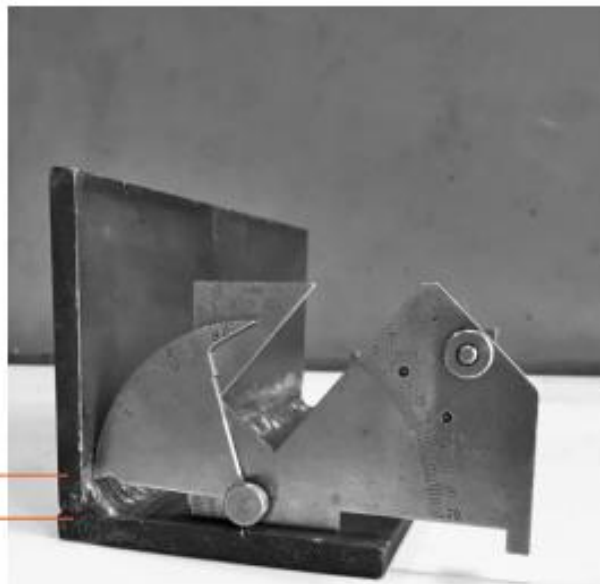
กรณีที่รอยเชื่อมที่ได้ออกมามีลักษณะนูนหรือเว้าจะไม่สามารถหาขนาดของระยะลึกหรือระยะโทรคได้ทันที จะต้องใช้สูตรเพื่อหาระยะโทรคจริงของรอยเชื่อม เพราะฉะนั้น ขนาดความลึกจริง คือ

$$\text{Throat} = t \sin 45^\circ = \frac{t}{\sqrt{2}}$$

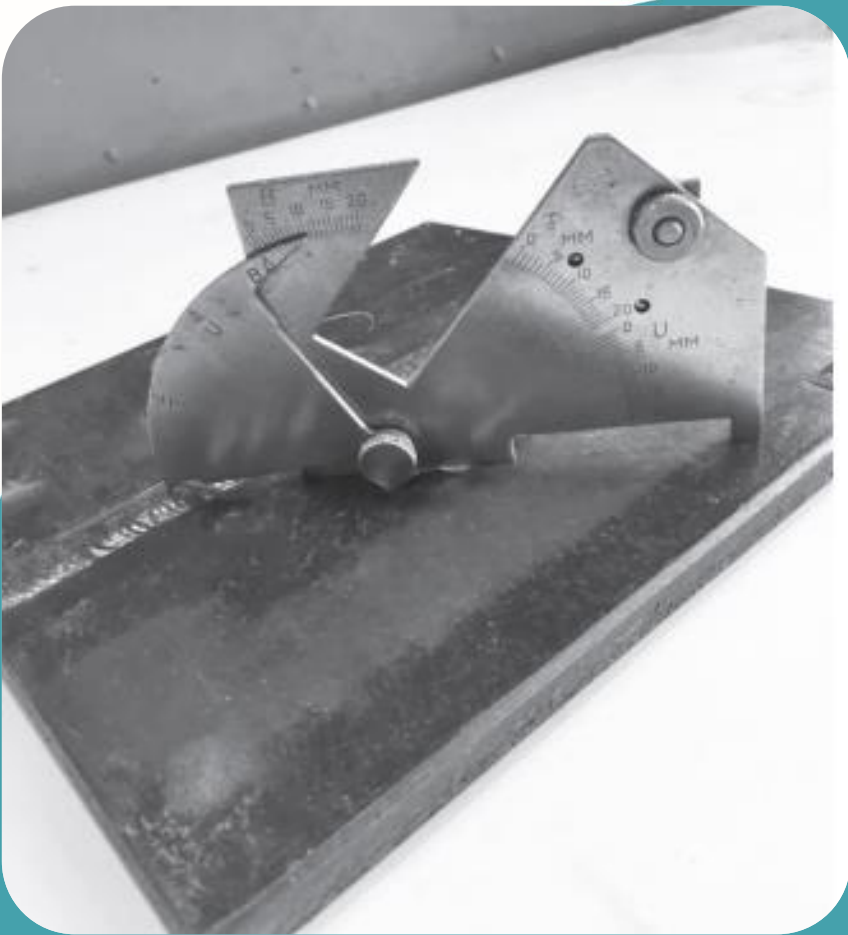
ตัวอย่าง

ชิ้นงานเชื่อมฟิลเลตที่มีลักษณะรอยเชื่อมที่นูนจะวัดขนาดค่าของความลึกหรือระยะโทรดจริงจากภาพสามารถวัดขนาดของขาเชื่อมได้เท่ากับ 13 มิลลิเมตร

1.3 มิลลิเมตร



$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad \text{Throat} &= t \sin 45^\circ \frac{t}{\sqrt{2}} \\ \text{เมื่อ } t &= 13 \text{ มิลลิเมตร} \\ \text{แทนค่า} \quad \text{Throat} &= 13 \sin 45^\circ \\ &= 9.20 \text{ มิลลิเมตร} \end{aligned}$$



(2) ใช้ปลายแหลมของเกจวัดความสูงทาบบนแผ่นงานเรียบ เพื่อตรวจสอบว่าเกจถูกต้อง อยู่ตำแหน่งศูนย์หรือเปล่า

(3) นำปลายแหลมเกจวัดความสูงรอยเชื่อม ทาบบนส่วนที่สูงสุดของรอยเชื่อม และอ่านค่าความสูง รอยเชื่อมจากสเกลเกจ (จากภาพรอยเชื่อมอ่านค่าจากเกจสูง 3 มิลลิเมตร)



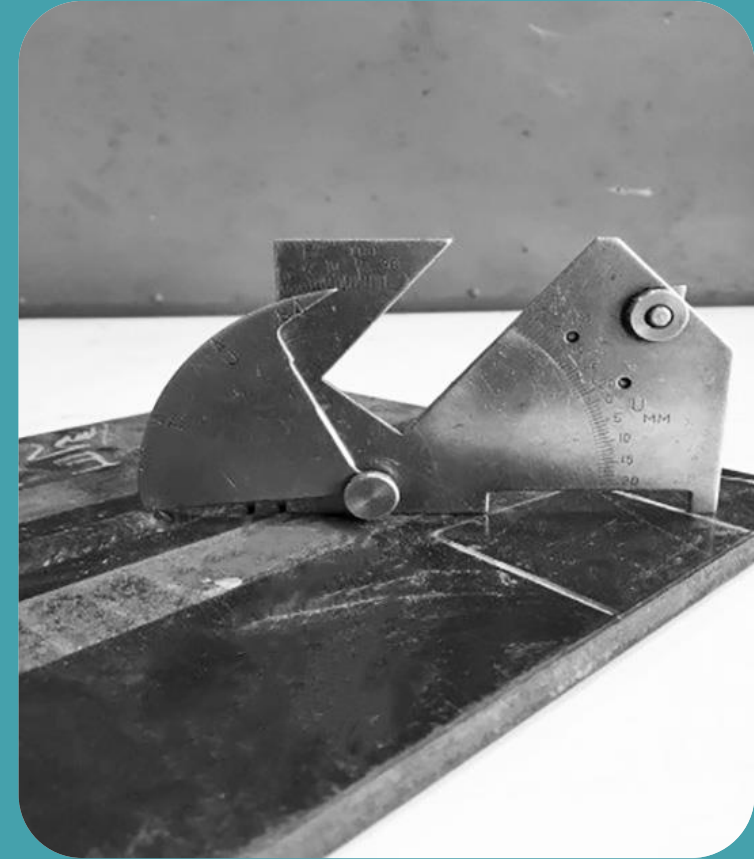
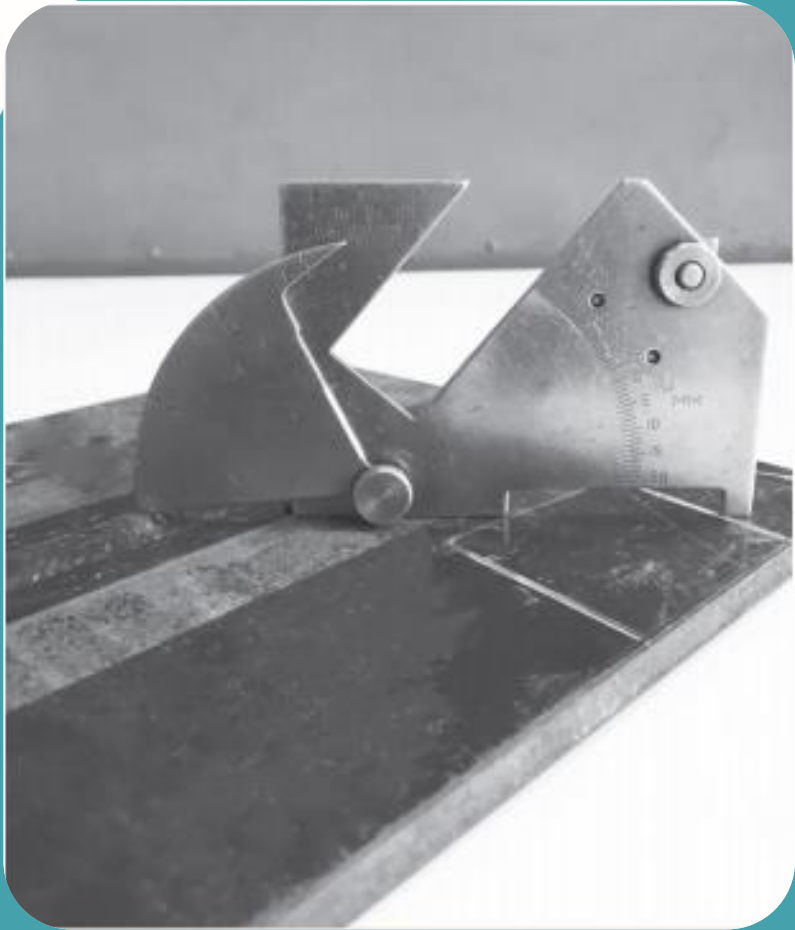
3) การวัดขนาดความสูงของรอยเชื่อม

(1) นำเกจมาวางบนชิ้นงานที่จะวัดโดน

นำเอาส่วนฐานของเกจวัดวางไว้ในตำแหน่งของแผ่นงานที่เรียบ ที่สามารถใช้ปลายแหลมเกจวัดความสูงที่รอยเชื่อมได้ การวัดต้องไม่มีเศษวัสดุแปลกปลอมอยู่ที่เกจวัด

4) การวัดขนาดความลึกของรอยกัดขอบ (Undercut) มีขั้นตอนดังนี้

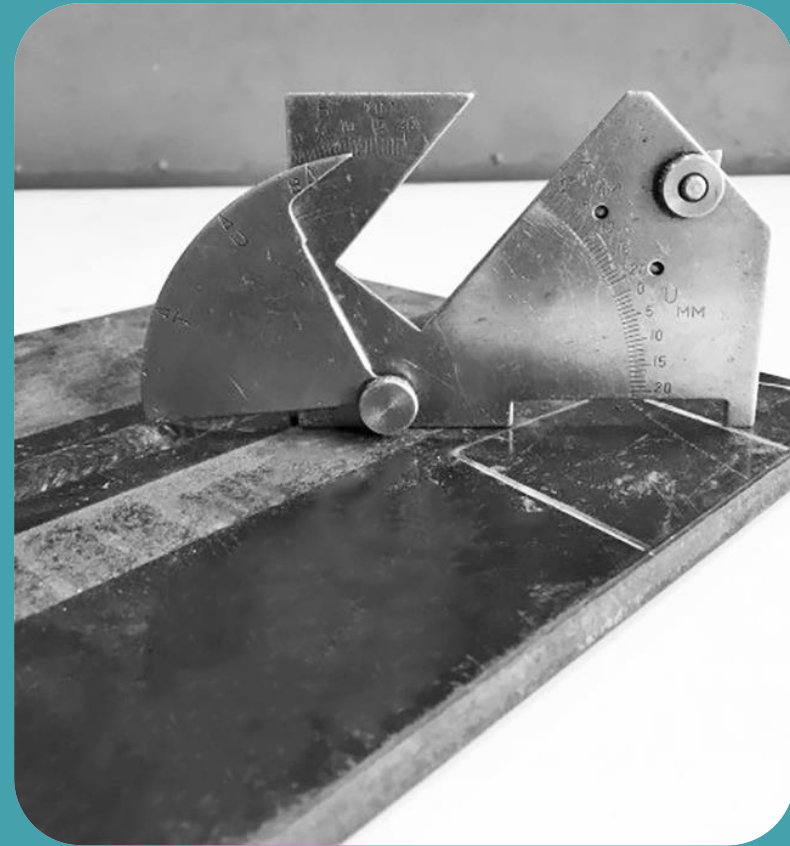
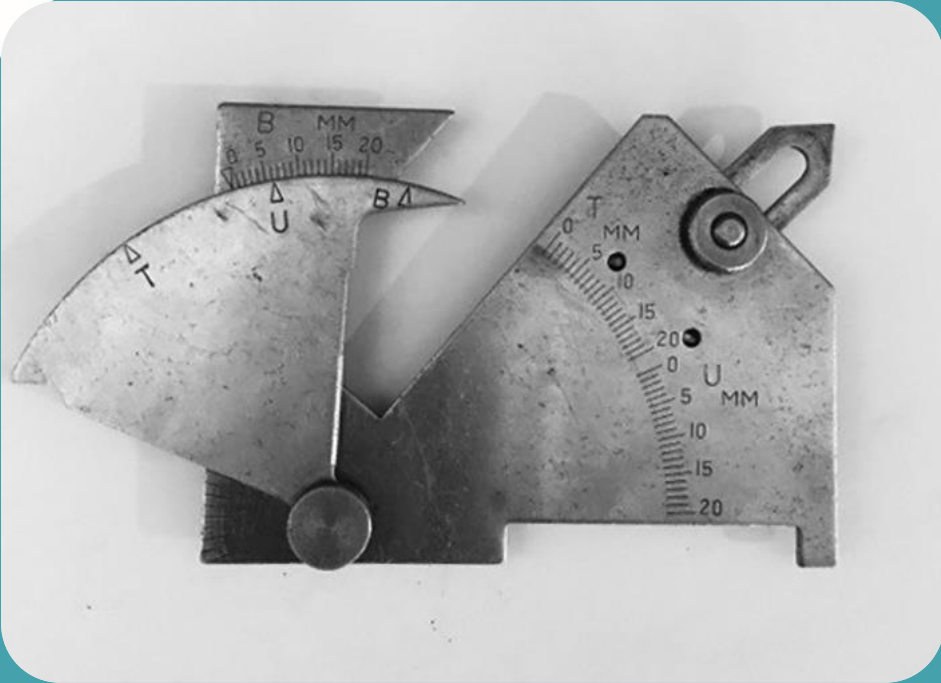
(1) วางฐานเกลววัดรอยเชื่อมแบบบนผิวงานที่ต้องการวัดความลึกของร่องรอยกัดขอบรอยเชื่อม โดยไม่ให้มีสิ่งแปลกปลอมขวางอยู่ที่ฐานของเกลววัด



(2) เลื่อนปลายแหลมของแผ่นวาง ลงในร่องรอยของการกัดขอบ แล้วจึงอ่านขนาดความลึกของรอบกัดขอบ(จากสเกลวัดรอยเชื่อม มีขนาดรอยกัดลึก 4 มิลลิเมตร)

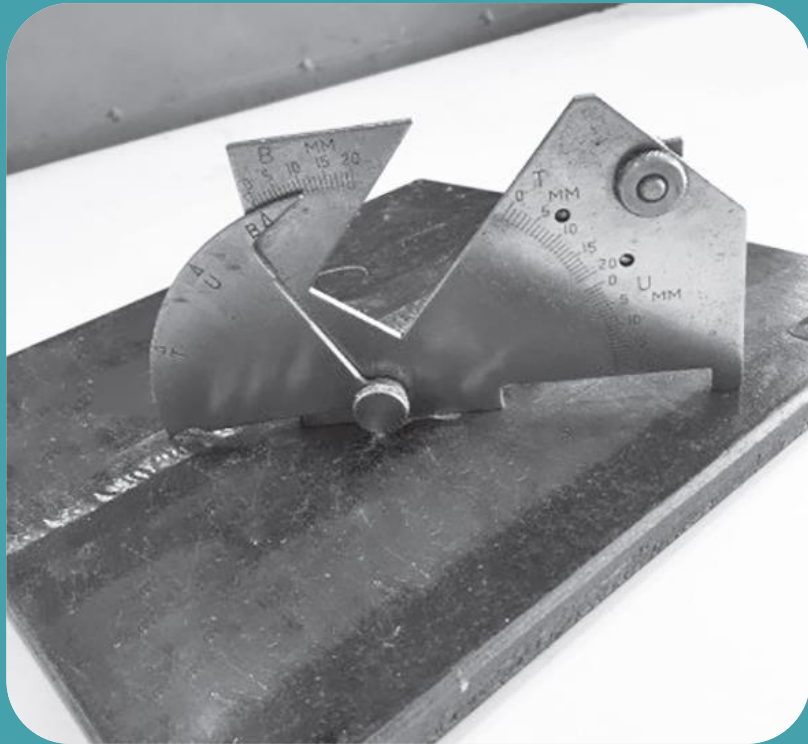
5) ขั้นตอนการวัดความสูงต่ำของแผ่นงานเชื่อม มีขั้นตอนดังนี้

(1) นำเกจออกจากช่องทำการตรวจสอบความพร้อมของเกจ IIW ว่ามีความพร้อมต่อการตรวจสอบหรือไม่

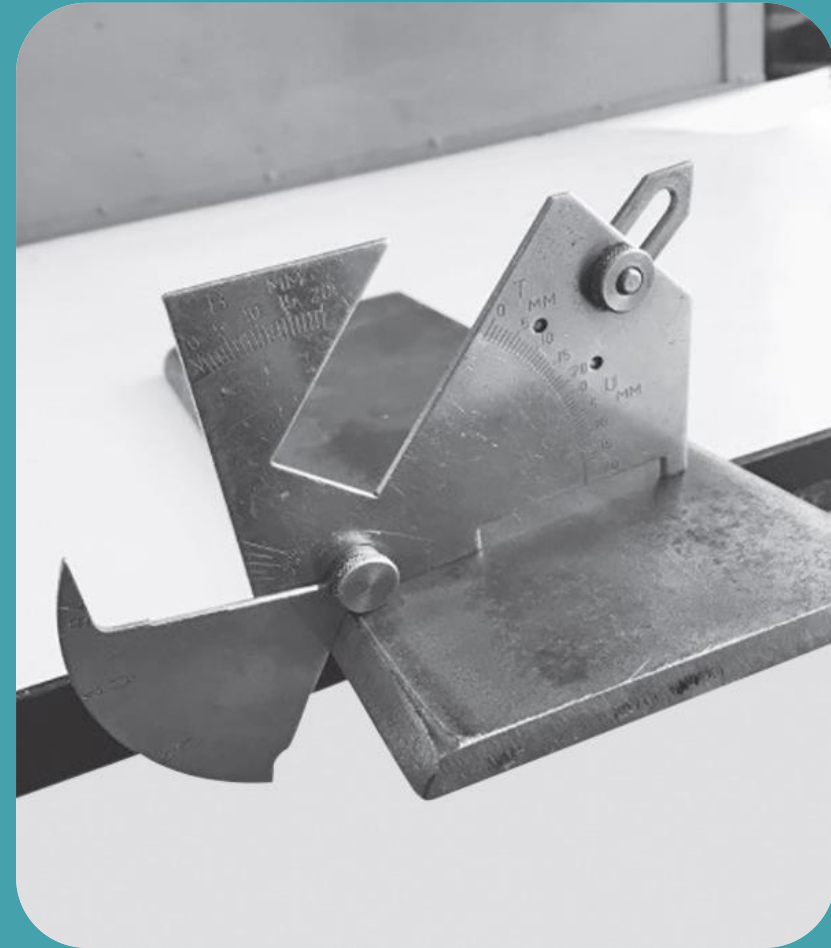


(2) วางฐานของเกจวัดให้แนบสนิทกับผิวงานที่ต้องการวัด โดยไม่มีสิ่งแปลกปลอมขัดขวางอยู่ที่ฐานของเกจฐานวัด

(3) เลื่อนปลายแหลม ของแผ่นจิกให้ปลายแหลม
จิกลงบนผิวงานอีกแผ่นหนึ่ง ต่อกันไปจึงอ่านค่าจาก
สเกลว่าชิ้นงานทั้งสองสูง-ต่ำ กว่ากันเท่าไร (จาก
ภาพทั้งสองชิ้นงานชิ้นงานสูง-ต่ำ กว่ากัน
1.5 มิลลิเมตร)



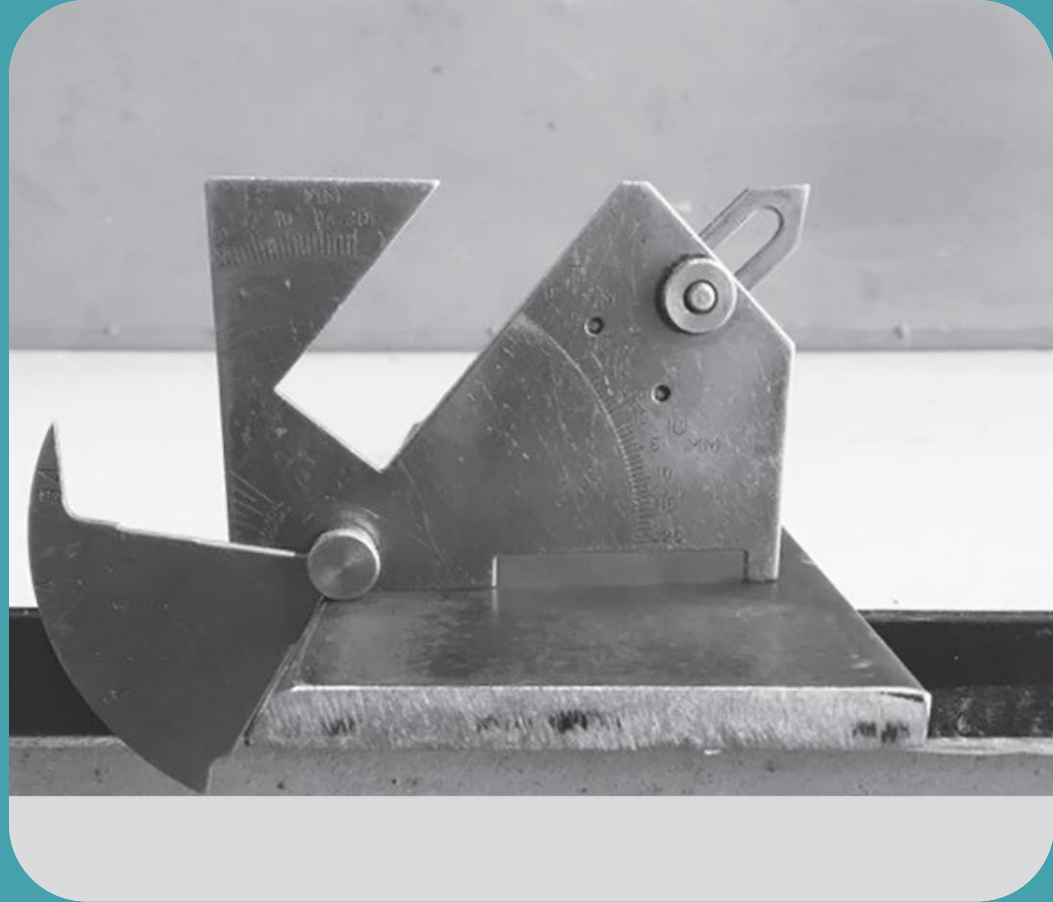
6) การวัดมุมปากงานเชื่อมโดยให้เกจวัด IWV มีขั้นตอนดังนี้
(1) ตรวจสอบสภาพของเกจวัด วัดมาวางทาบลงบนชิ้นงานที่ได้
ระดับแล้ว ดูสเกลชี้ที่จุดศูนย์



(2) นำเกจวางแนบกับผิวชิ้นงานที่ต้องการวัดมุม โดยไม่ให้สิ่งแปลกปลอมขวางอยู่ที่ฐานเกจวัด



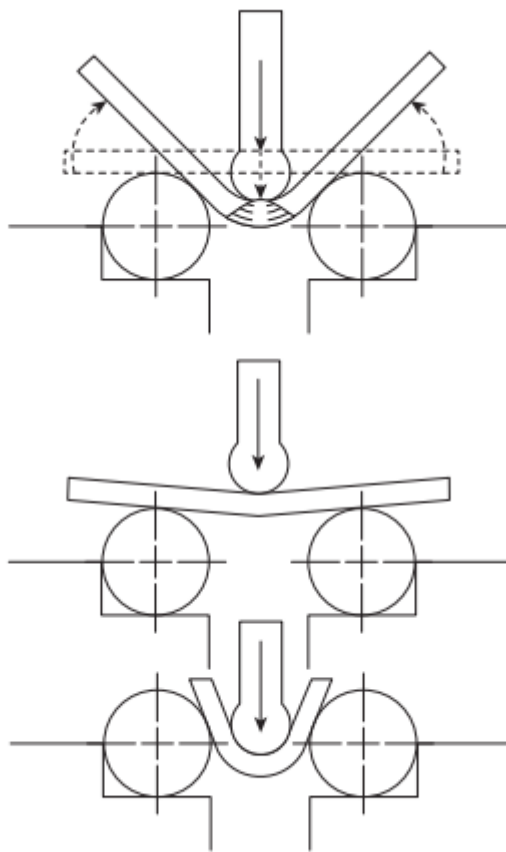
(3) เลื่อนแผ่นวัดมุมบากให้แนบ กับผิวงานที่ต้องการวัดมุมบาก จากสเกลของเกจวัดมุม จากภาพมุมบากจากการวัดของเกจวัดมี ขนาด 30 องศา



2.

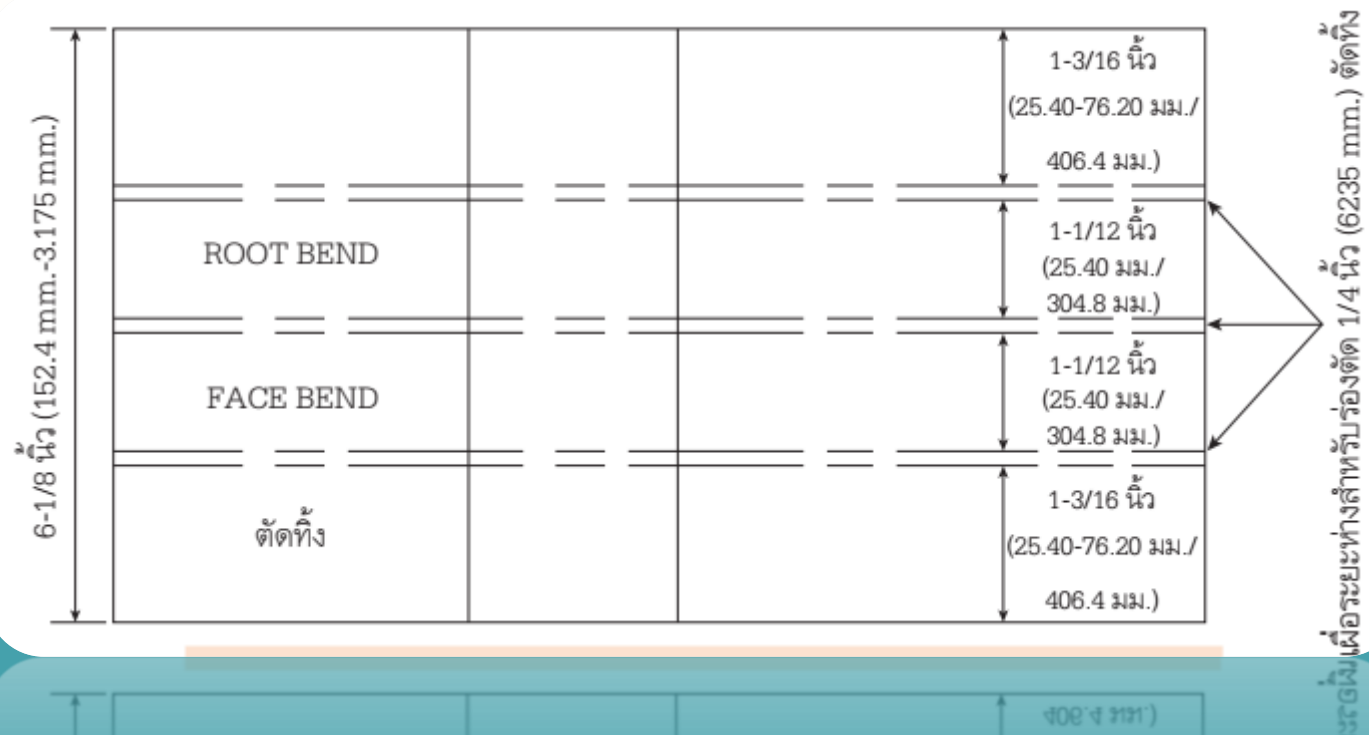
ลักษณะการตรวจสอบงานเชื่อมด้วยวิธีการพินิจ

การทดสอบงานเชื่อมด้วยวิธีการดัดงอ (Guided Bend Test) สำหรับงานแผ่นและท่อการทดสอบต้องมีอุปกรณ์จับยึดงานทดสอบขณะโค้ง อุปกรณ์จับยึดจะถูกกำหนดขนาดเป็นมาตรฐานตามวัสดุมาตรฐานที่กำหนดขนาดมีหลายองค์กร เช่น AWS, ASTN, JIN, DIN อุปกรณ์จับยึดสำหรับการทดสอบดัดงอ สามารถใช้กำลังจากไฮดรอลิกส์ มีทั้งชนิดไฟฟ้าและมือควบคุม



เพื่อหาคุณภาพทางด้านความเหนียวของรอยเชื่อม (Ductility) การทดสอบกระทำทั้งทางด้านหน้าและด้านหลัง (Root) ของรอยเชื่อม การทดสอบการดัดงอมีอยู่หลายลักษณะ ดังนี้

- 1) Transverse side-bend เป็นการทดสอบโดยกำหนดให้รอยเชื่อมตัดขวางกับทิศทางแนวยาวของชิ้นงานทดสอบ เมื่อทำการดัดงอแล้วจะทำให้ผิวด้านข้างรอยเชื่อม (Side) ด้านหนึ่งกลายเป็นผิวของชิ้นงานโค้งงอ ใช้ในการทดสอบวัสดุที่หนากว่า $\frac{3}{8}$ นิ้ว (9.5 มิลลิเมตร)
- 2) Transverse face-bend เป็นการทดสอบโดยกำหนดให้รอยเชื่อมตัดขวางกับทิศทางแนวยาวของชิ้นงานทดสอบ เมื่อทำการดัดงอแล้วจะทำให้ผิวด้านหน้ารอยเชื่อม (Face) กลายเป็นผิวหน้าของชิ้นงานโค้งงอ ใช้ในการทดสอบวัสดุที่มีความหนาเท่ากับ $\frac{3}{8}$ นิ้ว (9.5 มิลลิเมตร) หรือน้อยกว่า
- 3) Transverse root-bend เป็นการทดสอบโดยกำหนดให้รอยเชื่อมตัดขวางกับทิศทางแนวยาวของชิ้นงานทดสอบ เมื่อทำการดัดงอแล้วจะทำให้ก้นหรือฐานรอยเชื่อม (Root) กลายเป็นผิวของชิ้นงานทดสอบ ใช้ในการทดสอบวัสดุที่มีความหนาเท่ากับ $\frac{3}{8}$ นิ้ว (9.5 มิลลิเมตร) หรือน้อยกว่า 187
- 4) Longitudinal face-bend เป็นการทดสอบโดยกำหนดให้รอยเชื่อมขนานกับทิศทางแนวยาวของชิ้นงานทดสอบ จะทำให้ผิวหน้าของรอยเชื่อม (Face) กลายเป็นผิวหน้าของชิ้นงานทดสอบ
- 5) Longitudinal root-bend เป็นการทดสอบโดยกำหนดให้รอยเชื่อมขนานกับทิศทางแนวยาวของชิ้นงานทดสอบ และทำให้ก้นรอยเชื่อม (Root) กลายเป็นผิวหน้าของชิ้นงานทดสอบ



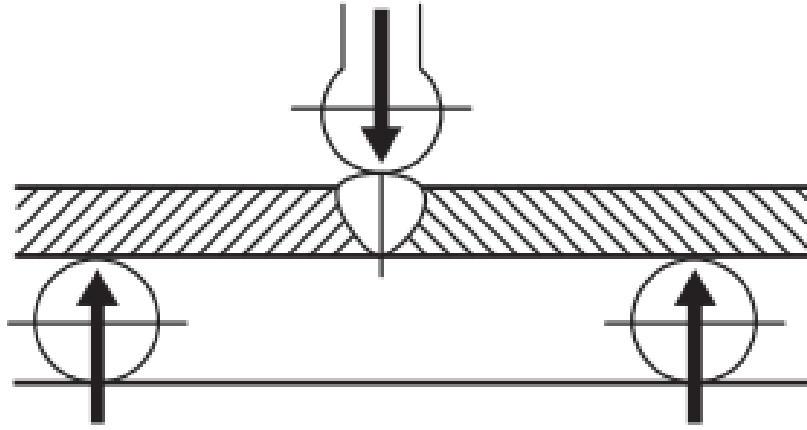
ลักษณะเครื่องทดสอบการดัดงอ

หมายเหตุ

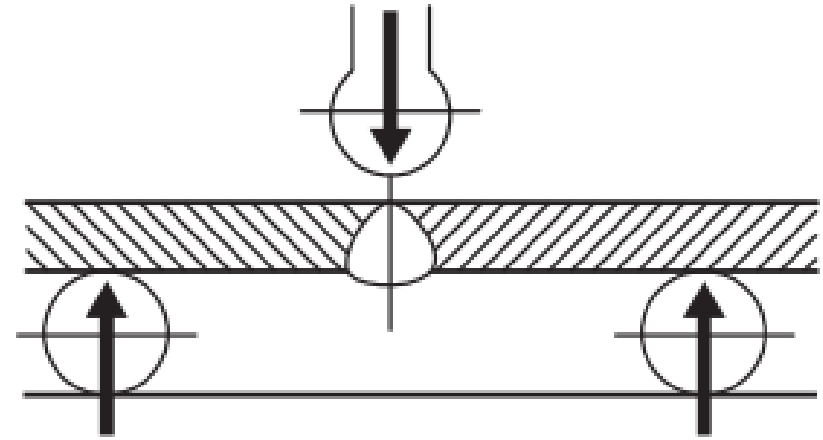
ชิ้นงานเชื่อมที่จะนำมาตัดทำขึ้นทดสอบที่ยอมรับได้ มีดังนี้

- 1) รูปร่างรอยเชื่อม จะต้องเรียบสม่ำเสมอ ไม่มีเนื้อเกยทับ (Overlap) หรือเกิดรอยกัดขอบรอยเชื่อม
- 2) การหลอมละลาย เนื้อเชื่อมกับชิ้นงานจะต้องหลอมละลายเข้ากัน และการซึมลึกสมบูรณ์
- 3) ความสมบูรณ์ของรอยเชื่อม รอยเชื่อมจะต้องไม่มีโพรงแก๊ส สำหรับออกไซด์และสแลก ผังในมีได้ขนาด โตสุดไม่เกิน 1/8 นิ้ว (3.175 mm.) ในพื้นที่ 1 ตารางนิ้วจะต้องมีรูพรุนได้ไม่เกิน 6 รู และมีขนาดรูโตสุดไม่เกิน 1/6 นิ้ว (4.241 mm.)

2.2 วิธีการทดสอบการดัดโค้ง

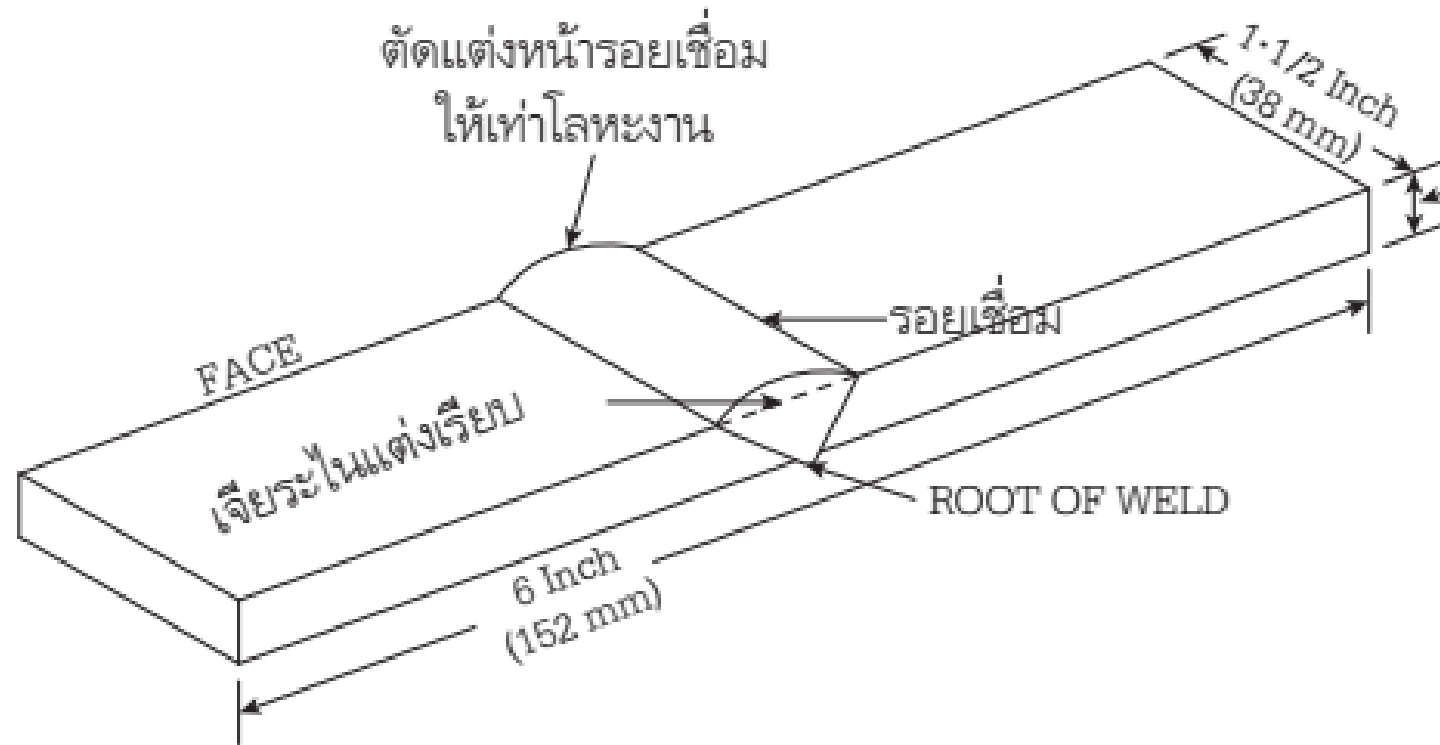


ลักษณะการทดสอบการดัดโค้งด้านฐาน

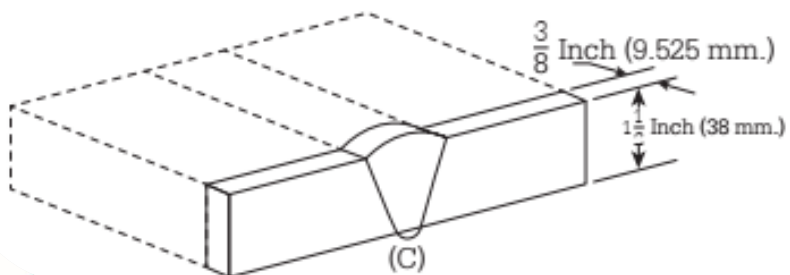
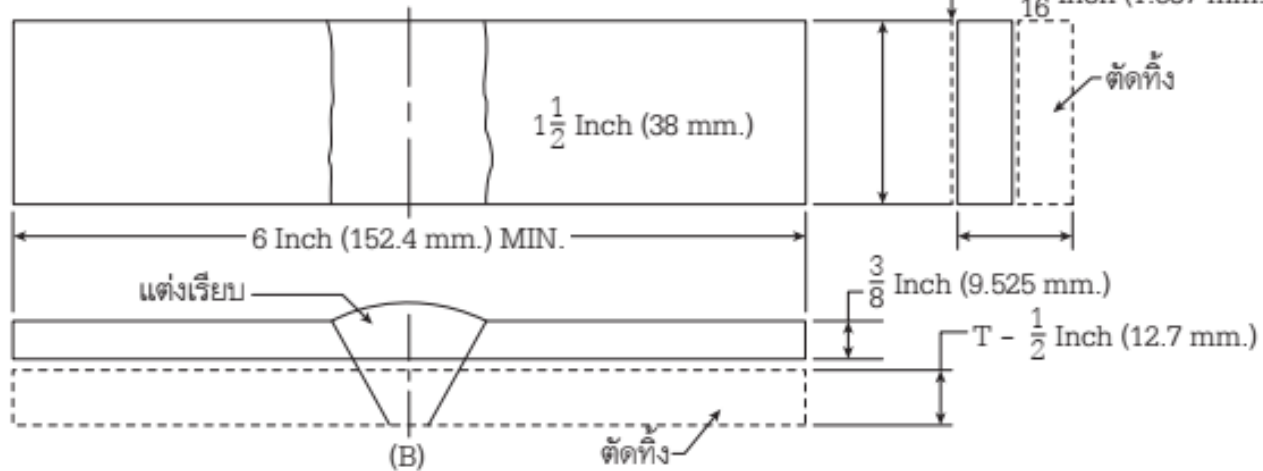
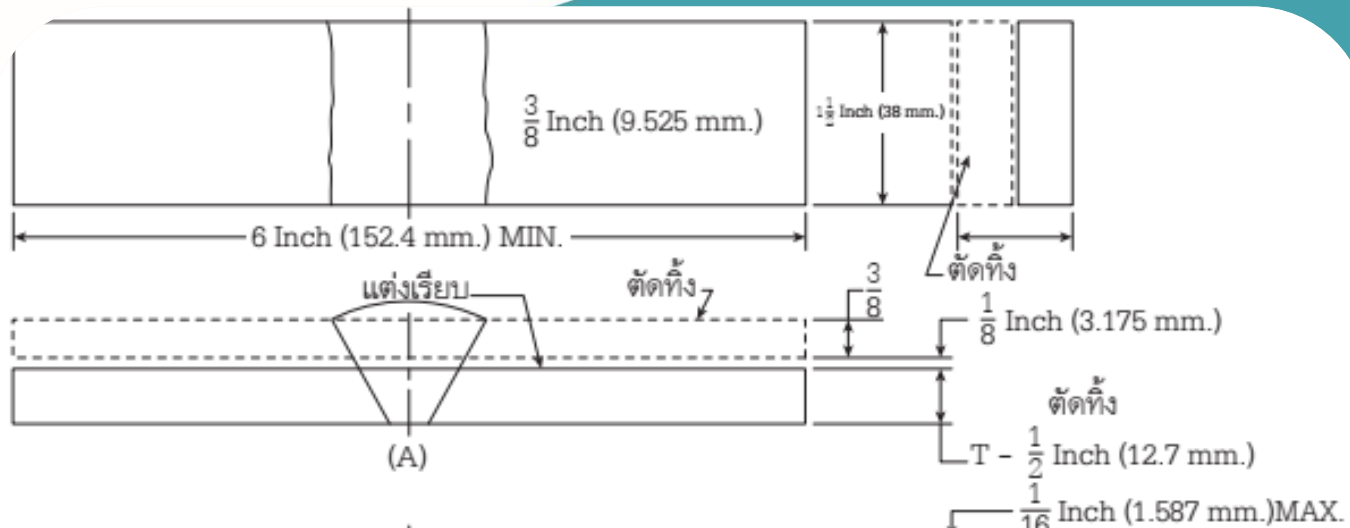


ลักษณะการทดสอบการดัดโค้งด้านหน้า

การทดสอบแบบ Side-bend จะต้องวางชิ้นงานทดสอบโดยเอาด้านข้างของรอยเชื่อมด้านใด ด้านหนึ่งคว่ำลงบนบารองรับทั้งสองและเมื่อทำการโค้งงอแล้วจะทำให้ด้านกันของรอยเชื่อมอยู่บนผิวหน้า โค้งงอของชิ้นงานด้านหนึ่งและอีกด้านหนึ่งจะอยู่ที่ส่วนเว้าของชิ้นงาน

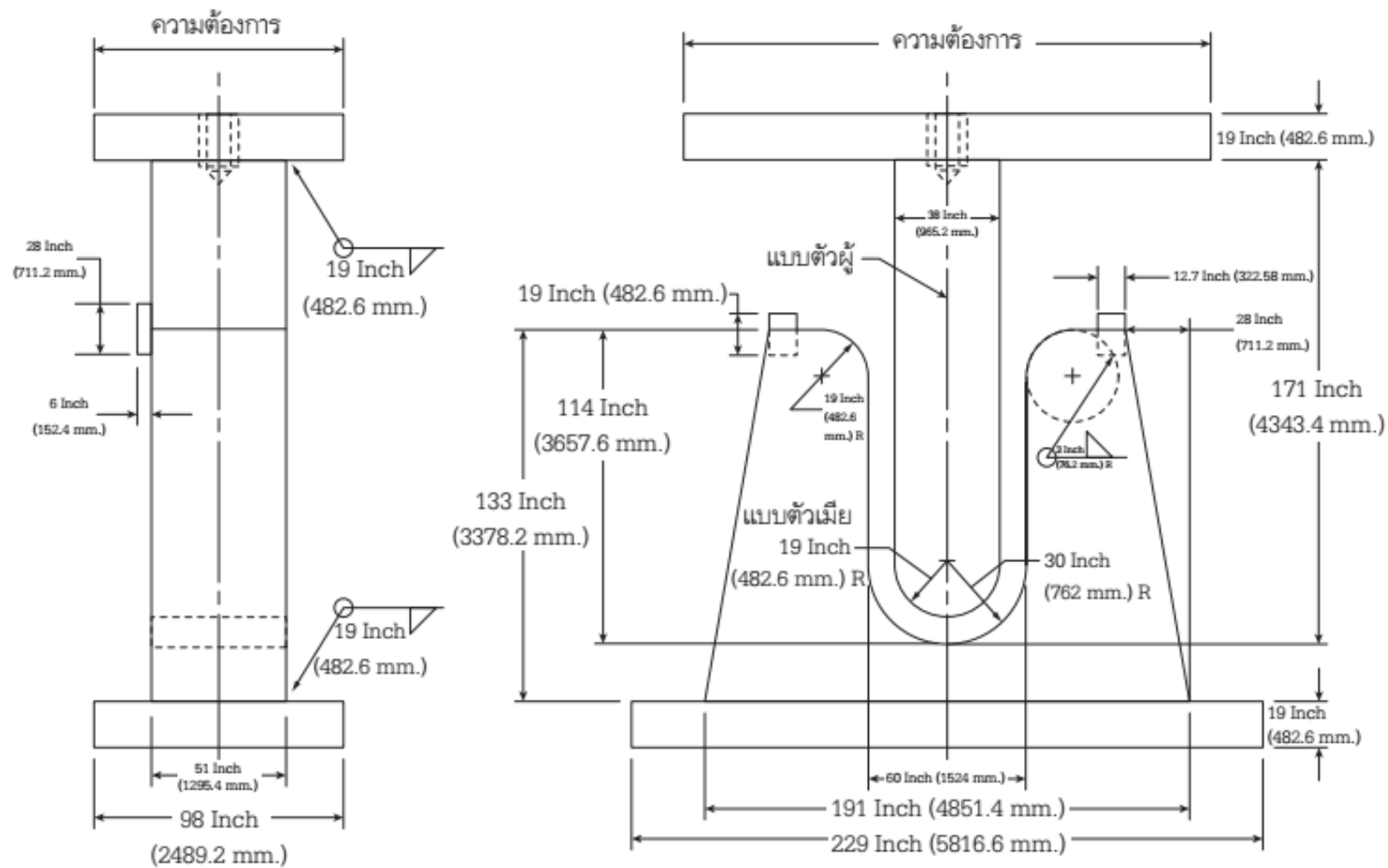


ลักษณะขั้นตอนทดสอบที่ตัดออกจากแผ่นงานเชื่อมเพื่อนำมาตกแต่งเป็นขั้นตอนทดสอบ
Transverse-Face Bend และ Transverse-Root Bend



- (A) ลักษณะขั้นตอนทดสอบ Root-Bend
- (B) ขั้นตอนทดสอบ Face Bend และ
- (C) ขั้นตอนทดสอบ Side-Bend

2.3 ผลการทดสอบ



ลักษณะขนาดแบบทดสอบ Bend Test



สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เป็นการ
ปฏิบัติงานเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานเชื่อมต่างๆ โดย
อ้างอิงตามหนังสือเรียน